

Bericht

Immissionsmessungen von Schwebstaub PM10 und Stickstoffdioxid im Einwirkungsbereich des Hafens Kiel

ANECO Berichts-Nr. / Datum:	17993-001 B01 vom 15. März 2019
Auftraggeber:	Seehafen Kiel GmbH & Co KG Schwedenkai 1 D-24103 Kiel
Ansprechpartner:	Herr Arne Breiholz
Auftragsnummer:	-/-
Auftragsdatum:	28.11.2017
Art der Messung:	Immissionsmessungen im Rahmen der 39. BImSchV
Messaufgabe:	Die Messungen sollen im Einwirkungsbereich des Kieler Hafens zur Beurteilung der Luftqualität gemäß 39. BImSchV dienen.
Messkomponenten:	<ul style="list-style-type: none">- PM10- PM2,5- Stickstoffdioxid
Messort / Messgebiet:	Umgebung Hafen Kiel
Messzeitraum:	April 2018 bis Januar 2019
Berichterstellung durch:	Dr. Klaus Berger, Holger Jürgensen
Berichtsumfang:	27 Seiten Bericht zzgl. 37 Seiten Anhang

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite	
0	Zusammenfassung	3
1	Beschreibung der Messaufgabe	5
1.1	Anlass der Messungen	5
1.2	Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe	5
1.3	Messkomponenten	7
1.4	Anforderungen an die Messtechnik	7
1.5	Organisatorische Anforderungen	7
1.6	Beteiligung weiterer Institute	8
2	Vorwissen	8
3	Ortsbeschreibung	8
4	Messstrategie	9
4.1	Messgebiet	9
4.2	Messorte	10
4.3	Messzeitraum	12
4.4	Messzeiten	13
4.5	Datenverfügbarkeit	13
4.6	Messtechnik	14
5	Auswertung	16
5.1	Messwertverarbeitung	16
5.2	Messergebnisse	17
5.3	Ermittlung der Messunsicherheit	21
6	Beurteilung der Luftqualität und Diskussion	21
6.1	Meteorologie im Messzeitraum	22
6.2	Stoffe und Stoffgruppen	23
6.3	Plausibilitätsprüfung	26
7	Literaturverzeichnis	27
	ANHANG zum Messbericht	

0 Zusammenfassung

Die Abteilung Immission der Eurofins GfA GmbH, die mit dem 01.07.2018 in das ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. eingegliedert worden ist, wurde von der Seehafen Kiel GmbH & Co KG mit der Durchführung eines neunmonatigen Immissionsmessprogrammes im Umfeld der Häfen an der Kieler Förde beauftragt.

Die Untersuchungen wurden zur Erfassung der Immissionsbelastung im Einwirkungsbereich insbesondere der Kreuzfahrtterminals sowie des damit verbundenen Kreuzfahrtverkehrs auf der Kieler Förde durchgeführt. Im Einflussbereich von Schifffahrt, Industrie und Gewerbe war die Immissionssituation in den angrenzenden Wohngebieten gemäß 39. BImSchV zu beurteilen.

Die Immissionsmessungen begannen am 03.04.2018 und wurden am 02.01.2019 beendet. Es wurde an zwei Standorten täglich der Schwebstaub PM10 sowie an einem der Standorte zusätzlich auch PM2,5 mittels Referenzverfahren beprobt und nachfolgend gravimetrisch analysiert. Darüber hinaus wurde an den beiden Standorten mit Hilfe von Passivsammlern monatlich der Gehalt an Stickstoffdioxid (NO₂) bestimmt. Zur Beurteilung der Qualität der Passivsammler-Messungen und zum Anschluss an das Referenzverfahren wurde zusätzlich an einer mit dem Referenzverfahren ausgestatteten Messstation des Landes Schleswig-Holstein die Konzentration an Stickstoffdioxid mittels Passivsammler gemessen.

An allen Messpunkten unterschritten die untersuchten Parameter die zur Beurteilung herangezogenen Bewertungsmaßstäbe (39. BImSchV, TA Luft).

Bezüglich Schwebstaub PM10 wurden an den Beurteilungspunkten unterjährige Kenngrößen von 39% (MP-1 Hegewischstraße) und 36% (MP-2 Fachhochschule Kiel) des Jahresgrenzwertes von 40 µg/m³ ermittelt.

Die hier bestimmten unterjährigen Mittelwerte der PM10 Konzentrationen liegen im unteren Bereich typisch städtischer Hintergrundwerte. Auch die Anzahl der Überschreitungstage liegt mit Null Tagen im Beurteilungszeitraum deutlich unterhalb der nach 39. BImSchV [1] zulässigen 35 Überschreitungen im Jahr.

Die Jahresmittelwerte 2018 für Schwebstaub PM10 betragen an den Messstationen für den städtischen Hintergrund in Kiel Bremerskamp 15 µg/m³ und in Lübeck St. Jürgen 16 µg/m³ und sind damit nicht von der Belastung an den beiden Messpunkten MP-1 und MP-2 zu unterscheiden. Erkennbar höher ist die PM10-Belastung 2018 mit 22 µg/m³ an der verkehrsbezogenen Messstation Kiel Bahnhofsstraße.

Für den Schwebstaub PM2,5 ergibt sich ein ähnliches Bild. Am Beurteilungspunkt in der Hegewischstraße (MP-1) wurde für den unterjährigen Messzeitraum eine Kenngröße von 32% des Beurteilungswertes (Jahresgrenzwert) ermittelt. Der unterjährige Mittelwert der PM2,5 Schwebstaub-Konzentration von 8,1 µg/m³ (MP-1) liegt im Bereich ländlicher bis städtischer Hintergrundwerte. Hochgerechnet auf das Jahr 2018 ergibt sich ebenfalls eine mittlere PM2,5-Konzentration von 8 µg/m³, welche geringfügig unter dem Wert für die Station Lübeck-St. Jürgen (11 µg/m³) liegt. An der verkehrsbezogenen Messstation Kiel Bahnhofsstraße wurde 2018 ein Jahresmittelwert von 13 µg/m³ gemessen.

Die Belastung durch Stickstoffdioxid unterschreitet im Untersuchungszeitraum die zugehörigen Beurteilungsmaßstäbe mit einer Ausschöpfung von 53% (MP-1) und 39% (MP-2) sicher. Der unterjährige Mittelwert der Stickstoffdioxid (NO₂) Konzentration von 21,3 µg/m³ (MP-1) (bzw. ganzjährig 24 µg/m³) liegt im oberen Bereich städtischer Hintergrundwerte, aber noch deutlich unter den Werten verkehrsbezogener Messstationen. An der verkehrsbezogenen Messstation Kiel-Bahnhofstraße wurde ein NO₂-Jahresmittelwert für 2018 von 39 µg/m³ gemessen.

Die Stickstoffdioxid-Konzentration von 15,8 µg/m³ (bzw. ganzjährig 17 µg/m³) am MP-2 im Bereich der Fachhochschule liegt in gleicher Größenordnung wie die mittlere Belastung 2018

am Bremerskamp in Kiel ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie an der Station Lübeck St. Jürgen ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$), welche beide das Regime des städtischen Hintergrundes repräsentieren.

Die etwas höhere NO_2 -Belastung am MP-1 in der Hegewischstraße lässt sich einerseits durch ihre Lage an der Straße (KFZ-Verkehr zum Krankenhaus), andererseits durch die Nähe zu den Hafenanlagen erklären.

Für die beiden Messpunkte im Einwirkungsbereich des Kieler Hafens kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die dort ermittelten Immissionskenngrößen im Untersuchungszeitraum von 9 Monaten deutlich unter den Beurteilungsmaßstäben (Grenzwerten) liegen und je nach Parameter in die Regimes „ländlich“ bis „städtischer Hintergrund“ eingeordnet werden können. Dies gilt gleichermaßen für die abgeleiteten Jahresmittelwerte.

Eine abschließende immissionsschutzrechtliche Bewertung bleibt der zuständigen Fachbehörde vorbehalten.

1 **Beschreibung der Messaufgabe**

1.1 **Anlass der Messungen**

Die Eurofins GfA GmbH wurde von der Seehafen Kiel GmbH & Co KG beauftragt, neunmonatige Immissionsmessungen im Umfeld der Häfen an der Kieler Förde durchzuführen. Erfasst werden sollten Schwebstaub PM₁₀, PM_{2,5} und Stickstoffdioxid (NO₂). Die Messungen sollen zur Beurteilung der Luftqualität im Umfeld des Hafens gemäß dienen.

Die Untersuchungen wurden zur Erfassung der Immissionsbelastung im Einwirkungsbereich insbesondere der Kreuzfahrtterminals sowie des damit verbundenen Kreuzfahrtverkehrs auf der Kieler Förde durchgeführt. Im Einflussbereich von Schifffahrt, Industrie und Gewerbe war die Immissionssituation in den angrenzenden Wohngebieten gemäß 39. BImSchV [1] zu beurteilen.

Im Rahmen einer Umstrukturierung innerhalb der Eurofins Gruppe wurde zum 01. Juli 2018 der Geschäftsbereich Immission der Eurofins GfA GmbH an die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. Übertragen. Das Messprogramm wurde unter ANECO mit gleichbleibenden Sachbearbeitern fortgesetzt.

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. Die Eurofins GfA GmbH war bis zum 31.07.2018 ebenfalls ein für Immissionsmessungen gemäß §29b BImSchG [2] bekanntgegebenes Messinstitut.

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

Bewertungsmaßstäbe

Die Ergebnisse für PM₁₀, PM_{2,5} und Stickstoffdioxid sind anhand von gültigen Grenzwerten nach der 39. BImSchV [1] und der TA Luft [4] zu bewerten.

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/m³ 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/m³ überschreiten.

Für den Parameter Schwebstaub PM_{2,5} ist in der 39. BImSchV [1] ein Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit angegeben. Demnach darf die Gesamtbelastung für Schwebstaub PM_{2,5}, gemittelt über 1 Jahr, an keinem Beurteilungspunkt 25 µg/m³ überschreiten.

Für den Parameter Stickstoffdioxid (NO₂) ist in der 39. BImSchV [1] ein Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit angegeben. Demnach darf die Gesamtbelastung für Stickstoffdioxid, gemittelt über 1 Jahr, an keinem Beurteilungspunkt 40 µg/m³ überschreiten.

Die zur Anwendung kommenden Bewertungsmaßstäbe sind in Tabelle 1 (Schwebstaub) und Tabelle 2 (Stickstoffdioxid) zusammengefasst.

Tabelle 1 Beurteilungsmaßstäbe für Schwebstaub PM10 und PM2,5

Parameter	Beurteilungsmaßstab	Quelle	Bemerkung	Unsicherheit ^{*)}	Mindestverfügbarkeit ^{**)}
PM10	40 µg/m ³	39. BImSchV [1]	Jahresmittelwert	25%	90%
PM10	50 µg/m ³	39. BImSchV [1]	Tagesmittelwert mit 35 erlaubten Überschreitungen im Jahr	-	-
PM2,5	25 µg/m ³	39. BImSchV [1]	Jahresmittelwert	25%	90%

^{*)} erweiterte Messunsicherheit für ein Vertrauensniveau von 95 % am Grenzwert (39. BImSchV [1])

^{**)} 39. BImSchV [1]

Tabelle 2 Beurteilungsmaßstab für Stickstoffdioxid

Parameter	Beurteilungsmaßstab	Quelle	Bemerkung	Unsicherheit ^{*)}	Mindestverfügbarkeit ^{**)}
Stickstoffdioxid	40 µg/m ³	39. BImSchV [1]	Jahresmittelwert	15%	90%

^{*)} erweiterte Messunsicherheit für ein Vertrauensniveau von 95 % am Grenzwert (39. BImSchV [1])

^{**)} 39. BImSchV [1]

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. Dieses gilt auch für Tagesmittelwerte der Schwebstaubbelastungsmessung.

Die Anforderungen an die Datenqualität nach der 39. BImSchV [1] sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 Parameterabhängig zusammengefasst.

Mit dem Auftraggeber vereinbarte Anforderungen

Vereinbart wurde die tägliche Bestimmung des Schwebstaubes PM10 und PM2,5, sowie die monatliche Bestimmung des Stickstoffdioxidgehaltes für einen neunmonatigen Messzeitraum (April bis Dezember 2018).

Die Festlegung des Parameter-Umfanges sowie der Messorte erfolgte bei einem Besprechungstermin am 18.10.2017 beim Auftraggeber.

1.3 Messkomponenten

Luftverunreinigungen

- Schwebstaub PM10
- Schwebstaub PM2,5
- Stickstoffdioxid (NO₂)

Art der Ermittlungen

- Schwebstaub PM10 und PM2,5 wird als Massenkonzentration nach filtrierender Probenahme gravimetrisch bestimmt.
- Stickstoffdioxid wird passiv durch Diffusionssammler (PALMES-Verfahren) bestimmt.

Ergänzende Messungen

- Keine.

1.4 Anforderungen an die Messtechnik

Die PM10 und PM2,5 Messungen werden nach DIN EN 12341 [5] durchgeführt. Es werden die nach der DIN gültigen Referenzmessgeräte genutzt. Der Filterwechsel erfolgt nach 24h. Zur Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit werden vom Messgerät täglich Statussignale versendet, so dass z.B. bei einem Stromausfall schnell reagiert werden kann.

Die Stickstoffdioxidmessungen werden gemäß der DIN EN 16339 [6] mit Passivsammlern nach dem so genannten PALMES-Verfahren ermittelt. Die gewählte Expositionszeit beträgt einen Monat.

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 [7] akkreditiert. Die Eurofins GfA GmbH war bis zum 31.07.2018 ebenfalls ein für Immissionsmessungen gemäß §29b BImSchG [2] bekanntgegebenes und nach DIN EN ISO/IEC 17025 [7] akkreditiertes Messinstitut.

Personal

Projektleitung / Fachlich Verantwortlicher:

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

Stellvertretende Projektleitung:

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

Die Probenahme wurde durch fachkundiges Personal der Eurofins GfA GmbH durchgeführt. Die Analytik erfolgte im Labor der Eurofins GfA GmbH. Mit dem 01.07.2018 ist die Abteilung Immissionsmessungen der Eurofins GfA GmbH von dem ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. übernommen worden. Die Projektbearbeitung wurde ab dem 01.07.2018 unter neuem Firmennamen durch dasselbe Personal fortgeführt.

1.6 Beteiligung weiterer Institute

Die Untersuchungen für Schwebstaub PM10 und PM2,5 wurden vollständig durch die Eurofins GfA GmbH bzw. die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. durchgeführt.

Die Untersuchungen für Stickstoffdioxid wurden für die Probenahme durch die Eurofins GfA GmbH bzw. die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. durchgeführt. Die Analytik für Stickstoffdioxid erfolgte bis einschließlich Juli 2018 im Labor der Eurofins GfA GmbH, ab August 2018 als Fremdvergabe bei der PASSAM AG.

2 Vorwissen

Ein aktuelles, spezifisches Wissen für die Messpunkte lag bei Auftragserteilung dem Auftragnehmer nicht vor. Der Auftragnehmer jedoch verfügt aufgrund langjähriger Messstätigkeit u.a. in Schleswig-Holstein und insbesondere auch in Kiel sowie begleitenden Fachgesprächen mit Behörden- und Umweltvertretern über fundiertes Wissen der Materie.

Seitens des Auftraggebers und das ihn begleitende, auf Prognostik spezialisierte Ingenieurbüro LAIRM, vertreten durch Dr. Burandt, wurden Kenntnisse über die spezielle Immissions-situation im Bereich des Kieler Hafens beige-steuert.

3 Ortsbeschreibung

Die Stadt Kiel umfasst U-förmig den Hafen Kiel der das Ende der Kieler Förde bildet. Der Hafen befindet sich somit unmittelbar im Stadtzentrum. Nur wenige Meter vom Hauptbahnhof entfernt beginnen die Kreuzfahrt- und Fährschiffterminal, die sich beidseitig des Hafendes befinden. Mangels Möglichkeiten zur Querung der Kieler Förde mittels Brücken oder Tunneln ist der Straßenverkehr gezwungen den Hafenumbereich zu umfahren. Dies führt zu einer hohen Verkehrsdichte an der Spitze des Hafendes. Des Weiteren sind längs der Kieler Förde diverse Industrie- und Gewerbebetriebe ansässig sowie eine große Marinebasis der Bundeswehr gelegen.

Die topografischen Gegebenheiten im Bereich des Kieler Hafens sind in der folgenden Abbildung 1 dargestellt.

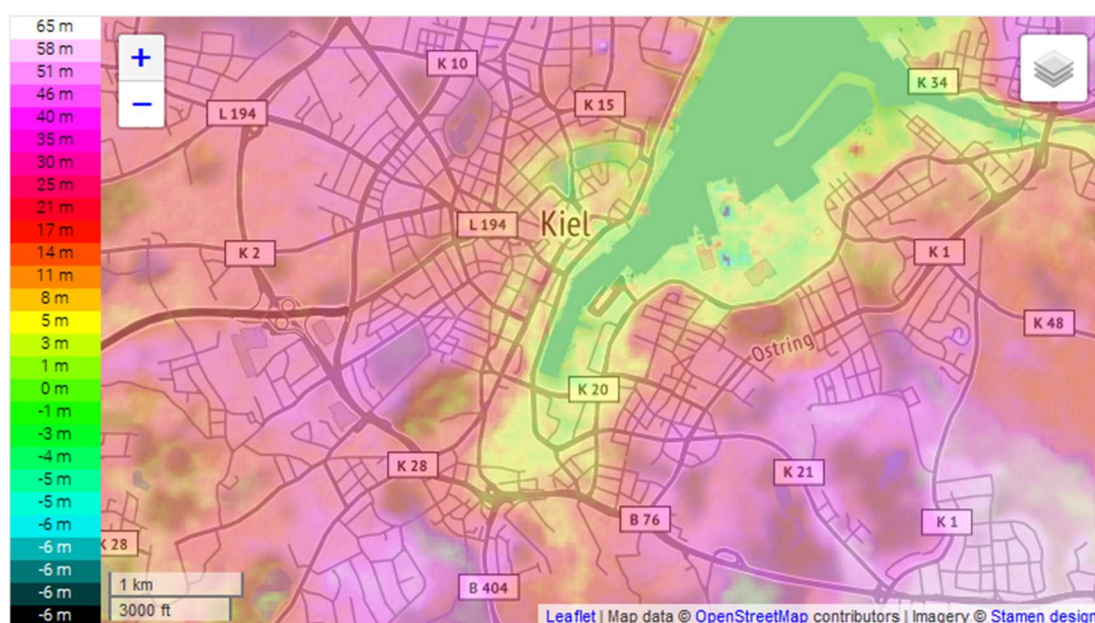


Abbildung 1 Topographie in Umgebung des Kieler Hafens

Quelle: OpenStreetMap, <http://de-de.topographic-map.com/places/Kiel-600568/>

4 Messstrategie

Ziel der Messungen ist es den aktuellen Zustand in Bezug auf die o.g. Luftschadstoffe im Umfeld der Häfen an der Kieler Förde zu erfassen. Die Untersuchungen sollten zur Erfassung der Immissionsbelastung im Einwirkungsbereich insbesondere der Kreuzfahrtterminals sowie des damit verbundenen Kreuzfahrtverkehrs auf der Kieler Förde durchgeführt werden.

Als Kenngrößen sind Stickstoffdioxid (NO₂) sowie Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) sinnvoll. Auf die Schwefeldioxid-Bestimmung konnte verzichtet werden, da dessen Konzentrationen seit der Umsetzung der SECA-Vorschriften auf der Ostsee und in den Häfen nicht weiter relevant sind.

Aus diesem Grunde waren – soweit möglich – Jahresmittelwerte der zu untersuchenden Luftschadstoffe an den vorgegebenen Messorten mit Hilfe von standardisierten Messverfahren zu ermitteln. Die Einschränkung auf 9 Messmonate (April bis Dezember) erfolgte aufgrund der in dieser Zeit liegenden "Kreuzfahrtsaison", da insbesondere in dieser Zeit ein Einfluss der Emissionen durch Kreuzfahrtschiffe erwartet wurde.

4.1 Messgebiet

Lage und Ausdehnung

Die Messpunkte liegen sowohl innerstädtisch westlich der Kreuzfahrtterminals im Stadtteil Brunswik sowie östlich der Kieler Förde auf dem Gelände der Fachhochschule Kiel (Stadtteil Neumühlen Dietrichsdorf). Das Messgebiet überdeckt damit den An-/Abfahrtsbereich sowie die Hafengebiete für den Kreuzfahrt- und Fährschiffverkehr und beinhaltet auch Wohnbereiche, die im Einflussbereich des Hafens und industrieller bzw. gewerblicher Emittenten liegen.

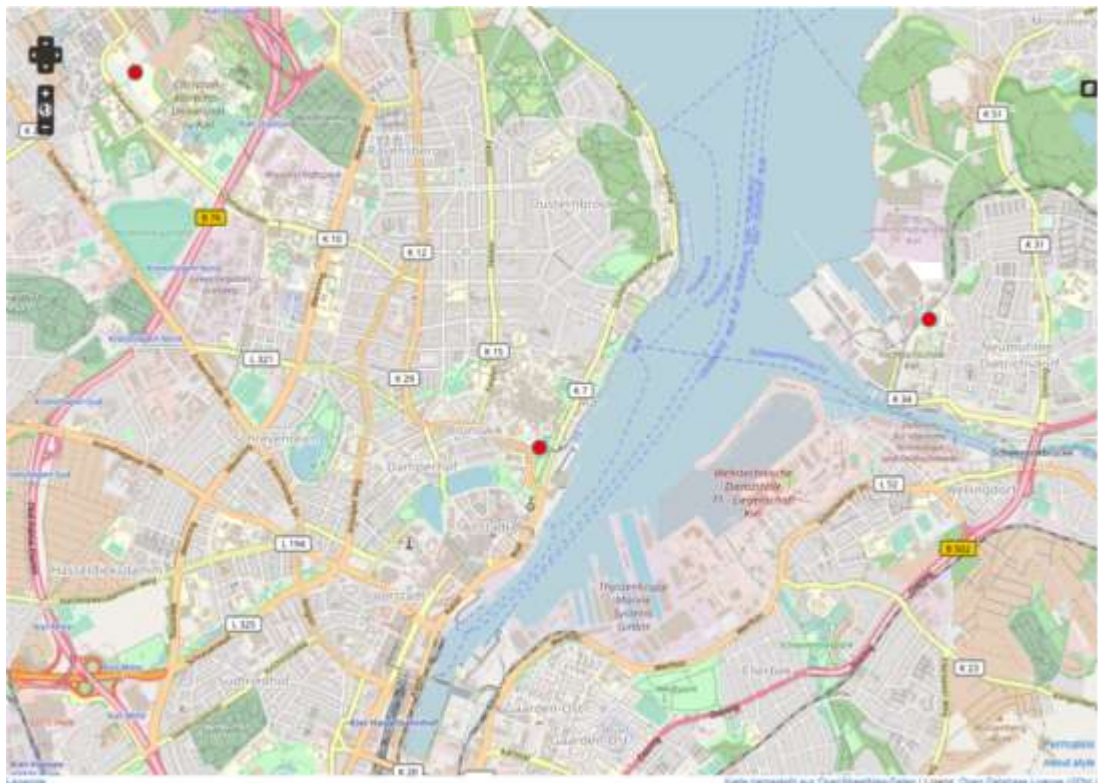


Abbildung 2 ● Messpunkte im Bereich des Hafens Kiel, (Karte: Open Street Map)

4.2 Messorte

Festlegung der Messorte

Die Auswahl erfolgte in Abstimmung mit dem Auftraggeber und dem Ing.-Büro LAIRM, vertreten durch Dr. Burandt, am 18.10.2017 in Kiel. Die Messpunkte wurden vorrangig mit Bezug auf die Emissionen durch Kreuz- und Fährschiffahrt festgelegt. Aufgrund der Geländegegebenheiten und der Hauptwindrichtungen sollte je ein Messpunkt westlich und östlich der Einfahrt zum inneren Hafenbecken positioniert werden um das Gros der durch Kreuzfahrt und Fährschiffe verursachten Emissionen mit zu erfassen.

