

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Helmut-A.-Müller-Straße 1 - 5
82152 Planegg bei München

Telefon +49(89)85602 0
Telefax +49(89)85602 111

www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. (BA) Rebecca Thiel
Telefon +49(89)85602 359
Rebecca.Thiel@mbbm.com

05. Oktober 2022
M154386/18 Version 1 THI/KOP

Flughafen München

Lufthygienischer Jahresbericht 2021

Bericht Nr. M154386/18

Auftraggeber:	FMG Flughafen München GmbH Nordallee 25 85356 München
Messzeitraum:	Januar bis Dezember 2021
an der technischen und inhaltlichen Ausarbeitung beteiligte Mitarbeiter:	M. Sc. Matthias Neudert Dipl.-Ing. (BA) Rebecca Thiel Dipl.-Ing. (FH) Christine Seuffert Dipl.-Ing. (FH) Frank Stöcklein
Berichtsumfang:	Insgesamt 90 Seiten

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Zusammenfassung

Der Flughafen München betreibt seit 1993 mehrere Immissionsmessstationen im Umfeld des Flughafens. Die Ergebnisse der Immissionsmessungen im Kalenderjahr 2021 an den Messorten LHY7 (Hauptmessstation) und LHY4 (Brandau) können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Wie bereits in den vorangegangenen Jahren wurde an der Hauptmessstation LHY7 mit $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel eine nur sehr geringe Schwefeldioxidbelastung festgestellt. Die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV für das Tages- und Stundenmittel wurden deutlich unterschritten.
- Die mittlere Kohlenmonoxid-Konzentration im Jahr 2021 entspricht mit $0,23 \text{ mg}/\text{m}^3$ ebenfalls dem Immissionsniveau der Vorjahre. Der 8-Stunden-Immissionsgrenzwert von $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, gemäß 39. BImSchV, wurde mit einem Maximalwert $0,55 \text{ mg}/\text{m}^3$ deutlich unterschritten.
- Der Jahresmittelwert der Hauptmessstation LHY7 für Partikel PM_{10} betrug $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Jahresimmissionsgrenzwert für Partikel PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zum Schutz der menschlichen Gesundheit wurde somit deutlich unterschritten. Der maximal an 35 Tagen im Kalenderjahr zulässige Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde 2021 an keinem Tag überschritten.
- Die mittlere $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration im Kalenderjahr 2021 lag mit $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unterhalb des seit 2015 verbindlichen Jahresimmissionsgrenzwertes von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Für Stickstoffdioxid (NO_2) liegt der Grenzwert für das Kalenderjahr bei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Jahr 2021 wurde an der Hauptmessstation ein Jahresmittelwert von $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. am Messort LHY4 ein Jahresmittelwert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bestimmt. Der Jahresimmissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV wurde somit an beiden Messorten sicher eingehalten. Der Stundenimmissionsgrenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde weder an der Station LHY4 noch am Messstandort LHY7 überschritten. 18 Überschreitungen im Kalenderjahr wären zulässig.
- Der Stickstoffmonoxid (NO)-Mittelwert für das Kalenderjahr 2021 betrug an der LHY7 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der LHY4 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für diese Messkomponente gibt es immissionsseitig keinen Grenzwert bzw. kein Beurteilungskriterium.
- Die in der 39. BImSchV festgelegte Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Stunden-Mittelwert wurde bei den Ozonmessungen an der LHY7 im Jahr 2021 nicht überschritten.
Der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegte Zielwert beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als höchster 8-Stunden-Mittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen pro Kalenderjahr. Die Mittelung der Überschreitungstage erfolgt über drei Jahre. Im Jahr 2021 wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit an der Hauptmessstation LHY7 an 15 Tagen überschritten. In Bezug auf die Jahre 2019 bis 2021 ergibt sich eine gemittelte Überschreitungsanzahl von 24 Tagen pro Kalenderjahr. Bundesweit gab es im Vergleichszeitraum 2019 bis 2021 an wenigen LÜB-Hintergrundmessstationen Überschreitungen des Zielwertes.

Beim Ozon ist zudem zu beachten, dass im Gegensatz zu den bereits genannten Luftschadstoffen wie PM₁₀ oder NO₂ an den verkehrsbeeinflussten Messstationen geringere Jahresmittelwerte als an emissionsarmen Stationen auftreten.

- Die Benzol-Konzentration entspricht mit 0,5 µg/m³ an der Hauptmessstation LHY7 und gleichermaßen 0,5 µg/m³ an der Messstation LHY4 im Jahresmittel dem niedrigen Immissionsniveau der Vorjahre. Der Grenzwert der 39. BImSchV von 5 µg/m³ im Jahresmittel wurde an beiden Messorten deutlich unterschritten.
- Bei den zusätzlich bestimmten Komponenten Toluol, Xylole und Ethylbenzol wurden an beiden Messstationen (LHY4 und LHY7) Mittelwerte weit unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) bestimmt.
- Für die Benzo(a)pyren-Konzentration in der PM₁₀-Fraktion wurde sowohl an der Hauptmessstation LHY7 als auch an der LHY4 ein Jahresmittelwert von 0,10 ng/m³ ermittelt. Der Zielwert über ein Kalenderjahr gemäß 39. BImSchV von 1 ng/m³ wurde somit deutlich unterschritten.
- Der Jahresmittelwert der n-Alkane (n-Hexan (C6) bis n-Tetradekan (C14)) an der Hauptmessstation LHY7 und an der Messstation LHY4 liegt mit jeweils < 1 µg/m³ auf einem sehr niedrigen Niveau. Ein Grenzwert für diese Parameter existiert nicht. Zur besseren Beurteilung kann der Richtwert I der Innenraumkommission von 200 µg/m³ herangezogen werden. Dieser Richtwert bezieht sich nur auf die n-Alkane n-Nonan (C9) bis n-Tetradekan (C14). Im Vergleich zu diesem Richtwert wurden im Mittel um mehr als den Faktor 200 geringere n-Alkan-Konzentrationen bestimmt.
Da die gemessenen n-Alkane als Tracer für Kerosin gelten, konnte somit ein Vorhandensein von relevanten Kerosin- oder anderen Kraftstoffemissionen messtechnisch nicht nachgewiesen werden.
- Seit 14. März 2020 haben sich aufgrund der Corona-Krise die Flugzahlen reduziert. Eine Quantifizierung der Auswirkungen auf das Immissionsniveau lässt sich jedoch nicht unmittelbar aus den Messergebnissen ableiten. Neben den Emissionen haben meteorologische Effekte einen wesentlichen Einfluss auf die Schadstoffkonzentration. Dennoch lagen die Schadstoffkonzentrationen im Jahresmittel auf einem sehr niedrigem Immissionsniveau.
Eine Bewertung hinsichtlich des Einflusses der COVID-19 Pandemie auf die Immissionssituation erfolgt durch die FMG im Rahmen eines gesonderten Berichtes.

Die Ergebnisse der Immissionsmessungen im Kalenderjahr 2021 sind nachfolgend den jeweiligen Grenz- und Zielwerten der 39. BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 1. Vergleich der Beurteilungswerte der 39. BImSchV mit den Messwerten an den Messstandorten LHY7 und LHY4.

Messparameter	39. BImSchV			LHY7	
	Grenz- bzw. Zielwert		Zul. Überschreitungen	Mittelwert bzw. Maximalwert (max.)	Überschreitung
Partikel PM ₁₀	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	11 µg/m ³	-
	Tagesgrenzwert	50 µg/m ³	35	max. 38 µg/m ³	0
Partikel PM _{2,5}	Jahresgrenzwert	25 µg/m ³	-	8 µg/m ³	-
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	12 µg/m ³	-
	1-h-Grenzwert	200 µg/m ³	18	max. 62 µg/m ³	0
Ozon (O ₃)	1-h Infoschwelle	180 µg/m ³	-	max. 163 µg/m ³	-
	8-h-Zielwert für den Tag	120 µg/m ³	25	max. 153 µg/m ³	24 ¹⁾
Schwefeldioxid (SO ₂)	Tagesgrenzwert	125 µg/m ³	3	max. 3 µg/m ³	0
	1-h-Grenzwert	350 µg/m ³	24	max. 11 µg/m ³	0
CO	8-h-Grenzwert für den Tag	10 mg/m ³	-	max. 0,6 mg/m ³	-
Benzol	Jahresgrenzwert	5 µg/m ³	-	0,5 µg/m ³	-
Benzo(a)pyren	Jahreszielwert	1 ng/m ³	-	0,10 ng/m ³	-
LHY4					
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	15 µg/m ³	-
	1-h-Grenzwert	200 µg/m ³	18	max. 73 µg/m ³	0
Benzol	Jahresgrenzwert	5 µg/m ³	-	0,5 µg/m ³	-
Benzo(a)pyren	Jahreszielwert	1 ng/m ³	-	0,10 ng/m ³	-

¹⁾ Mittelwert 2019 - 2021

Für den Inhalt zeichnen verantwortlich:



M.Sc. Matthias Neudert
Berichtserstellung

Telefon +49(89)85602-3028



Dipl.-Ing. (BA) Rebecca Thiel
Projektleitung / Fachlich Verantwortlich
Qualitätssicherung

Telefon +49(89)85602-359



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-01
D-PL-14119-01-02
D-PL-14119-01-03
D-PL-14119-01-04

Durch die DAkks nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1 Situation und Aufgabenstellung	8
2 Örtliche Situation	9
2.1 Standort und Topographie	9
2.2 Meteorologie am Standort	10
3 Messdurchführung	12
3.1 Messorte der Immissionsmessungen	12
3.2 Messumfang – Messkomponenten – Messverfahren	14
4 Beurteilungsgrundlagen	16
5 Beurteilung der meteorologischen Situation im Messzeitraum	20
5.1 Meteorologische Situation im Jahr 2021	20
5.2 Windrichtung- und -geschwindigkeit	22
5.3 Relative Feuchte	24
5.4 Luftdruck	25
5.5 Temperatur	26
5.6 Globalstrahlung	27
6 Ergebnisse der Immissionsmessungen 2021	28
6.1 Jahreskenngrößen der Luftschadstoffmessstation – Übersicht	28
6.2 Schwefeldioxid –SO ₂ (LHY7)	29
6.3 Kohlenmonoxid – CO (LHY7)	31
6.4 Stickstoffmonoxid – NO LHY7 und LHY4)	33
6.5 Stickstoffdioxid – NO ₂ LHY7 und LHY4)	37
6.6 Ozon – O ₃ (LHY7)	42
6.7 BTEX und n-Alkane (LHY7 und LHY4)	45
6.8 Benzo(a)pyren im PM ₁₀	67
6.9 Partikel PM ₁₀ (LHY7)	69
6.10 Partikel PM _{2,5} (LHY7)	74
6.11 Staubbiederschlag (LHY7)	75
7 Beurteilung der Immissionssituation am Flughafen München im Jahr 2021	76
7.1 Vergleich der aktuellen Messdaten mit den LÜB-Stationen München-Lothstraße, München-Johanneskirchen und Andechs	76
7.2 Beurteilung der Immissionssituation 2021	79

8	Literatur	83
9	Anhang	86
9.1	Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und –geschwindigkeit in den jeweiligen Messmonaten (Januar bis Dezember 2021)	86
9.2	Jahresmittel- und Perzentilwerte der LHY7 und LHY4	90

1 Situation und Aufgabenstellung

Im Zuge der Errichtung des Flughafens München im Erdinger Moos (Eröffnung am 17.05.1992) wurde die Betreibergesellschaft, die Flughafen München GmbH (FMG), durch behördliche Auflagen zum Betrieb zusätzlicher lufthygienischer Überwachungsstationen verpflichtet.

Der vorliegende Jahresbericht beschreibt die im Zusammenhang mit den Messungen notwendigen Informationen zu den Messorten und dem Messumfang für das Kalenderjahr 2021. Weitere Informationen können auch der Homepage der FMG entnommen werden.

