

ABSCHLUSSBERICHT

Messprogramm Immissionsmessungen Bremerhaven 2020/2021

Staubniederschlag und Inhaltsstoffe in Staubniederschlag

ANECO Dokumenten-Nr. / Datum:	66010-024 B01 vom 30.09.2021
Auftraggeber:	Magistrat der Stadt Bremerhaven, Umweltschutzamt Wurster Str. 49, 27580 Bremerhaven zusammen mit der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen Contrescarpe 72, 28195 Bremen
Ansprechpartner:	Lutz Becker, Umweltschutzamt Bremerhaven Andrea Schemmel, SKUMS, Bremen
Auftragsnummer:	600-2-07-03-1/2018-3 (Verlängerung um 12 weitere Monate)
Auftragsdatum:	29.07.2020
Art der Messung:	Immissionsmessungen im Rahmen der TA Luft
Messaufgabe:	Es sollen an insgesamt 6 Messorten Immissionsuntersuchungen im Einflussbereich der Deponie Grauer Wall durchgeführt werden, um die Immissionssituation in den angrenzenden Wohngebieten beurteilen zu können. Diese sollen die in den vergangenen Jahren bereits durchgeführten Immissionsuntersuchungen ergänzen.
Messkomponenten:	<ul style="list-style-type: none">- Deposition Staubniederschlag (StN)- Inhaltsstoffe in Staubniederschlag: Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zink (Zn)
Messort / Messgebiet:	Stadtgebiet Speckenbüttel in Bremerhaven Nord
Messzeitraum:	September 2020 – August 2021
Berichterstellung durch:	Dr. Klaus Berger / Holger Jürgensen
Berichtsumfang:	54 Seiten Bericht inkl. Anhang

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	3
1 Beschreibung der Messaufgabe	4
1.1 Anlass der Messungen	4
1.2 Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe	4
1.3 Messkomponenten	6
1.4 Anforderungen an die Messtechnik	6
1.5 Organisatorische Anforderungen	6
1.6 Beteiligung weiterer Institute	6
2 Vorwissen	6
3 Ortsbeschreibung	7
4 Messstrategie	7
4.1 Messgebiet	7
4.2 Messorte	8
4.3 Messzeitraum	12
4.4 Messzeiten	12
4.5 Datenverfügbarkeit	13
4.6 Messtechnik	13
5 Auswertung	15
5.1 Messwertverarbeitung	15
5.2 Messergebnisse	15
5.3 Ermittlung der Messunsicherheit	16
6 Beurteilung der Luftqualität und Diskussion	17
6.1 Meteorologie im Messzeitraum	17
6.2 Stoffe und Stoffgruppen	20
6.3 Plausibilitätsprüfung	28
7 Literaturverzeichnis	29
Anhang 30	
Anhang 1: Fotodokumentation	30
Anhang 2: Darstellung aller Messergebnisse	36
Anhang 3: Jahrgang von Staubniederschlag und Inhaltsstoffen	44
Anhang 4: Probenwechselplan	51
Anhang 5: Darstellung der monatlichen Windverhältnisse	52
Anhang 6: Legende zum Flächennutzungsplan Bremerhaven 2006	54

Zusammenfassung

Der Magistrat Bremerhaven beauftragte zusammen mit der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit der Durchführung von Immissionsmessungen an insgesamt 6 Standorten, davon 5 im Umkreis des Stadtgebietes Speckenbüttel sowie ein ca. 6 km südlich gelegener Messpunkt. Geprüft werden sollte, ob für die Misch- und Wohngebiete im Stadtgebiet Speckenbüttel die Immissionsituation im Einflussbereich der Deponie Grauer Wall durch Staubbiederschlag und dessen Inhaltsstoffe belastet ist.

Das Messprogramm umfasst Staubbiederschlag und ausgewählte Inhaltsstoffe, welche nach den Referenzverfahren der TA-Luft über einen 12 monatigen Messzeitraum erfasst und bewertet werden sollen. Die Immissionsmessungen für die Deposition von Staubbiederschlag begannen am 31.08.2020 und wurden über 12 Monate durchgeführt, sie endeten am 31.08.2021. Es wurde an 6 Standorten monatlich der Staubbiederschlag beprobt und nachfolgend gravimetrisch analysiert. Zusätzlich wurden monatlich im Staubbiederschlag die Elemente Arsen (As), Blei (Pb), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Kupfer (Cu) und Zink (Zn) analytisch bestimmt.

Dieser Bericht basiert auf allen Untersuchungsergebnissen des zwölfmonatigen Messprogramms von September 2020 bis August 2021.

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 6 Beurteilungspunkten das geforderte Kriterium in dem zwölfmonatigen Messzeitraum sicher unterschritten wird. Die Belastung liegt an den 6 Messpunkten im gesamten Messzeitraum zwischen 10 und 27 % des Immissionsgrenzwertes. Die Jahresmittelwerte für die Messpunkte 2 bis 6 liegen im Vergleich mit Jahresmittelwerten aus dem Landesmessnetz von Niedersachsen (2020) im Niveaubereich von Messstationen mit städtischen, vorstädtischen und ländlichen Hintergrund ($0,03 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ bis $0,08 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$), der Jahresmittelwert von Messpunkt 1 liegt mit $0,09 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ knapp oberhalb dieses Bereiches.

In der TA Luft werden für die Elemente Arsen, Blei, Cadmium und Nickel im Staubbiederschlag unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Für die Elemente Kupfer und Zink wurden aus der BBodSchV abgeleitete Beurteilungswerte herangezogen. Für das Messgebiet kann festgestellt werden, dass für die hier bestimmten Elemente die Immissionswerte der TA Luft sowie die abgeleiteten Beurteilungswerte aus der BBodSchV sicher unterschritten werden. Über alle Messpunkte erreichte die maximale Belastung mit Arsen 9%, Blei 8 %, Cadmium 16 %, Nickel 19 %, Kupfer 10 % und Zink 13 % des Immissionsgrenzwertes bzw. des Beurteilungswertes. Die VDI 2267 Blatt 3 gibt für verschiedene Inhaltsstoffe in Staubbiederschlag Wertebereiche an, die als typisch für den ländlichen oder städtischen Bereich angesehen werden. Gemäß dieser Einstufung liegen die gemessenen Jahresmittelwerte für Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Kupfer und Zink an allen Messpunkten im Bereich des ländlichen Belastungsniveaus oder darunter.

Für die untersuchten Parameter kann zusammenfassend festgestellt werden, dass im zwölfmonatigen Messzeitraum die ermittelten Immissionskenngrößen an allen Messpunkten unter den Immissionswerten der TA Luft und der weiteren herangezogenen Beurteilungsmaßstäbe liegen. Die Belastungshöhe ist für das Messgebiet mit städtischer Ausprägung unauffällig und passt auch in das Niveau der Untersuchungsergebnisse des Landesmessnetzes Niedersachsen an Messorten mit entsprechender Ausprägung.

Eine abschließende immissionsschutzrechtliche Bewertung bleibt der zuständigen Behörde vorbehalten.

1 Beschreibung der Messaufgabe

1.1 Anlass der Messungen

Der Magistrat Bremerhaven beauftragte zusammen mit der Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit der Durchführung von Immissionsmessungen an insgesamt 6 Standorten im Stadtgebiet von Bremerhaven. Gemäß der Prüfverfahren und Bewertungsmaßstäbe der TA Luft soll geprüft werden, ob für die Misch- und Wohngebiete im Stadtgebiet Speckenbüttel die Immissionsituation im Einflussbereich der Deponie Grauer Wall durch Luftschadstoffe belastet ist.

Das Messprogramm umfasst über 12 Monate die Bestimmung des Staubbiederschlages sowie die Inhaltsstoffe Arsen, Cadmium, Blei, Nickel, Kupfer und Zink des Staubbiederschlags.

Die Immissionsuntersuchungen sollen zur Beurteilung der Luftqualität gemäß TA Luft [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

Für die Inhaltsstoffe des Staubbiederschlages kommen – soweit festgelegt - die Grenzwerte der TA Luft [1] zur Anwendung. Staubbiederschlag als nicht gefährdender Staub findet in der TA Luft [1] unter Nr. 4.3.1 Berücksichtigung. Hier 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.

Für die Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag sind in der TA Luft [1] unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Diese betragen für Arsen $4 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, für Cadmium $2 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, für Blei $100 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ und für Nickel $15 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$.

Für die Parameter Kupfer und Zink im Staubbiederschlag sind in der TA Luft [1] keine Beurteilungskriterien genannt. In Nummer 4.5.1 der TA Luft [1] 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 Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) [4] eingehalten werden. Die in diesem Anhang aufgeführten zulässigen jährlichen Frachten an Schadstoffen beziehen sich dabei prinzipiell auf § 8 des Bundesbodenschutzgesetzes BBodSchG [5]. Sie dienen der "Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen 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 [4] angegebenen "zulässigen zusätzlichen jährlichen Frachten an Schadstoffen über alle Wirkungspfade" im Folgenden nochmals dargestellt. Zur Berechnung der Bodenanreicherung über Staubbiedepositionen 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 der Luftüberwachung Sachsen-Anhalt (LÜSA) [6] errechnen sich für die Parameter Kupfer und Zink tolerable Jahresfrachten von $36 \text{ g Cu}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ bzw. $1200 \text{ g Zn}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ entsprechend ca. $99 \text{ }\mu\text{g Cu}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ bzw. ca. $329 \text{ }\mu\text{g Zn}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$.

Die Bewertungsmaßstäbe sind zusammenfassend in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Beurteilungsmaßstab für die Staubdeposition (StN) und Inhaltsstoffe

Parameter	Beurteilungsmaßstab	Quelle	Bemerkung
Staubniederschlag (StN) (nicht gefährdend)	0,35 g/(m ² •d)	TA Luft 4.3.1 [1]	Immissionswert
Arsen (As)	4 µg/(m ² •d)	TA Luft 4.5.1 [1]	Immissionswert
Blei (Pb)	100 µg/(m ² •d)	TA Luft 4.5.1 [1]	Immissionswert
Cadmium (Cd)	2 µg/(m ² •d)	TA Luft 4.5.1 [1]	Immissionswert
Kupfer (Cu)	99 µg/(m ² •d)	BBodSchV [4]	Siehe Text
Nickel (Ni)	15 µg/(m ² •d)	TA Luft 4.5.1 [1]	Immissionswert
Zink (Zn)	329 µg/(m ² •d)	BBodSchV [4]	Siehe Text

Anforderungen an die Datenqualität

Soweit für die zu untersuchenden Parameter gesetzlich festgelegt kommen die Anforderungen zur Datenqualität der 39. BImSchV [7] sowie der TA Luft [1] zur Anwendung. Letztere definiert im Wesentlichen Anforderungen zur Mindestdatenverfügbarkeit, während in Anhängen (Anlagen 1 und 17) zur 39. BImSchV [7] zusätzlich Messunsicherheiten als Qualitätsziele für die Luftbeurteilung definiert sind.

Nach TA Luft [1] 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. Dieses gilt auch für Tagesmittelwerte von Schwebstaubmessungen. Anforderungen an die Datenqualität für Depositionsmessungen werden nicht genannt.

Die Anforderungen an die Datenqualität nach der 39. BImSchV [7] sind nur für die Gesamtablagerung („Deposition“) definiert. Demnach werden bei ortsfesten Messungen eine Unsicherheit von 70% und eine Mindestverfügbarkeit von 90% gefordert.

Mit dem Auftraggeber vereinbarte Anforderungen

Vereinbart wurde die Verlängerung des bisherigen Messprogrammes (Projekt 66010-020, von September 2018 bis August 2020) umfassend

- monatliche Bestimmung des Staubniederschlag (StN)
- sowie monatlich die Bestimmung der Inhaltsstoffe im Staubniederschlag (StN)

für einen zwölfmonatigen Messzeitraum von September 2020 bis August 2021.

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

Die während des Messprogramms notwendige Versetzung von Messpunkt 2 wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt, siehe auch unter 4.3 „Besondere Vorkommnisse“.

1.3 Messkomponenten

Luftverunreinigungen

- Staubniederschlag (StN)
- Inhaltsstoffe im Staubniederschlag (Arsen, Cadmium, Blei, Kupfer, Nickel und Zink)

Art der Ermittlungen

Die untersuchten Parameter werden wie folgt bestimmt:

- Staubniederschlag durch Depositionsmessungen mit dem Bergerhoffverfahren
- Inhaltsstoffe durch Analyse des Staubniederschlages nach Vollaufschluss

Ergänzende Messungen

- Keine

1.4 Anforderungen an die Messtechnik

Die Staubniederschlagsmessungen werden gemäß der VDI 4320 Blatt 2 [8] nach dem so genannten Bergerhoff-Verfahren durchgeführt. Die Expositionszeit beträgt bei diesem Verfahren einen Monat (30 ± 2 Tage).

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 [9] akkreditiert.

Personal

Fachlich Verantwortlicher:

Dr. Klaus Berger Tel.-Nr.: 040 / 69 70 96 13 Email: Klaus.Berger@aneco.de

Projektleitung:

Holger Jürgensen Tel.-Nr.: 040 / 69 70 96 15 Email: Holger.Juergensen@aneco.de

Die Probenahme und Analytik wurde durch fachkundiges Personal der 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 insofern vor, als das er bereits mehrjährige Untersuchungsprogramme in diesem Gebiet durchgeführt hat. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Messberichten 66010-018-B01 und 66010-020-B01 dokumentiert.

Seitens des Auftragnehmers lagen die Untersuchungsberichte der Vorjahre (s.o.) als auch allgemeine Kenntnisse über die Immissionssituation aufgrund langjähriger Messerfahrung im Großraum Bremen und Bremerhaven sowie in umliegenden Gebieten in Niedersachsen vor.

3 Ortsbeschreibung

Auf eine vollständige Wiedergabe der im Stadtgebiet Bremerhaven durch den Auftraggeber erhobenen Daten wird hier aufgrund der Aufgabenstellung verzichtet, da die Auswahl des Untersuchungsumfanges und der Messorte nicht Gegenstand des Auftrages war. Ältere Untersuchungsergebnisse der hier betrachteten Messpunkte und Parameter werden im Anhang 3 zusammenfassend mit dargestellt.

In der Region Bremerhaven ist das Klima gemäßigt warm. Im Mittel gibt es das ganze Jahr über deutliche Niederschläge mit einem Maximum im Sommer. Die Klassifikation des Klimas nach Köppen und Geiger ist Cfb (feuchtgemäßigtes Klima mit warmen Sommern) [10]. Die Jahresdurchschnittstemperatur und der durchschnittliche summierte Jahresniederschlag werden im betrachteten zwölfmonatigen Untersuchungszeitraum mit 9,9 °C und 722 mm angegeben [11].

4 Messstrategie

Ziel der Messungen ist es den aktuellen Zustand in Bezug auf die o.g. Luftschadstoffe zu erfassen. Die Messungen sollen im Umfeld der Deponie Grauer Wall durchgeführt werden, um die Immissionssituation in den angrenzenden Wohngebieten gemäß TA Luft [2] beurteilen zu können. 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

Das Messgebiet (Abbildung 1) hat seinen Mittelpunkt im Stadtteil Speckenbüttel in Bremerhaven. Die Deponie Grauer Wall liegt westlich angrenzend an das Messgebiet. Die vom Auftraggeber vorgegebenen Messpunkte 1 bis 5 sind im Stadtteil Speckenbüttel verteilt. Das Messgebiet in Speckenbüttel hat eine Nord-Süd Ausdehnung von ca. 1000 m und eine Ost-West Ausdehnung von ca. 800 m. Ein zusätzlicher Messpunkt (MP 6) liegt an der Mündung der Geeste ca. 6,2 km südlich von Mittelpunkt des Stadtteils Speckenbüttel entfernt.

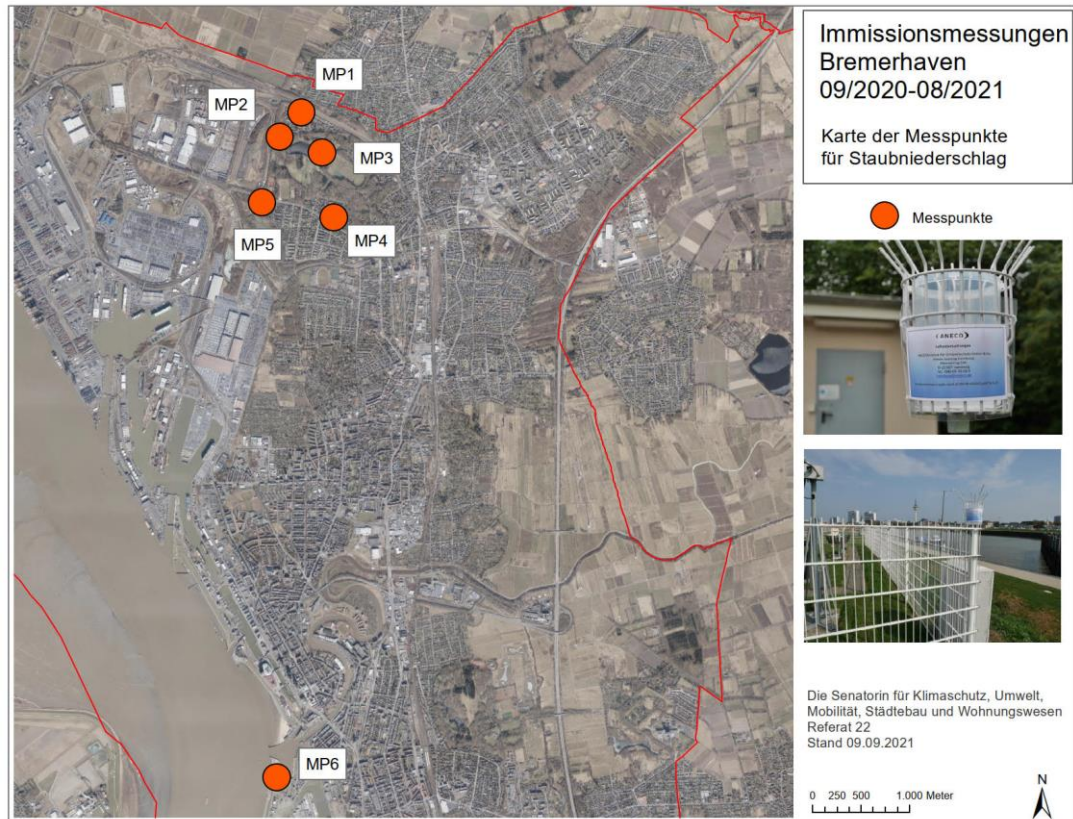


Abbildung 1: Gebietsübersichtskarte und Projektinformationen, mit Lage der Messpunkte 1 bis 6 (orange) zum Messende September 2021, Bildquelle: Auftraggeber

4.2 Messorte

Festlegung der Messorte

Anzahl und Lage

Bestandteil des Auftrages waren 6 Messpunkte (MP 1 bis MP 6) für jeweils Staubniederschlag (StN) und Inhaltsstoffe im Staubniederschlag. Wobei die Messpunkte 1 bis 5 den Kern des Messgebietes umfassen während Messpunkt 6 als Vergleichsmesspunkt anzusehen ist. Die Lage der Messpunkte ist in Abbildung 1 und detaillierter in den drei folgenden Abbildungen 2 bis 4 dargestellt sowie in Tabelle 2 charakterisiert.

