

Luftgütemessstation Hohe Düne

Statusbericht 2021



Mecklenburg-Vorpommern

Landesamt für Umwelt,
Naturschutz und Geologie

HERAUSGEBER:

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
Goldberger Straße 12b
18273 Güstrow

Telefon: (0385) 588 64 0

www.lung.mv-regierung.de

E-Mail: [poststelle\(at\)lung.mv-regierung.de](mailto:poststelle(at)lung.mv-regierung.de)

BEARBEITUNG:

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Dezernats Luftmessnetz, Luftgüteinformationssystem
der Abteilung Immissionsschutz und Abfallwirtschaft des LUNG M-V

BERICHTSSTAND:

21.11.2021 Rev. 1.0

DOWNLOAD:

www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/archiv/hodu2021.pdf

VERÖFFENTLICHUNG VON LUFTGÜTEDATEN:

Videotexttafel 677 des NDR

www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/lume.htm

Güstrow, November 2022

Diese Broschüre wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies der Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden kann. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Messstation Hohe Düne

Statusbericht 2021

Inhalt

1	Zusammenfassung.....	4
2	Einleitung.....	5
3	Messstation Hohe Düne	5
4	Messwerte 2021 und deren Beurteilung	6
5	Detailauswertung Hohe Düne 2021	7
5.1	Gasförmige Luftschadstoffe	7
5.2	Partikelförmige Luftschadstoffe.....	10
5.3	Windrichtungsabhängige Betrachtungen	11
5.4	Stichprobenprogramm zur Ermittlung bestimmter Staubinhaltsstoffe	16
6	Ausblick	17

1 Zusammenfassung

Seit Januar 2015 betreibt das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG) eine Luftgütemessstation in Rostock Hohe Düne. Der vorliegende Bericht fasst die Messergebnisse für das Kalenderjahr 2021 zusammen und stellt sie in den Zusammenhang mit anderen Messstellen in M-V. Auch 2021 wurden in Hohe Düne die Grenzwerte für alle überwachten Luftschadstoffkomponenten sicher eingehalten. Trotz der Nähe zum Schiffsverkehr bewegen sich die Schwefeldioxidwerte nahe an der Nachweisgrenze der Messgeräte. Auch die Massenkonzentrationen für Schwebstaub (PM₁₀, PM_{2.5}) liegen sicher unter den Grenzwerten. Der Schiffsverkehr schlägt sich in erster Linie in der Belastung durch Stickoxide nieder, was durch die windrichtungsabhängige Detailauswertung der Messwerte deutlich wird. In Hohe Düne weisen die Stickoxide ein im Vergleich zu typischen Hintergrundmessstationen des Landes höheres Konzentrationsniveau auf, die Mittelwerte liegen aber unterhalb derer der Rostocker Straßenmessstellen. Insgesamt war die Schadstoffbelastung 2021 landesweit sehr niedrig.

2 Einleitung

Die vom LUNG betriebene Messstation Hohe Düne dient im Monitoringprogramm des Luftmessnetzes der Beurteilung des Einflusses des Schiffsverkehrs auf die Luftqualität. Im Fokus steht dabei der Einfluss der Emissionen des Schiffsverkehrs von und zu den Rostocker Häfen und der Fahrgastschiffe am Kreuzfahrtterminal auf die Luftqualität vor Ort.

Neben zwei Luftschadstoffgutachten zum Einfluss des Schiffverkehrs auf die Luftqualität in Warnemünde und Hohe Düne von 2009 [1] und 2014 [2] liefert die seit 2015 betriebene Dauer- messstelle in Hohe Düne aufschlussreiche Daten zur Luftqualität im Einflussbereich des Schiffsverkehrs. Bisher wurden die Grenzwerte der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Im- missionsschutzgesetzes (39. BImSchV) [3] am Standort durchweg eingehalten. Aufgrund des be- sonderen öffentlichen Interesses an den Messungen im Bereich Hohe Düne erscheinen seit 2016 im jährlichen Rhythmus Statusberichte mit den Ergebnissen der Luftgütemessungen des jeweils zurückliegenden Jahres. Die Berichte stehen auf der Internetpräsenz des Luftmessnetzes unter der Adresse www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/bericht/arch_sb.htm zum Download be- reit. In dem vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse des Jahres 2021 dargestellt.

3 Messstation Hohe Düne

Die Messstation Hohe Düne nahm im Januar 2015 den regulären Messbetrieb auf. Die Station wurde in dem Bereich positioniert, für den die höchsten Belastungen mit Hilfe des mikroskaligen Ausbreitungsmodells der Schadstoffgutachten des Ingenieurbüros Lohmeyer [3, 4] berechnet wurden. Die Lage der Messstation Hohe Düne sowie der anderen Rostocker Messstationen kann der Abbildung 1 entnommen werden.

An der Messstation werden kontinuierlich die Schadstoffe Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxide (NO , NO_2 , NO_x) und Schwebstaub (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) sowie Ruß (Black Carbon, BC) gemessen. Ferner werden die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit registriert. Seit 2016 werden auch Staubproben durch einen Filtersammler genommen.

Stichproben davon werden im Labor auf verschiedene Inhaltsstoffe wie ausgewählte Schwermetalle, verschiedene polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie elementaren und organischen Kohlenstoff (EC/OC) untersucht. Auch die Partikelanzahlkonzentration wird aktuell stichprobenartig gemessen. Die kontinuierlich

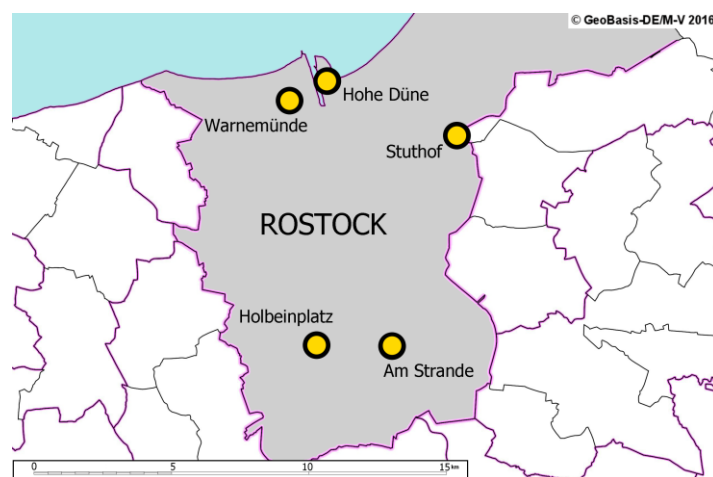


Abbildung 1: Lage der vom LUNG betriebenen Luftgütemessstationen in Rostock

gewonnenen Messdaten werden per Datenfernübertragung an die Messnetzzentrale in Güstrow übermittelt. Die stündlichen Messwerte werden auf der Internetseite des LUNG und auf der Videotexttafel 677 des NDR veröffentlicht. Diese Daten sind zunächst nur formal geprüft und haben noch nicht alle Validierungsschritte durchlaufen. Die endgültig validierten Daten sowie die Ergebnisse der Laboranalysen zu den Staubinhaltsstoffen werden stets im Folgejahr in den Jahresberichten zur Luftqualität und in diesem Statusbericht zur Messstation Hohe Düne veröffentlicht.

