

## ABSCHLUSSBERICHT

### Messprogramm zu Feinstaub PM10 und Staubniederschlag mit Inhaltsstoffen im Einflussbereich des Industriegebietes in Bremen- West

<b>ANECO Berichts-Nr. / Datum:</b>	66010-021   B01 vom 29. Mai 2020
<b>Auftraggeber:</b>	Freien Hansestadt Bremen Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau Contrescarpe 72, 28195 Bremen
<b>Ansprechpartner:</b>	Frau Andrea Schemmel
<b>Auftragsnummer:</b>	600-2-07-03-1/2018-3
<b>Auftragsdatum:</b>	10.10.2018
<b>Art der Messung:</b>	Immissionsmessungen im Rahmen der 39. BImSchV
<b>Messaufgabe:</b>	Die Immissionsuntersuchungen im Umfeld des Industriegebietes Bremen-West sollen zur Beurteilung der Luftqualität gemäß 39. BImSchV dienen. Geprüft werden soll, ob die Immissionsituation für die im Einflussbereich des Industriegebietes Bremen-West be- findlichen Misch- und Wohngebieten nicht unzulässig durch Luft- schadstoffe belastet ist.
<b>Messkomponenten:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Deposition des Staubniederschlages (StN)</li><li>- inkl. der Inhaltsstoffe: Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Antimon (Sb), Zinn (Sn), Thallium (Tl), Vanadium (V) und Benzo(a)pyren (BaP)</li><li>- Messungen der Schwebstaub PM10 Konzentration</li><li>- inkl. der Inhaltsstoffe: Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Antimon (Sb), Zinn (Sn), Thallium (Tl), Vanadium (V) und Benzo(a)pyren (BaP)</li></ul>
<b>Messort / Messgebiet:</b>	Westliches Stadtgebiet der Freien Hansestadt Bremen
<b>Messzeitraum:</b>	Februar 2019 bis Januar 2020
<b>Berichterstellung:</b>	Dr. Klaus Berger / Holger Jürgensen
<b>Berichtsumfang:</b>	68 Seiten Bericht zzgl. 42 Seiten Anhang

---

## INHALTSVERZEICHNIS

	<b>Seite</b>	
<b>0</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Beschreibung der Messaufgabe</b>	<b>5</b>
1.1	Anlass der Messungen	5
1.2	Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe	5
1.3	Messkomponenten	9
1.4	Anforderungen an die Messtechnik	10
1.5	Organisatorische Anforderungen	10
1.6	Beteiligung weiterer Institute	10
<b>2</b>	<b>Vorwissen</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Ortsbeschreibung</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Messstrategie</b>	<b>13</b>
4.1	Messgebiet	14
4.2	Messorte	14
4.3	Messzeitraum	17
4.4	Messzeiten	18
4.5	Datenverfügbarkeit	19
4.6	Messtechnik	19
<b>5</b>	<b>Auswertung</b>	<b>23</b>
5.1	Messwertverarbeitung	23
5.2	Messergebnisse	24
5.3	Ermittlung der Messunsicherheit	28
<b>6</b>	<b>Beurteilung der Luftqualität und Diskussion</b>	<b>28</b>
6.1	Meteorologie im Messzeitraum	28
6.2	Stoffe und Stoffgruppen	31
6.3	Plausibilitätsprüfung	66
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>67</b>
	<b>ANHANG zum Messbericht</b>	

## 0 Zusammenfassung

Die Hansestadt Bremen beauftragte die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit der Durchführung von Immissionsmessungen an insgesamt 12 Standorten im Umkreis des Industriegebietes West. Geprüft werden soll, ob die Immissionsituation für die im Einflussbereich des Industriegebietes Bremen-West befindlichen Misch- und Wohngebiete nicht unzulässig durch Luftschadstoffe belastet ist.

Das Messprogramm umfasst Staubbiederschlag sowie Schwebstaub PM10 und ausgewählte Inhaltsstoffe, welche nach den Referenzverfahren der TA-Luft bzw. der 39. BImSchV über einen Jahreszeitraum erfasst und bewertet werden sollen.

Die Immissionsmessungen für die Deposition von Staubbiederschlag begannen am 31.01.2019 und wurden über ein Jahr durchgeführt. Es wurde an 12 Standorten monatlich der Staubbiederschlag beprobt und nachfolgend gravimetrisch analysiert.

Die Immissionsmessungen für die Bestimmung des Schwebstaubes PM10 begannen am 01.02.2019 und wurden über ein Jahr durchgeführt. Es wurde an einem Standort (HB 5) täglich der Schwebstaub PM10 beprobt.

Zusätzlich wurden monatlich in beiden Matrices (Schwebstaub / Staubbiederschlag) die Elemente Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Antimon (Sb), Zinn (Sn), Thallium (Tl), Vanadium (V) bestimmt. Im Schwebstaub PM10 wurde monatlich zusätzlich Benzo(a)pyren (BaP) bestimmt.

Der hier vorliegende Bericht basiert auf allen Untersuchungsergebnissen des Jahresmessprogramms. An allen Messpunkten unterschritten die untersuchten Parameter die zur Beurteilung herangezogenen Bewertungsmaßstäbe (39.BImSchV bzw. TA Luft).

Für Staubbiederschlag als nicht gefährdender Staub ist ein Immissionswert von  $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  als Jahresmittelwert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen festgelegt. Es zeigt sich, dass an allen 12 Beurteilungspunkten das geforderte Kriterium im jährlichen Messzeitraum sicher unterschritten wird. Die Belastung liegt an den 12 Messpunkten zwischen 14 und 42 % des Immissionsgrenzwertes.

In der TA Luft werden für die Elemente Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium im Staubbiederschlag unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Für die weiteren Elemente wurden Beurteilungswerte herangezogen die aus der BBodSchV abgeleitet werden konnten, aus behördlichen Veröffentlichungen entnommen wurden oder aus häufig zitierten anerkannten Quellen stammen.

Die herangezogenen Immissions-, Beurteilungs- und Vergleichswerte wurden für die hier bestimmten Parameter an allen Messpunkten unterschritten.

Der Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  der 39. BImSchV bezüglich Schwebstaub PM10 wird an dem Beurteilungspunkt im ganzjährigen Untersuchungszeitraum sicher unterschritten. Es wird eine Kenngröße von 42% des Beurteilungswertes erreicht.

Die Anzahl der Überschreitungstage des PM10-Tagesgrenzwertes liegt mit 3 Tagen im Beurteilungszeitraum deutlich unterhalb den nach 39. BImSchV zulässigen 35 Überschreitungen im Jahr.

In der 39. BImSchV [1] werden für die Elemente Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium sowie für das Benzo(a)pyren als Bestandteil des Schwebstaubes PM10 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Für die weiteren untersuchten Elemente wurden Beurteilungswerte herangezogen die aus dem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) abgeleitet werden konnten, aus behördlichen Veröffentlichungen entnommen wurden oder aus häufig zitierten anerkannten Quellen stammen.



**ANECO** Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: [aneco@aneco.de](mailto:aneco@aneco.de)  
Großmoorkehre 4 • 21079 Hamburg

---

Alle Immissions- und Beurteilungswerte werden am betrachteten Messpunkt sicher unterschritten.

Für das Untersuchungsgebiet im Umkreis des Industriegebiets West kann zusammenfassend festgestellt werden, dass alle ermittelten Immissionskenngrößen die gültigen Beurteilungsmaßstäbe sicher unterschreiten.

Die Belastungshöhe ist für das industrienahere Messgebiet mit teils ländlicher, teils stadtnaher und auch städtischer Ausprägung unauffällig und passt auch in das Niveau der Untersuchungen des Landesmessnetzes des Nachbarlandes Niedersachsen an Messorten entsprechender Ausprägung.

Eine abschließende immissionsschutzrechtliche Bewertung bleibt der zuständigen Behörde vorbehalten.

## 1 Beschreibung der Messaufgabe

### 1.1 **Anlass der Messungen**

Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen beauftragte die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit der Durchführung von Immissionsmessungen an insgesamt 12 Standorten im Stadtgebiet von Bremen. Geprüft werden soll, ob die Immissionssituation für die im Einflussbereich des Industriegebietes Bremen-West befindlichen Misch- und Wohngebiete nicht unzulässig durch Luftschadstoffe belastet ist.

Das Messprogramm umfasst Staubniederschlag sowie Schwebstaub PM10 und in beiden Matrices die ausgewählten Inhaltsstoffe Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Eisen (Fe), Mangan (Mn), Antimon (Sb), Zinn (Sn), Thallium (Tl), Vanadium (V) und Benzo(a)pyren (BaP), welche mittels Referenzverfahren über einen Jahreszeitraum erfasst und bewertet werden sollen.

Die Immissionsuntersuchungen im Umfeld des Industriegebietes Bremen-West sollen zur Beurteilung der Luftqualität gemäß 39. BImSchV [1] dienen.

### 1.2 **Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe**

#### **Administrative Anforderungen**

Die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. ist ein u.a. für die Ermittlung der hier beschriebenen Immissionen gemäß §29b BImSchG [2] bekanntgegebenes Messinstitut mit langjähriger Erfahrung in der Durchführung von Immissionsuntersuchungen.

Das Berichtsformat entspricht den formalen Vorgaben der VDI-Richtlinie 4220 Blatt 2 [3].

#### **Bewertungsmaßstäbe**

Die Ergebnisse für Schwebstaub PM10 und Staubniederschlag (StN) sind anhand von gültigen Grenzwerten nach der 39. BImSchV [1] und ggf. der TA Luft [4] zu bewerten.

Staubniederschlag (StN) als nicht gefährdender Staub findet in der TA Luft [4] unter Nr. 4.3.1 Berücksichtigung. Hier ist ein Immissionswert von 0,35 g/(m<sup>2</sup>•d) als Jahresmittelwert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen festgelegt.

Für den Parameter Schwebstaub PM10 sind in der 39. BImSchV [1] Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit angegeben. Demnach darf die Gesamtbelastung für Schwebstaub PM10, gemittelt über 1 Jahr, an keinem Beurteilungspunkt 40 µg/m<sup>3</sup> überschreiten. Als weiteres Beurteilungskriterium nennt die 39. BImSchV [1] die Überschreitungshäufigkeit des Immissionswertes für die 24-stündige Immissionsbelastung von PM10. Es dürfen demnach maximal 35 Tageswerte innerhalb eines Jahres einen Wert von 50 µg/m<sup>3</sup> überschreiten.

Für die **Inhaltsstoffe im Staubniederschlag (StN)** sind in der TA Luft [4] unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Diese betragen für Arsen 4 µg/m<sup>2</sup>•d, für Cadmium 2 µg/m<sup>2</sup>•d, für Blei 100 µg/m<sup>2</sup>•d, für Nickel 15 µg/m<sup>2</sup>•d und für Thallium (Tl) 2 µg/m<sup>2</sup>•d.

Für die Parameter Chrom (Cr) und Kupfer (Cu) im Staubniederschlag sind in der TA Luft [4] keine Beurteilungskriterien genannt. In Nummer 4.5.1 der TA Luft [4] wird angegeben, dass der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt ist, wenn die maßgebenden Prüf- und Maßnahmenwerte des Anhang 2 der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) [5] eingehalten werden. Die in diesem Anhang aufgeführten zulässigen jährlichen Frachten an Schadstoffen beziehen sich dabei prinzipiell auf §8 des Bundesbodenschutzgesetzes [6] sie dienen der "Gefahrenabwehr von schädlichen Boden-

veränderungen aufgrund von Bodenerosion durch Wasser" und sind demzufolge nur eingeschränkt als Bewertungsansatz nutzbar. Dies berücksichtigend sind die unter Nummer 5 des Anhanges 2 der BBodSchV [5] angegebenen "zulässigen, zusätzlichen, jährlichen Frachten an Schadstoffen über alle Wirkungspfade" im Folgenden nochmals dargestellt. Zur Berechnung der Bodenanreicherung über Staubdepositionen wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt: Die Dauer der Deposition wird mit einem Jahr (365 Tage) angenommen und es findet kein Entzug der Stoffe durch Auswaschung, Aufnahme durch Vegetation, o.ä. statt. Aus den Berechnungen errechnet sich für den Parameter Chrom (Cr) eine tolerable Jahresfracht von 300 g Cr/(ha·a), entsprechend ca. 82 µg Cr/(m<sup>2</sup>·d) und für Kupfer (Cu) eine tolerable Jahresfracht von 360 g Cu/(ha·a), entsprechend ca. 99 µg Cu/(m<sup>2</sup>·d) nach Luftüberwachung Sachsen-Anhalt (LÜSA) [7].

Für den Parameter Antimon (Sb), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Mangan (Mn), Vanadium (V) und Zinn (Sn) im Staubbiederschlag sind weder in der 39. BImSchV [1] noch in der TA Luft [4] Beurteilungskriterien genannt. Ersatzweise kommen hier Vergleichswerte oder anderweitig veröffentlichte Beurteilungswerte zur Anwendung, wie im Folgenden angegeben:

- Das HLUG [8] gibt Immissionsvergleichswerte für Antimon (Sb) von 10 µg/(m<sup>2</sup>·d), für Kobalt (Co) von 5 µg/(m<sup>2</sup>·d), für Eisen (Fe) von 35 mg/(m<sup>2</sup>·d) und für Vanadium (V) von 100 µg/(m<sup>2</sup>·d) im Staubbiederschlag an.
- Für den Parameter Zinn (Sn) im Staubbiederschlag sind weder in der TA Luft [4] noch in der 39. BImSchV [1] Beurteilungskriterien aufgeführt. Daher wird hier der von Kühling [9] angegebenen Jahresmittelwert für Zinn (Sn) im Staubbiederschlag von 15 µg/(m<sup>2</sup>·d) vergleichend herangezogen.
- Für das Element Mangan (Mn) wird für eine qualitative Einstufung auf typische Konzentrationsbereiche zurückgegriffen, die in der VDI 2267 Blatt 3 [10] für den ländlichen und städtischen Raum gelistet sind.

Für die **Inhaltsstoffe des Schwebstaubes PM10** Arsen (As), Cadmium (Cd), Blei (Pb) und Nickel (Ni) sowie für Benzo(a)pyren (BaP) kommen die gültigen Beurteilungswerte der 39. BImSchV [1] zur Anwendung.

Für Kupfer (Cu) als Bestandteil des Schwebstaubes PM10 sind sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] keine Immissionswerte festgelegt. Zur Beurteilung der Immissionssituation für Kupfer (Cu) wird ersatzweise das Beurteilungskriterium für die Bewertung von Arbeitsplätzen (Arbeitsplatzgrenzwert, Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen) herangezogen. Der Grenzwertvorschlag der DFG-Senatskommission [11] für Arbeitsplätze liegt für Kupfer (Cu) bei 0,01 mg/m<sup>3</sup>. Diese für die arbeitsmedizinische Gefährdungs-Beurteilung am Arbeitsplatz geltenden Grenzwerte können für die Bewertung der Immissionssituation nur hilfsweise bei gleichzeitiger Division durch 100 zur Bewertung heran gezogen werden (1 %-Kriterium).

Für die Metalle Chrom (Cr) und Vanadium (V) als Bestandteil des Schwebstaubes PM10 sind sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] keine Immissionswerte festgelegt. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden ersatzweise die Beurteilungskriterien der Bund / Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [12] angewandt. Die Beurteilungswerte betragen für Chrom (Cr) 17 ng/m<sup>3</sup> und für Vanadium (V) 20 ng/m<sup>3</sup>.

Für das Element Mangan (Mn) als Bestandteil des Schwebstaub PM10 ist sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] kein Immissionswert festgelegt. Zur Beurteilung der Immissionssituation wird ersatzweise der WHO Leitwert [13] von 150 ng/m<sup>3</sup> als Beurteilungskriterium angewandt.

Für die Elemente Antimon (Sb), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Thallium (Tl) und Zinn (Sn) ist sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] kein Immissionswert festgelegt. Das

HLUG [8] gibt Immissionsvergleichswerte für einige Inhaltsstoffe (Sb, Fe und Co) im Schwebstaub an, die hier hilfsweise für die Schwebstaubfraktion PM10 herangezogen werden: für Antimon (Sb) 20 ng/m<sup>3</sup>, für Eisen (Fe) 20 µg/m<sup>3</sup> und für Kobalt (Co) 20 ng/m<sup>3</sup>.

Für Thallium (Tl) und Zinn (Sn) wird für eine qualitative Einstufung auf typische Konzentrationsbereiche zurückgegriffen, die in der VDI 2267 Blatt 3 [10] für den ländlichen und städtischen Raum gelistet sind.

Für das kanzerogen wirkende Benzo(a)pyren (BaP) als Bestandteil des Schwebstaubes PM10 ist in der 39. BImSchV [1] ein Immissionswert von 1 ng/m<sup>3</sup>, der als Mittelwert für ein gesamtes Jahr gilt, angegeben. Benzo(a)pyren (BaP) ist der Leitparameter für die Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK).

Die zur Anwendung kommenden Bewertungsmaßstäbe (ggf. Vergleichswerte) sind in Tabelle 1 (Staubniederschlag (StN) und Elemente) und Tabelle 2 (Schwebstaub PM10 und Elemente) zusammengefasst.

**Tabelle 1** Beurteilungsmaßstäbe bzw. hilfsweise Vergleichswerte für Staubniederschlag (StN) und Inhaltsstoffe

Parameter	Beurteilungsmaßstab / Vergleichswerte	Quelle	Bemerkung
<b>Staubniederschlag (StN)</b> (nicht gefährdend)	0,35 g/(m <sup>2</sup> •d)	TA Luft [4] 4.3.1	Jahresmittelwert
<b>Antimon (Sb)</b>	10 µg/(m <sup>2</sup> •d)	HLUG [8]	Immissionsvergleichswert
<b>Arsen (As)</b>	4 µg/(m <sup>2</sup> •d)	TA Luft [4] 4.5.1	Jahresmittelwert
<b>Blei (Pb)</b>	100 µg/(m <sup>2</sup> •d)	TA Luft [4] 4.5.1	Jahresmittelwert
<b>Cadmium (Cd)</b>	2 µg/(m <sup>2</sup> •d)	TA Luft [4] 4.5.1	Jahresmittelwert
<b>Chrom (Cr)</b>	82 µg/(m <sup>2</sup> •d)	BBodSchV [10]	Siehe Text
<b>Eisen (Fe)</b>	35000 µg/(m <sup>2</sup> •d)	HLUG [8]	Immissionsvergleichswert
<b>Kobalt (Co)</b>	5 µg/(m <sup>2</sup> •d)	HLUG [8]	Immissionsvergleichswert
<b>Kupfer (Cu)</b>	99 µg/(m <sup>2</sup> •d)	BBodSchV [5]	Siehe Text
<b>Mangan (Mn)</b>	10 bis 30 µg/(m <sup>2</sup> •d)	VDI 2267 Blatt 3 [10]	typischer Bereich im ländlichen Gebiet
	50 bis 300 µg/(m <sup>2</sup> •d)		typischer Bereich im städtischen Gebiet
<b>Nickel (Ni)</b>	15 µg/(m <sup>2</sup> •d)	TA Luft [4] 4.5.1	Jahresmittelwert
<b>Thallium (Tl)</b>	2 µg/(m <sup>2</sup> •d)	TA Luft [4] 4.5.1	Jahresmittelwert
<b>Vanadium (V)</b>	100 µg/(m <sup>2</sup> •d)	HLUG [8]	Immissionsvergleichswert
<b>Zinn (Sn)</b>	15 µg/(m <sup>2</sup> •d)	Kühling [9]	Immissionsvergleichswert

**Tabelle 2** Beurteilungsmaßstäbe bzw. hilfswise Vergleichswerte für Schwebstaub PM10 und Inhaltsstoffe

Parameter	Beurteilungsmaßstab / Vergleichswerte	Quelle	Bemerkung
PM10	40 µg/m <sup>3</sup>	39. BImSchV [1] TA Luft [4]	Jahresmittelwert
	50 µg/m <sup>3</sup>		Tagesmittelwert mit 35 erlaubten Überschreitungen im Jahr
Antimon (Sb)	20 ng/m <sup>3</sup>	HLUG [8]	Immissionsvergleichswert
Arsen (As)	6 ng/m <sup>3</sup>	39. BImSchV [1] TA Luft [4]	Zielwert (Jahresmittelwert)
Blei (Pb)	500 ng/m <sup>3</sup>	39. BImSchV [1] TA Luft [4]	Jahresmittelwert
Cadmium (Cd)	5 ng/m <sup>3</sup>	39. BImSchV [1] TA Luft [4]	Zielwert (Jahresmittelwert)
Chrom (Cr)	17 ng/m <sup>3</sup>	LAI [12]	Jahresmittelwert
Eisen (Fe)	20.000 ng/m <sup>3</sup>	HLUG [8]	Immissionsvergleichswert
Kobalt (Co)	20 ng/m <sup>3</sup>	HLUG [8]	Immissionsvergleichswert
Kupfer (Cu)	100 ng/m <sup>3</sup>	1% des „AGW“ [11]	Siehe Text
Mangan (Mn)	150 ng/m <sup>3</sup>	WHO [13]	Leitwert
Nickel (Ni)	20 ng/m <sup>3</sup>	39. BImSchV [1] TA Luft [4]	Zielwert (Jahresmittelwert)
Thallium (Tl)	bis 0,1 ng/m <sup>3</sup>	VDI 2267 Blatt 3 [10]	typischer Bereich im ländlichen Gebiet
	bis 0,1 ng/m <sup>3</sup>		typischer Bereich im städtischen Gebiet
Vanadium (V)	20 ng/m <sup>3</sup>	LAI [12]	Jahresmittelwert
Zinn (Sn)	bis 1 ng/m <sup>3</sup>	VDI 2267 Blatt 3 [10]	typischer Bereich im ländlichen Gebiet
	5 bis 20 ng/m <sup>3</sup>		typischer Bereich im städtischen Gebiet
Benzo(a)pyren (BaP)	1 ng/m <sup>3</sup>	39. BImSchV [1]	Zielwert (Jahresmittelwert)



### Anforderungen an die Datenqualität

Soweit für die zu untersuchenden Parameter gesetzlich festgelegt kommen die Anforderungen zur Datenqualität der 39. BImSchV [1] sowie der TA Luft [4] zur Anwendung. Letztere definiert im Wesentlichen Anforderungen zur Mindestdatenverfügbarkeit, während in Anhängen (Anlagen 1 und 17) zur 39. BImSchV [1] Messunsicherheiten als Qualitätsziele für die Luftbeurteilung definiert sind.

Nach TA Luft [4] Ziffer 4.6.2.8 „Messhäufigkeit“ ist bei kontinuierlicher Messung (z.B. bei Gasen mittels kontinuierlich messendem Analysator) bezogen auf Stundenmittelwerte eine Mindestverfügbarkeit von 75% zu gewährleisten. Sind weniger als 90% der Stundenmittelwerte verfügbar, ist die Zahl der Überschreitungen des Grenzwertes auf 100% hochzurechnen.

In der 39. BImSchV [1] sind nur Anforderungen für die Gesamtablagerung („Deposition“) definiert. Bei Ortsfesten Messungen werden eine Unsicherheit von 70% und eine Mindestverfügbarkeit von 90% gefordert.

### Mit dem Auftraggeber vereinbarte Anforderungen

Vereinbart wurde

- die monatliche Bestimmung des Staubniederschlag (StN),
- sowie monatlich die Bestimmung der Inhaltsstoffe im Staubniederschlag (StN),
- täglich die Bestimmung von Schwebstaub PM10,
- sowie monatsweise die Bestimmung der Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10,

für einen zwölf monatigen Messzeitraum von Februar 2019 bis Januar 2020.

Die Lage der Messpunkte wurde vom Auftraggeber unter Beteiligung Betroffener weitestgehend vorgegeben, bei einem Ortstermin besprochen und zum Messbeginn mit dem Messinstitut vor Ort final abgestimmt.

## 1.3 Messkomponenten

### Luftverunreinigungen

- Staubniederschlag (StN)
- Inhaltsstoffe im Staubniederschlag (StN):  
Antimon (Sb), Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Kupfer (Cu) Mangan (Mn), Nickel (Ni), Thallium (Tl), Vanadium (V) und Zinn (Sn)
- Bestimmung des Schwebstaub PM10
- Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10:  
Antimon (Sb), Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Kupfer (Cu) Mangan (Mn), Nickel (Ni), Thallium (Tl), Vanadium (V) und Zinn (Sn) sowie Benzo(a)pyren (BaP)

### Art der Ermittlungen

Die untersuchten Parameter werden wie folgt bestimmt:

- Staubniederschlag:
  - Probenahme durch Depositionsmessungen mit dem Bergerhoffverfahren
  - Analytik: Die Inhaltsstoffe durch Analyse der Probe nach Vollaufschluss (Elemente)
- Schwebstaub PM10:
  - Probenahme: als Massenkonzentration nach filtrierender Probenahme
  - Analytik: Elemente durch das Zusammenfassen der Tagesproben eines Kalendermonats. Analyse der Probe nach Vollaufschluss
  - Analytik: Benzo(a)pyren (BaP) durch das Zusammenfassen der Tagesproben eines Kalendermonats. Analyse der Probe nach Extraktion

Ergänzende Messungen: keine erforderlich.

### 1.4 Anforderungen an die Messtechnik

Die Staubniederschlagsmessungen werden gemäß der VDI 4320 Blatt 2 [14] nach dem so genannten Bergerhoff-Verfahren durchgeführt. Die Expositionszeit beträgt bei diesem Verfahren einen Monat.

Die Schwebstaub PM10 Messungen werden nach DIN EN 12341 [15] durchgeführt. Es werden die nach der DIN-Norm gültigen Referenzmessgeräte genutzt. Der Filterwechsel erfolgt automatisch nach 24h. Zur Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit werden vom Messgerät täglich Statussignale versendet, so dass z.B. bei einem Stromausfall schnell reagiert werden kann.

### 1.5 Organisatorische Anforderungen

#### Akkreditierung / QM-System

Die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. ist ein u.a. für die Ermittlung der hier beschriebenen Immissionen gemäß §29b BImSchG [2] bekanntgegebenes Messinstitut mit langjähriger Erfahrung in der Durchführung von Immissionsuntersuchungen und nach DIN EN ISO/IEC 17025 [16] akkreditiert.

#### Personal

Projektleitung / Fachlich Verantwortlicher:

Dr. Klaus Berger    Tel.-Nr.: 040 / 69 70 96 13    Email: [Klaus.Berger@aneco.de](mailto:Klaus.Berger@aneco.de)

Stellvertretende Projektleitung:

Holger Jürgensen    Tel.-Nr.: 040 / 69 70 96 15    Email: [Holger.Juergensen@aneco.de](mailto:Holger.Juergensen@aneco.de)

Die Probenahme und Analytik wurde durch das ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. durchgeführt.

### 1.6 Beteiligung weiterer Institute

Keine.

## 2 Vorwissen

Ein für das Untersuchungsgebiet spezifisches Wissen lag bei Auftragserteilung dem Auftragnehmer nicht vor. Der Auftraggeber jedoch verfügt aufgrund seines Tätigkeitsbereiches über Wissen, dass sowohl zur Festlegung des Untersuchungsumfanges und der Messorte führte.

Seitens des Auftragnehmers lagen allgemeine Kenntnisse über die Immissionsituation aufgrund langjähriger Messerfahrung im Großraum Bremen und Bremerhaven sowie im umliegenden Gebieten in Niedersachsen vor.

## 3 Ortsbeschreibung

Auf eine Wiedergabe der im Großraum Bremen durch den Auftraggeber erhobenen Daten wird hier aufgrund der Aufgabenstellung verzichtet, da die Auswahl des Untersuchungsumfanges und der Messorte nicht Gegenstand des Auftrages war.

Siehe auch Abbildung 4 zum Messgebiet unter Punkt 4.



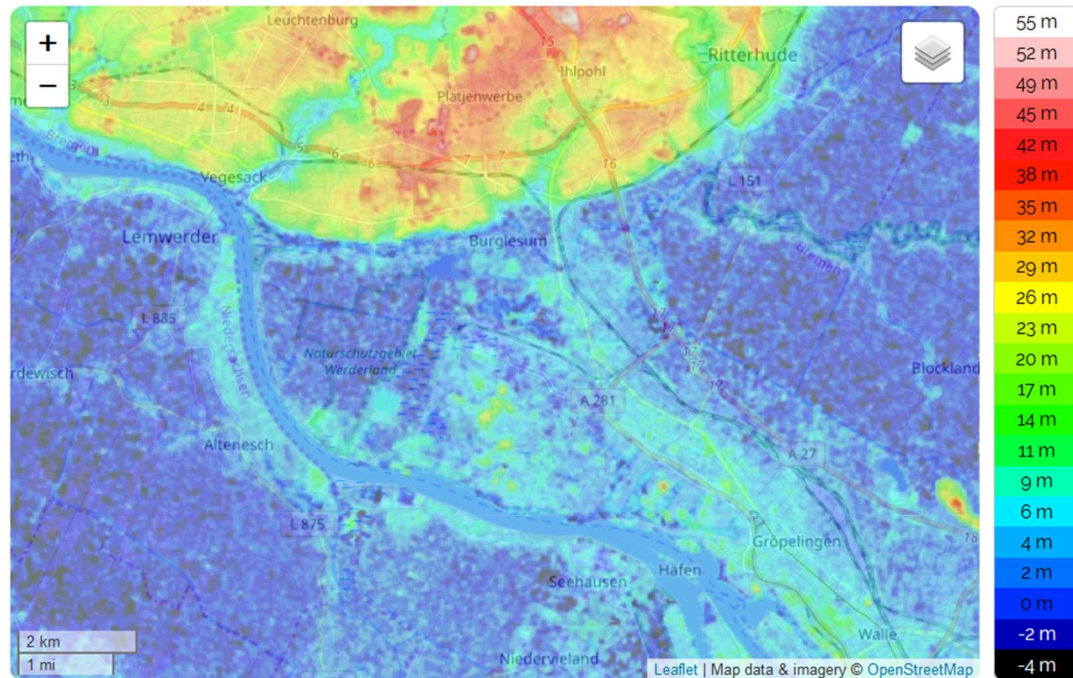
**Abbildung 1** Bundesland Bremen (mit den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven die beide im Bundesland Niedersachsen liegen) und eingezeichnet die ungefähre Lage des Messgebietes, rotes Oval,  
Quelle: Wikipedia, Link inkl. Nutzungsrechte: [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bremen\\_administrative\\_divisions\\_\(towns\\_only\)\\_-\\_de\\_-\\_colored.svg#filelinks](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bremen_administrative_divisions_(towns_only)_-_de_-_colored.svg#filelinks)

Die Flächennutzung des Geländes für die Umgebung von der Stadtgemeinde Bremen ist im folgenden Satellitenbild (Abbildung 2) dargestellt.



**Abbildung 2** Satellitenbild Ausschnitt Umgebung Stadtgemeinde Bremen,  
Das Messgebiet liegt innerhalb des roten Oval  
Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie,  
Link: [http://sg.geodatenzentrum.de/web\\_bkg\\_webmap/applications/bkgmaps/minimal.html](http://sg.geodatenzentrum.de/web_bkg_webmap/applications/bkgmaps/minimal.html)

Die Topografie im Bereich des Messgebietes ist in der folgenden Abbildung 3 dargestellt.