Als potentielle Messorte kamen in Betracht:

- Referenzort Hegewischstraße (Messort des LLUR)
- Nahbereich am Ostseekai
- Nahbereich am Ostuferhafen, ggf. an der Fachhochschule

Der Nahbereich des Ostseekais erwies sich als wenig repräsentativ für einen Bereich mit sensibler Nutzung, z.B. durch Wohnen. Daher verblieben der bereits vom LLUR für Immissionsmessungen genutzte Bereich in der Hegewischstraße, der auch für eine sensible Nutzung als repräsentativ angesehen werden kann (Krankenhaus, Wohnen) sowie der Nahbereich am Ostuferhafen auf dem Gelände der Fachhochschule, welcher näherungsweise als repräsentativ für die aus Sicht der Förde dahinterliegende Wohnnutzung angenommen werden kann.

Anzahl und Lage

Bestandteil des Auftrages waren 2 Messpunkte für Stickstoffdioxid und Schwebstaub PM10, wobei an einem Messpunkt auch PM2,5 bestimmt werden sollte. Zusätzlich wurde parallel zu einer Messstation des Landes Schleswig-Holstein Stickstoffdioxid gemessen

Tabelle 3 Messorte

Bezeichnung	Lage	Koordinaten	Parameter
MP-0	LÜSH Messstation DESH057 Kiel-Bremerskamp, (Einfahrt zum Uni-Parkplatz an der Olshausen- straße)	54°20' 8260 N 10° 6' 3770 E	Stickstoffdioxid, passiv
MP-1	Gehweg Hegewischstraße, 24105 Kiel (zwischen Haus-Nr. 2 und 3)	54°19' 6720 N 10°8' 6480 E	Stickstoffdioxid, passiv Schwebstaub PM10 Schwebstaub PM2,5
MP-2	Fachhochschule Kiel Schwentinestraße, 24149 Kiel, hinter dem Haus Nr. 31	54°20' 0240 N 10°10' 7630 E	Stickstoffdioxid, passiv Schwebstaub PM10

Die Lage der Messorte MP-1 und MP-2 ist in Abbildung 2 dargestellt. Fotos der Messorte und Messeinrichtungen sind im Anhang III zu finden.

Standortbeschreibung

Die besondere Lage der Stadt Kiel an einem langen trichterförmigen Fjord, ca. 17km von der freien Ostsee entfernt und die des Hafens Kiel, siehe auch Punkt 3 „Ortsbeschreibung“ prägt die Umgebung im Untersuchungsgebiet. Da der Auftraggeber vorrangig auf die Beurteilung der Immissionswerte in Bezug auf die Kreuzfahrt- und Fährschiffahrt abzielt, wurden aufgrund der Geländegegebenheiten je ein Messpunkt westlich und östlich der Einfahrt zum inneren Hafenbeckens gewählt, den alle Kreuzfahrt- und Fährschiffe passieren.

Beide Messpunkte liegen deutlich oberhalb Normalnull (MP-1 ca. 15m, MP-2 ca. 10m). Von der Förde aus gesehen liegen hinter den Messpunkten Bereiche mit Wohnnutzung in teils weiter leicht ansteigendem Gelände.

Staub emittierende Anlagen sind in einem städtischen Gebiet mit Hafenanlagen, Industrie- sowie Gewerbegebieten und entsprechendem KFZ- und Schiffs-Verkehr in großer Zahl vorhanden. Die zentrale Lage des Hafens in der Stadt erschwert die Zuordnung von Schwebstaubimmissionen zu den Staubemittenten. Auf der östlichen Seite der Kieler Förde sind deutlich mehr industriell bzw. gewerblich genutzte Flächen zu erkennen. In diesem Gebiet liegen auch die Bereiche der Bundesmarine.

Abstand zu relevanten Quellen

Aufgrund der Vielzahl auch kleinerer Quellen in den umgebenden Hafen- und Gewerbegebieten sowie dem Sachverhalt, dass die Relevanz dieser Quellen für die Messpunkte nicht sicher abgeschätzt werden kann wird hier auf eine detaillierte Auflistung mit Abstandsangaben verzichtet.

Hervorzuheben ist, aufgrund der Hafenlage, der dadurch erzwungenermaßen konzentrierte Straßenverkehr am Ende des Hafenbeckens in mitten des Stadtkerns.

Angabe der Nutzungsstrukturen

Die Nutzungsstrukturen sind in der folgenden Tabelle 4 aufgelistet und in Abbildung 3 (Flächennutzungsplan Kiel) grafisch dargestellt.

Tabelle 4 Nutzungsstrukturen

Nr.	Nutzungsstrukturen
MP-0	Sonderbaufläche (Forschung und Lehre) angrenzend im Nordwesten Wohnbauflächen im Norden Grünflächen
MP-1	Sonderbaufläche (Klinik, Forschung und Lehre, Museum) mit angrenzenden Gebieten mit Wohnbaufläche und gemischte Bebauungen
MP-2	Sonderbaufläche (Forschung und Lehre, Hafenanlagen) mit angrenzenden Gebieten mit Wohnbaufläche, gewerblichen und gemischten Bebauungen

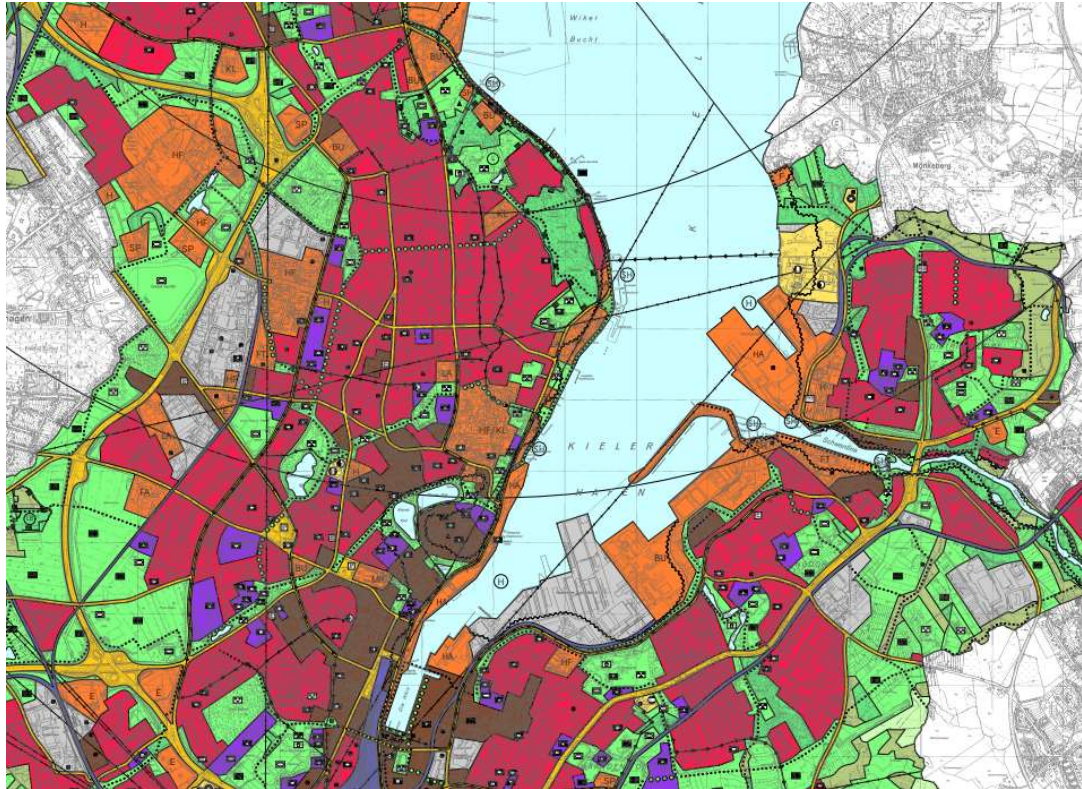


Abbildung 3 Ausschnitt aus dem Flächennutzungsplan Kiel (Fassung 2000) [8]
Farblegende: rot = Wohnflächen, braun = gemischte Bauflächen, grau gewerbliche Bauflächen, orange = Sonderbauflächen (u.a. Bund, Forschung und Lehre, Sportanlagen, Hafenanlagen), dunkelblau = Bahnanlagen, lila = u.a. Flächen für den Gemeinbedarf für Soziales und Gesundheit.

4.3 Messzeitraum

9 Monate:

- PM10 MP-1 und MP-2: 03.04.2018 bis 01.01.2019
- PM2,5 MP-1: 03.04.2018 bis 01.01.2019
- Stickstoffdioxid MP-0, MP-1, MP-2: 02.04.2018 bis 02.01.2019

Besondere Vorkommnisse

Schwebstaub PM10

MP-1

5 nicht verwendbare Probenahmen:

- 15. bis 19.11.2018 Gerätestörung nach Unterbrechung der Stromversorgung

MP-2

5 nicht verwendbare Probenahmen:

- 15. bis 19.11.2018 Gerätestörung nach Unterbrechung der Stromversorgung

Schwebstaub PM2,5

MP-1

2 nicht verwendbare Probenahmen:

- 15. und 19.11.2018 Gerätestörung nach Unterbrechung der Stromversorgung

Stickstoffdioxid

Keine besonderen Vorkommnisse.

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 II zu finden (siehe Tabelle A-5).

Zeitliche Auflösung der Messungen

Die PM10- und PM2,5-Messungen wurden mit einer zeitlichen Auflösung von einem Tag durchgeführt. Dies ist die kleinste zeitliche Auflösung, die benötigt wird um die entsprechenden Grenzwerte (Überschreitungshäufigkeit des Immissionswertes für die 24-stündige Immissionsbelastung sowie Jahresmittelwerte) zu überwachen.

Die Stickstoffdioxidmessungen basieren auf Monatszeiträumen (30 ± 2 Tage).

4.5 Datenverfügbarkeit

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

Die Datenverfügbarkeit für Schwebstaub PM10 beträgt

- am MP-1: 98% (268 Ergebnisse für 273 Tage)
- am MP-2: 98% (268 Ergebnisse für 273 Tage)

Die Datenverfügbarkeit für Schwebstaub PM2,5 beträgt

- am MP-1: 99% (271 Ergebnisse für 273 Tage)

Die Datenverfügbarkeit für Stickstoffdioxid beträgt

- an allen Messpunkten : 100% (275 Messtage)

Die Mindestdatenerfassung von 90% ist für alle Parameter im Untersuchungszeitraum sicher erreicht.

4.6 Messtechnik

Eine Übersicht über die eingesetzten Messverfahren und deren zugrundeliegenden Technischen Regeln gibt Tabelle 5.

Tabelle 5: Messtechnik

Nr.	Messkomponente	Messverfahren	Technische Regel	Akkreditierung nach vorhanden	Verfahrenskenngrößen
1	PM10	Aktive Probenahme mittels Kleinfiltergerät, Bestimmung der Masse mittels Gravimetrie	DIN EN 12341 (2014-08) [5]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [7]	s. Tabelle 6
2	PM2,5	Aktive Probenahme mittels Kleinfiltergerät, Bestimmung der Masse mittels Gravimetrie	DIN EN 12341 (2014-08) [5]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [7]	s. Tabelle 6
3	Stickstoffdioxid	Passive Probenahme mittels Absorptionsröhrchen nach Palmers	DIN EN 16339 (2016-11) [6]	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [7]	s. Tabelle 7
5	Stickstoffdioxid	Spektrophotometrie; Verfahren nach Salzmann	Verfahren der Passam AG [9] VP0105_03/ VP1505_03	Ja DIN EN ISO/IEC 17025 [10]	s. Tabelle 7

Messverfahren / Analyseverfahren

Zur Durchführung der gravimetrischen PM10- und PM2,5-Messungen wurden Staubmessgeräte der Firma Leckel, Typ SEQ 47/50 eingesetzt, welche mit einem automatischen Filterwechselsystem ausgestattet sind. Die täglichen Probennahmen fanden jeweils von 0:00 bis 24:00 Uhr statt. Die Messeräte wurden ca. zweiwöchentlich mit unbelegten Filtern (wovon einer als Feldblindwert dient) neu bestückt, sowie die belegten Filter zum Labor transportiert. Die Impaktionsplatte zur Abtrennung des Grobstaubes wurde ebenfalls zweiwöchentlich neu gefettet. Für die gravimetrischen Untersuchungen wurden Glasfaserfilter verwendet. Für die gravimetrischen Untersuchungen stand 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 [5] zu Grunde gelegt.

Tabelle 6: Typische Verfahrenskenndaten (Kleinfiltergerät):

Art	PM10	PM2,5
Probenahmedauer	24 Stunden (0:00 Uhr bis 24:00 Uhr)	24 Stunden (0:00 Uhr bis 24:00 Uhr)
Probenahmenvolumen	ca. 55,2 m ³ (bei 2,3 m ³ /h)	ca. 55,2 m ³ (bei 2,3 m ³ /h)
Nachweisgrenze	ca. 2 µg/m ³	ca. 2 µg/m ³
Erweiterte Messunsicherheit U 0,95	4 µg/m ³	4 µg/m ³

Die Beprobung auf Stickstoffdioxid (NO₂) erfolgt analog der DIN EN 16339 [6] mit Passivsammlern nach Palmes. Der an der Eintrittsöffnung mit einer Glasfrittenmembran ausgestattete Passivsammler wird über einen gemessenen Zeitraum, unter Verwendung eines Schutzgehäuses, frei anströmbar an der Luft exponiert. Stickstoffdioxid (NO₂) diffundiert durch die Diffusionsstrecke des Sammlers und wird durch Reaktion mit Triethanolamin (TEA) als Nitrit gesammelt. Nach einer Extraktion des Passivsammlers und anschließender Derivatisierung nach Griess-Salzmann erfolgt die kolorimetrische Analyse des gebildeten Azofarbstoffes mittels Spektrophotometrie.

Die Bestimmung von Stickstoffdioxid (NO₂) mittels Passivsammler erfolgt pro Messpunkt als Doppelbestimmung. Zur Absicherung der Datenqualität findet an einem Messpunkt eine parallele Bestimmung von NO₂ mittels Passivsammlung und nach Referenzverfahren DIN EN 14211 [11] statt. Die Expositionsdauer betrug bei diesem Verfahren einen Monat.

Tabelle 7: Typische Verfahrenskenndaten (Passivsammler-Verfahren):

Art	NO ₂ passiv
Probenahmedauer	1 Monat (30 ± 2 Tage)
Nachweisgrenze	ca. 0,2 µg/m ³ bei einer Messdauer von 1 Monat *
Erweiterte Messunsicherheit U 0,95	18,4 % im Bereich von 20-40 µg/m ³ *

* Quelle: Produktdatenblatt Passam AG vom 05.01.2012

Die Messhöhe für alle eingesetzten Probenahmegeräte betrug ca. 1,5 bis 3 m über der Flur und der seitliche Abstand zu Bauwerken von minimal 1,5 m (TA Luft 4.6.2.3 [4]) wurde eingehalten.

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. Über den MP-0 wurde das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein Lufthygienische Überwachung durch den Auftragnehmer informiert sowie die Erlaubnis eingeholt.

Infrastruktur

Die Energieversorgung der PM₁₀/PM_{2,5}-Messgeräte wurde durch den Auftraggeber hergestellt. Ein gesonderter Schutz der Messeinrichtung war bedingt durch die Standortauswahl am MP-1 nicht möglich. Am MP-2 wurde vom Auftraggeber ein Baugitterzaun zum Schutz des Messgerätes aufgestellt.

Erfassung und Archivierung der Messdaten

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

Qualitätssichernde Maßnahmen

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

Für Schwebstaub PM₁₀/ und PM_{2,5} wurde das europäische Referenzverfahren angewendet. Die Stickstoffdioxid-Messergebnisse wurden durch Vergleichsmessungen mit einem Referenzmessverfahren auf dieses zurückgeführt (s.u.).

Die PM₁₀/PM_{2,5}-Messgeräte werden jährlich gemäß der Anforderungen der DIN EN 12341 [5] geprüft und kalibriert. Eine Volumenstrom-, Temperatur- und Luftdruckprüfung findet entsprechend der Arbeitsanweisung vierteljährlich bzw. halbjährlich statt.

Die Messwerte der eingesetzten NO₂ Passivsammler wurden durch Parallelmessungen zusätzlich mit den Messwerten einer Landesmessstation des LLUR *Kiel-Bremerskamp* (Stationskennung DESH057) abgeglichen. Die vom Land Schleswig-Holstein betriebene Messstation verwendet das kontinuierlichen Messverfahren für NO₂ (Referenzverfahren nach DIN EN 14211 [11]). Zum Abgleich wurden NO₂ Passivsammler monatlich über den Messzeitraum an der Landesmessstation exponiert und analysiert. Die Messergebnisse wurden anschließend mit den Mittelwerten [12] des Referenzmessverfahrens abgeglichen und korrigiert. Die Landesmessstation *Kiel-Bremerskamp* (Stationskennung DESH057) ist als städtischer Hintergrund charakterisiert.

Weitere qualitätssichernde Maßnahmen, u. a. Blindwerte, sind in den jeweiligen Standardarbeitsanweisungen beschrieben. Durchgeführte Feldblindwerte sind im Anhang I, Tabelle A-4 dokumentiert.

5 Auswertung

5.1 Messwertverarbeitung

Behandlung von Messausfällen

Die wenigen Messausfälle wurden als Datenlücken gewertet. Sie wurden nicht mit Schätzwerten ersetzt.

Behandlung von Ausreißern

Sofern Ausreißer festgestellt wurden, wurden 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. Vereinzelt hohe Werte waren plausibel erklärbar (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 [12].

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 [12]):

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

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 I (Tabelle A-1 bis A-3) des Messberichtes zu finden. Im Folgenden sind die Messergebnisse je Stoff bzw. Stoffgruppe u.a. in Form von Mittelwerten für den Untersuchungszeitraum und je Messpunkt dargestellt.

Schwebstaub PM10

Tabelle 8: Ergebnisse der PM10 Messungen für MP-1 und MP-2

Messzeitraum 04.04.2018 bis 01.01.2019

Schwebstaub PM10	MP 1	MP 2
Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15,5	14,5
Niedrigster 24h-Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,4	4,5
Höchster 24h-Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	45,9	44,4
Anzahl der 24h-Mittelwerte über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0
Anzahl der Tage im Messzeitraum	273	273
Anzahl gültiger Messwerte	268	268
Verfügbarkeit in %	98	98

Eine grafische Darstellung der PM10-Messwerte für jeden Messtag im Untersuchungszeitraum an den Messpunkten MP-1 und MP-2 ist im Anhang IV dargestellt.

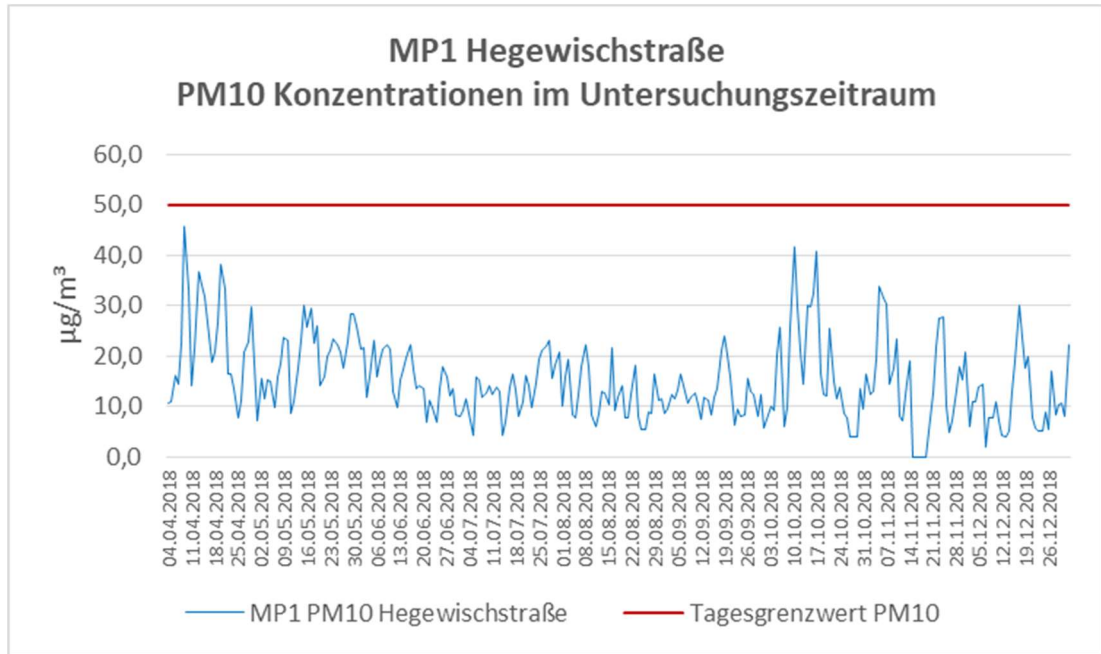


Abbildung 4: PM10-Konzentrationsverlauf MP-1. Messzeitraum 04.04.2018 bis 01.01.2019

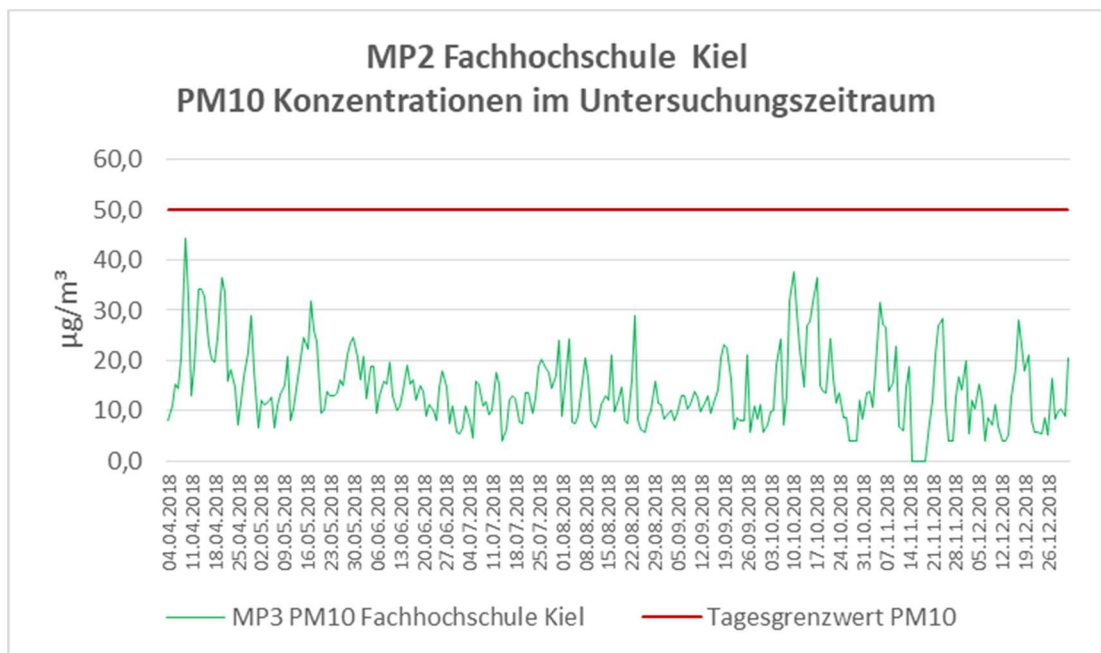


Abbildung 5: PM10-Konzentrationsverlauf MP-2. Messzeitraum 4.4.2018 bis 1.1.2019

Schwebstaub PM_{2,5}

Tabelle 9: Ergebnisse der PM_{2,5} Messung an MP-1, Messzeitraum 4.4.2018 bis 1.1.2019

Schwebstaub PM _{2,5}	MP 1
Mittelwert in µg/m ³	8,1
Niedrigster 24h-Mittelwert in µg/m ³	4,3
Höchster 24h-Mittelwert in µg/m ³	34,6
Anzahl der Tage im Messzeitraum	273
Anzahl gültiger Messwerte	271
Verfügbarkeit in %	99

Eine grafische Darstellung der PM_{2,5}-Messwerte für jeden Messtag an den Messpunkten MP-1 ist im Anhang IV dargestellt.