2 Örtliche Situation

2.1 Standort und Topographie

Der Flughafen München liegt im Erdinger Moos etwa 2 km südöstlich von Freising. Im Umgriff des Flughafengeländes befinden sich mehrere Orte und Siedlungen. Im Norden, in einer Entfernung von ca. 1,6 km, liegt der Ort Attaching. Im Umkreis von 2 – 6 km liegen im Osten die Orte Eitting (ca. 6 km), im Südosten Schwaig (ca. 4,4 km) und Oberding (ca. 6 km), im Süden Goldach (ca. 5,5 km) und im Westen Pulling (ca. 5,5 km).

Das Flughafengelände ist umgeben von einer wasserreichen Moor- und Auenlandschaft. Im Westen, angrenzend an das Flughafengelände, und im Norden in 2 – 4 km Entfernung vom Flughafen befindet sich das FFH-Gebiet "Isarauen von Unterföhring bis Landshut".

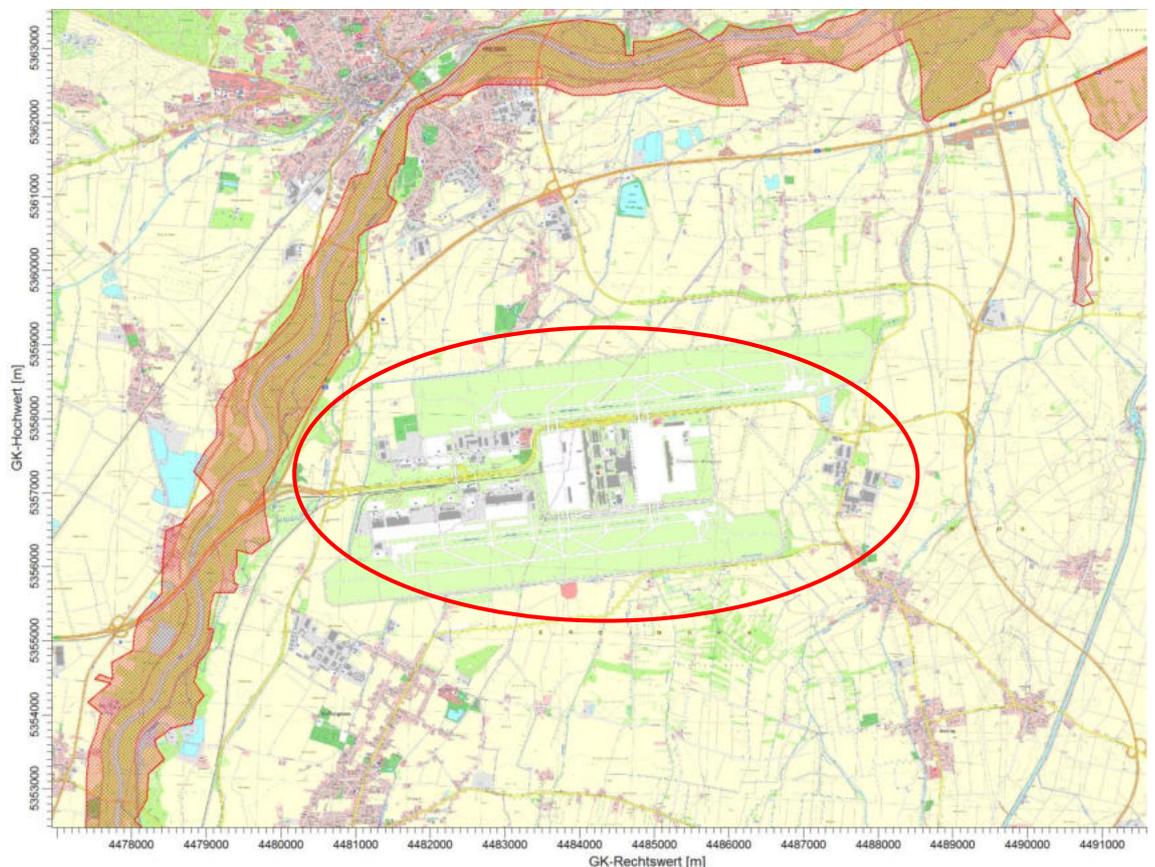


Abbildung 1. Lage des Flughafens (rot markiert) und Umgebung [36].

Das Gelände im Umgriff des Flughafens ist schwach orografisch gegliedert und weist keine größeren Steigungen auf. In der nachstehenden Abbildung ist die Orographie in der Flughafenumgebung grafisch dargestellt.

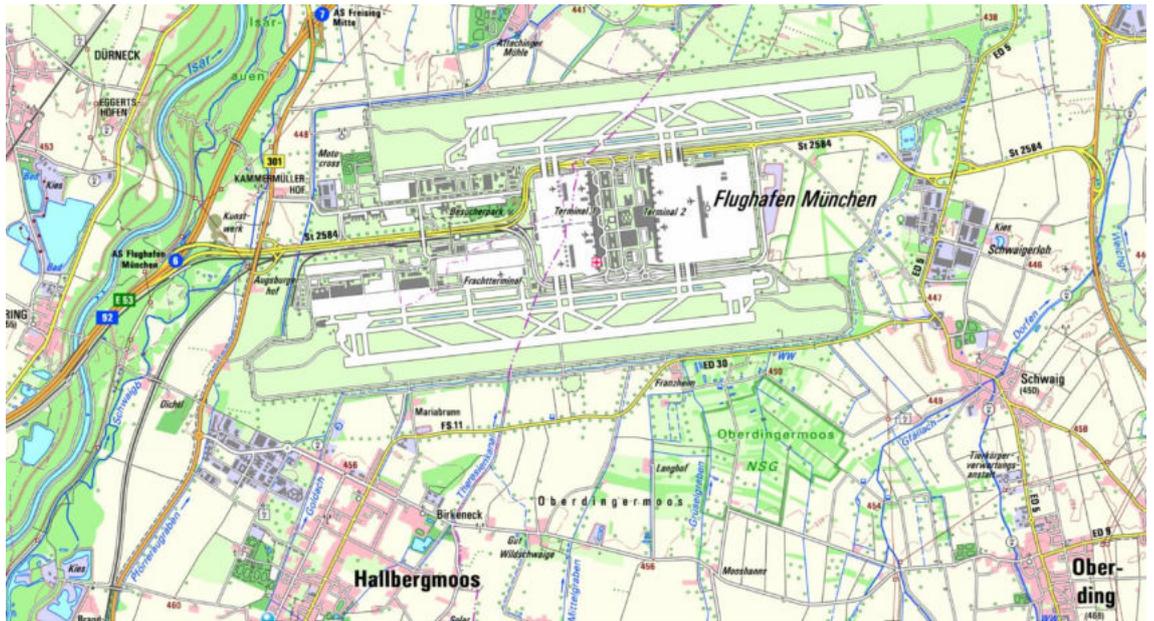


Abbildung 2. Orografie im Umgriff des Flughafens München [39].

2.2 Meteorologie am Standort

Der Berücksichtigung der meteorologischen Situation kommt im Rahmen von anlagenbezogenen Immissionsmessungen eine besondere Bedeutung zu, da die Ausbreitungsbedingungen anthropogen emittierter Spurenstoffe maßgeblich durch die meteorologische Situation der atmosphärischen Grenzschicht beeinflusst werden. Die Ausbreitungsbedingungen werden im Allgemeinen mit den Parametern Windrichtung und Windgeschwindigkeit sowie der Ausbreitungsklasse beschrieben.

Zur Beschreibung der meteorologischen Verhältnisse am Münchener Flughafen kann auf eine meteorologische Zeitreihe (AKTerm) der DWD-Station Flughafen München (Erdinger Moos) zurückgegriffen werden. Als das repräsentative Jahr für diese Station hat der Deutsche Wetterdienst (DWD) das Jahr 2012 ermittelt [41].

Abbildung 3 zeigt die Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Station Flughafen München für das Jahr 2012 [37]. Neben dem deutlich ausgeprägten Primärmaximum aus südwestlichen Richtungen zeigt die Häufigkeitsverteilung ein weniger stark ausgeprägtes Sekundärmaximum aus Nordost bis Ost. Somit werden die Schadstoffemissionen bevorzugt in nordöstliche bzw. südwestliche Richtungen verfrachtet. Höhere Windgeschwindigkeiten sind zum überwiegenden Teil an die südwestlichen Windrichtungen gekoppelt.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2,9 m/s.

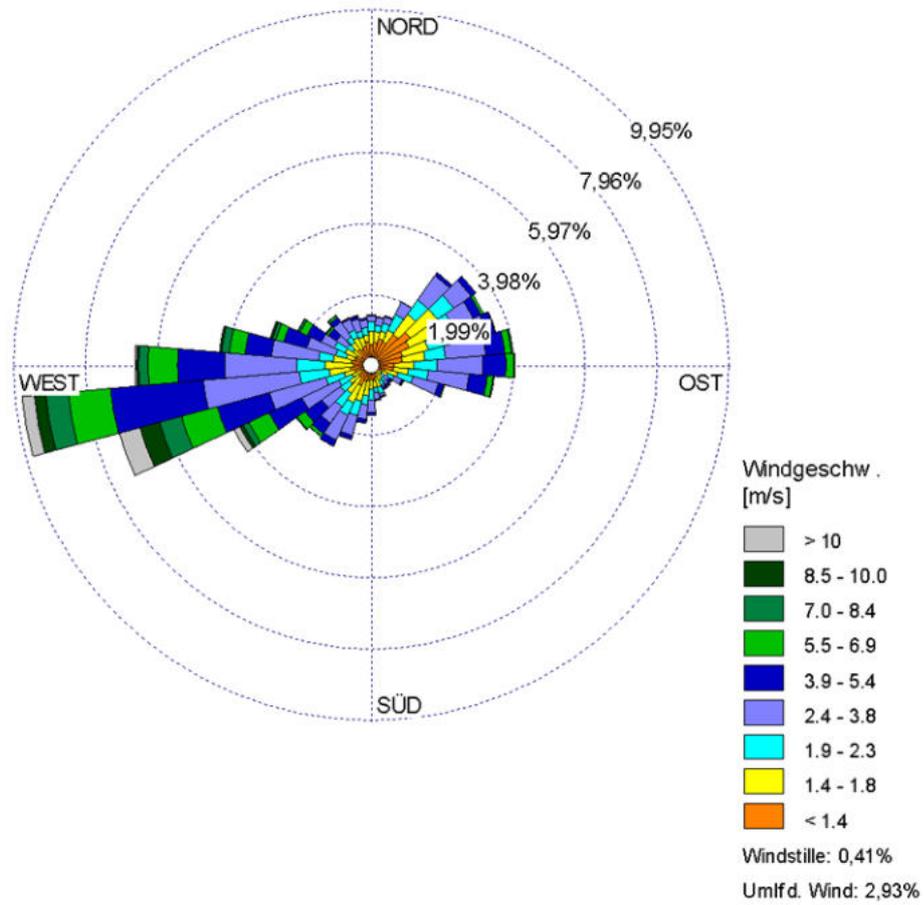


Abbildung 3. Windrichtungshäufigkeitsverteilung der DWD Station München Flughafen, 2012 [37].

3 Messdurchführung

3.1 Messorte der Immissionsmessungen

Die Flughafen München GmbH erteilte der Müller-BBM Industry Solutions GmbH (in der Rechtsnachfolge der Müller-BBM GmbH) als Messstelle nach § 29b BImSchG mit Wirkung ab 01.01.2003 den Auftrag zum Betrieb der Messstationen am Flughafen München.

Nach dem 21. Januar 2000 befand sich die Messstation Flughafen am Standort Schwaigerloh (LHY3). Zum 1. September 2003 wurde die Messstation Hallbergmoos Brandau (LHY4) am westlichen Rand des Flughafengeländes (in der Verlängerung der Start- und Landebahn Süd) mit einer kontinuierlichen NO_x-Messung in Betrieb genommen.

Am 22. Dezember 2004 wurde die Messstation Schwaigerloh (LHY3) nach Fertigstellung und Inbetriebnahme des Terminal 2 näher zum Kernbereich hin versetzt und als Messstation Allgemeine Luftfahrt bzw. Allg. LF (LHY6) wieder in Betrieb genommen.