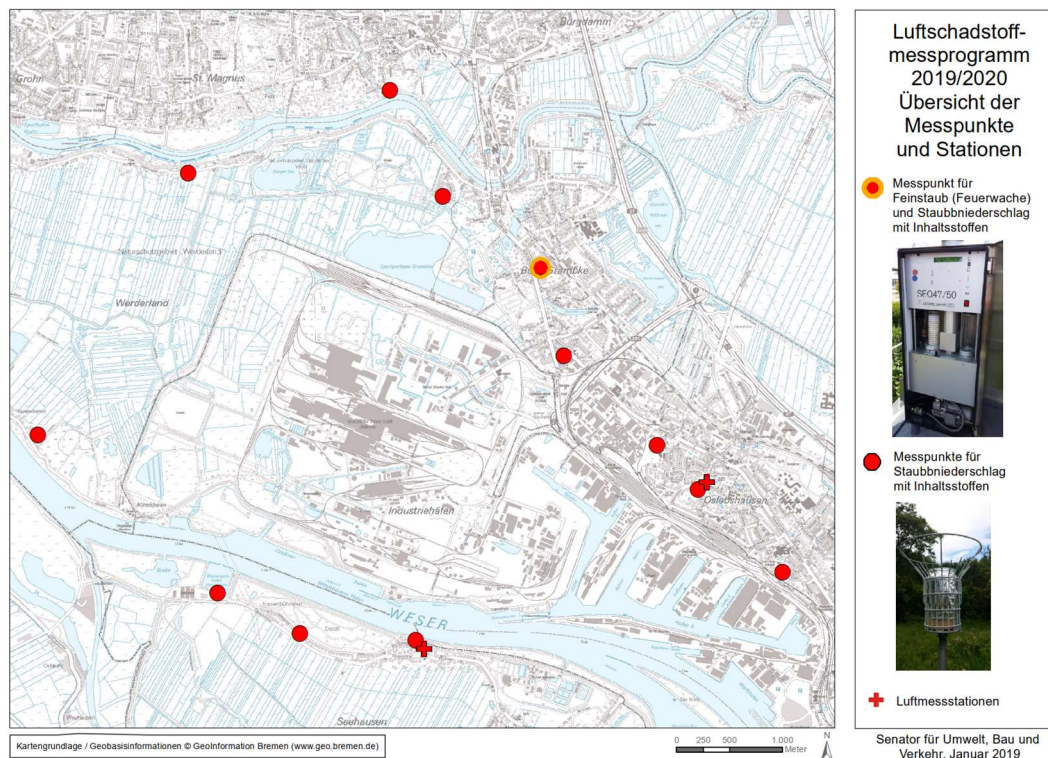
**Abbildung 3** Karte der Topografie,  
Quelle: OpenStreetMap, Link: <https://de-de.topographic-map.com/maps/649q/Deutschland/>

#### 4 Messstrategie

Ziel der Messungen ist es den aktuellen Zustand in Bezug auf die o.g. Luftschadstoffe zu erfassen. Die Messungen sollen im Umfeld des Industriegebietes Bremen-West zur Beurteilung der Luftqualität gemäß TA-Luft [1] dienen. Aus diesem Grunde sind Jahresmittelwerte der zu untersuchenden Luftschadstoffe an den vorgegebenen Messorten mit Hilfe von standardisierten Messverfahren zu ermitteln.

## 4.1 Messgebiet

### Lage und Ausdehnung



**Abbildung 4** Übersichtskarte des Messgebiet  
Kartenquelle: Auftraggeber

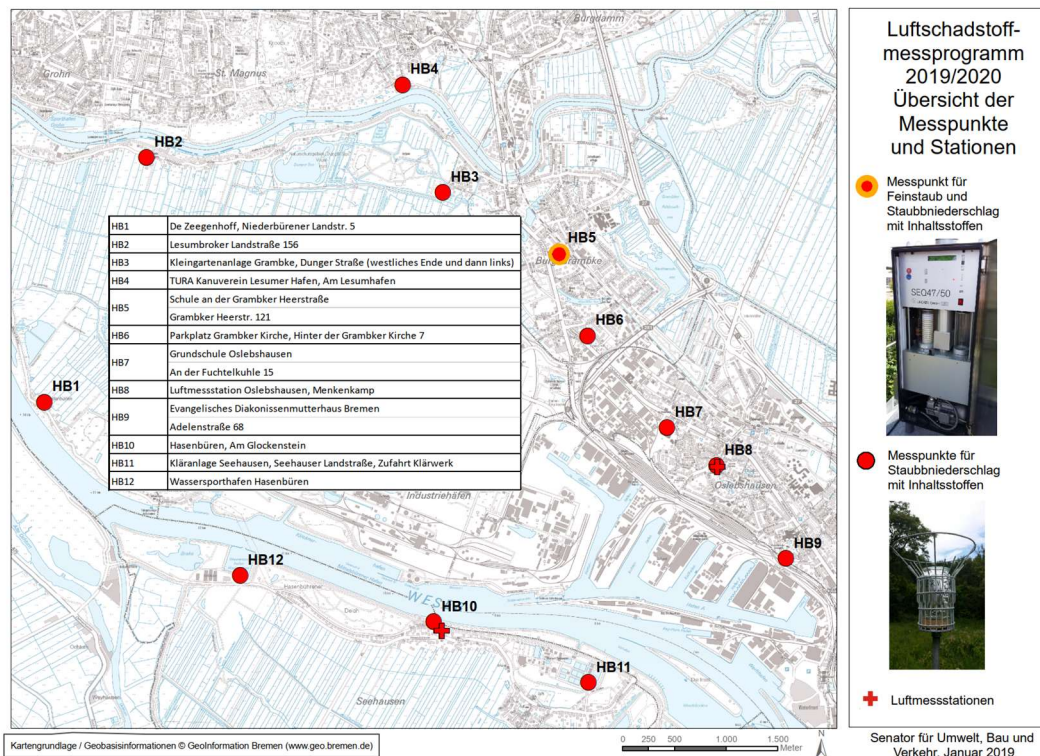
Das Messgebiet (Abbildung 2) hat seinen Mittelpunkt im Industriegebiet Bremen-West. Das Messgebiet hat eine Nord-Süd Ausdehnung von ca. 5,4 km und eine Ost-West Ausdehnung von ca. 7,1 km. Die vom Auftraggeber vorgegebenen Messpunkte sind um das Industriegebiet verteilt. Wobei die meisten aufgrund der überwiegenden Windrichtungen nordöstlich des Industriegebietes liegen.

## 4.2 Messorte

### Festlegung der Messorte

### Anzahl und Lage

Bestandteil des Auftrages waren 12 Messpunkte (HB 1 bis 12) für jeweils Staubbiederschlag (StN) und ein Messpunkt (HB 5) an dem zusätzlich Schwebstaub PM10 gemessen wurde.



**Abbildung 5** Übersichtskarte des Messgebiet mit Bezeichnung der Messpunkte  
Kartenquelle: Auftraggeber

**Tabelle 3** Messorte

Bezeichnung	Lage	GPS Koordinaten Grad / Minuten / Sekunden / Dezimalsekunden	Parameter
HB 1	De Zeegenhoff, Niederbürener Landstr. 5	53°8'11.75"N 8°38'18.50"E	Staubniederschlag (StN)
HB 2	Lesumbroker Landstraße 156	53°9'29.85"N 8°39'09.45"E	Staubniederschlag (StN)
HB 3	Kleingartenanlage Grambke, Dunger Straße	53°9'19.75"N 8°41'43.05"E	Staubniederschlag (StN)
HB 4	TURA Kanuverein Lesumer Hafen, Am Lesumhafen	53°9'53.55"N 8°41'22.10"E	Staubniederschlag (StN)
HB 5	Schule an der Grambker Heerstraße, Grambker Heerstr. 121	53°09'01.88"N 8°42'45.35"E	Staubniederschlag (StN) Schwebstaub PM10
HB 6	Parkplatz Grambker Kirche, Hinter der Grambker Kirche 7	53°08'34.35"N 8°42'57.10"E	Staubniederschlag (StN)

Bezeichnung	Lage	GPS Koordinaten Grad / Minuten / Sekunden / Dezimalsekunden	Parameter
HB 7	Grundschule Oslebshausen, An der Fuchtelkuhle 15	Messbeginn:* 53°08'05.70"N 8°43'39.65"E Messende:* 53°08'03.80"N 8°43'41.00"E	Staubniederschlag (StN)
HB 8	Luftmessstation Oslebshausen, Menkenkamp	53°07'54.14"N 8°44'06.05"E	Staubniederschlag (StN)
HB 9	Evangelisches Diakonissenmutterhaus Bremen, Adelenstraße 68	53°7'25.90"N 8°44'40.90"E	Staubniederschlag (StN)
HB 10	Hasenbüren, Am Glockenstein	53°7'03.85"N 8°41'43.25"E	Staubniederschlag (StN)
HB 11	Kläranlage Seehausen, Seehauser Landstraße, Zufahrt Klärwerk	53°6'45.45"N 8°42'59.65"E	Staubniederschlag (StN)
HB 12	Wassersporthafen Hasenbüren	53°7'19.50"N 8°39'58.50"E	Staubniederschlag (StN)

\*) siehe Punkt 4.3 „Besondere Vorkommnisse“

Fotos der Messorte sind im Anhang II abgebildet.

#### Standortbeschreibung

Siehe oben unter „Lage und Ausdehnung“ und in Tabelle 3

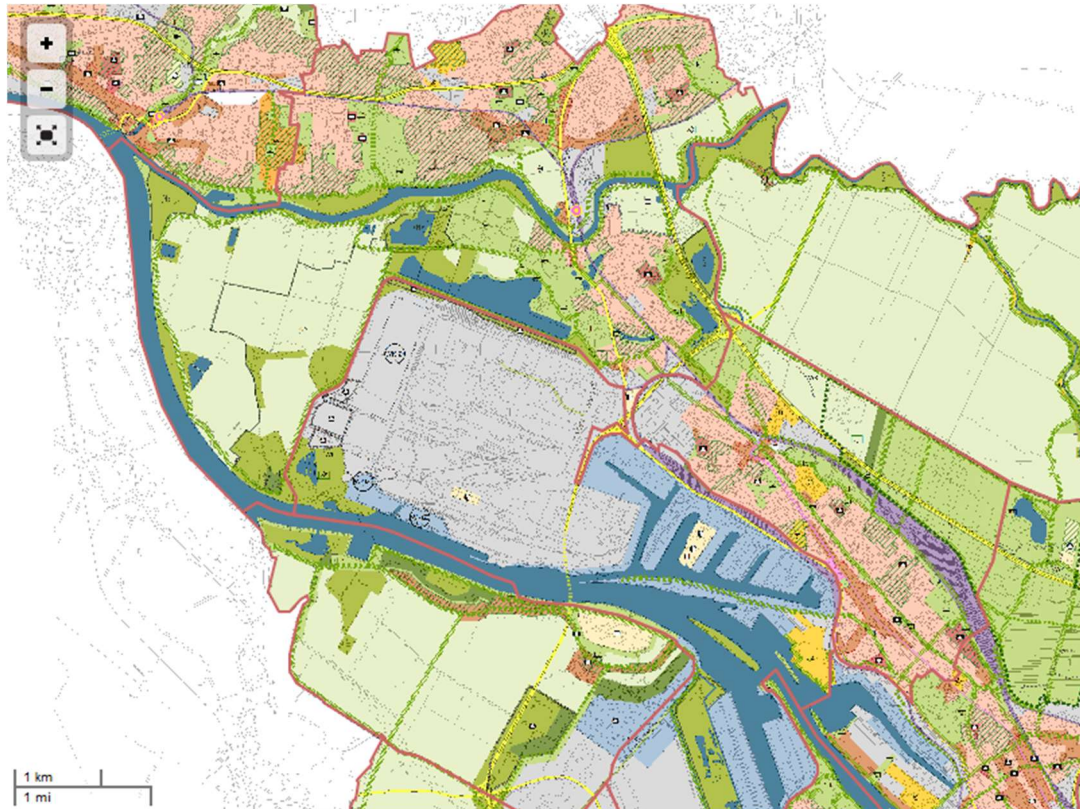
#### Abstand zu relevanten Quellen

Das Industriegebiet Bremen-West welches den Kern des Messgebietes darstellt hat eine Ausdehnung von ca. 6 km (Ost-West) und ca. 2,9 km (Nord-Süd). Hier befindet sich eine Vielzahl von Unternehmen und Gewerbebetrieben. Herausragend ist die metallverarbeitende Industrie. Nördlich sind Gemischte Wohn- und Gewerbegebiete, vorwiegend westlich und südlich befinden sich landwirtschaftliche Flächen und das westlich gelegene Naturschutzgebiet „Werderland“. Südöstlich erstreckt sich das eigentliche Stadtgebiet mit intensiver Wohnbebauung.

#### Angabe der Nutzungsstrukturen

Ein Flächennutzungsplan konnte für das Messgebiet abgerufen werden, siehe Kartenausschnitt in Abbildung 6.





**Abbildung 6** Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan der Freien und Hansestadt Bremen, Abgerufen am 20.03.2020. Die Legende ist dem Anhang zum Messbericht unter Anhang V beigefügt.  
Quelle: <https://fnp-bremen.de/kartenansicht/>

### 4.3 Messzeitraum

12 Monate:

- Staubniederschlag (StN)  
Alle 12 Messpunkte HB 1 bis HB 12: 31.01.2019 bis 30.01.2020
- Elemente im Staubniederschlag (StN)  
Alle 12 Messpunkte HB 1 bis HB 12: 31.01.2019 bis 30.01.2020
- Bestimmung von Schwebstaub PM10  
Am Messpunkt HB 5: 01.02.2019 bis 29.01.2020
- Elemente im Schwebstaub PM10  
Am Messpunkt HB 5: 01.02.2019 bis 29.01.2020

#### **Besondere Vorkommnisse**

##### Staubniederschlag (StN) und Elemente im Staubniederschlag (StN)

HB 5:

- Im Messzeitraum Februar 2019 befand sich im Bergerhoffgerät Sand/Erde - diese Messwerte werden daher nicht bei der Mittelwertbildung berücksichtigt.

HB 7:

- Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Februar 2019 entwendet
- Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Juli 2019 von Unbekannten an den Rand/Zaun der Freifläche versetzt. Die Messwerte gehen in die Mittelwertbildung mit ein.
- Das Bergerhoffgerät wurde am 05.08.2019 an den ursprünglichen Platz zurück versetzt. Die Messwerte gehen in die Mittelwertbildung mit ein.
- Im Bergerhoffgerät befand sich nach der Probenahme eine hohe Zahl an Blättern und feiner "Staub" - ein Fremdeintrag ist wahrscheinlich. Diese Messwerte gehen daher nicht in die Mittelwertbildung mit ein.
- Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Dezember 2019 von Unbekannten ca. 75 m Richtung süd-ost versetzt. Die Messwerte gehen in die Mittelwertbildung mit ein.

Schwebstaub PM10, Messpunkt HB 5

Messmonat Juni 2019

- Gerätestörung / Stromausfall; 4 Tage vom 13.06.2019 bis 16.06.2019 versetzte 24h Messung beginnend ab ca. 8:20 Uhr bis ca. 8:20 des folgenden Tages. Diese Messwerte gehen in die Mittelwertbildung mit ein
- 17.06.2019, Stoppen der Messungen gegen 8:20 Uhr, neue Geräteprogrammierung, neuer Start der Messungen am 18.06.2019 um 0:00 Uhr – kein Messwert für den 17.06.2019

Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10, Messpunkt HB 5: Keine weiteren Vorkommnisse, es wurde für jeden Monat eine Monatsprobe für die Elementbestimmung erstellt.

#### 4.4 Messzeiten

Es wurde eine zeitlich fortlaufende Messung der Parameter für den oben beschriebenen Messzeitraum durchgeführt. Die chronologische Auflistung der geplanten Messzeiten (Probenwechsel) ist im Anhang III zu finden (siehe Tabelle A-5).

##### **Zeitliche Auflösung der Messungen**

Die Staubbiederschlagsmessungen basieren auf Monatszeiträumen ( $30 \pm 2$  Tage).

Die Bestimmung der Elemente im Staubbiederschlag erfolgte aus den Monatsproben des Staubbiederschlages.

Die Bestimmung des Schwebstaubes PM10 erfolgte jeden Kalendertag.

Für die Bestimmung der Elemente im Schwebstaub PM10 wurde für jeden Kalendermonat eine Monatsprobe aus den Tagesproben erstellt.

#### 4.5 Datenverfügbarkeit

Es wurde eine quasikontinuierliche Messung von allen Parametern durchgehend über den gesamten Untersuchungszeitraum durchgeführt.

##### Die Datenverfügbarkeit für Staubniederschlag (StN) und Inhaltsstoffe im Staubniederschlag beträgt

- Für die Messpunkte HB 1 bis HB 4, HB 6 und HB 8 bis HB 12:  
100% (12 Ergebnisse für 12 Messmonate)
- Für den Messpunkt HB 5:  
92% (11 Ergebnisse für 12 Messmonate)
- Für den Messpunkt HB 7:  
83% (10 Ergebnisse für 12 Messmonate)

##### Die Datenverfügbarkeit für Schwebstaub PM10 beträgt

- Messpunkt HB 5: 100% (362 Tagesergebnisse für 363 Messtage)

##### Die Datenverfügbarkeit für Elemente im Schwebstaub PM10 beträgt

- Messpunkt HB 5: 100% (12 Monatsergebnisse für 12 Messmonate)

Bis auf Staubniederschlag (StN) und Elemente im Staubniederschlag am Messpunkt HB 7 mit 83 % wird die Mindestdatenerfassung von 90% ist für alle restlichen Parameter in dem zwölfmonatigen Untersuchungszeitraum sicher erreicht.

#### 4.6 Messtechnik

Eine Übersicht über die zur Anwendung gekommenen Messverfahren und deren zugrundeliegenden Technischen Regeln gibt Tabelle 4.

**Tabelle 4:** Messtechnik

Nr.	Messkomponente	Messverfahren	Technische Regel	Akkreditierung vorhanden	Verfahrenskenngrößen
1	Staubniederschlag	Sammelgefäße nach dem Bergerhoffverfahren	DIN EN 15841 (2010-04) [17] und VDI 4320 Blatt 2 (2012-01) [14]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [16]	s. Tabelle 5
2	Elemente / Staubniederschlag	ICP-MS nach Vol- laufschluss	DIN EN 14902 (2005-10) [18] und VDI 2267 Blatt 2 (2019-02) [19]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [16]	s. Tabelle 6
3	Schwebstaub PM10	Aktive Probenahme mittels Kleinfiltergerät, Bestimmung der Masse mittels Gravimetrie	DIN EN 12341 (2014-08) [15]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [16]	s. Tabelle 7
4	Elemente / PM10	ICP-MS nach Vol- laufschluss	DIN EN 14902 (2005-10) [18] und VDI 2267 Blatt 2 (2019-02) [19]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [16]	s. Tabelle 8
4	Benzo(a)pyren (BaP) / PM10	GC/MS nach Extraktion	DIN EN 15549 (2008-06) [20]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [16]	s. Tabelle 8

**Messverfahren / Analyseverfahren**

Die Beprobung auf Staubniederschlag (StN) erfolgte mit Geräten nach dem Bergerhoff-Verfahren, welche in der VDI 4320 Blatt 2 [14] beschrieben sind. Die Expositionsdauer beträgt bei diesem Verfahren ein Monatszeitraum ( $30 \pm 2$  Tage).

**Tabelle 5:** Typische Verfahrenskenndaten Staubniederschlag (StN) Bergerhoff-Verfahren:

Art	Staubniederschlag (StN)
Probenahmedauer	1 Monat ( $30 \pm 2$ Tage)
Nachweisgrenze	ca. 6 mg/(m <sup>2</sup> •d)
Erweiterte Messunsicherheit U 0,95	12 mg/(m <sup>2</sup> •d)

**Tabelle 6:** Typische Nachweisgrenzen und Messunsicherheiten der Inhaltsstoffbestimmung aus Staubniederschlag (StN)

Parameter	Methode	Nachweisgrenze	Erweiterte Messunsicherheit
Antimon (Sb)	ICP/MS	0,05 µg/m <sup>2</sup> •d *	23%**
Arsen (As)	ICP/MS	0,02 µg/m <sup>2</sup> •d *	24%**
Blei (Pb)	ICP/MS	0,2 µg/m <sup>2</sup> •d *	28%**

Parameter	Methode	Nachweisgrenze	Erweiterte Messunsicherheit
Cadmium (Cd)	ICP/MS	0,01 µg/m <sup>2</sup> •d *	42%**
Chrom (Cr)	ICP/MS	0,3 µg/m <sup>2</sup> •d *	28%**
Eisen (Fe)	ICP/MS	7 µg/m <sup>2</sup> •d *	28%**
Kobalt (Co)	ICP/MS	0,02 µg/m <sup>2</sup> •d *	34%**
Kupfer (Cu)	ICP/MS	0,2 µg/m <sup>2</sup> •d *	60%**
Mangan (Mn)	ICP/MS	0,3 µg/m <sup>2</sup> •d *	40%**
Nickel (Ni)	ICP/MS	0,2 µg/m <sup>2</sup> •d *	26%**
Thallium (Tl)	ICP/MS	0,01 µg/m <sup>2</sup> •d *	22%**
Vanadium (V)	ICP/MS	0,04 µg/m <sup>2</sup> •d *	23%**
Zinn (Sn)	ICP/MS	1 µg/m <sup>2</sup> •d *	80%**

\* NWG basiert auf Feldblindwerten von Monatsproben (Teilnahme am VDI 2267 Bl.2-RV 2014/2015)

\*\* rel. erweiterte MU bez. auf Monatsprobe am Referenzwert (Variante 6 VDI 2267 Blatt 2 [19])

Die Messhöhe für das oben beschriebene Verfahren betrug ca. 1,5 bis 2 m über der Flur und der seitliche Abstand zu Bauwerken von minimal 1,5 m (TA Luft 4.6.2.3 [4]) wurde eingehalten.

Die im Staubbiederschlag enthaltenen Inhaltsstoffe („Metalle“) werden entsprechend der DIN EN 15841 [17] bzw. der VDI 2267 Blatt 2 [19] aufgeschlossen und analysiert.

Zur Analyse auf Staubbiederschlag und den darin enthaltenen Metallen werden pro Monat und Messpunkt die Inhalte der Probenahmegefäße eingedampft. Der aus den Staubbiederschlagsproben gewonnene Trockenrückstand wird anhand des in der DIN EN 14902 [18] (als Bestandteil der DIN EN 15841 [17]) bzw. der VDI 2267 Blatt 2 [19] beschriebenen Verfahrens des geschlossenen Mikrowellenaufschlusses unter Einsatz von HNO<sub>3</sub> und Flusssäure aufgeschlossen. Die Bestimmung der Metallgehalte geschieht entsprechend der VDI 2267 Blatt 2 [19] mit Hilfe der Inductively Coupled Plasma - Massenspektrometrie (ICP-MS).

Zur Durchführung der gravimetrischen PM10-Messungen wurden Staubsammelgeräte der Firma Leckel, Typ SEQ 47/50 eingesetzt, welche mit einem automatischen Filterwechselsystem ausgestattet sind. Die Probenahmen fanden jeden Tag jeweils von 0:00 bis 24:00 Uhr statt. Die Messeräte wurden zweimal monatlich mit unbelegten Filtern (wovon einer als Feldblindwert dient) neu bestückt, sowie die belegten Filter zum Labor transportiert. Die Impaktionsplatte zur Abtrennung des Grobstaubes wurde monatlich neu gefettet. Für die gravimetrischen Untersuchungen wurden Quarzfaserfilter verwendet. Für die gravimetrischen Untersuchungen steht ein klimatisierter Wägeraum zur Verfügung, der die Temperatur auf (20±1) °C, sowie die Luftfeuchte auf 45-50 % konstant hält. Für die gesamte Vorgehensweise wurde die DIN EN 12341 [21] zu Grunde gelegt.

**Tabelle 7:** Typische Verfahrenskenndaten (KleinfILTERgerät):

Kenngröße	PM10
Probenahmedauer	24 Stunden (0:00 Uhr bis 24:00 Uhr)
Probenahmevermögen	ca. 55,2 m <sup>3</sup> (bei 2,3 m <sup>3</sup> /h)
Nachweisgrenze	ca. 2 µg/m <sup>3</sup>
Erweiterte Messunsicherheit U 0,95	4 µg/m <sup>3</sup>

Zur Inhaltsstoffanalyse der Elemente im Schwebstaub PM10 wurden monatsweise Mischproben aus Filterteilen gebildet. Als Rückstellung für eventuelle Einzelanalysen, bzw. weitere Analysen werden die verbleibenden Filterteile verwahrt. Zur Weiterverarbeitung werden die Filterteillflächen zusammen mit Hilfe eines oxidierenden Salpetersäure/Flusssäuregemisches nach DIN EN 14902 [18] bzw. der VDI 2267 Blatt 2 [19] aufgeschlossen. Die Bestimmung der Metallgehalte geschieht entsprechend der VDI 2267 Blatt 2 [19] mit Hilfe der Inductively Coupled Plasma - Massenspektrometrie (ICP –MS).

**Tabelle 8:** Typische Nachweisgrenzen und Messunsicherheiten der Inhaltsstoffbestimmung in Schwebstaub PM10

Stoff	Methode	relative Nachweisgrenzen*	Erweiterte Messunsicherheit**
Antimon (Sb)	ICP/MS	0,04 ng/m <sup>3</sup>	0,06 ng/m <sup>3</sup>
Arsen (As)	ICP/MS	0,06 ng/m <sup>3</sup>	0,1 ng/m <sup>3</sup>
Blei (Pb)	ICP/MS	0,08 ng/m <sup>3</sup>	0,4 ng/m <sup>3</sup>
Cadmium (Cd)	ICP/MS	0,02 ng/m <sup>3</sup>	0,04 ng/m <sup>3</sup>
Chrom (Cr)	ICP/MS	0,47 ng/m <sup>3</sup>	1,4 ng/m <sup>3</sup>
Kobalt (Co)	ICP/MS	0,01 ng/m <sup>3</sup>	0,04 ng/m <sup>3</sup>
Eisen (Fe)	ICP/MS	4,7 ng/m <sup>3</sup>	25 ng/m <sup>3</sup>
Kupfer (Cu)	ICP/MS	0,01 ng/m <sup>3</sup>	0,04 ng/m <sup>3</sup>
Mangan (Mn)	ICP/MS	0,16 ng/m <sup>3</sup>	0,7 ng/m <sup>3</sup>
Nickel (Ni)	ICP/MS	0,46 ng/m <sup>3</sup>	0,4 ng/m <sup>3</sup>
Thallium (Tl)	ICP/MS	0,20 ng/m <sup>3</sup>	./.
Vanadium (V)	ICP/MS	0,02 ng/m <sup>3</sup>	0,05 ng/m <sup>3</sup>
Zinn (Sn)	ICP/MS	0,29 ng/m <sup>3</sup>	4,1 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pyren (BaP)	GC/MS	0,02 ng/m <sup>3</sup>	0,2 ng/m <sup>3</sup>

\* NWG für Monatsmischproben, berechnet aus Filterblindwerten 4/2018

\*\* erweiterte MU bezogen auf Tagesprobe, weiteres zur Ermittlung der Messunsicherheit siehe Punkt 5.3

### **Rahmenbedingungen für den Einsatz der Messverfahren**

Die Aufstellgenehmigungen für die Probenahmegeräte an den Messorten HB 1 bis HB 12 wurden im Vorfeld durch den Auftraggeber eingeholt, der damit auch für die Zutrittsgenehmigung sorgte.

### **Infrastruktur**

Die Aufstellung der Messgeräte erfolgte überwiegend auf privatem, teilweise auch auf öffentlichem Grund ohne Zutrittsbeschränkungen. Ein gesonderter Schutz der Messeinrichtung war bedingt durch die Standortauswahl nicht notwendig.

### **Erfassung und Archivierung der Messdaten**

Die Messdaten und Analysenergebnisse wurden von der ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit Hilfe von Protokollen oder mittels Datenübertragung gemäß der jeweiligen Standardarbeitsanweisungen erfasst. Die Proben wurden nach erfolgter Analytik für einen Zeitraum von drei Monaten zurückgestellt. Sämtliche Ergebnisse wurden elektronisch gespeichert und werden für mindestens fünf Jahre aufbewahrt. Die auf Papier dokumentierten Probenahmedaten und die Projektunterlagen werden ebenfalls über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren archiviert.

### **Qualitätssichernde Maßnahmen**

Siehe hierzu auch Punkt 1.2 „Administrative Anforderungen“ und Punkt 1.5 „Akkreditierung / QM-System“.

Die zum Einsatz gebrachten Verfahren, auf der Grundlage nationaler VDI-Richtlinien, für die Probenahme und Analytik sind Bestandteil der DIN EN ISO/IEC 17025 [16] Akkreditierung.

Weitere qualitätssichernde Maßnahmen, u. a. Blindwerte, sind in den jeweiligen Standardarbeitsanweisungen beschrieben.

## **5 Auswertung**

### **5.1 Messwertverarbeitung**

#### **Behandlung von Messausfällen**

Siehe hierzu unter Punkt 4.3 „Besondere Vorkommnisse“.

#### **Behandlung von Ausreißern**

Sofern Ausreißer festgestellt werden, werden diese kenntlich gemacht und beschrieben, ob und wie diese in die Kenngrößenbildung Eingang finden. Im Regelfall werden Ausreißer nicht in die Kenngrößenbildung einbezogen.

Im Messzeitraum wurden keine Ausreißer beobachtet, die nicht erklärbar sind (z.B. durch Feuerwerk an Silvester/ Neujahr). Ermittelte Ausreißer siehe 4.3 Messzeitraum Unterpunkt „Besondere Vorkommnisse“. Alle validen Daten wurden in die Kenngrößenermittlung mit einbezogen.

### Behandlung von Messwerten unterhalb der Nachweisgrenze

Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) wurden mit dem halben Betrag der Nachweisgrenze in die Kenngrößenberechnung mit einbezogen.

### Behandlung von Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze

Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) wurden mit dem halben Betrag der Bestimmungsgrenze in die Kenngrößenberechnung mit einbezogen.

### Bildung der Kenngrößen

Die Bildung der Kenngrößen zur Immissionsbelastung erfolgt unter Berücksichtigung der Vorgaben der TA Luft [4] sowie der 39. BImSchV [1] und basiert auf den Rechenvorschriften der VDI 4280 Blatt 1 Anhang D [22].

Im Rahmen der Aufgabenstellung wird für diesen Bericht zur Kenngrößenbildung nur die Rechenvorschrift für den arithmetischen Mittelwert benötigt (Formel D2 der VDI 4280 Blatt 1 [22]):

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C(i)$$

Legende:

$\bar{A}$  = arithmetischer Mittelwert

n = Anzahl der Werte

C (i) = Messwerte, alle Messwerte weisen eine gemeinsame Integrationszeit auf

## 5.2 Messergebnisse

Eine vollständige Darstellung aller bisherigen Messwtergebnisse ist im Anhang I (Tabellen A-1 bis A-4) des Messberichtes zu finden. Im Folgenden sind die Messergebnisse je Stoff bzw. Stoffgruppe in Form von Kenngrößen für den Untersuchungszeitraum (Halbjahr) und jeden Messpunkt dargestellt.