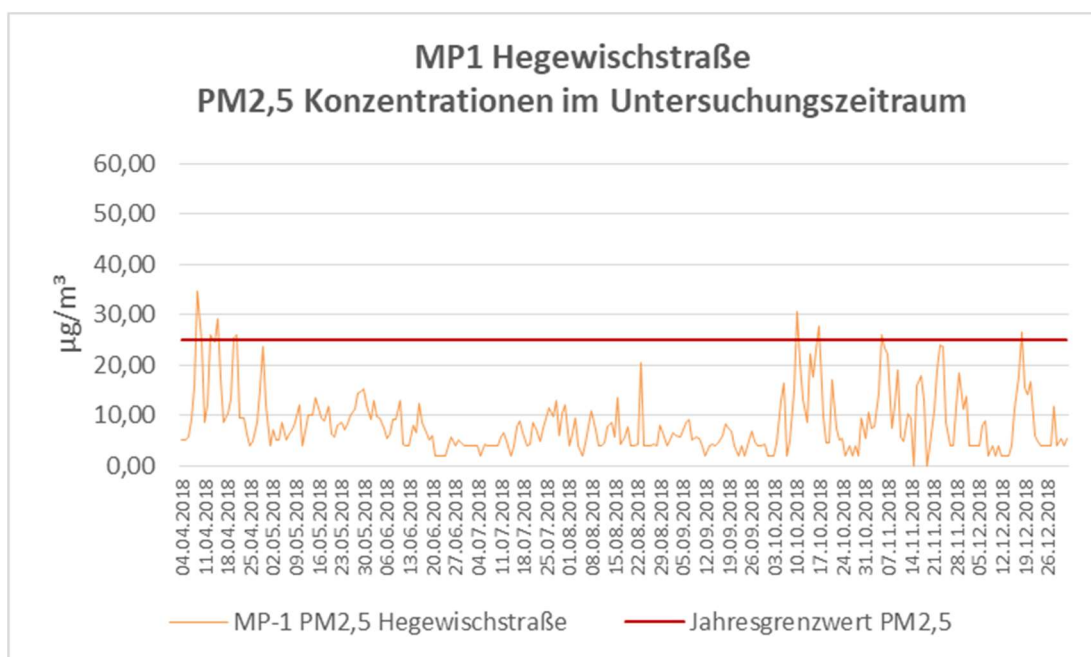


Abbildung 6: PM_{2,5}-Konzentrationsverlauf an MP-1. Messzeitraum 4.4.2018 bis 1.1.2019

Stickstoffdioxid (NO₂)

Aus qualitätssichernden Gründen werden die passiv ermittelten Stickstoffdioxidmesswerte den Messwerten des Referenzverfahrens gegenübergestellt. Aus der Abweichung des ermittelten Mittelwertes (MW) der passiven NO₂ Messungen zum Mittelwert (MW) des Referenzverfahrens für den gleichen Messzeitraum, wird ein Korrekturfaktor nach folgenden Gleichungen ermittelt. Mit Hilfe dieses Korrekturfaktors werden die ermittelten Passivsammler-Messwerte an den beiden Messpunkten MP-1 und MP-2 gemäß Gleichung B korrigiert:

Gleichung A:
$$\mathcal{K} = \frac{MW \cdot r}{MWm}$$

Gleichung B:
$$\mathcal{E}k = \mathcal{K} \times MWm$$

Legende: \mathcal{K} = Korrekturfaktor
 MW = Mittelwert
 r = Referenzverfahren
 m = Messwerte passiv
 $\mathcal{E}k$ = Ergebniswert (Passivsammler) korrigiert

Aus den Vergleichsmessungen am MP-0 ergibt sich ein Korrekturfaktor von 1,18 im Untersuchungszeitraum. Die Mittelwerte der passiven NO₂ Messungen über den Untersuchungszeitraum werden zum Anschluss an das Referenzmessverfahren mit 1,18 multipliziert:

Tabelle 10: Konzentration von Stickstoffdioxid (NO₂) (Passiv, korrigiert),
Messzeitraum 3.4.2018 bis 2.1.2019

Stickstoffdioxid (NO ₂)	MP-0	MP-1	MP-2
Mittelwert des Messzeitraum (9 Monate) in µg/m ³	13,0	21,3	15,8
Niedrigster Monatsmittelwert in µg/m ³	8,9	18,9	12,3
Höchster Monatsmittelwert in µg/m ³	18,0	24,8	19,7
Anzahl der Messwerte über 40 µg/m ³	0	0	0
Anzahl der Zeit Tage im Messzeitraum	274	274	274
Anzahl gültiger Monatsmesswerte	9	9	9
Verfügbarkeit in %	100	100	100

Im Anhang I, Tabelle A-2 und A-3 sind die Monatsmesswerte tabellarisch und grafisch dargestellt.

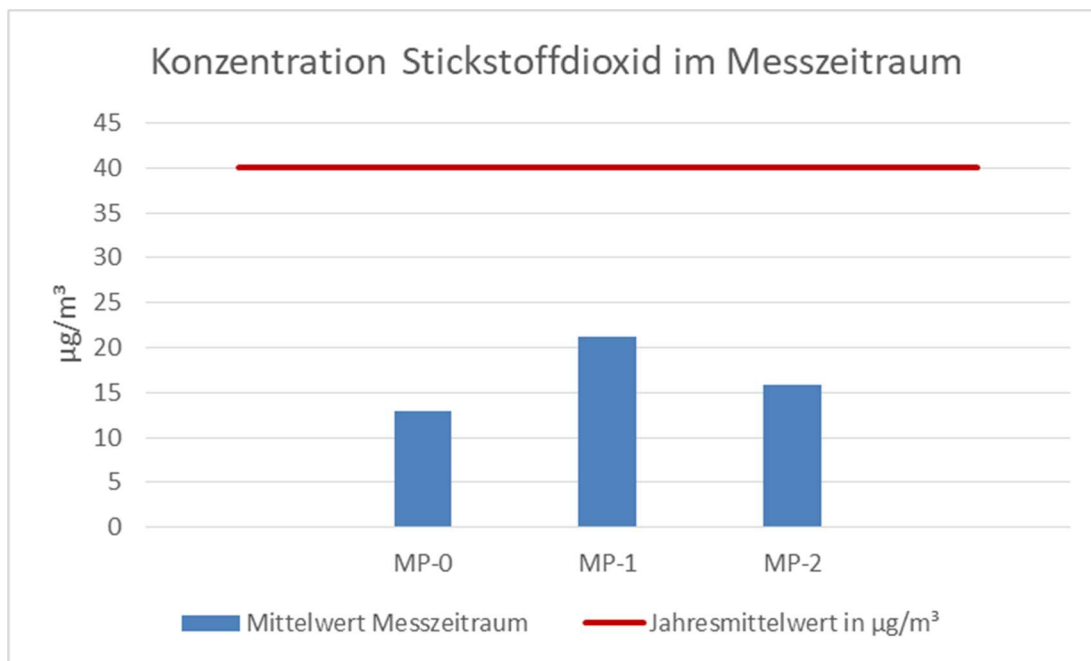


Abbildung 7 Konzentration Stickstoffdioxid an MP-1, MP-2 und MP-3 im Messzeitraum
Messzeitraum 03.04.2018 bis 02.01.2019

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 Eurofins GfA GmbH / ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. hat für die Messverfahren entsprechende Messunsicherheitsbeiträge ermittelt. Diese wurden auf Grundlage der DIN V ENV 13005 [14] "Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen" und mit Hilfe der DIN EN ISO 20988 [15] "Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit" bzw. nach GUM [16] „*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.

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

Alle Einzelmesswerte sind im Anhang detailliert tabellarisch aufgeführt und teils auch graphisch dargestellt.

Aufgrund dessen, dass nur Messdaten über 9 Monate erhoben wurden, wurde durch Korrelation der Messergebnisse mit den Werten von Messstationen des Landes Schleswig-Holstein eine Abschätzung des Jahresmittelwertes 2018 für die untersuchten Komponenten und Messpunkte vorgenommen. Eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise findet sich im Anhang B dieses Berichtes. Die so abgeschätzten Jahreskenngößen sind in den nachfolgenden Tabellen neben den Kenngößen des Messzeitraumes dargestellt.

6.1 Meteorologie im Messzeitraum

Die Stadt Kiel befindet sich in der gemäßigten Klimazone Mitteleuropas. Den dominierenden Einfluss stellt die Nähe zur Ostsee dar, sie wird zeitweise auch beeinflusst durch die westlich gelegene Nordsee; die hohe Wärmekapazität des Wassers sorgt für relativ milde Winter und mäßig warme Sommer.

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

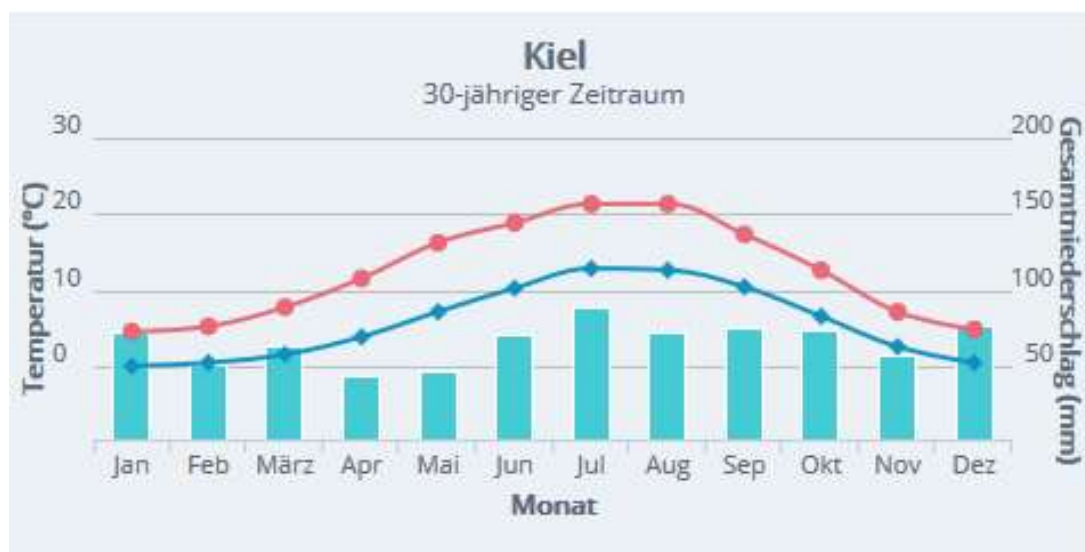


Abbildung 8: 30-jährige Durchschnittswerte (1971-2000) für Tages- und Nachttemperaturen (rote und blaue Linie) sowie für den Niederschlag (Balkendarstellung)

Quelle: Weltorganisation für Meteorologie, link:
<https://www.wwis.dwd.de/de/city.html?cityId=1349>, Abruf vom 04.03.2019

Tabelle 11: 30-jährigere Durchschnittswerte für Tages- und Nachttemperaturen sowie für den Niederschlag

Quelle: Weltorganisation für Meteorologie,
link: <https://www.wwis.dwd.de/de/city.html?cityId=1349>, Abruf vom 04.03.2019

Monat	Mittlere tägliche Minimumtemperatur (°C)	Mittlere tägliche Maximumtemperatur (°C)	Mittlerer Gesamtniederschlag (mm)
Jän	0.0	4.5	72.0
Feb	0.4	5.2	50.3
März	1.5	7.7	61.6
Apr	3.8	11.5	42.4
Mai	7.1	16.2	45.5
Jun	10.2	18.8	70.5
Jul	12.8	21.3	87.8
Aug	12.6	21.3	71.6
Sep	10.4	17.3	74.2
Okt	6.5	12.6	72.7
Nov	2.5	7.1	56.8
Dez	0.4	4.8	76.6

Die Windverhältnisse in Schleswig-Holstein sind stark vom Abstand zur Nord- bzw. Ostsee abhängig. An der Nordsee herrschen i.d.R. deutlich stärkere, zu meist westliche Winde, als an der Ostseeseite. Auf der Ostseeseite werden die höchsten Windgeschwindigkeiten aus nord-östlichen Richtungen gemessen. Die zwischen den beiden Meeren gelegene Landmasse schwächt die über den Meeren herrschenden Windgeschwindigkeiten stark ab. Die topografischen Gegebenheiten von Kiel, siehe auch Punkt 3, sind hierbei noch zusätzlich zu berücksichtigen.

6.2 Stoffe und Stoffgruppen

6.2.1 Ergebnisse Schwebstaub PM10

In der folgenden Tabelle sind die nach TA Luft [4] Nr. 4.6.3 ermittelten Immissions-Kenngrößen für den Parameter Schwebstaub PM10 an den Beurteilungspunkten dargestellt. Der Jahresmittelwert von 40 µg/m³ der 39. BImSchV [1] bezüglich Schwebstaub PM10 wird an beiden Beurteilungspunkten im unterjährigen Untersuchungszeitraum sicher unterschritten. Es werden für die Messpunkte Kenngrößen von 39% (MP-1) und 36% (MP-2) des Beurteilungswertes erreicht. Bezogen auf das Jahr 2018 wird die PM10-Belastung zu 16 µg/m³ bzw. 15 µg/m³ berechnet (siehe Anhang B) entsprechend einer Ausschöpfung des Grenzwertes von 40% bzw. 38%.

Der zeitliche Verlauf (siehe Grafik in Abschnitt 5.2) der Einzelwerte zeigt an beiden Stationen ein überwiegend niedriges Niveau im Bereich unterhalb 25 µg/m³. Überschreitungen des Tages-Immissionswertes von 50 µg/m³ traten nicht auf.

Tabelle 12: Messergebnisse der Schwebstaubkonzentration für PM10
Messzeitraum 04.04.2018 bis 01.01.2019

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen bzw. Anzahl Überschreitungen im Messzeitraum / (Jahreswerte)*	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
39. BImSchV [1]	40 µg/m ³ Jahresmittelwert	MP-1	15,5 (16) µg/m ³	39 (40) %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .
		MP-2	14,5 (15) µg/m ³	36 (38) %	
	50 µg/m ³ 24-h-Mittelwert (max. 35 Überschreitungen im Jahr)	MP-1	0	Die zulässigen 35 Überschreitungen im Jahr werden im Beurteilungszeitraum unterschritten	
		MP-2	0		

* Jahreswerte für 2018 in Klammern (), berechnet gemäß Anhang B

Die hier bestimmten unterjährigen Mittelwerte der PM10 Konzentrationen liegen im unteren Bereich typisch städtischer Hintergrundwerte. Auch die Anzahl der Überschreitungstage liegt mit Null Tagen im Beurteilungszeitraum deutlich unterhalb der nach 39. BImSchV [1] zulässigen 35 Überschreitungen im Jahr.

Die Jahresmittelwerte 2018 für Schwebstaub PM10 betragen an den Messstationen für den städtischen Hintergrund in Kiel Bremerskamp 15 µg/m³ und in Lübeck St. Jürgen 16 µg/m³ und sind damit nicht von der Belastung an den beiden Messpunkten MP-1 und MP-2 zu unterscheiden. Erkennbar höher ist die PM10-Belastung 2018 mit 22 µg/m³ an der verkehrsbezogenen Messstation Kiel Bahnhofsstraße.

6.2.2 Ergebnisse Schwebstaub PM2,5

In der folgenden Tabelle sind die nach TA Luft [4] Nr. 4.6.3 ermittelten Immissions-Kenngrößen für den Parameter Schwebstaub PM2,5 an dem Beurteilungspunkt dargestellt. Der Jahresmittelwert von 25 µg/m³ der 39. BImSchV [1] bezüglich Schwebstaub PM2,5 wird an dem Beurteilungspunkt im unterjährigen Untersuchungszeitraum sicher unterschritten. Es wurde für den Messpunkt die Kenngröße von 32% (MP-1) des Beurteilungswertes erreicht.

Der hier bestimmte unterjährige Mittelwert der PM2,5 Schwebstaub Konzentrationen von 8,1 µg/m³ (MP-1) liegt im Bereich ländlicher bis städtischer Hintergrundwerte. Bezogen auf das Jahr 2018 ergibt sich ebenfalls eine mittlere PM2,5-Konzentration von 8 µg/m³, welcher geringfügig unter dem Wert für die Station Lübeck-St. Jürgen (11 µg/m³) liegt. An der verkehrsbezogenen Messstation Kiel Bahnhofsstraße wurde 2018 ein Jahresmittelwert von 13 µg/m³ gemessen.

Der zeitliche Verlauf (siehe Abb. 6 im Abschnitt 5.2) der Einzelwerte zeigt am MP-1 ein zweiseitiges Bild. In den Sommermonaten (Mai bis September) wurde überwiegend ein schwankungsarmes Niveau im Bereich unterhalb 10 µg/m³ gemessen. In den Frühjahrs-, Herbst- und Wintermonaten (April, Oktober-Dezember) wurden auch wiederholt Werte im Bereich von 10 µg/m³ bis ca. 35 µg/m³ gemessen.

Tabelle 13: Messergebnisse der Schwebstaubkonzentration für PM_{2,5}
Messzeitraum 04.04.2018 bis 01.01.2019

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum / (Jahreswerte)*	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
39. BImSchV [1]	25 µg/m ³ Jahresmittelwert	MP-1	8,1 (8) µg/m ³	32 (32) %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .

*Jahreswerte für 2018 in Klammern (), berechnet gemäß Anhang B

6.2.3 Ergebnisse Stickstoffdioxid (NO₂)

In der folgenden Tabelle sind die nach TA Luft [4] Nr. 4.6.3 ermittelten Immissions-Kenngrößen für den Parameter Stickstoffdioxid (NO₂) an den Beurteilungspunkten dargestellt. Der Jahresmittelwert von 40 µg/m³ für Stickstoffdioxid (NO₂) wird an dem Beurteilungspunkt im unterjährigen Untersuchungszeitraum sicher unterschritten. Es wurden für die Messpunkte die Kenngrößen von 53% (MP-1) und 39% (MP-2) des Beurteilungswertes im Untersuchungszeitraum erreicht.

Tabelle 14: Messergebnisse der Stickstoffdioxid (NO₂) Konzentrationen
Messzeitraum 03.04.2018 bis 02.01.2019

Bewertung gemäß	Immissionswert / Mittelungszeitraum	Beurteilungspunkt	Ermittelte Kenngrößen im Messzeitraum / (Jahreswerte)*	Verhältnis der Kenngrößen zum Beurteilungswert	Ergebnis
39. BImSchV [1]	40 µg/m ³ Jahresmittelwert	MP-1	21,3 (24) µg/m ³	53 (60) %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .
		MP-2	15,8 (17) µg/m ³	39 (43) %	Das Beurteilungskriterium wird im Beurteilungszeitraum unterschritten .

*Jahreswerte für 2018 in Klammern (), berechnet gemäß Anhang B

Der hier bestimmte unterjährige Mittelwert der Stickstoffdioxid-Konzentration von 21,3 µg/m³ (MP-1) (bzw. ganzjährig 24 µg/m³) liegt im oberen Bereich städtischer Hintergrundwerte, aber noch deutlich unter den Werten verkehrsbezogener Messstationen. An der verkehrsbezogenen Messstation Kiel-Bahnhofstraße wurde ein NO₂-Jahresmittelwert 2018 von 39 µg/m³ gemessen.

Die Stickstoffdioxid-Konzentration von $15,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bzw. ganzjährig $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$) am MP-2 im Bereich der Fachhochschule liegt in gleicher Größenordnung wie die mittlere Belastung 2018 am Bremerskamp in Kiel ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und an der Station Lübeck St. Jürgen ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$), welche beide das Regime des städtischen Hintergrundes repräsentieren.

Die etwas höhere NO_2 -Belastung am MP-1 in der Hegewischstraße lässt sich einerseits durch ihre Lage an der Straße (KFZ-Verkehr zum Krankenhaus), andererseits durch die Nähe zu den Hafen-Anlagen erklären.

6.3 Plausibilitätsprüfung

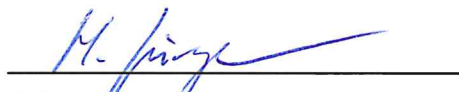
Die Messergebnisse entsprechen in ihrer Höhe dem Bild für ein Messgebiet dieser Prägung (städtisches Niveau, geprägt durch KFZ- und Schiffs-Verkehr sowie mit industriellen/gewerblichen Einfluss) im Norddeutschen Raum.