4 Messwerte 2021 und deren Beurteilung

Den Tabellen 1 bis 3 kann entnommen werden, dass auch 2021 bei allen überwachten Komponenten die geltenden Grenzwerte sicher eingehalten wurden. Obwohl dies auch für Stickstoffdioxid gilt, sind die in Hohe Düne gemessenen Werte im Vergleich zu den Hintergrundmessstellen höher, wenngleich die NO₂-Konzentrationen in Hohe Düne unter denen der Rostocker Straßennmessstellen liegen. Weitgehend unauffällig sind die Immissionswerte der Partikelmassenkonzentration für PM₁₀ und PM_{2,5}. Der PM₁₀-Jahresmittelwert lag mit 16 µg/m³ auf dem Niveau des Vorjahres, der PM_{2,5}-Jahresmittelwert nahm mit 11 µg/m³ gegenüber dem Vorjahr etwas zu. Für Schwefeldioxidjahresmittelwert lag wie in den Jahren zuvor mit 1 µg/m³ nahe an der Nachweisgrenze des Messgeräts. Die Nähe zum Schiffsverkehr zeigt sich aber vereinzelt in den SO₂-Stundenwerten, wobei der höchste gemessene Stundenwert 2021 mit 14 µg/m³ weit unter dem Grenzwert von 350 µg/m³ lag. Die höchsten SO₂-Stundenwerte des Jahres 2021 aller Rostocker Stationen können der Tabelle 4 entnommen werden.

Komponente	Jahresmittelwert		höchster Tagesmittelwert		höchster Stundenmittelwert	
	Messwert in µg/m ³	Grenzwert in µg/m ³	Messwert in µg/m ³	Grenzwert in µg/m ³ (max. 3 Überschreitungen im Jahr zulässig)	Messwert in µg/m ³	Grenzwert in µg/m ³ (max. 24 Überschreitungen im Jahr zulässig)
Schwefeldioxid	1	20	5	125	14	350

Tabelle 1: Beurteilung der Schwefeldioxidmesswerte 2021 hinsichtlich der Grenzwerte der 39. BImSchV

Komponente	Jahresmittelwert		höchster Stundenmittelwert	
	Messwert in µg/m ³	Grenzwert in µg/m ³	Messwert in µg/m ³	Grenzwert in µg/m ³ (max. 18 Überschreitungen im Jahr zulässig)
Stickstoffdioxid	14	40	79	200

Tabelle 2: Beurteilung der Stickstoffdioxidmesswerte 2021 hinsichtlich der Grenzwerte der 39. BImSchV

Komponente	Jahresmittelwert		Anzahl Tagesmittelwerte über 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Messwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Grenzwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl	maximal zulässig
PM ₁₀	16	40	1	35
PM _{2,5}	11	25 (20)		

Tabelle 3: Beurteilung der Messwerte 2021 für Schwebstaub PM₁₀ und PM_{2,5} hinsichtlich der Grenzwerte der 39. BImSchV.

5 Detailauswertung Hohe Düne 2021

Zur Einordnung der in Hohe Düne gemessenen Konzentrationen werden nachfolgend die Messdaten mit denen anderer Messstationen des Landes verglichen. Zur Eingrenzung der Quellgebiete werden windrichtungsabhängige Auswertungen vorgenommen. Lage und Kategorie der betrachteten Messstationen können der Messnetzkarte in Abbildung 2 entnommen werden.



Abbildung 2: Lage und Kategorien der Luftgütemessstationen des LUNG, Stand 2021. Die Landesfläche ist in vier Beurteilungsgebiete eingeteilt. Die Station Hohe Düne liegt im Beurteilungsgebiet Ballungsraum Rostock.

5.1 Gasförmige Luftschadstoffe

Einen vergleichenden Überblick der Beurteilungswerte der Station Hohe Düne und denen der anderen Rostocker Messstationen für das Jahr 2021 gibt Tabelle 4. Die höchsten Werte werden in der Regel an den verkehrsnahen Stationen beobachtet. Dies gilt insbesondere für Stickstoffdioxid. Beim Feinstaub ist der Abstand zu den Hintergrundstationen nur noch gering ausgeprägt. An keiner Rostocker Station kam es 2021 zu Grenzwertüberschreitungen.

Beurteilungsgröße	Grenzwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ / bei max. zulässigen Überschreitungen je Jahr	Hohe Düne	Warnmünde	Stuthof	Holbeinplatz	Am Strande
SO ₂ -Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 / -	1	1	1	1	-
höchster SO ₂ -Tagesmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	125 / 3	5	5	6	4	-
höchster SO ₂ -Stundenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 / 24	14	11	9	24	-
NO ₂ -Jahresmittelwert	40 / -	14	10	9	21	26
höchster NO ₂ -Stundenmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	200 / 18	79	83	53	100	138
PM ₁₀ -Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 / -	16	14	13	15	20
PM _{2.5} -Jahresmittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 / -	11	10	10	10	11
PM ₁₀ -Tagesmittelwert; Anzahl der Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 / 35	1	1	1	4	5

Tabelle 4: Die wesentlichen Beurteilungswerte aller Rostocker Messstationen für das Jahr 2021 im Vergleich

Abbildung 3 stellt die NO₂-Jahresmittelwerte seit Beginn der Messungen in Hohe Düne für alle Rostocker Stationen dar. Es ist gut zu erkennen, dass sich das Belastungsniveau in Hohe Düne unter dem der Verkehrsmessstellen und über dem der Hintergrundmessstellen einordnet. Beim Vergleich der NO-Jahresmittelwerte tritt der Unterschied zwischen Hohe Düne und den Hintergrundstationen klarer zu Tage (Abbildung 4). NO ist reaktiver als NO₂ und daher in Quellnähe deutlich höher konzentriert anzutreffen als in einiger Entfernung. Dies ist ein sichtbarer Hinweis auf nahe gelegene NO-Emittenten in Hohe Düne. An den Hintergrundmessstellen sind demzufolge nur sehr niedrige NO-Konzentrationen zu beobachten.

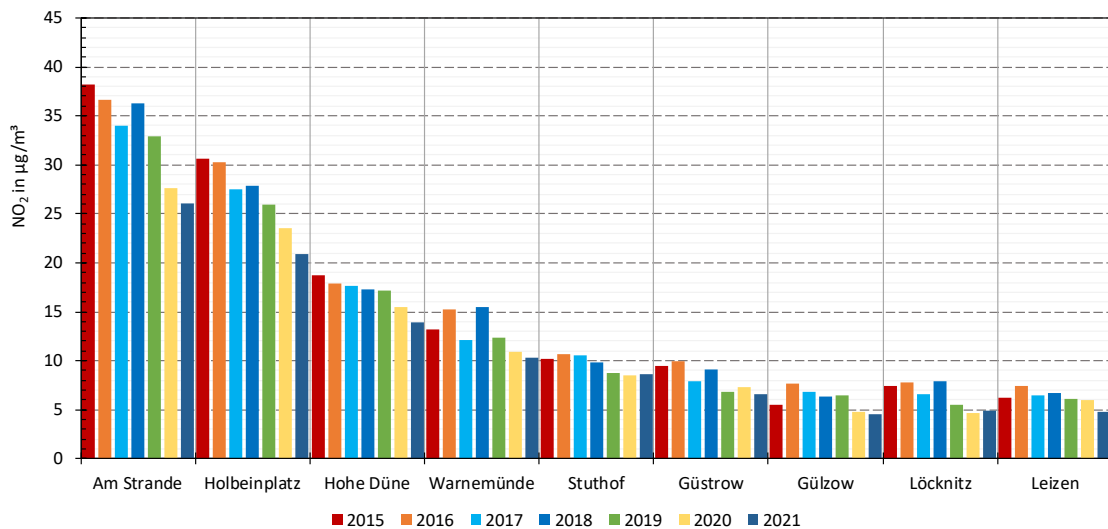


Abbildung 3: Vergleich der NO₂-Jahresmittelwerte der Rostocker Messstationen mit verschiedenen Hintergrundmessstationen des Landes. Die Lage der Messstationen kann der Abbildung 1 auf Seite 5 sowie der Messnetzkarte (Abbildung 2, S. 7) entnommen werden.