### Staubniederschlag (StN)

**Tabelle 9:** Jahres-Mittelwerte der Staubniederschlag (StN) Messungen  
Messzeitraum für alle 12 Messpunkte 31.01.2019 bis 30.01.2020

Messpunkt	Bezeichnung	Staubniederschlag in g/(m <sup>2</sup> ·d)
HB 1	De Zeegenhoff, Niederbürener Landstraße. 5	0,09
HB 2	Lesumbroker Landstraße 156	0,08
HB 3	Kleingartenanlage Grambke, Dunger Straße	0,09
HB 4	TURA Kanuverein Lesumer Hafen, Am Lesumhafen	0,05
HB 5	Schule an der Grambker Heerstraße, Grambker Heerstr. 121	0,10
HB 6	Parkplatz Grambker Kirche, Hinter der Grambker Kirche 7	0,11
HB 7	Grundschule Oslebshausen, An der Fuchtelkuhle 15	0,15



Messpunkt	Bezeichnung	Staubniederschlag in g/(m <sup>2</sup> ·d)
HB 8	Luftmessstation Oslebshausen, Menkenkamp	0,08
HB 9	Evangelisches Diakonissenmutterhaus Bremen, Adelenstraße 68	0,09
HB 10	Hasenbüren, Am Glockenstein	0,09
HB 11	Kläranlage Seehausen, Seehauser Landstraße, Zufahrt Klärwerk	0,05
HB 12	Wassersporthafen Hasenbüren	0,07

### Inhaltsstoffe Staubniederschlag

**Tabelle 10:** Jahres-Mittelwerte der Inhaltsstoffe des Staubniederschlags  
Messzeitraum für alle 12 Messpunkte 31.01.2019 bis 30.01.2020

Inhaltsstoff des Staubniederschlags in µg/(m <sup>2</sup> ·d)	HB 01	HB 02	HB 03	HB 04	HB 05	HB 06
Antimon (Sb)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6
Arsen (As)	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4
Blei (Pb)	3,7	2,7	3,2	2,3	5,2	5,8
Cadmium (Cd)	0,14	0,08	0,10	0,08	0,14	0,14
Chrom (Cr)	5,8	17,2	8,6	4,4	10,0	8,7
Eisen (Fe)	2165	3052	3806	1518	7373	7514
Kobalt (Co)	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,6
Kupfer (Cu)	6,8	6,1	12,6	19,7	10,6	14,6
Mangan (Mn)	87	218	121	40,1	122	112
Nickel (Ni)	2,0	1,6	2,1	1,5	3,3	3,3
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05
Vanadium (V)	10,4	64,5	19,7	5,5	21,9	15,0
Zinn (Sn)	0,7	1,0	0,6	0,5	0,8	0,9

Inhaltsstoff des Staubnieder- schlages in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	HB 07	HB 08	HB 09	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	0,8	0,6	1,0	0,4	0,3	0,3
Arsen (As)	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
Blei (Pb)	10,2	6,3	11,6	4,3	2,7	2,8
Cadmium (Cd)	0,22	0,14	0,22	0,09	0,09	0,10
Chrom (Cr)	15,1	7,9	9,4	6,8	3,6	4,8
Eisen (Fe)	9171	6016	3969	6559	2783	4476
Kobalt (Co)	0,9	0,6	0,7	0,5	0,3	0,4
Kupfer (Cu)	16,7	12,8	14,9	7,2	4,2	5,8
Mangan (Mn)	143	91	79,1	78	36,6	50,6
Nickel (Ni)	4,9	3,2	4,0	3,2	1,7	2,4
Thallium (Tl)	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
Vanadium (V)	16,4	12,7	8,6	13,2	5,0	9,0
Zinn (Sn)	1,3	0,9	6,9	0,8	0,6	0,5

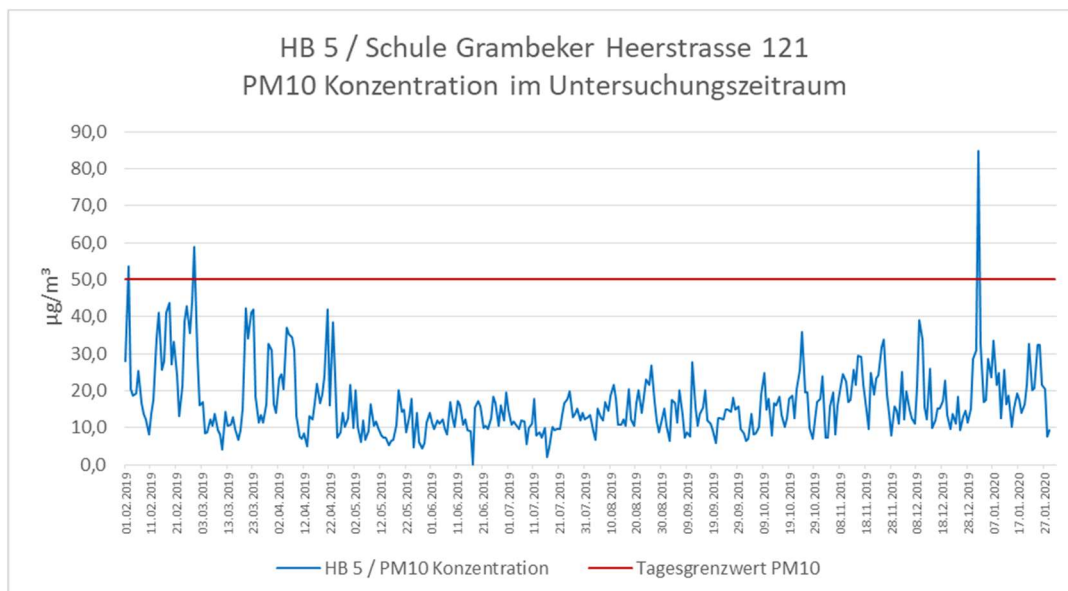
### Schwebstaub PM10

**Tabelle 11:** Ergebnisse der PM10 Messungen für Messpunkt HB 5

Messzeitraum 01.02.2019 bis 29.01.2020

Schwebstaub PM10	HB 5
Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16,8
Niedrigster 24h-Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,0
Höchster 24h-Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	84,7
Anzahl der 24h-Mittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3
Anzahl der Tage im Messzeitraum	363
Anzahl gültiger Messwerte	362
Verfügbarkeit in %	100

Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt den Verlauf der PM10-Konzentration über den Untersuchungszeitraum. Detailliertere grafische Darstellungen der PM10-Messwerte am Messpunkt HB 5 sind im Anhang IV dargestellt.



**Abbildung 7:** PM10-Konzentrationsverlauf Messpunkt HB 5  
Messzeitraum 01.02.2019 bis 29.01.2020

### Inhaltsstoffe Schwebstaub PM10

**Tabelle 12:** Jahres-Mittelwerte der Staubniederschlag Inhaltsstoffe  
Messzeitraum für Messpunkt HB 5 vom 01.02.2019 bis 29.01.2020

Inhaltsstoffe Schwebstaub PM10 in ng/m <sup>3</sup>	HB 5
Antimon (Sb)	1,1
Arsen (As)	0,63
Blei (Pb)	5,3
Cadmium (Cd)	0,17
Chrom (Cr)	7,7
Eisen (Fe)	844
Kobalt (Co)	0,21
Kupfer (Cu)	8,5
Mangan (Mn)	17
Nickel (Ni)	10
Thallium (Tl)	0,04
Vanadium (V)	1,0
Zinn (Sn)	1,3
Benzo(a)pyren (BaP)	0,13

### 5.3 Ermittlung der Messunsicherheit

Neben dem ermittelten Wert der Messgröße ist es erforderlich eine Aussage über die Qualität des Ergebnisses zu machen. Hier gilt es zu beachten, dass der Wert der betrachteten Messgröße grundsätzlich nicht genau bestimmt werden kann. Das Ergebnis der Messung ist stets eine Schätzung für den wahren Wert, welcher grundsätzlich unbestimmbar bleibt. Aus diesem Grund ist eine Aussage über die Messunsicherheit zu machen, d.h. eine Angabe über die Wahrscheinlichkeit, dass das Ergebnis der Messung mit dem "wahren" Wert übereinstimmt.

Die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. hat für alle zur Verwendung gekommenen Messverfahren entsprechende Messunsicherheitsbeiträge ermittelt. Diese wurden auf Grundlage der DIN V ENV 13005 [23] "Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen" und mit Hilfe der DIN EN ISO 20988 [24] "Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit" bzw. nach GUM [25] „*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*“ bestimmt.

Konkrete Angaben zu den Messunsicherheiten der hier angewendeten Messverfahren finden sich im Abschnitt 4.6 dieses Berichtes.

## 6 Beurteilung der Luftqualität und Diskussion

Nachfolgend erfolgt eine Diskussion und Bewertung der ermittelten Daten. Die Auswertungen wurden nach den Kriterien der 39. BImSchV [1] und TA Luft [4] durchgeführt. Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die Bewertungsmaßstäbe sich immer auf einen Jahreszeitraum beziehen.

Die Auswahl der Bewertungsmaßstäbe ist im Kapitel 1.2 dargestellt, hier werden diese der Übersichtlichkeit halber nochmal kurz angeben.

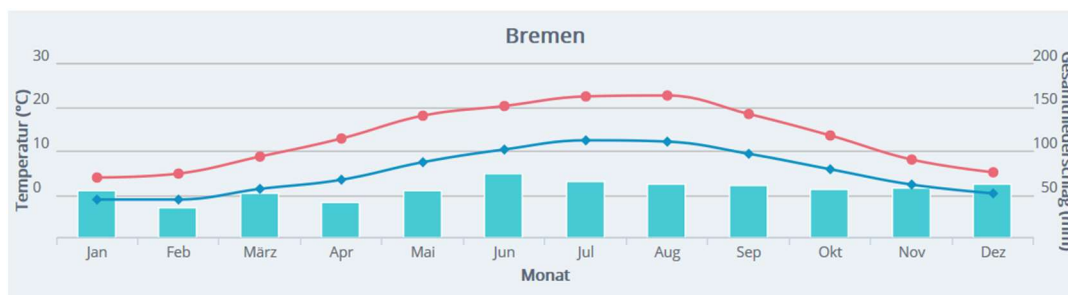
Alle Einzelmesswerte sind im Anhang I detailliert tabellarisch aufgeführt.

### 6.1 Meteorologie im Messzeitraum

Der Stadtgemeinde Bremen befindet sich in der gemäßigten Klimazone Mitteleuropas. Der dominierende Einfluss stellt die westlich gelegene Nordsee da. Die hohe Wärmekapazität des Wassers sorgte in der Vergangenheit für relativ milde Winter und mäßig warme Sommer.

Die hier aufgeführten meteorologischer Daten (Temperatur und Niederschlag) werden vom Deutschen Wetterdienst für die Stadt Bremen ausgegeben.

Der klimatische Jahresverlauf, gemittelt über 30 Jahre, ist in der folgenden Abbildung 8 und zugehöriger Tabelle 13 ersichtlich.



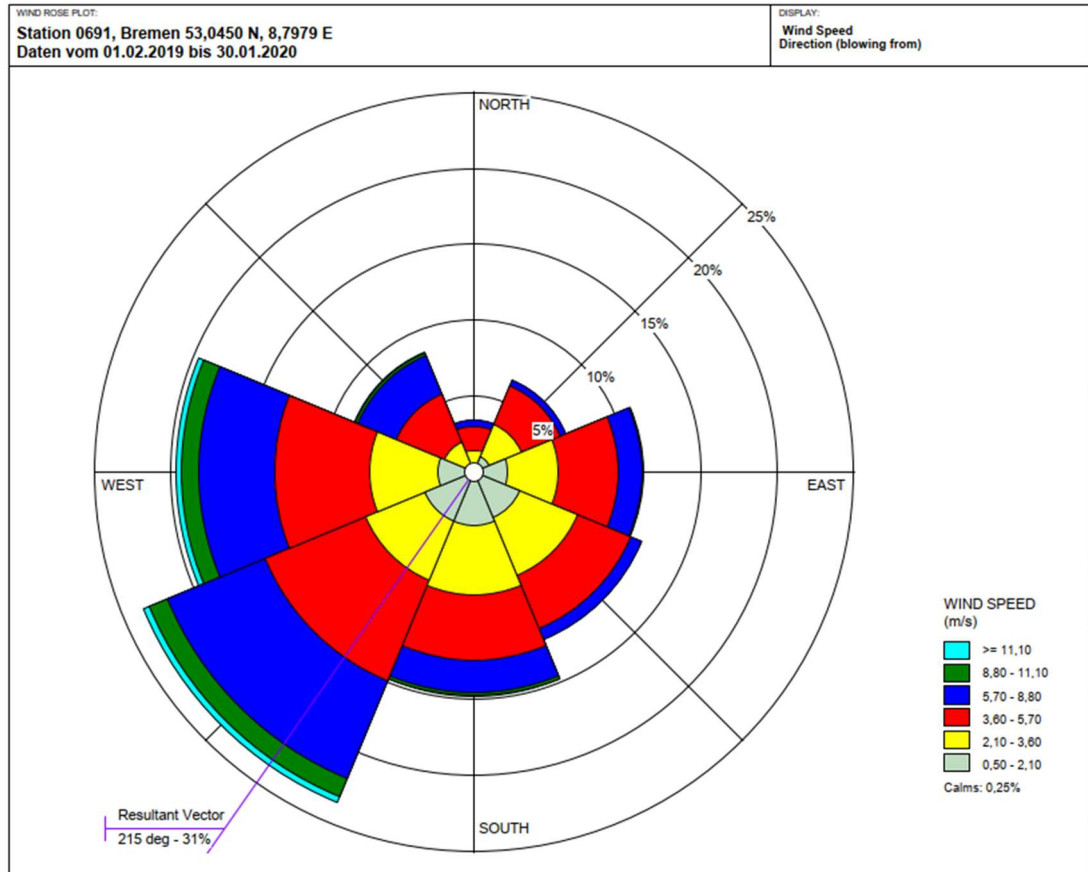
**Abbildung 8:** Bremen, 30-jährige Durchschnittswerte für Tages- und Nachttemperaturen (rote und blaue Linie) sowie für den Niederschlag (Balkendarstellung)  
Quelle: Weltorganisation für Meteorologie, link:  
<https://www.wwis.dwd.de/de/city.html?cityId=1342>, Abruf vom 21.04.2020

Monat	Mittlere tägliche Minimumtemperatur (°C)	Mittlere tägliche Maximumtemperatur (°C)	Mittlerer Gesamtniederschlag (mm)	Mittlere Anzahl der Tage mit Niederschlag
Jan	-1.1	3.9	55.1	11.3
Feb	-1.1	4.8	35.6	8.6
März	1.3	8.7	51.2	11.0
Apr	3.4	12.8	40.8	9.0
Mai	7.4	18.0	54.2	9.5
Jun	10.3	20.2	73.4	11.1
Jul	12.4	22.4	65.0	10.8
Aug	12.1	22.6	61.2	10.1
Sep	9.3	18.4	60.1	10.6
Okt	5.8	13.5	55.4	10.5
Nov	2.3	8.0	57.7	11.5
Dez	0.3	5.1	61.6	12.0

**Tabelle 13:** Bremen, 30-jährige Durchschnittswerte für Tages- und Nachttemperaturen sowie für den Niederschlag  
Quelle: Weltorganisation für Meteorologie,  
<https://www.wwis.dwd.de/de/city.html?cityId=1342>, Abruf vom 21.04.2020

Die Windverhältnisse in Bremen sind stark vom Abstand zur Nordsee abhängig. An der Nordsee herrschen i.d.R. deutlich stärkere, zu meist westliche Winde.

Für die Darstellung von Winddaten Werte der Messstation in Bremen, Nr. 0691 des Deutschen Wetterdienstes.



**Abbildung 9:** Windgeschwindigkeit und Richtung im oben angegebenen Untersuchungszeitraum, grafisch aufbereitete Stationsdaten, Datenabruf vom 21.04.2020  
Quelle: Deutscher Wetterdienst, Station Nr. 691, Bremen (53,0450 N, 8,7979 E) Link:  
[https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/climate/hourly/wind/recent/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/hourly/wind/recent/)

Das Wetter [26] im Untersuchungszeitraum war im Verhältnis zur Vergangenheit zu warm und zu trocken. Der Juli 2019 verzeichnete im gesamten Bundesgebiet viele Hitzerekorde mit über 40 °C. Die Stadt Lingen im Emsland gilt seit dem 25. Juli 2019 mit 42,6 °C als die wärmste Stadt Deutschlands. Im heißen Sommer sind die Niederschläge, wie auch in den letzten Jahren, deutlich zu niedrig ausgefallen. Erst ab September wurden wieder mehr Niederschläge registriert. Mit rund 700 Litern pro Quadratmeter (L/m<sup>2</sup>) fiel im Jahr 2019 in Niedersachsen/Bremen ca. 50 L/m<sup>2</sup> weniger Regen als im langjährigen Mittel. Dazu passend war die durchschnittliche Temperatur mit 10,6 °C um 2 °C höher als der bisherige langjährige Mittelwert.

Vermeehrt wurden auch teilweise sehr heftige Starkregenfälle und vereinzelt auch starke un-  
wetterbedingte Stürme (Orkanböen, Tornados mit Windstärken bis 180 km/h, ggf. mit großen Hagenkörnern) in der Bundesrepublik registriert, diese sind typischerweise aber meistens sehr regional begrenzt. Für das hier zu betrachtende Untersuchungsgebiet liegen dazu keine besonderen Informationen vor.

## 6.2 Stoffe und Stoffgruppen

### 6.2.1 Ergebnisse Staubbiederschlag (StN)

Staubbiederschlag als nicht gefährdender Staub findet in der TA Luft [4] unter Nr. 4.3.1 Berücksichtigung. Hier ist ein Immissionswert von 0,35 g/(m<sup>2</sup>•d) als Jahresmittelwert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen festgelegt.

Die Auswertung nach Nr. 4.6.3 der TA Luft [4] ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. In der Tabelle 14 und in Abbildung 10 sind die Monatswerte der Staubbiederschlagsmessung (Deposition) an den untersuchten Messstellen im Vergleich dargestellt.

Es zeigt sich, dass an allen Beurteilungspunkten das geforderte Kriterium im jährlichen Untersuchungszeitraum sicher unterschritten wird. Die Belastung liegt maximal bei 42% des Immissionswertes, 10 der Messpunkte liegen unter 30% und davon 3 sogar unter 20%.

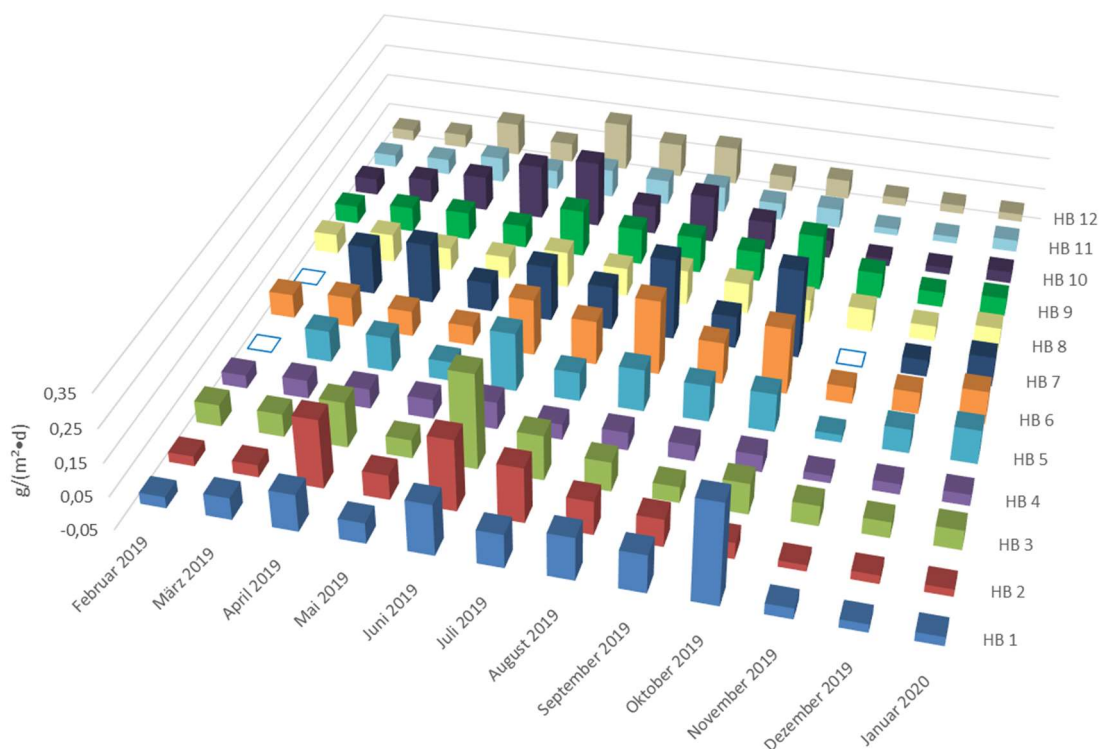
Das Bundesland Bremen gibt in seinem Jahresbericht für 2018 keine Messwerte für Staubbiederschlag an, ersatzweise werden daher zum Vergleich Messwerte vom benachbarten Bundesland Niedersachsen verwendet. Das Land Niedersachsen [27] gibt für seine industrienahen Messstationen Jahresmittelwerte von 0,05 g/(m<sup>2</sup>•d) bis 0,11 g/(m<sup>2</sup>•d) an. Mit einer Ausnahme (HB 7) liegen die Kenngrößen aller Messpunkte im Untersuchungsgebiet Bremen-West innerhalb des Bereiches, welcher für die industrienahen Bereiche in Niedersachsen in 2018 ermittelt wurde. Die im Lee der Hauptwindrichtung mit Bezug auf das Industrie- und Gewerbegebiet liegenden Messpunkte HB 6 und HB 7 sind erwartungsgemäß etwas höher belastet.

Bei der vorgehenden Einstufung ist zu berücksichtigen, dass Landesmessnetz-Jahresmittelwerte aus 2018 mit Jahresmittelwerten aus dem Messzeitraum 2019-2020 verglichen werden.

**Tabelle 14:** Jahres-Mittelwerte der Staubbiederschlag-Messergebnisse  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.3.1 [4]	<b>0,35 g/(m<sup>2</sup>•d)</b> Jahresmittelwert	HB 1	0,09 g/(m <sup>2</sup> •d)	27%	Das Beurteilungskriterium wird unterschritten.
		HB 2	0,08 g/(m <sup>2</sup> •d)	24%	
		HB 3	0,09 g/(m <sup>2</sup> •d)	27%	
		HB 4	0,05 g/(m <sup>2</sup> •d)	14%	
		HB 5	0,10 g/(m <sup>2</sup> •d)	27%	
		HB 6	0,11 g/(m <sup>2</sup> •d)	32%	
		HB 7	0,15 g/(m <sup>2</sup> •d)	42%	
		HB 8	0,08 g/(m <sup>2</sup> •d)	22%	
		HB 9	0,09 g/(m <sup>2</sup> •d)	26%	
		HB 10	0,09 g/(m <sup>2</sup> •d)	25%	
		HB 11	0,05 g/(m <sup>2</sup> •d)	16%	
		HB 12	0,07 g/(m <sup>2</sup> •d)	19%	

Staubniederschlag (StN) Februar 2019 - Januar 2020  
Bremen, 12 Messmonate, 12 Messpunkte



**Abbildung 10:** Monatsgang Staubniederschlag über alle Messpunkte  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Messpunkt, Lage			
HB 1	De Zeegenhoff, Niederbürener Landstr. 5	HB 7	Grundschule Oslebshausen, An der Fuchtelkuhle 15
HB 2	Lesumbroker Landstraße 156	HB 8	Luftmessstation Oslebshausen, Menkenkamp
HB 3	Kleingartenanlage Grambke, Dunger Straße	HB 9	Evangelisches Diakonissenmutterhaus Bremen, Adelenstraße 68
HB 4	TURA Kanuverein Lesumer Hafen, Am Lesumhafen	HB 10	Hasenbüren, Am Glockenstein
HB 5	Schule an der Grambker Heerstraße, Grambker Heerstr. 121	HB 11	Kläranlage Seehausen, Seehauser Landstraße, Zufahrt Klärwerk
HB 6	Parkplatz Grambker Kirche, Hinter der Grambker Kirche 7	HB 12	Wassersporthafen Hasenbüren



## 6.2.2 Ergebnisse Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag (StN)

### Arsen (As) im Staubbiederschlag

In der TA Luft [4] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Arsen (As)  $4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ . Der vorhergenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [4] ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition des vorgenannten Stoffes, einschließlich dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt, sofern die Gesamtbelastung am Beurteilungspunkt diesen Wert unterschreitet.

Es zeigt sich, dass im jährlichen Untersuchungszeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Arsen (As) im Staubbiederschlag unterschritten wird, der Immissionswert wird zu maximal 15% ausgeschöpft. Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubbiederschlag an allen Messpunkten überwiegend auf einem niedrigen (ländlichen) Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

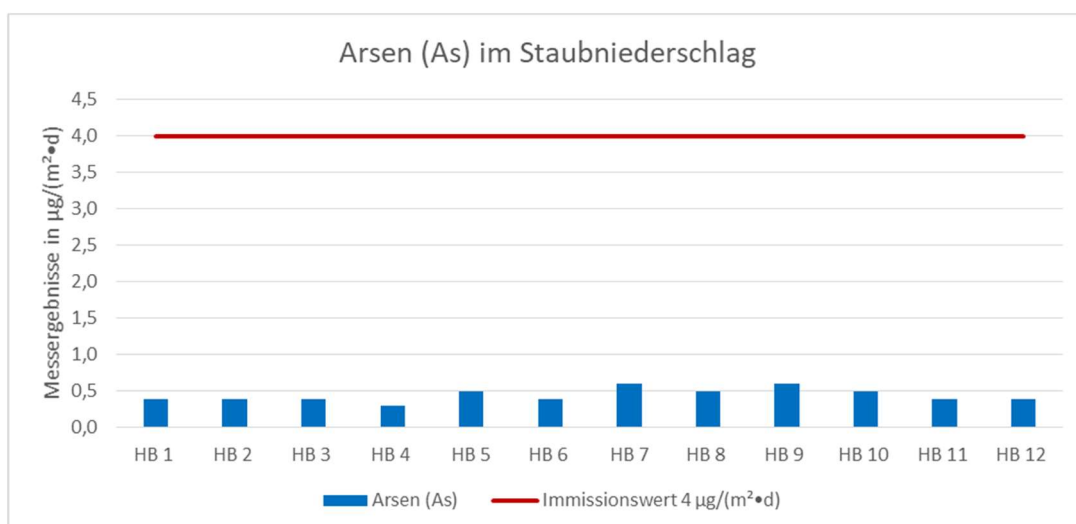
**Tabelle 15:** Jahres-Mittelwerte **Arsen (As)** im Staubbiederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [4]	<b><math>4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	$0,36 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	$0,43 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 3	$0,40 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 4	$0,34 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8 %	
		HB 5	$0,50 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	
		HB 6	$0,45 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 7	$0,62 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	15 %	
		HB 8	$0,49 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	
		HB 9	$0,60 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	15 %	
		HB 10	$0,48 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	
		HB 11	$0,35 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 12	$0,37 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	

**Tabelle 16:** Messergebnisse für **Arsen (As)** im Staubniederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Niedersachsen 2018 [27]	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Immissions- wert nach TA Luft [4] Nr. 4.5.1
<b>Arsen (As)</b>	0,3 – 0,62	0,2 – 0,63	0,1 – 1,4	0,7 – 2,2	4

Das Land Niedersachsen [27] gibt für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Arsen (As) im Staubniederschlag an (siehe Tabelle 16). Die im Untersuchungsgebiet bestimmten mittleren Depositionen von Arsen (As) liegen auf dem Niveau der für 2018 in Niedersachsen bestimmten Werte.



**Abbildung 11:** Jahres-Mittelwerte Arsen (As) im Staubniederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Blei (Pb) im Staubniederschlag

In der TA Luft [4] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Blei (Pb)  $100 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ . Der vorhergenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [4] ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition des vorgenannten Stoffes, einschließlich dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt, sofern die Gesamtbelastung am Beurteilungspunkt diesen Wert unterschreitet.

Es zeigt sich, dass im jährlichen Untersuchungszeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Blei im Staubniederschlag unterschritten wird, der Immissionswert wird zu maximal 12% ausgeschöpft. Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubniederschlag an allen Messpunkten auf einem niedrigen (ländlichen) Niveau bzw. unterhalb dieses Bereiches, VDI 2267 Blatt 3 [10].

**Tabelle 17:** Jahres-Mittelwerte **Blei (Pb)** im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

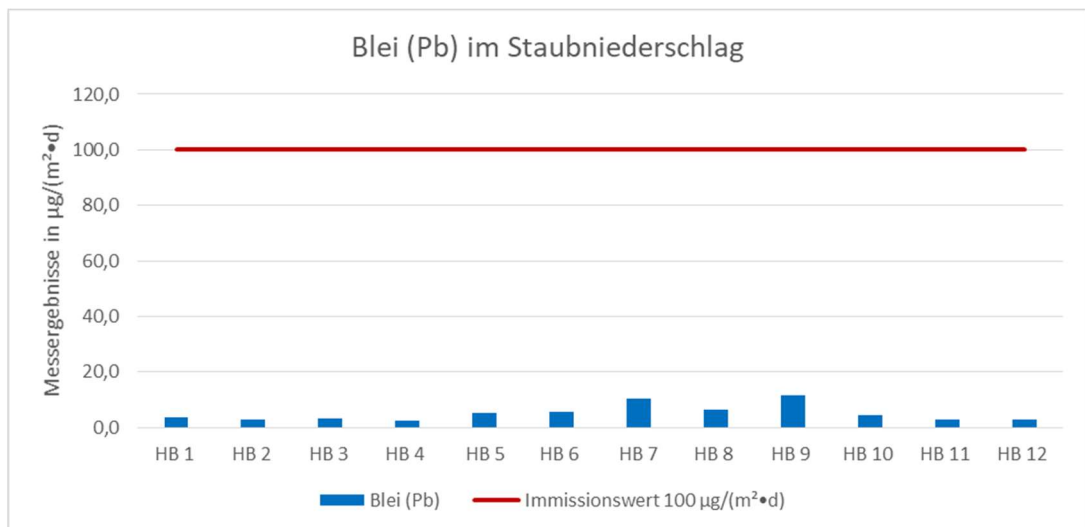
Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [4]	<b><math>100 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	$3,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	4 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	$2,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	3 %	
		HB 3	$3,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	3 %	
		HB 4	$2,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	2 %	
		HB 5	$5,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	
		HB 6	$5,8 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	6 %	
		HB 7	$10,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 8	$6,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	6 %	
		HB 9	$11,6 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	12 %	
		HB 10	$4,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	4 %	
		HB 11	$2,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	3 %	
		HB 12	$2,8 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	3 %	

**Tabelle 18:** Messergebnisse für **Blei (Pb)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Niedersachsen 2018 [27] *	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Immissions- wert nach TA Luft [4] Nr. 4.5.1
<b>Blei (Pb)</b>	2 – 12	2 – 4	10 – 20	20 – 35	100

Legende: \* Ohne die Station Oker/Harlingerode: dort beträgt der Jahresmittelwert für Blei im Staubbiederschlag  $98 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$

Das Land Niedersachsen [27] gibt für 13 von 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Blei (Pb) im Staubbiederschlag an (siehe Tabelle 18). Die im Untersuchungsgebiet Bremen-West bestimmten mittleren Depositionen von Blei (Pb) liegen bei 6 Messpunkten (HB 5 bis HB 10) oberhalb und bei 6 Messpunkten (HB 1 bis HB 4, HB 11, HB 12) innerhalb der für 2018 in Niedersachsen an 13 von 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund bestimmten Werte. Die Belastungen an industrienahen Messstationen in Niedersachsen 2018 sowie an der Station Oker/Harlingerode lagen überwiegend deutlich oberhalb des Niveaus im Messgebiet Bremen-West.