Der Umbau des Heliports im Bereich der Allg. Luftfahrt erforderte den erneuten Umzug der Station LHY6 an einen Ersatzstandort. Dieser erfolgte Anfang Januar 2012. Die Station wurde in den Sicherheitsbereich an das östliche Ende der südlichen Start- und Landebahn versetzt. Der neue Name der Station lautet „Start- und Landebahn Südost“ (LHY7).

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Lage der Immissionsmessstationen, sowie deren Außenansicht, dargestellt.

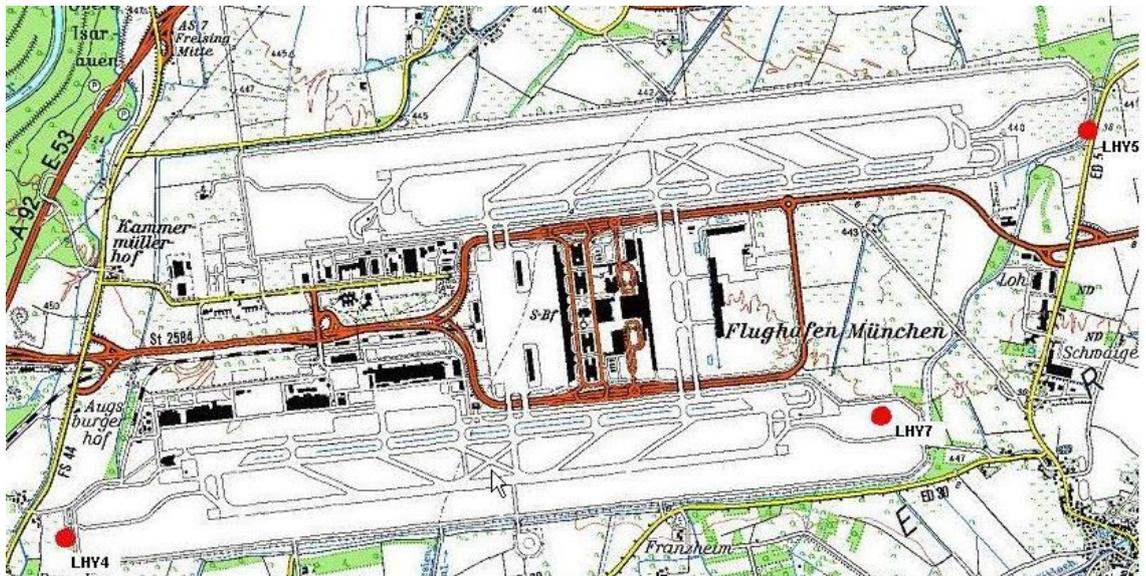


Abbildung 4. Lage der Messstationen [36].

In zwei weiteren Abbildungen sind die beiden Messstationen dargestellt.



Abbildung 5. Außenansicht der lufthygienischen Messstationen (oben LHY7, unten LHY4).

S:\MIPROJ\154\M154386\M154386_18_BER_1D.DOCX:06.10.2022

3.2 Messumfang – Messkomponenten – Messverfahren

Die Ausstattung der Hauptmessstation LHY7 wurde so gewählt, dass alle immissionsrelevanten Luftschadstoffe, die im Umfeld eines Flughafens entstehen können, erfasst werden. Dies beinhaltet die Messung der Partikel (PM₁₀, PM_{2,5} und deren Inhaltsstoffe), Stickstoffoxide, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Ozon, sowie der BTEX-Verbindungen und möglicher Kerosinbestandteile (n-Alkane).

In der Messstation LHY4 werden Stickstoffmonoxid und -dioxid erfasst, da Stickstoffdioxid als kritischster Immissionsparameter im Hinblick auf mögliche Grenzwertüberschreitungen angesehen werden kann.

Da der meteorologischen Situation bei der Ausbreitung von Luftschadstoffen eine wesentliche Bedeutung zukommt, werden die meteorologischen Randparameter auch an der Hauptmessstation LHY7 bestimmt. In den nachfolgenden Tabellen sind die Messkomponenten mit den dazugehörigen Messgeräten und Messverfahren der Messstationen LHY7 und LHY4 zusammengefasst [12] - [24].

Tabelle 2. Zusammenfassung der Messverfahren der Luftschadstoffe an der Messstation LHY7.

Parameter	Messgerät	Richtlinie/ Messprinzip	Messbereich	Ersatzwert
SO ₂	Horiba, APSA - 370	DIN EN 14212 UV-Absorption	0 – 1,4 mg/m ³	2 µg/m ³
CO	Horiba, APMA – 370	DIN EN 14626 NDIR	0 - 25 mg/m ³	0,05 mg/m ³
NO/ NO ₂	Horiba APNA 370	DIN EN 14211 Chemilumineszenz	0 - 1,35 mg/m ³ / 0 - 2,00 mg/m ³	1 µg/m ³ / 4 µg/m ³
O ₃	Horiba, APOA - 370	DIN EN 14625 UV-Absorption	0 - 0,5 mg/m ³	3 µg/m ³
Partikel (PM ₁₀)	Comde Derenda LVS 3.1/ PNS 16 bzw. Horiba, APDA 372	DIN EN 12341 Gravimetrie bzw. DIN EN 16450 Streulicht	0 - 1,0 mg/m ³	1 µg/m ³ Gravimetrie 1 µg/m ³ Streulicht
Partikel (PM _{2,5})	LVS 3.1/ PNS 16 Comde Derenda	Gravimetrie DIN EN 12341	>3 µg/m ³	1 µg/m ³ Gravimetrie
Benzol/ Toluol Xylole/ n-Alkane	aktive Probenahme und Analyse mit GC-MS gemäß DIN EN 14662, Teil 2	DIN EN 14662, Teil 2 GC / FID	-	relative Bestimmungsgrenze
Benzo(a)pyren im PM ₁₀	LVS 3.1/ PNS 16 Comde Derenda	GC/MS DIN EN 15549	-	relative Bestimmungsgrenze
Staubnieder- schlag	Bergerhoff – Gerät	VDI 4320, Bl. 2 Deposition	-	relative Bestimmungsgrenze

Tabelle 3. Zusammenfassung der meteorologischen Messverfahren der Messstation LHY7.

Parameter	Messgerät	Messprinzip	Messbereich	Unsicherheit
Temperatur	1.1005.54.161	Pt100	-30 - + 70 °C	± 0,2 °C
rel. Feuchte	1.1005.54.161	Kapazitiver Sensor	0 - 100 % rel. F.	± 2 % rel. F.
Windgeschwindigkeit	4.3324.32.061	Schalenstern	0,3 - 50 m/s	± 0,4 m/s
Windrichtung	4.3324.32.061	Windfahne	0 - 360°	± 2,5°
Luftdruck	3.1150.10.015	Piezo resistiv	800 – 1.060 hPa	± 1 hPa
Globalstrahlung	7.14150.00.000	Pyranometer GSM 10.7	0 – 1.300 W/m ²	± 10 %

Tabelle 4. Zusammenfassung der Messverfahren der Luftschadstoffe an der Messstation LHY4.

Parameter	Messgerät	Messprinzip	Messbereich	Ersatzwert
NO	Horiba, APNA 370	Chemilumineszenz	0 - 1,35 mg/m ³	1 µg/m ³
NO ₂			0 - 2,00 mg/m ³	4 µg/m ³
Benzol/ Toluol Xylol/ n-Alkane	aktive Probenahme und Analyse mit GC-MS gemäß DIN EN 14662, Teil 2	DIN EN 14662, Teil 2 GC / FID	-	relative Bestimmungs- grenze

Grundsätzlich werden für die Immissionsmessungen am Flughafen München eignungsgeprüfte Immissionsanalytoren verwendet. Zudem entsprechen die Messverfahren den Referenzmethoden der 39. BImSchV.

4 Beurteilungsgrundlagen

In den nachfolgenden Tabellen sind die wichtigsten Bezugsgrößen für die ermittelten Luftschadstoffe zusammengestellt. Wichtig sind in diesem Zusammenhang der Zeitbezug und der Verbindlichkeitscharakter der Größen. Die gasförmigen Messkomponenten werden auf Normbedingungen 293,15 K und 1013,25 hPa bezogen. Abweichend davon beziehen sich die Angaben bei Partikeln (PM₁₀ und PM_{2,5}) auf das tatsächlich abgesaugte Volumen bei Außenluftbedingungen [1], [2], [3].

Tabelle 5. Immissionswerte für Partikel PM₁₀.

Partikel (PM₁₀)				
Verordnung	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	50 µg/m ³	24 h-Mittelwert (≤ 35 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
TA Luft	50 µg/m ³	24 h-Mittelwert (≤ 35 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Tabelle 6. Immissionswerte für Partikel PM_{2,5}.

Partikel (PM_{2,5})				
Verordnung	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit; seit 1. Jan. 2015
TA Luft	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Tabelle 7. Immissionswerte für Staubniederschlag.

Staubniederschlag				
Verordnung	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
TA Luft	0,35 g/(m ² *d)	Jahresmittelwert	Grenzwert	Zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen

Tabelle 8. Immissionswerte für Kohlenmonoxid.

Kohlenmonoxid				
Verordnung	Immission- wert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	10 mg/m ³	8 h-Mittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Tabelle 9. Immissionswerte für Stickstoffdioxid.

Stickstoffdioxid				
Verordnung	Immissions- wert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	200 µg/m ³	1 h-Mittelwert; (≤ 18 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	400 µg/m ³	1-h-Mittelwert in drei aufeinanderfolgenden Stunden	Alarmschwelle	Risiko der Gesundheit der Gesamtbevölkerung
TA Luft	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	200 µg/m ³	1 h-Mittelwert; (≤ 18 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Tabelle 10. Immissionswerte für Schwefeldioxid.

Schwefeldioxid				
Verordnung	Immissions- wert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	350 µg/m ³	1 h-Mittelwert; (≤ 24 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	125 µg/m ³	24 h-Mittelwert (≤ 3 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	500 µg/m ³	1-h-Mittelwert in drei aufeinanderfolgenden Stunden	Alarmschwelle	Risiko der Gesundheit der Gesamtbevölkerung
TA Luft	50 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	125 µg/m ³	24 h-Mittelwert (≤ 3 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	350 µg/m ³	1 h-Mittelwert (≤ 24 Überschreitung/Jahr)	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Tabelle 11. Immissionswerte für Ozon.

Ozon				
Verordnung	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	120 µg/m ³	höchster 8 h-Mittelwert während eines Tages; ≤ 25 Überschr./Jahr, gemittelt über drei Jahre	Zielwert	seit 01. Jan 2010 (erstes Jahr des Mittelungszeitraumes), zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	120 µg/m ³	höchster 8 h-Mittelwert während eines Tages	langfristiges Ziel	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	180 µg/m ³	1 h-Mittelwert	Informationsschwelle	Risiko für Gesundheit besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen
	240 µg/m ³	1 h-Mittelwert	Alarmschwelle	Risiko der Gesundheit der Gesamtbevölkerung

Tabelle 12. Immissionswerte für Benzol.

Benzol				
Verordnung	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit
TA Luft	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Tabelle 13. Immissionswerte für Toluol.

Toluol				
Verordnung/Quelle	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
LAI	30 µg/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert	Zielwert für Staatliche Luftreinhalteplanung

Tabelle 14. Immissionswerte für Xylol.

Xylol				
Verordnung/Quelle	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
LAI	30 µg/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert	Zielwert für Staatliche Luftreinhalteplanung

Tabelle 15. Immissionswerte für Ethylbenzol.

Ethylbenzol				
Verordnung/Quelle	Immissionswert	Bezug	Verbindlichkeit	Bemerkung
LAI	880 µg/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert	1/100 AGW gemäß LAI 2004

Tabelle 16. Immissionswerte für n-Alkane.