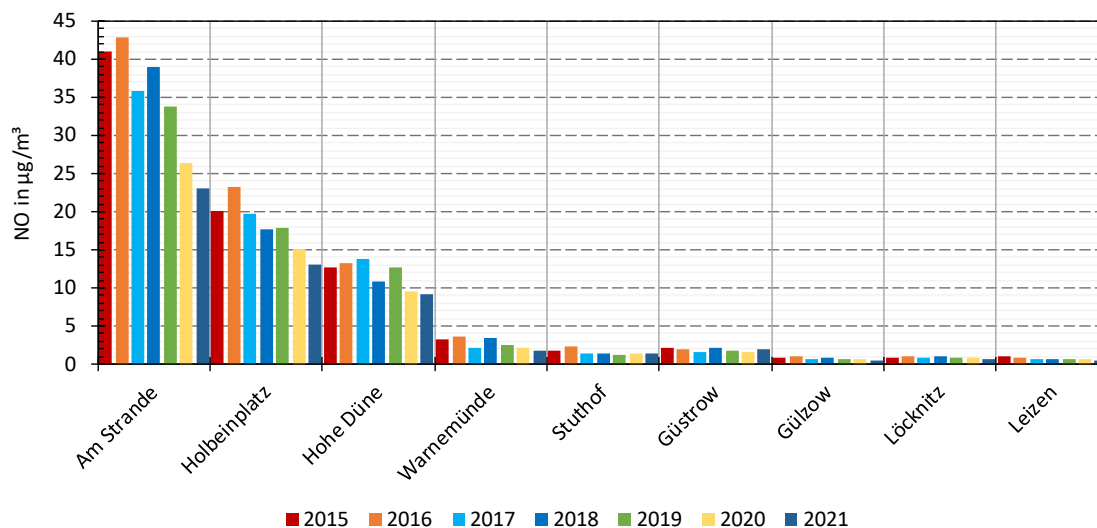


Abbildung 4: Vergleich der NO-Jahresmittelwerte der Rostocker Messstationen mit verschiedenen Hintergrundmessstationen des Landes. Die Lage der Messstationen kann der Abbildung 1 auf Seite 4 sowie der Messnetzkarte (Abbildung 2, S. 7) entnommen werden.

Erwartungsgemäß sollten die Schwefeldioxidkonzentrationen in der Nähe des Schiffsverkehrs höher als im Hintergrund ausfallen. Für Hohe Düne ist dieser Unterschied bei Betrachtung der Jahresmittelwerte zwar erkennbar, jedoch ist die Differenz zu den Hintergrundmessstationen eher gering und die Werte sind allesamt auf sehr niedrigem Niveau und sehr deutlich unterhalb des Grenzwertes (Abbildung 5). Die höchsten SO₂-Stundenmittelwerte lagen in Hohe Düne im Zeitraum 2015-2021 zwischen 14 µg/m³ bis 85 µg/m³ (Abbildung 6). Im Jahr 2021 lag der höchste SO₂-Stundenmittelwert 14 µg/m³ (Tabelle 4, S. 8). Die Messstation Hohe Düne nimmt hier keine Spitzenposition ein, wie die Abbildung 6 verdeutlicht. Höhere Stundenwerte werden z. B. an der Station Löcknitz im ländlichen Hintergrund beobachtet. Alle Werte lagen 2021 sehr deutlich unter dem Grenzwert von 350 µg/m³.

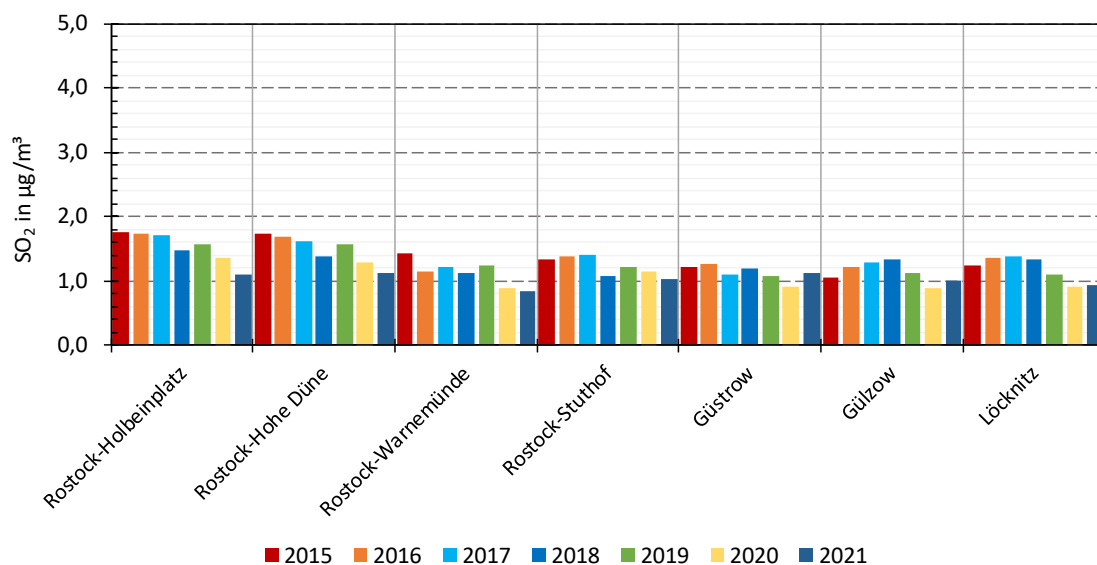


Abbildung 5: Vergleich der SO₂-Jahresmittelwerte der Messstation Hohe Düne mit verschiedenen Messstationen des Landes