**Abbildung 12:** Jahres-Mittelwerte Blei (Pb) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag

In der TA Luft [4] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Cadmium (Cd)  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ . Der vorhergenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [4] ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition des vorgenannten Stoffes, einschließlich dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt, sofern die Gesamtbelastung am Beurteilungspunkt diesen Wert unterschreitet.

Es zeigt sich, dass im jährlichen Untersuchungszeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag unterschritten wird, der Immissionswert wird zu maximal 11% ausgeschöpft. Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubbiederschlag an allen Messpunkten überwiegend auf einem niedrigen (ländlichen) Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

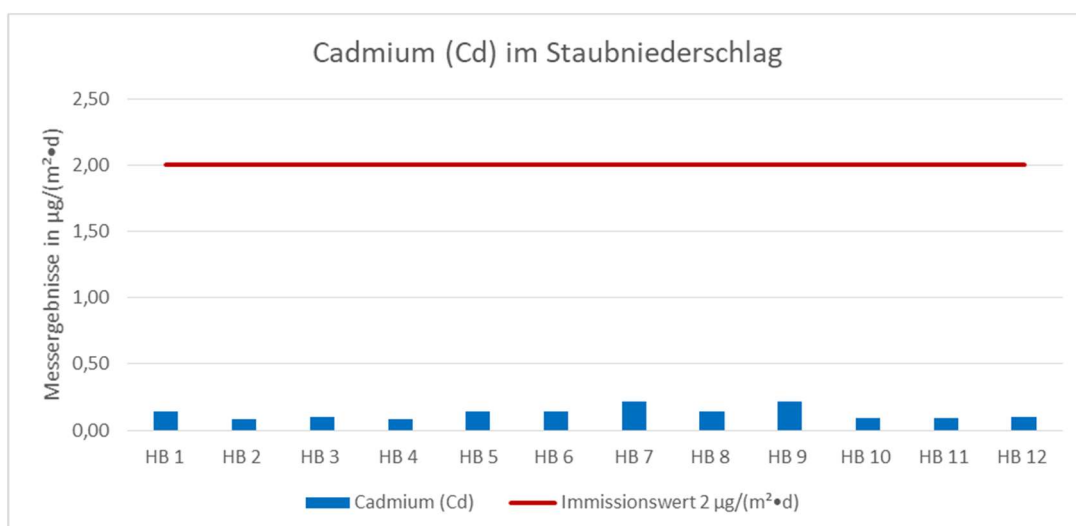
**Tabelle 19:** Jahres-Mittelwerte **Cadmium (Cd)** im Staubbiederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [4]	<b><math>2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	$0,14 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	7 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	$0,08 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	4 %	
		HB 3	$0,10 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	
		HB 4	$0,08 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	4 %	
		HB 5	$0,14 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	7 %	
		HB 6	$0,14 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	7 %	
		HB 7	$0,22 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	11 %	
		HB 8	$0,14 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	7 %	
		HB 9	$0,22 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	11 %	
		HB 10	$0,09 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	
		HB 11	$0,09 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	
		HB 12	$0,10 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	

**Tabelle 20:** Messergebnisse für **Cadmium (Cd)** im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Niedersachsen 2018 [27]	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Immissions- wert nach TA Luft [4] Nr. 4.5.1
<b>Cadmium (Cd)</b>	0,08 – 0,22	0,04 – 1,39	0,2 – 0,6	0,3 – 1	2

Das Land Niedersachsen [27] gibt für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag an (siehe Tabelle 20). Die im Untersuchungsgebiet bestimmten mittleren Depositionen von Cadmium (Cd) liegen innerhalb des für 2018 in Niedersachsen bestimmten Wertebereiches.



**Abbildung 13:** Jahres-Mittelwerte Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Nickel (Ni) im Staubniederschlag

In der TA Luft [4] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Nickel (Ni)  $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ . Der vorhergenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [4] ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition des vorgenannten Stoffes, einschließlich dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt, sofern die Gesamtbelastung am Beurteilungspunkt diesen Wert unterschreitet.

Es zeigt sich, dass im jährlichen Untersuchungszeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Nickel (Ni) im Staubniederschlag unterschritten wird, der Immissionswert wird zu maximal 33% ausgeschöpft. Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubniederschlag an 6 Messpunkten (HB 1 bis HB 4, HB 11, HB 12) auf einem mittleren ländlichen Niveau und für 6 Messpunkte (HB 5 bis HB 10) zwischen einem ländlichen und städtischen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

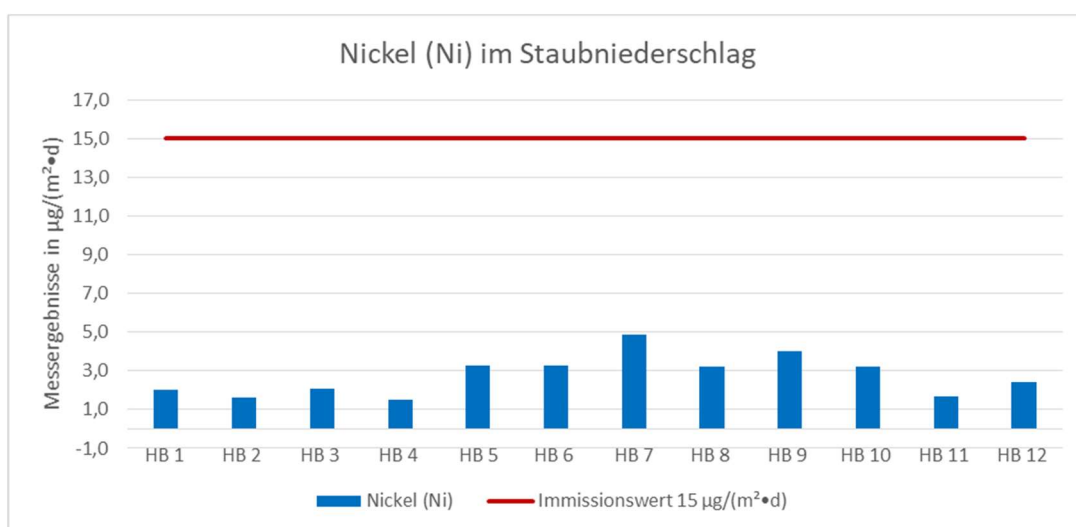
**Tabelle 21:** Jahres-Mittelwerte Nickel (Ni) im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [4]	<b><math>15 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	2,03 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	1,63 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	11 %	
		HB 3	2,14 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	14 %	
		HB 4	1,47 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 5	3,28 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	22 %	
		HB 6	3,31 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	22 %	
		HB 7	4,93 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	33 %	
		HB 8	3,18 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	21 %	
		HB 9	3,99 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	27 %	
		HB 10	3,20 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	21 %	
		HB 11	1,72 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	11 %	
		HB 12	2,37 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	16 %	

**Tabelle 22:** Messergebnisse für **Nickel (Ni)** im Staubniederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Niedersachsen 2018 [27]	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Immissions- wert nach TA Luft [4] Nr. 4.5.1
<b>Nickel (Ni)</b>	1,5 – 4,9	0,6 – 3,27	1 – 3	5 – 20	15

Das Land Niedersachsen [27] gibt für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Nickel (Ni) im Staubniederschlag an (siehe Tabelle 22). Die im Untersuchungsgebiet bestimmten mittleren Depositionen von Nickel (Ni) liegen bei 4 Messpunkten (HB 5, HB 6, HB 7, HB 9) etwas oberhalb und bei 8 Messpunkten (HB 1 bis HB 4, HB 8, HB 10, HB 11, HB 12) innerhalb der für 2018 in Niedersachsen bestimmten Werte.



**Abbildung 14:** Jahres-Mittelwerte Nickel (Ni) im Staubniederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)



### Thallium (Tl) im Staubniederschlag

In der TA Luft [4] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Thallium (Tl)  $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ . Der vorhergenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [4] ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition des vorgenannten Stoffes, einschließlich dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt, sofern die Gesamtbelastung am Beurteilungspunkt diesen Wert unterschreitet.

Es zeigt sich, dass im jährlichen Untersuchungszeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Thallium (Tl) im Staubniederschlag unterschritten wird, der Immissionswert wird zu maximal 2,5 % ausgeschöpft. Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubniederschlag an 6 Messpunkten (HB 5 bis HB 10) auf einem ländlichen Niveau und bei 6 Messpunkten (HB 1 bis HB 4, HB 11, HB 12) unterhalb dieses Bereiches, VDI 2267 Blatt 3 [10].

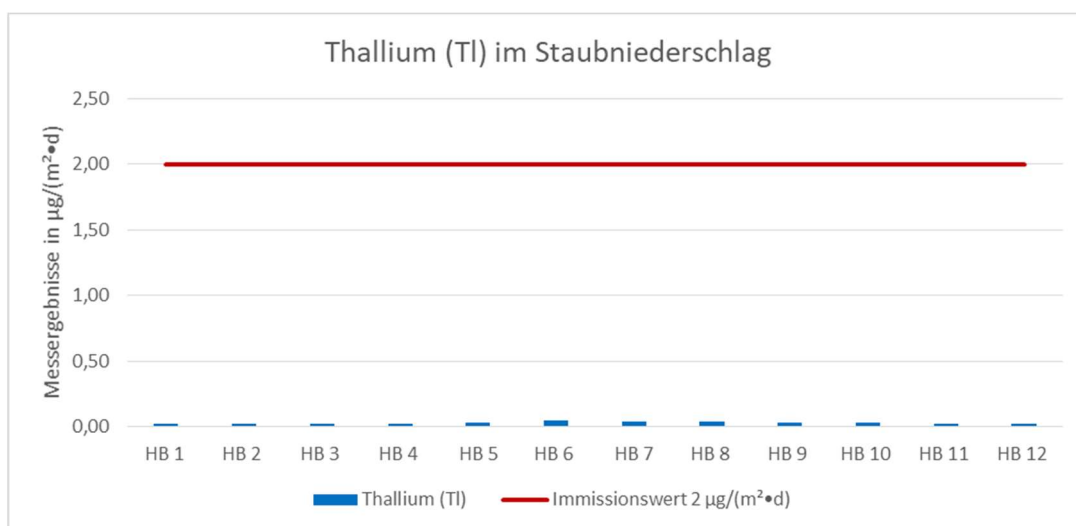
**Tabelle 23:** Jahres-Mittelwerte **Thallium (Tl)** im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [4]	<b><math>2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	$0,02 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,0 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	$0,02 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,0 %	
		HB 3	$0,02 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,0 %	
		HB 4	$0,02 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,0 %	
		HB 5	$0,03 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,5 %	
		HB 6	$0,05 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	2,5 %	
		HB 7	$0,04 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	2,0 %	
		HB 8	$0,04 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	2,0 %	
		HB 9	$0,03 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,5 %	
		HB 10	$0,03 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,5 %	
		HB 11	$0,02 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,0 %	
		HB 12	$0,02 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	1,0 %	

**Tabelle 24:** Messergebnisse für **Thallium (Tl)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Immissions- wert nach TA Luft [4] Nr. 4.5.1
<b>Thallium (Tl)</b>	0,02 – 0,05	0,03 – 0,06	0,07 – 0,3	2

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Thallium (Tl) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 15:** Jahres-Mittelwerte Thallium (Tl) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Chrom (Cr) im Staubniederschlag

Für den Parameter Chrom (Cr) im Staubniederschlag sind in der TA Luft [4] keine Beurteilungskriterien genannt. In Nummer 4.5.1 der TA Luft [4] wird angegeben, dass der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt ist, wenn die maßgebenden Prüf- und Maßnahmenwerte des Anhang 2 der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) [5] eingehalten werden. Aus den Berechnungen (siehe Abschnitt 1.2) errechnet sich für den Parameter Chrom eine tolerable Jahresfracht von ca. 82 µg Cr/(m<sup>2</sup>•d).

In den folgenden Tabellen 25 und 26 sind die im ausgewerteten Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [4] ermittelten Immissions-Jahres-Kenngrößen für den Parameter Chrom (Cr) im Staubniederschlag an den Beurteilungspunkten aufgelistet und den nach der Nr. 5 des Anhanges 2 der BBodSchV [5] berechneten Werten gegenübergestellt.

Es zeigt sich, dass im Jahreszeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Chrom (Cr) im Staubniederschlag unterschritten wird, der Beurteilungswert wird zu maximal 21% ausgeschöpft.

Die Depositionswerte bewegen sich im bundesweiten Vergleich an 3 Messpunkten (HB 4, HB 11, HB 12) auf einem ländlichen Niveau, an 7 Messpunkten (HB 1, HB 3, HB 5, HB 6, HB 8, HB 9, HB 10) auf einem städtischen Niveau und liegen bei 2 Messpunkten (HB 2, HB 7) oberhalb des städtischen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

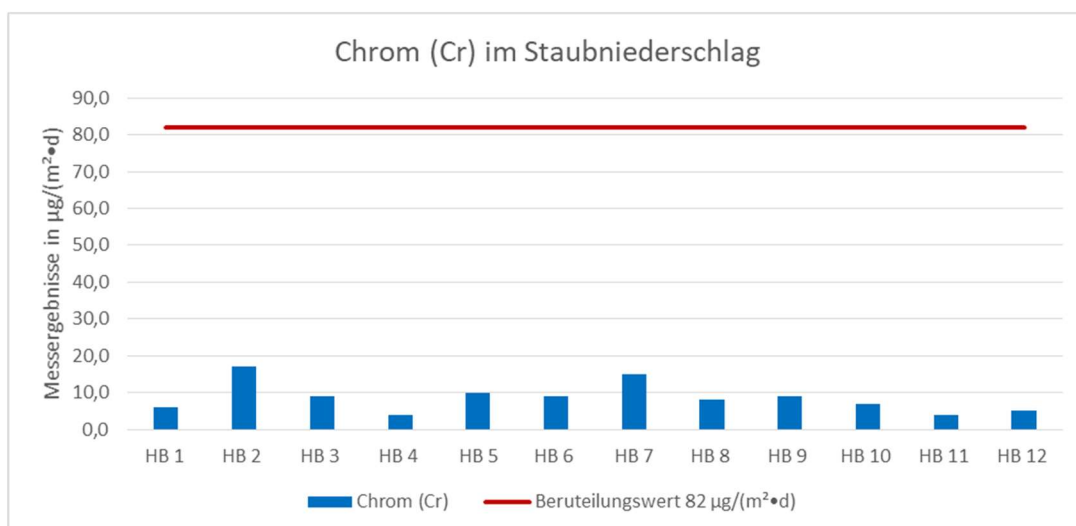
**Tabelle 25:** Jahres-Mittelwerte **Chrom (Cr)** im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [5]	<b>82 µg/(m<sup>2</sup>•d)</b> Jahresmittelwert	HB 1	6 µg/(m <sup>2</sup> •d)	7 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	17 µg/(m <sup>2</sup> •d)	21 %	
		HB 3	9 µg/(m <sup>2</sup> •d)	10 %	
		HB 4	4 µg/(m <sup>2</sup> •d)	5 %	
		HB 5	10 µg/(m <sup>2</sup> •d)	12 %	
		HB 6	9 µg/(m <sup>2</sup> •d)	11 %	
		HB 7	15 µg/(m <sup>2</sup> •d)	18 %	
		HB 8	8 µg/(m <sup>2</sup> •d)	10 %	
		HB 9	9 µg/(m <sup>2</sup> •d)	11 %	
		HB 10	7 µg/(m <sup>2</sup> •d)	8 %	
		HB 11	4 µg/(m <sup>2</sup> •d)	4 %	
		HB 12	5 µg/(m <sup>2</sup> •d)	6 %	

**Tabelle 26:** Messergebnisse für **Chrom (Cr)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [5]
<b>Chrom (Cr)</b>	4 – 17	1 – 5	5 – 10	82

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Chrom (Cr) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 16:** Jahres-Mittelwerte Chrom (Cr) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag

Für den Parameter Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag sind in der TA Luft [4] keine Beurteilungskriterien genannt. In Nummer 4.5.1 der TA Luft [4] wird angegeben, dass der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich des Schutzes vor schädlichen Bodenveränderungen, sichergestellt ist, wenn die maßgebenden Prüf- und Maßnahmenwerte des Anhang 2 der Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV) [5] eingehalten werden. Aus den Berechnungen (siehe Abschnitt 1.2) errechnet sich für den Parameter Kupfer eine tolerable Jahresfracht von ca. 99 µg Cu/(m<sup>2</sup>•d).

In den folgenden Tabellen 27 und 28 sind die im ausgewerteten Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [4] ermittelten Immissions-Jahres-Kenngrößen für den Parameter Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag an den Beurteilungspunkten aufgelistet und den nach der Nr: 5 des Anhanges 2 der BBodSchV [5] berechneten Werten gegenübergestellt.

Es zeigt sich, dass im Jahreszeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag unterschritten wird, der Beurteilungswert wird zu maximal 20% ausgeschöpft. Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubbiederschlag an 5 Messpunkten (HB 1, HB 2, HB 10, HB 11, HB 12) auf einem ländlichen und an 7 Messpunkten (HB 3 bis HB 9) auf einem niedrigen städtischen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

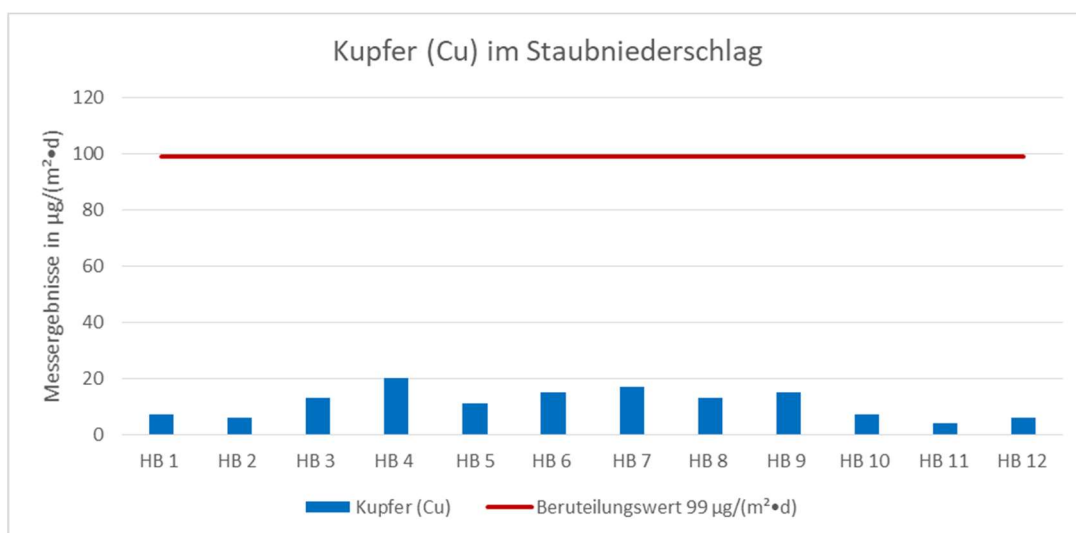
**Tabelle 27:** Jahres-Mittelwerte **Kupfer** (Cu) im Staubbiederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [5]	<b>99 µg/(m<sup>2</sup>•d)</b> Jahresmittelwert	HB 1	7 µg/(m <sup>2</sup> •d)	7 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	6 µg/(m <sup>2</sup> •d)	6 %	
		HB 3	13 µg/(m <sup>2</sup> •d)	13 %	
		HB 4	20 µg/(m <sup>2</sup> •d)	20 %	
		HB 5	11 µg/(m <sup>2</sup> •d)	11 %	
		HB 6	15 µg/(m <sup>2</sup> •d)	15 %	
		HB 7	17 µg/(m <sup>2</sup> •d)	17 %	
		HB 8	13 µg/(m <sup>2</sup> •d)	13 %	
		HB 9	15 µg/(m <sup>2</sup> •d)	15 %	
		HB 10	7 µg/(m <sup>2</sup> •d)	7 %	
		HB 11	4 µg/(m <sup>2</sup> •d)	4 %	
		HB 12	6 µg/(m <sup>2</sup> •d)	6 %	

**Tabelle 28:** Messergebnisse für **Kupfer (Cu)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [5]
<b>Kupfer (Cu)</b>	4 – 20	5 – 10	10 – 50	99

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 17:** Jahres-Mittelwerte Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Antimon (Sb) im Staubniederschlag

Für den Parameter Antimon (Sb) im Staubniederschlag sind weder in der 39. BImSchV [1] noch in der TA Luft [4] Beurteilungskriterien genannt. Ersatzweise kommen hier Vergleichswerte oder anderweitig veröffentlichte Beurteilungswerte zur Anwendung.

Es zeigt sich, dass im Jahreszeitraum für alle Messpunkte der herangezogenen Beurteilungswert (Immissionsvergleichswert  $10 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  HLUG [8]) für Antimon (Sb) im Staubniederschlag unterschritten wird, der Beurteilungswert wird zu maximal 10% ausgeschöpft.

Antimon (Sb) im Staubniederschlag liegt in ländlichen Gebieten im Jahresmittel in einem Bereich von  $0,07$  bis  $2,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  und in städtischen Gebieten zwischen  $2,1$  bis  $28 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  (VDI 2267 Blatt 3 [10]).

Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubniederschlag an allen Messpunkten auf einem ländlichen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

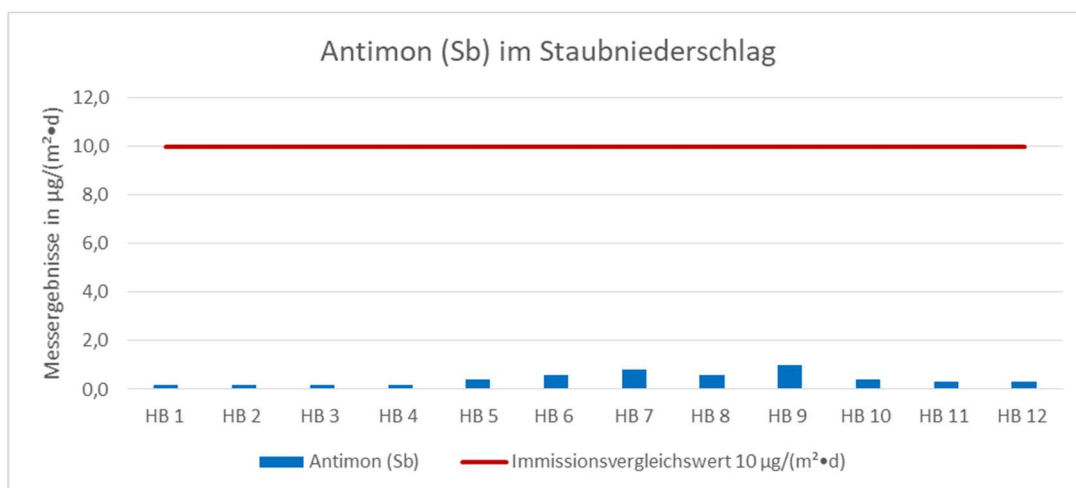
**Tabelle 29:** Jahres-Mittelwerte **Antimon (Sb)** im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Schriftenreihe des HLUG [8]	<b><math>10 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	$0,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	2 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	$0,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	2 %	
		HB 3	$0,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	2 %	
		HB 4	$0,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	2 %	
		HB 5	$0,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	4 %	
		HB 6	$0,6 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	6 %	
		HB 7	$0,8 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	8 %	
		HB 8	$0,6 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	6 %	
		HB 9	$1,0 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	10 %	
		HB 10	$0,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	4 %	
		HB 11	$0,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	3 %	
		HB 12	$0,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	3 %	

**Tabelle 30:** Messergebnisse für **Antimon (Sb)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Schriftenreihe des HLUG [8]
<b>Antimon (Sb)</b>	0,2 – 1	0,07 – 2,3	2,1 – 28	10

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Antimon (Sb) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 18:** Jahres-Mittelwerte Antimon (Sb) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)



### Eisen (Fe) im Staubniederschlag

Für den Parameter Eisen (Fe) im Staubniederschlag sind weder in der 39. BImSchV [1] noch in der TA Luft [4] Beurteilungskriterien genannt. Ersatzweise kommen hier Vergleichswerte oder anderweitig veröffentlichte Beurteilungswerte zur Anwendung.

Es zeigt sich, dass im Jahreszeitraum für alle Messpunkte der herangezogenen Beurteilungswert (Immissionsvergleichswert 35000  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  HLUG [8]) für Eisen (Fe) im Staubniederschlag unterschritten wird, der Beurteilungswert wird zu maximal 26% ausgeschöpft.

Eisen (Fe) im Staubniederschlag liegt in ländlichen Gebieten im Jahresmittel in einem Bereich von 300 bis 600  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  und in städtischen Gebieten zwischen 1.000 bis 4.000  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  (VDI 2267 Blatt 3 [28]).

Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Messergebnisse im Staubniederschlag an 6 Messpunkte (HB 1 bis HB 4, HB 9, HB 11) auf einem städtischen Niveau und an 6 Messpunkten (HB 5 bis HB 8, HB 10, HB 12) oberhalb des städtischen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

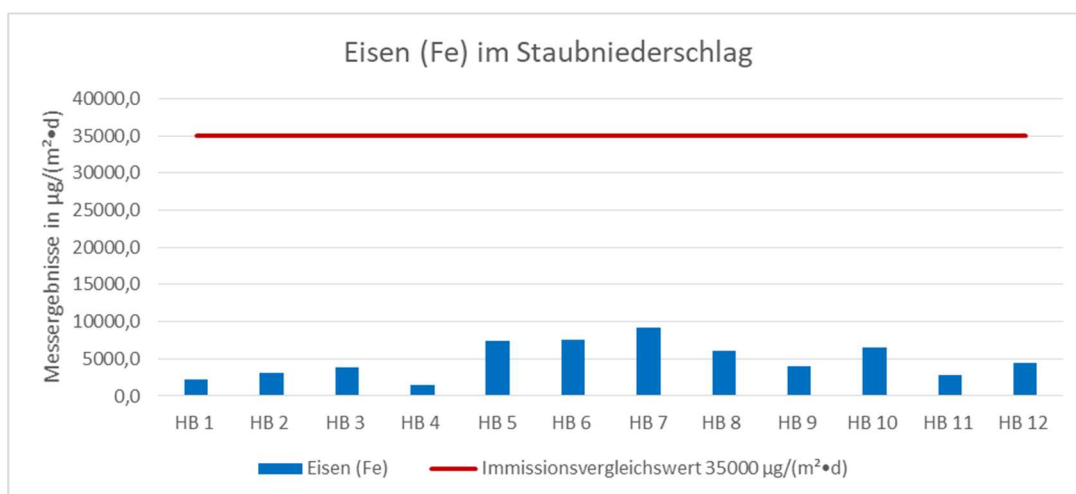
**Tabelle 31:** Jahres-Mittelwerte **Eisen (Fe)** im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Schriftenreihe des HLUG [8]	<b>35000 <math>\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	2165 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	6 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	3052 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	9 %	
		HB 3	3806 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	11 %	
		HB 4	1518 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	4 %	
		HB 5	7373 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	21 %	
		HB 6	7514 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	21 %	
		HB 7	9171 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	26 %	
		HB 8	6016 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	17 %	
		HB 9	3969 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	11 %	
		HB 10	6559 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	19 %	
		HB 11	2783 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	8 %	
		HB 12	4476 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	13 %	

**Tabelle 32:** Messergebnisse für **Eisen (Fe)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Schriftenreihe des HLUG [8]
<b>Eisen (Fe)</b>	1518 – 9171	300 – 600	1000 – 4000	35000

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Eisen (Fe) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 19:** Jahres-Mittelwerte Eisen (Fe) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Kobalt (Co) im Staubniederschlag

Für den Parameter Kobalt (Co) im Staubniederschlag ist weder in der 39. BImSchV [1] noch in der TA Luft [4] ein Beurteilungskriterium genannt. Ersatzweise kommt hier ein Beurteilungswert des HLUG [8] zur Anwendung.

Es zeigt sich, dass im Jahreszeitraum für alle Messpunkte der herangezogenen Beurteilungswert (Immissionsvergleichswert  $5 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  HLUG [8]) für Kobalt (Co) im Staubniederschlag unterschritten wird, der Beurteilungswert wird zu maximal 18% ausgeschöpft.

Kobalt (Co) im Staubniederschlag liegt in ländlichen Gebieten im Jahresmittel in einem Bereich von  $0,1$  bis  $0,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  und in städtischen Gebieten um  $1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  (VDI 2267 Blatt 3 [28]).

Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubniederschlag an 6 Messpunkten (HB 1 bis HB 4, HB 11, HB 12) auf einem ländlichen Niveau und an 6 Messpunkten (HB 5 bis HB 10) zwischen dem ländlichen und dem städtischen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

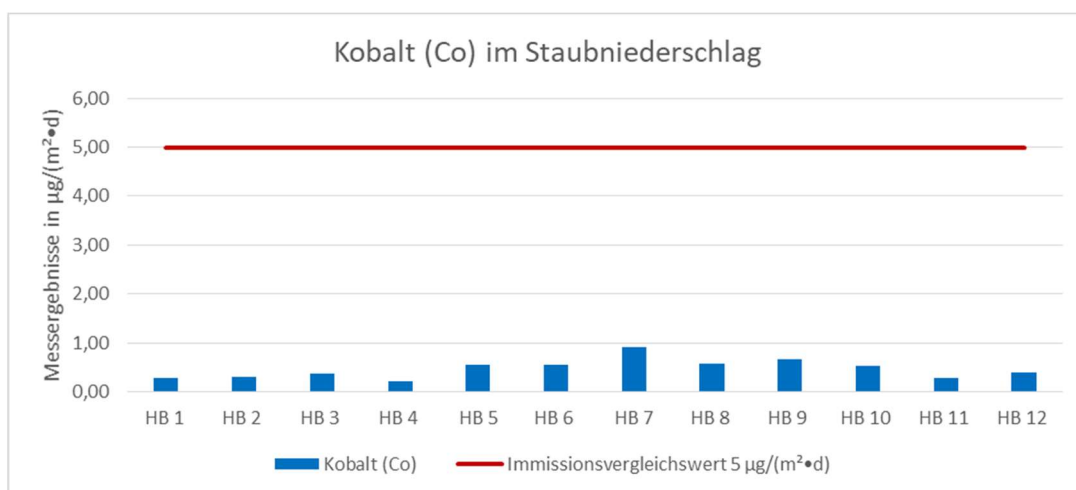
**Tabelle 33:** Jahres-Mittelwerte **Kobalt (Co)** im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Schriftenreihe des HLUG [8]	<b><math>5 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	$0,27 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	6 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	$0,30 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	6 %	
		HB 3	$0,38 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8 %	
		HB 4	$0,21 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	4 %	
		HB 5	$0,55 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 6	$0,56 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	12 %	
		HB 7	$0,90 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	18 %	
		HB 8	$0,58 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	12 %	
		HB 9	$0,67 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	14 %	
		HB 10	$0,53 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		HB 11	$0,28 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	6 %	
		HB 12	$0,40 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8 %	

**Tabelle 34:** Messergebnisse für **Kobalt (Co)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Schriftenreihe des HLUG [8]
<b>Kobalt (Co)</b>	0,21 – 0,9	0,1 – 0,5	1	5

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Kobalt (Co) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 20:** Jahres-Mittelwerte Kobalt (Co) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Vanadium (V) im Staubniederschlag

Für den Parameter Vanadium (V) im Staubniederschlag sind weder in der 39. BImSchV [1] noch in der TA Luft [4] Beurteilungskriterien genannt. Ersatzweise kommt hier ein Beurteilungswert des HLUg [8] zur Anwendung.