Eine Fotodokumentation der Messpunkte ist im Anhang 1 dargestellt.



Abbildung 2: Übersichtskarte 1: Teil des Messgebietes mit Bezeichnung der Messpunkte 1 bis 3. Kartenquelle: OpenStreetMap [12] mit eigenen Ergänzungen



Abbildung 3: Übersichtskarte 2: Teil des Messgebietes mit Bezeichnung der Messpunkte 4 und 5. Kartenquelle: OpenStreetMap [12] mit eigenen Ergänzungen

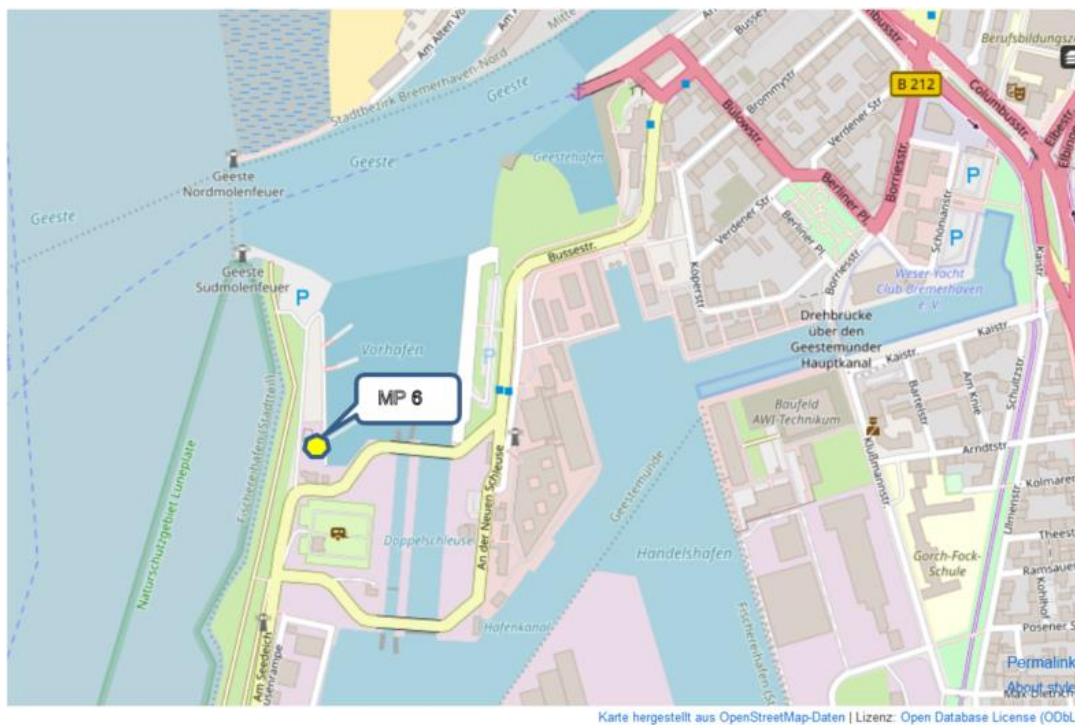


Abbildung 4: Übersichtskarte 3: zusätzlicher Messpunkt (MP 6) an der Geestemündung, Kartenquelle: OpenStreetMap [12] mit eigenen Ergänzungen

Tabelle 2: Messorte

Bezeichnung	Bezeichnung, Lage	Koordinaten Grad Minuten Dezimalminuten	Parameter
MP 1	Pumpwerk Rasenweg, auf dem Gelände des Pumpwerk	53° 35.6990 N 8° 34.7670 E	Staubniederschlag (StN) Inhaltsstoffe im Staubniederschlag
MP 2 *	Hundeverein „Deutscher Pudeln Klub e.V.“ Mittig zur Wiese rechts des Hundevereins, in Verlängerung des Zufahrtweges Am 30.07.2021 ca. 5m Richtung Süden ver- setzt, wegen erheblichen Wachstum des Grünstreifens	vom 31.08.2020 bis 30.07.2021 53° 35.5720 N 8° 34.5680 E vom 30.07.2021 bis 31.08.2021 53° 35.5700 N 8° 34.5620 E	Staubniederschlag (StN) Inhaltsstoffe im Staubniederschlag
MP 3	Weidenschloss Wiese rechts des Bootshaus Speckenbüt- tel, ca. 3 m vom Seeufer, mittig an einem ca. 30 m freien Zugang zum See	53° 35.5010 N 8° 34.9560 E	Staubniederschlag (StN) Inhaltsstoffe im Staubniederschlag

Bezeichnung	Bezeichnung, Lage	Koordinaten Grad Minuten Dezimalminuten	Parameter
MP 4	Wurthacker 4, im Garten hinterm Haus	53° 35.1150 N 8° 35.0620 E	Staubniederschlag (StN) Inhaltsstoffe im Staubniederschlag
MP 5	Pillauer Str. 4, links im Vorgarten	53° 35.1750 N 8° 34.4150 E	Staubniederschlag (StN) Inhaltsstoffe im Staubniederschlag
MP 6	An der Neuen Schleuse, südöstliche Ecke des umzäunten Geländes der Landesmessstation	53° 31.9860 N 8° 34.5700 E	Staubniederschlag (StN) Inhaltsstoffe im Staubniederschlag

* Siehe Punkt 4.3 „Besondere Vorkommnisse“

Standortbeschreibung

Siehe oben unter „Lage und Ausdehnung“ und in Tabelle 2.

Abstand zu relevanten Quellen

Das Stadtgebiet Speckenbüttel, welches den Kern des Messgebietes darstellt, hat eine Ausdehnung von ca. 1000 m (Nord-Süd) und ca. 800 m (Ost-West). Nördlich, nordöstlich bis südlich des Messgebietskerns liegen Wohngebiete mit Einzel-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern. 200-350 m süd- bis nord-westlich der Messpunkte 1, 2 und 5 liegt die Deponie Grauer Wall (Ausdehnung Nord-Süd ca. 500 m und Ost-West ca. 300 m) und daran angrenzend ein gemischtes Industrie und Gewerbegebiet (Ausdehnung Nord-Süd ca. 1,0 km und Ost-West ca. 1,3 km). Im weiteren Verlauf im Abstand von 500 m bis 1,5 km vom Messgebiet schließen sich umfangreiche Hafenanlagen an, die längs der Weser von Nord-West bis südlich des Messgebietes verlaufen und bis zu 2,3 km breit sind. Der Vergleichsmesspunkt (MP 6) befindet sich auf der südlichen Hafennole an der Mündung der Geeste, auf Höhe der Schleuse zum Fischerei- und Handelshafen.

Angabe der Nutzungsstrukturen

Ein Flächennutzungsplan (von 2006 mit bisherigen Änderungen /Ergänzungen) konnte für das Messgebiet im Internet eingesehen werden. Aufgrund der Größe des Plans wird hier nur ein Ausschnitt wiedergegeben.

Seestadt Bremerhaven Flächennutzungsplan 2006

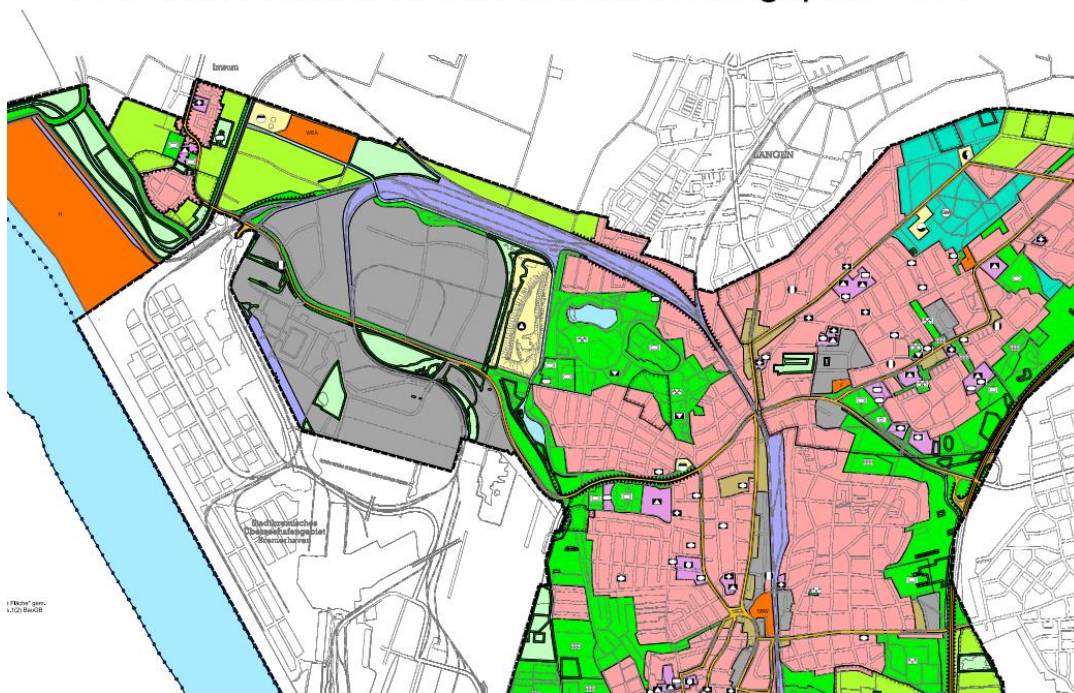


Abbildung 5 Ausschnitt von Flächennutzungsplan Bremerhaven von 2006. Die Legende ist im Anhang 6 abgebildet. Der vollständige Nutzungsplan kann abgerufen werden unter dem Link: <https://www.bremerhaven.de/de/verwaltung-politik/stadtplanungsamt/flaechennutzungsplan-2006.72536.html>

4.3 Messzeitraum

Die Messungen sollten einen Zeitraum von 12 Monaten abdecken. Mit den Immissionsmessungen wurde am 31.08.2020 begonnen und endeten am 31.08.2021.

Besondere Vorkommnisse

Messpunkt 2 wurde, Aufgrund des starken Pflanzenwachstums des Grünstreifens, am 30.07.2021 um ca. 5 m Richtung Süden versetzt. Der versetzte Messpunkt wird weiterhin als MP 2 gekennzeichnet.

Parameter Staubbiederschlag (StN)

- MP 3, Messzeitraum 29.01.2021 bis 01.03.2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Parameter Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag

- MP 3, Messzeitraum 29.01.2021 bis 01.03.2021, Totalverlust wegen Vandalismus

4.4 Messzeiten

Es wurde eine zeitlich fortlaufende Messung der Parameter für den oben beschriebenen Messzeitraum durchgeführt. Die chronologische Auflistung der Messzeiten (Probenwechselplan) ist im Anhang 4 zu finden.

Zeitliche Auflösung der Messungen

Die Staubbiederschlagsmessungen basieren auf Monatszeiträumen (30 ± 2 Tage), aus denen auch die Bestimmung der Inhaltsstoffe erfolgte.

4.5 Datenverfügbarkeit

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

Die Datenverfügbarkeit für Staubniederschlag (StN) und Inhaltsstoffe beträgt

- Für die Messpunkte 1, 2 und 4 bis 6: 100% (jeweils 12 Ergebnisse für 12 Messmonate)
- Für Messpunkt 3: 92 % (11 Ergebnisse für 11 Messmonate)

Die Mindestdatenerfassung von 90% wird für alle Messpunkte in dem zwölfmonatigen Untersuchungszeitraum sicher erreicht.

4.6 Messtechnik

Eine Übersicht über die zur Anwendung gekommenen Messverfahren und deren zugrundeliegenden Technischen Regeln gibt Tabelle 3 wieder.

Messverfahren / Analyseverfahren

Tabelle 3: Messtechnik

Nr.	Messkomponente	Messverfahren	Technische Regel	Akkreditierung vorhanden	Verfahrenskenngrößen
1	Staubniederschlag (StN)	Sammelgefäße nach dem Bergerhoffverfahren	VDI 4320 Blatt 2 (2012-01) [8]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [9]	s. Tabelle 4
2	Elemente im Staubniederschlag	ICP-MS nach Vollaufschluss	VDI 2267 Blatt 2 (2019-02) [13]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [9]	s. Tabelle 5

Die Beprobung auf Staubniederschlag erfolgt mit Geräten nach dem Bergerhoff-Verfahren, welche in der VDI 4320 Blatt 2 [8] beschrieben sind. Die Expositionsdauer beträgt bei diesem Verfahren einen Monat (30 ± 2 Tage). Die Messhöhe für das oben beschriebene Verfahren betrug ca. 1,5 bis 2,5 m über der Flur. Der seitliche Abstand zu Bauwerken von minimal 1,5 m (TA Luft 4.6.2.3 [1]) wurde eingehalten.

Zur Analyse auf Staubniederschlag und den darin enthaltenen Metallen werden pro Monat und Messpunkt die Inhalte der Probenahmegefäße eingedampft. Der aus den Staubniederschlagsproben gewonnene Trockenrückstand wird anhand des in der VDI 2267 Blatt 2 [13] beschriebenen Verfahrens des geschlossenen Mikrowellenaufschlusses unter Einsatz von Salpetersäure und Flußsäure aufgeschlossen. Die Bestimmung der Metallgehalte geschieht entsprechend der VDI 2267 Blatt 2 [13] mit Hilfe der Inductively Coupled Plasma - Massenspektrometrie (ICP-MS).

Tabelle 4: Typische Verfahrenskenndaten Staubbiederschlag (StN) Bergerhoff-Verfahren:

Parameter	Methode	Nachweisgrenze*	Erweiterte Messunsicherheit**
Staubbiederschlag (StN)	Gravimetrie	6 mg/(m ² •d)	34%

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

** erweiterte Messunsicherheit (95% Vertrauensintervall) bezogen auf Monatsproben aus dem Anwendungsbereich (nach EN ISO 20988 [14])

Tabelle 5: Typische Nachweisgrenzen und Messunsicherheiten der Inhaltsstoffbestimmung im Staubbiederschlag

Element im Staubbiederschlag	Methode	Nachweisgrenze*	Erweiterte Messunsicherheit**
Arsen (As)	ICP/MS	0,02 µg/(m ² •d)	28%
Blei (Pb)	ICP/MS	0,2 µg/(m ² •d)	45%
Cadmium (Cd)	ICP/MS	0,01 µg/(m ² •d)	48%
Kupfer (Cu)	ICP/MS	0,2 µg/(m ² •d)	36%
Nickel (Ni)	ICP/MS	0,2 µg/(m ² •d)	38%
Zink (Zn)	ICP/MS	1,5 µg/(m ² •d)	28%

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

** erweiterte Messunsicherheit (95% Vertrauensintervall) bezogen auf Monatsproben aus dem Anwendungsbereich (nach EN ISO 20988 [14])

Rahmenbedingungen für den Einsatz der Messverfahren

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

Infrastruktur

Die Zugangsmöglichkeit der Messpunkte wurde durch den Auftraggeber hergestellt. Ein gesonderter Schutz der Messeinrichtung erschien bedingt durch die Standortauswahl nicht erforderlich.

Erfassung und Archivierung der Messdaten

Die Messdaten und Analysenergebnisse wurden von der ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. mit Hilfe von Protokollen gemäß der jeweiligen Standardarbeitsanweisungen erfasst. 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 [9] Akkreditierung. Für den Parameter Staubbiederschlag (Deposition) und Inhaltsstoffe (ausgesuchte Elemente) haben Mitarbeiter der ANECO an einem VDI-internen Ringversuch teilgenommen. Weitere

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

5 Auswertung

5.1 Messwertverarbeitung

Behandlung von Messausfällen

Die Jahresmittelwerte aller Parameter vom Messpunkt 3 wurden, wegen Vandalismus im Messmonat Februar 2021, nur aus 11 Messmonaten gebildet.

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 [1] sowie der 39. BImSchV [7] und basiert auf den Rechenvorschriften der VDI 4280 Blatt 1 Anhang D [15].

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 [15]):

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

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 Messwtergebnisse ist im Anhang 2 des Messberichtes zu finden. Im Folgenden sind die Messergebnisse je Stoff bzw. Stoffgruppe in Form von Kenngrößen für den Untersuchungszeitraum September 2020 bis August 2021 und jeden Messpunkt dargestellt.