Verordnung/ Quelle	Immissions- wert	Bezug	n-Alkane	
			Verbindlichkeit	Bemerkung
Umweltbun- desamt	0,2 mg/m ³ (C9 – C14 Alkane)	Jahresmittelwert	Orientierender Zielwert	Richtwert I (RW I) ¹⁾

- ¹⁾ Ausschuss für Innenraumrichtwerte, des Umweltbundesamtes.
Richtwert I (RW I) stellt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft dar, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist.

Tabelle 17. Immissionswerte für Benzo(a)pyren im PM₁₀.

Verordnung/ Quelle	Immissions- wert	Bezug	n-Alkane	
			Verbindlichkeit	Bemerkung
39. BImSchV	1 ng/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert	zum Schutz der menschlichen Gesundheit

5 Beurteilung der meteorologischen Situation im Messzeitraum

5.1 Meteorologische Situation im Jahr 2021

Die meteorologische Situation während der im Jahr 2021 am Flughafen München durchgeführten Immissionsmessungen kann aus lufthygienischer Sicht wie folgt zusammengefasst werden [40]:

Der Januar 2021 war in der ersten Monatshälfte von kalten Witterungsphasen mit frostigen Nächten geprägt. Im letzten Drittel des Januar 2021 gab es bis zum Monatsende ungewöhnlich milde Südwestanströmungen. Insgesamt war der Januar 2021 vergleichsweise sonnenscheinarm bei etwas zu geringen Niederschlagsmengen.

Der Februar 2021 zeigte sich trotz eines starken Temperaturabfalls zur Monatsmitte mit Tiefsttemperaturen bis -16 °C im Mittel etwas zu mild. Insbesondere die dritte Monatsdekade war von frühlingshaften Temperaturen geprägt. Die Sonne schien reichlich und sorgte mit 141 Sonnenstunden für einen überdurchschnittlich sonnenscheinreichen Februar. Der Großteil der Niederschläge trat vor allem bis zur Monatsmitte in Form von Schnee auf. In der zweiten Monatshälfte waren nur noch vereinzelt Niederschlagsereignisse in Form von Regen zu beobachten.

Die erste und dritte Monatsdekade im März 2021 zeigte sich deutlich zu trocken. Im Gegensatz dazu war die Monatsmitte von hohen Niederschlagsmengen mit Windgeschwindigkeiten bis zu 17 m/s geprägt. Ferner kam es im März 2021 zu großen Temperaturschwankungen. In der ersten und gegen Ende der zweiten Monatsdekade traten wiederholt mäßige Temperaturen mit Minusgraden auf. Zur dritten Dekade stiegen die Temperaturen kontinuierlich auf frühlingshafte bis frühsommerliche Werte an.

Nach einem warmen Start in den April 2021 drehte der Wind auf nordwestliche Richtungen und brachte kühle und trockene Luftmassen mit sich. Bis Mitte der dritten Dekade wechselten sich westliche bis nördliche Wetterlagen ab und es gab einen häufigen Wetterwechsel. Insgesamt war der April 2021 deutlich zu trocken und sonnenscheinreich bei gleichzeitig kühlen Temperaturen. So wurden an 13 Tagen Minusgrade mit Tiefsttemperaturen bis zu -6 °C registriert.

Der Mai 2021 war im Mittel deutlich zu kühl. Ursache war ein anhaltendes Tiefdruckgebiet, das kontinuierlich kalte und feuchte Atlantikluft mit sich brachte. Diese Luftmassen sorgten immer wieder für Starkregen, Sturmböen und teils kräftige Gewitter. Insgesamt verlief der Mai 2021 nicht nur zu kühl und niederschlagsreich, sondern auch deutlich zu sonnenscheinarm.

Die erste und dritte Dekade im Juni 2021 war von regelmäßig heranziehenden Gewittern, kräftigen Niederschlägen und Sturmböen geprägt. Zur Monatsmitte herrschte infolge eines Hochdruckgebietes aus östlichen Richtungen vor allem viel Sonnenschein mit teils hohen Temperaturen vor. So war der Juni 2021 in Deutschland der drittwärmste seit Beginn kontinuierlicher Wetteraufzeichnungen bei gleichzeitig sehr hohen Niederschlagsmengen.

Im Juli 2021 fielen mit 158 mm in etwa 40 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Vor allem die erste und dritte Monatsdekade war von teils heftigen und gewitterigen Niederschlägen geprägt. Bei sehr durchschnittlichen Temperaturen zeigte sich der Juli 2021 sogar etwas kühler und kaum sommerlicher als der Vormonat. Insgesamt war der Juli 2021 zu sonnenscheinarm und deutlich zu nass.

Der August 2021 war größtenteils von Tiefdruckgebieten geprägt, die zu häufigen Regenfällen, teils heftigen Gewittern und örtlich zu extremen Niederschlagsmengen führten. So gab es im August fast 50 % mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Das Temperaturniveau war insbesondere in der ersten und dritten Monatsdekade sehr mild für die Jahreszeit. Insgesamt war der August 2021 etwas zu kühl, sonnenscheinarm und extrem niederschlagsreich.

Im September 2021 dominierten vor allem Hochdruckwetterlagen, die für milde Temperaturen und sehr trockene Witterung sorgten. Über den gesamten Monat wurde mit 27 mm eine um 62 % geringere Niederschlagsmenge als im Mittel der Referenzperiode erfasst. Zudem sorgten Starkregenereignisse für eine unausgewogene Niederschlagsverteilung.

Der Oktober 2021 war von ruhigen Hochdruckwetterlagen mit teils sehr milden Luftmassen geprägt. Zu Beginn der ersten und dritten Dekade war es mit Temperaturen bis zu 23 °C sommerlich warm. Am 21. Oktober sorgte ein Herbststurm für Windgeschwindigkeiten bis zu 17 m/s. Insgesamt war der Oktober 2021 zu niederschlagsarm bei überdurchschnittlichen Sonnenstunden.

Der November 2021 stand größtenteils unter Hochdruckeinfluss und sorgte so weitestgehend für trockene Witterungsverhältnisse. Gleichzeitig dominierten immer wieder Inversionswetterlagen mit zähem Hochnebel bei meist einstelligen Temperaturen. Der Monat endete mit stürmischer Witterung und hohen Windgeschwindigkeiten. Daraus resultierte insgesamt ein sonnenscheinarmer, trockener und kühler November 2021.

Einerseits stand der Dezember 2021 unter dem Einfluss wolkenreicher und relativ milder Luftmassen, andererseits zeigte sich die Sonne insbesondere zu Beginn der dritten Dekade verhältnismäßig häufig. Vor allem am Anfang und gegen Ende des Monats gab es Schneefall und teils gefrierenden Regen. Insgesamt war der Dezember 2021 zu warm bei durchschnittlichen Niederschlagsmengen und ausgewogenen Sonnenscheinstunden.

Zusammenfassend kann das Jahr 2021 als deutlich zu feucht und durchschnittlich warm bezeichnet werden. Aus lufthygienischer Sicht war das Jahr 2021 aufgrund ausbleibender Inversionswetterlagen und feuchter Witterung zwischen Mai bis August tendenziell günstig.

5.2 Windrichtung- und -geschwindigkeit

In der nachfolgenden Abbildung 6 ist die Windrichtungsverteilung an der Luftgütemessstation LHY7 im Kalenderjahr 2021 dargestellt.

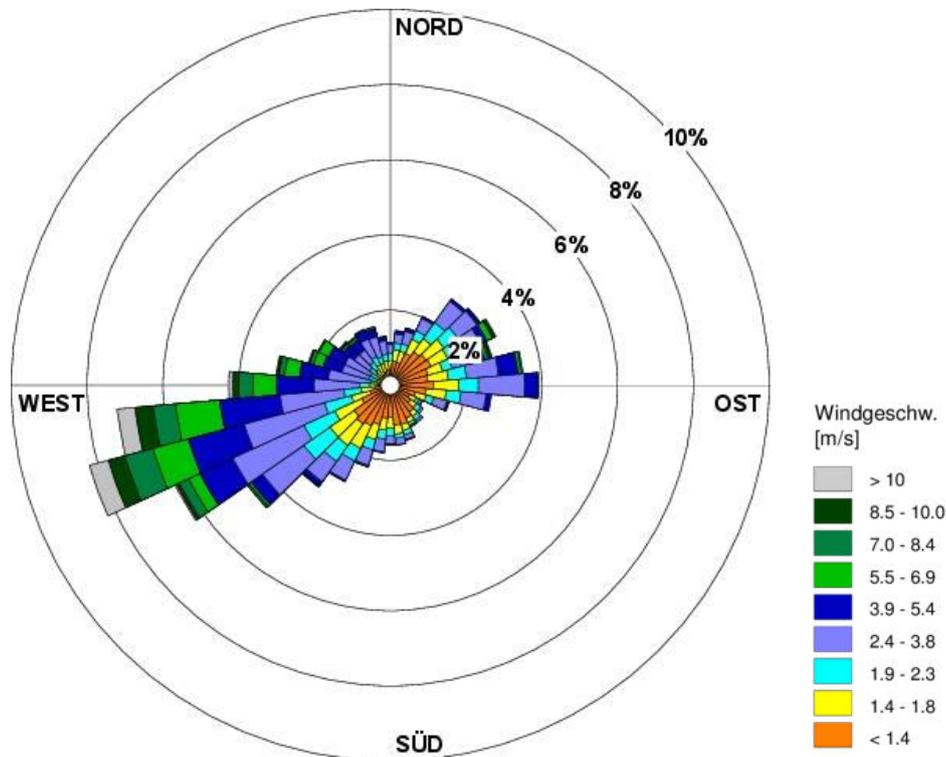


Abbildung 6. Windrichtungsverteilung an der Luftgütemessstation LHY7 am Flughafen München im Kalenderjahr 2021.

Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung und -geschwindigkeit für das Kalenderjahr 2021 zeigt ein Primärmaximum aus westlichen bis südwestlichen und ein Sekundärmaximum aus östlichen bis nordöstlichen Richtungen. Insgesamt zeigt sich bei der Windrichtungshäufigkeitsverteilung im Messzeitraum 2021 eine gute Übereinstimmung zum repräsentativen Jahr 2012. Der Anteil an Schwachwinden (Kalmern) betrug 6,7 %.

Die Windrichtungsverteilung im Messzeitraum 2021 ist im Wesentlichen durch die Lage am nördlichen Rand der Münchener Schotterebene geprägt. Es zeigt sich grundsätzlich eine gute Übereinstimmung zur überregionalen Windrichtungsverteilung, die durch die DWD-Station München-Flughafen repräsentiert wird. Im Gegensatz zur langjährigen überregionalen Windverteilung wurde im Messzeitraum eine insgesamt stärker gefächerte Windrichtungsverteilung und weniger Westwind bestimmt.

Im Anhang (vgl. 9.1) sind zudem die Windrichtungsverteilungen der jeweiligen Kalendermonate Januar 2021 bis Dezember 2021 dargestellt. Auf Grundlage dieser monatlichen Windverteilung können die Luftschadstoffkonzentrationen in Form der Monatsmittelwerte bewertet werden.

Zusammenfassend lagen der Januar, März, Mai Juli, August, November und Dezember 2021 im Einfluss teils kräftiger West- bis Südwestwinde. Im Februar wurden deutlich ausgeprägte Ostwindperioden registriert. In den Monaten April, Juni, September und Oktober 2021 wurden neben Südwestanströmungen auch typische Ost- bzw. Nordostwetterlagen registriert. Typische langanhaltende, winterliche Hochdruckwetterlagen waren 2021 nicht zu verzeichnen.