Es zeigt sich, dass im Jahreszeitraum für alle Messpunkte der herangezogenen Beurteilungswert (Immissionsvergleichswert  $100 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  HLUg [8]) für Vanadium (V) im Staubniederschlag unterschritten wird, der Beurteilungswert wird zu maximal 64% ausgeschöpft.

Vanadium (V) im Staubniederschlag liegt in ländlichen Gebieten im Jahresmittel in einem Bereich von 2 bis  $10 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  und in städtischen Gebieten von 10 bis  $70 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  (VDI 2267 Blatt 3 [28]).

Wie die nachfolgenden tabellarischen Übersichten und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubniederschlag an 4 Messpunkten (HB 4, HB 9, HB 11, HB 12) auf einem ländlichen Niveau und an 8 Messpunkten (HB 1, HB 2, HB 3, HB 5 bis HB 8, HB10) auf einem städtischen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

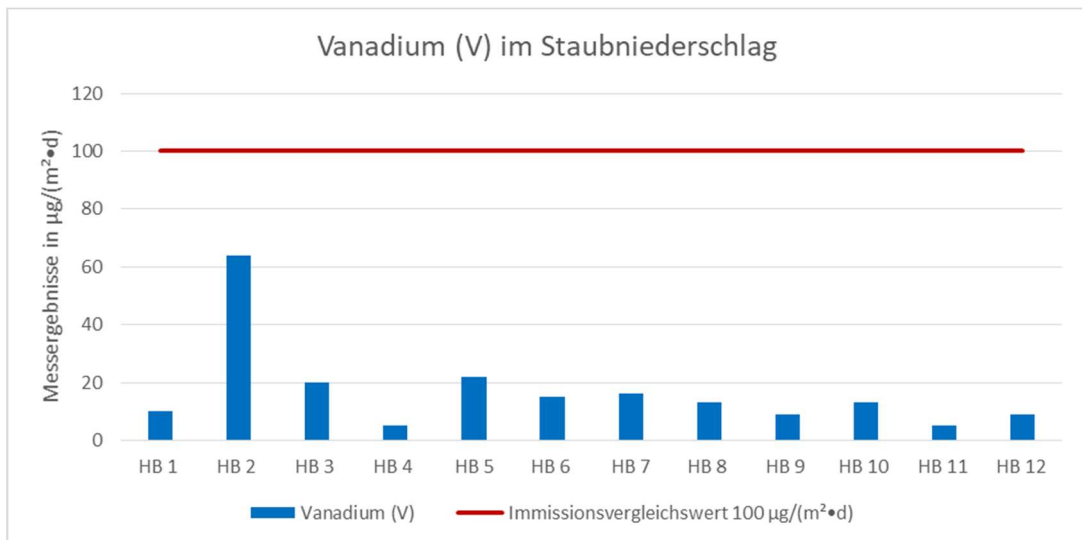
**Tabelle 35:** Jahres-Mittelwerte **Vanadium (V)** im Staubniederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Schriftenreihe des HLUg [8]	<b><math>100 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})</math></b> Jahresmittelwert	HB 1	$10 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	$64 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	64 %	
		HB 3	$20 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	20 %	
		HB 4	$5 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	
		HB 5	$22 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	22 %	
		HB 6	$15 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	15 %	
		HB 7	$16 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	16 %	
		HB 8	$13 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	
		HB 9	$9 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	9 %	
		HB 10	$13 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	
		HB 11	$5 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	
		HB 12	$9 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	9 %	

**Tabelle 36:** Messergebnisse für **Vanadium (V)** im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	Im Messgebiet HB 1 – HB 12	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Schriftenreihe des HLUG [8]
<b>Vanadium (V)</b>	5 – 64	2 – 10	10 – 70	100

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Vanadium (V) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 21:** Jahres-Mittelwerte Vanadium (V) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Zinn (Sn) im Staubbiederschlag

Für den Parameter Zinn (Sn) im Staubbiederschlag sind weder in der 39. BImSchV [1] noch in der TA Luft [4] Beurteilungskriterien genannt. Ersatzweise kommen hier Vergleichswerte oder anderweitig veröffentlichte Beurteilungswerte zur Anwendung.

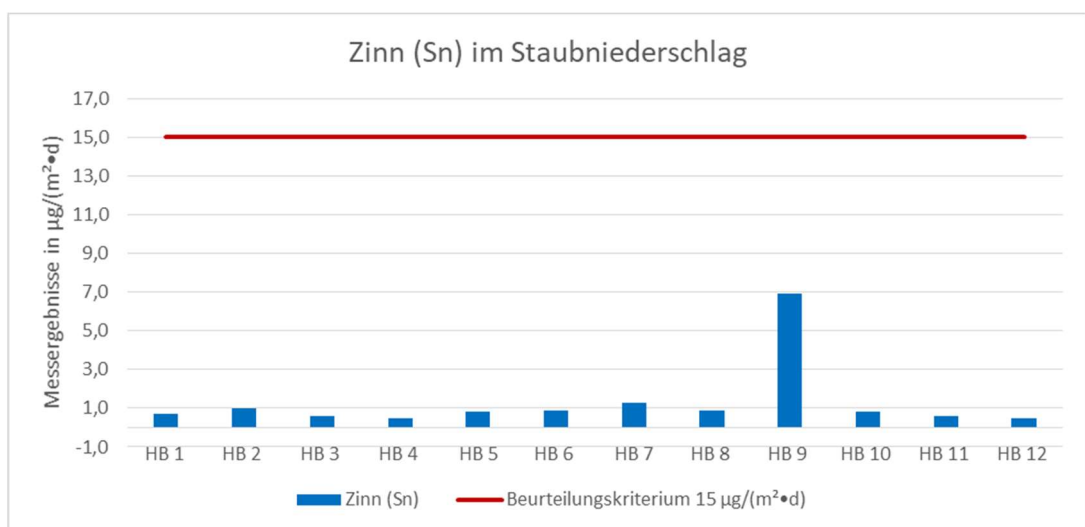
Daher werden hier hilfsweise Vergleichswerte zur Einschätzung der Belastung verwendet. Da auch die VDI 2267 Blatt 3 [28]) keine typischen Werte für die Einordnung der Zinn Deposition nennt, wird hier der von Kühling [9] angegebenen Jahresmittelwert für Zinn (Sn) im Staubbiederschlag von  $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  vergleichend herangezogen.

Es zeigt sich, dass im Jahreszeitraum für alle Messpunkte der herangezogenen Beurteilungswert ( $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  Kühling [9]) für Zinn (Sn) im Staubbiederschlag unterschritten wird, der Beurteilungswert wird am Messpunkt HB 9 zu 46% und an allen anderen Messpunkten zu maximal 9% ausgeschöpft.

**Tabelle 37:** Jahres-Mittelwerte **Zinn (Sn)** im Staubbiederschlag  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
nach Kühling [9]	<b>15 µg/(m<sup>2</sup>•d)</b> Jahresmittelwert	HB 1	0,7 µg/(m <sup>2</sup> •d)	5 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
		HB 2	1,0 µg/(m <sup>2</sup> •d)	7 %	
		HB 3	0,6 µg/(m <sup>2</sup> •d)	4 %	
		HB 4	0,5 µg/(m <sup>2</sup> •d)	3 %	
		HB 5	0,8 µg/(m <sup>2</sup> •d)	5 %	
		HB 6	0,9 µg/(m <sup>2</sup> •d)	6 %	
		HB 7	1,3 µg/(m <sup>2</sup> •d)	9 %	
		HB 8	0,9 µg/(m <sup>2</sup> •d)	6 %	
		HB 9	6,9 µg/(m <sup>2</sup> •d)	46 %	
		HB 10	0,8 µg/(m <sup>2</sup> •d)	5 %	
		HB 11	0,6 µg/(m <sup>2</sup> •d)	4 %	
		HB 12	0,5 µg/(m <sup>2</sup> •d)	3 %	

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Zinn (Sn) im Staubbiederschlag an.



**Abbildung 22:** Jahres-Mittelwerte Zinn (Sn) im Staubbiederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### Mangan (Mn) im Staubniederschlag

Für den Parameter Mangan (Mn) im Staubniederschlag sind weder in der 39. BImSchV [1] noch in der TA Luft [4] Beurteilungskriterien genannt.

Ersatzweise werden hier für eine qualitative Einstufung die in der VDI 2267 Blatt 3 gelisteten Werte für ländliche und städtische Gebiete herangezogen.

Mangan (Mn) im Staubniederschlag liegt in ländlichen Gebieten im Jahresmittel in einem Bereich von 10 bis 30  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  und in städtischen Gebieten zwischen 50 bis 300  $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$  (VDI 2267 Blatt 3 [28]).

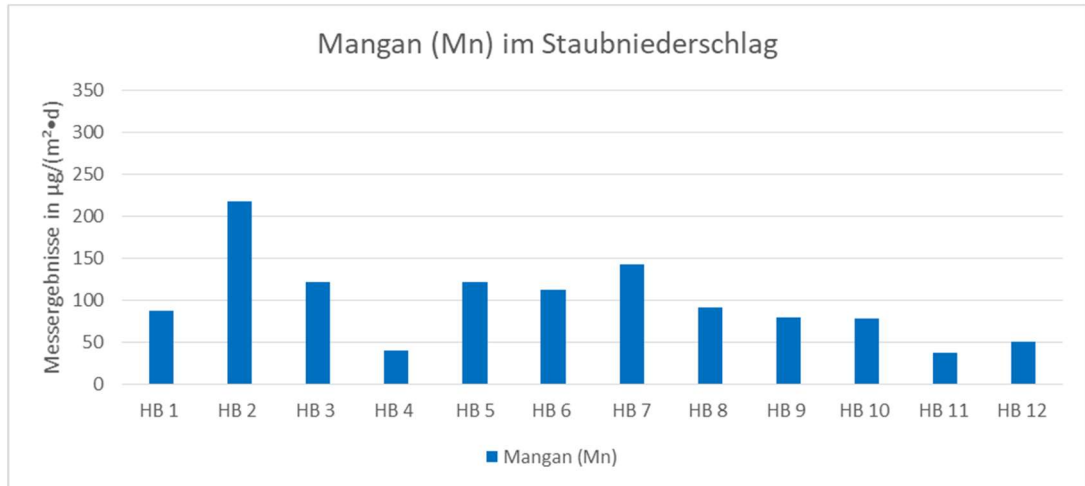
Wie die nachfolgenden tabellarische Übersicht und die grafische Darstellung zeigen, bewegen sich die Schadstoffwerte im Staubniederschlag an 2 Messpunkte (HB 4, HB 11) zwischen dem ländlichen und städtischen Niveaus und bei den restlichen 10 Messpunkten innerhalb der Bandbreite des städtischen Niveau, VDI 2267 Blatt 3 [10].

**Tabelle 38:** Einstufung der Jahres-Mittelwerte von **Mangan (Mn)** im Staubniederschlag in die Regimes der VDI 2267 Bl.3 [10]  
Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Regime VDI 2267 Blatt 3 [10]	
		ländlich / städtisch	ländlichen Gebiete: zwischen 10 bis 30 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ städtischen Gebieten zwischen 50 bis 300 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
HB 1	87 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 2	218 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 3	121 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 4	40 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	X	
HB 5	122 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 6	112 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 7	143 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 8	91 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 9	79 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 10	78 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X
HB 11	37 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	X	
HB 12	51 $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$		X

Das Land Niedersachsen gibt für seine 14 Messstationen im ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund keine Jahresmittelwerte für Mangan (Mn) im Staubniederschlag an.





**Abbildung 23:** Jahres-Mittelwerte Mangan (Mn) im Staubniederschlag über alle Messpunkte, Messzeitraum: 31.01.2019 bis 30.01.2020 (12 Monatsproben)

### 6.2.3 Ergebnisse Schwebstaub PM10 am Messpunkt HB 5

In der folgenden Tabelle sind die nach TA Luft [4] Nr. 4.6.3 ermittelten Immissions-Kenngrößen für den Parameter Schwebstaub PM10 an dem Beurteilungspunkt dargestellt. Der Jahresmittelwert von 40 µg/m³ der 39. BImSchV [1] bezüglich Schwebstaub PM10 wird am Beurteilungspunkt im unterjährigen Untersuchungszeitraum sicher unterschritten. Es wurde für den Messpunkt eine Kenngröße von 42% (HB 5) des Beurteilungswertes erreicht.

Tabelle 39: **Messergebnisse** der Schwebstaubkonzentration für PM10  
Messzeitraum 01.02.2019 bis 29.01.2020

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen bzw. Anzahl Überschreitungen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
39. BImSchV [1]	40 µg/m³ Jahresmittelwert	HB 5	16,8 µg/m³	42%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
	50 µg/m³ 24-h-Mittelwert (max. 35 Überschreitungen im Jahr)	HB 5	3		Die zulässigen 35 Überschreitungen im Jahr werden im Beurteilungszeitraum unterschritten

Die Anzahl der Überschreitungstage liegt mit drei Tagen (02.02.2019, 28.02.2019, 01.01.2020) im Beurteilungszeitraum deutlich unterhalb der nach 39. BImSchV [1] zulässigen 35 Überschreitungen im Jahr. Dieser Anstieg der Schwebstaubkonzentrationen ist in der Regel großflächig zu beobachten und wurde auch an anderen Messstationen gemessen.

**Tabelle 40:** PM10-Überschreitungstage (PM10 > 50 µg/m<sup>3</sup>) im großräumigen Vergleich

Überschreitungstage	HB 5 µg/m <sup>3</sup>	Bremen Ost* µg/m <sup>3</sup>	Bremerhaven* µg/m <sup>3</sup>	Osnabrück** µg/m <sup>3</sup>	Ostfriesland** µg/m <sup>3</sup>
2.2.2019	53,7	58,2	59	48	49
28.2.2019	58,9	78,0	44	64	62
1.1.2020	84,7	183	42	nv	nv

\* nicht validierte Daten 2019 des Luftmessnetz Bremen [29]

\*\* Daten 2019 des Lufthygienischen Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN) [30]

nv: nicht vorliegend

Der zeitliche Verlauf (siehe Abbildung 7 Abschnitt 5.2) der Einzelwerte zeigt einen überwiegend gleichförmigen Verlauf mit etwas größeren Schwankungen im Frühjahr 2019 und einer nicht außergewöhnlichen Spitze (Sylvester/Neujahr) zum Jahreswechsel 2019/2020.

Das Bundesland Bremen [31] gibt für seine 6 Messstationen mit städtischen Hintergrund und auch das Land Niedersachsen [27] gibt für seine 21 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Schwebstaub PM10 an (siehe folgende Tabelle). Die im Untersuchungsgebiet im ganzjährigen Messzeitraum bestimmte mittlere PM10 Konzentrationen liegt innerhalb des für 2018 in Bremen und Niedersachsen bestimmten Wertebereiches.

Beim Vergleich der Daten mit den Ergebnissen des Messgebietes ist zu beachten, dass die zu Grunde liegenden Zeiträume nicht Deckungsgleich sind.

**Tabelle 41:** Messergebnisse für **Schwebstaub PM10** im Vergleich

Werte in µg/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Bremen 2018 [31]	Niedersachsen 2018 [27]	Immissionswert nach 39. BImSchV [1]
<b>Mittelwert PM10</b>	16,8	17 – 20	10 – 18	40
Anzahl der Tage mit >50 µg/m <sup>3</sup>	3	4 – 10	0 – 7	max. 35

#### 6.2.4 Ergebnisse Inhaltsstoffe in Schwebstaub PM10 am Messpunkt HB 5

##### **Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Nickel (Ni)**

In der 39. BImSchV [1] werden Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Einwirkungen auf den Mensch aufgeführt. Diese betragen für Arsen (As) 6 ng/m<sup>3</sup>, für Blei (Pb) 500 ng/m<sup>3</sup>, für Cadmium (Cd) 5 ng/m<sup>3</sup> und für Nickel (Ni) 20 ng/m<sup>3</sup>. Demnach ist der Schutz vor schädlichen Einwirkungen durch die die vorgenannten Stoffe in PM10 sichergestellt, sofern die

Gesamtbelastung am Beurteilungspunkt diese Werte unterschreitet. Die vorgenannten Immissionswerte gelten als Mittelwert des jeweiligen Parameters über ein Jahr.

Die Belastung des Schwebstaubs PM10 mit Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Nickel (Ni) ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Es zeigt sich, dass die zugehörigen Beurteilungswerte im ganzjährigen Untersuchungszeitraum sicher unterschritten werden.

**Tabelle 42:** Messergebnisse Schwebstaub PM10 Inhaltsstoff: **Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Nickel (Ni)**; Bewertung gemäß 39. BImSchV [1]  
Messzeitraum: 01.02.2019 bis 29.01.2020

Element	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
<b>Arsen (As)</b>	6 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	0,63 ng/m <sup>3</sup>	11%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
<b>Blei (Pb)</b>	500 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	5,3 ng/m <sup>3</sup>	1%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
<b>Cadmium (Cd)</b>	5 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	0,17 ng/m <sup>3</sup>	3%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
<b>Nickel (Ni)</b>	20 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	10 ng/m <sup>3</sup>	50%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.

Die Schadstoffkonzentrationen der Elemente Arsen (As), Blei (Pb) und Cadmium (Cd) im Schwebstaub PM10 können entsprechend VDI 2267 Blatt 3 [10] in den typischen Konzentrationsbereich ländlicher Gebiete eingeordnet werden. Das Element Nickel (Ni) im Schwebstaub PM10 kann, wenn auch am oberen Ende des Bereiches, in den typischen Konzentrationsbereich städtischer Gebiete eingeordnet werden, VDI 2267 Blatt 3 [10].

Das Bundesland Bremen gibt keine Jahresmittelwerte für Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10 an, daher werden zur Orientierung Messwerte aus Niedersachsen herangezogen werden. Das Bundesland Niedersachsen [27] ermittelt an 2 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für die Inhaltsstoffe Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd) und Nickel (Ni) im Schwebstaub PM10, siehe folgende Tabelle. Die im Untersuchungsgebiet im ganzjährigen Messzeitraum bestimmten mittleren Konzentrationen der Elemente liegen für die Elemente Blei (Pb) und Cadmium (Cd) innerhalb, der für 2018 in Niedersachsen bestimmten Werte. Das Element Arsen (As) liegt knapp oberhalb der Bandbreite. Das Element Nickel (Ni) liegt oberhalb der in Niedersachsen für 2018 ermittelten Jahresmesswerte.

**Tabelle 43:** Messergebnisse für **Arsen (As)**, **Blei (Pb)**, **Cadmium (Cd)** und **Nickel (Ni)** in Schwebstaub PM10 im Vergleich

Werte in ng/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Niedersachsen 2018 [27]	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Immissionswert nach 39. BImSchV [1]
<b>Arsen (As)</b>	0,63	0,46 – 0,61	0,01 – 1,0	0,1 – 2,5	6
<b>Blei (Pb)</b>	5,3	4 - 21	0,1 - 10	2 - 50	500
<b>Cadmium (Cd)</b>	0,17	0,10 – 0,36	0,01 – 0,3	0,1 - 1	5
<b>Nickel (Ni)</b>	10	0,7 – 2,2	0,1 - 5	1 - 10	20

Beim Vergleich der Daten mit den Ergebnissen des Messgebietes ist zu beachten, dass die zu Grunde liegenden Zeiträume nicht deckungsgleich sind.

#### **Kupfer (Cu) in Schwebstaub PM10**

Für Kupfer (Cu) im Schwebstaub PM10 ist sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] kein Immissionswert festgelegt. Zur Beurteilung der Immissionssituation wird ersatzweise das Beurteilungskriterium für die Bewertung von Arbeitsplätzen [11] (Arbeitsplatzgrenzwert, Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen) herangezogen.

Der Grenzwertvorschlag der DFG-Senatskommission für Arbeitsplätze liegt für Kupfer (Cu) bei 0,01 mg/m<sup>3</sup>. Dieser für die arbeitsmedizinische Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz geltender Grenzwert kann für die Bewertung der Immissionssituation nur hilfweise bei gleichzeitiger Division durch 100 zur Bewertung heran gezogen werden (1 %-Kriterium).

In der folgenden Tabelle wird die im ganzjährigen Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [4] ermittelten Immissions-Jahres-Kenngröße für den Parameter Kupfer (Cu) im Schwebstaub PM10 dargestellt. Die analog der Nr. 4.6.3 der TA Luft [4] durchgeführte Auswertung zeigt, dass der genannte Beurteilungsmaßstab im Beurteilungszeitraum mit einer Ausschöpfung des Beurteilungswerts von 9% sicher unterschritten wird.

**Tabelle 44:** Messergebnisse Schwebstaub PM10 Inhaltsstoff:  
**Kupfer (Cu);**  
Bewertung gemäß empf. Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) hier: AGW/100 [11]  
Messzeitraum: 01.02.2019 bis 29.01.2020

Element	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
<b>Kupfer (Cu)</b>	100 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	8,5 ng/m <sup>3</sup>	9%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.

Die Kupfer-Konzentration im Schwebstaub am Messpunkt kann entsprechend VDI 2267 Blatt 3 [10] in den typischen Konzentrationsbereich ländlicher bis städtischer Gebiete eingestuft werden.

**Tabelle 45:** Messergebnisse für **Kupfer (Cu)** im Schwebstaub PM10 im Vergleich

Werte in ng/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Beurteilungswert nach Empf. Arbeitsplatzgrenzwert AGW hier: AGW/100 [11]
<b>Kupfer (Cu)</b>	8,5	2 – 10	5 – 100	100

### Chrom (Cr) und Vanadium (V) in Schwebstaub PM10

Für Chrom (Cr) und Vanadium (V) im Schwebstaub PM10 ist sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] kein Immissionswert festgelegt. Zur Beurteilung der Immissionssituation werden ersatzweise die Beurteilungskriterien der Bund / Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [12] angewandt. Die Beurteilungswerte betragen für Chrom (Cr) 17 ng/m<sup>3</sup> und für Vanadium (V) 20 ng/m<sup>3</sup>.

In der folgenden Tabelle wird die im ganzjährigen Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [4] ermittelten Immissions-Jahres-Kenngröße für die Parameter Chrom (Cr) und Vanadium (V) im Schwebstaub PM10 dargestellt. Die analog der Nr. 4.6.3 der TA Luft [4] durchgeführte Auswertung zeigt, dass die genannten Beurteilungsmaßstäbe im Beurteilungszeitraum mit einer Ausschöpfung der Beurteilungswerte von 45% für Chrom (Cr) und 5% für Vanadium (V) unterschritten werden.

**Tabelle 46:** Messergebnisse Schwebstaub PM10 Inhaltsstoffe:  
**Chrom (Cr) und Vanadium (V);** Bewertung gemäß der Bund / Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [12]  
Messzeitraum: 01.02.2019 bis 29.01.2020

Element	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
<b>Chrom (Cr)</b>	17 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	7,7 ng/m <sup>3</sup>	45%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
<b>Vanadium (V)</b>	20 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	1,0 ng/m <sup>3</sup>	5%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.

Die Chrom-Konzentrationen im Schwebstaub am Messpunkt kann entsprechend VDI 2267 Blatt 3 [10] in den typischen Konzentrationsbereich städtischer Gebiete eingestuft werden. Die Konzentration von Vanadium im Schwebstaub liegt innerhalb und an unteren Ende der Wertespanne (gemäß der VDI 2267 Blatt 3 [10]) welche für ländliche und städtische Gebiete gleichermaßen gilt.

**Tabelle 47:** Messergebnisse für **Chrom (Cr) und Vanadium (V)** im Schwebstaub PM10 im Vergleich

Werte in ng/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Beurteilungswert nach Bund / Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) [12]
<b>Chrom (Cr)</b>	7,7	0,5 – 3	1 – 10	17
<b>Vanadium (V)</b>	1,0	1 – 5	1 – 5	20

### Mangan (Mn) in Schwebstaub PM10

Für Mangan (Mn) im Schwebstaub PM10 ist sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] kein Immissionswert festgelegt. Zur Beurteilung der Immissionssituation wird ersatzweise der WHO Leitwert [13] von 150 ng/m<sup>3</sup> als Beurteilungskriterium angewandt.

In der folgenden Tabelle wird die im ganzjährigen Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [4] ermittelten Immissions-Jahres-Kenngröße für den Parameter Mangan (Mn) im Schwebstaub PM10 dargestellt. Die analog der Nr. 4.6.3 der TA Luft [4] durchgeführte Auswertung zeigt, dass der genannte Beurteilungsmaßstab im Beurteilungszeitraum mit einer Ausschöpfung des Beurteilungswerts von 11% unterschritten wird.

**Tabelle 48:** Messergebnisse Schwebstaub PM10 Inhaltsstoff:  
**Mangan (Mn);** Bewertung gemäß WHO [13]  
Messzeitraum: 01.02.2019 bis 29.01.2020

Element	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
<b>Mangan (Mn)</b>	150 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	17 ng/m <sup>3</sup>	11%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.

Die Mangan Konzentrationen im Schwebstaub am Messpunkt kann entsprechend VDI 2267 Blatt 3 [10] in den typischen Konzentrationsbereich städtischer Gebiete eingestuft werden.

**Tabelle 49:** Messergebnisse für **Mangan (Mn)** im Schwebstaub PM10 im Vergleich

Werte in ng/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Beurteilungswert nach WHO [13]
<b>Mangan (Mn)</b>	17	5 – 10	10 – 100	150

#### **Antimon (Sb), Eisen (Fe) und Kobalt (Co) in Schwebstaub PM10**

Für Antimon (Sb), Eisen (Fe) und Kobalt (Co) im Schwebstaub PM10 sind sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] keine Immissionswerte festgelegt.

Zur Beurteilung der Immissionsituation wird ersatzweise der Immissionsvergleichswert aus der Schriftenreihe des HLUg [8] von jeweils 20 ng/m<sup>3</sup> für Antimon (Sb) und Kobalt (Co) sowie 20 µg/m<sup>3</sup> für Eisen (Fe) als Beurteilungskriterium angewandt.

In der folgenden Tabelle wird die im ganzjährigen Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [4] ermittelten Immissions-Jahres-Kenngröße für die Antimon (Sb), Eisen (Fe) und Kobalt (Co) im Schwebstaub PM10 dargestellt.

Die analog der Nr. 4.6.3 der TA Luft [4] durchgeführte Auswertung zeigt, dass die genannten Beurteilungsmaßstäbe im Beurteilungszeitraum mit einer Ausschöpfung der Beurteilungswerte von 5% für Antimon (Sb), 4% für Eisen (Fe) und 1% für Kobalt (Co) sicher unterschritten werden.

**Tabelle 50:** Messergebnisse Schwebstaub PM10 Inhaltsstoffe:  
**Antimon (Sb), Eisen (Fe) und Kobalt (Co)**  
Bewertung gemäß Immissionsvergleichswert, Schriftenreihe des HLUG [8]  
Messzeitraum: 01.02.2019 bis 29.01.2020

Element	Beurteilungswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
<b>Antimon (Sb)</b>	20 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	1,1 ng/m <sup>3</sup>	5%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
<b>Eisen (Fe)</b>	20000 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	844 ng/m <sup>3</sup>	4%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.
<b>Kobalt (Co)</b>	20 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	0,21 ng/m <sup>3</sup>	1%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.

Die Antimon-Konzentrationen im Schwebstaub am Messpunkt kann entsprechend VDI 2267 Blatt 3 [10] in den typischen Konzentrationsbereich ländlicher Gebiete eingestuft werden. Die Eisen und Kobalt Konzentrationen im Schwebstaub am Messpunkt können entsprechend VDI 2267 Blatt 3 [10] in den typischen Konzentrationsbereich städtischer Gebiete eingestuft werden.

**Tabelle 51:** Jahresmittelwerte für **Antimon (Sb), Eisen (Fe) und Kobalt (Co)** im Schwebstaub PM10 im Vergleich

Werte in ng/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]
<b>Antimon (Sb)</b>	1,1	0,01 – 1,5	2 – 50
<b>Eisen (Fe)</b>	844	10 – 500	1.000 – 10.000
<b>Kobalt (Co)</b>	0,21	0,08 – 0,14	0,1 – 0,5



### Thallium (Tl) und Zinn (Sn) in Schwebstaub PM10

Für Thallium (Tl) und Zinn (Sn) im Schwebstaub PM10 sind sowohl in der TA Luft [4] als auch in der 39. BImSchV [1] keine Immissionswerte festgelegt.

Um eine qualitative Einstufung zu ermöglichen wird auf typische Konzentrationsbereiche zurückgegriffen, die in der VDI 2267 Blatt 3 [10] für den ländlichen und städtischen Raum gelistet sind. Die Ermittelten Jahresmittelwerte sind in der folgenden Tabelle den Vergleichswerten aus der VDI 2267 Blatt 3 [10] gegenübergestellt.

Die Konzentration von Thallium im Schwebstaub liegt unter dem Maximalwert (gemäß der VDI 2267 Blatt 3 [10]) welcher für ländliche und städtische Gebiete gleichermaßen gilt. Die Zinn Konzentration liegt zwischen den Bereichswerten der VDI 2267 Blatt 3 [10] für ländliche und städtische Gebiete.

**Tabelle 52:** Jahresmittelwerte für **Thallium (Tl)** und **Zinn (Sn)** im Schwebstaub PM10 im Vergleich

Werte in ng/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [10]
<b>Thallium (Tl)</b>	0,04	bis 0,1	bis 0,1
<b>Zinn (Sn)</b>	1,3	bis 1	5 – 20

### Benzo(a)pyren in Schwebstaub PM10

Für das kanzerogen wirkende Benzo(a)pyren (BaP) als Bestandteil des Schwebstaubes PM10 ist in der 39. BImSchV [1] ein Immissionswert von 1 ng/m<sup>3</sup>, der als Mittelwert für ein gesamtes Jahr gilt, angegeben. Benzo(a)pyren (BaP) ist der Leitparameter für die Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK).