Staubniederschlag (StN)

Tabelle 6: Jahres-Mittelwerte der Staubniederschlag (StN) Messungen, Messzeitraum für alle 6 Messpunkte 31.08.2020 bis 31.08.2021

Messpunkt	Bezeichnung	Staubniederschlag in g/(m ² ·d)
MP 1	Pumpwerk Rasenweg	0,09
MP 2	Hundeverein Deutscher Pudel Klub e.V.	0,07
MP 3	Weidenschloss	0,06
MP 4	Wurthacker 4	0,04
MP 5	Pillauer Str. 4	0,06
MP 6	An der Neuen Schleuse	0,04

Inhaltsstoffe im Staubniederschlag

Tabelle 7: Jahres-Mittelwerte der Inhaltsstoffe im Staubniederschlag, Messzeitraum für alle 6 Messpunkte 31.08.2020 bis 31.08.2021

Inhaltsstoff des Staubniederschlags in µg/(m ² ·d)	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6
Arsen (As)	0,35	0,23	0,22	0,19	0,28	0,20
Blei (Pb)	4,9	4,5	3,6	4,8	7,1	8,2
Cadmium (Cd)	0,18	0,15	0,17	0,16	0,20	0,32
Kupfer (Cu)	8,4	7,6	5,1	6,4	10,1	5,3
Nickel (Ni)	2,6	1,8	1,8	2,1	2,9	2,0
Zink (Zn)	33	31	25	27	41	34

„<“ Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) bzw. Nachweisgrenze (NWG)

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 die zur Verwendung gekommenen Messverfahren entsprechende Messunsicherheitsbeiträge ermittelt. Diese wurden auf der Basis der DIN EN ISO 20988 [14] "Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit" und den dort aufgeführten normativen Verweisungen bestimmt, sofern nicht anders angegeben. Konkrete Angaben zu den Messunsicherheiten der hier angewendeten Messverfahren finden sich im Abschnitt 4.6 unter „Messverfahren / Analyseverfahren“ dieses Berichtes.

6 Beurteilung der Luftqualität und Diskussion

Nachfolgend erfolgt eine Diskussion und Bewertung der ermittelten Daten für den betrachteten Messzeitraum September 2020 bis August 2021. Die Auswertungen wurde nach den Kriterien der TA Luft [1] 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 des Messprogrammes sind im Anhang 2 detailliert aufgeführt. Im Anhang 3 werden die Jahres-Mittelwerte für Staubbiederschlag und Inhaltsstoffe aus vorherigen (siehe Messbericht 66010-018_B01 und Messbericht 66010-020) und dem aktuellen Messprogrammen gegenübergestellt.

6.1 **Meteorologie im Messzeitraum**

Bremerhaven 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 Windverhältnisse in Bremerhaven werden stark von der Nähe zur Nordsee geprägt. An der Nordsee herrschen i.d.R. deutlich stärkere - zu meist westliche - Winde als im entfernteren Binnenland.

Die hier aufgeführten meteorologischer Daten (Temperatur, Niederschlag sowie die Winddaten) werden vom Deutschen Wetterdienst ausgegeben. Im Folgenden werden ausgewählte meteorologische Parameter mit der Referenzperiode 1981-2010 verglichen. Die meteorologischen Vergleichsdaten wurden dem Deutschen Wetterdienst [11] entnommen:

Station *Wangerland-Hooksiel* (DWD Code 6157): ca. 38 km Nord nordwestlich gelegene meteorologische Messstation des Deutschen Wetterdienstes für die Klimadaten.

Station *Bremerhaven* (DWD Code 0701): direkt am MP 6 gelegene meteorologische Messstation des Deutschen Wetterdienstes für die Winddaten.

Die Temperatur im betrachteten Messzeitraum September 2020 bis August 2021 lag mit durchschnittlich 9,9 °C etwas über dem Wert von 9,5 °C, der aus der 30igjährigen Referenzperiode (1981-2010) ermittelt wurde. Die Niederschlagsmenge [11] ist im Messzeitraum September 2020 bis August 2021 ca. 20 % geringer ausgefallen als der Mittelwert der 30igjährigen Referenzperiode. Mit Ausnahme des Novembers weisen besonders die Wintermonate deutlich Niederschlagsdefizite auf. Aufgrund fehlender Niederschlagsdaten für die Monate Dez. 2020 und Jan. 2021 wurde auf die Daten des Vorjahreszeitraums (Dez. 2019 und Jan. 2020) zurückgegriffen.

Der klimatische Jahresverlauf im Messzeitraum und gemittelt über eine Vergleichsperiode von 30 Jahren, ist in der folgenden Abbildung 6 ersichtlich.

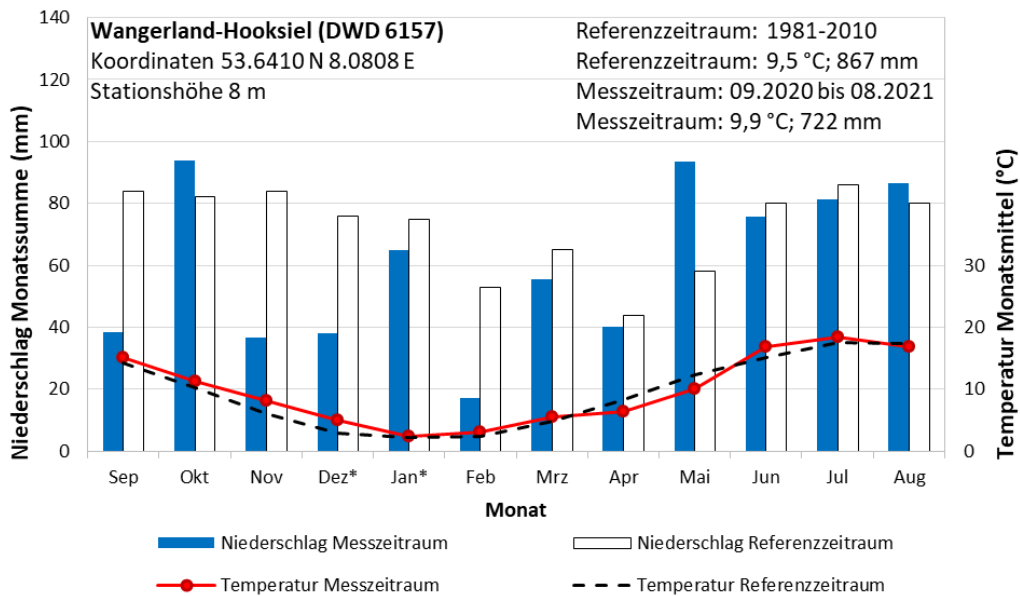


Abbildung 6: Niederschlagssumme (mm) und Temperatur (°C) während des betrachteten Messzeitraumes an der Station Wangerland-Hooksiel (DWD Code 6157) im Vergleich zum langjährigen Mittel;
* die Niederschlagsmengen für Dez.2020 und Jan.2021 stammen aus den Vorjahren, Dez. 2019 und Jan. 2020

Legende

Schwarze Linie: Temperatur im Referenzzeitraum, ungefärbte Balkendarstellung: Niederschlag im Referenzzeitraum, rote Linie: Temperatur im betrachteten Messzeitraum, blaue Balkendarstellung: Niederschlag im betrachteten Messzeitraum,
eigene Grafik, Quelle der Daten: DWD [11]

Die Windverhältnisse im betrachteten Messzeitraum (31.08.2020 bis 31.08.2021) sind in der folgenden Abbildung 7 wiedergegeben. Die Windverhältnisse in den einzelnen Monaten des Messzeitraumes sind im Anhang 5 aufgeführt. Der Wind wehte im Messzeitraum zu ca. 30% aus Nordwest bis West aber auch die anderen Himmelsrichtungen waren, mit Ausnahme der Richtung Südost, mit ca. 10% vertreten.

Überwiegend wurden Winde aus den Richtungen Nordwest und West im Messzeitraum registriert. Die Windverhältnisse im Untersuchungszeitraum zeigen in ihrer Verteilung der Windanteile, von dem an derselben Messstation ermittelten 5-jährigen (2015 bis 2019) Vergleichsperiode, eine merkbare Verschiebung der Hauptwindrichtung um 82° von Süd-Südwest (222°) bis fast auf Nord-Nordwest (303°), siehe Abbildung 8.

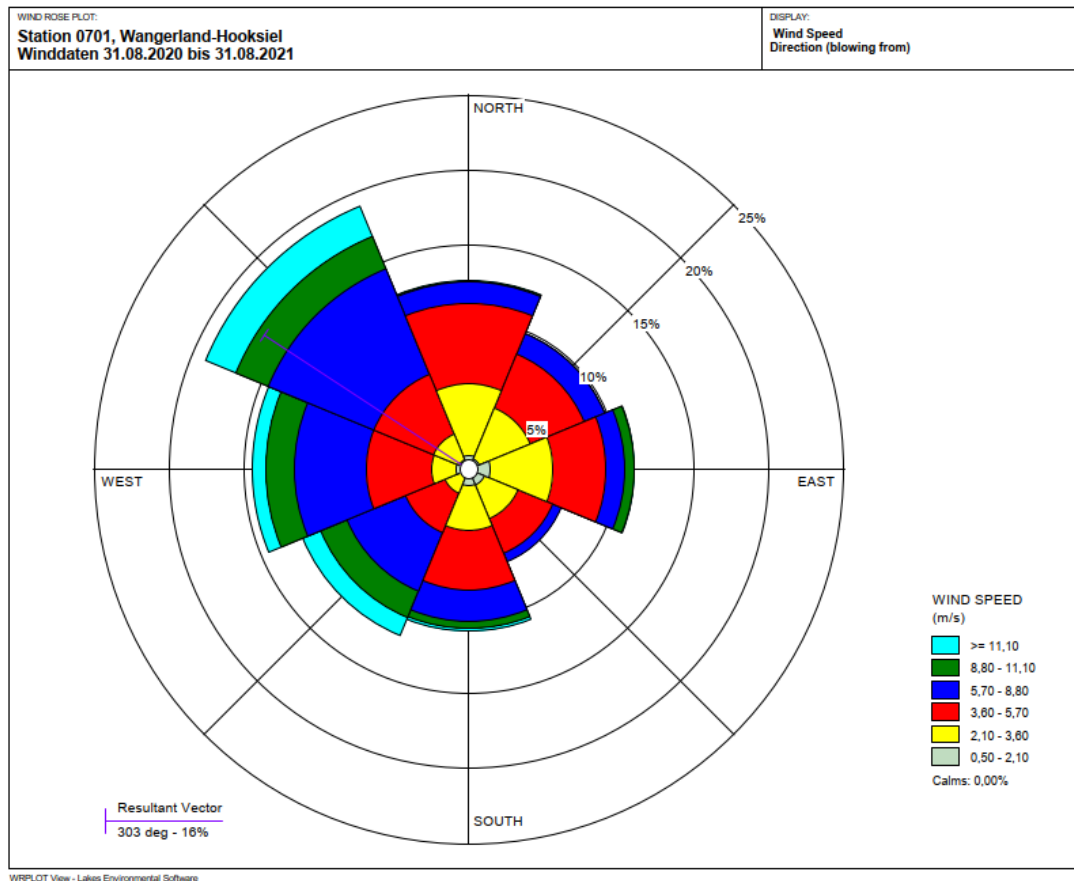


Abbildung 7: Windgeschwindigkeit und Windrichtung im Messzeitraum 31.08.2020 bis 31.08.2021
Quelle der Daten: DWD-Messstation Bremerhaven (Code: 0701)
Die vektorielle Windstatistik wurde berechnet und visualisiert mit WRPLOT View (Version 8.0.2, Lakes Environmental Software, Waterloo, CAN)

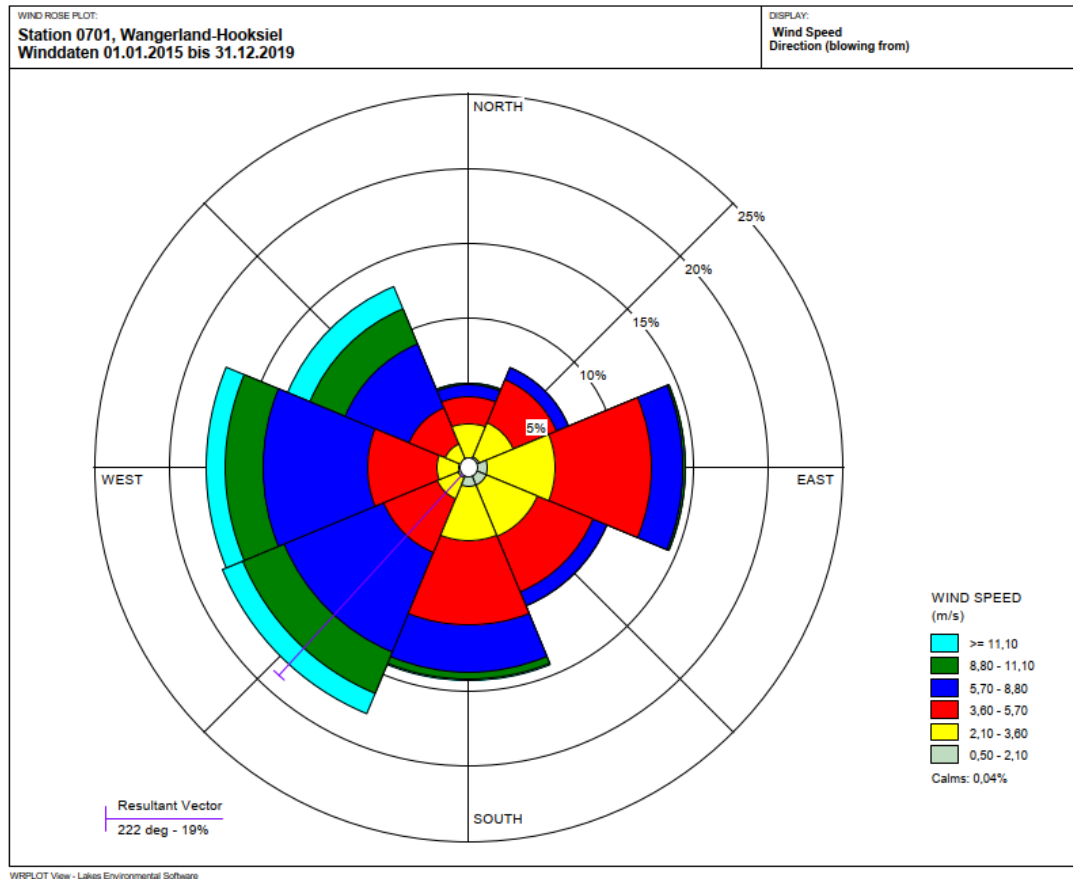


Abbildung 8: Windgeschwindigkeit und Windrichtung im 5 Jahreszeitraum 01.01.2015 bis 31.12.2019
Quelle der Daten: DWD-Messstation Bremerhaven (Code: 0701)
Die vektorielle Windstatistik wurde berechnet und visualisiert mit WRPLOT View (Version 8.0.2, Lakes Environmental Software, Waterloo, CAN)

6.2 Stoffe und Stoffgruppen

6.2.1 Ergebnisse Staubniederschlag (StN)

Staubniederschlag (StN) als nicht gefährdender Staub findet in der TA Luft [1] unter Nr. 4.3.1 Berücksichtigung. Hier 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 im betrachteten Messzeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Staubniederschlag (StN) mit maximal 27 % des Immissionswertes sicher unterschritten wird, siehe Tabelle 8.

Das Bundesland Bremen gibt in seinen zuletzt veröffentlichten Jahresberichten (2018 und 2019) keine Messwerte für Staubniederschlag an, ersatzweise werden daher zum Vergleich Messwerte vom benachbarten Bundesland Niedersachsen verwendet. Das Bundesland Niedersachsen [16] gibt für das Jahr 2020 für seine 14 Messstationen mit städtischen, vorstädtischen und ländlichen Hintergrund Jahresmittelwerte für Staubniederschlag von $0,03 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ bis $0,08 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ und für seine 3 Industrie nahen Messstationen Jahresmittelwerte für Staubniederschlag von $0,04 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ bis $0,1 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ an. Wie die nachfolgende

Tabelle 9 zeigt, liegen die Mittelwerte im Untersuchungsgebiet im betrachteten Messzeitraum an den Messpunkten 2 bis 6 mit 0,04 bis 0,07 g/(m²•d) innerhalb und der Messpunkt 1 mit 0,09 g/(m²•d) oberhalb des Bereiches der Jahresmittelwerte von städtischen, vorstädtischen und ländlichen Hintergrundmessstationen in Niedersachsen (2020) [16]. Alle Messpunkte 1 bis 6 liegen innerhalb des Wertebereiches für industrienahe Messstationen in Niedersachsen (2020) [16]. Bei dem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass Landesmessnetz-Jahresmittelwerte aus 2020 mit Jahresmittelwerten aus dem Messzeitraum September 2020 bis August 2021 verglichen werden.

Tabelle 8: Jahres-Mittelwerte der Staubniederschlag-Messergebnisse
Messzeitraum: 31.08.2020 bis 31.08.2021 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.3.1 [1]	0,35 g/(m ² •d) Jahresmittelwert	MP 1	0,09 g/(m ² •d)	27%	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum <u>unterschritten</u>
		MP 2	0,07 g/(m ² •d)	20%	
		MP 3	0,06 g/(m ² •d)	18%	
		MP 4	0,04 g/(m ² •d)	13%	
		MP 5	0,06 g/(m ² •d)	18%	
		MP 6	0,04 g/(m ² •d)	10%	

Tabelle 9: Messergebnisse für Staubniederschlag (StN) im Vergleich

Werte in µg/(m ² •d)	Mittelwerte im Messzeitraum MP 1 – MP 6	Jahresmittelwerte für ländlich/städtische Stationen des Landesmessnetz Niedersachsen 2020 [16]	Jahresmittelwerte für Industrie nahe Stationen des Landesmessnetz Niedersachsen 2020 [16]	Immissionswert nach TA Luft 4.3.1 [1]
Staubniederschlag (StN)	0,04 – 0,09	0,03 – 0,08	0,04 – 0,1	0,35

6.2.2 Ergebnisse Inhaltsstoffe im Staubniederschlag

Arsen (As) im Staubniederschlag

In der TA Luft [1] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Arsen (As) 4 µg/(m²•d). Der vorgenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [1] 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 betrachteten Messzeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Arsen (As) im Staubniederschlag mit maximal 9 % des Immissionswertes sicher unterschritten wird, siehe Tabelle 10.