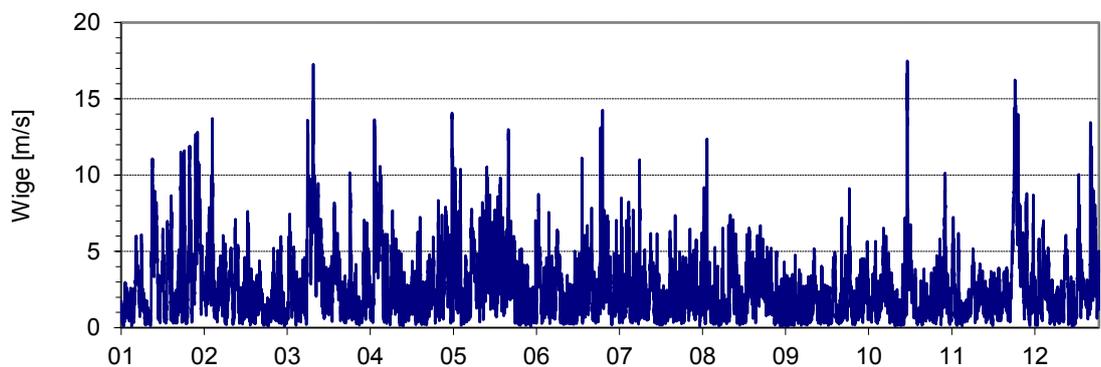


Abbildung 7. Verlauf der Windgeschwindigkeit für das Kalenderjahr 2021.

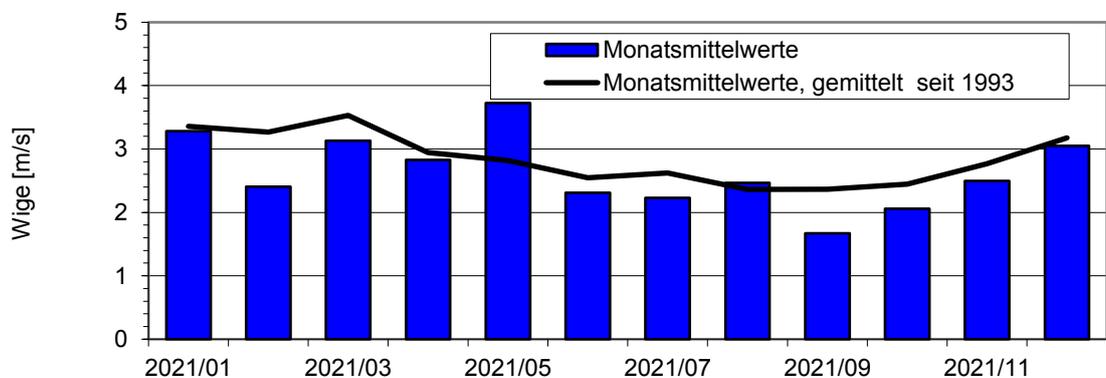


Abbildung 8. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für die Windgeschwindigkeit.

5.3 Relative Feuchte

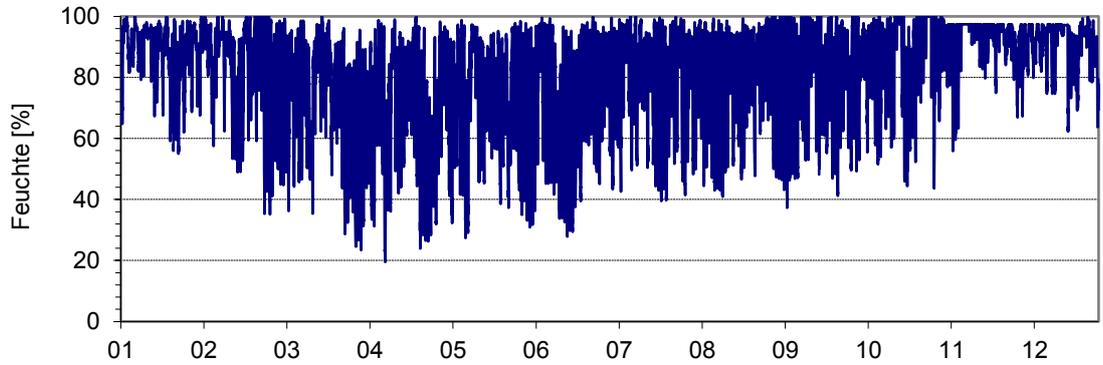


Abbildung 9. Verlauf der relativen Feuchte für das Kalenderjahr 2021 (Halbstundenmittelwerte).

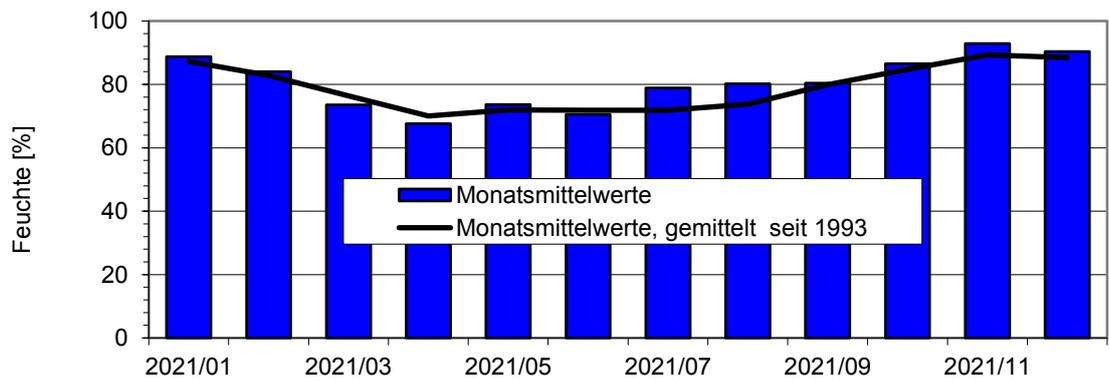


Abbildung 10. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für die rel. Feuchte.

5.4 Luftdruck

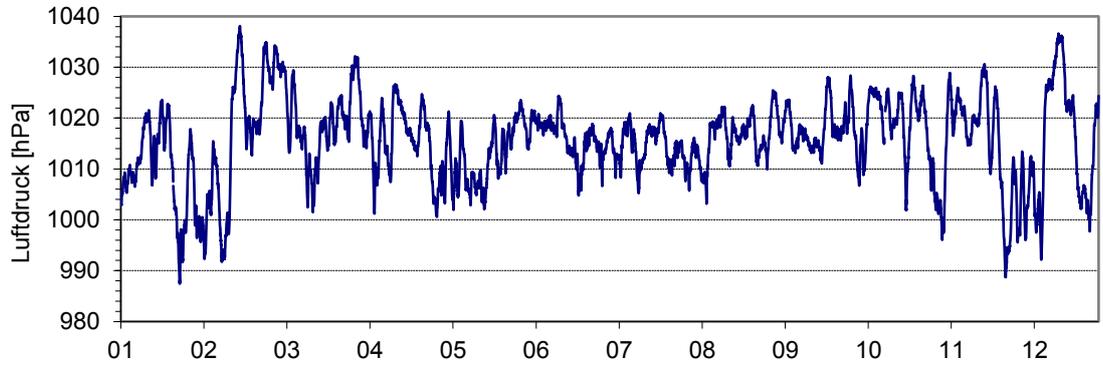


Abbildung 11. Verlauf des Luftdruckes für das Kalenderjahr 2021 (Halbstundenmittelwerte).

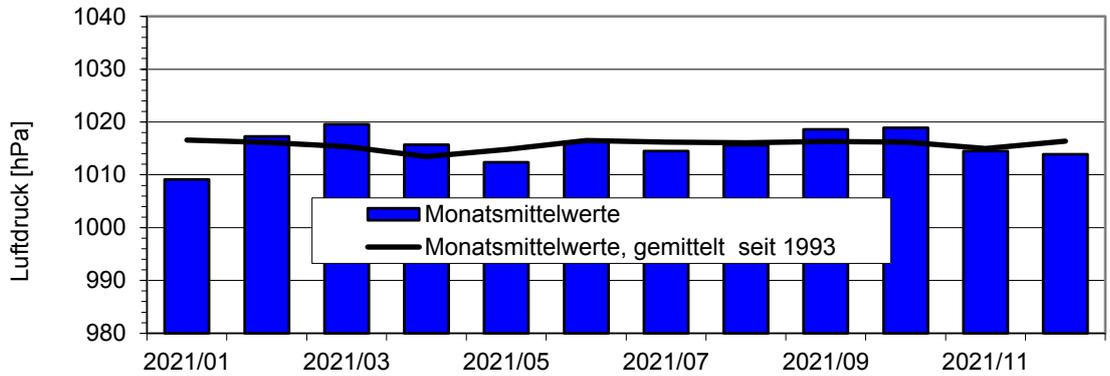


Abbildung 12. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für den Luftdruck.

5.5 Temperatur

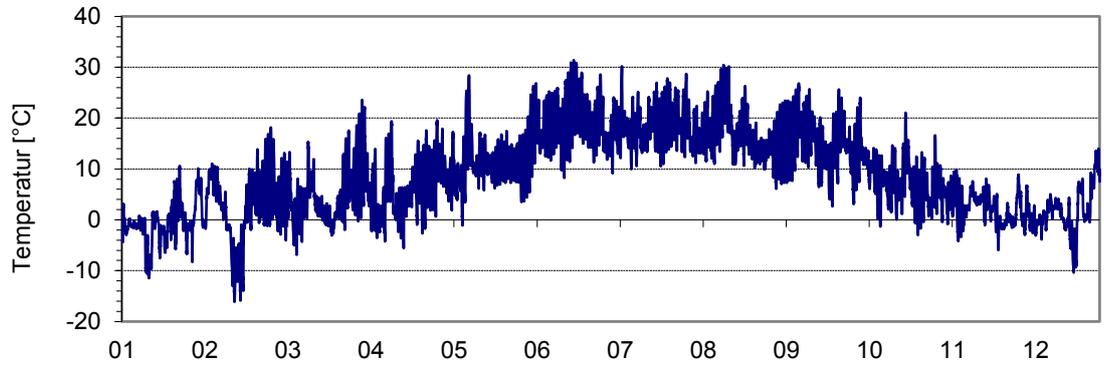


Abbildung 13. Verlauf der Temperatur für das Kalenderjahr 2021 (Halbstundenmittelwerte).

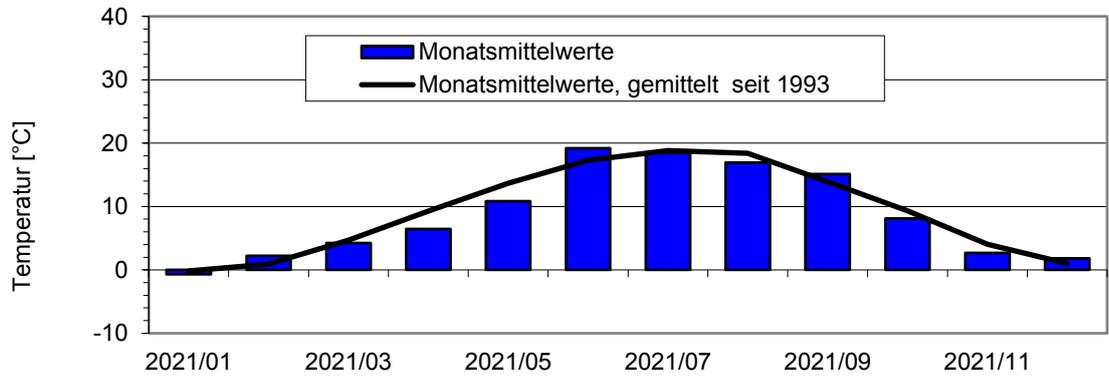


Abbildung 14. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für die Temperatur.