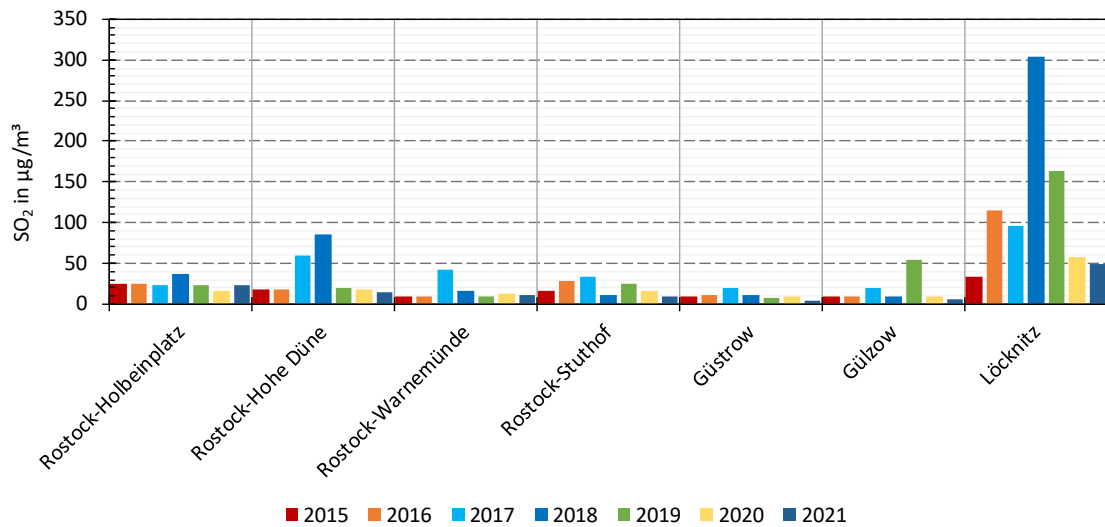


Abbildung 6: Vergleich der Messstation Hohe Düne mit verschiedenen Messstationen des Landes bezüglich der höchsten SO₂-Stundenmittelwerte (Grenzwert 350 µg/m³ bei 24 zulässigen Überschreitungen im Kalenderjahr).

5.2 Partikelförmige Luftschadstoffe

Wie bereits in den vergangenen Jahren waren die in Hohe Düne beobachteten Massenkonzentrationen für PM₁₀ und PM_{2,5} auch im Jahr 2021 unauffällig. Wie an anderen Messstationen des Landes ist in Teilen eine geringe Zunahme gegenüber dem Vorjahr zu beobachten (Abbildungen 7 und 8). Die Werte der Station Hohe Düne zeigen keine besonderen Auffälligkeiten. Die PM_{2,5}-Jahresmittelwerte aller Stationen liegen relativ nahe beieinander und die Unterschiede zwischen den verschiedenen Standortkategorien sind nur schwach ausgeprägt.

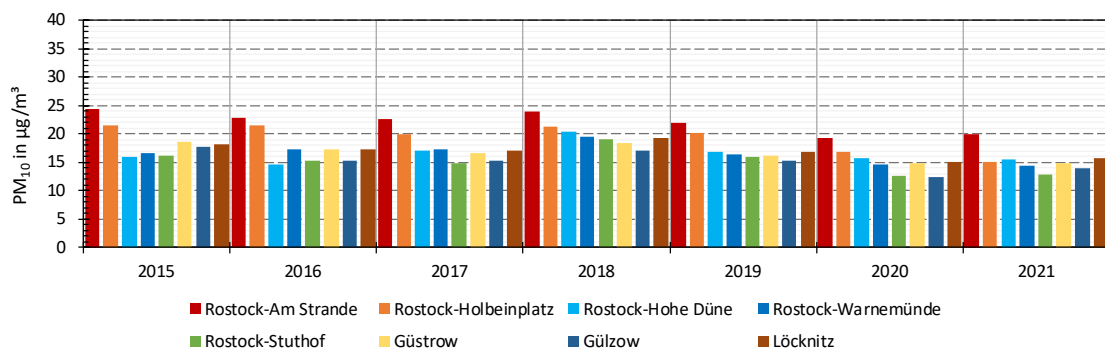


Abbildung 7: Entwicklung der PM₁₀-Jahresmittelwerte an der Messstation Hohe Düne und an weiteren Messstationen des Landes

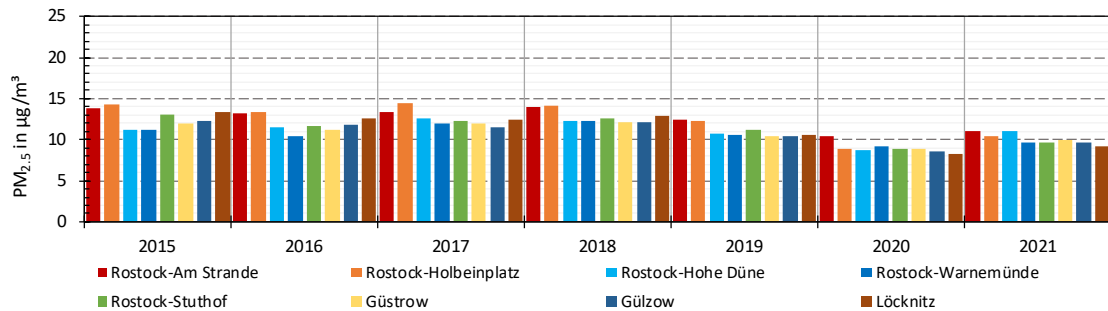


Abbildung 8: Entwicklung der PM_{2,5}-Jahresmittelwerte an der Messstation Hohe Düne und an weiteren Messstationen des Landes

Die Beurteilung der partikelförmigen Luftbelastung wird auf Basis der Massenkonzentration von Partikeln bestimmter Größenfraktionen (PM₁₀ und PM_{2,5}) vorgenommen, da hier durch zahlreiche epidemiologische Studien der Zusammenhang zwischen Partikelbelastung und nachteiliger gesundheitlicher Auswirkungen gut belegt ist. Für die Partikelanzahlkonzentration existiert bisher kein Beurteilungsmaßstab, da es hierfür zu wenig epidemiologische Studien gibt und die Ergebnisse der bisherigen Studien uneinheitlich sind. Obendrein ist die Messung der Partikelanzahlkonzentration bis hinein in den ultrafeinen Bereich sehr ressourcenintensiv. Da insbesondere in Zusammenhang mit dem Schiffsverkehr ein großes Interesse an der Anzahlkonzentration einschließlich ultrafeiner Partikel besteht, hat das LUNG MV in Zusammenarbeit mit der Hansestadt Rostock ein Stichprobenprogramm zur Messung der Partikelanzahlkonzentration gestartet. Dafür wurden zwei Kondensationspartikelzähler (CPC) in Rostock aufgebaut (Hohe Düne und Holbeinplatz), die im Jahr 2021 kontinuierlich die Partikelanzahlkonzentration im Größenbereich von 7 nm aufwärts bis 3000 nm messen. Die Störanfälligkeit der Geräte verursacht im Vergleich zu den Routinemessungen häufiger längere Geräteausfälle, daher erfüllt die Datenverfügbarkeit der CPC-Messungen noch nicht die Ansprüche an Routinemessungen. 2021 lag die Datenverfügbarkeit bei 81% (Hohe Düne) bzw. 86% (Holbeinplatz). Abbildung 9 zeigt die Monatsmittelwerte der Anzahlkonzentration für das Jahr 2021 für beide Messstellen.