Wie die nachfolgende Tabelle 11 zeigt, bewegen sich die mittleren Arsenwerte im Staubbiederschlag an allen Messpunkten auf einem niedrigen (ländlichen) Niveau gemäß VDI 2267 Blatt 3 [17]. Das Bundesland Bremen/Bremerhaven gibt in seinen zuletzt veröffentlichten Jahresberichten (2018 und 2019) keine Messwerte für Arsen (As) im Staubbiederschlag an, ersatzweise werden daher zum Vergleich Messwerte vom benachbarten Bundesland Niedersachsen verwendet. Das Bundesland Niedersachsen hat für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Arsen (As) ermittelt. Die für den betrachteten Messzeitraum im Untersuchungsgebiet bestimmten Mittelwerte sind am Messpunkt 4 unterhalb und an allen anderen Messpunkten innerhalb der Bandbreite der Jahresmittelwerte 2020 aus dem Ländermessnetz von Niedersachsen [16]. Bei dem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass Landesmessnetz-Jahresmittelwerte aus 2020 mit Jahresmittelwerten aus dem Messzeitraum September 2020 bis August 2021 verglichen werden.

Tabelle 10: Beurteilung der Arsen (As) Messergebnisse
Messzeitraum: 31.08.2020 bis 31.08.2021 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [1]	4 µg/(m ² •d) Jahresmittelwert	MP 1	0,35 µg/(m ² •d)	9 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .
		MP 2	0,23 µg/(m ² •d)	6 %	
		MP 3	0,22 µg/(m ² •d)	6 %	
		MP 4	0,19 µg/(m ² •d)	5 %	
		MP 5	0,28 µg/(m ² •d)	7 %	
		MP 6	0,20 µg/(m ² •d)	5 %	

Tabelle 11: Messergebnisse für Arsen (As) im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in µg/(m ² •d)	Mittelwerte im Messzeitraum MP 1 – MP 6	Jahresmittelwerte für ländlich/städtische Stationen des Landesmessnetz Niedersachsen 2020 [16]	Ländliches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]	Städtisches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]
Arsen (As)	0,19 – 0,35	0,2 – 0,5	0,1 – 1,4	0,7 – 2,2

Blei (Pb) im Staubbiederschlag

In der TA Luft [1] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Blei (Pb) 100 µg/(m²•d). Der vorgenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [1] 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 betrachteten Messzeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Blei im Staubbiederschlag mit maximal 8 % des Immissionswertes unterschritten wird, siehe Tabelle 12.

Wie die nachfolgende Tabelle 13 zeigt, bewegen sich die mittleren Bleiwerte im Staubbiederschlag an allen Messpunkten unterhalb des ländlichen Niveaus gemäß VDI 2267 Blatt 3 [17]. Das Bundesland Bremen/Bremerhaven gibt in seinen zuletzt veröffentlichten Jahresberichten (2018 und 2019) keine Messwerte für Blei (Pb) im Staubbiederschlag an, ersatzweise werden daher zum Vergleich Messwerte vom benachbarten Bundesland Niedersachsen verwendet. Das Bundesland Niedersachsen hat für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Blei (Pb) ermittelt. Die für den betrachteten Messzeitraum im Untersuchungsgebiet bestimmten Mittelwerte sind am Messpunkt 3 innerhalb und an allen anderen Messpunkten oberhalb der Bandbreite der Jahresmittelwerte 2020 aus dem Ländermessnetz von Niedersachsen [16]. Bei dem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass Landesmessnetz-Jahresmittelwerte aus 2020 mit Jahresmittelwerten aus dem Messzeitraum September 2020 bis August 2021 verglichen werden.

Tabelle 12: Beurteilung der Blei (Pb) Messergebnisse
Messzeitraum: 31.08.2020 bis 31.08.2021 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [1]	100 µg/(m ² •d) Jahresmittelwert	MP 1	4,9 µg/(m ² •d)	5 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .
		MP 2	4,5 µg/(m ² •d)	5 %	
		MP 3	3,6 µg/(m ² •d)	4 %	
		MP 4	4,8 µg/(m ² •d)	5 %	
		MP 5	7,1 µg/(m ² •d)	7 %	
		MP 6	8,2 µg/(m ² •d)	8 %	

Tabelle 13: Messergebnisse für Blei (Pb) im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in µg/(m ² •d)	Mittelwerte im Messzeitraum MP 1 – MP 6	Jahresmittelwerte für ländlich/städtische Stationen des Landesmessnetz Niedersachsen 2020 * [16]	Ländliches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]	Städtisches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]
Blei (Pb)	3,6 – 8,2	1,4 – 4,0	10 – 20	20 – 35

* ohne den Messwert 71,8 µg/(m²•d) der Station Oker/Harlingerode (ausgeprägter Industriestandort)

Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag

In der TA Luft [1] werden unter Nr. 4.5.1 Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen aufgeführt. Dieser beträgt für Cadmium (Cd) 2 µg/(m²•d). Der vorgenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [1] 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 betrachteten Messzeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag mit maximal 16 % des Immissionswertes unterschritten wird, siehe Tabelle 14.

Wie die nachfolgende Tabelle 15 zeigt, bewegen sich die mittleren Cadmiumwerte im Staubbiederschlag an 4 Messpunkten (MP 1 bis 4) unterhalb und an 2 Messpunkten (MP 5 und 6) innerhalb des ländlichen Niveaus gemäß VDI 2267 Blatt 3 [17]. Das Bundesland Bremen/Bremerhaven gibt in seinen zuletzt veröffentlichten Jahresberichten (2018 und 2019) keine Messwerte für Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag an, ersatzweise werden daher zum Vergleich Messwerte vom benachbarten Bundesland Niedersachsen verwendet. Das Bundesland Niedersachsen hat für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Cadmium (Cd) ermittelt. Die für den betrachteten Messzeitraum im Untersuchungsgebiet bestimmten Mittelwerte liegen an allen Messpunkten oberhalb der Jahresmittelwerte 2020 aus dem Ländermessnetz von Niedersachsen [16]. Bei dem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass Landesmessnetz-Jahresmittelwerte aus 2020 mit Jahresmittelwerten aus dem Messzeitraum September 2020 bis August 2021 verglichen werden.

Tabelle 14: Beurteilung der Cadmium (Cd) Messergebnisse
Messzeitraum: 31.08.2020 bis 31.08.2021 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [1]	2 µg/(m ² •d) Jahresmittelwert	MP 1	0,18 µg/(m ² •d)	9 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .
		MP 2	0,15 µg/(m ² •d)	7 %	
		MP 3	0,17 µg/(m ² •d)	9 %	
		MP 4	0,16 µg/(m ² •d)	8 %	
		MP 5	0,20 µg/(m ² •d)	10 %	
		MP 6	0,32 µg/(m ² •d)	16%	

Tabelle 15: Messergebnisse für Cadmium (Cd) im Vergleich

Werte in µg/(m ² •d)	Mittelwerte im Messzeitraum MP 1 – MP 6	Jahresmittelwerte für ländlich/städtische Stationen des Landesmessnetz Niedersachsen 2020 * [16]	Ländliches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]	Städtisches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]
Cadmium (Cd)	0,15 – 0,32	0,03 – 0,10	0,2 – 0,6	0,3 – 1

* ohne den Messwert 0,73 µg/(m²•d) der Station Oker/Harlingerode (ausgeprägter Industriestandort)

Nickel (Ni) im Staubniederschlag

In der TA Luft [1] 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 vorgenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der Deposition über ein Jahr. Nach der TA Luft [1] 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 betrachteten Messzeitraum für alle Messpunkte der Beurteilungswert für Nickel (Ni) im Staubniederschlag mit maximal 19 % des Immissionswertes unterschritten wird, siehe Tabelle 16.

Wie die nachfolgende Tabelle 17 zeigt, bewegen sich die mittleren Nickelwerte im Staubniederschlag an allen Messpunkten auf einem ländlichen Niveau gemäß VDI 2267 Blatt 3 [17]. Das Bundesland Bremen/Bremerhaven gibt in seinen zuletzt veröffentlichten Jahresberichten (2018 und 2019) keine Messwerte für Nickel (Ni) Staubniederschlag an, ersatzweise werden daher zum Vergleich Messwerte vom benachbarten Bundesland Niedersachsen verwendet. Das Bundesland Niedersachsen hat für seine 14 Messstationen mit ländlichen, vorstädtischen oder städtischen Hintergrund Jahresmittelwerte für Nickel (Ni) ermittelt. Die für den betrachteten Messzeitraum im Untersuchungsgebiet bestimmten Mittelwerte liegen für die Messpunkte 2 und 3 innerhalb und für die Messpunkte 1, 4 bis 6 oberhalb der Jahresmittelwerte 2020 aus dem Ländermessnetz von Niedersachsen [16]. Bei dem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass Landesmessnetz-Jahresmittelwerte aus 2020 mit Jahresmittelwerten aus dem Messzeitraum September 2020 bis August 2021 verglichen werden.

Tabelle 16: Beurteilung der Nickel (Ni) Messergebnisse
Messzeitraum: 31.08.2020 bis 31.08.2021 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
TA Luft 4.5.1 [1]	15 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ Jahresmittelwert	MP 1	2,6 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	17 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum <u>unterschritten</u> .
		MP 2	1,8 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	12 %	
		MP 3	1,8 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	12 %	
		MP 4	2,1 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	14 %	
		MP 5	2,7 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	19 %	
		MP 6	2,0 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	

Tabelle 17: Messergebnisse für Nickel (Ni) im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Mittelwerte im Messzeitraum MP 1 – MP 6	Jahresmittelwerte für ländlich/städtische Stationen des Landesmessnetz Niedersachsen 2020 [16]	Ländliches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]	Städtisches Niveau VDI 2267 Blatt 3 [17]
Nickel (Ni)	1,8 – 2,7	0,6 – 1,9	1 – 3	5 – 20

Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag

Für den Parameter Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag [1] sind in der TA Luft [1] keine Beurteilungskriterien genannt. In Nummer 4.5.1 der TA Luft [1] 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) [4] eingehalten werden. Aus den Berechnungen (siehe Abschnitt 1.2) errechnet sich für den Parameter Kupfer (Cu) eine tolerable Jahresfracht von ca. $99 \mu\text{g Cu}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$.

In der folgenden Tabelle 18 sind die im ausgewerteten Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [1] ermittelten Immissions-Kenngrößen für den Parameter Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag an den Beurteilungspunkten aufgelistet und den nach der Nr. 5 des Anhanges 2 der BBodSchV [4] berechneten Werten gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass im betrachteten Messzeitraum der Beurteilungswert für Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag mit maximal 10 % des Beurteilungskriteriums unterschritten wird.

Wie die nachfolgende Tabelle 19 zeigt, bewegen sich die mittleren Kupferwerte im Staubbiederschlag an allen sechs Messpunkten auf einem ländlichen Niveau gemäß VDI 2267 Blatt 3 [17]. Die Länder Bremen/Bremerhaven und Niedersachsen geben keine Jahresmittelwerte für Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag an.

Tabelle 18: Beurteilung der Kupfer (Cu) Messergebnisse
Messzeitraum: 31.08.2020 bis 31.08.2021 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [4]	$99 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ Jahresmittelwert	MP 1	$8,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .
		MP 2	$7,6 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8 %	
		MP 3	$5,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	
		MP 4	$6,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	7 %	
		MP 5	$10,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		MP 6	$5,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	5 %	

Tabelle 19: Messergebnisse für Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Mittelwerte im Messzeitraum MP 1 – MP 6	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [17]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [17]	Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [4]
Kupfer (Cu)	5 – 10	5 – 10	10 – 50	99

Zink (Zn) im Staubbiederschlag

Für den Parameter Zink (Zn) im Staubbiederschlag [1] sind in der TA Luft [1] keine Beurteilungskriterien genannt. In Nummer 4.5.1 der TA Luft [1] 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) [4] eingehalten werden. Aus den Berechnungen (siehe Abschnitt 1.2) errechnet sich für den Parameter Zink eine tolerable Jahresfracht von ca. $329 \mu\text{g Zn}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$.

In der folgenden Tabelle 20 sind die im ausgewerteten Beurteilungszeitraum analog der Nummer 4.6.3 der TA Luft [1] ermittelten Immissions-Kenngrößen für den Parameter Zink (Zn) im Staubbiederschlag an den Beurteilungspunkten aufgelistet und den nach der Nr. 5 des Anhanges 2 der BBodSchV [4] berechneten Werten gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass im betrachteten Messzeitraum der Beurteilungswert für Zink (Zn) im Staubbiederschlag mit maximal 13 % des Beurteilungskriteriums unterschritten wird.

Wie die nachfolgende Tabelle 21 zeigt, bewegen sich die mittleren Zinkwerte im Staubbiederschlag an allen sechs Messpunkten auf einem ländlichen Niveau gemäß VDI 2267 Blatt 3 [17]. Die Länder Bremen/Bremerhaven und Niedersachsen geben keine Jahresmittelwerte für Zink (Zn) im Staubbiederschlag an.

Tabelle 20: Beurteilung der Zink (Zn) Messergebnisse
Messzeitraum: 31.08.2020 bis 31.08.2021 (12 Monatsproben)

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [4]	$329 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ Jahresmittelwert	MP 1	$33 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .
		MP 2	$31 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	
		MP 3	$25 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8 %	
		MP 4	$27 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	8 %	
		MP 5	$41 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	13 %	
		MP 6	$34 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	10 %	

Tabelle 21: Messergebnisse für Zink (Zn) im Staubniederschlag im Vergleich

Werte in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Mittelwerte im Messzeitraum MP 1 – MP 6	Ländliches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [17]	Städtisches Niveau nach VDI 2267 Blatt 3 [17]	Nr. 5 Anhang 2 der BBodSchV [4]
Zink (Zn)	25 – 41	10 – 60	100 – 1000	329

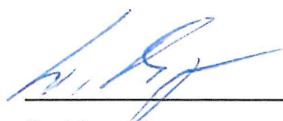
6.3 Plausibilitätsprüfung

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 2020) von Messstationen des Landes Niedersachsen [16] und den Angaben aus der VDI-Richtlinie 2267 Blatt 3 [17] zur vergleichenden Einstufung von Messwerten bestätigt diese Einschätzung. Auch im Vergleich (Anhang 3) der Messwerte von langjährig (2014 bis 2021) betriebenen Messpunkten im Untersuchungsgebiet konnten keine Unplausibilitäten festgestellt werden.

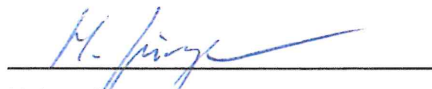
Auffälligkeiten in Form von stark erhöhten Schadstoffbelastungen (z.B. Grenzwert-Überschreitungen) konnten nicht beobachtet werden.

Unplausible Ergebnisse traten im Laufe des Messprogrammes nicht auf.

Hamburg, den 30.09.2021



Dr. Klaus Berger
(Projektleiter / Fachlich Verantwortlicher)



Holger Jürgensen
(stellvertretender Projektleiter)

7 Literaturverzeichnis

- [1] *TA Luft (2002)*, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA-Luft).
- [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] *BBodSchV*, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert.
- [5] *BBoSchG*, Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert.
- [6] *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.
- [7] *39. BImSchV*, Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes; Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (2010-08) Stand 2016-10.
- [8] *VDI 4320 Blatt 2 (2012-01)*, Messung atmosphärischer Depositionen - Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode.
- [9] *DIN EN ISO/IEC 17025 (2018)*, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien.
- [10] M. Kottek, J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf und F. Rubel, „World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated,“ *Meteorol. Z.*, pp. 259-263, 2006.
- [11] *Deutscher Wetter Dienst*, Internetlink: www.dwd.de.
- [12] *OpenStreetMap*, OpenStreetMap.org ist ein im Jahre 2004 gegründetes internationales Projekt mit dem Ziel, eine freie Weltkarte zu erschaffen mit freizugänglichem Kartenmaterial; <https://www.openstreetmap.de/>.
- [13] *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.
- [14] *DIN EN ISO 20988:2007-09*, Luftbeschaffenheit - Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit.
- [15] *VDI 4280 Blatt 1 (2014-10)*, Planung von Immissionsmessungen - Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit.
- [16] *Luftqualitätsüberwachung Niedersachsen – Jahresbericht 2020*, Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim - Zentrale Unterstützungsstelle Lufteinhaltung, Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge, Bericht Nr. 42-21-006. Stand 17.06.2021.
- [17] *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.

Anhang

Anhang 1: Fotodokumentation

Messpunkt 1 Bezeichnung „Pumpwerk Rasenweg“



Foto 1 MP 1; Blickrichtung West Nordwest



Foto 2 MP 1; Blickrichtung West-Südwest

Messpunkt 2 Bezeichnung „Hundeverein Deutscher Pudel Klub e.V.“



Foto 3 MP 2; Blickrichtung Süden (vom 31.08.2020 bis 30.07.2021)



Foto 4 MP 2; Blickrichtung Ost Südost (vom 30.07.2021 bis 31.08.2021)

Messpunkt 3 Bezeichnung „Weidenschloss“



Foto 5 MP 3; Blickrichtung West Südwest



Foto 6 MP 3; Blickrichtung Süd Südwest mit dem Bootshaus Speckenbüttel rechts im Hintergrund zu sehen

Messpunkt 4 Bezeichnung „Wurthacker 4“



Foto 7 MP 4; Blickrichtung Nord-West, linkes Probenahmegerät von ANECO



Foto 8 MP 4; Blickrichtung Ost Südost, Hausrückseite von Wurthacker 4

Messpunkt 5 Bezeichnung „Pillauer Str. 4“



Foto 9 MP 5; Blickrichtung Nord Nordwest



Foto 10 MP 5; Blickrichtung Süden

Messpunkt 6 Bezeichnung „An der Neuen Schleuse“



Foto 11 MP 6; Blickrichtung Nordost, Richtung Geestemündung



Foto 12 MP 6; Blickrichtung Süden

Anhang 2: Darstellung aller Messergebnisse

Hinweise zur Darstellung:

- Das Zeichen „<“ in den folgenden Tabellen kennzeichnet Messwerte die unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) bzw. Nachweisgrenze (NWG) liegen.