5.6 Globalstrahlung

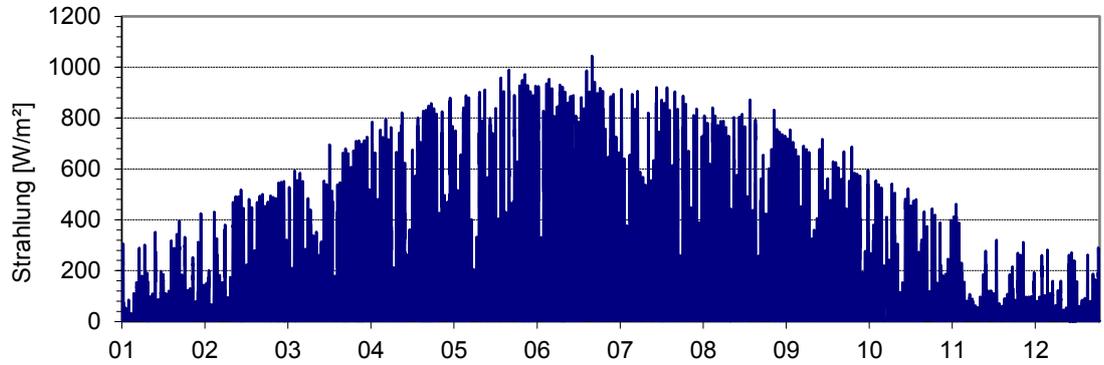


Abbildung 15. Verlauf der Globalstrahlung für das Kalenderjahr 2021 (Halbstundenmittelwert).

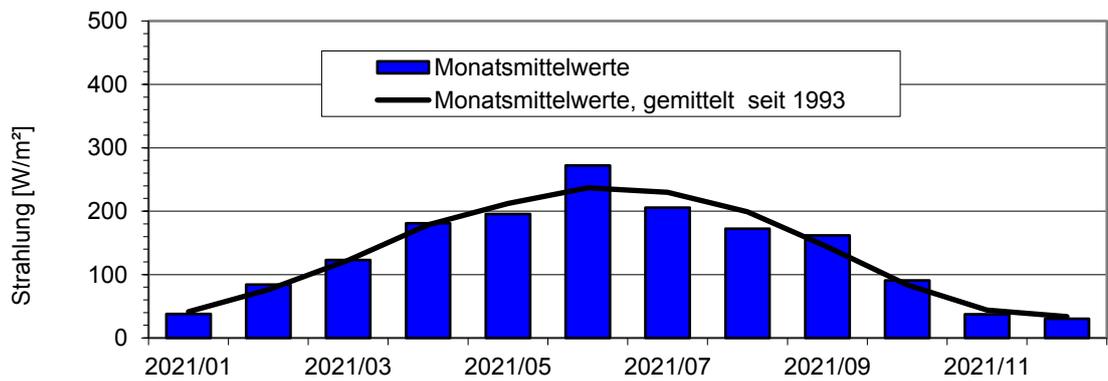


Abbildung 16. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für die Globalstrahlung.

6 Ergebnisse der Immissionsmessungen 2021

6.1 Jahreskenngrößen der Luftschadstoffmessstation – Übersicht

Die statistischen Kenngrößen für SO₂, CO, O₃, NO und NO₂ wurden aus den Halbstundenmittelwerten berechnet. Für die organischen Komponenten (Benzol, Toluol, p-,m-,o-Xylol, Ethylbenzol, n-Alkane) erfolgt die Ermittlung des Jahresmittelwertes und der Maximalwerte über Wochenmittelwerte der diskontinuierlichen Probenahmen. Beim PM₁₀ erfolgte die Berechnung auf Basis von Halbstundenmittelwerten und späterer Kalibrierung der Messwerte durch das Referenzmessverfahren (vgl. 6.9.2). Die PM_{2,5}-Konzentration wurde auf Basis von Tagesmittelwerten ermittelt. Für Benzo(a)pyren erfolgt die Berechnung des Jahresmittelwertes über Monatsmischproben der PM₁₀-Fraktion bzw. für die Staubdeposition auf Grundlage von Monatsbeprobungen.

Tabelle 18. Jahresmittel- und Maximalwerte der Messstation LHY7 für das Kalenderjahr 2021.

Messkomponente	Einheit	Jahresmittelwert	max. 1h-Mittelwert	max. 8h-Mittelwert	max. Tagesmittelwert	max. Wochenmittelwert
SO ₂	µg/m ³	2	11	-	3	-
CO	mg/m ³	0,23	-	0,55	-	-
NO	µg/m ³	3	-	-	-	-
NO ₂	µg/m ³	12	62	-	-	-
O ₃	µg/m ³	49	163	153	-	-
PM ₁₀	µg/m ³	10	-	-	49	-
PM _{2,5}	µg/m ³	8	-	-	-	-
Benzol	µg/m ³	0,50	-	-	-	1,4
Toluol	µg/m ³	0,57	-	-	-	1,6
pm-Xylol	µg/m ³	0,35	-	-	-	1,0
o-Xylol	µg/m ³	0,13	-	-	-	0,3
Ethylbenzol	µg/m ³	0,12	-	-	-	0,33
Summe n-Alkane	µg/m ³	0,77	-	-	-	2,7
Benzo(a)pyren	ng/m ³	0,10	-	-	-	-

Tabelle 19. Jahresmittel- und Maximalwerte der Messstation LHY4 für das Kalenderjahr 2021.

Messkomponente	Einheit	Jahresmittelwert	max. 1h-Mittelwert	max. 8h-Mittelwert	max. Tagesmittelwert	max. Wochenmittelwert
NO	µg/m ³	5	-	-	-	-
NO ₂	µg/m ³	15	73	-	-	-
Benzol	µg/m ³	0,47	-	-	-	1,2
Toluol	µg/m ³	0,59	-	-	-	1,2
pm-Xylol	µg/m ³	0,34	-	-	-	0,8
o-Xylol	µg/m ³	0,12	-	-	-	0,3
Ethylbenzol	µg/m ³	0,11	-	-	-	0,29
Summe n-Alkane	µg/m ³	0,57	-	-	-	1,1
Benzo(a)pyren	ng/m ³	0,10	-	-	-	-

6.2 Schwefeldioxid –SO₂ (LHY7)

Die Verfügbarkeit der SO₂-Messung im Jahr 2021 an der LHY7 betrug 97 %. Der Jahresmittelwert von 2 µg/m³ liegt im Bereich der Konzentrationen der Vorjahre. Ein Jahresgang ist aufgrund des sehr niedrigen Immissionsniveaus nicht zu erkennen. Der Stundengrenzwert von 350 µg/m³ und der Tagesgrenzwert von 125 µg/m³ gemäß 39. BImSchV wurden deutlich unterschritten. In 97 % aller erfassten Halbstundenmittelwerte wurden Konzentrationen kleiner der Bestimmungsgrenze von 2 µg/m³ registriert.

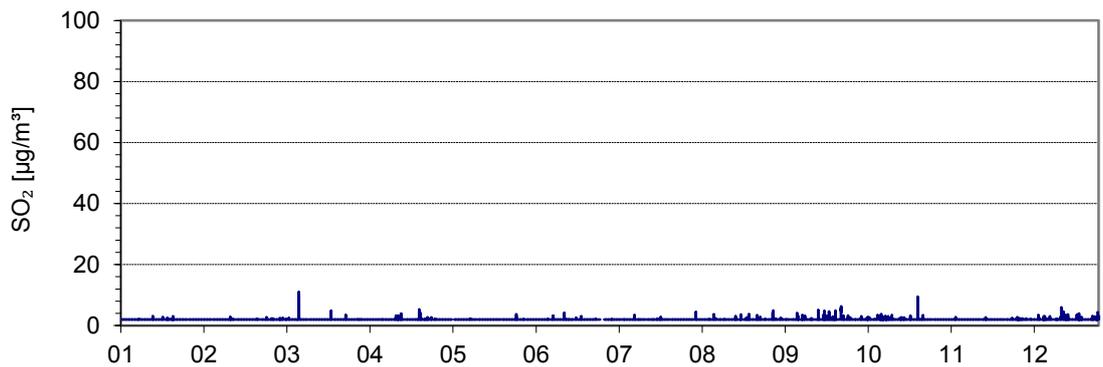


Abbildung 17. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von SO₂ für das Kalenderjahr 2021.

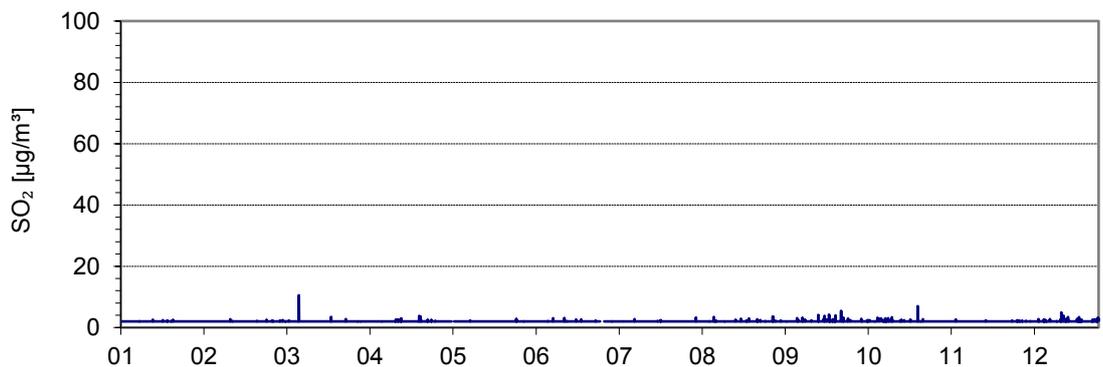


Abbildung 18. Verlauf der Stundenmittelwerte von SO₂ für das Kalenderjahr 2021.

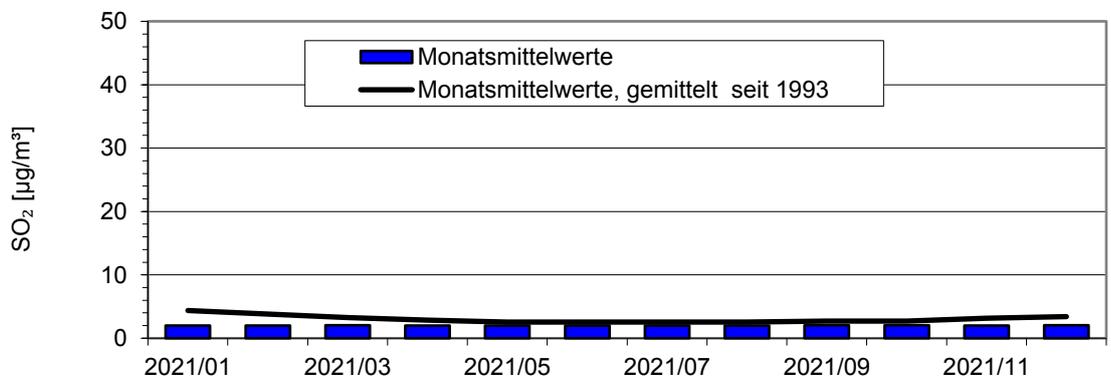


Abbildung 19. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für SO₂.

Tabelle 20. SO₂-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021.

LHY7	Mittelwert SO ₂ µg/m ³	39. BImSchV
Januar	2	
Februar	2	
März	2	
April	2	
Mai	2	
Juni	2	
Juli	2	
August	2	
September	2	
Oktober	2	
November	2	
Dezember	2	
Jahresmittelwert	2	
Max. 1h-Mittelwert	11	
Max. TMW	3	
1h-Mittelwert >350 µg/m³	0	24¹⁾
TMW >125 µg/m³	0	3²⁾
Verfügbarkeit %	97	

¹⁾ maximaler 1h-Mittelwert von 350 µg/m³ mit 24 zulässigen Überschreitungen gemäß 39. BImSchV

²⁾ maximaler Tagesmittelwert von 125 µg/m³ mit 3 zulässigen Überschreitungstagen gemäß 39. BImSchV

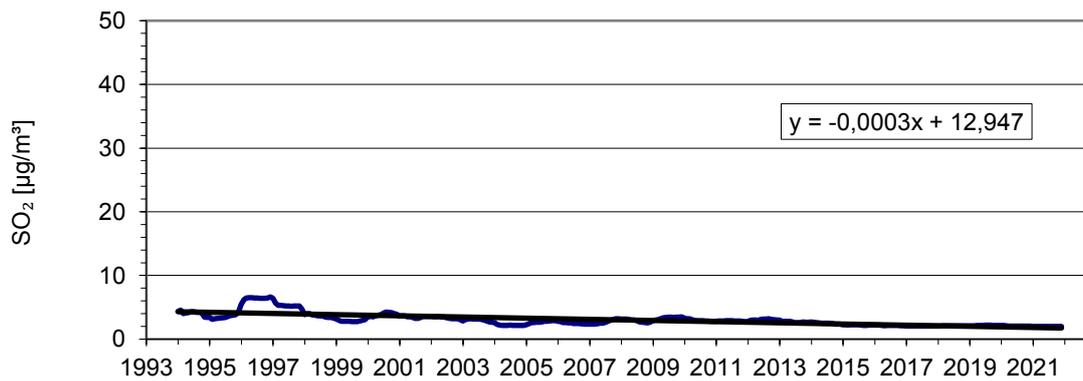


Abbildung 20. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1993 und langjähriger Trend für SO₂.