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

Hamburg, den 15.03.2019



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] *DIN EN 12341 (2014-08)*, Außenluft - Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes.
- [6] *DIN EN 16339 (2016-11)*, Außenluft - Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Pasaivsammler.
- [7] *DIN EN ISO/IEC 17025:2005*, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien - deutsche Ausgabe.
- [8] *Flächennutzungsplan (Fassung 2000)*, Landeshauptstadt Kiel;
https://www.kiel.de/de/kiel_zukunft/kiel_plant_baut/bauleitplanung/flaechennutzungsplan.php
- [9] *Akkreditierung Passam AG 2014-04 bis 2019-03*, Anlage zur Akkreditierungsurkunde der Passam AG; Akkreditierungsnummer STS 0149.
- [10] *SN EN ISO/IEC 17025:2005*, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien - schweizer Ausgabe.
- [11] *DIN EN 14211 (2012-11)*, Außenluft - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz; Referenzverfahren.
- [12] *Stickstoffdioxid Messdaten der Luftmessstation Kiel-Bremerskamp*, Per E-Mail zur Verfügung gestellt vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein Lufthygienische Überwachung.
- [13] *VDI 4280 Blatt 1:2014-10*, Planung von Immissionsmessungen - Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit.
- [14] *DIN V ENV 13005:1999-06*, Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen.
- [15] *DIN EN ISO 20988:2007-09*, Luftbeschaffenheit - Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit.
- [16] *GUM 2008*, Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement; JCGM 100:2008; GUM 1995 with minor corrections.
- [17] *VDI 4320 Blatt 2 (2012-01)*, Messung atmosphärischer Depositionen - Bestimmung des Staubbiederschlags nach der Bergerhoff-Methode.

ANHANG zum Messbericht 17993-001 | B01

Inhaltsverzeichnis Anhang

Anhang I: Messwerte	2
Tabelle A-1: Messwerte PM_{2,5} und PM₁₀	2
Tabelle A-2: Messwerte Stickstoffdioxid (NO₂) für MP-1, MP-2 und Referenz	10
Tabelle A-3: Messwerte Stickstoffdioxid (NO₂) grafische Darstellung	11
Tabelle A-4: Messwerte der Feldblindwerte	12
Anhang II: Messplan	14
Tabelle A-5: Probenwechselplan	14
Anhang III: Fotos der Messpunkte	15
Anhang IV: Monatsgrafiken zur PM₁₀/PM_{2,5} Konzentration	18
Anhang B: Abschätzung der Jahresmittelwerte	27
1 Konzept zur Abschätzung der Jahresmittelwerte	27
2 Mittelwerte der Vorbelastungsmessung für PM₁₀, PM_{2,5} und NO₂	27
3 Korrelation der Messergebnisse	28
4 Jahresmittelwerte der zum Vergleich herangezogenen LLUR-Stationen	35
5 Abschätzung der Jahresmittelwerte für die Messpunkte MP-1 und MP-2	36

Anhang I: Messwerte

Tabelle A-1: Messwerte PM_{2,5} und PM₁₀

Messpunkte	
Name	Lage
RMP	LÜSH Messstation Kiel-Bremerskamp DESH057, kontinuierliche Messung, Chemilumineszenz-Verfahren (Einfahrt zum Uni-Parkplatz an der Olshausenstraße, Höhe Haus-Nr. 77)
MP-0	LÜSH Messstation Kiel-Bremerskamp DESH057, monatlich, Passiv Sammler (Einfahrt zum Uni-Parkplatz an der Olshausenstraße, Höhe Haus-Nr. 77)
MP-1	Hegewischstraße (zwischen Haus-Nr. 2 und 3), 24105 Kiel, monatlich, Passiv Sammler
MP-2	Schwentinerstraße, 24149 Kiel, hinter dem Haus Nr. 31, monatlich, Passiv Sammler

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM _{2,5}	Anmerkung	PM ₁₀	Anmerkung	PM ₁₀	Anmerkung
01.04.2018						
02.04.2018						
03.04.2018		Messaufbau		Messaufbau		Messaufbau
04.04.2018	5,3	Messbeginn	10,5	Messbeginn	8,0	Messbeginn
05.04.2018	5,1		10,9		11,1	
06.04.2018	5,6		16,1		15,4	
07.04.2018	9,2		14,3		14,3	
08.04.2018	15,8		22,5		20,7	
09.04.2018	34,6		45,9		44,4	
10.04.2018	24,7		33,2		32,3	
11.04.2018	8,5		14,0		13,1	
12.04.2018	12,0		21,2		18,9	
13.04.2018	25,9		36,6		34,1	
14.04.2018	24,5		34,3		34,3	
15.04.2018	29,2		31,7		32,6	
16.04.2018	17,3		26,7		23,2	
17.04.2018	8,5		18,9		20,3	
18.04.2018	10,3		20,7		19,8	
19.04.2018	13,2	kurzer Stromausfall	26,7	kurzer Stromausfall	24,5	
20.04.2018	25,4		38,3		36,5	
21.04.2018	26,1		33,4		33,6	
22.04.2018	9,6		16,3		15,8	
23.04.2018	9,6		16,5		18,1	
24.04.2018	6,3		13,6		14,9	
25.04.2018	<4		7,8		7,1	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de
Stenzelring 14b • 21107 Hamburg

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM2,5	Anmerkung	PM10	Anmerkung	PM10	Anmerkung
26.04.2018	4,7		11,2		11,8	
27.04.2018	8,5		20,9		16,7	
28.04.2018	15,4		22,9		21,8	
29.04.2018	23,8		29,7		29,0	
30.04.2018	12,0		18,5		18,0	
01.05.2018	<4		7,3		6,5	
02.05.2018	7,1		15,6		12,2	
03.05.2018	5,3		11,6		11,2	
04.05.2018	5,3		15,2		11,6	
05.05.2018	8,5		15,1		12,7	
06.05.2018	5,3		9,8		6,7	
07.05.2018	6,2		15,8		11,1	
08.05.2018	7,1		18,3		13,2	
09.05.2018	8,5		23,8		15,1	
10.05.2018	12,2		23,0		20,9	
11.05.2018	<4		8,5		8,0	
12.05.2018	6,9		10,9		10,3	
13.05.2018	10,2		17,6		16,5	
14.05.2018	10,2		23,0		20,5	
15.05.2018	13,4		29,9		24,5	
16.05.2018	11,6		25,8		22,3	
17.05.2018	9,4		29,6		31,9	
18.05.2018	8,9		22,5		26,1	
19.05.2018	11,8		25,9		23,8	
20.05.2018	6,2		14,0		9,4	
21.05.2018	5,8		16,0		10,0	
22.05.2018	8,0		19,9		14,0	
23.05.2018	8,7		21,0		13,1	
24.05.2018	7,3		23,4		13,1	
25.05.2018	8,3		22,3		13,6	
26.05.2018	10,2		20,7		16,1	
27.05.2018	11,2		17,6		15,1	
28.05.2018	14,5		22,9		21,2	
29.05.2018	14,7		28,5		23,6	
30.05.2018	15,4		28,5		24,5	
31.05.2018	12,2		26,1		20,5	
01.06.2018	9,3		21,4		16,1	
02.06.2018	12,9		21,6		20,9	
03.06.2018	9,8		11,8		12,3	
04.06.2018	9,4		16,0		18,9	
05.06.2018	7,4		23,0		18,7	
06.06.2018	5,4		15,8		9,4	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de
Stenzelring 14b • 21107 Hamburg

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM2,5	Anmerkung	PM10	Anmerkung	PM10	Anmerkung
07.06.2018	6,3		19,0		12,9	
08.06.2018	9,2		21,2		15,8	
09.06.2018	9,3		22,1		15,4	
10.06.2018	13,1		21,2		19,6	
11.06.2018	4,4		12,9		12,9	
12.06.2018	<4		9,8		10,2	
13.06.2018	<4		15,2		11,1	
14.06.2018	8,0		17,2		14,0	
15.06.2018	6,5		19,6		19,2	
16.06.2018	12,5		22,1		15,2	
17.06.2018	8,7		17,2		16,3	
18.06.2018	6,5		13,6		12,2	
19.06.2018	5,3		14,2		15,1	
20.06.2018	6,0		13,6		13,8	
21.06.2018	<2		6,9		8,9	
22.06.2018	<2		11,1		11,2	
23.06.2018	<2		9,6		10,0	
24.06.2018	<2		6,7		8,2	
25.06.2018	<4		13,6		14,9	
26.06.2018	5,6		17,8		18,0	
27.06.2018	<4		15,8		14,9	
28.06.2018	5,1		12,0		7,6	
29.06.2018	4,5		13,4		10,9	
30.06.2018	<4		8,2		5,8	
01.07.2018	<4		8,0		5,4	
02.07.2018	<4		9,2		6,5	
03.07.2018	<4		11,4		10,9	
04.07.2018	<4		8,7		8,2	
05.07.2018	<2		4,4		4,5	
06.07.2018	4,4		15,8		15,8	
07.07.2018	<4		15,2		15,4	
08.07.2018	<4		11,8		10,9	
09.07.2018	<4		12,5		11,8	
10.07.2018	<4		14,0		9,3	
11.07.2018	5,6		12,3		10,0	
12.07.2018	6,7		13,8		17,8	
13.07.2018	4,7		13,1		15,2	
14.07.2018	<2		4,4		<4	
15.07.2018	<4		6,9		6,3	
16.07.2018	7,6		13,8		12,3	
17.07.2018	8,8		16,5		13,1	
18.07.2018	6,5		13,4		12,5	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de
Stenzelring 14b • 21107 Hamburg

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM2,5	Anmerkung	PM10	Anmerkung	PM10	Anmerkung
19.07.2018	<4		8,1		7,8	
20.07.2018	4,4		11,0		7,4	
21.07.2018	8,5		16,2		13,7	
22.07.2018	7,4		14,0		13,5	
23.07.2018	4,8		9,8		9,5	
24.07.2018	7,3		14,8		12,8	
25.07.2018	9,4		19,3		18,8	
26.07.2018	11,4		21,0		20,1	
27.07.2018	9,7		21,9		18,4	
28.07.2018	12,9		23,0		17,7	
29.07.2018	6,0		15,5		14,5	
30.07.2018	10,4		18,3		17,0	
31.07.2018	12,2		20,9		23,9	
01.08.2018	<4		10,2		8,9	
02.08.2018	6,2		15,8		14,9	
03.08.2018	9,4		19,4		24,3	
04.08.2018	<4		8,3		7,8	
05.08.2018	<2		7,8		7,6	
06.08.2018	4,5		12,3		9,1	
07.08.2018	7,6		17,8		15,6	
08.08.2018	11,1		22,1		20,7	
09.08.2018	7,1		18,0		16,5	
10.08.2018	<4		8,2		8,0	
11.08.2018	<4		6,0		6,5	
12.08.2018	4,5		8,5		8,3	
13.08.2018	7,6		13,1		11,2	
14.08.2018	8,5		12,7		12,9	
15.08.2018	5,6		10,2		12,2	
16.08.2018	13,4		21,8		21,0	
17.08.2018	4,3		9,1		9,7	
18.08.2018	5,6		11,7		12,5	
19.08.2018	7,8		14,2		14,7	
20.08.2018	<4		7,7		8,2	
21.08.2018	<4		7,6		7,4	
22.08.2018	4,3		12,3		16,3	
23.08.2018	20,5		18,2		29,0	
24.08.2018	<4		8,1		8,4	
25.08.2018	<4		5,5		6,4	
26.08.2018	<4		5,3		5,8	
27.08.2018	4,3		8,8		8,6	
28.08.2018	<4		8,6		10,2	
29.08.2018	8,0		16,4		15,9	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de
Stenzelring 14b • 21107 Hamburg

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM2,5	Anmerkung	PM10	Anmerkung	PM10	Anmerkung
30.08.2018	6,5		11,1		11,7	
31.08.2018	<4		11,5		11,3	
01.09.2018	5,0		8,5		8,4	
02.09.2018	6,5		9,4		9,5	
03.09.2018	6,0		12,2		10,1	
04.09.2018	5,6		11,4		8,2	
05.09.2018	7,1		13,2		9,6	
06.09.2018	8,6		16,5		12,9	
07.09.2018	9,3		13,0		13,0	
08.09.2018	5,2		10,7		10,3	
09.09.2018	5,9		11,7		11,4	
10.09.2018	5,4		12,7		14,0	
11.09.2018	<4		10,3		12,8	
12.09.2018	<2		7,4		9,9	
13.09.2018	<4		11,8		11,5	
14.09.2018	4,3		11,3		13,0	
15.09.2018	<4		8,3		9,5	
16.09.2018	4,5		11,8		11,6	
17.09.2018	5,9		13,4		14,1	
18.09.2018	8,3		21,2		20,5	
19.09.2018	7,4		24,1		23,3	
20.09.2018	6,8		20,2		22,5	
21.09.2018	<4		15,9		16,3	
22.09.2018	<2		6,2		6,3	
23.09.2018	<4		9,6		8,7	
24.09.2018	<2		8,0		8,2	
25.09.2018	<4		8,4		8,0	
26.09.2018	6,8		15,6		21,0	
27.09.2018	4,8		13,1		5,9	
28.09.2018	<4		12,4		11,0	
29.09.2018	<4		8,1		8,3	
30.09.2018	4,3		12,5		11,2	
01.10.2018	<2		5,6		5,7	
02.10.2018	<2		7,4		7,2	
03.10.2018	<2		10,0		9,9	
04.10.2018	4,6		9,3		10,2	
05.10.2018	12,9		20,1		19,1	
06.10.2018	16,4		25,6		24,3	
07.10.2018	<2		5,9		7,2	
08.10.2018	4,7		9,8		13,1	
09.10.2018	14,8		25,6		31,9	
10.10.2018	30,6		41,8		37,6	

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM2,5	Anmerkung	PM10	Anmerkung	PM10	Anmerkung
11.10.2018	20,4		29,9		29,5	
12.10.2018	13,4		21,0		22,2	
13.10.2018	8,7		14,3		14,6	
14.10.2018	22,2		30,2		27,1	
15.10.2018	17,7		29,8		28,0	
16.10.2018	23,2		32,3		31,7	
17.10.2018	27,8		40,7		36,6	
18.10.2018	9,6		16,4		15,1	
19.10.2018	4,5		12,5		13,9	
20.10.2018	4,6		12,0		13,5	
21.10.2018	17,0		25,3		24,3	
22.10.2018	7,5		15,1		16,4	
23.10.2018	5,1		11,4		11,7	
24.10.2018	5,4		13,8		13,6	
25.10.2018	<2		8,7		8,7	
26.10.2018	<4		7,8		8,6	
27.10.2018	<2		<4		<4	
28.10.2018	<4		<4		<4	
29.10.2018	<2		<4		<4	
30.10.2018	9,4		13,4		12,1	
31.10.2018	5,5		9,3		8,5	
01.11.2018	10,8		16,4		13,7	
02.11.2018	7,5		12,4		13,9	
03.11.2018	7,7		12,8		10,7	
04.11.2018	14,4		19,3		18,4	
05.11.2018	26,0		33,8		31,6	
06.11.2018	23,4		31,5		27,2	
07.11.2018	22,2		30,3		26,8	
08.11.2018	7,4		14,5		13,8	
09.11.2018	12,0		17,7		15,6	
10.11.2018	19,1		23,4		22,8	
11.11.2018	5,7		7,9		6,8	
12.11.2018	4,9		7,2		6,1	
13.11.2018	10,4		14,7		14,8	
14.11.2018	9,5		19,1		18,9	
15.11.2018		Gerätestö- rung		Gerätestö- rung		Gerätestö- rung
16.11.2018	15,9			Gerätestö- rung		Gerätestö- rung
17.11.2018	18,0			Gerätestö- rung		Gerätestö- rung
18.11.2018	12,9			Gerätestö- rung		Gerätestö- rung

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM2,5	Anmerkung	PM10	Anmerkung	PM10	Anmerkung
19.11.2018		Gerätetest / Neustart		Gerätetest / Neustart		Gerätetestörung
20.11.2018	<4		5,1		7,7	
21.11.2018	11,0		12,6		12,1	
22.11.2018	19,0		21,7		21,1	
23.11.2018	23,9		27,5		27,0	
24.11.2018	23,6		27,6		28,3	
25.11.2018	8,6		10,0		11,0	
26.11.2018	<4		4,9		<4	
27.11.2018	<4		7,3		<4	
28.11.2018	11,4		13,3		12,6	
29.11.2018	18,6		17,9		16,8	
30.11.2018	11,3		15,4		14,1	
01.12.2018	13,8		20,6		19,9	
02.12.2018	<4		6,0		5,6	
03.12.2018	<4		10,9		12,2	
04.12.2018	<4		11,0		10,3	
05.12.2018	<4		13,8		15,3	
06.12.2018	8,1		14,3		11,9	
07.12.2018	8,9		<2		<4	
08.12.2018	<2		7,6		8,8	
09.12.2018	<4		7,8		7,2	
10.12.2018	<2		10,8		11,4	
11.12.2018	<4		7,2		6,9	
12.12.2018	<2		4,4		<4	
13.12.2018	<2		<4		<4	
14.12.2018	<2		5,1		5,3	
15.12.2018	<4		12,8		12,6	
16.12.2018	11,1		18,9		18,4	
17.12.2018	18,0		30,1		28,3	
18.12.2018	26,5		23,7		23,1	
19.12.2018	15,5		17,5		17,8	
20.12.2018	14,1		19,9		21,3	
21.12.2018	16,8		7,7		8,1	
22.12.2018	6,1		5,6		5,9	
23.12.2018	4,8		5,1		5,8	
24.12.2018	<4		5,1		5,4	
25.12.2018	<4		9,0		8,8	
26.12.2018	<4		5,4		5,2	
27.12.2018	<4		17,1		16,4	
28.12.2018	11,7		8,3		8,4	
29.12.2018	<4		10,4		9,9	



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon: +49 (0)40 697096-0 • E-Mail: aneco@aneco.de
Stenzelring 14b • 21107 Hamburg

Datum	MP-1		MP-1		MP-2	
	PM2,5	Anmerkung	PM10	Anmerkung	PM10	Anmerkung
30.12.2018	5,5		10,6		10,3	
31.12.2018	4,1		8,1		8,9	
01.01.2019	5,5		22,2		20,5	
02.01.2019		Messabbau		Messabbau		Messabbau

Tabelle A-2: Messwerte Stickstoffdioxid (NO₂) für MP-1, MP-2 und Referenz

Messpunkte	
Name	Lage
RMP	LÜSH Messstation Kiel-Bremerskamp DESH057, kontinuierliche Messung, Chemilumineszenz-Verfahren (Einfahrt zum Uni-Parkplatz an der Olshausenstraße, Höhe Haus-Nr. 77)
MP-0	LÜSH Messstation Kiel-Bremerskamp DESH057, monatlich, Passiv Sammler (Einfahrt zum Uni-Parkplatz an der Olshausenstraße, Höhe Haus-Nr. 77)
MP-1	Hegewischstraße (zwischen Haus-Nr. 2 und 3), 24105 Kiel, monatlich, Passiv Sammler
MP-2	SchwentinestraÙe, 24149 Kiel, hinter dem Haus Nr. 31, monatlich, Passiv Sammler

Original Messwerte nicht korrigiert

Stickstoffdioxid (NO ₂ , Passiv Sammler)						
Monat	Probennummer	RMP ** (µg/m ³)	MP-0 (µg/m ³)	MP-1 (µg/m ³)	MP-2 (µg/m ³)	Bemerkung
Apr 18	1800950001 bis 006	15,3	11,8	19,2	15,3	Messbeginn 03.04.2018
Mai 18	1801171001 bis 006	13,4	10,6	17,8	10,1	
Jun 18	1801396001 bis 006	8,9	6,9	14,7	10,6	
Jul 18	HH-18-00183 bis 00188	10,2	9,4	18,4	11,3	
Aug 18	HH-18-00190 bis 00195	11,0	9,9	16,9	13,9	
Sep 18	HH-18-00254 bis 00259	11,8	10,7	18,8	14,5	
Okt 18	HH-18-00443 bis 00448	15,3	13,5	21,0	16,5	
Nov 18	HH- 18-00523 bis 00528	18,0	15,0	18,8	14,3	
Dez 18	HH-19-00001 bis 00006	13,0	11,1	16,4	13,9	Messende 02.01.2019

*** Aus qualitätssichernden Gründen wird eine Vergleichsmessung mittels NO₂ Passivsammlern zum Referenzverfahren durchgeführt. Aus der Abweichung zum Referenzverfahren wird ein Korrekturfaktor ermittelt, zum Zweck den Jahresmittelwert der Passivsammler Messungen ggf. zu korrigieren. Bei den hier dargestellten Werten findet dieser Korrekturfaktor noch keine Anwendung.*

Tabelle A-3: Messwerte Stickstoffdioxid (NO₂) grafische Darstellung

Korrigierte Messwerte

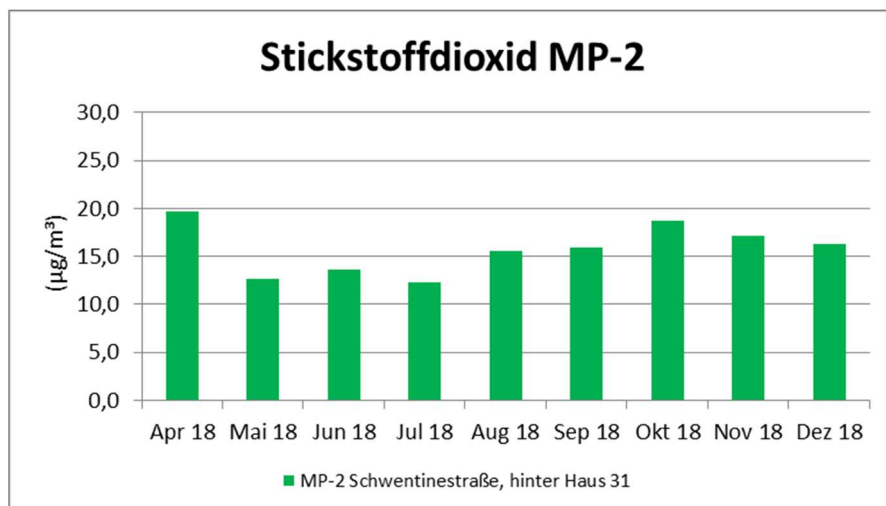
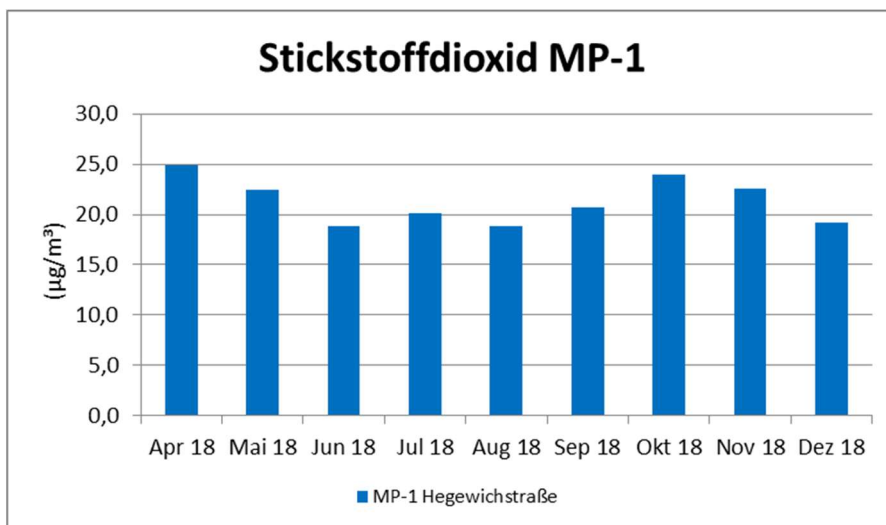
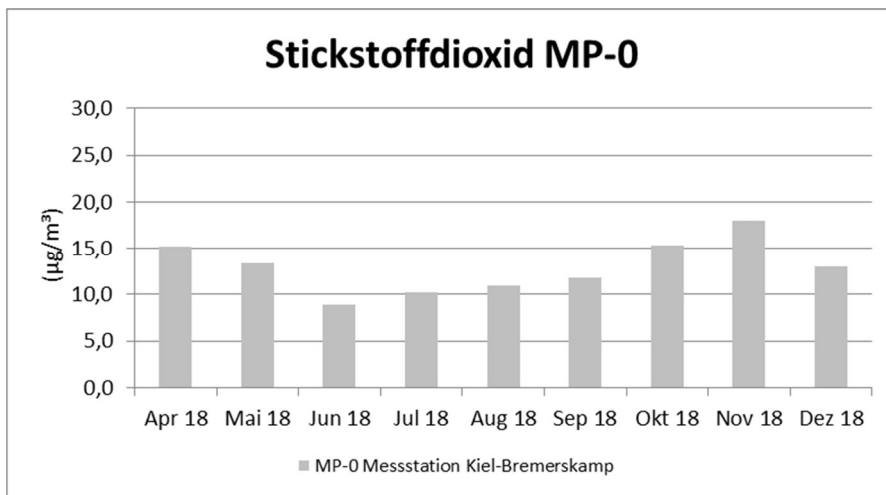