Messergebnisse Staubbiederschlag (StN)

Tabelle A 1: Ergebnisübersicht Staubbiederschlag

Staubbiederschlag								
Messmonat	Probenahme		MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
	von	bis	Rasenweg / Pumpwerk (g/m ² d)	Wiese re. v. Hundeverein (g/m ² d)	Wiese re. v. Bootshaus (g/m ² d)	Garten, Wurthacker 4 (g/m ² d)	Vorgarten, Pillauer Str. 4 (g/m ² d)	An der Neuen Schleuse (g/m ² d)
Sep. 20	31.08.2020	30.09.2020	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,02
Okt. 20	30.09.2020	30.10.2020	0,10	0,06	0,04	0,03	0,04	0,03
Nov. 20	30.10.2020	30.11.2020	0,28	0,07	0,09	0,04	0,04	0,04
Dez. 20	30.11.2020	30.12.2020	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
Jan. 21	30.12.2020	29.01.2021	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Feb. 21	29.01.2021	01.03.2021	0,04	0,02		0,03	0,03	0,02
Mrz. 21	01.03.2021	31.03.2021	0,06	0,04	0,03	0,04	0,12	0,04
Apr. 21	31.03.2021	30.04.2021	0,11	0,08	0,07	0,08	0,12	0,04
Mai. 21	30.04.2021	31.05.2021	0,09	0,08	0,05	0,06	0,08	0,04
Jun. 21	31.05.2021	30.06.2021	0,11	0,12	0,06	0,05	0,05	0,04
Jul. 21	30.06.2021	30.07.2021	0,18	0,12	0,12	0,04	0,06	0,04
Aug. 21	30.07.2021	31.08.2021	0,09	0,16	0,18	0,11	0,08	0,09
Mittelwert			0,09	0,07	0,06	0,04	0,06	0,04

Legende:

Die farblichen Füllungen der Ergebniszellen für den Mittelwert zeigt die jeweilige Ausschöpfung der Jahresbeurteilungswerte an.

Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Staubbiederschlag

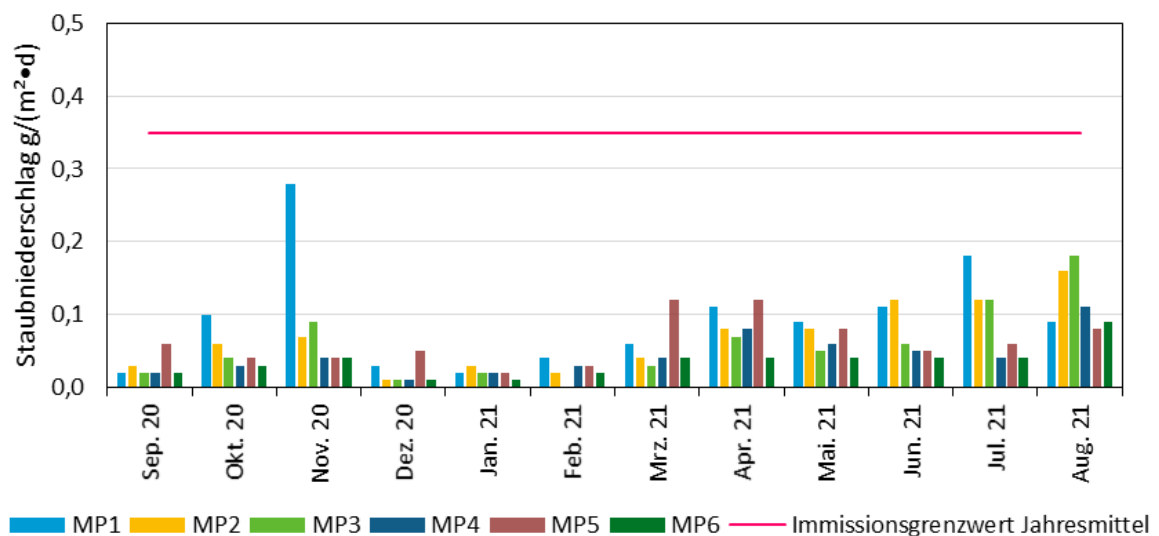


Abbildung A 1: Grafische Darstellung der Ergebnisse für Staubbiederschlag, ohne Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Messergebnisse Arsen (As) im Staubbiederschlag

Tabelle A 2: Ergebnisübersicht Arsen (As) im Staubbiederschlag

Messmonat	Probenahme von bis		Arsen (As)					
			MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
			Rasenweg / Pumpwerk ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Hundeverein ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Bootshaus ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Garten, Wurthacker 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Vorgarten, Pillauer Str. 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	An der Neuen Schleuse ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Sep. 20	31.08.2020	30.09.2020	0,21	0,18	0,15	0,17	0,27	0,25
Okt. 20	30.09.2020	30.10.2020	0,19	0,16	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,19
Nov. 20	30.10.2020	30.11.2020	0,20	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Dez. 20	30.11.2020	30.12.2020	< 0,15	< 0,15	< 0,15	0,17	0,19	0,17
Jan. 21	30.12.2020	29.01.2021	< 0,15	0,17	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
Feb. 21	29.01.2021	01.03.2021	0,20	< 0,15		0,16	0,16	< 0,15
Mrz. 21	01.03.2021	31.03.2021	0,18	0,18	0,18	0,18	0,35	0,29
Apr. 21	31.03.2021	30.04.2021	0,38	0,39	0,30	0,27	0,60	0,19
Mai. 21	30.04.2021	31.05.2021	0,80	0,37	0,29	0,37	0,86	0,40
Jun. 21	31.05.2021	30.06.2021	0,47	0,26	0,23	0,17	0,21	0,18
Jul. 21	30.06.2021	30.07.2021	1,21	0,51	0,56	0,33	0,24	0,35
Aug. 21	30.07.2021	31.08.2021	0,20	0,29	0,47	0,18	0,24	0,19
Mittelwert			0,35	0,23	0,22	0,19	0,28	0,20

Legende:

Die farblichen Füllungen der Ergebniszellen für den Mittelwert zeigt die jeweilige Ausschöpfung der Jahresbeurteilungswerte an.
Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Arsen (As) im Staubbiederschlag

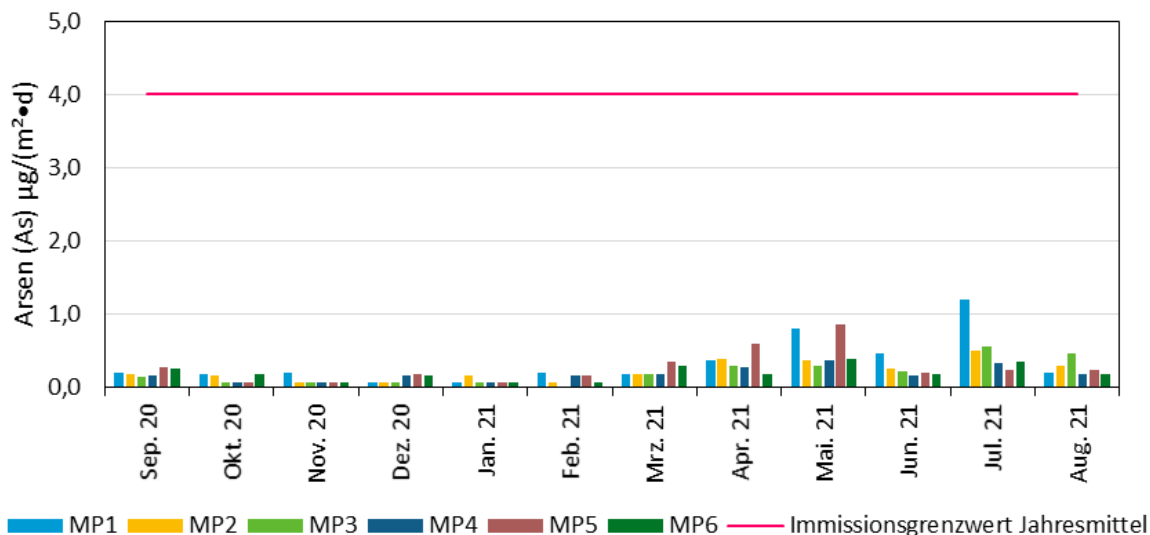


Abbildung A 2: Grafische Darstellung der Arsen (As) Ergebnisse im Staubbiederschlag, ohne Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Messergebnisse Blei (Pb) im Staubbiederschlag

Tabelle A 3: Ergebnisübersicht Blei (Pb) im Staubbiederschlag

		Blei (Pb)						
Messmonat	Probenahme		MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
	von	bis	Rasenweg / Pumpwerk ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Hundeverein ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Bootshaus ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Garten, Wurthacker 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Vorgarten, Pillauer Str. 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	An der Neuen Schleuse ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Sep. 20	31.08.2020	30.09.2020	7,8	5,4	5,2	7,5	10,4	17,9
Okt. 20	30.09.2020	30.10.2020	4,6	3,4	3,2	4,8	3,8	7,1
Nov. 20	30.10.2020	30.11.2020	5,0	3,1	3,0	4,6	4,7	9,6
Dez. 20	30.11.2020	30.12.2020	5,3	3,2	1,6	3,0	6,2	2,4
Jan. 21	30.12.2020	29.01.2021	4,5	4,0	3,0	3,4	4,5	5,8
Feb. 21	29.01.2021	01.03.2021	4,1	3,2		3,8	3,6	3,5
Mrz. 21	01.03.2021	31.03.2021	3,8	4,1	2,6	2,7	7,6	14,4
Apr. 21	31.03.2021	30.04.2021	3,9	7,3	3,1	4,7	18,5	6,1
Mai. 21	30.04.2021	31.05.2021	6,7	6,9	4,4	6,2	8,7	12,0
Jun. 21	31.05.2021	30.06.2021	4,8	3,9	3,3	4,4	5,4	2,6
Jul. 21	30.06.2021	30.07.2021	3,6	3,7	4,2	7,7	4,7	9,2
Aug. 21	30.07.2021	31.08.2021	5,0	6,0	6,4	5,0	7,1	8,0
Mittelwert			4,9	4,5	3,6	4,8	7,1	8,2

Legende:

Die farblichen Füllungen der Ergebniszellen für den Mittelwert zeigt die jeweilige Ausschöpfung der Jahresbeurteilungswerte an.
Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Blei (Pb) im Staubbiederschlag

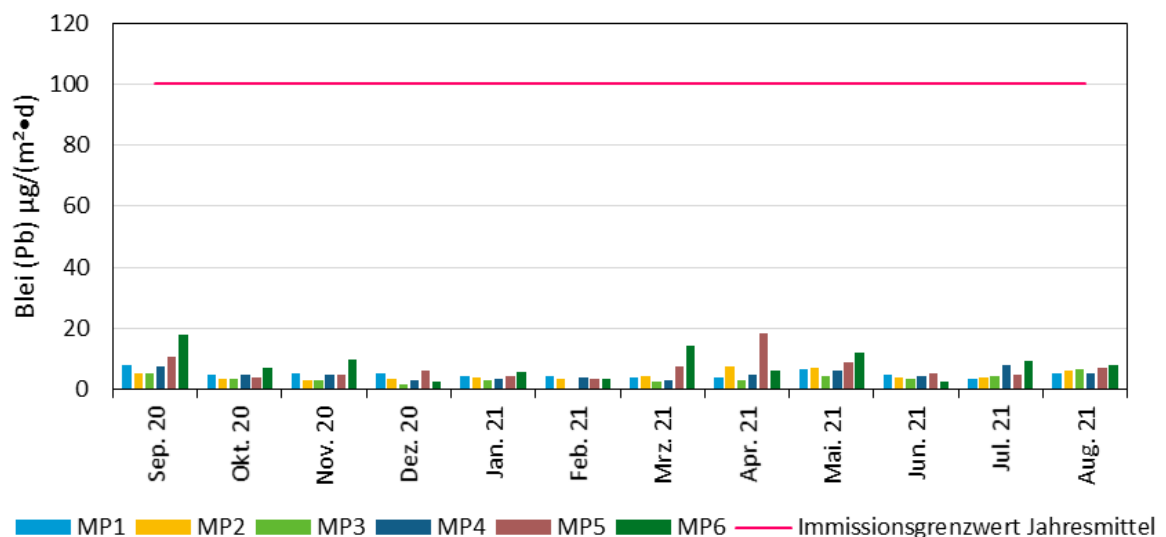


Abbildung A 3: Grafische Darstellung der Blei (Pb) Ergebnisse im Staubbiederschlag, ohne Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Messergebnisse Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag

Tabelle A 4: Ergebnisübersicht Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag

Cadmium (Cd)								
Messmonat	Probenahme		MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
	von	bis	Raseweg / Pumpwerk ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Hundeverein ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Bootshaus ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Garten, Wurthacker 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Vorgarten, Pillauer Str. 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	An der Neuen Schleuse ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Sep. 20	31.08.2020	30.09.2020	0,18	0,10	0,14	0,18	0,35	0,35
Okt. 20	30.09.2020	30.10.2020	0,09	0,08	0,16	0,20	0,17	0,25
Nov. 20	30.10.2020	30.11.2020	0,11	0,06	0,21	0,11	0,12	0,30
Dez. 20	30.11.2020	30.12.2020	0,34	0,43	0,35	0,46	0,44	0,18
Jan. 21	30.12.2020	29.01.2021	0,17	0,13	0,08	0,13	0,18	0,30
Feb. 21	29.01.2021	01.03.2021	0,10	0,06		0,09	0,10	0,12
Mrz. 21	01.03.2021	31.03.2021	0,09	0,09	0,06	0,09	0,12	0,47
Apr. 21	31.03.2021	30.04.2021	0,07	0,11	0,06	0,08	0,24	0,14
Mai. 21	30.04.2021	31.05.2021	0,34	0,29	0,26	0,26	0,23	0,40
Jun. 21	31.05.2021	30.06.2021	0,32	0,21	0,10	0,12	0,13	0,06
Jul. 21	30.06.2021	30.07.2021	0,12	0,07	0,09	0,13	0,07	0,11
Aug. 21	30.07.2021	31.08.2021	0,17	0,17	0,40	0,11	0,23	1,14
Mittelwert			0,18	0,15	0,17	0,16	0,20	0,32

Legende:

Die farblichen Füllungen der Ergebniszellen für den Mittelwert zeigt die jeweilige Ausschöpfung der Jahresbeurteilungswerte an.
Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Cadmium (Cd) im Staubbiederschlag

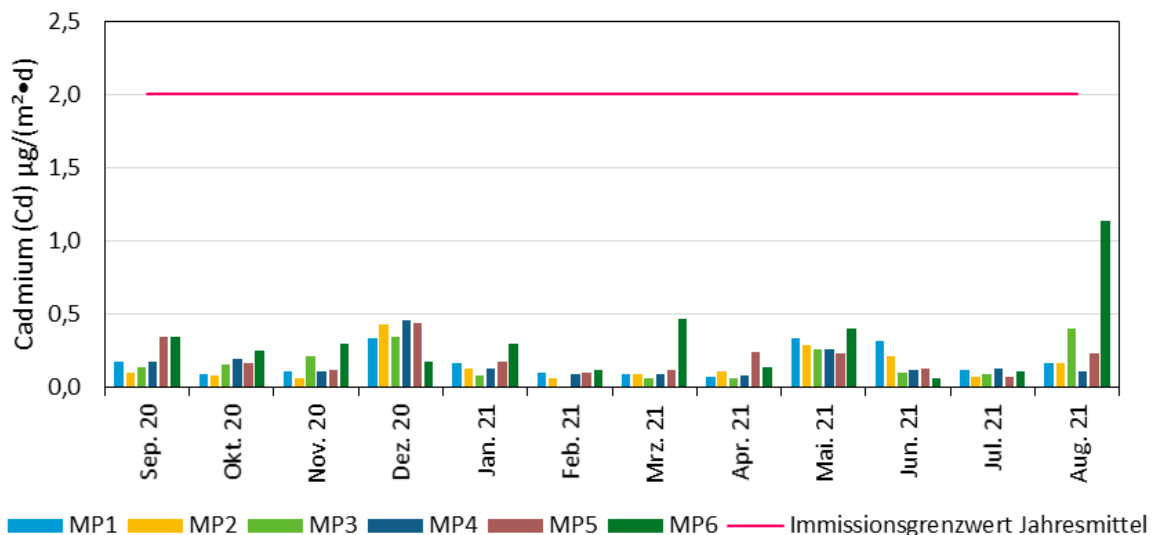


Abbildung A 4: Grafische Darstellung der Cadmium (Cd) Ergebnisse im Staubbiederschlag, ohne Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Messergebnisse Nickel (Ni) im Staubbiederschlag