6.3 Kohlenmonoxid – CO (LHY7)

Die Datenverfügbarkeit der CO-Konzentration für das Kalenderjahr 2021 betrug 98 %.

Die CO-Konzentrationen liegen auf dem Niveau der Vorjahre. Die höchsten CO-Konzentrationen wurden typischerweise über die Wintermonate gemessen. Der maximale Achtstundenmittelwert für 2021 betrug $0,55 \text{ mg/m}^3$ und liegt somit deutlich unterhalb des zulässigen Immissionsgrenzwertes gemäß 39. BImSchV als höchster Achtstundenmittelwert von 10 mg/m^3 .

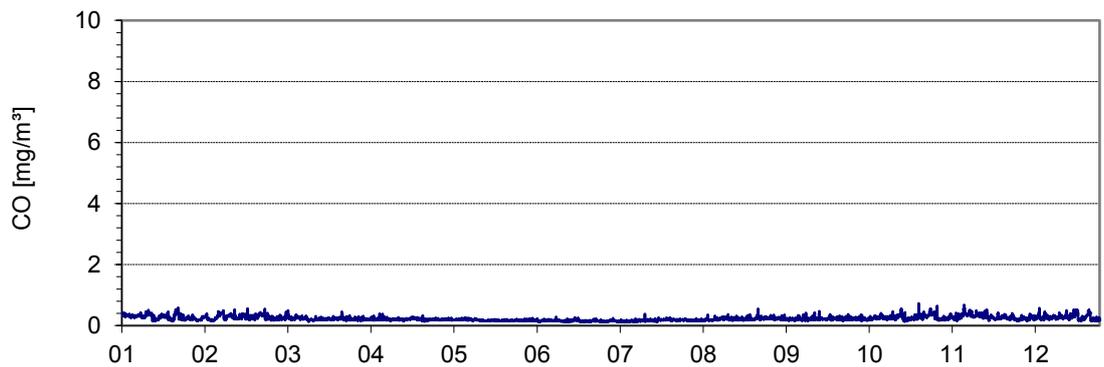


Abbildung 21. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von CO für das Kalenderjahr 2021.

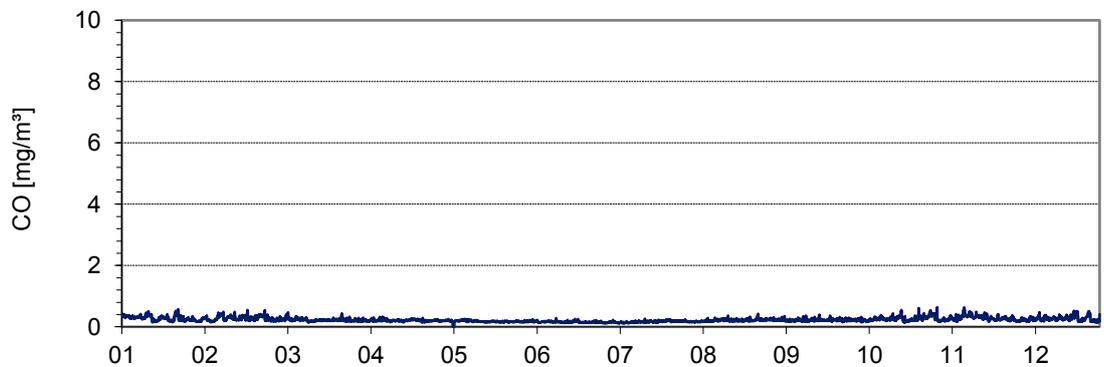


Abbildung 22. Verlauf der Stundenmittelwerte von CO für das Kalenderjahr 2021.

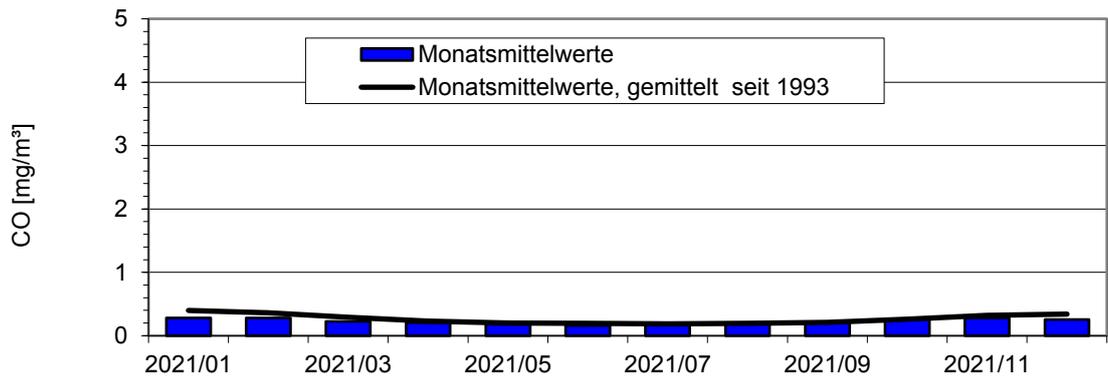


Abbildung 23. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für CO.

Tabelle 21. CO-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021.

LHY7	Mittelwert CO mg/m ³	39. BImSchV
Januar	0,28	
Februar	0,28	
März	0,23	
April	0,20	
Mai	0,18	
Juni	0,16	
Juli	0,17	
August	0,21	
September	0,22	
Oktober	0,26	
November	0,28	
Dezember	0,26	
Jahresmittelwert	0,23	-
Max. 8h-Mittelwert	0,55	10¹⁾
Verfügbarkeit %	98	

¹⁾ 8h-Immissionsgrenzwert

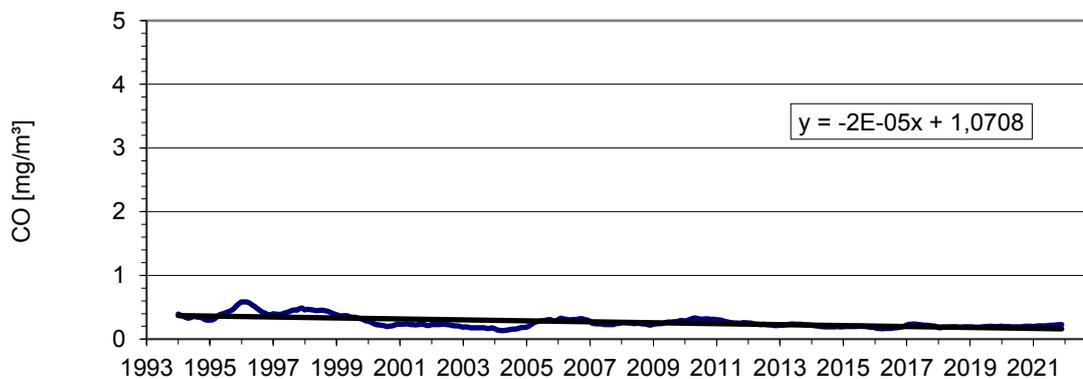


Abbildung 24. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1993 und langjähriger Trend für CO.

6.4 Stickstoffmonoxid – NO LHY7 und LHY4)

6.4.1 LHY7

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung betrug im Berichtsjahr 98 %.

Die NO-Konzentrationen an der LHY7 sind, wie auch bereits in den Vorjahren festgestellt, im Vergleich zu den Messjahren 2005 – 2012 deutlich gesunken. Dies kann auf den Umzug der Messstation in den Sicherheitsbereich und den bundesweit rückläufigen Trend zurückgeführt werden. Im Winterhalbjahr wurden erwartungsgemäß die höchsten NO –Konzentrationen erfasst.

Der für das Jahr 2021 bestimmte NO-Jahresmittelwert beträgt $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für den Parameter NO gibt es laut 39. BImSchV keinen Immissionsgrenzwert.

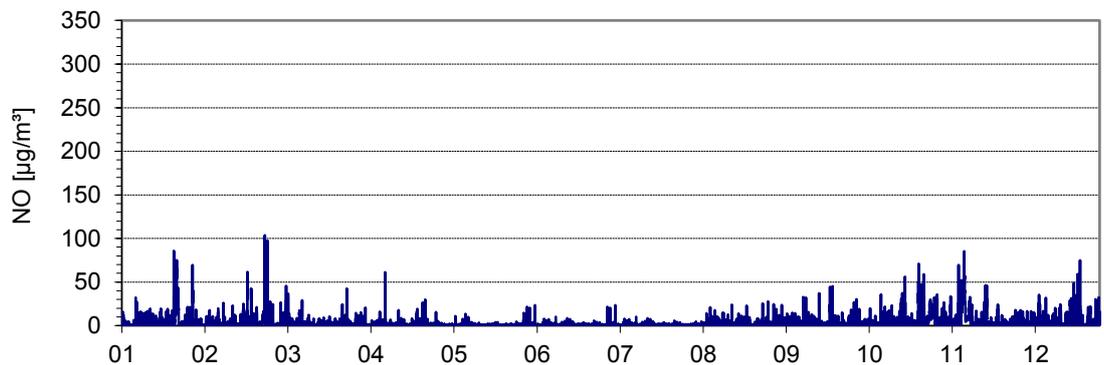


Abbildung 25. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von NO (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

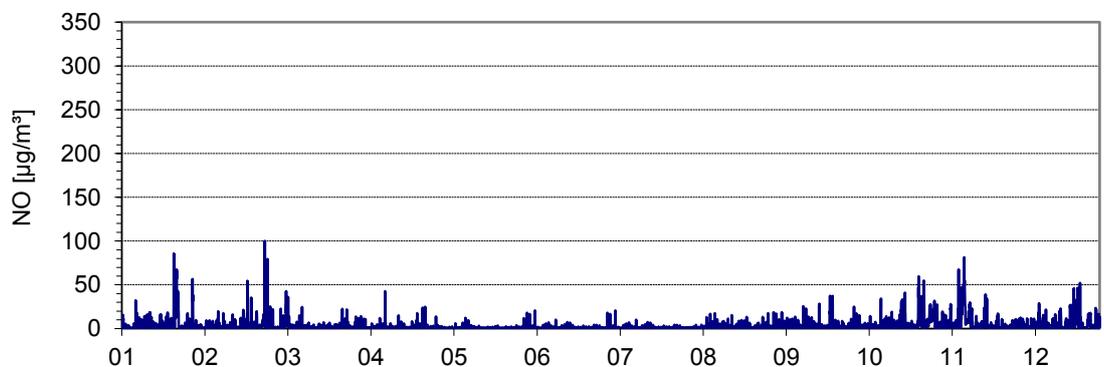


Abbildung 26. Verlauf der Stundenmittelwerte von NO (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

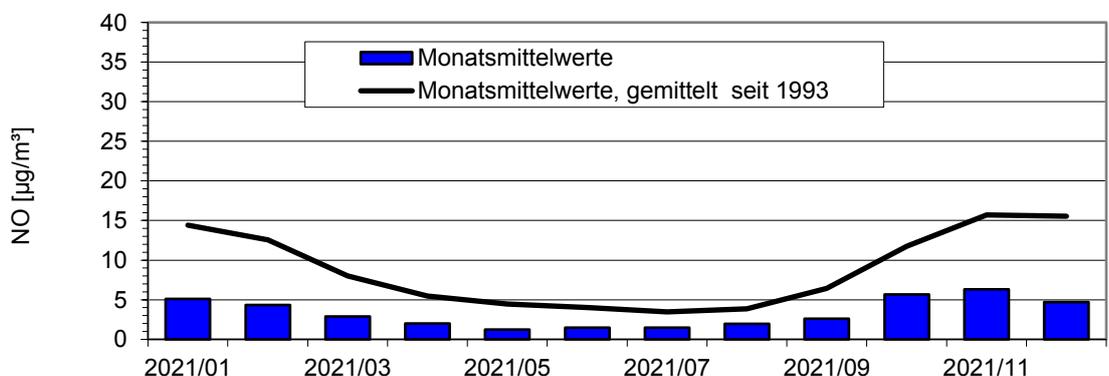


Abbildung 27. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für NO (LHY7).