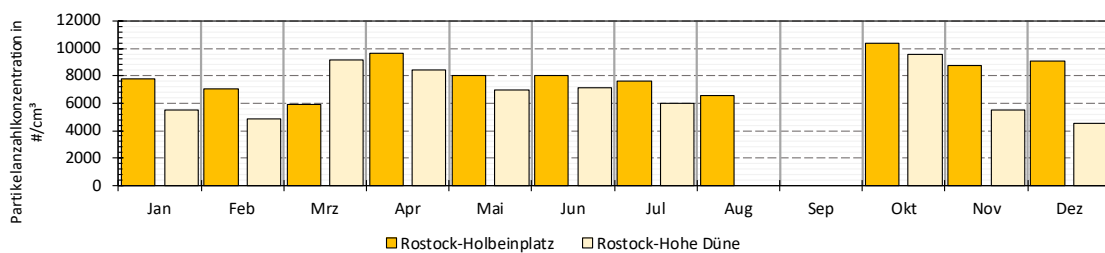


Abbildung 9: Monatsmittelwerte der Partikelanzahlkonzentration im Größenbereich von 7 nm – 3000 nm der CPC-Messungen am Holbeinplatz und in Hohe Düne. Im August und September 2021 war die Datenverfügbarkeit aufgrund von Geräteausfällen zur Bestimmung eines Monatsmittelwertes zu gering.

5.3 Windrichtungsabhängige Betrachtungen

Windrichtungsabhängige Auswertungen können Hinweise auf die Quellgebiete der betrachteten Schadstoffe geben. Die Hauptwindrichtung in Rostock ist Südwest. Die Messstation Hohe Düne liegt nordöstlich des Seekanals und der Kreuzfahrtschiff-Liegeplätze Pier 7 und 8 und somit im Lee der Wasserstraße. Die Abbildungen 10 a und 10 b geben die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen (16 Sektoren) für die Messstationen Hohe Düne und Warnemünde an. Die

Anemometerhöhe liegt bei beiden Stationen etwa 4 m über Grund. Insbesondere am Messstandort Warnemünde wird das Windfeld in dieser Messhöhe deutlich durch die Bebauung im Umfeld der Messstelle modifiziert, was an dem stark gegliederten Verlauf der Häufigkeitsverteilung in Abbildung 10 a gut erkennbar ist. Aber auch am Standort Hohe Düne besteht im Nordwestsektor eine Beeinflussung des Windfeldes durch ein nahegelegenes hohes Gebäude. Zur Identifizierung von Quellgebieten wird in erster Näherung die windrichtungsabhängige Verteilung der Schadstoffkonzentration herangezogen indem der Mittelwert der Schadstoffkonzentration getrennt für jeden Windrichtungssektor berechnet wird. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt dann in sogenannten (Schadgas-)Konzentrationswindrosen.

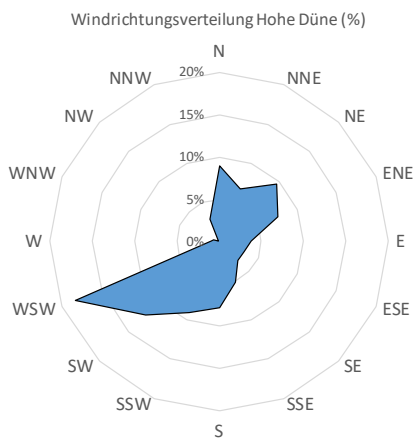


Abb. 10 a: Windrichtungshäufigkeiten am Messstandort Hohe Düne 2015-2021. Die Delle in der Verteilung von W bis NNW ergibt sich durch ein nahegelegenes Gebäude.

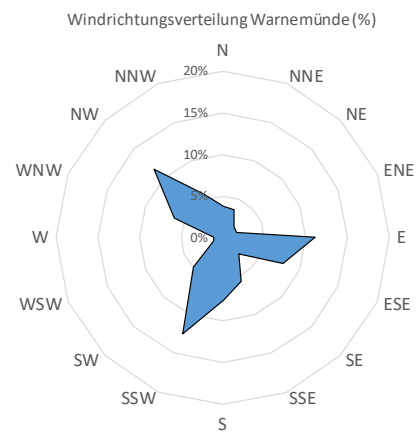


Abb. 10 b: Windrichtungshäufigkeiten am Messstandort Warnemünde 2015-2021. Die Kanalisierungs- und Blockierungseffekte spiegeln den Einfluss der nahegelegenen Bebauung wider.

16-teilige Windrichtungsskala: N = Nord, NNE=Nordnordost, NE=Nordost, ENE= Ostnordost, E=Ost, ESE=Ostsüdost, SE=Südost, SSE=Südsüdost, S=Süd, SSW=Südsüdwest, SW=Südwest, WSW=Westsüdwest, W=West, WNW=Westnordwest, NW=Nordwest, NNW=Nordnordwest

In Abbildung 11 a und b sind die Konzentrationswindrosen für die Stationen Hohe Düne und Warnemünde für Stickstoffmonoxid dargestellt. Die Windrichtung wurde unmittelbar an jeder Station gemessen und in 16 Windrichtungsklassen zusammengefasst. Beim Vergleich beider Stationen fällt der deutliche Unterschied in der Höhe der beobachteten NO-Konzentrationen auf. An der Station Hohe Düne werden hohe NO-Konzentrationen vor allem bei Anströmung aus Südwest beobachtet, während bei der Anströmung aus nordöstlichen bis südöstlichen Richtungen nur geringe NO-Konzentrationen gemessen werden. Deutlich ist die richtungsabhängige Ausprägung der Konzentration zu erkennen. An der Station Warnemünde sind die NO-Konzentrationen insgesamt wesentlich niedriger und werden vorzugsweise im Südostsektor beobachtet.

Die NO₂-Konzentrationen beider Standorte unterscheiden sich in ihrer Höhe indes weniger (Abbildung 12 a und b). Auch hier ist die richtungsabhängige Ausprägung zu erkennen, wenn auch im Vergleich zur NO-Konzentration sektoral weniger scharf abgegrenzt. Insgesamt lässt sich aus den Abbildungen 11 bis 12 ableiten, dass ein bedeutender Teil der an der Station Hohe Düne registrierten NO_x-Immissionen quellenmäßig dem Bereich des Seekanals einschließlich Kreuzfahrtterminal zugeordnet werden kann.

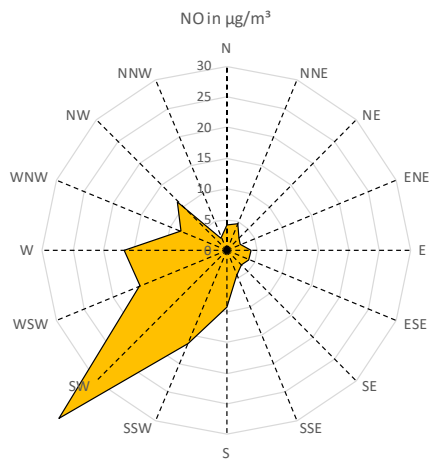


Abb. 11 a: NO-Konzentrationswindrose für die Messstation Hohe Düne auf Basis der Stundenmittelwerte 2015-2021

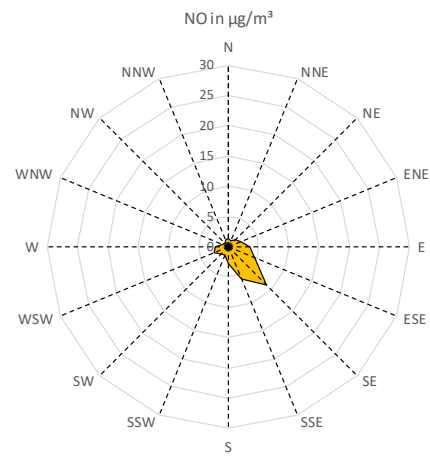


Abb. 11 b: NO-Konzentrationswindrose für die Messstation Warnemünde auf Basis der Stundenmittelwerte 2015-2021