Tabelle A 5: Ergebnisübersicht Nickel (Ni) im Staubbiederschlag

		Nickel (Ni)						
Messmonat	Probenahme		MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
	von	bis	Rasenweg / Pumpwerk ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Hundeverein ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Bootshaus ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Garten, Wurthacker 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Vorgarten, Pillauer Str. 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	An der Neuen Schleuse ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Sep. 20	31.08.2020	30.09.2020	1,3	1,1	1,5	0,8	2,3	0,9
Okt. 20	30.09.2020	30.10.2020	4,8	2,0	4,1	2,6	9,8	3,8
Nov. 20	30.10.2020	30.11.2020	4,6	1,7	1,2	1,3	1,3	1,3
Dez. 20	30.11.2020	30.12.2020	1,9	0,7	0,8	1,2	1,0	1,2
Jan. 21	30.12.2020	29.01.2021	0,8	1,1	0,6	0,7	0,6	1,3
Feb. 21	29.01.2021	01.03.2021	1,3	0,9		0,8	1,1	0,8
Mrz. 21	01.03.2021	31.03.2021	1,6	2,3	1,0	1,6	2,2	0,8
Apr. 21	31.03.2021	30.04.2021	2,6	2,8	1,1	1,6	5,7	1,0
Mai. 21	30.04.2021	31.05.2021	2,6	3,2	2,8	8,5	2,6	6,8
Jun. 21	31.05.2021	30.06.2021	3,2	1,5	1,9	1,4	1,6	0,9
Jul. 21	30.06.2021	30.07.2021	2,9	2,4	2,9	1,5	2,1	2,3
Aug. 21	30.07.2021	31.08.2021	3,9	2,5	2,4	3,0	4,0	3,1
Mittelwert			2,6	1,8	1,8	2,1	2,9	2,0

Legende:

Die farblichen Füllungen der Ergebniszellen für den Mittelwert zeigt die jeweilige Ausschöpfung der Jahresbeurteilungswerte an.
Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Nickel (Ni) im Staubbiederschlag

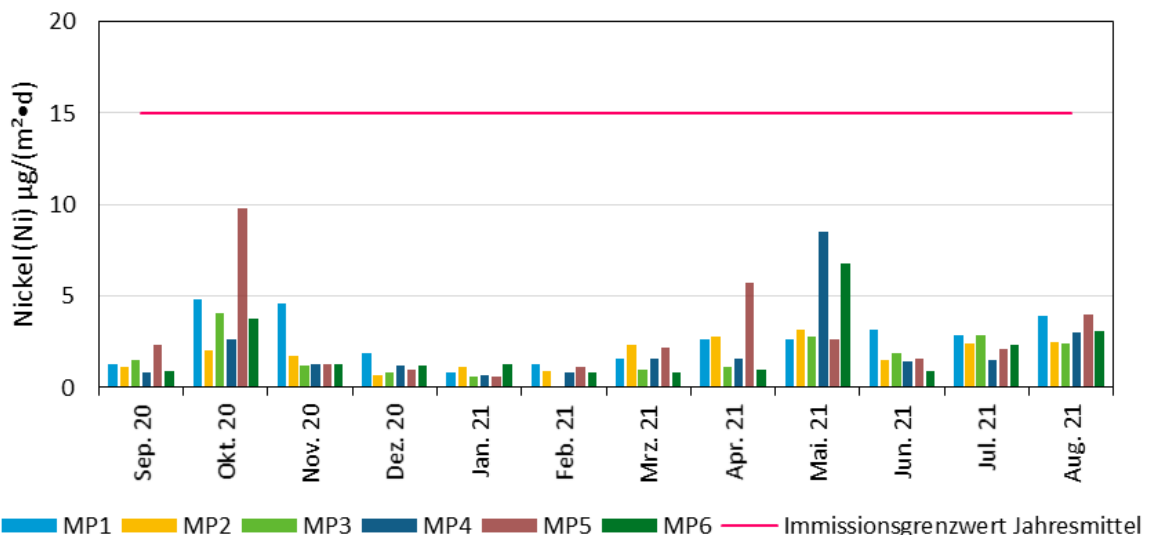


Abbildung A 5: Grafische Darstellung der Nickel (Ni) Ergebnisse im Staubbiederschlag, ohne Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Messergebnisse Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag

Tabelle A 6: Ergebnisübersicht Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag

		Kupfer (Cu)						
Messmonat	Probenahme		MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
	von	bis	Rasenweg / Pumpwerk ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Hundeverein ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Bootshaus ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Garten, Wurthacker 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Vorgarten, Pillauer Str. 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	An der Neuen Schleuse ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Sep. 20	31.08.2020	30.09.2020	8,0	4,5	4,0	4,6	10,0	4,3
Okt. 20	30.09.2020	30.10.2020	6,5	4,1	2,6	4,9	4,2	5,3
Nov. 20	30.10.2020	30.11.2020	8,0	4,8	6,5	5,0	6,2	6,9
Dez. 20	30.11.2020	30.12.2020	5,7	3,5	2,7	7,5	4,0	4,6
Jan. 21	30.12.2020	29.01.2021	6,7	6,5	4,4	7,3	4,4	4,4
Feb. 21	29.01.2021	01.03.2021	9,0	4,1		4,4	5,5	3,2
Mrz. 21	01.03.2021	31.03.2021	7,0	5,9	3,1	3,6	9,7	3,8
Apr. 21	31.03.2021	30.04.2021	9,3	14,2	4,0	6,6	28,9	3,4
Mai. 21	30.04.2021	31.05.2021	11,2	8,3	4,0	7,1	18,4	4,9
Jun. 21	31.05.2021	30.06.2021	9,2	12,0	6,9	13,0	12,3	4,1
Jul. 21	30.06.2021	30.07.2021	12,2	9,4	9,8	8,3	7,1	13,5
Aug. 21	30.07.2021	31.08.2021	7,7	14,2	8,4	5,1	10,2	4,9
Mittelwert			8,4	7,6	5,1	6,4	10,1	5,3

Legende:

Die farblichen Füllungen der Ergebniszellen für den Mittelwert zeigt die jeweilige Ausschöpfung der Jahresbeurteilungswerte an.
Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Kupfer (Cu) im Staubbiederschlag

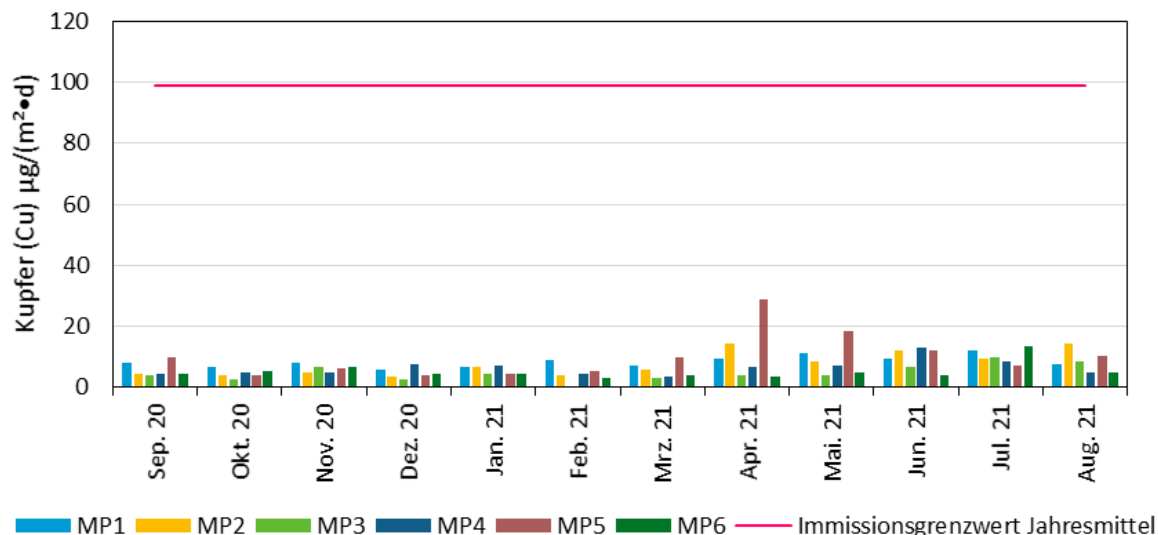


Abbildung A 6: Grafische Darstellung der Kupfer (Cu) Ergebnisse im Staubbiederschlag, ohne Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Messergebnisse Zink (Zn) im Staubniederschlag

Tabelle A 7: Ergebnisübersicht Zink (Zn) im Staubniederschlag

Zink (Zn)								
Messmonat	Probenahme		MP1	MP2	MP3	MP4	MP5	MP6
	von	bis	Raseweg / Pumpwerk ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Hundeverein ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Wiese re. v. Bootshaus ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Garten, Wurthacker 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	Vorgarten, Pillauer Str. 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)	An der Neuen Schleuse ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$)
Sep. 20	31.08.2020	30.09.2020	24	18	19	30	50	30
Okt. 20	30.09.2020	30.10.2020	19	14	25	29	38	36
Nov. 20	30.10.2020	30.11.2020	33	24	33	22	27	50
Dez. 20	30.11.2020	30.12.2020	17	16	14	18	24	21
Jan. 21	30.12.2020	29.01.2021	23	30	19	22	20	48
Feb. 21	29.01.2021	01.03.2021	24	16	16	17	27	16
Mrz. 21	01.03.2021	31.03.2021	26	29	19	29	42	29
Apr. 21	31.03.2021	30.04.2021	24	58	18	30	89	24
Mai. 21	30.04.2021	31.05.2021	46	55	28	35	62	43
Jun. 21	31.05.2021	30.06.2021	61	36	26	26	52	17
Jul. 21	30.06.2021	30.07.2021	60	38	40	34	19	53
Aug. 21	30.07.2021	31.08.2021	39	41	37	32	43	37
Mittelwert			33	31	25	27	41	34

Legende:

Die farblichen Füllungen der Ergebniszellen für den Mittelwert zeigt die jeweilige Ausschöpfung der Jahresbeurteilungswerte an.
Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Zink (Zn) im Staubniederschlag

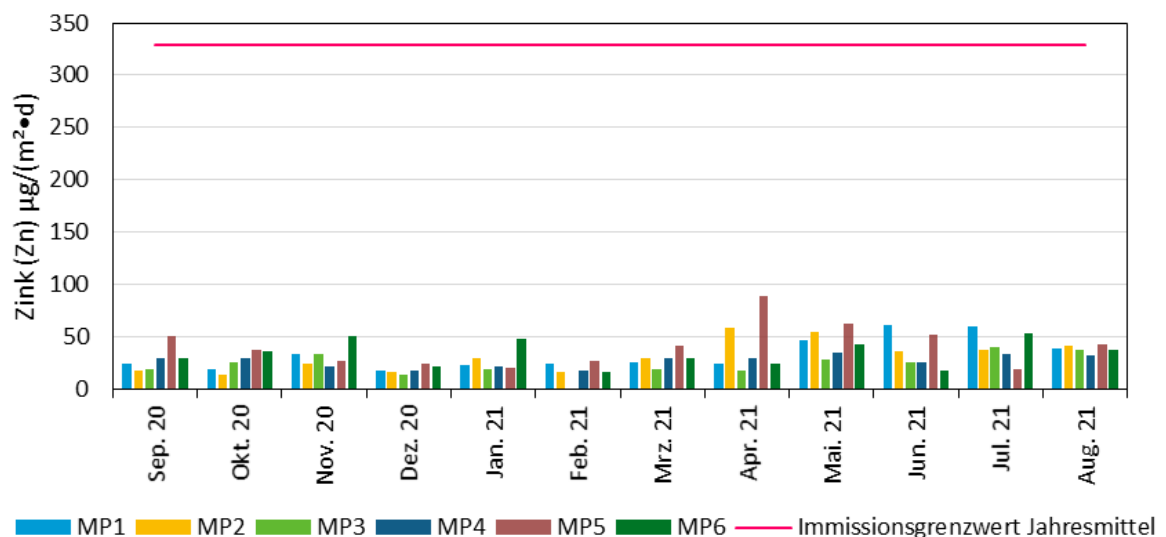


Abbildung A 7: Grafische Darstellung der Zink (Zn) Ergebnisse im Staubniederschlag, ohne Messpunkt 3: Februar 2021, Totalverlust wegen Vandalismus

Messergebnisse Feldblindwerte

Tabelle A 8: Mittelwerte der im Messprogramm erhobenen Feldblindwerte

Parameter	Wert	Einheit
Staubniederschlag (StN)	< 0,002	g/(m ² •d)
As in STN	< 0,05	µg/(m ² •d)
Pb in STN	< 0,1	µg/(m ² •d)
Cd in STN	< 0,01	µg/(m ² •d)
Cu in STN	0,5	µg/(m ² •d)
Ni in STN	< 0,6	µg/(m ² •d)
Zn in STN	4,7	µg/(m ² •d)

Anhang 3: Jahressgang von Staubbiederschlag und Inhaltsstoffen

In den folgenden 7 Abbildungen wurden die Jahres-Mittelwerte von langjährigen Messpunkten für Staubbiederschlag bzw. der Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag aus vorherigen (siehe Messbericht 66010-018-B01 und Messbericht 66010-020-B01) und dem aktuellen Messprogrammen gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass die jeweiligen Messzeiträume nicht immer dem Kalenderjahr (Januar bis Dezember) entsprechen.

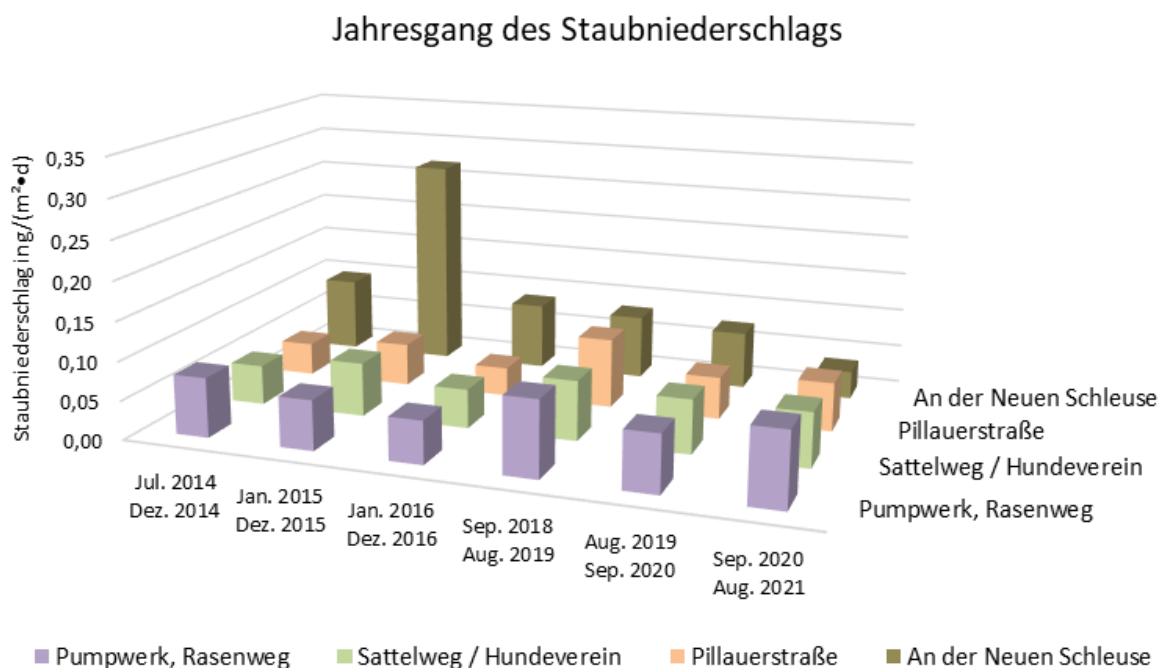


Abbildung A 8: Jahressgang Staubbiederschlag über ausgewählte Messpunkte.
Der Mittelwert für 2014 wurde aus 6 Messmonaten, für die weiteren Messzeiträume wurde der Jahres-Mittelwert jeweils aus 12 Messmonaten ermittelt.

Die Darstellung (Abbildung A 8) der Jahressgänge für Staubbiederschlag an ausgewählten Messpunkten zeigt für die jeweiligen Messpunkte insgesamt ein gleichbleibendes Wertenniveau. Der höhere Jahres-Mittelwert am Messpunkt *An der Neuen Schleuse* in 2015 ist durch unmittelbar neben dem Messpunkt durchgeführte mehrmonatige Bauaktivitäten zu erklären.

Jahresgang Arsen (As) im Staubniederschlag

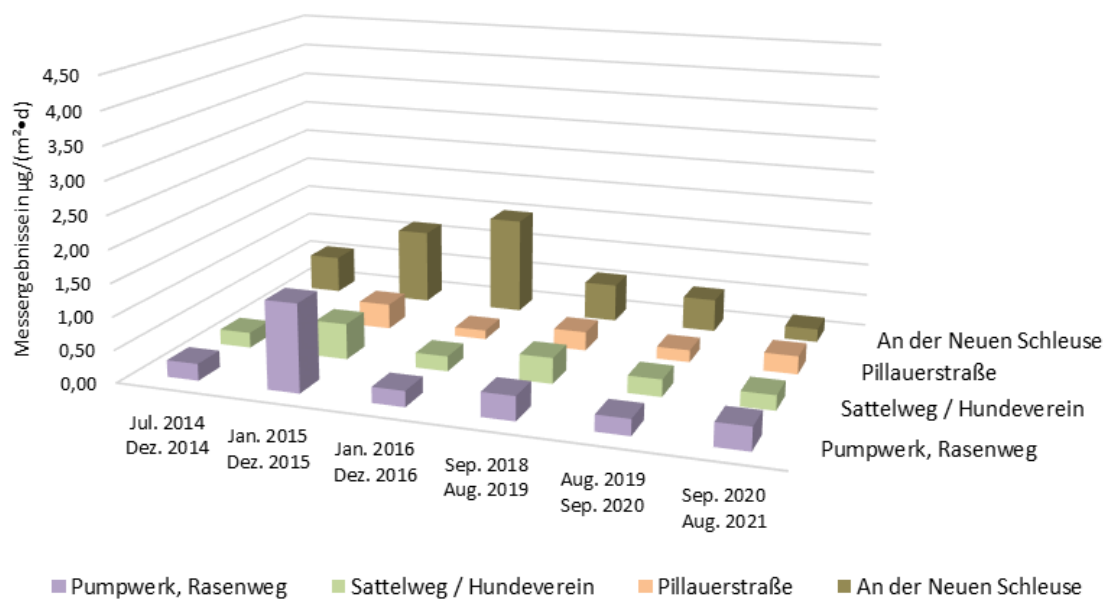


Abbildung A 9: Jahresgang Arsen (As) über ausgewählte Messpunkte.
Der Mittelwert für 2014 wurde aus 6 Messmonaten, für die weiteren Messzeiträume wurde der Jahres-Mittelwert jeweils aus 12 Messmonaten ermittelt.