**Tabelle 53:** Messergebnisse Schwebstaub PM10 Inhaltsstoff: **Benzo(a)pyren (BaP)**;  
Bewertung gemäß 39. BImSchV [1]  
Messzeitraum: 01.02.2019 bis 29.01.2020

Inhaltsstoff	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
<b>Benzo(a)pyren (BaP)</b>	1 ng/m <sup>3</sup> Jahresmittelwert	HB 5	0,13 ng/m <sup>3</sup>	13%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten.

Vergleichswerte für Benzo(a)pyren im Schwebstaub liegen für Norddeutschland nur für drei Messstationen aus dem städtischen Raum in Schleswig-Holstein aus dem Jahr 2018 [32] vor. Die im Untersuchungsgebiet im ganzjährigen Messzeitraum bestimmte mittlere Konzentration von Benzo(a)pyren liegt unterhalb der für 2018 in Schleswig-Holstein [32] bestimmten Werte für den städtischen Raum.

**Tabelle 54:** Messergebnisse für **Benzo(a)pyren** (BaP), im Schwebstaub PM10 im Vergleich

Werte in ng/m <sup>3</sup>	Im Messgebiet HB 5	Schleswig-Holstein 2018 [32]	Immissionswert nach 39. BImSchV [1]
<b>Benzo(a)pyren</b> (BaP)	0,13	0,14 – 0,21	1

Beim Vergleich der Daten mit den Ergebnissen des Messgebietes ist zu beachten, dass die zu Grunde liegenden Zeiträume nicht Deckungsgleich sind.


### 6.3 Plausibilitätsprüfung

Die Messergebnisse entsprechen in ihrer Höhe und dem zeitlichen Verlauf dem erwarteten Bild für ein Messgebiet dieser Prägung vorstädtisches / städtisches Niveau mit industriellen und gewerblichen Einfluss im Norddeutschen Raum. Die Gegenüberstellung der ermittelten Messwerte im Vergleich zu Messwerten (für das Jahr 2018) von Messstationen des Landes Niedersachsen und den Angaben aus den Richtlinien zur vergleichenden Einstufung von Messwerten bestätigt diese Einschätzung.

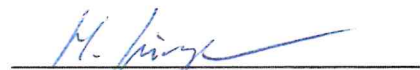
Auffälligkeiten in Form von stark erhöhten Schadstoffbelastungen (z.B. Grenzwert-Überschreitungen) konnten nicht beobachtet werden. Einzig die Belastungshöhe für Eisen ist an einigen Messorten erhöht, welches vermutlich auf die anliegende industrielle Verarbeitung (u.a. Stahlerzeugung) zurückzuführen ist.

Unplausible Ergebnisse traten im Laufe des Messprogrammes nicht auf.

Hamburg, den 29.05.2020



Dr. Klaus Berger  
(Projektleiter / Fachlich Verantwortlicher)



Holger Jürgensen  
(stellvertretender Projektleiter)

---

## 7 Literaturverzeichnis

- [1] 39. *BimSchV*, Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes; Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (2010-08) Stand 2016-10.
- [2] *BImSchG*, Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist.
- [3] *VDI 4220 Blatt 2 (2018-11)*, Anforderungen an Stellen für die Ermittlung luftverunreinigender Stoffe an stationären Quellen und in der Außenluft; Anforderungen an Messberichte.
- [4] *TA Luft (2002)*, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA-Luft).
- [5] *BBodSchV*, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.
- [6] *BBoSchG*, Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist.
- [7] *Luftüberwachung Sachsen-Anhalt (LÜSA) - Internetseite*, Link: <http://www.luesa.sachsen-anhalt.de/luesa-web/> - Startseite/Veröffentlichungen/Schadstoffe/Bewertungsmaßstäbe, letzter Aufruf 21.02.2020, 7:50.
- [8] *Schriftenreihe Luftreinhaltung in Hessen*, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Luftreinhaltung in Hessen, Heft 3, Wiesbaden 2003.
- [9] *Kühling (1994)*, W. Kühling, J. Peters: Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen, Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge; Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, Dortmund, 1995.
- [10] *VDI 2267 Blatt 3 (2015-03)*, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Aufschlussvarianten für Staubproben zur anschließenden Bestimmung der Massenkonzentration von Al, Sb, As, Pb, Cd, Ca, Cr, Co, Fe, K, Cu, Mg, Mn, Na, Ni, Se, V und Zn.
- [11] *MAK- und BAT-Werte-Liste 2019*, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 55 vom 01. Juli 2019.
- [12] *LAI (2004)*, Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind.
- [13] *WHO (2000)*, WHO air quality guidelines for Europe, 2nd edition. 2000; [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/74732/E71922.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf).
- [14] *VDI 4320 Blatt 2:2012-01*, Messung atmosphärischer Depositionen - Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode.
- [15] *DIN EN 12341 (2014-08)*, Außenluft - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM10 oder PM2,5 Massenkonzentration des Schwebstaubes.
- [16] *DIN EN ISO/IEC 17025:2005*, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien - deutsche Ausgabe.
- [17] *DIN EN 15841 (2010-04)*, Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition.
- [18] *DIN EN 14902 (2005-10)*, Außenluftbeschaffenheit - Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM10-Fraktion des Schwebstaubes.

- 
- [19] *VDI 2267 Blatt 2 (2019-02)*, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V und Zn als Bestandteil der atmosphärischen Deposition nach Probenahme mit Bulk- und Wet-only-Sammlern mittels ICP.
- [20] *DIN EN 15549:2008-06*, Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft.
- [21] *DIN EN 12341 (2014-08)*, Außenluft - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM<sub>10</sub>- oder PM<sub>2,5</sub>-Massenkonzentration des Schwebstaubes.
- [22] *VDI 4280 Blatt 1 (2014-10)*, Planung von Immissionsmessungen - Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit.
- [23] *DIN V ENV 13005:1999-06*, Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen.
- [24] *DIN EN ISO 20988:2007-09*, Luftbeschaffenheit - Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit.
- [25] *GUM 2008*, Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement; JCGM 100:2008; GUM 1995 with minor corrections.
- [26] *Deutscher Wetter Dienst*, Internetlink: [www.dwd.de](http://www.dwd.de).
- [27] *Luftqualitätsüberwachung Niedersachsen – Jahresbericht 2018*, Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim - Zentrale Unterstützungsstelle Lufteinhaltung, Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge, Bericht Nr. 42-19-005. Stand 07.11.2019.
- [28] *VDI 2267 Blatt 3 (2015-03)*, Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Aufschlussvarianten für Staubproben zur anschließenden Bestimmung der Massenkonzentration von Al, Sb, As, Pb, Cd, Ca, Cr, Co, Fe, K, Cu, Mg, Mn, Na, Ni, Se, V und Zn.
- [29] *Internetabruf vom 13.05.2020 für nicht validierte Daten PM10 aus 2019*, Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau; Quelle: <https://luftmessnetz.bremen.de/lqi>.
- [30] *Messdaten aus 2019 für PM10 von Messstationen in Niedersachsen*, Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim, Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung für Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge (ZUS LLGS), Lufthygienischen Überwachungssystem Niedersachsen (LÜN).
- [31] *Luftüberwachungssystem Bremen – Jahresbericht 2018*, Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau "Das Bremer Luftüberwachungssystem - Jahresbericht 2018".
- [32] *Luftqualität in Schleswig-Holstein Jahresübersicht 2018*, Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.

---

## **ANHANG**

zum Abschlussbericht 66010-021 | B01

### **Inhaltsverzeichnis Anhang**

<b>Anhang I: Messwerte</b>	<b>2</b>
<b>Tabelle A-1: Monatsmesswerte Staubniederschlag HB 1 bis HB 12</b>	<b>2</b>
<b>Tabelle A-2: Monatliche Messwerte Inhaltsstoffe im Staubniederschlag, HB 1 bis HB 12</b>	<b>4</b>
<b>Tabelle A-3: Tagesmesswerte Schwebstaub PM10 für Messpunkt HB 5</b>	<b>16</b>
<b>Tabelle A-4: Monatliche Messwerte Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10 Messpunkt HB 5</b>	<b>22</b>
<b>Anhang II: Fotos der Messpunkte</b>	<b>23</b>
<b>Anhang III: Messplan</b>	<b>35</b>
<b>Tabelle A-5: Probenwechselplan</b>	<b>35</b>
<b>Anhang IV: Monatsgrafiken zur PM10 Konzentration</b>	<b>36</b>
<b>Anhang V: Legende Flächennutzungsplan der Freien und Hansestadt Bremen</b>	<b>42</b>

## Anhang I: Messwerte

### Lage der Messpunkte

Messpunkt	Lage
HB 1	De Zeegenhoff, Niederbürener Landstr. 5
HB 2	Lesumbroker Landstraße 156
HB 3	Kleingartenanlage Grambke, Dunger Straße
HB 4	TURA Kanuverein Lesumer Hafen, Am Lesumhafen
HB 5	Schule an der Grambker Heerstraße, Grambker Heerstr. 121
HB 6	Parkplatz Grambker Kirche, Hinter der Grambker Kirche 7
HB 7	Grundschule Oslebshausen, An der Fuchtelkuhle 15
HB 8	Luftmessstation Oslebshausen, Menkenkamp
HB 9	Evangelisches Diakonissenmutterhaus Bremen, Adelenstraße 68
HB 10	Hasenbüren, Am Glockenstein
HB 11	Kläranlage Seehausen, Seehauser Landstraße, Zufahrt Klärwerk
HB 12	Wassersporthafen Hasenbüren

**Tabelle A-1: Monatsmesswerte Staubniederschlag HB 1 bis HB 12**

### Messergebnisse für Messmonat 1 bis 6

Staubniederschlag in [g/(m <sup>2</sup> •d)]						
Messpunkt:	Feb 2019	Mrz 2019	Apr 2019	Mai 2019	Jun 2019	Jul 2019
HB 1	0,033	0,064	0,109	0,061	0,150	0,098
HB 2	0,029	0,037	0,203	0,073	0,210	0,162
HB 3	0,064	0,068	0,135	0,054	0,282	0,132
HB 4	0,039	0,054	0,058	0,058	0,081	0,046
HB 5	a) (21,36)	0,094	0,104	0,057	0,175	0,086
HB 6	0,072	0,091	0,076	0,059	0,169	0,132
HB 7	b) -/-	0,146	0,181	0,088	0,167	c) 0,131
HB 8	0,060	0,086	0,069	0,068	0,110	0,086
HB 9	0,055	0,075	0,085	0,068	0,142	0,110
HB 10	0,050	0,073	0,106	0,166	0,201	0,088
HB 11	0,039	0,048	0,077	0,060	0,086	0,076
HB 12	0,034	0,042	0,101	0,059	0,147	0,104

Legende:

- a) HB 5: Im Messzeitraum Februar 2019 befand sich im Bergerhoffgerät Sand/Erde - dieser Messwert wird daher nicht in die Mittelwertbildung mit einbezogen.
- b) HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Februar 2019 entwendet.
- c) HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Juli 2019 von Unbekannten an den Rand/Zaun der Freifläche versetzt. Der Messwert geht in die Mittelwertbildung mit ein.

### Messergebnisse für Messmonat 7 bis 12

Staubniederschlag in [g/(m <sup>2</sup> •d)]						
Messpunkt:	Aug 2019	Sep 2019	Okt 2019	Nov 2019	Dez 2019	Jan 2020
HB 1	0,125	0,112	0,296	0,032	0,024	0,026
HB 2	0,098	0,081	0,048	0,019	0,025	0,022
HB 3	0,087	0,047	0,091	0,060	0,047	0,058
HB 4	0,053	0,047	0,050	0,022	0,031	0,033
HB 5	0,125	0,108	0,114	0,022	0,071	0,101
HB 6	0,223	0,125	0,198	0,050	0,065	0,098
HB 7	<sup>d)</sup> 0,242	0,096	0,266	<sup>e)</sup> (0,556)	<sup>f)</sup> 0,050	0,088
HB 8	0,106	0,093	0,070	0,069	0,046	0,068
HB 9	0,110	0,091	0,168	0,078	0,045	0,055
HB 10	0,144	0,088	0,055	0,022	0,020	0,035
HB 11	0,080	0,052	0,058	0,020	0,020	0,036
HB 12	0,116	0,046	0,059	0,025	0,026	0,023

Legende:

- <sup>d)</sup> HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde am 05.08.2019 an den ursprünglichen Platz zurück versetzt. Der Messwert geht in die Mittelwertbildung mit ein.
- <sup>e)</sup> HB 7: Im Bergerhoffgerät befand sich nach der Probenahme eine hohe Zahl an Blättern und feiner "Staub" - ein Fremdeintrag ist wahrscheinlich. Dieser Messwert geht daher nicht in die Mittelwertbildung mit ein.
- <sup>f)</sup> HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Dezember 2019 von Unbekannten ca. 75 m Richtung süd-ost versetzt. Der Messwert geht in die Mittelwertbildung mit ein.

**Tabelle A-2: Monatliche Messwerte Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag, HB 1 bis HB 12**

**Messzeitraum vom 01.02.2019 bis 29.01.2020**

Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) / Nachweisgrenze (NWG) gehen mit dem halben Betrag der Bestimmungsgrenze (BG) / Nachweisgrenze (NWG) in die Mittelwertbildung ein.

Kursive Messwerte sind kleiner BG / NWG, der angezeigte Wert entspricht der halben BG / NWG.

**Messmonat 1 – Februar 2019**

Ergebnisse in µg/m <sup>2</sup> •d						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,23	0,23	0,23	0,23	<sup>a</sup> 7,69	0,46
Arsen (As)	0,08	0,08	0,21	0,08	<sup>a</sup> 40,9	0,26
Blei (Pb)	2,01	0,89	2,30	1,83	<sup>a</sup> 1622	3,88
Cadmium (Cd)	0,73	0,04	0,08	0,06	<sup>a</sup> 4,35	0,10
Chrom (Cr)	3,54	3,17	15,9	4,91	<sup>a</sup> 230	14,3
Eisen (Fe)	1257	1618	6689	3168	<sup>a</sup> 67182	9605
Kobalt (Co)	0,14	0,13	0,41	0,20	<sup>a</sup> 69,6	0,57
Kupfer (Cu)	4,62	2,96	6,11	6,76	<sup>a</sup> 451	7,15
Mangan (Mn)	37,0	41,9	195	97,0	<sup>a</sup> 4420	174
Nickel (Ni)	3,47	0,77	2,81	1,39	<sup>a</sup> 188	3,94
Thallium (Tl)	0,03	0,03	0,03	0,03	<sup>a</sup> 2,38	0,03
Vanadium (V)	8,20	7,71	43,4	10,9	<sup>a</sup> 212	32,6
Zinn (Sn)	0,61	0,61	0,61	0,61	<sup>a</sup> 13,2	0,61

Legende:

a) HB 5: Im Messzeitraum Februar 2019 befand sich im Bergerhoffgerät Sand/Erde - diese Messwerte werden daher nicht in die Mittelwertbildung mit einbezogen

Ergebnisse in µg/m <sup>2</sup> •d						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	<sup>b</sup>	0,62	1,24	0,66	0,23	0,23
Arsen (As)	<sup>b</sup>	0,62	1,24	0,66	0,23	0,23
Blei (Pb)	<sup>b</sup>	4,48	10,8	4,85	1,89	1,70
Cadmium (Cd)	<sup>b</sup>	0,10	0,22	0,06	0,04	0,04
Chrom (Cr)	<sup>b</sup>	7,53	15,2	4,50	3,42	2,23
Eisen (Fe)	<sup>b</sup>	4393	4615	4774	3492	2637
Kobalt (Co)	<sup>b</sup>	0,47	0,80	0,36	0,23	0,21
Kupfer (Cu)	<sup>b</sup>	10,6	15,9	3,78	3,90	3,54
Mangan (Mn)	<sup>b</sup>	98,4	97,2	49,7	38,9	24,0
Nickel (Ni)	<sup>b</sup>	2,68	5,04	2,02	1,49	1,20
Thallium (Tl)	<sup>b</sup>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vanadium (V)	<sup>b</sup>	11,4	12,2	7,49	4,85	5,14
Zinn (Sn)	<sup>b</sup>	1,30	2,16	0,61	0,61	0,61

Legende:

b) HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Februar 2019 entwendet



### Messmonat 2 – März 2019

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,65
Arsen (As)	0,27	0,19	0,23	0,18	0,31	0,30
Blei (Pb)	6,30	1,72	3,14	1,93	4,04	5,37
Cadmium (Cd)	0,14	0,12	0,15	0,11	0,17	0,14
Chrom (Cr)	6,32	4,66	9,66	4,45	12,4	11,8
Eisen (Fe)	1492	754	4291	1188	6528	10612
Kobalt (Co)	0,25	0,15	0,32	0,17	0,53	0,78
Kupfer (Cu)	5,60	4,80	4,10	7,10	7,26	11,6
Mangan (Mn)	69,9	41,3	115	42,2	164	157
Nickel (Ni)	1,97	1,49	2,37	1,74	3,51	4,31
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	6,71	13,1	22,7	6,30	27,5	22,1
Zinn (Sn)	2,78	0,21	0,21	0,21	0,57	0,57

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	1,07	0,72	1,30	0,53	0,21	0,21
Arsen (As)	0,56	0,41	0,73	0,29	0,16	0,15
Blei (Pb)	11,2	9,70	23,7	2,44	1,58	1,53
Cadmium (Cd)	0,24	0,45	0,63	0,06	0,07	0,07
Chrom (Cr)	20,3	11,8	14,5	6,38	3,51	4,55
Eisen (Fe)	16338	8472	6441	7041	1988	2225
Kobalt (Co)	1,35	1,04	1,34	0,49	0,19	0,18
Kupfer (Cu)	24,5	13,0	20,0	5,75	3,41	4,07
Mangan (Mn)	240	131	85,9	66,0	23,8	21,1
Nickel (Ni)	7,29	4,96	7,65	2,97	1,57	1,41
Thallium (Tl)	0,07	0,07	0,07	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	39,0	23,3	10,8	15,3	4,38	3,71
Zinn (Sn)	1,27	1,70	2,48	0,21	0,21	0,21

### Messmonat 3 – April 2019

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,23	0,47	0,23	0,23	0,61	0,62
Arsen (As)	0,88	1,19	0,86	0,60	0,84	0,62
Blei (Pb)	4,81	7,12	4,98	3,85	6,81	5,24
Cadmium (Cd)	0,11	0,10	0,13	0,08	0,13	0,58
Chrom (Cr)	11,2	62,8	13,0	4,10	6,70	6,36
Eisen (Fe)	5577	8636	3798	1576	3071	4003
Kobalt (Co)	0,55	0,67	0,86	0,27	0,48	0,43
Kupfer (Cu)	5,80	18,0	12,8	9,42	9,35	8,29
Mangan (Mn)	184	805	134	43,9	68,5	76,0
Nickel (Ni)	2,68	2,96	2,42	1,28	2,19	2,44
Thallium (Tl)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vanadium (V)	21,59	251	12,02	5,00	8,56	7,34
Zinn (Sn)	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	0,50	0,57	0,81	0,61	0,53	0,23
Arsen (As)	0,61	0,61	0,62	0,74	0,78	0,71
Blei (Pb)	5,89	6,68	8,60	6,40	5,11	4,00
Cadmium (Cd)	0,21	0,10	0,18	0,10	0,12	0,13
Chrom (Cr)	6,12	6,29	6,99	10,3	6,79	8,55
Eisen (Fe)	3301	3111	3111	9278	3303	9676
Kobalt (Co)	0,44	0,48	0,46	0,82	0,42	0,73
Kupfer (Cu)	7,84	8,55	8,99	11,0	5,81	5,57
Mangan (Mn)	85,5	64,9	59,8	148	67,4	102
Nickel (Ni)	2,40	2,21	2,87	4,20	2,20	4,16
Thallium (Tl)	0,03	0,03	0,08	0,08	0,03	0,03
Vanadium (V)	5,93	5,70	5,53	18,3	7,15	14,2
Zinn (Sn)	0,61	1,48	1,28	0,61	0,61	0,61

**Messmonat 4 – Mai 2019**

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,66
Arsen (As)	0,29	0,37	0,33	0,33	0,44	0,43
Blei (Pb)	3,34	2,88	3,21	2,74	4,58	4,34
Cadmium (Cd)	0,06	0,09	0,06	0,08	0,06	0,06
Chrom (Cr)	5,49	10,2	4,44	1,58	4,96	5,51
Eisen (Fe)	1584	1757	1716	542	2409	2129
Kobalt (Co)	0,22	0,21	0,23	0,16	0,32	0,28
Kupfer (Cu)	3,07	5,70	5,35	5,28	5,99	7,80
Mangan (Mn)	58,5	126	46,6	33,3	49,8	49,0
Nickel (Ni)	1,34	1,21	1,32	0,81	1,89	1,94
Thallium (Tl)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vanadium (V)	5,78	38,5	8,36	1,36	6,22	5,56
Zinn (Sn)	0,61	0,61	0,61	0,23	0,61	0,61

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	0,47	0,46	1,13	0,23	0,23	0,23
Arsen (As)	0,49	0,62	0,65	0,86	0,51	0,46
Blei (Pb)	6,37	6,33	15,2	6,35	4,46	2,40
Cadmium (Cd)	0,09	0,08	0,16	0,11	0,16	0,05
Chrom (Cr)	8,13	7,98	8,47	14,2	5,43	5,23
Eisen (Fe)	5231	6336	4314	25587	5391	4616
Kobalt (Co)	0,50	0,47	0,67	1,39	0,41	0,32
Kupfer (Cu)	9,31	8,65	14,91	5,95	4,41	2,87
Mangan (Mn)	140	122	73,2	222	88,7	98,4
Nickel (Ni)	2,67	3,32	4,09	7,87	2,32	1,60
Thallium (Tl)	0,03	0,03	0,03	0,08	0,03	0,03
Vanadium (V)	11,3	11,7	7,78	49,5	9,25	19,2
Zinn (Sn)	0,61	0,61	1,82	0,61	0,61	0,23



### Messmonat 6 – Juli 2019

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Arsen (As)	0,52	0,68	0,58	0,43	0,58	0,56
Blei (Pb)	4,33	3,52	2,43	1,84	3,44	3,66
Cadmium (Cd)	0,14	0,09	0,16	0,05	0,06	0,07
Chrom (Cr)	9,88	48,1	4,61	3,38	5,45	6,92
Eisen (Fe)	2119	6412	1914	847	2331	7290
Kobalt (Co)	0,32	0,52	0,36	0,19	0,33	0,69
Kupfer (Cu)	4,73	5,92	4,65	9,99	5,75	4,20
Mangan (Mn)	107	638	56,5	30,1	57,3	64,8
Nickel (Ni)	3,83	2,76	1,47	1,36	1,61	3,59
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	21,4	190	8,90	5,47	9,89	15,1
Zinn (Sn)	0,55	0,55	0,55	0,21	0,55	0,55

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	1,50	0,68	0,53	0,64	0,21	0,21
Arsen (As)	1,15	0,54	0,51	0,59	0,50	0,44
Blei (Pb)	33,1	8,68	7,38	9,50	3,10	3,38
Cadmium (Cd)	0,38	0,11	0,21	0,09	0,10	0,07
Chrom (Cr)	20,1	10,5	9,91	9,74	3,10	4,78
Eisen (Fe)	8484	4270	3933	4794	2983	8856
Kobalt (Co)	1,74	0,58	0,58	0,59	0,33	0,84
Kupfer (Cu)	27,5	15,3	14,6	11,1	4,05	4,16
Mangan (Mn)	150	124	136	131	38,7	52,0
Nickel (Ni)	9,23	3,40	3,01	3,14	1,51	3,47
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	16,1	20,7	18,9	10,0	4,69	12,1
Zinn (Sn)	3,36	0,55	0,55	0,55	0,21	0,55

**Legende:**

- <sup>o</sup> HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Juli 2019 von Unbekannten an den Rand/Zaun der Freifläche versetzt. Die Messwerte gehen in die Mittelwertbildung mit ein.

### Messmonat 7 – August 2019

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,62	0,47	0,58	0,45	0,76	1,28
Arsen (As)	0,51	0,76	0,51	0,36	0,65	0,97
Blei (Pb)	6,77	4,58	5,68	3,83	9,34	20,4
Cadmium (Cd)	0,14	0,11	0,15	0,08	0,33	0,30
Chrom (Cr)	10,3	17,8	8,73	4,23	15,5	17,7
Eisen (Fe)	3664	3297	3148	1528	7845	11431
Kobalt (Co)	0,44	0,41	0,46	0,27	0,67	1,19
Kupfer (Cu)	7,63	6,36	8,59	11,8	12,2	18,3
Mangan (Mn)	104	233	144	47,7	211	214
Nickel (Ni)	2,29	1,92	2,64	1,83	3,97	5,88
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,20
Vanadium (V)	20,0	66,0	19,3	6,36	32,9	26,7
Zinn (Sn)	1,22	6,86	1,45	0,57	1,94	2,43

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	1,57	0,95	1,44	0,74	0,60	0,79
Arsen (As)	1,37	0,76	0,83	0,51	0,36	0,64
Blei (Pb)	19,7	9,80	23,1	7,15	4,16	6,34
Cadmium (Cd)	0,73	0,18	0,30	0,24	0,09	0,15
Chrom (Cr)	56,4	9,88	16,3	6,67	3,44	10,5
Eisen (Fe)	14980	5226	5067	3277	1624	9529
Kobalt (Co)	1,67	0,77	1,09	0,51	0,32	0,77
Kupfer (Cu)	36,2	13,4	18,3	10,0	5,07	8,14
Mangan (Mn)	258	124	95,7	77,8	33,9	103
Nickel (Ni)	8,00	3,94	6,30	3,00	2,07	4,01
Thallium (Tl)	0,07	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	26,9	14,7	11,3	10,8	4,21	21,4
Zinn (Sn)	4,01	1,81	2,86	3,97	1,19	1,92

**Legende:**

- <sup>d)</sup> HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde am 05.08.2019 an den ursprünglichen Platz zurück versetzt.  
Die Messwerte gehen in die Mittelwertbildung mit ein.

### Messmonat 8 – September 2019

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Arsen (As)	0,26	0,30	0,22	0,17	0,52	0,18
Blei (Pb)	3,74	1,92	2,86	1,82	5,29	2,43
Cadmium (Cd)	0,06	0,05	0,10	0,10	0,19	0,05
Chrom (Cr)	2,76	15,0	6,10	2,60	13,6	4,02
Eisen (Fe)	1445	2538	2173	876	8111	4955
Kobalt (Co)	0,20	0,26	0,23	0,16	0,53	0,21
Kupfer (Cu)	5,00	8,80	29,6	17,0	9,04	5,24
Mangan (Mn)	66,5	197	78,2	29,8	177	52,9
Nickel (Ni)	2,01	1,60	1,60	1,71	3,62	1,67
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	5,41	63,0	13,6	3,81	33,7	6,22
Zinn (Sn)	0,21	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	0,72	0,77	1,52	0,21	0,21	0,21
Arsen (As)	0,50	0,39	0,75	0,28	0,20	0,22
Blei (Pb)	7,60	7,06	22,6	2,76	2,02	2,69
Cadmium (Cd)	0,14	0,18	0,50	0,08	0,19	0,30
Chrom (Cr)	10,8	11,61	14,0	4,55	3,42	2,40
Eisen (Fe)	6199	6114	6333	7050	3066	1668
Kobalt (Co)	0,61	0,60	1,24	0,50	0,27	0,22
Kupfer (Cu)	17,8	14,0	18,4	4,77	4,38	11,2
Mangan (Mn)	187	162	113	48,7	36,2	18,5
Nickel (Ni)	3,76	4,00	7,75	3,21	2,23	1,73
Thallium (Tl)	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	24,0	25,6	12,4	11,2	5,39	2,24
Zinn (Sn)	0,57	0,57	2,58	0,57	0,21	0,21

**Messmonat 9 – Oktober 2019**

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,56	0,98
Arsen (As)	0,49	0,27	0,40	0,98	0,41	0,44
Blei (Pb)	2,96	1,74	2,98	2,42	5,22	4,44
Cadmium (Cd)	0,15	0,09	0,10	0,09	0,14	0,09
Chrom (Cr)	4,63	3,63	10,3	3,25	10,8	6,95
Eisen (Fe)	1757	1109	4424	1457	7409	5534
Kobalt (Co)	0,30	0,19	0,38	0,29	0,53	0,43
Kupfer (Cu)	7,47	4,32	7,94	9,56	24,6	26,6
Mangan (Mn)	268	33,2	105	28,9	144	148
Nickel (Ni)	2,41	1,27	2,41	1,72	3,79	3,39
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,07
Vanadium (V)	10,6	10,8	26,6	5,53	27,8	10,31
Zinn (Sn)	0,59	0,59	0,59	1,33	0,59	1,37

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	0,47	0,72	1,02	0,22	0,45	0,22
Arsen (As)	0,22	0,37	0,39	0,51	0,33	0,32
Blei (Pb)	3,64	7,62	5,83	2,32	2,31	2,84
Cadmium (Cd)	0,06	0,16	0,11	0,07	0,07	0,12
Chrom (Cr)	4,76	6,56	7,07	2,09	2,39	4,50
Eisen (Fe)	3840	3853	2765	1443	2828	6311
Kobalt (Co)	0,36	0,45	0,42	0,23	0,26	0,40
Kupfer (Cu)	11,0	10,4	9,2	6,32	5,37	15,5
Mangan (Mn)	132	62,5	129	16,7	19,9	39,1
Nickel (Ni)	3,01	2,57	3,13	1,33	1,67	2,65
Thallium (Tl)	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	4,60	10,0	6,35	3,06	3,70	6,87
Zinn (Sn)	0,59	0,59	65,38	0,59	2,07	0,59



### Messmonat 10 – November 2019

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,76
Arsen (As)	0,22	0,20	0,33	0,23	0,25	0,35
Blei (Pb)	2,58	1,45	2,59	2,21	3,37	4,28
Cadmium (Cd)	0,04	0,09	0,05	0,07	0,07	0,05
Chrom (Cr)	4,35	3,68	3,90	2,47	2,31	3,48
Eisen (Fe)	2554	1960	2537	1815	2230	1668
Kobalt (Co)	0,17	0,15	0,22	0,16	0,19	0,21
Kupfer (Cu)	25,9	4,11	59,5	30,7	16,6	47,6
Mangan (Mn)	36,6	44,3	207	25,9	24,0	60,9
Nickel (Ni)	1,31	1,21	2,36	1,68	1,18	1,65
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	6,99	9,81	7,51	3,64	3,32	4,09
Zinn (Sn)	0,59	0,59	0,59	0,59	1,56	0,59

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	<sup>e)</sup> 1,32	0,50	0,64	0,22	0,07	0,22
Arsen (As)	<sup>e)</sup> 0,89	0,26	0,37	0,17	0,20	0,16
Blei (Pb)	<sup>e)</sup> 7,59	2,81	2,67	2,18	1,12	1,19
Cadmium (Cd)	<sup>e)</sup> 0,23	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05
Chrom (Cr)	<sup>e)</sup> 6,43	3,32	2,95	1,67	1,48	1,10
Eisen (Fe)	<sup>e)</sup> 3534	1772	1155	724	2173	284
Kobalt (Co)	<sup>e)</sup> 0,55	0,19	0,17	0,13	0,17	0,10
Kupfer (Cu)	<sup>e)</sup> 212	25,7	32,7	13,5	3,13	2,99
Mangan (Mn)	<sup>e)</sup> 788	20,7	21,4	14,5	14,3	13,5
Nickel (Ni)	<sup>e)</sup> 4,59	1,31	1,27	1,11	1,19	0,60
Thallium (Tl)	<sup>e)</sup> 0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	<sup>e)</sup> 6,43	2,36	2,01	1,93	2,96	0,57
Zinn (Sn)	<sup>e)</sup> 10,3	0,59	1,22	0,59	0,22	0,22

**Legende:**

- e) HB 7: Im Bergerhoffgerät befand sich nach der Probenahme eine hohe Zahl an Blättern und feiner "Staub"  
- ein Fremdeintrag ist wahrscheinlich. Diese Messwerte gehen daher nicht in die Mittelwertbildung mit ein.