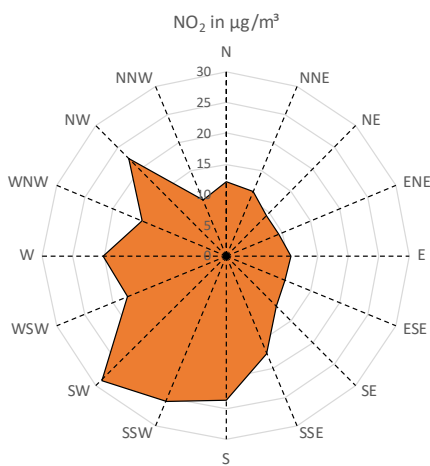


Abb. 12 a: NO₂-Konzentrationswindrose für die Messstation Hohe Düne 2015-2021

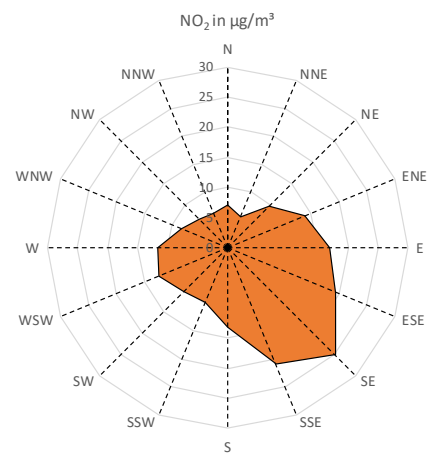


Abb. 12 b: NO₂-Konzentrationswindrose für die Messstation Warnemünde 2015-2021

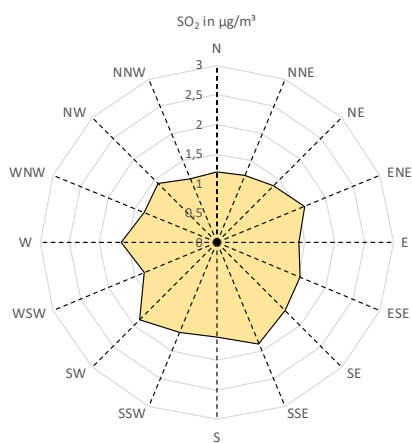


Abb. 13 a: SO₂-Konzentrationswindrose für die Messstation Hohe Düne 2015-2021

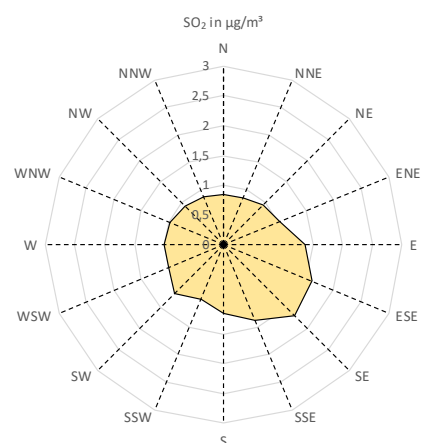


Abb. 13 b: SO₂-Konzentrationswindrose für die Messstation Warnemünde 2015-2021

Für Schwefeldioxid sind die beobachteten Konzentrationen an beiden Standorten sehr gering und liegen nur unwesentlich über denen der Hintergrundstandorte des Landes. Abbildung 13 a zeigt die Situation für Hohe Düne. Eine scharfe Ausrichtung ist in keinem Sektor gegeben. Die Konzentrationen sind in allen Sektoren niedrig. In Warnemünde werden die höchsten Konzentrationen bei südöstlichen Winden gemessen (Abb. 13 b). Da dies auch der Gesamtsituation des Landes entspricht, ist hier eine Trennung zwischen nahegelegenen und fernen Quellen nicht möglich. Insgesamt sind die Konzentrationen etwas niedriger als in Hohe Düne.

In Hohe Düne und Warnemünde werden auch die Massenkonzentrationen der partikelförmigen Schadstoffe (PM₁₀ und PM_{2,5}) überwacht. Die windrichtungsabhängige Auswertung der entsprechenden Messdaten ist in den Abbildungen 14 a bis 15 b wiedergegeben.

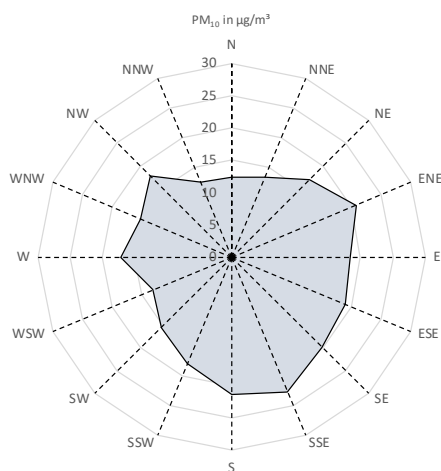


Abbildung 14 a: PM₁₀-Konzentrationswindrose für die Messstation Hohe Düne, gemittelt 2015-2021

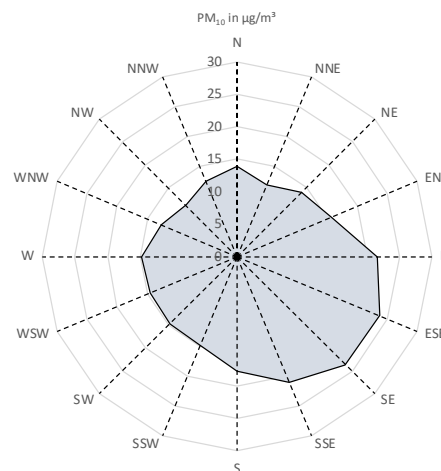


Abbildung 14 b: PM₁₀-Konzentrationswindrose für die Messstation Warnemünde, gemittelt 2015-2021

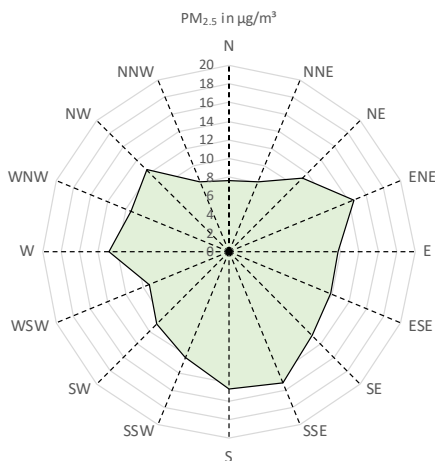


Abbildung 15 a: PM_{2,5}-Konzentrationswindrose für die Messstation Hohe Düne, gemittelt 2015-2021

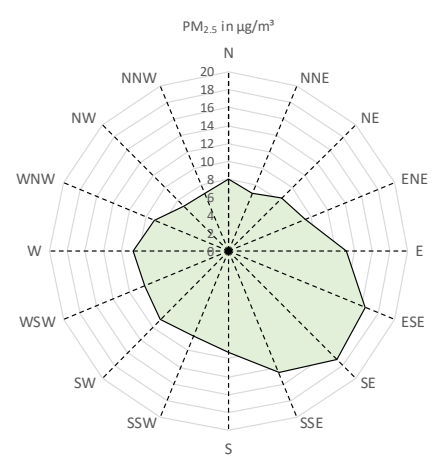


Abbildung 15 b: PM_{2,5}-Konzentrationswindrose für die Messstation Warnemünde, gemittelt 2015-2021

Die größten Massenkonzentrationen werden für PM₁₀ und PM_{2,5} bei östlichen und südöstlichen Windrichtungen beobachtet und entstammen vornehmlich weiter entfernten Quellen. Dieses Muster ist in Hohe Düne allerdings weniger deutlicher ausgeprägt, Lokale Anteile kommen hier hinzu, insbesondere aus südlichen und nordwestlichen Richtungen (Abbildung 14 a und 15 a).