Die Darstellung (Abbildung A 9) der Jahresgänge für Arsen (As) an ausgewählten Messpunkten zeigt für die Messpunkte *Sattelweg / Hundeverein* und *Pillauerstraße* insgesamt ein gleichbleibendes niedriges Wertenniveau. Diese gilt mit Ausnahme des Jahres 2015 auch für den Messpunkt *Pumpwerk, Rasenweg*. Die Mittelwerte 2015 und 2016 am Messpunkt *An der Neuen Schleuse* zeigen ein ca. doppelt so hohes Wertenniveau gegenüber den anderen drei Messzeiträumen an diesem Messpunkt.

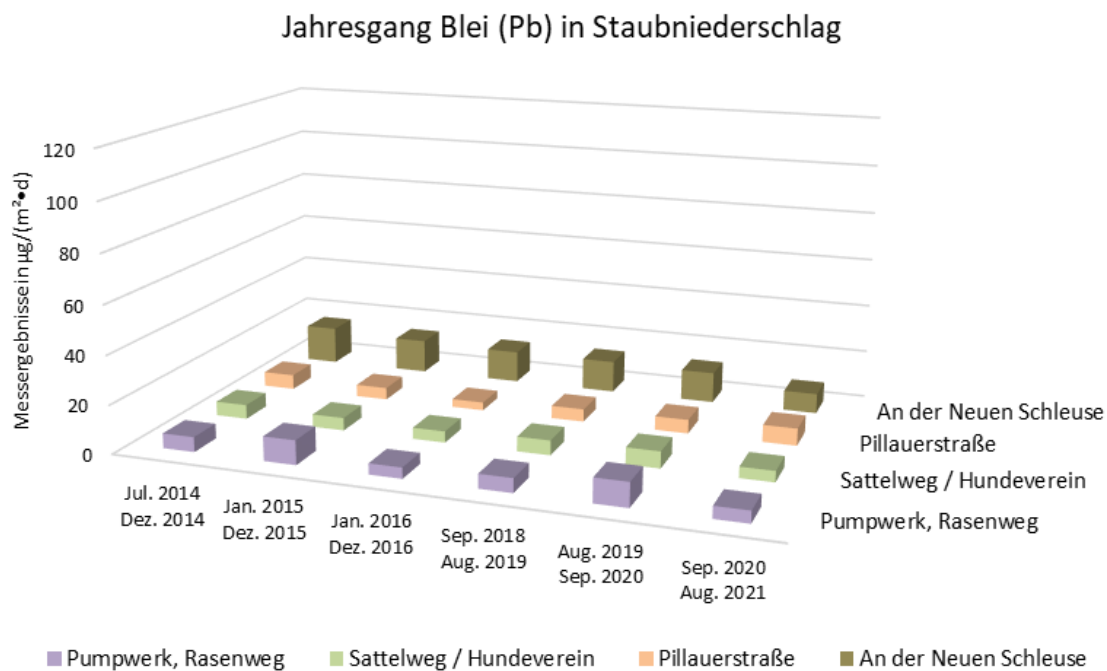


Abbildung A 10: Jahresgang Blei (Pb) über ausgewählte Messpunkte.

Der Mittelwert für 2014 wurde aus 6 Messmonaten, für die weiteren Messzeiträume wurde der Jahres-Mittelwert jeweils aus 12 Messmonaten ermittelt.

Die Darstellung (Abbildung A 10) der Jahresgänge für Blei (Pb) an ausgewählten Messpunkten zeigt für die jeweiligen Messpunkte insgesamt ein relativ gleichbleibendes Wertenniveau.

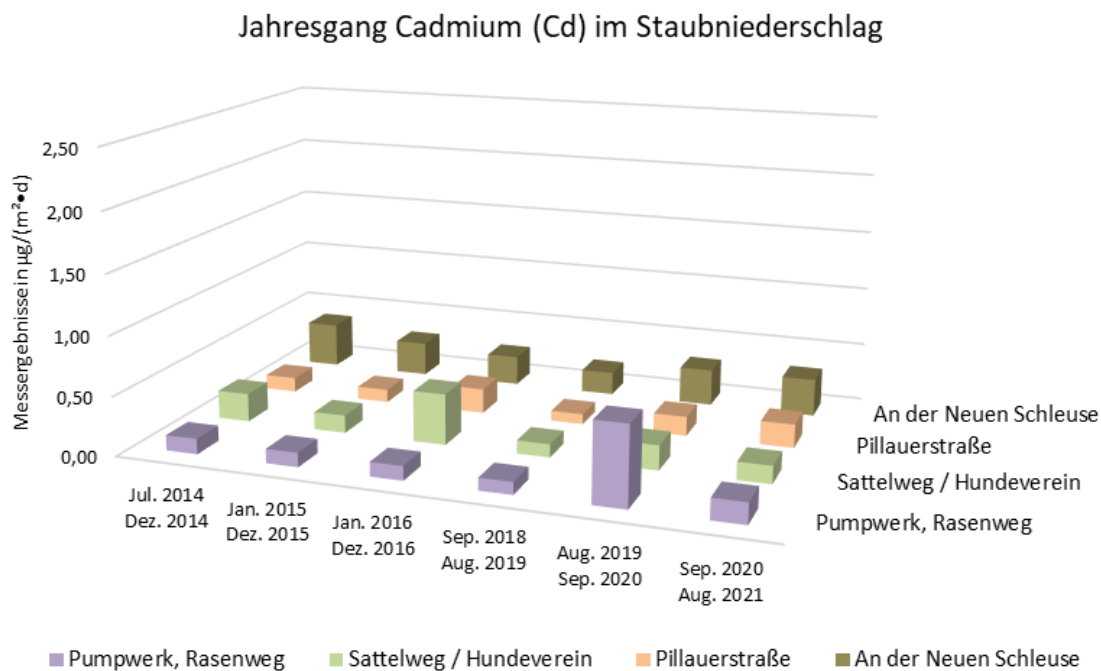


Abbildung A 11: Jahressgang Cadmium (Cd) über ausgewählte Messpunkte.
Der Mittelwert für 2014 wurde aus 6 Messmonaten, für die weiteren Messzeiträume wurde der Jahres-Mittelwert jeweils aus 12 Messmonaten ermittelt.

Die Darstellung (Abbildung A 11) der Jahressgänge für Cadmium (Cd) an ausgewählten Messpunkten zeigt für die jeweiligen Messpunkte insgesamt ein gleichbleibendes Wertenniveau. Nach oben abweichend fällt der Jahresmittelwert 2016 am *Sattelweg / Hundeverein* und der Jahresmittelwert 2019/2020 am *Pumpwerk, Rasenweg* auf.

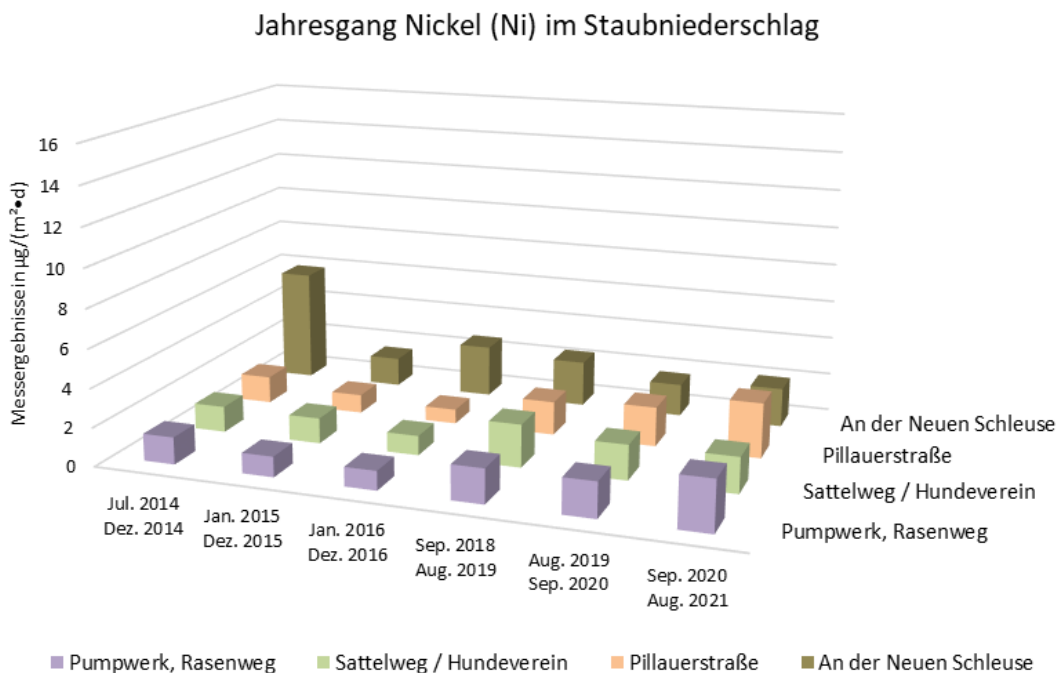


Abbildung A 12: Jahressgang Nickel (Ni) über ausgewählte Messpunkte.
Der Mittelwert für 2014 wurde aus 6 Messmonaten, für die weiteren Messzeiträume wurde der Jahres-Mittelwert jeweils aus 12 Messmonaten ermittelt.

Die Darstellung (Abbildung A 12) der Jahressgänge für Nickel (Ni) an ausgewählten Messpunkten zeigt für die jeweiligen Messpunkte insgesamt ein gleichbleibendes Wertenniveau. Nur der Mittelwert für 2014 am Messpunkt *An der Neuen Schleuse* hebt sich vom allgemeinen Niveau ab.

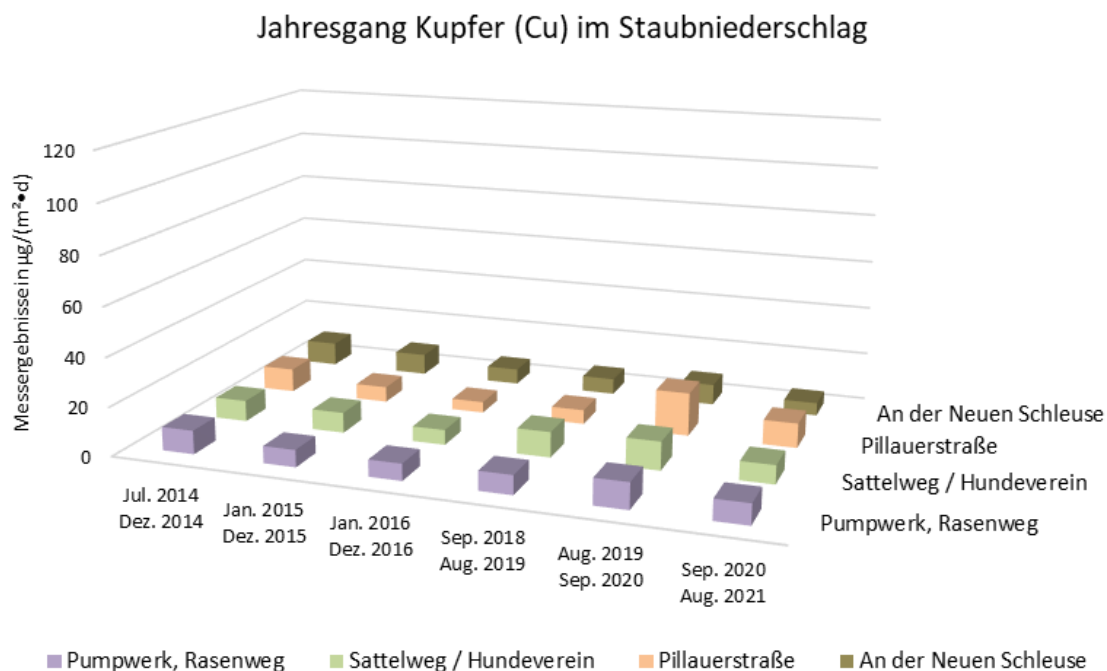


Abbildung A 13: Jahressgang Kupfer (Cu) über ausgewählte Messpunkte.

Der Mittelwert für 2014 wurde aus 6 Messmonaten, für die weiteren Messzeiträume wurde der Jahres-Mittelwert jeweils aus 12 Messmonaten ermittelt.

Die Darstellung (Abbildung A 13) der Jahressgänge für Kupfer (Cu) an ausgewählten Messpunkten zeigt für die jeweiligen Messpunkte insgesamt ein relativ gleichbleibendes Wertenniveau.

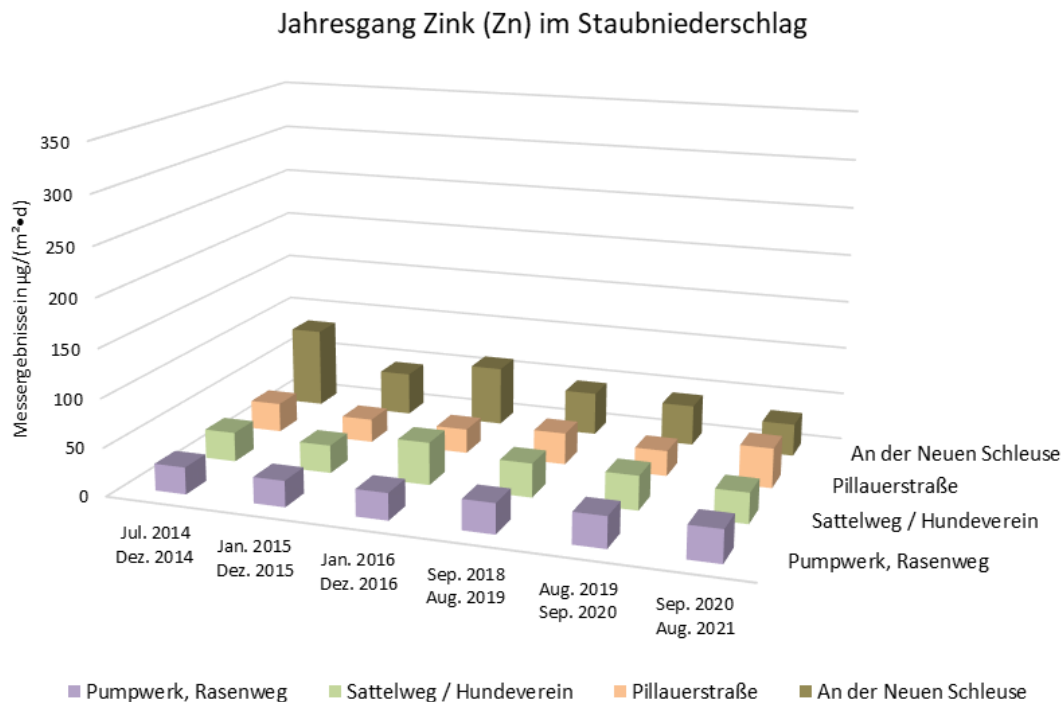


Abbildung A 14: Jahresgang Zink (Zn) über ausgewählte Messpunkte.
Der Mittelwert für 2014 wurde aus 6 Messmonaten, für die weiteren Messzeiträume wurde der Jahres-Mittelwert jeweils aus 12 Messmonaten ermittelt.

Die Darstellung (Abbildung A 14) der Jahresgänge für Zink (Zn) an ausgewählten Messpunkten zeigt für die jeweiligen Messpunkte insgesamt ein gleichbleibendes Wertenniveau.