Tabelle A-4: Messwerte der Feldblindwerte

MP-1, Feldblindwerte für Schwebstaub PM10

Messzeitraum von	bis	Messwert	Bestimmungsgrenze / Nachweisgrenze
03.04.18	16.04.18	< BG	4 µg/m ³ , Filter defekt
16.04.18	02.05.18	< NWG	2 µg/m ³
02.05.18	15.05.18	< NWG	2 µg/m ³
15.05.18	31.05.18	< NWG	2 µg/m ³
31.05.18	14.06.18	< NWG	2 µg/m ³
14.06.18	29.06.18	< NWG	2 µg/m ³
29.06.18	15.07.18	< NWG	2 µg/m ³
15.07.18	31.07.18	< NWG	2 µg/m ³
31.07.18	15.08.18	< NWG	2 µg/m ³
15.08.18	31.08.18	< NWG	2 µg/m ³
31.08.18	14.09.18	< NWG	2 µg/m ³
14.09.18	28.09.18	< NWG	2 µg/m ³
28.09.18	15.10.18	< NWG	2 µg/m ³
15.10.18	30.10.18	< NWG	2 µg/m ³
30.10.18	15.11.18	< NWG	2 µg/m ³
15.11.18	30.11.18	< NWG	2 µg/m ³
30.11.18	14.12.18	< NWG	2 µg/m ³
14.12.18	02.01.19	< NWG	2 µg/m ³

MP-2, Feldblindwerte für Schwebstaub PM10

Messzeitraum von	bis	Messwert	Bestimmungsgrenze / Nachweisgrenze
03.04.18	16.04.18	< NWG	2 µg/m ³
16.04.18	02.05.18	< NWG	2 µg/m ³
02.05.18	15.05.18	< NWG	2 µg/m ³
15.05.18	31.05.18	< NWG	2 µg/m ³
31.05.18	14.06.18	< NWG	2 µg/m ³
14.06.18	29.06.18	< NWG	2 µg/m ³
29.06.18	15.07.18	< NWG	2 µg/m ³
15.07.18	31.07.18	< NWG	2 µg/m ³
31.07.18	15.08.18	< NWG	2 µg/m ³
15.08.18	31.08.18	< NWG	2 µg/m ³
31.08.18	14.09.18	< NWG	2 µg/m ³
14.09.18	28.09.18	< NWG	2 µg/m ³
28.09.18	15.10.18	< NWG	2 µg/m ³
15.10.18	30.10.18	< NWG	2 µg/m ³
30.10.18	15.11.18	< NWG	2 µg/m ³
15.11.18	30.11.18	< NWG	2 µg/m ³
30.11.18	14.12.18	< NWG	2 µg/m ³
14.12.18	02.01.19	< NWG	2 µg/m ³

MP-1, Feldblindwerte für Schwebstaub PM2,5

Messzeitraum von	bis	Messwert	Bestimmungsgrenze / Nachweisgrenze
03.04.18	16.04.18	< NWG	2 µg/m ³
16.04.18	02.05.18	< NWG	2 µg/m ³
02.05.18	15.05.18	< NWG	2 µg/m ³
15.05.18	31.05.18	< NWG	2 µg/m ³
31.05.18	14.06.18	< NWG	2 µg/m ³
14.06.18	29.06.18	< NWG	2 µg/m ³
29.06.18	15.07.18	< NWG	2 µg/m ³
15.07.18	31.07.18	< NWG	2 µg/m ³
31.07.18	15.08.18	< NWG	2 µg/m ³
15.08.18	31.08.18	< NWG	2 µg/m ³
31.08.18	14.09.18	< NWG	2 µg/m ³
14.09.18	28.09.18	< NWG	2 µg/m ³
28.09.18	15.10.18	< NWG	2 µg/m ³
15.10.18	30.10.18	< NWG	2 µg/m ³
30.10.18	15.11.18	< NWG	2 µg/m ³
15.11.18	30.11.18	< NWG	2 µg/m ³
30.11.18	14.12.18	< NWG	2 µg/m ³
14.12.18	02.01.19	< NWG	2 µg/m ³

Feldblindwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) gelten für beide Messpunkte

Messzeitraum	Messwert	Nachweisgrenze
April 2018	< NWG	0,2 µg/m ³
Juni 2018	< NWG	0,2 µg/m ³
Juli 2018	< NWG	0,4 µg/m ³
August 2018	< NWG	0,4 µg/m ³
Oktober 2018	< NWG	0,4 µg/m ³
Dezember 2018	< NWG	0,4 µg/m ³



Anhang II: Messplan

Tabelle A-5: Probenwechselplan

17993-001 Port of Kiel - Probenwechsel 2018

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Januar
1 Mo Neujahr	1 Do	1 Do	1 So Ostern	1 Di Ingvar Nacht	1 So	1 So	1 Mi	1 Sa	1 Mo	1 Do Allerseelen	1 Sa	1 Di Neujahr
2 Di	2 Fr	2 Fr	2 Mo Ostermontag	2 Mi PM10	2 Sa	2 Mo	2 Do	2 So	2 Di	2 Fr	2 So 1 Advent	2 Mi Abb.
3 Mi	3 Sa	3 Sa	3 Di Aufb.	3 Do	3 So	3 Di	3 Fr	3 Mo	3 Mi Tag der D. Einheit	3 Sa	3 Mo	3 Do
4 Do	4 So	4 So	4 Mi	4 Fr	4 Mo	4 Mi	4 Sa	4 Di	4 Do	4 So	4 Di	4 Fr
5 Fr	5 Mo	5 Mo	5 Do	5 Sa	5 Di	5 Do	5 So	5 Mi	5 Fr	5 Mo	5 Mi	5 Sa
6 Sa	6 Di	6 Di	6 Fr	6 So	6 Mi	6 Fr	6 Mo	6 Do	6 Sa	6 Di	6 Do	6 So
7 So	7 Mi	7 Mi	7 Sa	7 Mo	7 Do	7 Sa	7 Di	7 Fr	7 So	7 Mi	7 Fr	7 Mo
8 Mo	8 Do	8 Do	8 So	8 Di	8 Fr	8 So	8 Mi	8 Sa	8 Mo	8 Do	8 Sa	8 Di
9 Di	9 Fr	9 Fr	9 Mo	9 Mi	9 Sa	9 Mo	9 Do	9 So	9 Di	9 Fr	9 So	9 Mi
10 Mi	10 Sa	10 Sa	10 Di	10 Do	10 So	10 Di	10 Fr	10 Mo	10 Mi	10 Sa	10 Mo	10 Do
11 Do	11 So	11 So	11 Mi	11 Fr	11 Mo	11 Mi	11 Sa	11 Di	11 Do	11 So	11 Di	11 Fr
12 Fr	12 Mo	12 Mo	12 Do	12 Sa	12 Di	12 Do	12 So	12 Mi	12 Fr	12 Mo	12 Mi	12 Sa
13 Sa	13 Di	13 Di	13 Fr	13 So	13 Mi	13 Fr	13 Mo	13 Do	13 Sa	13 Di	13 Do	13 So
14 So	14 Mi	14 Mi	14 Sa	14 Mo	14 Do	14 Sa	14 Di	14 Fr	14 So	14 Mi	14 Fr	14 Mo
15 Mo	15 Do	15 Do	15 So	15 Di	15 Fr	15 So	15 Mi	15 Sa	15 Mo	15 Do	15 Sa	15 Di
16 Di	16 Fr	16 Fr	16 Mo	16 Mi	16 Sa	16 Mo	16 Do	16 So	16 Di	16 Fr	16 So	16 Mi
17 Mi	17 Sa	17 Sa	17 Di	17 Do	17 So	17 Di	17 Fr	17 Mo	17 Mi	17 Sa	17 Mo	17 Do
18 Do	18 So	18 So	18 Mi	18 Fr	18 Mo	18 Mi	18 Sa	18 Di	18 Do	18 So	18 Di	18 Fr
19 Fr	19 Mo	19 Mo	19 Do	19 Sa	19 Di	19 Do	19 So	19 Mi	19 Fr	19 Mo	19 Mi	19 Sa
20 Sa	20 Di	20 Di	20 Fr	20 So	20 Mi	20 Fr	20 Mo	20 Do	20 Sa	20 Di	20 Do	20 So
21 So	21 Mi	21 Mi	21 Sa	21 Mo	21 Do	21 Sa	21 Di	21 Fr	21 So	21 Mi	21 Fr	21 Mo
22 Mo	22 Do	22 Do	22 Fr	22 Di	22 Fr	22 So	22 Mi	22 Do	22 Mo	22 Do	22 Sa	22 Di
23 Di	23 Fr	23 Fr	23 Mo	23 Do	23 Sa	23 Mo	23 Do	23 So	23 Di	23 Fr	23 So	23 Mi
24 Mi	24 Sa	24 Sa	24 Di	24 Do	24 So	24 Di	24 Fr	24 Mo	24 Mi	24 Sa	24 Mo	24 Do
25 Do	25 So	25 So	25 Mi	25 Fr	25 Mo	25 Mi	25 Sa	25 Do	25 Di	25 So	25 Di	25 Fr
26 Fr	26 Mo	26 Mo	26 Do	26 Sa	26 Di	26 Do	26 So	26 Mi	26 Fr	26 Mo	26 Mi	26 Sa
27 Sa	27 Di	27 Di	27 Fr	27 So	27 Mi	27 Fr	27 Mo	27 Do	27 Sa	27 Di	27 Do	27 So
28 So	28 Mi	28 Mi	28 Do	28 Mo	28 Do	28 Sa	28 Di	28 Fr	28 So	28 Mi	28 Fr	28 Mo
29 Mo	29 Do	29 Do	29 Fr	29 Di	29 Fr	29 So	29 Mi	29 So	29 Mo	29 Do	29 Sa	29 Di
30 Di	30 Fr	30 Fr	30 Mo	30 Mi	30 Sa	30 Mo	30 Do	30 So	30 Di	30 Fr	30 So	30 Mi
31 Mi	31 Sa	31 Sa	31 Di	31 Do	31 Mi	31 Di	31 Fr	31 So	31 Mi	31 Do	31 Mo	31 Do

© Kalenderpedia® www.kalenderpedia.de

Aufb. : Geräteaufbau PM10 : 2x PM10, 1x PM2,5 NOx : 3x2 + BL = 7 Abb. : Abbau der Geräte

PM10 : 2x PM10, 1x PM2,5 NOx : 3x2 + BL = 7 Abb. : Abbau der Geräte

Anhang III: Fotos der Messpunkte

MP-0




Abbildung 1A. LÜSH Messstation Kiel-Bremerskamp DESH057,
Blickrichtung Südost

MP-0



Abbildung 2A. LÜSH Messstation Kiel-Bremerskamp DESH057,
Blickrichtung Südwest

 = Stickstoffdioxid (NO₂) Passivsammler im Wetterschutzgehäuse der Messeinrichtung

MP-1



Abbildung 3A. Hegewischstraße 2-3,
Blickrichtung Nord-Nordwest

MP-1



Abbildung 4A. Hegewischstraße 2-3,
Blickrichtung Nord-Nordost

→ = Stickstoffdioxid (NO₂) Passivsammler im Wetterschutzgehäuse der Messeinrichtung

MP-2



Abbildung 5A. Schwentinestraße, hinter Haus 31,
Blickrichtung Nord

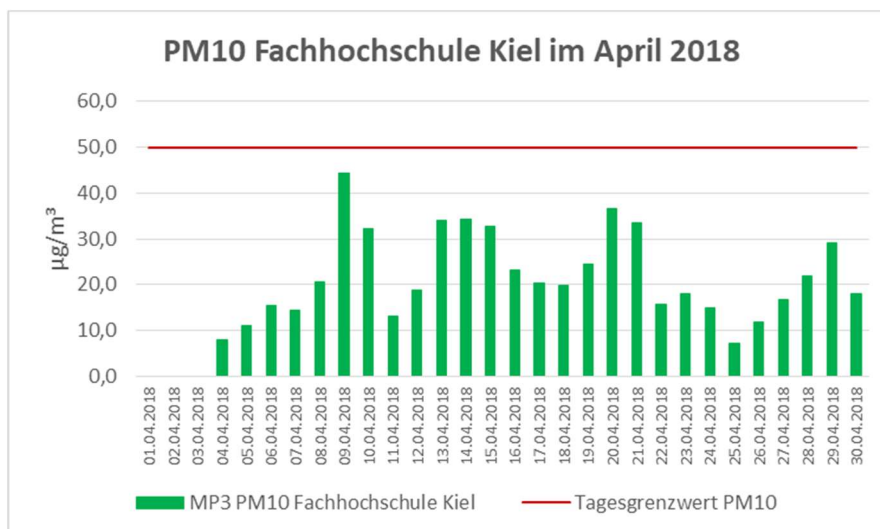
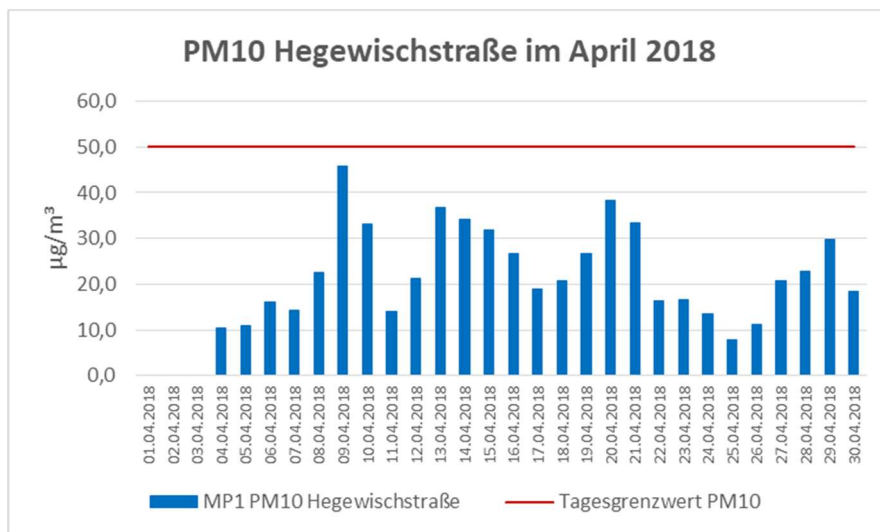
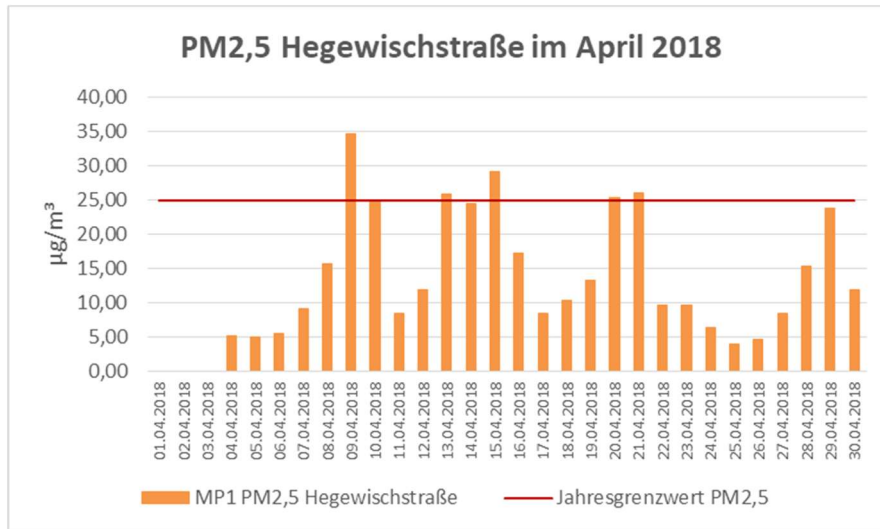
MP-2

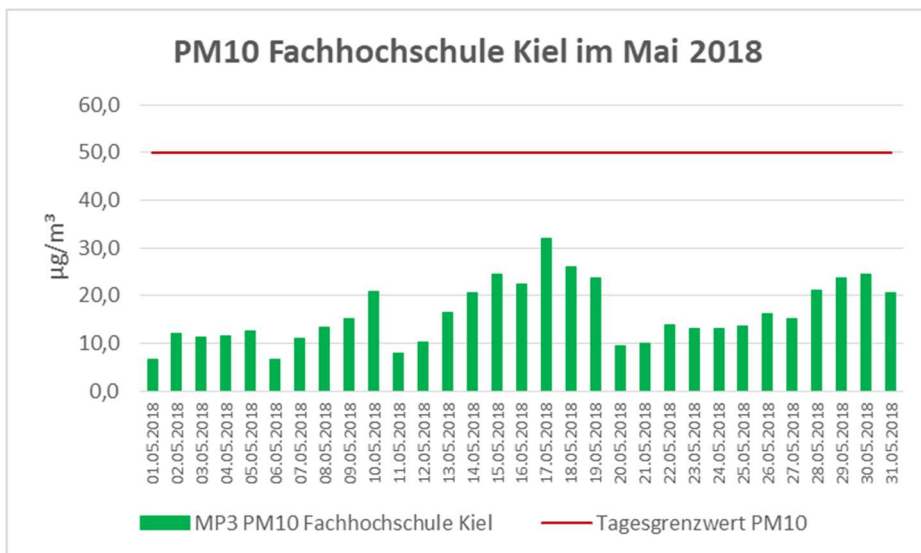
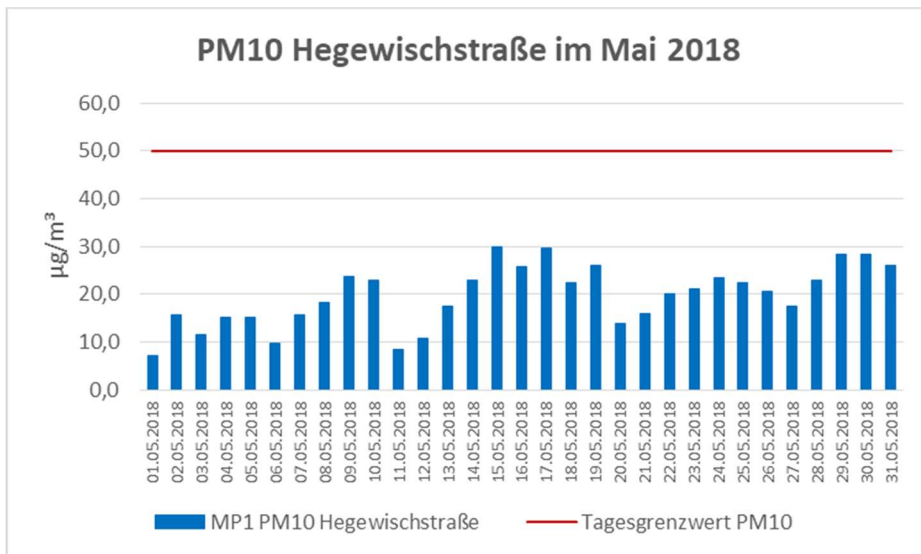
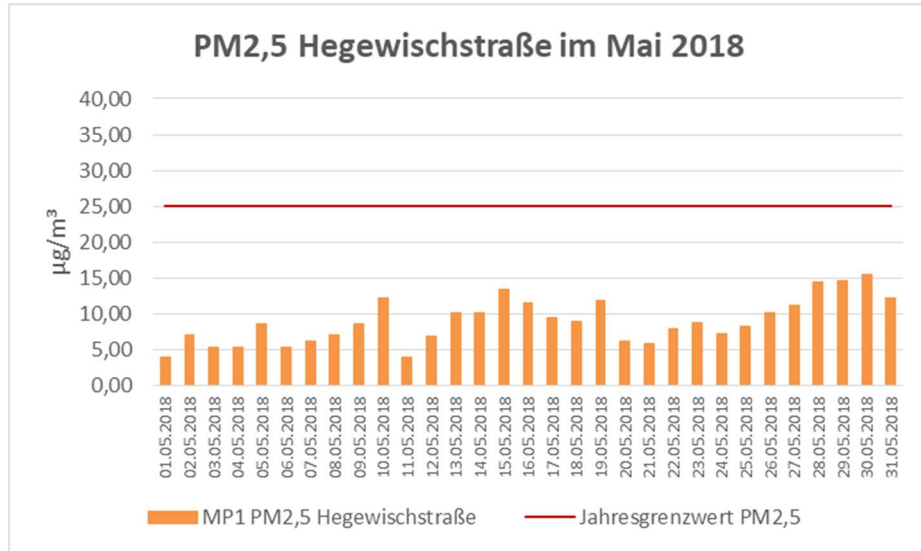