Im Größenbereich der ultrafeinen Partikel sind für die Zählung Messgeräte mit einer Aufkondensation notwendig (CPC). In Hohe Düne ist seit 2020 ein CPC probehalter im Einsatz. Die windrichtungsabhängige Verteilung der Partikelanzahlkonzentration (PNC) im Größenbereich 7 nm - 3000 nm ist in Abbildung 16 für die Station Hohe Düne dargestellt. Der leicht höhere Anteil aus dem Sektor Südwest könnte als Hinweis auf lokale Einflüsse interpretiert werden.

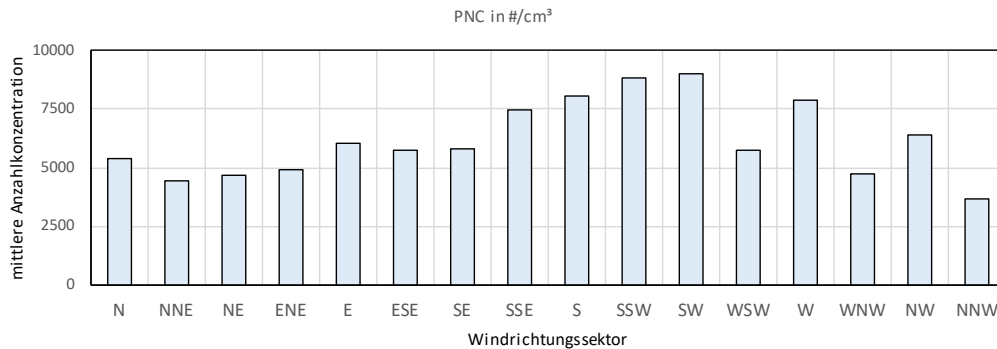


Abbildung 16: Windrichtungsabhängige Verteilung der Partikelgesamtzahl im Größenbereich 7 nm - 3000 nm an der Messstation Hohe Düne 2021.

Seit Juli 2017 wird in Hohe Düne ein Messgerät zur kontinuierlichen Messung der Konzentration von Black Carbon (Ruß) in der Außenluft betrieben. In der Abbildung 17 a ist die windrichtungsabhängige Konzentration von Black Carbon (BC) dargestellt. Hier lässt sich der Seekanal durch den ausgeprägtem SW-Anteil als eine Quelle identifizieren. Für Ruß existiert in der aktuellen Gesetzgebung zur Überwachung der Luftqualität indes kein Beurteilungsmaßstab. Wird der ehemalige Beurteilungswert der nicht mehr gültigen 23. BImSchV herangezogen, der für Ruß bei einem Jahresmittelwert von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag, liegen die in Hohe Düne beobachteten Werte weit darunter.

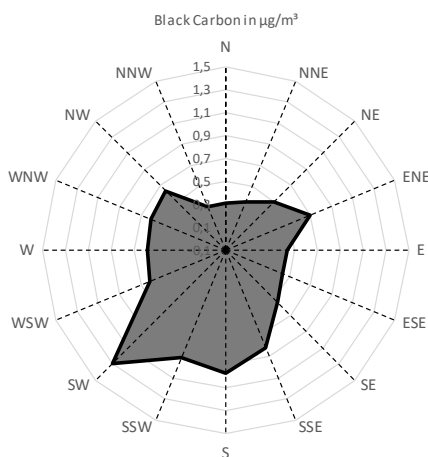


Abbildung 17 a: BC-Konzentration in der Außenluft nach Windrichtungssektoren getrennt, gemessen von 07/17 – 12/21.

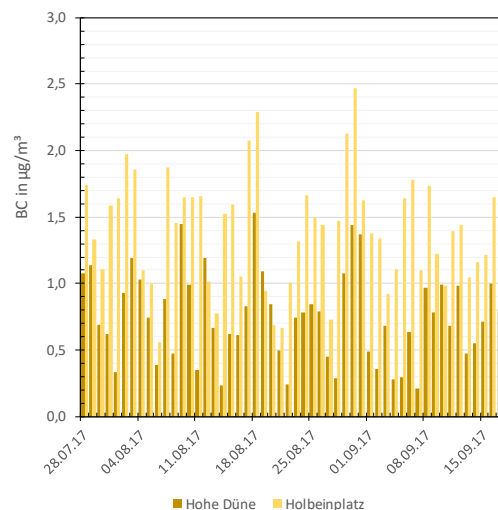


Abbildung 17 b: Vergleich der BC-Konzentrationen des straßennahen Standorts Holbeinplatz und Hohe Düne, gemessen von 07/17 – 09/17.

Für einen begrenzten Zeitraum wurde 2017 Black Carbon parallel an der verkehrsbezogenen Messstation Rostock-Holbeinplatz gemessen. Während des Zeitraums waren die Werte an der

verkehrsbezogenen Messstelle gegenüber den Werten in Hohe Düne durchgehend höher, teilweise mehr als doppelt so hoch (Abbildung 17 b). Da es sich bei dem Gerät am Holbeinplatz nur um ein Leihgerät handelte, konnten die Vergleichsmessungen leider nicht fortgeführt werden.

5.4 Stichprobenprogramm zur Ermittlung bestimmter Staubinhaltsstoffe

Eine weitere Methode zur Quellenzuordnung besteht in der laboranalytischen Bestimmung von Staubproben auf bestimmte Inhaltsstoffe, die für verschiedene Verbrennungsprozesse oder auch aufgewirbelte Materie oder Abriebvorgänge typisch sind.

2016 wurde das Messprogramm in Hohe Düne bereits durch einen Filtersammler ergänzt. Von den staubbeladenen Filtern werden Stichproben im Labor des LUNG M-V auf bestimmte Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) hin untersucht. Das Stichprobenprogramm erhob in den Jahren 2016 – 2021 die Stichproben in den Größenfraktion $PM_{2.5}$ und PM_{10} bzw. wechselte mehrfach zwischen den Größenfraktionen. Da die Konzentrationsunterschiede der Inhaltsstoffe in den Größenfraktionen $PM_{2.5}$ und PM_{10} bisher keine nennenswerten Unterschiede aufwiesen, wird ab 2020 die Beprobung ausschließlich in der PM_{10} -Fraktion vorgenommen. Auch liegen die Beurteilungsmaßstäbe zu Inhaltsstoffen nur für diese Fraktion vor. Die Stichproben sind gleichmäßig über das Jahr verteilt, gemessen wird jeden sechsten Tag. Bezüglich der PAK-Konzentrationen zeigen die Stichproben in Hohe Düne keine Auffälligkeiten. Der BaP-Jahresmittelwert der Stichprobe (60 Einzelproben) lag 2021 in Hohe Düne bei lediglich je $0,1 \text{ ng/m}^3$ (zum Vergleich: Am Strande $0,3 \text{ ng/m}^3$, Güstrow $0,1 \text{ ng/m}^3$, Löcknitz $0,5 \text{ ng/m}^3$; der Zielwert liegt bei $1,0 \text{ ng/m}^3$).