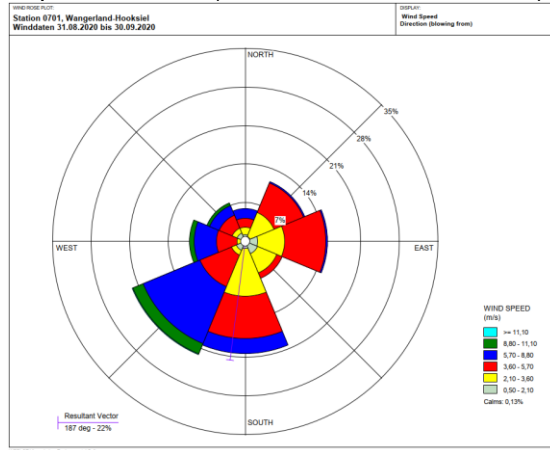


Anhang 4: Probenwechselplan

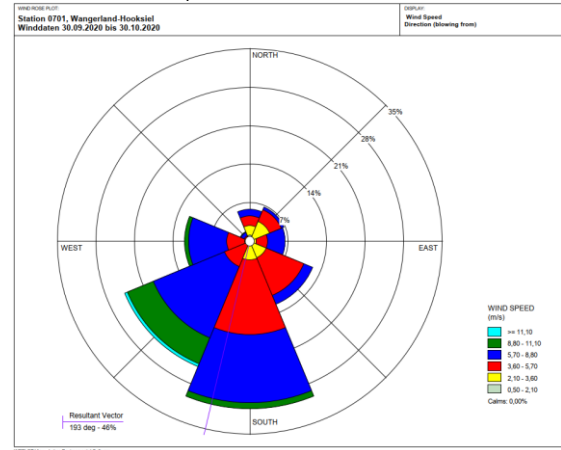
2020		2021		August	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August
1 Sa	1 Di	1 Do	1 So	1 Fr	1 Mo	1 Di	1 So	1 Di	1 Fr	1 Mo	1 Mo	1 Do	1 Sa	1 Di	1 Do	1 So
2 So	2 Mi	2 Fr	2 Mo	2 Sa	2 Di	2 Mi	2 Mo	2 Mi	2 Sa	2 Di	2 Di	2 Fr	2 So	2 Mi	2 Fr	2 Mo
3 Mo	3 Do	3 Sa	3 Di	3 So	3 Mi	3 Do	3 Di	3 Do	3 So	3 Mi	3 Mi	3 Sa	3 Mo	3 Do	3 Sa	3 Di
4 Di	4 Fr	4 So	4 Mi	4 Mo	4 Do	4 Fr	4 Mi	4 Fr	4 Mo	4 Do	4 Do	4 So	4 Di	4 Fr	4 So	4 Mi
5 Mi	5 Sa	5 Mo	5 Do	5 Sa	5 Fr	5 Sa	5 Do	5 Sa	5 Di	5 Fr	5 Fr	5 Mo	5 Mo	5 Sa	5 Mo	5 Do
6 Do	6 So	6 Di	6 Fr	6 So	6 Sa	6 So	6 Fr	6 So	6 Mi	6 Sa	6 Sa	6 Di	6 Do	6 So	6 Di	6 Fr
7 Fr	7 Mo	7 Mi	7 Sa	7 Mo	7 So	7 Mo	7 Sa	7 Mo	7 Do	7 So	7 So	7 Mi	7 Fr	7 Mo	7 Mi	7 Sa
8 Sa	8 Di	8 Do	8 So	8 Di	8 So	8 Di	8 So	8 Di	8 Fr	8 Mo	8 Mo	8 Do	8 Sa	8 Di	8 Do	8 So
9 So	9 Mi	9 Fr	9 Mo	9 Mi	9 Mo	9 Mi	9 Mo	9 Mi	9 Sa	9 Di	9 Di	9 Fr	9 So	9 Mi	9 Fr	9 Mo
10 Mo	10 Do	10 Sa	10 Di	10 So	10 Do	10 Do	10 Di	10 So	10 So	10 Mi	10 Mi	10 Sa	10 Mo	10 Do	10 Sa	10 Di
11 Di	11 Fr	11 Mo	11 Mi	11 Fr	11 Mo	11 Fr	11 Mi	11 Fr	11 Mo	11 Do	11 Do	11 So	11 Di	11 Fr	11 So	11 Mi
12 Mi	12 Sa	12 Do	12 Di	12 Sa	12 Fr	12 Sa	12 Di	12 Sa	12 Di	12 Fr	12 Fr	12 Mo	12 Mi	12 Sa	12 Mo	12 Do
13 Do	13 So	13 Di	13 Fr	13 So	13 Fr	13 So	13 Fr	13 So	13 Mi	13 Sa	13 Sa	13 Di	13 Do	13 So	13 Di	13 Fr
14 Fr	14 Mo	14 Mi	14 Do	14 Mo	14 Mo	14 Mo	14 Do	14 Mo	14 Do	14 So	14 So	14 Mi	14 Fr	14 Mo	14 Mi	14 Sa
15 Sa	15 Di	15 Do	15 So	15 Di	15 So	15 Di	15 So	15 Di	15 Fr	15 Mo	15 Mo	15 Do	15 Sa	15 Di	15 Do	15 So
16 So	16 Mi	16 Fr	16 Mo	16 Mi	16 Mo	16 Mi	16 Mo	16 Mi	16 Sa	16 Di	16 Di	16 Fr	16 So	16 Mi	16 Fr	16 Mo
17 Mo	17 Do	17 Sa	17 Di	17 Do	17 Do	17 Do	17 Di	17 Do	17 So	17 Mi	17 Mi	17 Sa	17 Mo	17 Do	17 Sa	17 Di
18 Di	18 Fr	18 So	18 Mi	18 Fr	18 Mo	18 Fr	18 Mi	18 Fr	18 So	18 Do	18 Do	18 So	18 Di	18 Fr	18 So	18 Mi
19 Mi	19 Sa	19 Mo	19 Di	19 Sa	19 Di	19 Sa	19 Di	19 Sa	19 Mi	19 Fr	19 Fr	19 Mo	19 Sa	19 Mi	19 Mo	19 Do
20 Do	20 So	20 Di	20 Fr	20 So	20 Fr	20 So	20 Di	20 So	20 Mi	20 Sa	20 Sa	20 Di	20 Do	20 So	20 Di	20 Fr
21 Fr	21 Mo	21 Mi	21 Do	21 Fr	21 Mo	21 Fr	21 Mi	21 Fr	21 Mo	21 So	21 So	21 Mi	21 Fr	21 Mo	21 Mi	21 Sa
22 Sa	22 Di	22 Do	22 So	22 Di	22 Mo	22 Di	22 So	22 Di	22 Fr	22 Mo	22 Mo	22 Do	22 Sa	22 Di	22 Do	22 So
23 So	23 Mi	23 Fr	23 Mo	23 So	23 Mo	23 Fr	23 Mi	23 So	23 Sa	23 Di	23 Di	23 Fr	23 So	23 Mi	23 Fr	23 Mo
24 Mo	24 Do	24 Sa	24 Di	24 Mo	24 Di	24 Do	24 Mi	24 Mo	24 So	24 Mi	24 Mi	24 Sa	24 Mo	24 Do	24 Sa	24 Di
25 Di	25 Fr	25 Mo	25 Do	25 Fr	25 Mi	25 Do	25 Mi	25 Fr	25 Mo	25 Do	25 Do	25 So	25 Di	25 Fr	25 So	25 Mi
26 Mi	26 Sa	26 Mo	26 Di	26 Sa	26 Fr	26 Sa	26 Di	26 Sa	26 Do	26 Fr	26 Fr	26 Mo	26 Sa	26 Mi	26 Mo	26 Do
27 Do	27 So	27 Di	27 Fr	27 So	27 Fr	27 So	27 Mi	27 So	27 Mi	27 Sa	27 Sa	27 Di	27 So	27 Fr	27 Di	27 Fr
28 Fr	28 Mo	28 Mi	28 Do	28 Fr	28 Mo	28 Di	28 So	28 Fr	28 Mo	28 So	28 So	28 Mi	28 Fr	28 Mo	28 Mi	28 Sa
29 Sa	29 Di	29 Do	29 So	29 Di	29 Mo	29 Di	29 So	29 Di	29 Fr	29 So	29 Mo	29 Do	29 Sa	29 Di	29 Do	29 So
30 So	30 Mi	30 Fr	30 Mo	30 Mi	30 Do	30 Mi	30 So	30 Mi	30 Sa	30 Di	30 Di	30 Fr	30 So	30 Mi	30 Fr	30 Mo
31 Mo	31 Do	31 Sa	31 Di	31 Do	31 Mo	31 Di	31 So	31 Do	31 So	31 Mi	31 Mi	31 Fr	31 Mo	31 Do	31 Sa	31 Di

Anhang 5: Darstellung der monatlichen Windverhältnisse

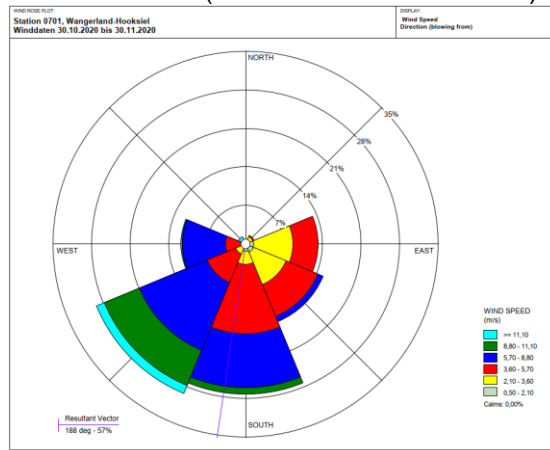
September 2020 (31.08.2020 bis 30.09.2020)



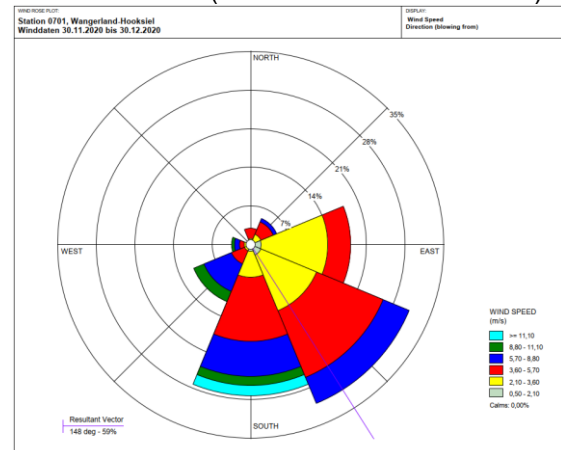
Oktober 2020 (30.09.2020 bis 30.10.2020)



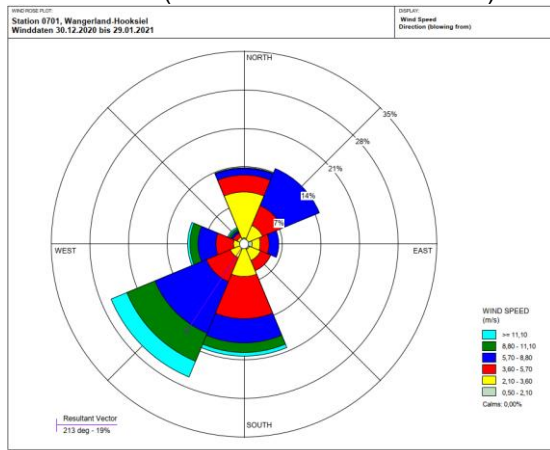
November 2020 (30.10.2020 bis 30.11.2020)



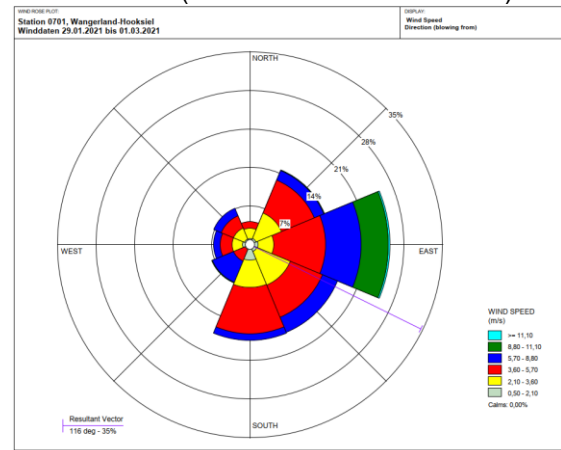
Dezember 2020 (30.11.2020 bis 30.12.2020)



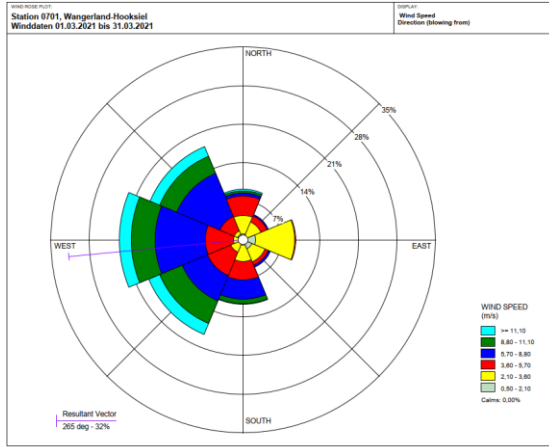
Januar 2021 (30.12.2020 bis 29.01.2021)



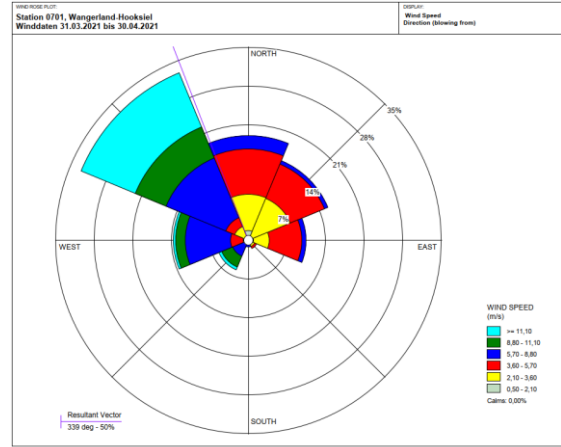
Februar 2021 (29.01.2021 bis 01.03.2021)



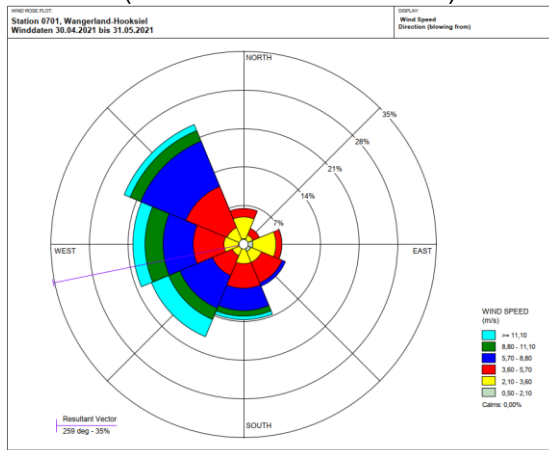
März 2021 (01.03.2021 bis 31.03.2021)



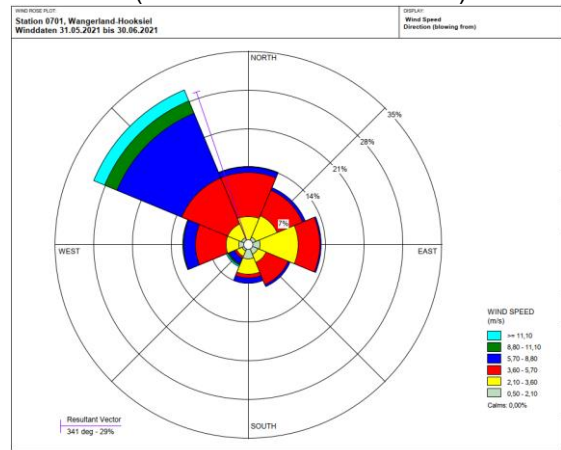
April 2021 (31.03.2021 bis 30.04.2021)



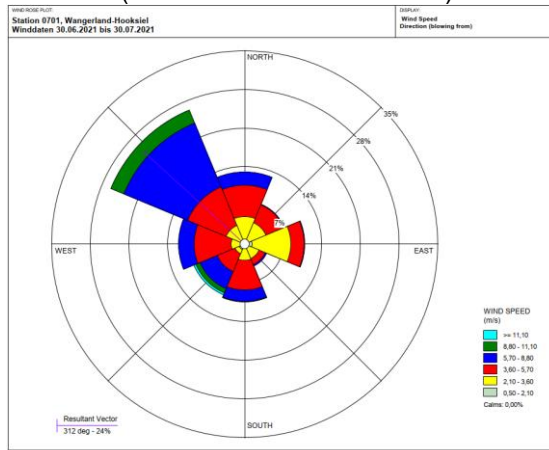
Mai 2021 (30.04.2021 bis 31.05.2021)



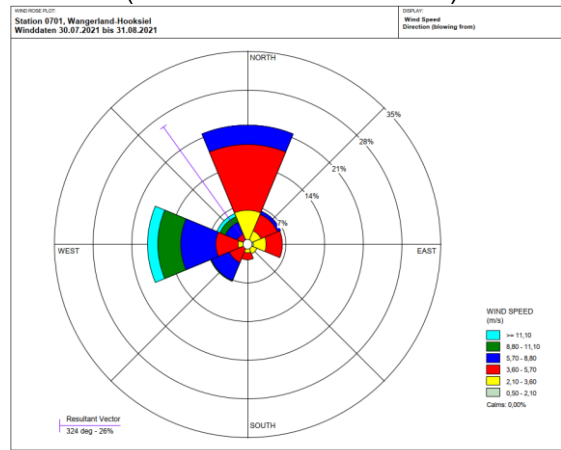
Juni 2021 (31.05.2021 bis 30.06.2021)



Juli 2021 (30.06.2021 bis 30.07.2021)



Juli 2021 (30.07.2021 bis 31.08.2021)



Anhang 6: Legende zum Flächennutzungsplan Bremerhaven 2006









Legende zum Flächennutzungsplan 2006 Bremerhaven

Bauflächen

	Wohnbauflächen
	Gemischte Bauflächen
	Gewerbliche Bauflächen
	Sondergebiete

A	Autohof	F	Fachmarkt	HS	Hochschule	TE	Touristische Einrichtungen
B	Bund	FuE	Forschung und Entwicklung	K	Klinik	WH	Wochenendhausgebiet
EKZ	Einkaufszentrum	H	Hafen	SBW	Warenhaus	Z	Zoo


Gemeinbedarf







	Flächen für Gemeinbedarf
	öffentliche Verwaltungen
	Schule
	Kirchen und kirchlichen Zwecken dienende Gebäude
	Sozialen Zwecken dienende Gebäude
	Kulturellen Zwecken dienende Gebäude und Einrichtungen
	Sportliche Zwecke dienende Gebäude und Einrichtungen
	Feuerwehr

Verkehrsflächen

	Bahnanlagen
	Flächen für Luftverkehr
	Landeplatz
	Beschränkter Bauschutzbereich n. §17 LuftVG
	Autobahn
	Hauptverkehrsstraßenflächen
	Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung
P&R	Park & Ride
RP	Reisemobilparkplatz

Ver- und Entsorgung

	Flächen für Versorgungsanlagen, für die Abfallentsorgung und Abwasserbeseitigung sowie für Ablagerungen
---	---

	Elektrizität
	Gas
	Fernwärme
	Wasser
	Abwasser
	Abfall

Freiflächen

	Grünflächen
	Parkanlage
	Dauerkleingärten
	Kleintierzuchtanlage
	Sportanlagen
	Sportliche Zwecke dienende Gebäude und Einrichtungen
	Spielplatz
	Badeplatz, Freibad
	Friedhof
	Golfanlage
	Flächen für Landwirtschaft
	Flächen für Wald
	Festgesetzte Ausgleichsflächen

Wasserflächen

	Wasserflächen
---	---------------