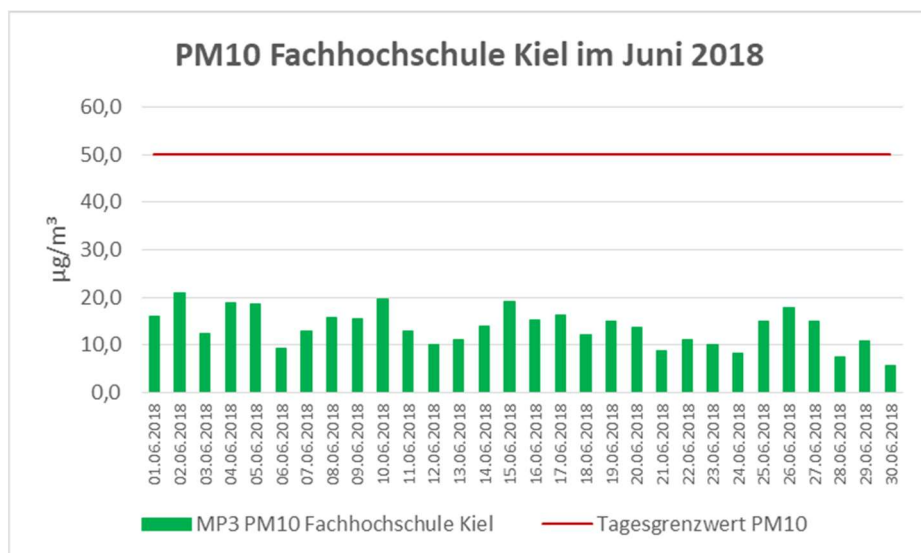
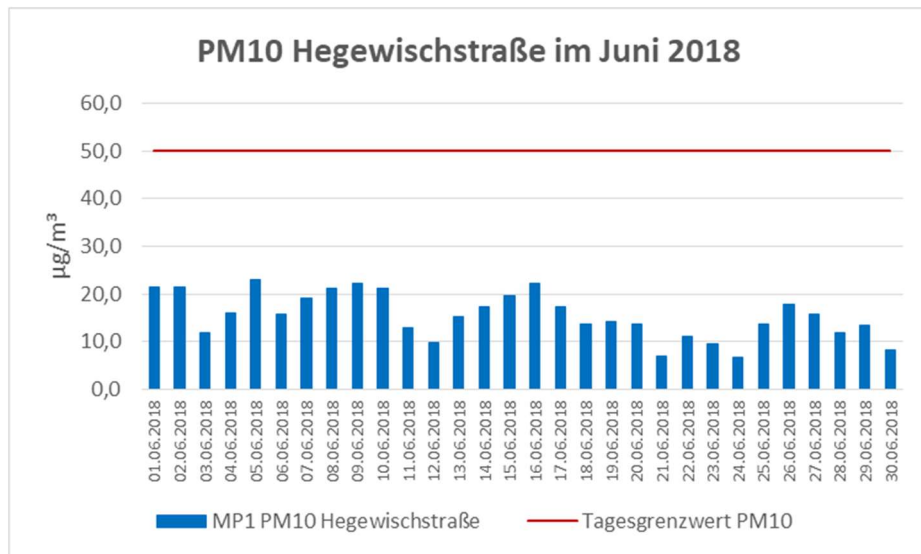
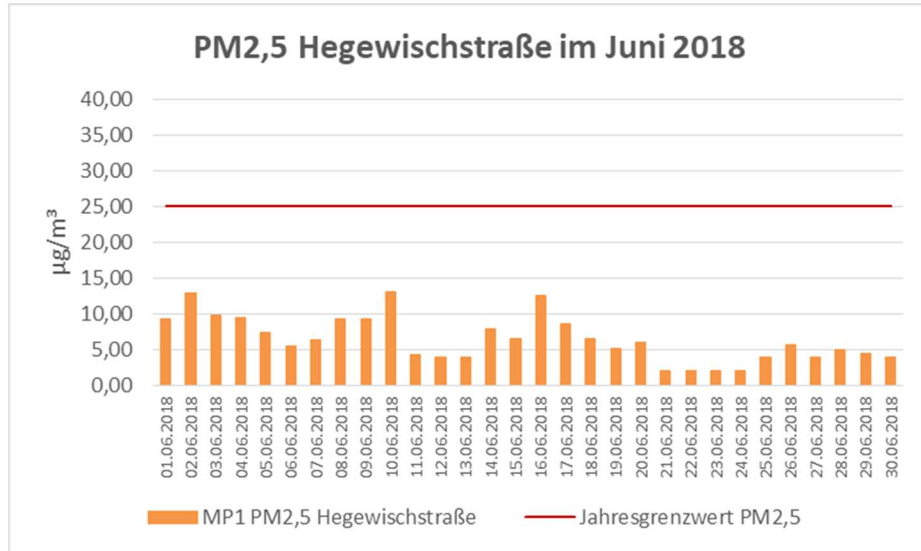
Abbildung 6A. Schwentinestraße, hinter Haus 31,
Blickrichtung Süd

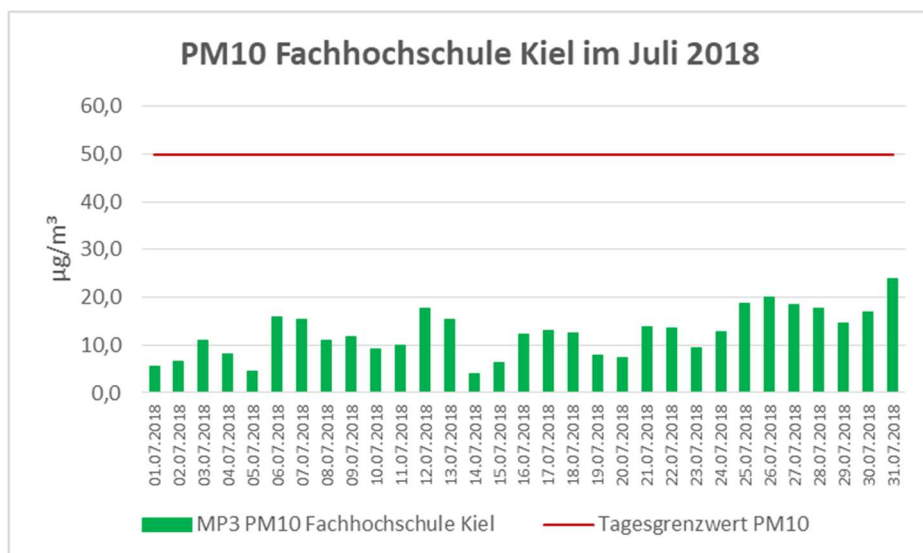
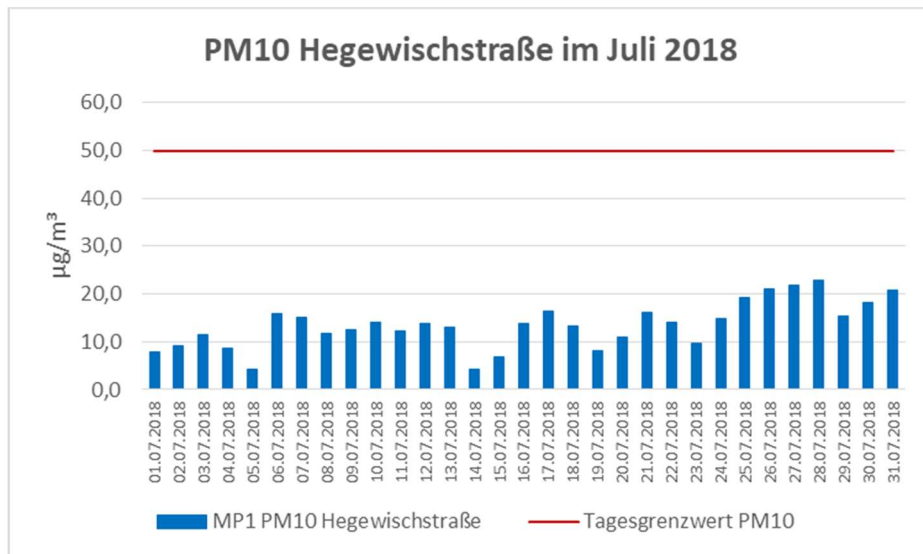
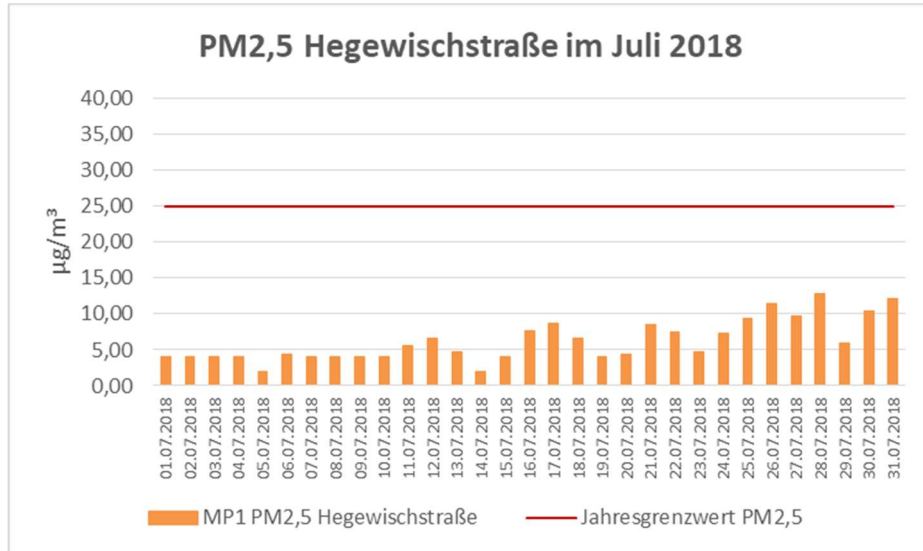
→ = Stickstoffdioxid (NO₂) Passivsammler im Wetterschutzgehäuse der Messeinrichtung

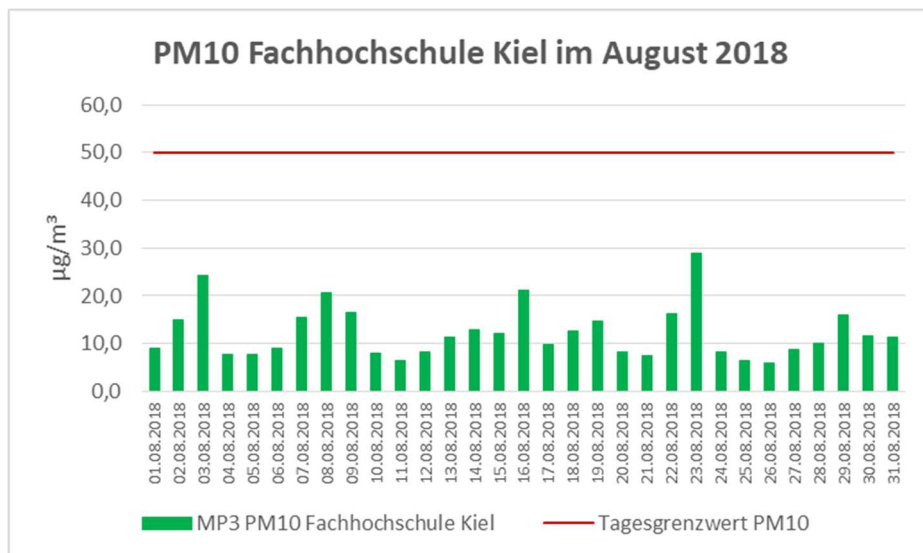
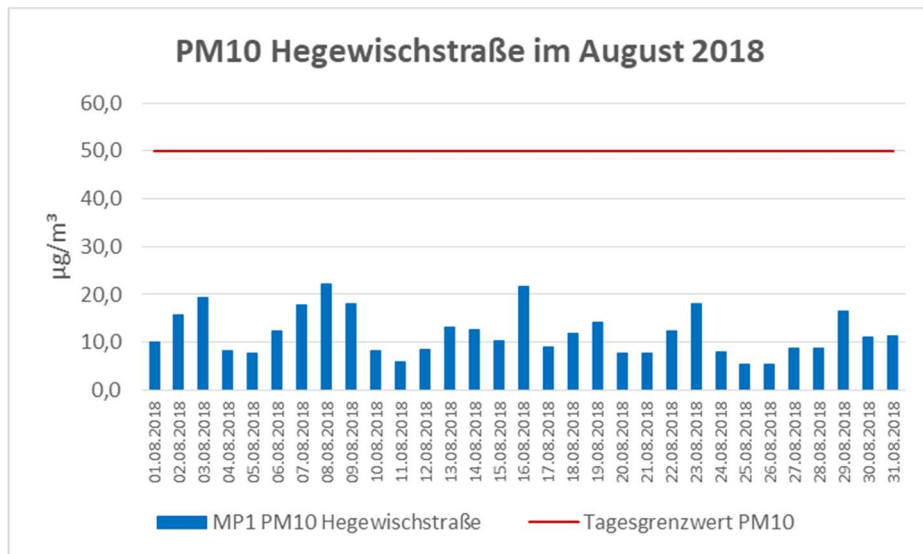
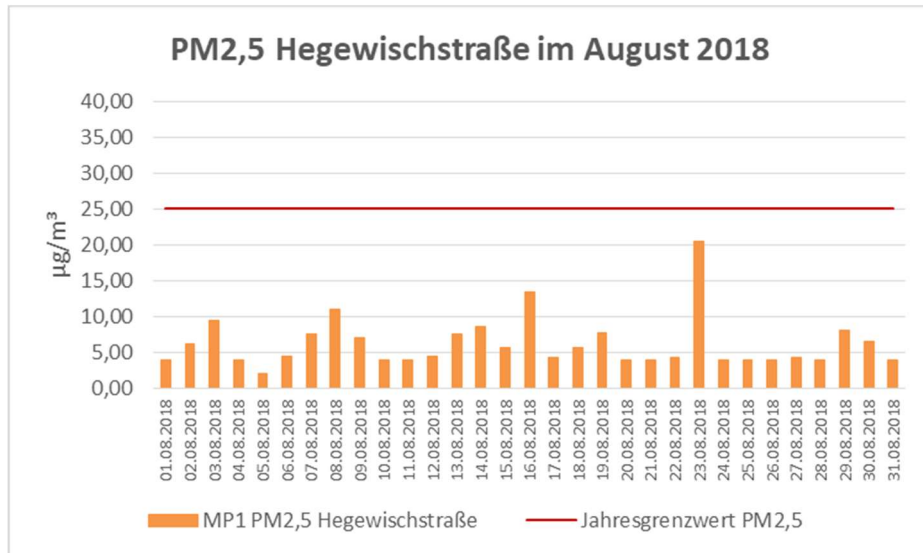
Anhang IV: Monatsgrafiken zur PM10/PM2,5 Konzentration

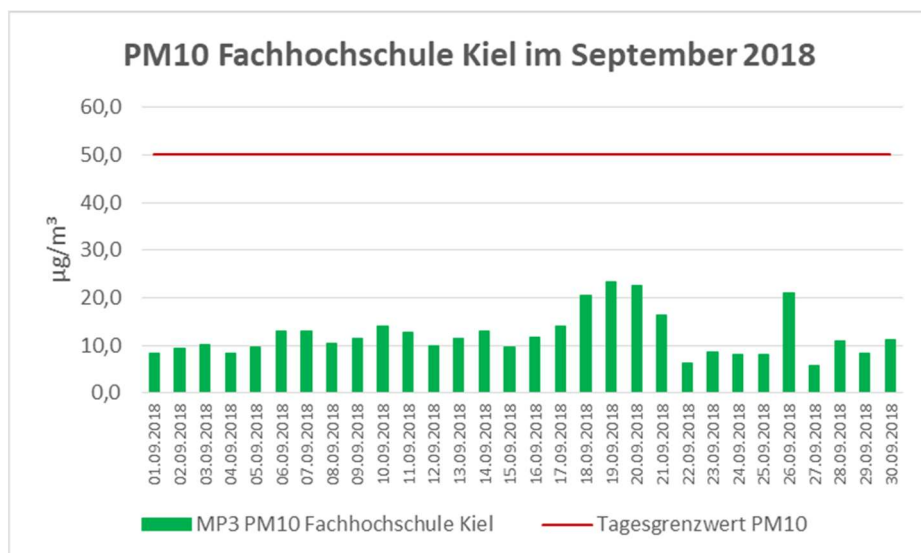
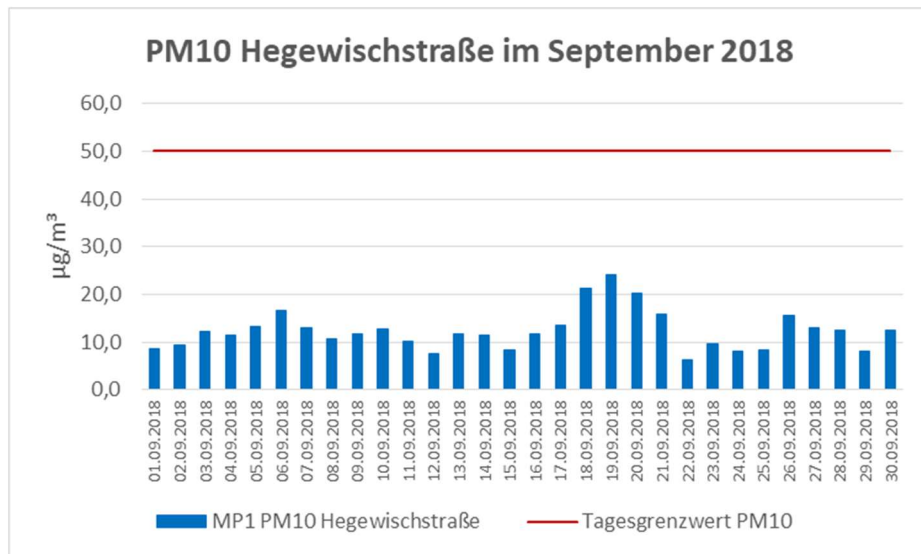
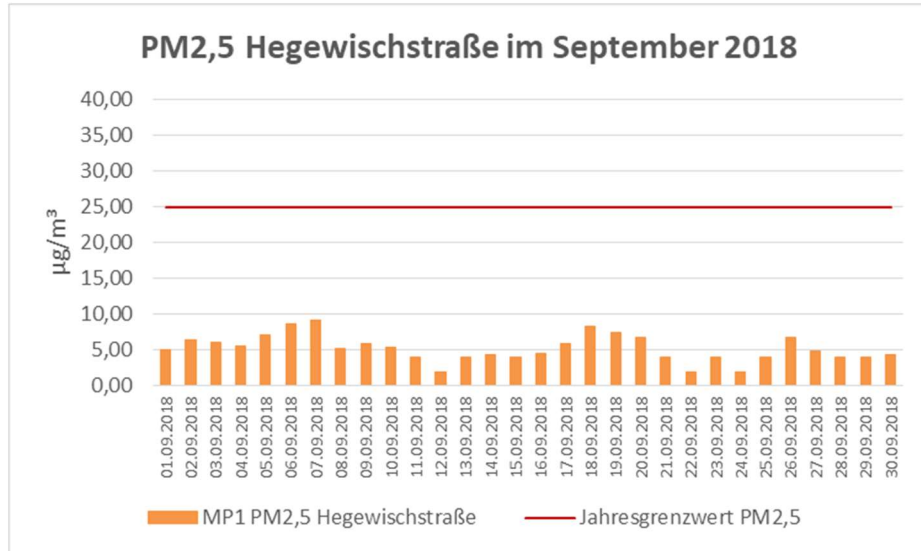


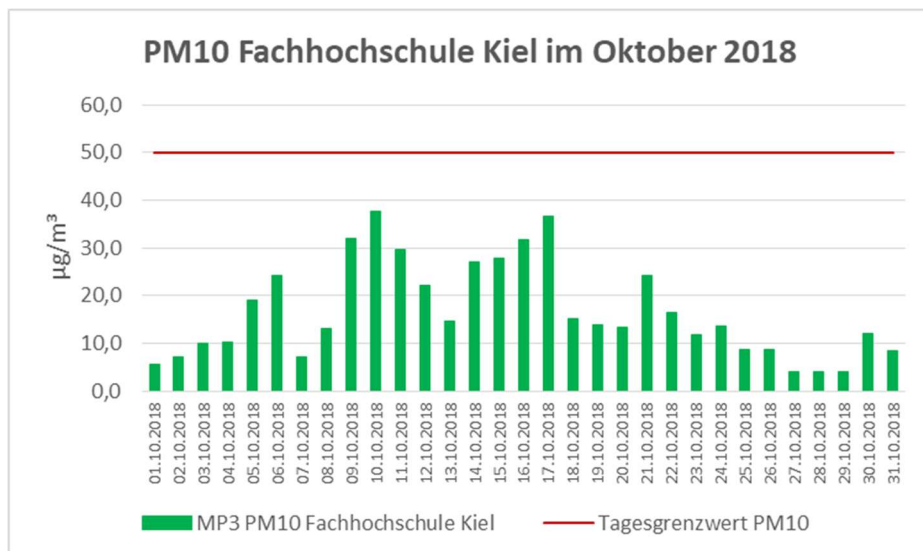
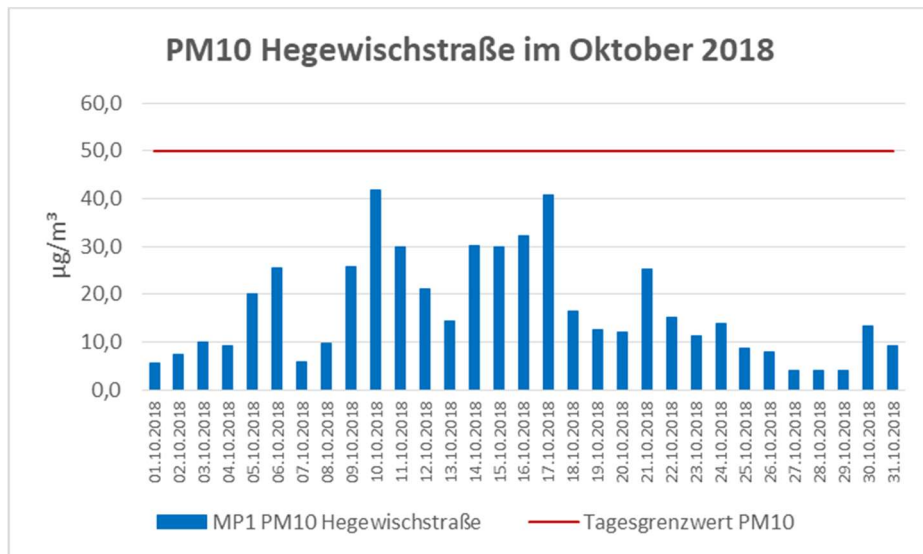
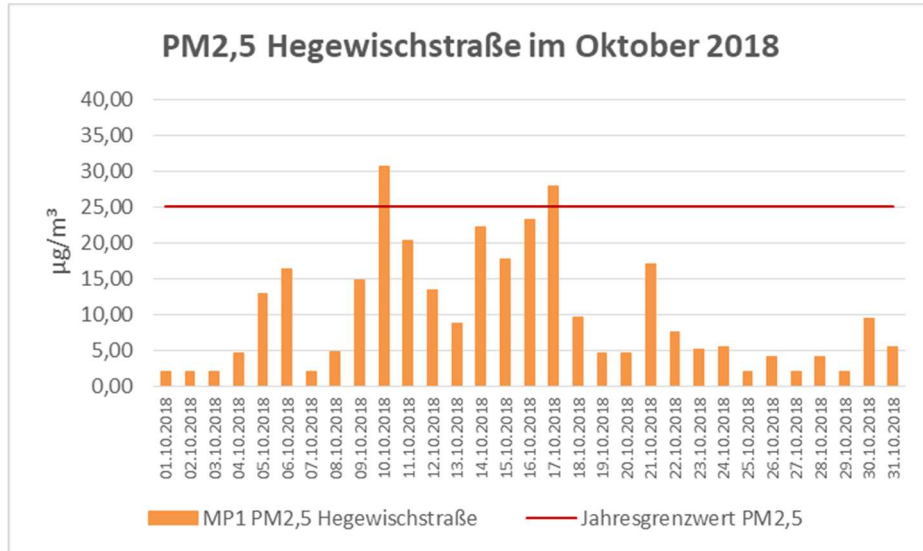