### Messmonat 11 – Dezember 2019

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,07	0,07	0,21	0,21	0,21	0,54
Arsen (As)	0,21	0,28	0,30	0,24	0,38	0,39
Blei (Pb)	1,10	1,74	1,70	1,68	2,90	3,07
Cadmium (Cd)	0,01	0,10	0,06	0,09	0,07	0,06
Chrom (Cr)	1,41	4,2	6,56	4,26	11,7	8,50
Eisen (Fe)	1136	2156	5209	2225	11038	9137
Kobalt (Co)	0,09	0,14	0,25	0,21	0,49	0,48
Kupfer (Cu)	1,86	2,18	3,2	7,4	5,03	6,58
Mangan (Mn)	11,1	40	72,4	40,5	124	105,5
Nickel (Ni)	0,66	1,33	1,69	1,49	3,97	3,45
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	1,47	7,8	15,8	7,19	23,9	12,14
Zinn (Sn)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,57

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	0,49	0,21	0,62	0,21	0,21	0,21
Arsen (As)	0,37	0,37	0,41	0,34	0,39	0,30
Blei (Pb)	3,87	3,48	3,4	2,06	1,04	1,03
Cadmium (Cd)	0,08	0,10	0,04	0,07	0,04	0,01
Chrom (Cr)	6,2	6,22	5,0	1,35	2,04	1,58
Eisen (Fe)	7725	7214	2864	1202	1532	1910
Kobalt (Co)	0,43	0,47	0,25	0,13	0,12	0,15
Kupfer (Cu)	8,0	6,4	7,1	2,78	2,09	2,0
Mangan (Mn)	51	58	32	10,9	10,2	11,0
Nickel (Ni)	3,33	3,16	1,86	0,99	1,02	1,37
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	6,7	8,8	4,7	1,3	1,51	1,44
Zinn (Sn)	0,57	0,57	1,45	0,21	0,21	0,57

**Legende:**

- <sup>f)</sup> HB 7: Das Bergerhoffgerät wurde im Messzeitraum Dezember 2019 von Unbekannten ca. 75 m Richtung süd-ost versetzt. Die Messwerte gehen in die Mittelwertbildung mit ein.

### Messmonat 12 – Januar 2020

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 1	HB 2	HB 3	HB 4	HB 5	HB 6
Antimon (Sb)	0,07	0,07	0,22	0,07	0,22	0,58
Arsen (As)	0,07	0,07	0,17	0,07	0,33	0,28
Blei (Pb)	1,50	0,80	2,14	1,24	4,87	5,71
Cadmium (Cd)	0,04	0,04	0,08	0,05	0,15	0,10
Chrom (Cr)	1,28	1,53	10,1	12,4	15,8	10,1
Eisen (Fe)	315	1007	5188	1433	18593	19209
Kobalt (Co)	0,09	0,08	0,29	0,12	0,85	0,76
Kupfer (Cu)	4,33	3,77	3,88	114	10,7	21,1
Mangan (Mn)	9,27	14,4	142	19,3	212	149
Nickel (Ni)	0,29	0,29	2,17	0,88	5,11	4,29
Thallium (Tl)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07
Vanadium (V)	1,03	3,5	33,0	4,01	48,2	25,3
Zinn (Sn)	0,22	0,22	0,57	0,22	0,57	0,57

Ergebnisse in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$						
Parameter:	HB 7	HB 8	HB 9	HB 10	HB 11	HB 12
Antimon (Sb)	0,53	0,46	0,56	0,07	0,21	0,07
Arsen (As)	0,40	0,27	0,22	0,07	0,07	0,07
Blei (Pb)	5,97	3,80	6,64	0,92	2,10	0,94
Cadmium (Cd)	0,15	0,11	0,15	0,04	0,10	0,04
Chrom (Cr)	11,7	6,85	6,19	1,53	2,45	1,26
Eisen (Fe)	21428	18897	4894	3608	2744	198
Kobalt (Co)	1,37	0,94	0,49	0,20	0,29	0,10
Kupfer (Cu)	15,4	17,3	11,2	3,79	3,17	3,16
Mangan (Mn)	108	57,3	42,9	14,2	19,4	3,18
Nickel (Ni)	6,99	4,03	2,81	1,14	1,13	0,77
Thallium (Tl)	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadium (V)	20,8	10,6	6,66	2,84	5,39	0,30
Zinn (Sn)	0,57	0,57	0,57	0,21	0,21	0,21

**Tabelle A-3: Tagesmesswerte Schwebstaub PM10 für Messpunkt HB 5**

**Messzeitraum 01.02.2019 bis 29.01.2020**

Februar 2019			März 2019		
Datum	Einheit (µg/m <sup>3</sup> )	Bemerkung	Datum	Einheit (µg/m <sup>3</sup> )	Bemerkung
01.02.2019	27,9	Messbeginn 0:00 Uhr	01.03.2019	29,4	
02.02.2019	53,7		02.03.2019	16,1	
03.02.2019	20,5		03.03.2019	16,9	
04.02.2019	18,8		04.03.2019	8,4	
05.02.2019	19,3		05.03.2019	8,6	
06.02.2019	25,4		06.03.2019	12,3	
07.02.2019	16,6		07.03.2019	10,5	
08.02.2019	13,6		08.03.2019	13,7	
09.02.2019	12,4		09.03.2019	9,4	
10.02.2019	8,2		10.03.2019	8,0	
11.02.2019	13,7		11.03.2019	4,1	
12.02.2019	17,4		12.03.2019	14,3	
13.02.2019	34,0		13.03.2019	10,5	
14.02.2019	41,0		14.03.2019	10,9	
15.02.2019	25,6		15.03.2019	12,7	
16.02.2019	28,1		16.03.2019	9,5	
17.02.2019	41,1		17.03.2019	6,7	
18.02.2019	43,6		18.03.2019	9,3	
19.02.2019	27,2		19.03.2019	15,0	
20.02.2019	33,3		20.03.2019	42,2	
21.02.2019	24,2		21.03.2019	34,0	
22.02.2019	13,1		22.03.2019	40,9	
23.02.2019	21,2		23.03.2019	41,8	
24.02.2019	38,9		24.03.2019	18,4	
25.02.2019	43,0		25.03.2019	11,3	
26.02.2019	35,6		26.03.2019	13,5	
27.02.2019	43,9		27.03.2019	11,4	
28.02.2019	58,9		28.03.2019	16,3	
			29.03.2019	32,6	
			30.03.2019	30,9	
			31.03.2019	16,2	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de  
Großmoorkehre 4 • 21079 Hamburg

April 2019		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.04.2019	13,9	
02.04.2019	23,4	
03.04.2019	24,6	
04.04.2019	20,3	
05.04.2019	37,0	
06.04.2019	35,2	
07.04.2019	34,3	
08.04.2019	31,0	
09.04.2019	13,1	
10.04.2019	7,6	
11.04.2019	7,1	
12.04.2019	8,5	
13.04.2019	4,9	
14.04.2019	13,2	
15.04.2019	12,4	
16.04.2019	16,6	
17.04.2019	21,7	
18.04.2019	16,5	
19.04.2019	18,9	
20.04.2019	23,8	
21.04.2019	42,0	
22.04.2019	16,1	
23.04.2019	38,6	
24.04.2019	23,9	
25.04.2019	7,4	
26.04.2019	8,9	
27.04.2019	14,0	
28.04.2019	10,1	
29.04.2019	12,5	
30.04.2019	21,5	

Mai 2019		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.05.2019	9,8	
02.05.2019	20,1	
03.05.2019	10,2	
04.05.2019	6,1	
05.05.2019	12,0	
06.05.2019	6,6	
07.05.2019	9,0	
08.05.2019	16,3	
09.05.2019	10,5	
10.05.2019	11,5	
11.05.2019	9,8	
12.05.2019	7,8	
13.05.2019	7,3	
14.05.2019	7,3	
15.05.2019	5,2	
16.05.2019	6,4	
17.05.2019	6,8	
18.05.2019	10,7	
19.05.2019	20,2	
20.05.2019	14,3	
21.05.2019	14,9	
22.05.2019	8,9	
23.05.2019	13,1	
24.05.2019	17,7	
25.05.2019	4,7	
26.05.2019	14,0	
27.05.2019	6,0	
28.05.2019	4,2	
29.05.2019	5,9	
30.05.2019	11,4	
31.05.2019	13,9	

Juni 2019		
Datum	Einheit (µg/m³)	Bemerkung
01.06.2019	11,4	
02.06.2019	9,7	
03.06.2019	12,0	
04.06.2019	10,9	
05.06.2019	12,4	
06.06.2019	9,5	
07.06.2019	8,1	
08.06.2019	16,9	
09.06.2019	12,9	
10.06.2019	10,2	
11.06.2019	17,2	
12.06.2019	16,1	
13.06.2019	10,9	Gerätestörung, 24h Messung ab ca. 8:20 Uhr
14.06.2019	12,2	24h Messung ab ca. 8:20 Uhr
15.06.2019	9,2	24h Messung ab ca. 8:20 Uhr
16.06.2019	9,0	24h Messung ab ca. 8:20 Uhr
17.06.2019		Geräteneustart
18.06.2019	15,4	Messung ab 0:00 Uhr
19.06.2019	17,2	
20.06.2019	15,8	
21.06.2019	10,0	
22.06.2019	10,4	
23.06.2019	9,5	
24.06.2019	12,7	
25.06.2019	18,2	
26.06.2019	16,5	
27.06.2019	10,4	
28.06.2019	16,1	
29.06.2019	11,9	
30.06.2019	19,4	

Juli 2019		
Datum	Einheit (µg/m³)	Bemerkung
01.07.2019	14,9	
02.07.2019	10,7	
03.07.2019	11,6	
04.07.2019	10,8	
05.07.2019	9,5	
06.07.2019	11,9	
07.07.2019	11,8	
08.07.2019	5,6	
09.07.2019	9,9	
10.07.2019	11,0	
11.07.2019	17,7	
12.07.2019	7,7	
13.07.2019	8,7	
14.07.2019	7,4	
15.07.2019	10,0	
16.07.2019	<4	
17.07.2019	4,7	
18.07.2019	10,2	
19.07.2019	9,4	
20.07.2019	9,5	
21.07.2019	9,7	
22.07.2019	13,3	
23.07.2019	16,6	
24.07.2019	17,9	
25.07.2019	19,9	
26.07.2019	12,9	
27.07.2019	13,7	
28.07.2019	15,1	
29.07.2019	11,9	
30.07.2019	14,0	
31.07.2019	12,3	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de  
Großmoorkehre 4 • 21079 Hamburg

August 2019		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.08.2019	12,7	
02.08.2019	13,5	
03.08.2019	9,0	
04.08.2019	6,8	
05.08.2019	15,3	
06.08.2019	13,0	
07.08.2019	11,9	
08.08.2019	16,9	
09.08.2019	14,7	
10.08.2019	18,5	
11.08.2019	21,6	
12.08.2019	17,7	
13.08.2019	10,7	
14.08.2019	10,9	
15.08.2019	12,3	
16.08.2019	10,5	
17.08.2019	20,3	
18.08.2019	12,2	
19.08.2019	10,6	
20.08.2019	16,5	
21.08.2019	20,0	
22.08.2019	14,0	
23.08.2019	18,4	
24.08.2019	22,9	
25.08.2019	21,4	
26.08.2019	26,8	
27.08.2019	17,0	
28.08.2019	11,7	
29.08.2019	8,7	
30.08.2019	12,5	
31.08.2019	15,2	

September 2019		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.09.2019	10,4	
02.09.2019	6,3	
03.09.2019	17,5	
04.09.2019	16,6	
05.09.2019	11,5	
06.09.2019	20,0	
07.09.2019	13,3	
08.09.2019	7,4	
09.09.2019	8,9	
10.09.2019	7,7	
11.09.2019	27,6	
12.09.2019	15,5	
13.09.2019	10,5	
14.09.2019	13,7	
15.09.2019	15,5	
16.09.2019	20,2	
17.09.2019	11,9	
18.09.2019	11,1	
19.09.2019	9,4	
20.09.2019	5,9	
21.09.2019	12,4	
22.09.2019	12,5	
23.09.2019	12,4	
24.09.2019	14,8	
25.09.2019	14,9	
26.09.2019	14,2	
27.09.2019	18,1	
28.09.2019	14,9	
29.09.2019	15,8	
30.09.2019	9,6	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de  
Großmoorkehre 4 • 21079 Hamburg

Oktober 2019		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.10.2019	8,5	
02.10.2019	6,5	
03.10.2019	7,1	
04.10.2019	13,7	
05.10.2019	8,1	
06.10.2019	8,6	
07.10.2019	10,1	
08.10.2019	18,8	
09.10.2019	24,6	
10.10.2019	14,8	
11.10.2019	17,9	
12.10.2019	7,9	
13.10.2019	16,6	
14.10.2019	16,0	
15.10.2019	18,5	
16.10.2019	13,3	
17.10.2019	10,3	
18.10.2019	12,5	
19.10.2019	17,7	
20.10.2019	18,8	
21.10.2019	12,4	
22.10.2019	20,4	
23.10.2019	25,7	
24.10.2019	35,7	
25.10.2019	19,4	
26.10.2019	19,6	
27.10.2019	9,9	
28.10.2019	7,0	
29.10.2019	11,9	
30.10.2019	16,9	
31.10.2019	17,8	

November 2019		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.11.2019	23,9	
02.11.2019	7,4	
03.11.2019	7,4	
04.11.2019	15,7	
05.11.2019	19,6	
06.11.2019	8,1	
07.11.2019	16,1	
08.11.2019	21,1	
09.11.2019	24,6	
10.11.2019	22,5	
11.11.2019	17,0	
12.11.2019	17,6	
13.11.2019	25,7	
14.11.2019	21,5	
15.11.2019	29,3	
16.11.2019	29,1	
17.11.2019	21,5	
18.11.2019	14,6	
19.11.2019	9,7	
20.11.2019	24,8	
21.11.2019	19,0	
22.11.2019	23,4	
23.11.2019	24,2	
24.11.2019	31,7	
25.11.2019	33,7	
26.11.2019	19,1	
27.11.2019	13,7	
28.11.2019	8,0	
29.11.2019	15,9	
30.11.2019	14,6	



Dezember 2019		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.12.2019	11,0	
02.12.2019	25,0	
03.12.2019	12,2	
04.12.2019	19,8	
05.12.2019	14,8	
06.12.2019	12,5	
07.12.2019	11,0	
08.12.2019	21,3	
09.12.2019	39,2	
10.12.2019	33,8	
11.12.2019	15,6	
12.12.2019	12,1	
13.12.2019	25,9	
14.12.2019	10,0	
15.12.2019	11,9	
16.12.2019	15,3	
17.12.2019	15,2	
18.12.2019	17,1	
19.12.2019	22,8	
20.12.2019	13,4	
21.12.2019	9,7	
22.12.2019	13,8	
23.12.2019	11,1	
24.12.2019	18,5	
25.12.2019	9,4	
26.12.2019	13,1	
27.12.2019	14,6	
28.12.2019	11,4	
29.12.2019	15,2	
30.12.2019	28,7	
31.12.2019	30,9	

Januar 2020		
Datum	Einheit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Bemerkung
01.01.2020	84,7	
02.01.2020	32,7	
03.01.2020	16,9	
04.01.2020	17,5	
05.01.2020	28,6	
06.01.2020	23,5	
07.01.2020	33,5	
08.01.2020	21,5	
09.01.2020	24,9	
10.01.2020	12,6	
11.01.2020	25,7	
12.01.2020	16,2	
13.01.2020	18,5	
14.01.2020	10,2	
15.01.2020	15,0	
16.01.2020	19,4	
17.01.2020	17,4	
18.01.2020	13,9	
19.01.2020	16,3	
20.01.2020	21,6	
21.01.2020	32,5	
22.01.2020	20,1	
23.01.2020	20,8	
24.01.2020	32,2	
25.01.2020	32,4	
26.01.2020	21,5	
27.01.2020	20,4	
28.01.2020	7,6	
29.01.2020	9,3	Letzter 24h Messtag
30.01.2020		Messabbau

**Tabelle A-4: Monatliche Messwerte Inhaltsstoffe im Schwebstaub PM10 Messpunkt HB 5**

**Messzeitraum Februar 2019 bis Januar 2020**

Messpunkt HB 5 Parameter	2019 Februar	2019 März	2019 April	2019 Mai	2019 Juni	2019 Juli
Antimon (Sb)	< 1,19	< 1,08	< 1,11	1,82	1,66	<< 0,36
Arsen (As)	1,20	0,58	0,88	0,30	0,61	0,22
Blei (Pb)	10,0	< 2,16	5,92	2,53	5,14	< 2,16
Cadmium (Cd)	0,26	0,16	0,22	0,07	0,10	0,06
Chrom (Cr)	10,11	7,37	7,42	4,06	7,81	6,79
Eisen (Fe)	1.567	803	543	347	758	387
Kobalt (Co)	0,24	0,15	0,17	0,09	0,23	0,21
Kupfer (Cu)	15,8	6,51	5,16	3,68	7,33	4,03
Mangan (Mn)	29,1	22,4	12,8	7,0	13,8	9,3
Nickel (Ni)	10,2	9,01	8,67	5,41	11,0	11,2
Thallium (Tl)	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04
Vanadium (V)	2,19	1,25	< 0,56	0,89	1,52	< 0,54
Zinn (Sn)	3,67	< 0,86	< 0,89	<< 0,32	< 0,92	< 0,86
Benzo(a)pyren (BaP)	0,57	< 0,04	< 0,04	< 0,04	<< 0,02	<< 0,02

Legende: < = Messwert kleiner BG; angezeigter Wert entspricht der 1/2 BG

<< = Messwert kleiner NWG; angezeigter Wert entspricht der 1/2 NWG

Werte unterhalb der Nachweisgrenze/Bestimmungsgrenze gehen mit dem halben Betrag der Nachweisgrenze/Bestimmungsgrenze in die Mittelwertbildung ein

Messpunkt HB 5 Parameter	2019 August	2019 September	2019 Oktober	2019 November	2019 Dezember	2020 Januar
Antimon (Sb)	< 1,08	<< 0,37	< 1,08	< 1,11	< 1,08	< 1,15
Arsen (As)	0,60	0,45	0,63	0,92	0,58	0,62
Blei (Pb)	4,66	< 2,23	5,65	6,90	6,67	9,22
Cadmium (Cd)	0,22	0,15	0,14	0,20	0,24	0,22
Chrom (Cr)	8,36	7,44	7,93	8,04	8,91	8,30
Eisen (Fe)	746	791	859	754	1.228	1.339
Kobalt (Co)	0,22	0,21	0,23	0,22	0,27	0,31
Kupfer (Cu)	6,68	6,68	7,93	9,64	10,9	18,0
Mangan (Mn)	20,0	15,9	18,4	12,8	21,3	22,7
Nickel (Ni)	9,79	9,91	11,3	10,9	12,0	11,2
Thallium (Tl)	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04	<< 0,04
Vanadium (V)	1,25	< 0,56	<< 0,18	< 0,56	1,52	1,57
Zinn (Sn)	< 0,86	< 0,89	< 0,86	2,70	2,32	< 0,92
Benzo(a)pyren (BaP)	<< 0,02	< 0,04	0,09	0,39	0,19	0,14

Legende: < = Messwert kleiner BG; angezeigter Wert entspricht der 1/2 BG

<< = Messwert kleiner NWG; angezeigter Wert entspricht der 1/2 NWG

Werte unterhalb der Nachweisgrenze/Bestimmungsgrenze gehen mit dem halben Betrag der Nachweisgrenze/Bestimmungsgrenze in die Mittelwertbildung ein

## Anhang II: Fotos der Messpunkte

HB 1



Abbildung 1A. **HB 1** Niederbürener Landstraße 5, 28719 Bremen; "De Zeegenhoff"; Blickrichtung Süden

HB 1



Abbildung 2A. **HB 1** Niederbürener Landstraße 5, 28719 Bremen; "De Zeegenhoff"; Blickrichtung Nordost

HB 2



Abbildung 3A. **HB 2** Lesumbroker Landstraße 147, 28719 Bremen;  
Blickrichtung Süden

HB 2



Abbildung 4A. **HB 2** Lesumbroker Landstraße 147, 28719 Bremen;  
Blickrichtung Norden

**HB 3**



Abbildung 5A. **HB 3** Dunger Str., 28719 Bremen; Eingang Kleingartenkolonie Grambke; Blickrichtung Süden

**HB 3**



Abbildung 6A. **HB 3** Dunger Str., 28719 Bremen; Eingang Kleingartenkolonie Grambke; Blickrichtung Osten

HB 4



Abbildung 7A. **HB 4** Am Lesumhafen 26, 28717 Bremen; TURA Kanuverein Lesumer Hafen, Blickrichtung Süden

HB 4



Abbildung 8A. **HB 4** Am Lesumhafen 26, 28717 Bremen; TURA Kanuverein Lesumer Hafen, Blickrichtung Norden

HB 5



Abbildung 9A. **HB 5** Grambker Heerstraße 121, 28719 Bremen; Schule an der Grambker Heerstraße; Blickrichtung Südwest

HB 5



Abbildung 10A. **HB 5** Grambker Heerstraße 121, 28719 Bremen; Schule an der Grambker Heerstraße; Blickrichtung Nordost

**HB 6**



Abbildung 11A. **HB 6** Hinter der Grambker Kirche 7, 28719 Bremen;  
am Parkplatz der Kirche; Blickrichtung Süden

**HB 6**



Abbildung 12A. **HB 6** Hinter der Grambker Kirche 7, 28719 Bremen;  
am Parkplatz der Kirche; Blickrichtung Westen



**HB 7**



Abbildung 13A. **HB 7** An der Fuchtelkühle 15, 29239 Bremen; Grundschule Oslebshausen, Standort Aufbau-tag; Blickrichtung Nordwest

**HB 7**



Abbildung 14A. **HB 7** An der Fuchtelkühle 15, 29239 Bremen; Grundschule Oslebshausen, Standort Abbautag; Blickrichtung Süden

HB 8



Abbildung 15A. **HB 8** Menkenkamp 17-29, 28239 Bremen; neben der Bremer Luftmessnetzstation DEHB012; Blickrichtung Nordwest

HB 8



Abbildung 16A. **HB 8** Menkenkamp 17-29, 28239 Bremen; neben der Bremer Luftmessnetzstation DEHB012; Blickrichtung Nordost

HB 9



Abbildung 17A. **HB 9** Adelenstraße 68, 28239 Bremen;  
Evangelisches Diakonissenhaus; Blickrichtung Norden

HB 9



Abbildung 18A. **HB 9** Adelenstraße 68, 28239 Bremen;  
Evangelisches Diakonissenhaus; Blickrichtung Westen

**HB 10**



Abbildung 19A. **HB 10** Am Glockenstein, 28197 Bremen;  
neben der Bremer Luftmessnetzstation DEHB013

**HB 10**



Abbildung 20A. **HB 10** Am Glockenstein, 28197 Bremen;  
neben der Bremer Luftmessnetzstation DEHB013

**HB 11**



Abbildung 21A. **HB 11** Seehauser Landstraße 97, 28197 Bremen;  
Kläranlage Seehausen; Blickrichtung Norden

**HB 11**



Abbildung 22A. **HB 11** Seehauser Landstraße 97, 28197 Bremen;  
Kläranlage Seehausen; Blickrichtung Süden

**HB 12**



Abbildung 23A. **HB 12** Hasenbürener Deich 42, 28197 Bremen;  
Wassersporthafen Hasenbüren; Blickrichtung Norden

**HB 12**



Abbildung 24A. **HB 12** Hasenbürener Deich 42, 28197 Bremen;  
Wassersporthafen Hasenbüren; Blickrichtung Osten



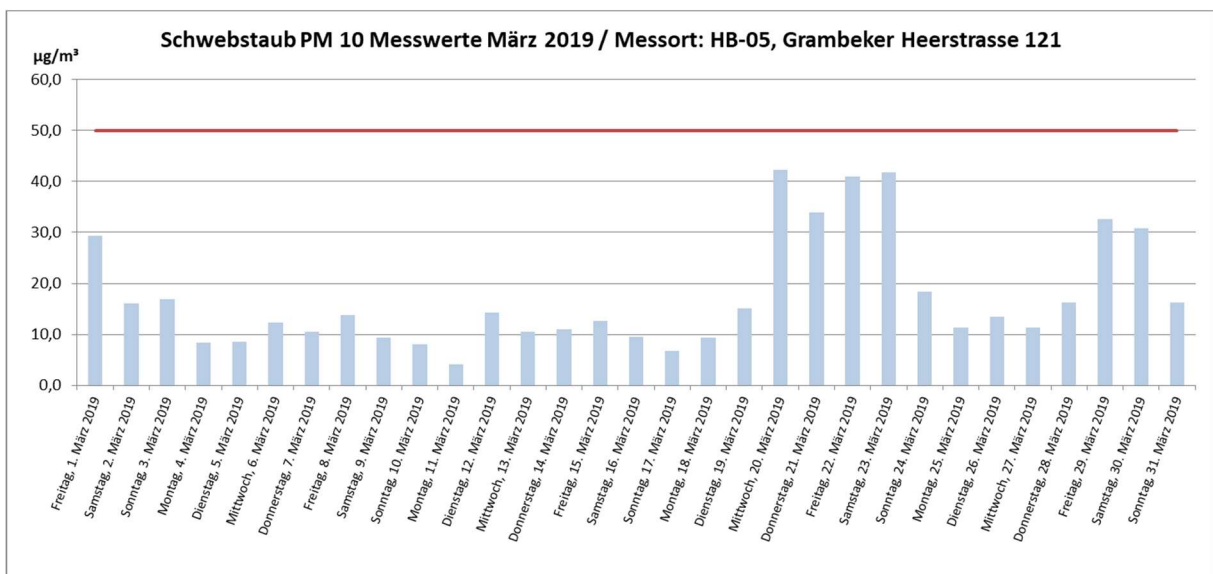
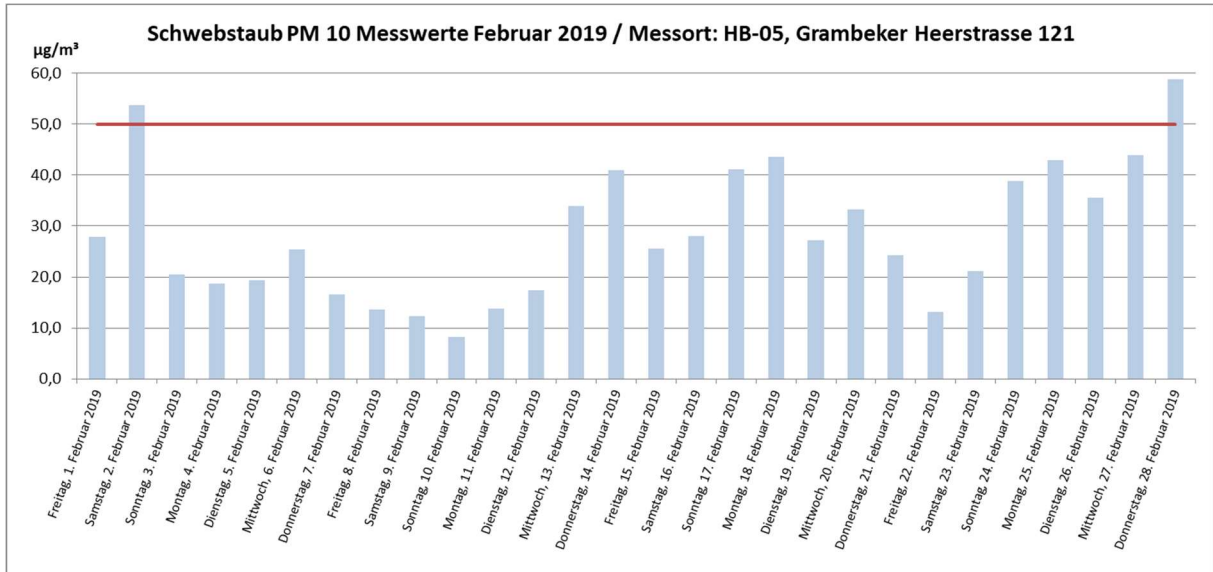
### Anhang III: Messplan