Interessanter stellen sich die Ergebnisse der Schwermetallgehalte dar. Bei den Schwermetallen fällt auf, dass die Konzentrationen der typischen Tracer der Schwerölverbrennung wie Vanadium im Vergleich zu den anderen in M-V beprobten Messstationen in Hohe Düne höher ausfällt (Abbildung 18). Zink und Antimon, typische Tracer für Rückstände aus Abriebprozessen im Bereich des Straßenverkehrs, sind erwartungsgemäß an der verkehrsbezogenen Messstelle Am Strande am höchsten.

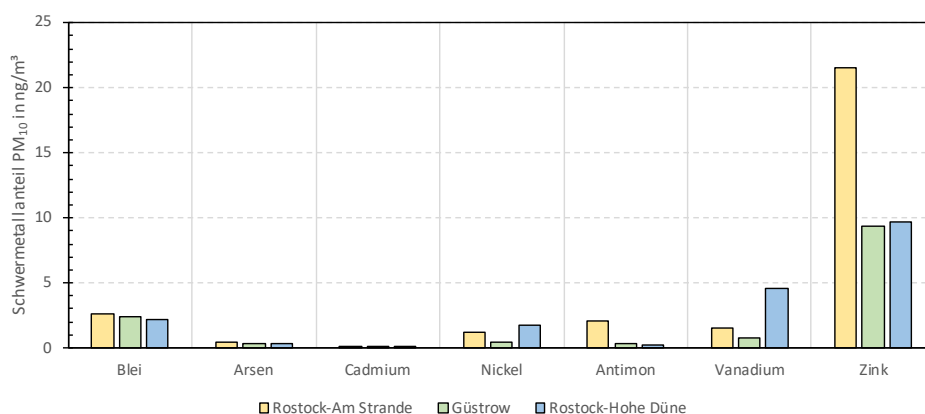


Abbildung 18: Jahresmittel 2021 der Konzentrationen ausgewählter Schwermetalle im Schwebstaub (PM_{10}) an den Rostocker Stationen Hohe Düne und Am Strande sowie an der Hintergrundstation Güstrow. Die Lage der Messstationen kann der Abbildung 1 auf Seite 4 sowie der Messnetzkarte (Abbildung 2, S. 6) entnommen werden.

Ein weiterer typischer Bestandteil des Schwebstaubs ist Ruß, der vor allem aus Verbrennungsprozessen stammt. Zur Ermittlung des Rußanteils existieren zum einen Verfahren, die den Koh-

lenstoffgehalt auf Filterproben in einem laboranalytischen Prozess ermitteln, zum anderen werden Verfahren eingesetzt, die Lichtabschwächung auf einem rußbeladenen Filter bzw. Filterband ermitteln. Im Stichprobenprogramm kam das laboranalytische Verfahren nach DIN EN 16909:2017-06 zur Ermittlung von elementarem Kohlenstoff (EC) und organisch gebundenem Kohlenstoff (OC) nach EUSAAR II Protokoll mit Pyrolysekorrektur durch Lichttransmissionsmessung zum Einsatz. Gemessen wurde der Gehalt in der PM₁₀-Fraktion für das Jahr 2021. Die Ergebnisse der EC-Gehalte sind als Monatsmittelwerte in den Abbildungen 19 dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass an den verkehrsnahen Messstellen die höchsten EC-Gehalte zu beobachten sind.

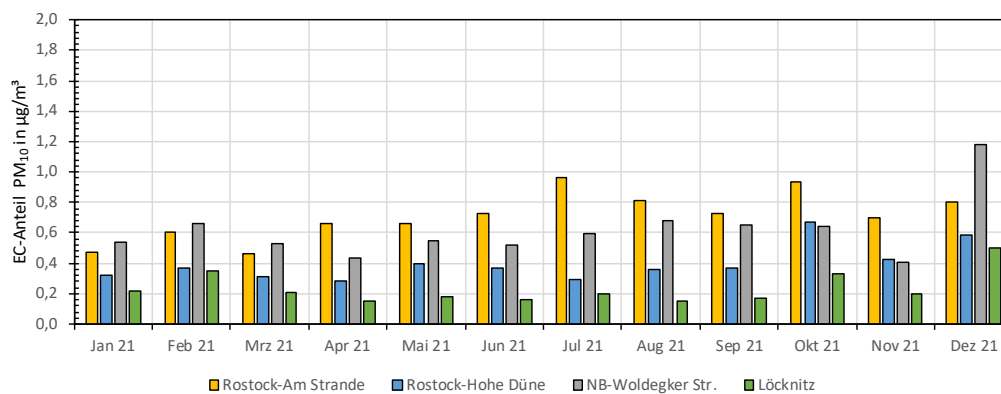


Abbildung 19: Monatsmittelwerte der Konzentrationen von elementarem Kohlenstoff in PM₁₀ als Indikator der Rußbelastung ermittelt in 60 Stichproben gleichmäßig über das Jahr verteilt für 2021 an den Rostocker Stationen Hohe Düne und Am Strande sowie zum Vergleich Neubrandenburg-Woldegker Straße (verkehrsnah) und Löcknitz (ländlicher Hintergrund).

6 Ausblick

Die Auswertung der Jahresdaten zeigt, dass die Grenzwerte der 39. BImSchV am Standort Hohe Düne sicher eingehalten werden. Nichtsdestoweniger können anhand der bisherigen Messungen der Schiffsverkehr im Seekanal sowie die Aktivitäten am Kreuzfahrtterminal als Quellbereiche insbesondere für Stickstoffoxide identifiziert werden. Im Vergleich zu den straßennahen Messstellen in Rostock fallen die NO₂-Immissionen bisher in Hohe Düne durchweg niedriger aus. Dass der Schiffsverkehr auch einen Anteil an der lokalen Staubbelastung hat, legen die Ergebnisse der Staubinhaltsstoffanalysen nahe, wenngleich dieser Beitrag massenmäßig vergleichsweise gering ausfällt. Die Belastung durch Ruß ist an den straßennahen Messstellen höher als in Hohe Düne. Auch das Programm zur Messung der Partikelanzahlkonzentration zeigte 2021 die höheren Mittelwerte an der straßennahen Messstelle Holbeinplatz.

Das breite Messprogramm an der Station Hohe Düne wird auch in den kommenden Jahren fortgesetzt werden. Die Beurteilungsergebnisse der Station Hohe Düne werden jährlich auch im Jahresbericht zur Luftgüte veröffentlicht.

Anhang

Referenzen

- [1] Lohmeyer, Ingenieurbüro im Auftrag des LUNG (2014): Immissionsituation Hafen Rostock 2012 - Luftschadstoffgutachten. Abruf unter http://www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/archiv/lrp_hafen_b14.pdf
- [2] Lohmeyer, Ingenieurbüro im Auftrag des LUNG (2009): Immissionsituation Hafen Rostock - Luftschadstoffgutachten. Abruf unter http://www.lung.mv-regierung.de/umwelt/luft/archiv/lrp_hafen_b09.pdf
- [3] 39. BImSchV: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG); Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die durch Artikel 87 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