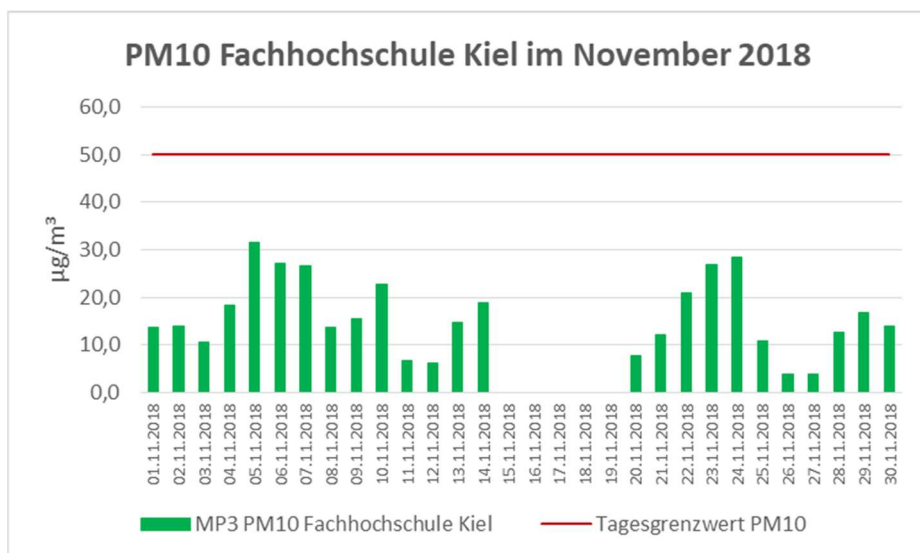
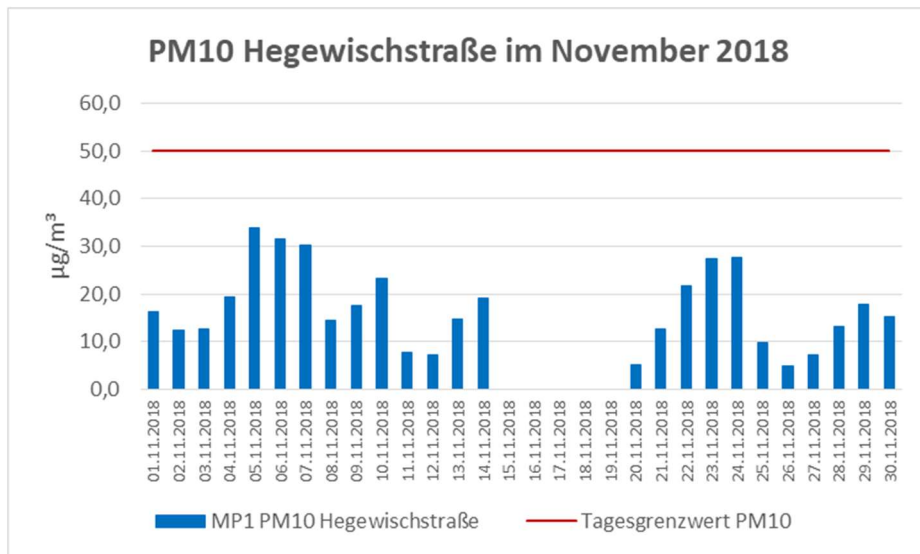
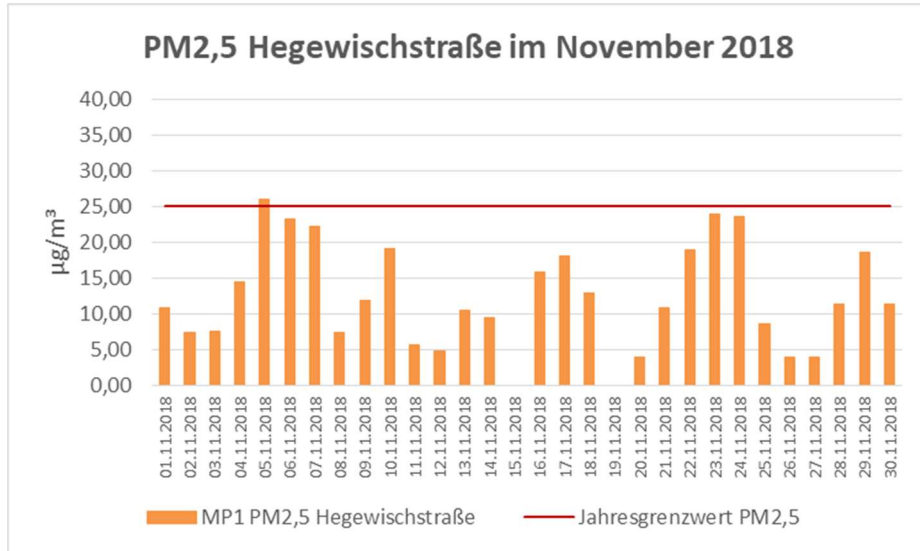


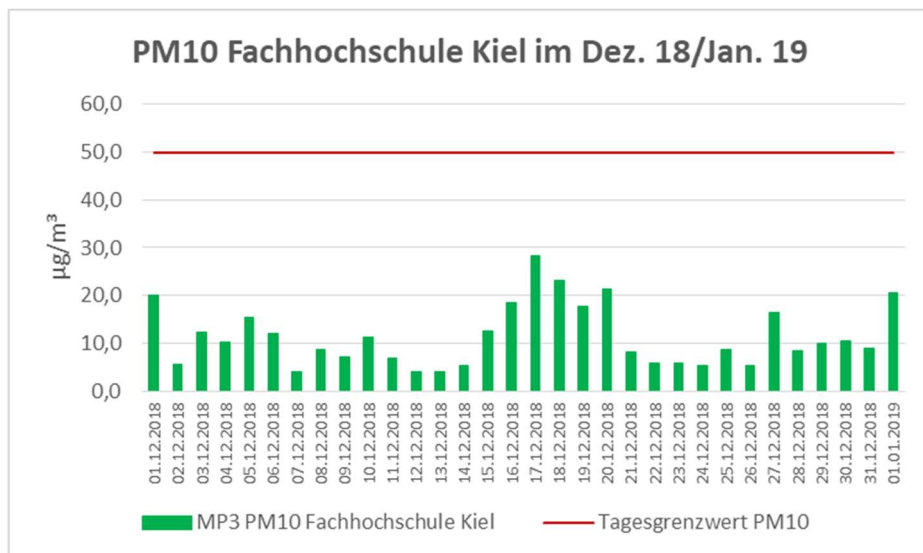
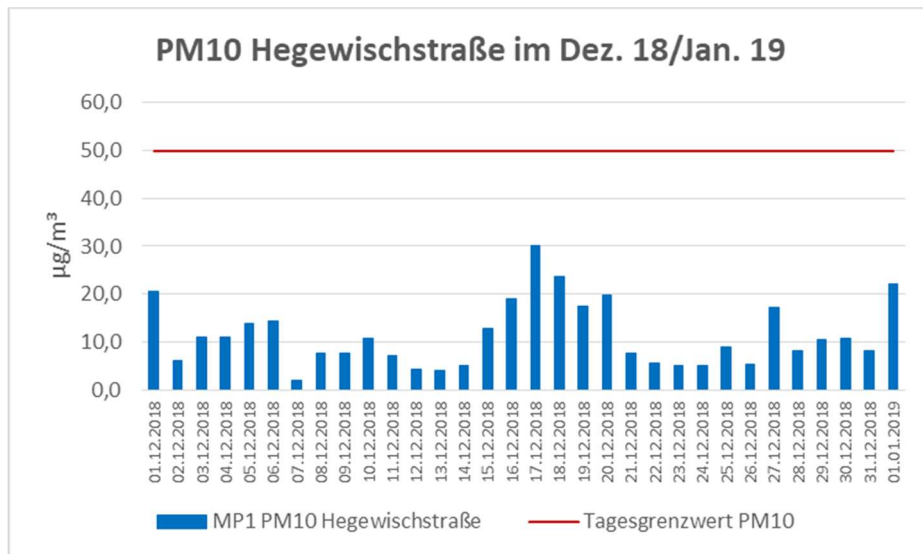
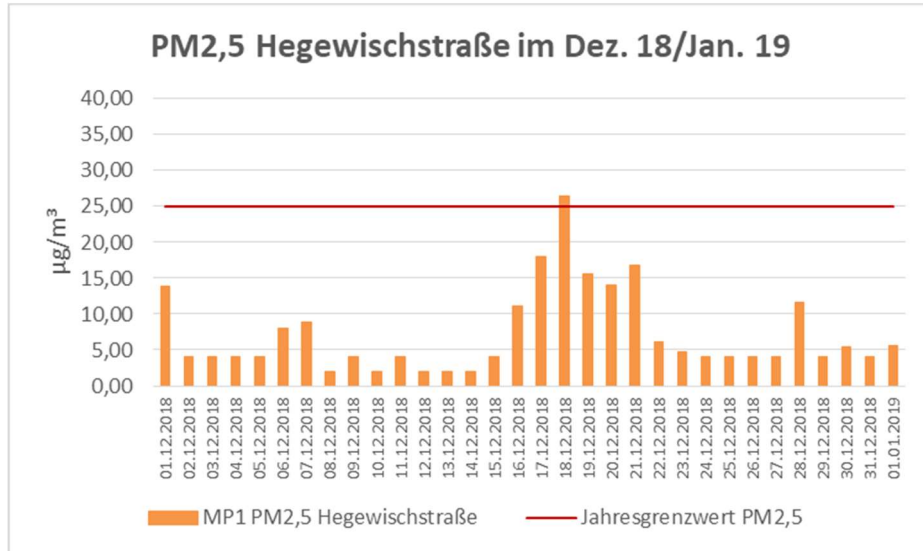












Anhang B: Abschätzung der Jahresmittelwerte

1 Konzept zur Abschätzung der Jahresmittelwerte

Da das Messprogramm nur den Zeitraum von April bis Dezember 2018 überdeckt, sich jedoch die zur Anwendung kommenden Grenzwerte überwiegend auf einen Jahreszeitraum beziehen, soll der Jahresmittelwert rechnerisch abgeschätzt werden. Hierzu sind die Messwerte aus dem Zeitraum von April bis Dezember 2018 mit denen einer geeigneten Messstation des Landes Schleswig-Holstein (LÜSH-LÜSH) zu korrelieren, um auf diese Weise den Jahresmittelwert rechnerisch abschätzen zu können.

Hierzu wird wie folgt vorgegangen:

- Bildung der Schadstoffmittelwerte über den messtechnisch erfassten Untersuchungszeitraum je Messpunkt (April bis Dezember 2018)
- Bildung der Schadstoffmittelwerte für den gleichen Zeitraum für ausgewählte Messstellen des LLUR-LÜSH (s. Tabelle B.1)
- Vergleich der im Einflussbereich des Hafens gemessenen Mittelwerte mit denen der LLUR-LÜSH Luftmessstationen
- Die Messstationen des LLUR-LÜSH, welche am Besten in den Mittelwerten mit dem Mittelwerten am Hafengebiet übereinstimmen, werden für die weiteren Betrachtungen (Korrelationen) herangezogen
- Korrelation der Messstationen im Hafengebiet mit den am besten übereinstimmenden LLUR-LÜSH-Stationen: Berechnung der linearen Korrelationsfunktion sowie des Bestimmtheitsmaßes R^2
- Die LLUR-LÜSH -Station mit der besten Übereinstimmung (dem höchsten R^2 -Wert) wird zur Berechnung eines Jahresmittelwertes herangezogen (Zeitraum: Januar bis Dezember 2018).
- Mit Hilfe der Korrelationsfunktionen wird dieser Jahresmittelwert auf die beiden Messpunkte MP-1 und MP-2 umgerechnet. Das Ergebnis sind die gesuchten, rechnerisch abzuschätzenden Jahresmittelwerte der Immissions-Belastung für beide Messpunkte.

2 Mittelwerte der Vorbelastungsmessung für PM10, PM2,5 und NO2

In der folgenden Tabelle B.2 sind die über den messtechnisch erfassten Untersuchungszeitraum (April bis Dezember 2018) gebildeten Mittelwerte für die Messpunkte 1 und 2 gelistet:

Tabelle B.1: Mittlere Vorbelastung an MP-1 und MP-2 im Zeitraum April bis Dezember 2018 sowie an ausgewählten Messstationen des LLUR (LÜSH)

Station	Mittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	PM10	PM2,5	NO ₂
MP-1 Hegewischstraße	15,4	8,1	21,3
MP-2 Fachhochschule Kiel	14,5	n.g.	15,8
LLUR Kiel-Bahnhofstraße (Verkehr)	20,4	11,4	37,9
LLUR Kiel-Bremerskamp (städt. Hintergrund)	14,6	n.g.	13,0
LLUR Lübeck-St. Jürgen (städt. Hintergrund)	15,3	9,4	12,6

*n.g.: nicht gemessen

In Kiel werden durch das LLUR insgesamt 3 Luftmess-Stationen betrieben, zwei davon sind Verkehrsmessstationen (Bahnhofstraße und Theodor-Heuß-Ring). Diese Stationen sind unterschiedlich ausgestattet; so wird von den hier betrachteten Parameter an der Bahnhofstraße PM10, PM2,5 und NO₂ gemessen, am Theodor-Heuß-Ring nur NO₂ und am Bremerskamp PM10 und NO₂. Ergänzend werden die Daten der LLUR-Station in Lübeck-St. Jürgen herangezogen, die wie die Station im Bremerskamp als Messstation im städtischen Hintergrund ausgewiesen ist. Die Daten wurden vom LLUR-LÜSH zur Verfügung gestellt.

Die mittleren PM10 und PM2,5 Konzentrationen liegen im Untersuchungszeitraum auf gleicher Höhe wie die dem städtischen Hintergrund zugeordneten Stationen Kiel Bremerskamp sowie Lübeck St. Jürgen. Die zugehörigen NO₂-Konzentrationen liegen oberhalb der beiden Stationen für den städtischen Hintergrund aber noch deutlich unter den Werten der Verkehrsstationen.

3 Korrelation der Messergebnisse

Aufgrund der im Mittel besseren Übereinstimmung werden die an den Messpunkten 1 und 2 gemessenen Messergebnisse mit denen der Stationen Kiel Bremerskamp sowie Lübeck St. Jürgen korreliert:

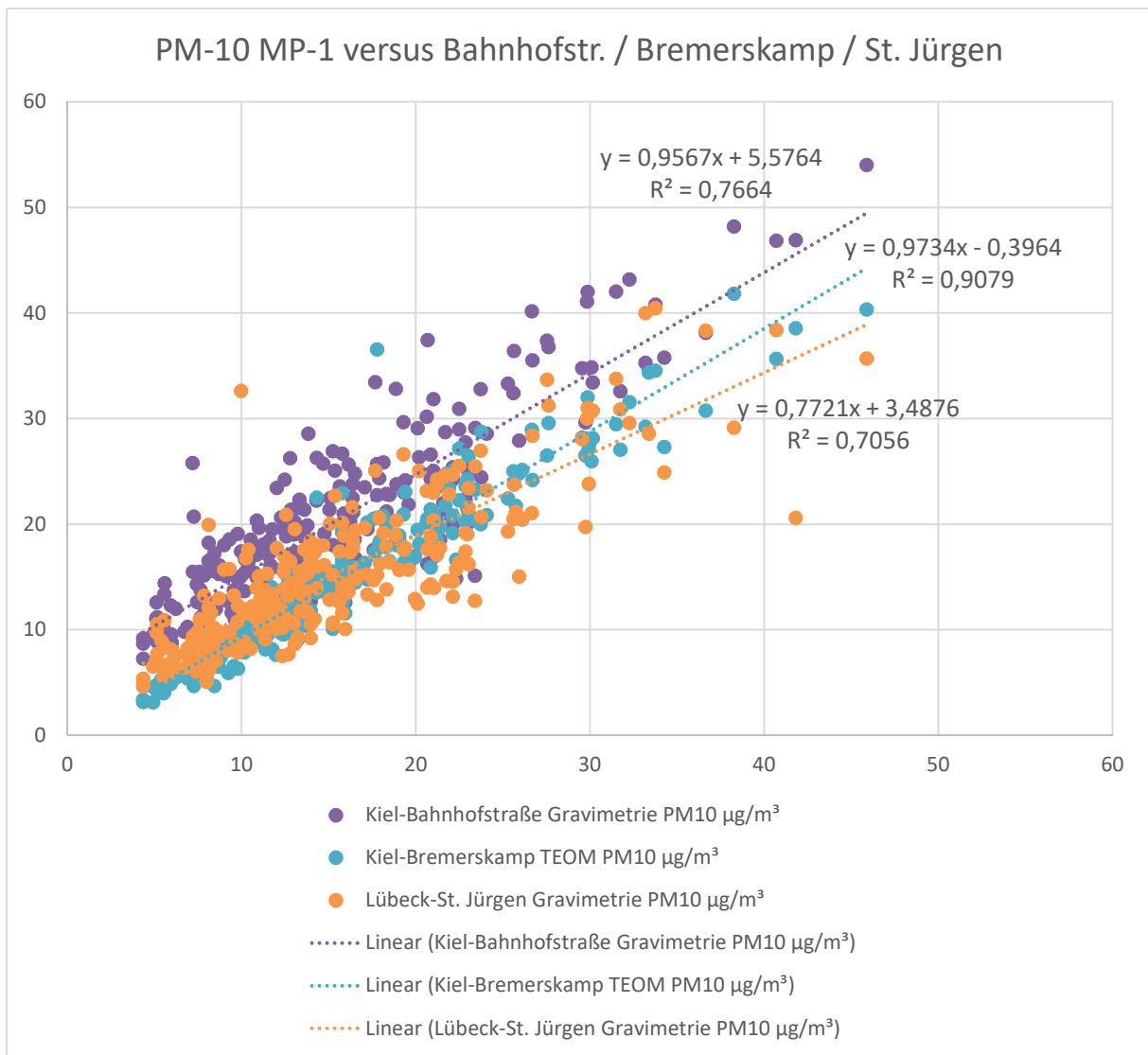


Abbildung B. 1: PM10-Korrelation MP-1 Hegewischstraße / LLUR-Stationen

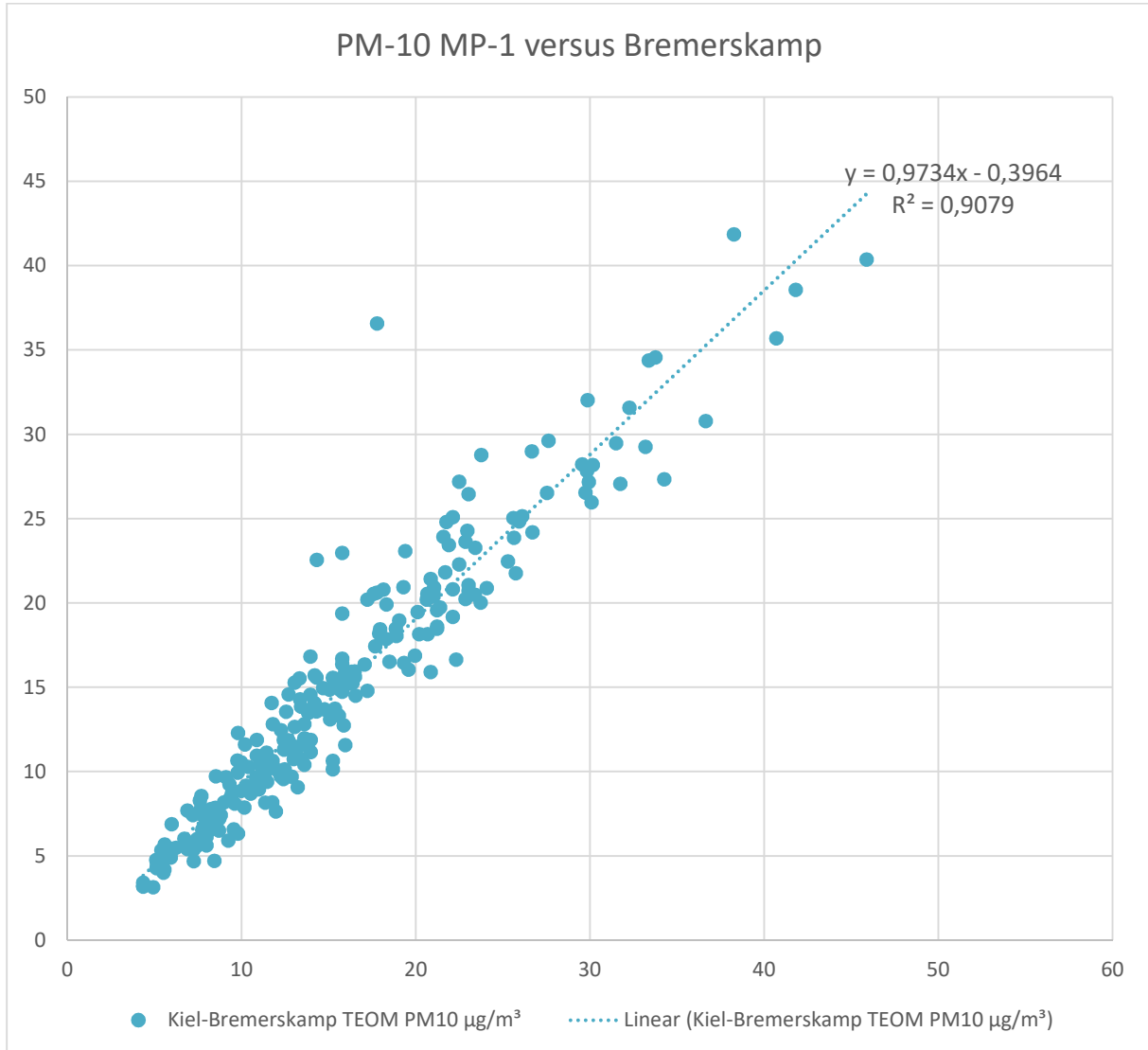


Abbildung B. 2: PM10-Korrelation MP-1 Hegewischstraße / Kiel Bremerskamp (LLUR)