Tabelle A-5: Probenwechselplan

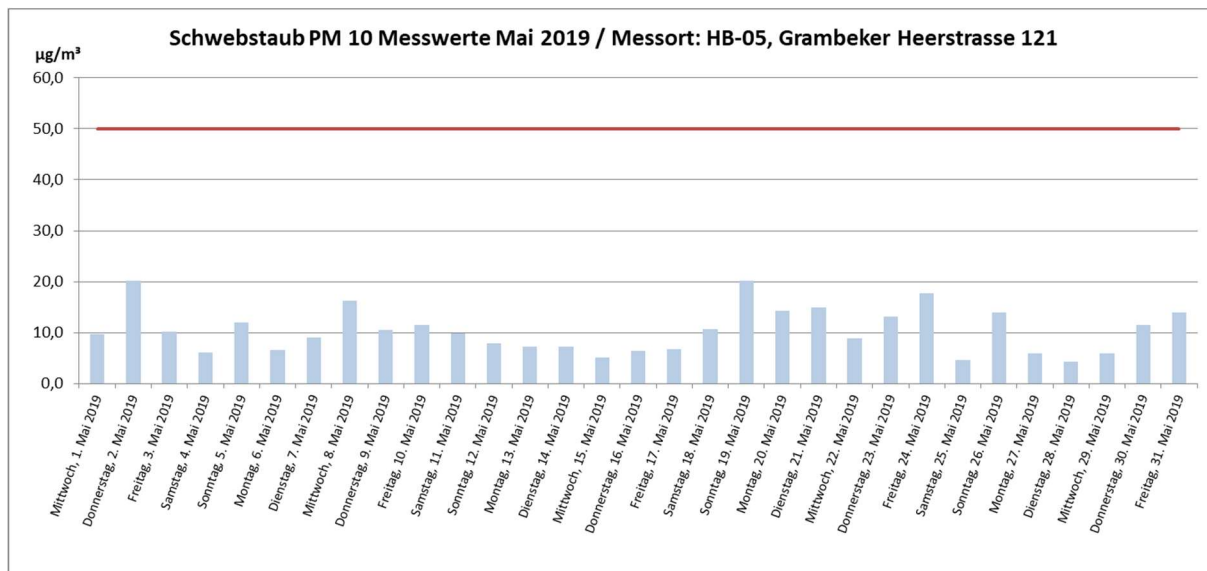
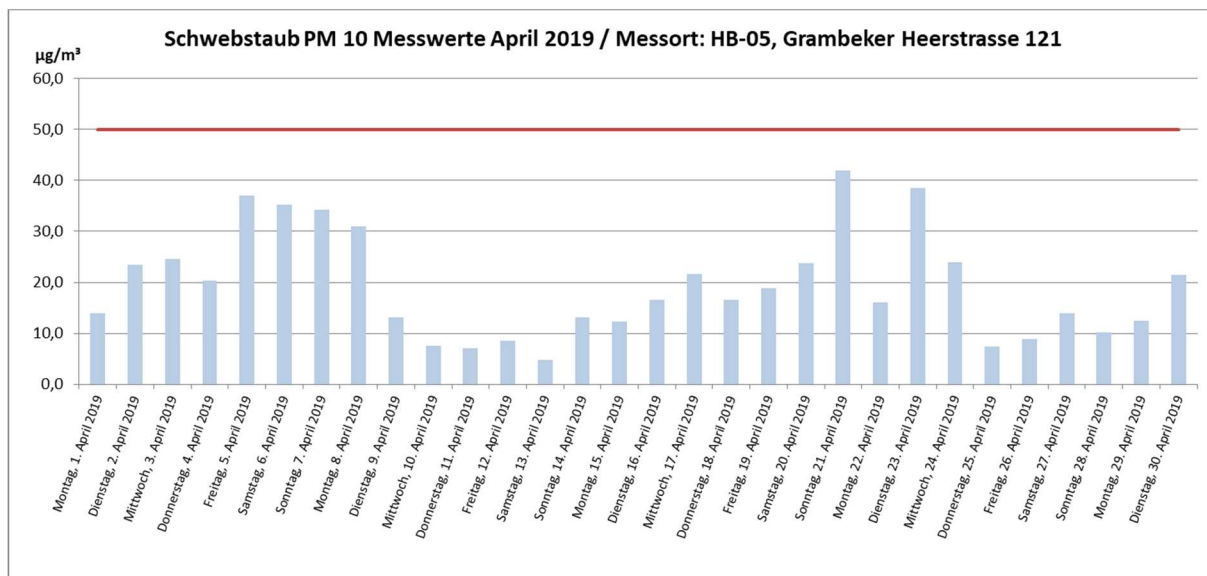
2019		66010-021 Bremen West, 12x Depo STN und montl. Metalle, 1x PM10 und monatl. Metalle												2020	
Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar		
1 Di Neujahr	1 Fr	1 Fr DECO-Messung PM10	1 Mo DECO-Messung PM10	1 Mi Tag der Arbeit	1 Sa	1 Mo	1 Do	1 So	1 Di	1 Fr Alternativtag	1 So 1. Advent	1 Mi Neujahr			
2 Mi	2 Sa	2 Sa	2 Di	2 Do	2 So	2 Di	2 Fr	2 Mo	2 Do	2 Sa	2 Mo	2 Do			
3 Do	3 So	3 So	3 Mi	3 Fr	3 Mo	3 Mi	3 Sa	3 Di	3 Do Tag der Arbeit	3 So	3 Di	3 Fr			
4 Fr	4 Mo	4 Mo Beirg-montag	4 Do	4 Sa	4 Di	4 Do	4 So	4 Mi	4 Fr	4 Mo	4 Mi	4 Sa			
5 Sa	5 Di	5 Di	5 Fr	5 So	5 Mi	5 Fr	5 Mo	5 Do	5 Sa	5 Di	5 Do	5 So			
6 So Heiligabend	6 Mi	6 Mi	6 Sa	6 Mo	6 Do	6 Sa	6 Di	6 Fr	6 So	6 Mi	6 Fr	6 Mo	6 Mi		
7 Mo	7 Do	7 Do	7 So	7 Di	7 Fr	7 So	7 Mi	7 Sa	7 Mo	7 Do	7 Sa	7 Di	7 Do		
8 Di	8 Fr	8 Fr	8 Mo	8 Mi	8 Sa	8 Mo	8 Do	8 So	8 Di	8 Fr	8 So	8 Mi	8 Do		
9 Mi	9 Sa	9 Sa	9 Di	9 Do	9 Mo Pfingsten	9 Di	9 Fr	9 Mo	9 Mi	9 Sa	9 Mo	9 Do	9 Do		
10 Do	10 So	10 So	10 Mi	10 Fr	10 Mo Pfingst-montag	10 Mi	10 Sa	10 Di	10 Do	10 So	10 Di	10 Fr	10 Fr		
11 Fr	11 Mo	11 Mo	11 Do	11 Sa	11 Di	11 Do	11 So	11 Mi	11 Fr	11 Mo	11 Mi	11 Sa	11 Sa		
12 Sa	12 Di	12 Di	12 Fr	12 So	12 Mi	12 Fr	12 Mo	12 Do	12 Sa	12 Di	12 Do	12 So	12 So		
13 So	13 Mi	13 Mi	13 Sa	13 Mo	13 Do	13 Sa	13 Di	13 Fr	13 So	13 Mi	13 Fr	13 Mo	13 Mo		
14 Mo	14 Do	14 Do	14 So	14 Di	14 Fr	14 So	14 Mi	14 Sa	14 Mo	14 Do	14 So	14 Di	14 Di		
15 Di	15 Fr	15 Fr	15 Mo	15 Mi	15 Sa	15 Mo	15 Do	15 So	15 Di	15 Fr	15 So	15 Mi	15 Mi		
16 Mi	16 Sa	16 Sa	16 Di	16 Do	16 So	16 Di	16 Fr	16 Mo	16 Mi	16 Sa	16 Mo	16 Do	16 Do		
17 Do	17 So	17 So	17 Mi	17 Fr	17 Mo	17 Mi	17 Sa	17 Di	17 Do	17 So	17 Di	17 Fr	17 Fr		
18 Fr	18 Mo	18 Mo	18 Do	18 Sa	18 Di	18 Do	18 So	18 Mi	18 Fr	18 Mo	18 Mi	18 Sa	18 Sa		
19 Sa	19 Di	19 Di	19 Fr	19 So	19 Mi	19 Fr	19 Mo	19 Do	19 Sa	19 Di	19 Do	19 So	19 So		
20 So	20 Mi	20 Mi	20 Sa	20 Mo	20 Do	20 Sa	20 Di	20 Fr	20 So	20 Mi	20 Fr	20 Mo	20 Mo		
21 Mo	21 Do	21 Do	21 So	21 Di	21 Fr	21 So	21 Mi	21 Sa	21 Mo	21 Do	21 So	21 Di	21 Di		
22 Di	22 Fr	22 Fr	22 Mo	22 Mi	22 Sa	22 Mo	22 Do	22 So	22 Di	22 Fr	22 So	22 Mi	22 Mi		
23 Mi	23 Sa	23 Sa	23 Di	23 Do	23 So	23 Di	23 Fr	23 Mo	23 Mi	23 Sa	23 Mo	23 Do	23 Do		
24 Do	24 So	24 So	24 Mi	24 Do	24 Mo	24 Mi	24 Sa	24 Di	24 Do	24 So	24 Di	24 Fr	24 Fr		
25 Fr	25 Mo	25 Mo	25 Do	25 Sa	25 Di	25 Do	25 So	25 Mi	25 Fr	25 Mo	25 Do	25 Sa	25 Sa		
26 Sa	26 Di	26 Di	26 Fr	26 So	26 Mi	26 Fr	26 Mo	26 Do	26 Sa	26 Di	26 Do	26 So	26 So		
27 So	27 Mi	27 Mi	27 Sa	27 Mo	27 Do	27 Sa	27 Di	27 Fr	27 So	27 Mi	27 Fr	27 Mo	27 Mo		
28 Mo	28 Do	28 Do	28 So	28 Di	28 Fr	28 So	28 Mi	28 Do	28 Sa	28 Mo	28 Do	28 Di	28 Di		
29 Di			29 Mi	29 Mi	29 Sa	29 Mo	29 Do	29 So	29 Di	29 Fr	29 So	29 Mi	29 Mi		
30 Mi			30 Do	30 Do	30 So	30 Di	30 Fr	30 Mo	30 Mi	30 Do	30 Mo	30 Do	30 Do		
31 Do			31 So	31 Fr		31 Mi	31 Sa		31 Do	31 Mo	31 Di	31 Fr	31 Fr		

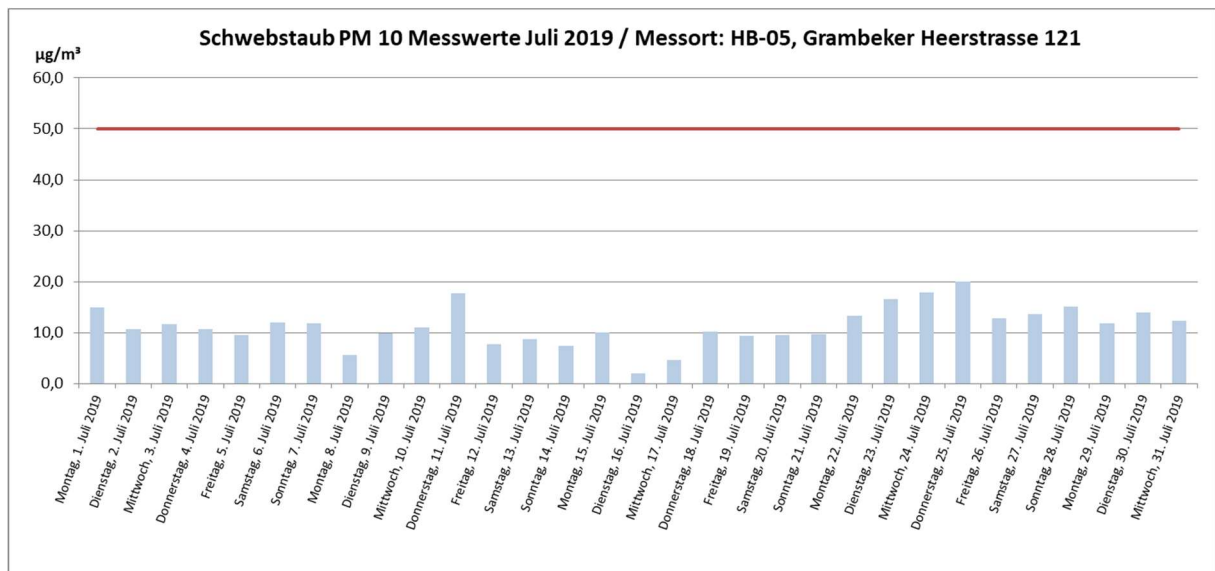
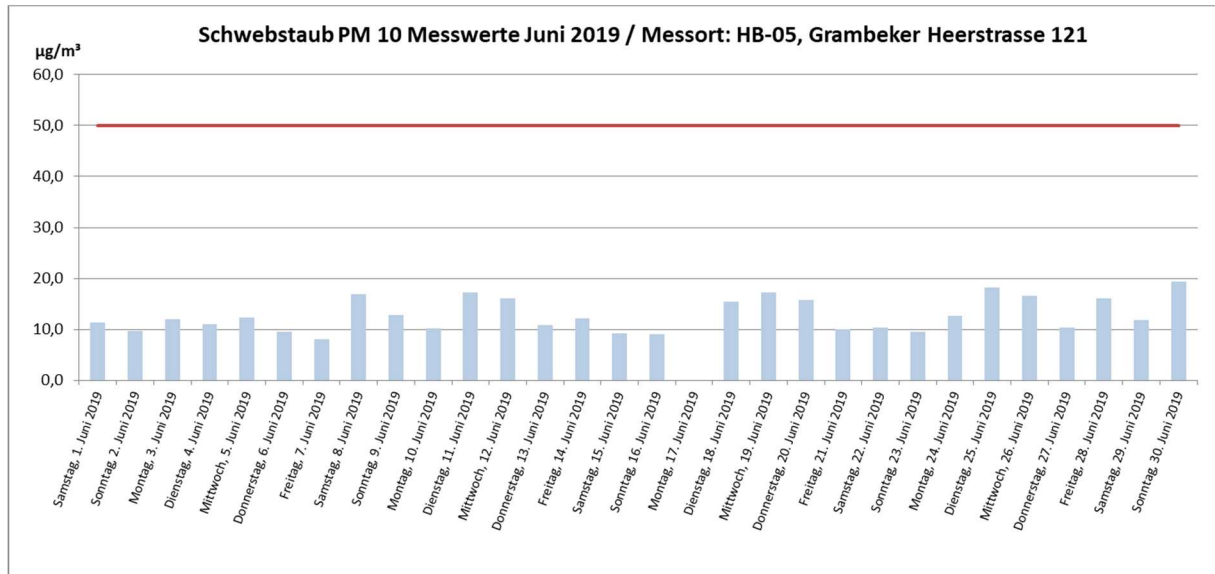


### Anhang IV: Monatsgrafiken zur PM10 Konzentration



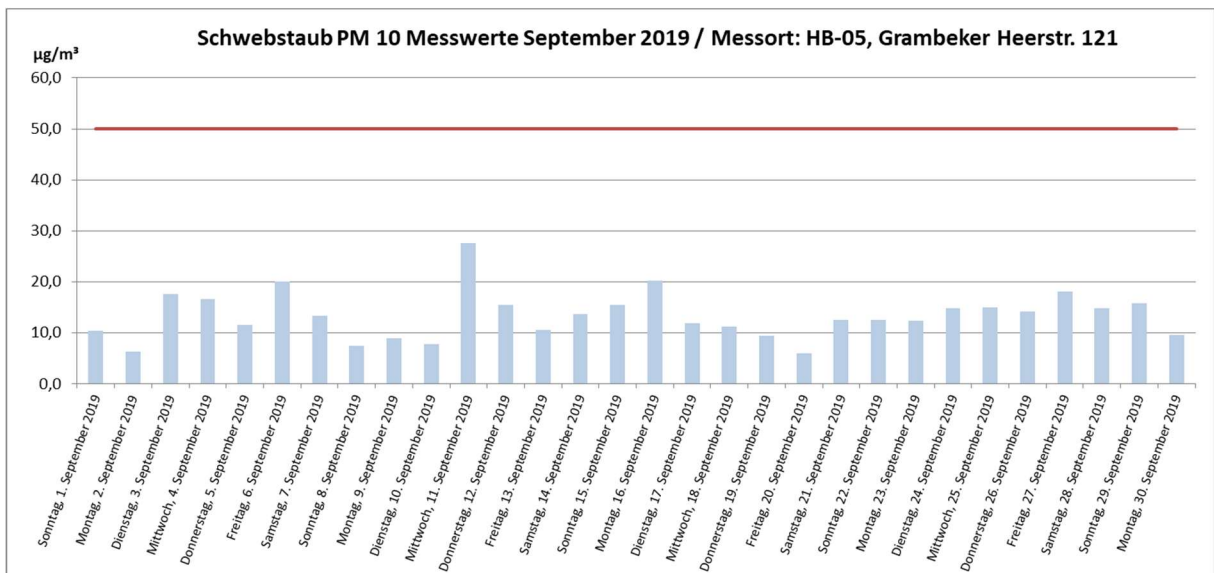
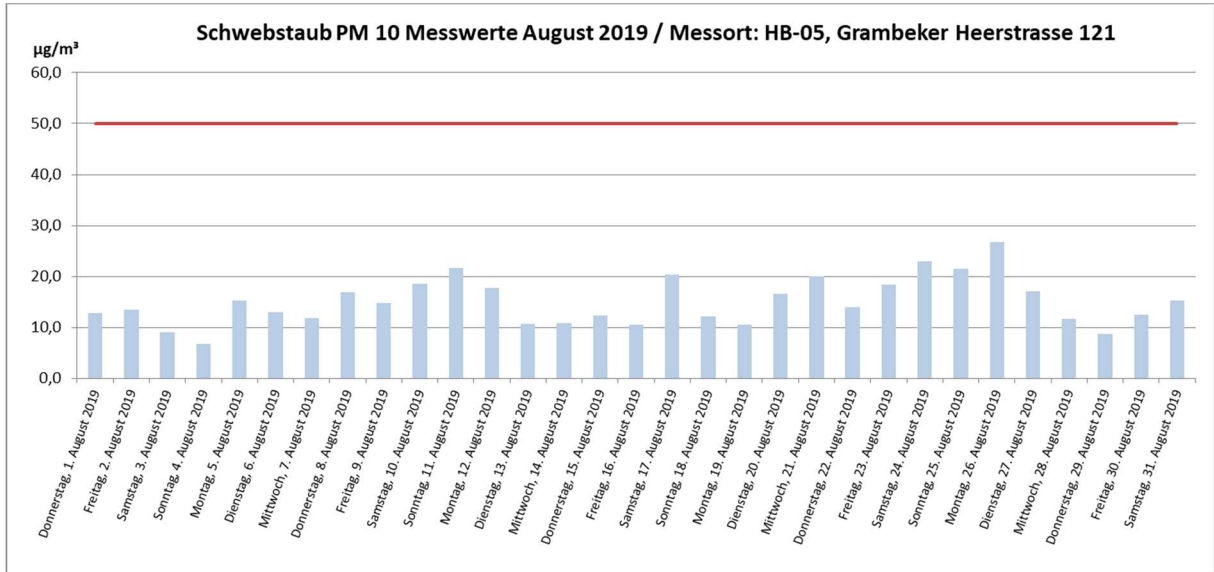






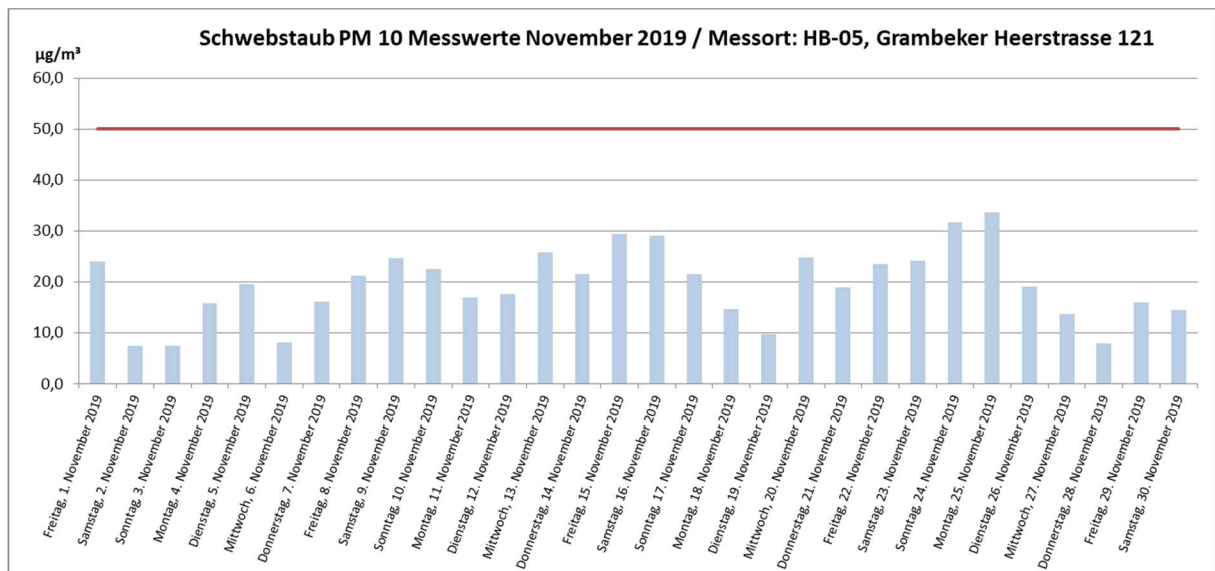
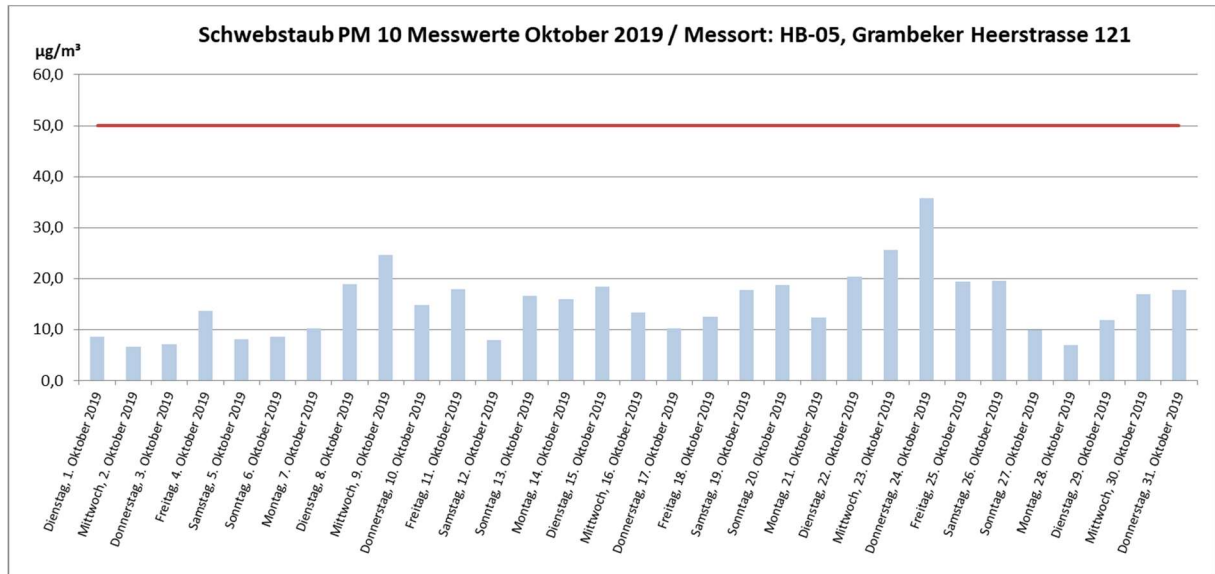


ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de  
Großmoorkehre 4 • 21079 Hamburg



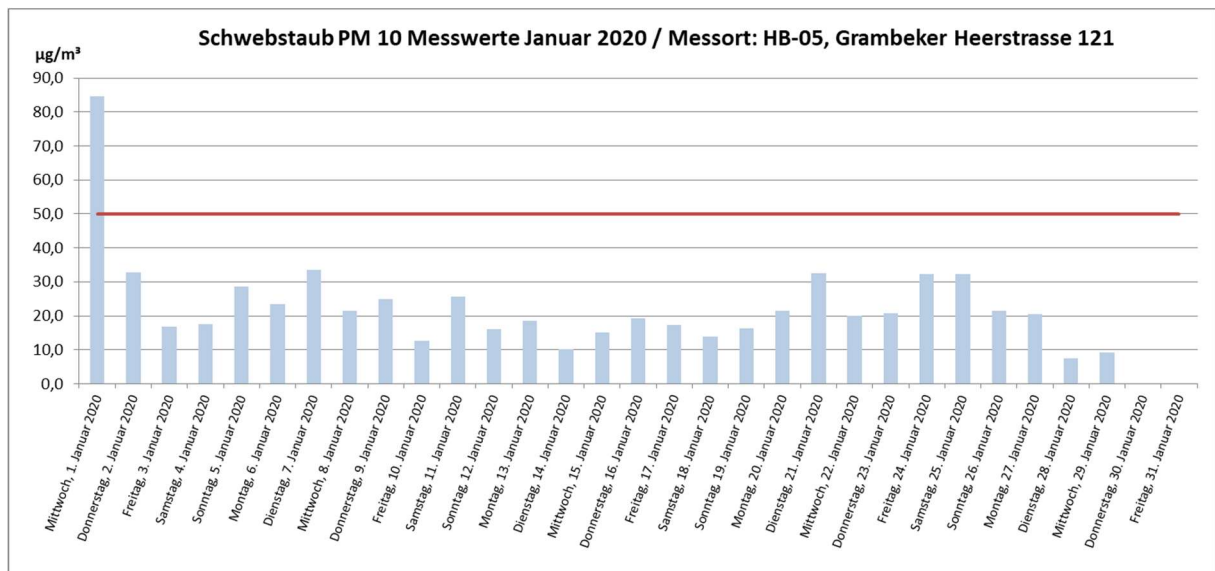
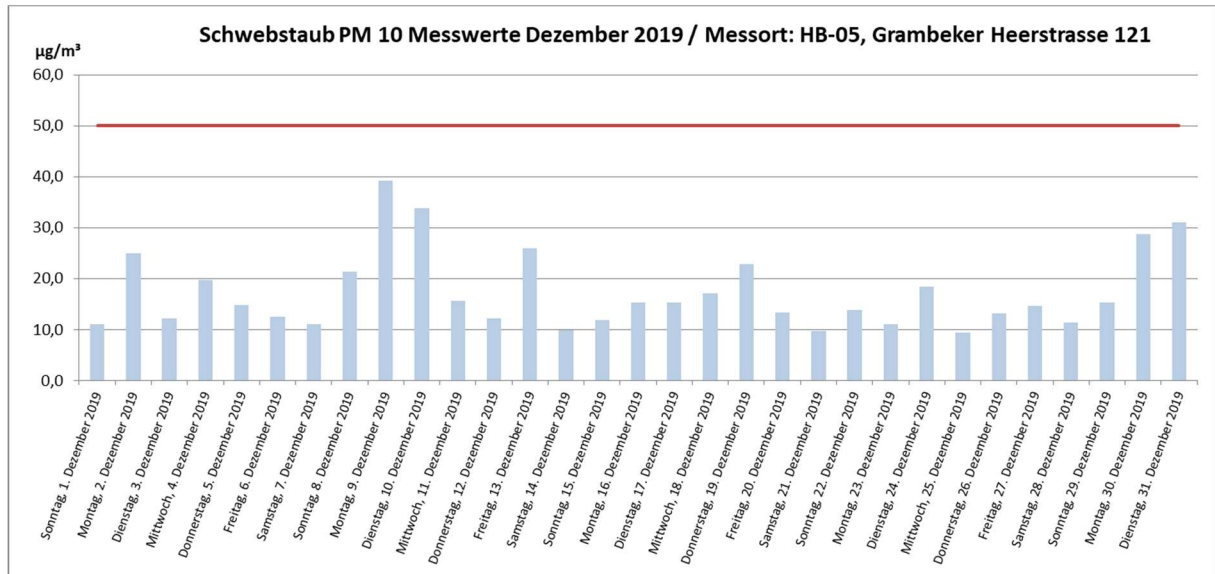


ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de  
Großmoorkehre 4 • 21079 Hamburg





ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.  
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de  
Großmoorkehre 4 • 21079 Hamburg



## Anhang V: Legende Flächennutzungsplan der Freien und Hansestadt Bremen

**Darstellungen**

 Räumlicher Geltungsbereich

**Bauflächen**

 Gemischte Bauflächen

 Gemischte Bauflächen - Prüfbereiche

 Wohnbauflächen

 Wohnbauflächen - Prüfbereiche

 Gewerbliche Bauflächen

 Gewerbliche Bauflächen - Prüfbereiche

 SO Hafengebiet

 Innovationsschwerpunkte Bildung, Forschung, Technologie  
Sonderbauflächen mit gewerblichem Schwerpunkt

 SO Airport-Stadt

 SO Technologiepark Universität

 SO Jacobs University und Science Park

 Sonderbauflächen

Zweckbestimmung

 SO Wochenendhausgebiet	 SO Strafvolzug
 SO Campingplatz	 SO Bund/ Polizei
 SO Liegeplatz	 SO Messen/ Ausstellungen/ Kongresse
 SO Einzelhandel	 SO Krankenhaus
 SO Einzelhandel/ Freizeit	 SO Großmarkt
 SO Freizeit/ Sport	 SO Nationale Mahnstätte
	 SO Bildung

**Flächen für den Gemeinbedarf**

Zweckbestimmung

-  Sozialen Zwecken dienende Gebäude und Einrichtungen
-  Kulturellen Zwecken dienende Gebäude und Einrichtungen
-  Hochschulen / Quartiersbildungszentren / weiterführende Schulen
-  Sportlichen Zwecken dienende Gebäude und Einrichtungen
-  Zentrale Gebäude und Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung
-  Zentrale Gebäude und Einrichtungen, die der öffentlichen Sicherheit dienen

**Verkehrsflächen**

-  Autobahnen und autobahnähnliche Straßen
-  Sonstige überörtliche und örtliche Hauptverkehrsstraßen
-  Tunnel
-  Fähren
-  Bahnanlagen
-  Straßenbahn- / Busdepot
-  Straßenbahnlinien
-  Straßenbahntrassen - Planung
-  Regional bedeutsame Umsteige- und Endpunkte
-  Umgrenzung der Fläche für den Luftverkehr
-  Flughäfen

**Flächen und Anlagen für Ver- und Entsorgung**

 Flächen für Ver- und Entsorgung	 Versorgung - Wasser
 Versorgung - Elektrizität	 Versorgung - Wasserkraft
 Versorgung - Fernwärme	 Entsorgung - Abfall
 Versorgung - Gas	 Entsorgung - Abwasser

**Freiflächen**

-  Wasserflächen
-  Grünflächen
-  Grünfläche - Parkanlage
-  Grünfläche - Badeplatz, Freibad
-  Grünfläche - Dauerkleingärten
-  Grünfläche - Friedhof
-  Grünfläche - Sportplatz
-  Grünfläche - Photovoltaik
-  Flächen für die Landwirtschaft
-  Waldflächen
-  Naturbelassene Flächen/  
Flächen mit besonderer landschaftspflegerischer Bedeutung
-  Grünverbindungen
-  Grünverbindungen - Planung

**Sonstige Darstellungen**

-  Bauflächen mit zu sichernden Grünfunktionen/  
besondere Planungsanforderungen bei Innenentwicklungsvorhaben
-  Historische Ortskerne/  
Gebiete mit prägendem Altbaubestand
-  Zentrale Versorgungsbereiche
-  Flächen für Deponien (mit Folgenutzung)
-  Vorrangflächen für Windkraftanlagen
-  Vorrangflächen für Windkraftanlagen (Zwischennutzung)
-  Vorrangflächen für Windkraftanlagen (Höhenbegrenzung der gesamten Anlage auf 120 m)
-  Gestaltungsraum Kleingärten, Freizeit und Natur Bremer Westen
-  Prüfbereiche für Ausgleichsmaßnahmen
-  Prüfbedarf am Umsteigeort Mahndorf
-  Von der Darstellung ausgenommene Flächen ( "Weißflächen" gem. § 5 Abs. 1 Satz 2 BauGB)
-  Von der Darstellung ausgenommene Vorrangflächen für Windkraftanlagen ( gem. § 5 Abs. 1 Satz 2 BauGB)

**Nachrichtliche Übernahmen und Kennzeichnungen**

-  Naturschutzgebiete (nachrichtliche Übernahme)
-  Überflutungspolder
-  Belastete Flächen (Altanlagen)
-  Flächen, unter denen der Bergbau umgeht