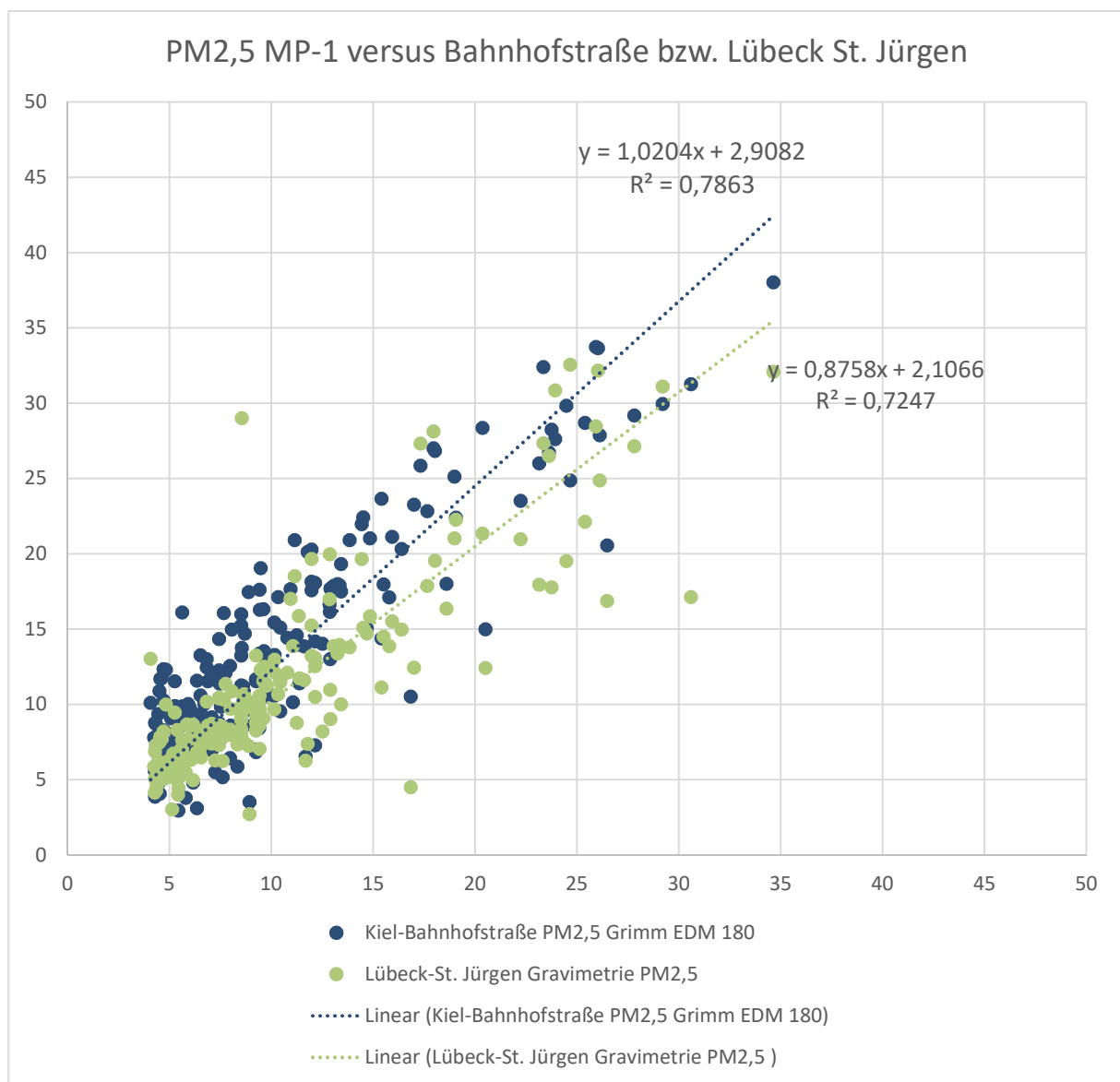


Abbildung B.3: PM2,5-Korrelation MP-1 / Bahnhofstraße und Lübeck St. Jürgen

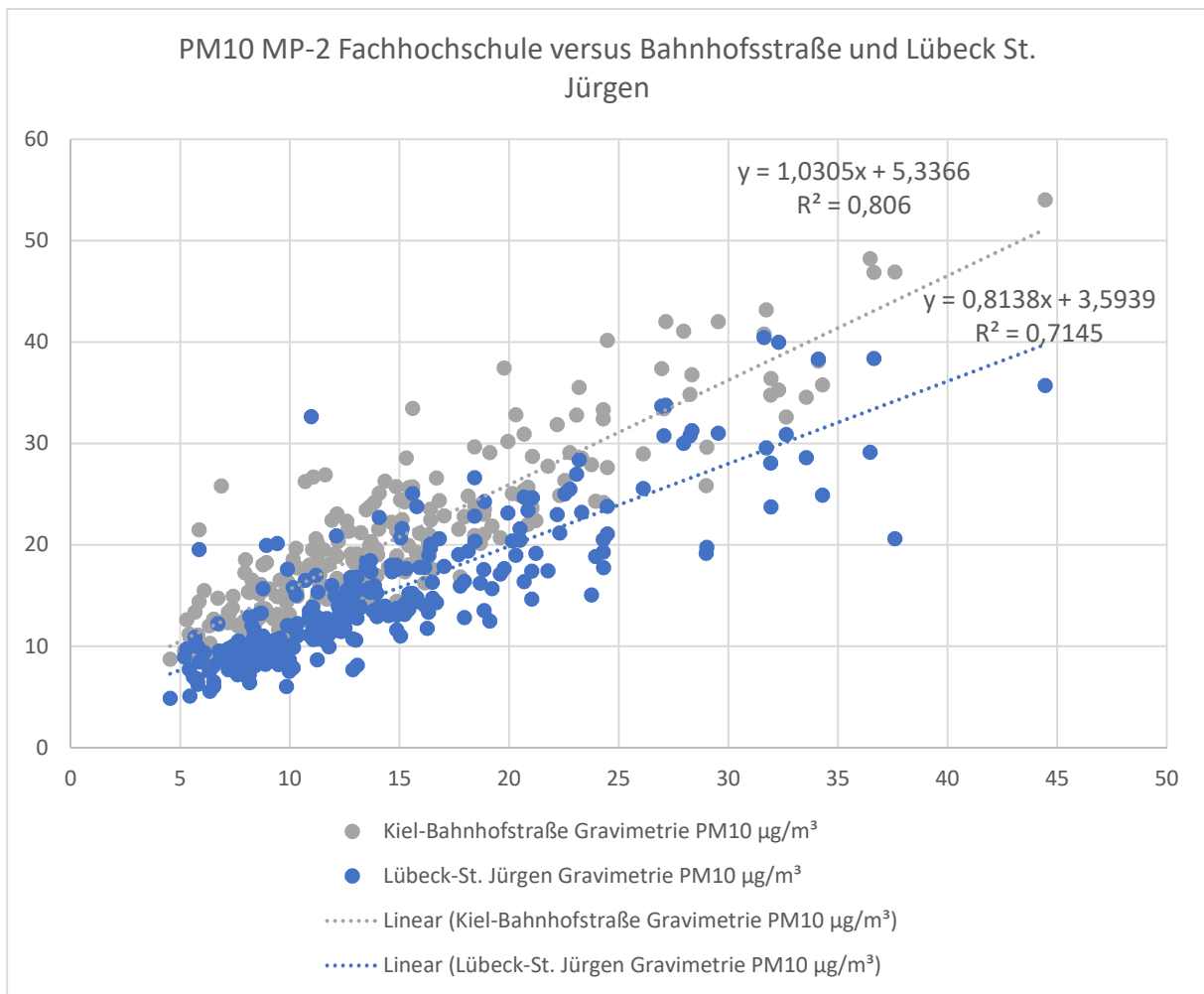


Abbildung B. 4: PM10-Korrelation MP-2 Fachhochschule / Bahnhofstr. und Lübeck St. Jürgen

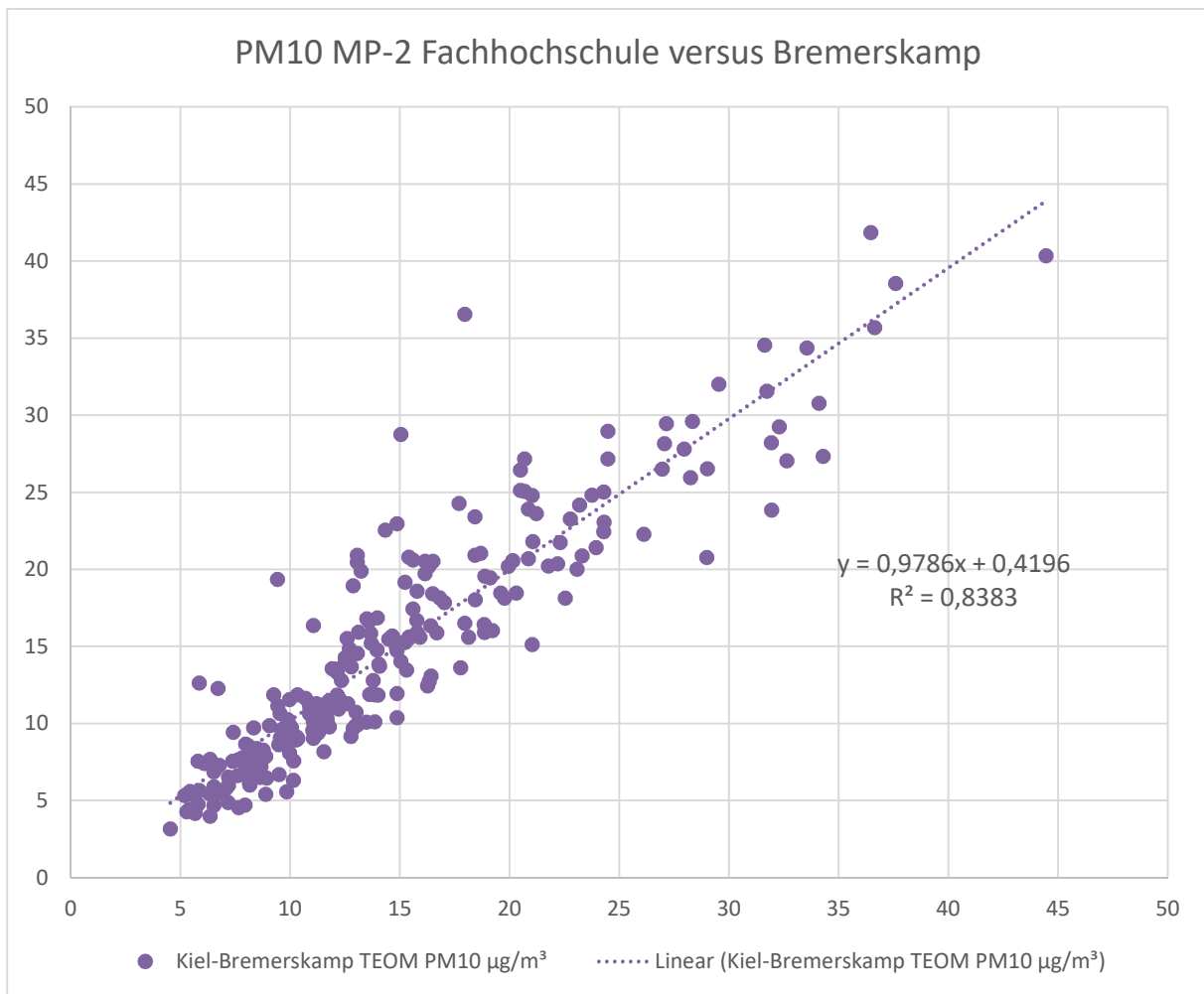


Abbildung B. 5: PM10-Korrelation MP-2 Fachhochschule / Bremerskamp (LLUR)

Unter Berücksichtigung der Entfernung zwischen den hier korrelierten Messorten und deren unterschiedlicher Umgebung ergibt sich eine ausreichende Übereinstimmung zwischen dem Trend der PM10- und PM2,5-Konzentrationen an den Messorten. Das Bestimmtheitsmaß für die Korrelationen MP-1/Bremerskamp sowie MP-2/Bremerskamp (PM10 $R^2 = 0,9079$ bzw. $0,8383$) ist etwas besser als das der anderen Korrelationen (s. Abbildungen 1 bis 5).

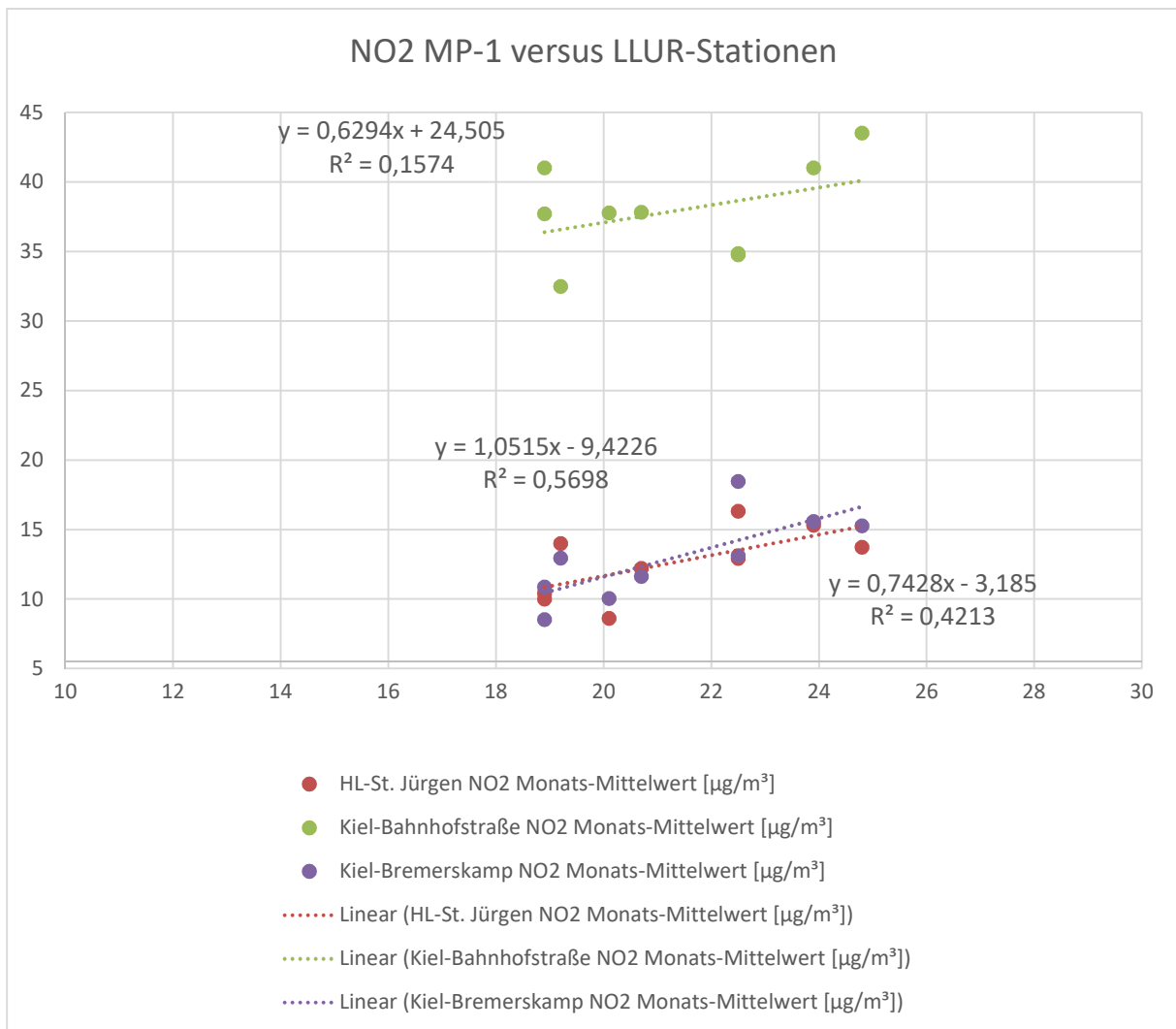


Abbildung B. 6: NO₂ Korrelation MP-1 Hegewischstraße / LLUR-Stationen

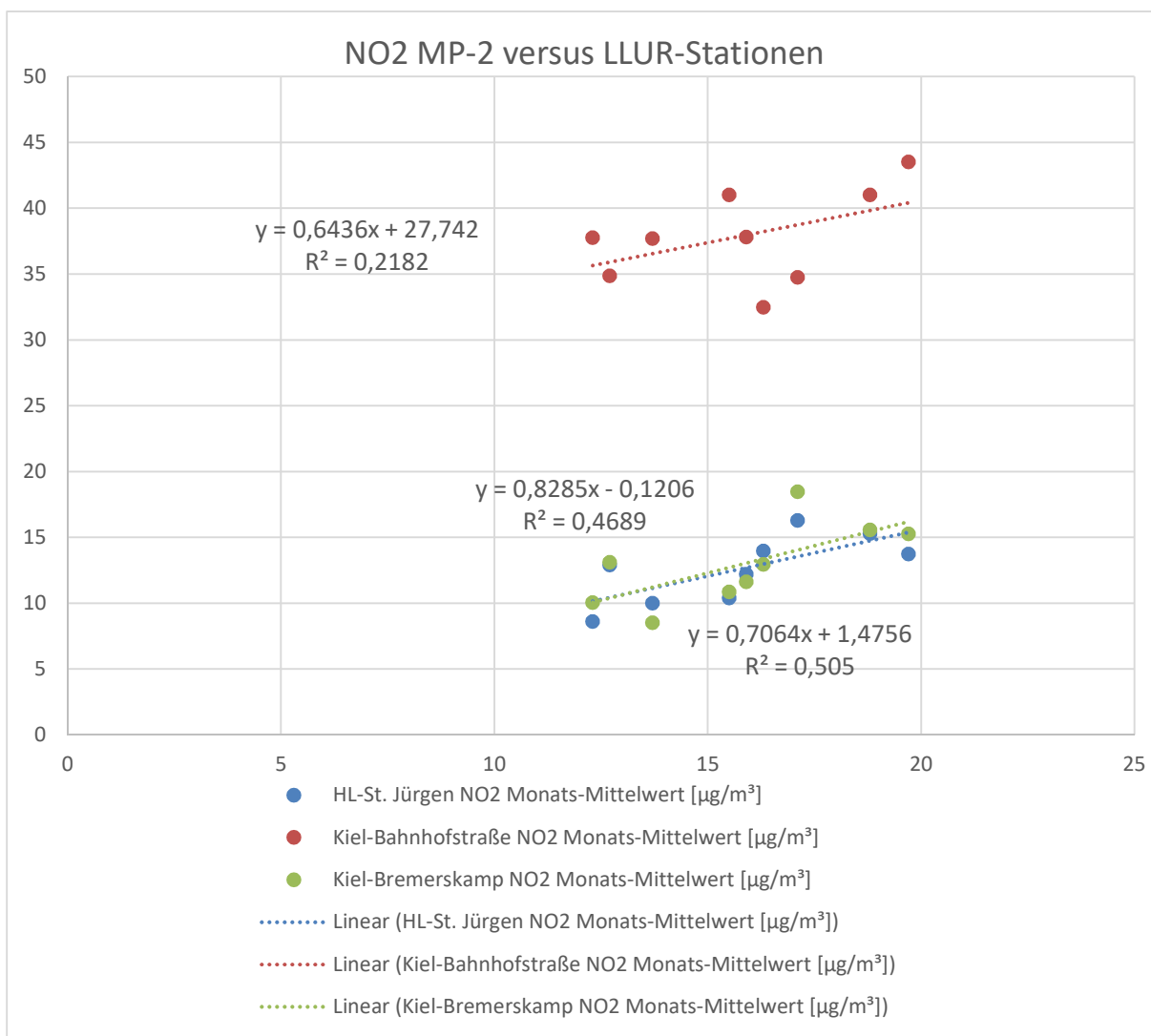


Abbildung B. 7: NO₂ Vergleich MP-2 Fachhochschule / LLUR-Stationen

4 Jahresmittelwerte der zum Vergleich herangezogenen LLUR-Stationen

Tabelle B.2: Jahres-Mittelwerte der ausgewählten LLUR-Stationen für 2018

Station	Mittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	PM10	PM2,5	NO ₂
Kiel-Bahnhofstraße (Verkehr)	22,3	13,3	38,8
Kiel-Bremerskamp (städt. Hintergrund)	15,0	n.g.	14,3
Lübeck-St. Jürgen (städt. Hintergrund)	16,3	10,9	13,6

*n.g.: nicht gemessen

5 Abschätzung der Jahresmittelwerte für die Messpunkte MP-1 und MP-2

Mit Hilfe der jeweiligen Korrelationsfunktionen (s.u.) werden die Jahresmittelwerte der LLUR-Stationen auf die Messpunkte MP-1 und MP-2 umgerechnet. Es ergeben sich folgende Funktionen:

PM10:

$$\begin{aligned}x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 1,045 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bahnhofstraße}] - 5,8 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 1,027 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bremerskamp}] + 0,4 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 1,295 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Lübeck St. Jürgen}] - 4,5 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-2}] &= 0,970 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bahnhofstraße}] - 5,2 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-2}] &= 1,021 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bremerskamp}] - 0,4 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-2}] &= 1,229 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Lübeck St. Jürgen}] - 4,4\end{aligned}$$

PM2,5:

$$\begin{aligned}x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 0,980 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bahnhofstraße}] - 2,9 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 1,142 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Lübeck St. Jürgen}] - 2,4\end{aligned}$$

NO₂:

$$\begin{aligned}x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 1,589 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bahnhofstraße}] - 38,9 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 0,985 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bremerskamp}] + 9,3 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-1}] &= 1,346 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Lübeck St. Jürgen}] + 4,3 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-2}] &= 1,554 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bahnhofstraße}] - 43,1 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-2}] &= 1,207 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Bremerskamp}] + 0,13 \\x [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ MP-2}] &= 1,416 * y [\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ Lübeck St. Jürgen}] - 2,1\end{aligned}$$

Das Ergebnis sind die gesuchten, rechnerisch abzuschätzenden Jahresmittelwerte der Immissions-Konzentrationen (gelistet in Tabellen 3 und 4).

Tabelle B.3: Rechnerisch abgeschätzte Jahres-Mittelwerte je Bezugsort (Basis)

Berechnete Immissionsjahreswerte	µg/m ³		
	PM10	PM2,5	NO ₂
MP-1 Hegewischstraße (Basis Bremerskamp)	15,8	./.	23,6
MP-1 Hegewischstraße (Basis Bahnhofstr.)	17,5	8,3	22,8
MP-1 Hegewischstraße (Basis St. Jürgen)	16,6	8,3	22,6
MP-2 Fachhochschule (Basis Bremerskamp)	14,9	./.	17,4
MP-2 Fachhochschule (Basis Bahnhofstr.)	16,5	./.	17,2
MP-2 Fachhochschule (Basis St. Jürgen)	15,6	./.	17,2

Die auf Basis der verschiedenen Korrelationen berechneten Jahresmittelwerte unterscheiden sich nicht signifikant. Unter Berücksichtigung der Qualität der Korrelationen (R²) sowie nach Rundung ergeben sich folgende Jahresmittelwerte:

Tabelle B.4: Rechnerisch abgeschätzte Jahres-Mittelwerte der Immissionsvorbelastung

Berechnete Immissionsjahreswerte	µg/m ³		
	PM10	PM2,5	NO ₂
MP-1 Hegewischstraße	16	8	24
MP-2 Fachhochschule	15	./.	17