Tabelle 22. NO-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert NO µg/m³	39. BImSchV µg/m³
Januar	5	
Februar	4	
März	3	
April	2	
Mai	1	
Juni	1	
Juli	1	
August	2	
September	3	
Oktober	6	
November	6	
Dezember	5	
Jahresmittelwert	3	-
Max. Stundenmittelwert	100	
Verfügbarkeit %	98	

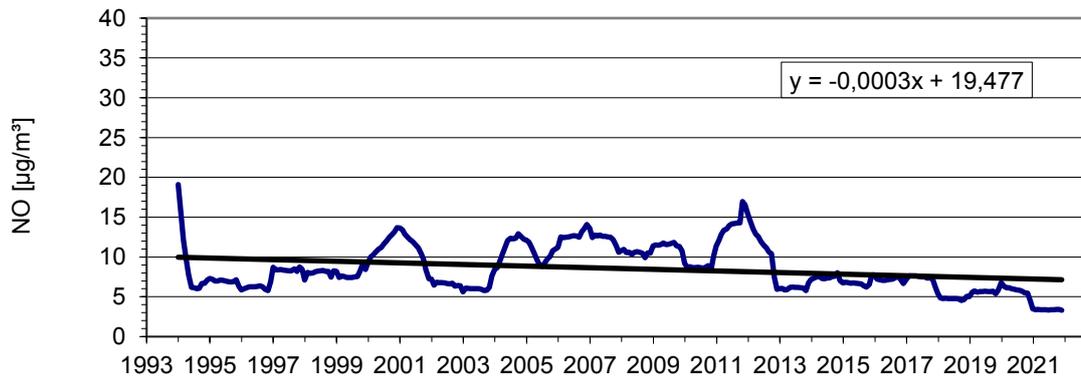


Abbildung 28. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1993 und langjähriger Trend für NO (LHY7).

6.4.2 LHY4

Die Verfügbarkeit der NO-Messeinrichtung an der Messstation LHY4 betrug im Berichtsjahr 98 %.

Der Jahresmittelwert 2021 für NO an der LHY4 liegt mit $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb des Jahresmittelwertes aus 2020 ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 wurden an der LHY4 im Jahresmittel etwa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höhere NO-Konzentrationen ermittelt. Der Konzentrationsunterschied befindet sich im Bereich der Messunsicherheit.

Wie auch an der LHY7 wurden an der LHY4 im Winterhalbjahr die höchsten NO-Konzentrationen bestimmt.

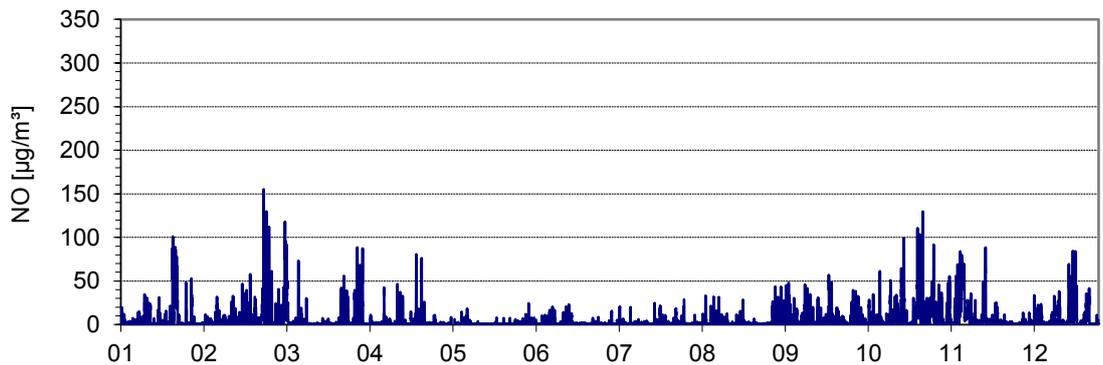


Abbildung 29. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von NO (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

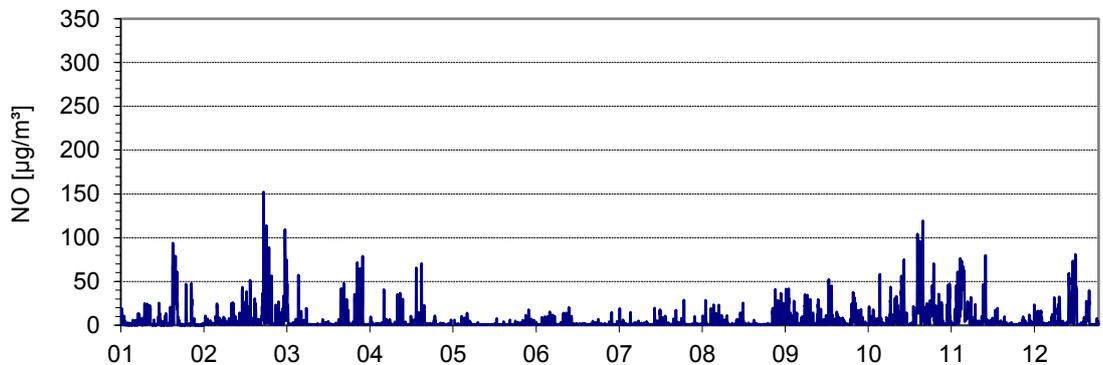


Abbildung 30. Verlauf der Stundenmittelwerte von NO (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

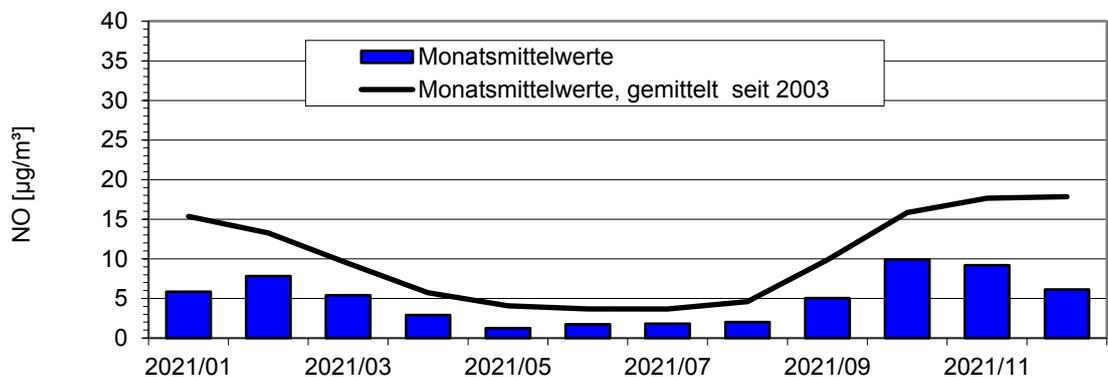


Abbildung 31. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2003 für NO (LHY4).

Tabelle 23. NO-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert NO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39. BImSchV $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	6	
Februar	8	
März	5	
April	3	
Mai	1	
Juni	2	
Juli	2	
August	2	
September	5	
Oktober	10	
November	9	
Dezember	6	
Jahresmittelwert	5	-
Max. Stundenmittelwert	152	
Verfügbarkeit %	98	



Abbildung 32. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 2003 und langjähriger Trend für NO (LHY4).

6.5 Stickstoffdioxid – NO₂ LHY7 und LHY4)

6.5.1 LHY7

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messeinrichtung betrug im Berichtsjahr 98 %.

Der Jahresmittelwert für NO₂ an der LHY7 ist mit 12 µg/m³ geringer als der Jahresmittelwert aus 2020 (14 µg/m³). Im Vergleich zu den Vorjahren ist die NO₂-Konzentration deutlich gesunken. Dies kann vor allem auf den Umzug der Messstation in den Sicherheitsbereich, die rückläufigen Hintergrundkonzentrationen und auf die geringen Flugzahlen durch die Corona-Pandemie zurückgeführt werden. Die höchsten Monatsmittelwerte an der Hauptmessstation LHY7 wurden für NO₂ typischerweise im Winterhalbjahr registriert.

Die maximale NO₂-Konzentration in der Stunde betrug im Kalenderjahr 2021 62 µg/m³.

Der über ein Kalenderjahr sowie über eine volle Stunde gemittelte Immissionsgrenzwert nach 39. BImSchV wurde deutlich unterschritten.

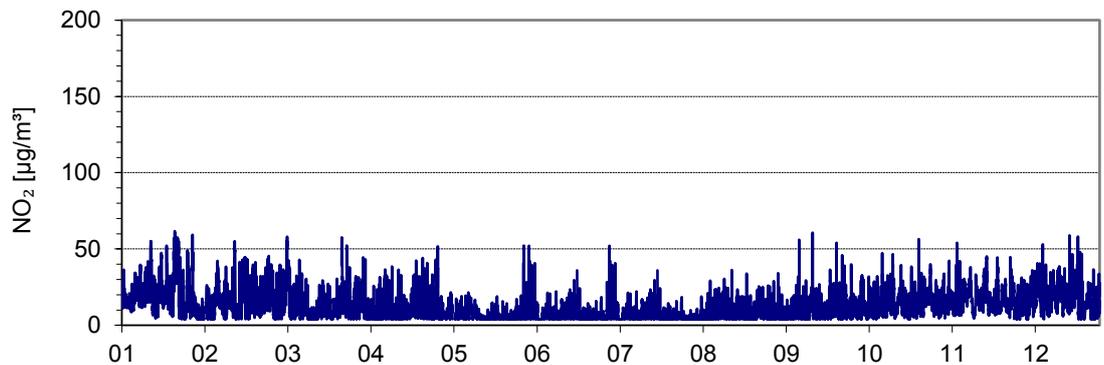


Abbildung 33. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von NO₂ (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

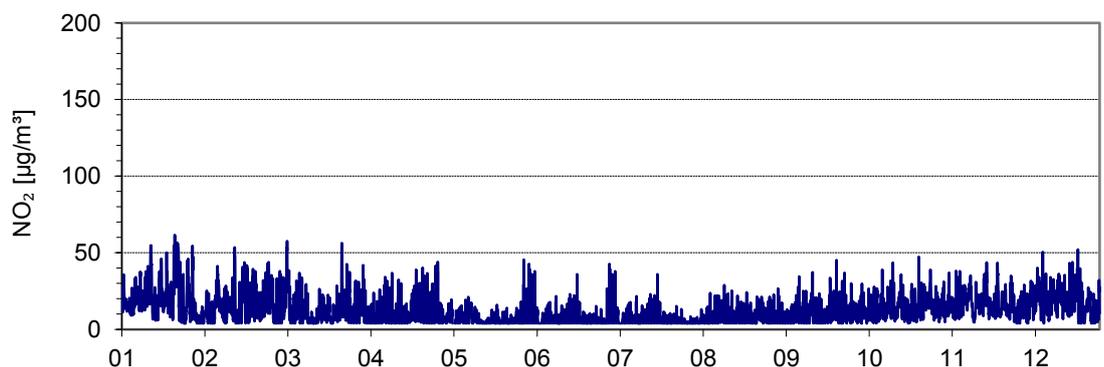


Abbildung 34. Verlauf der Stundenmittelwerte von NO₂ (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

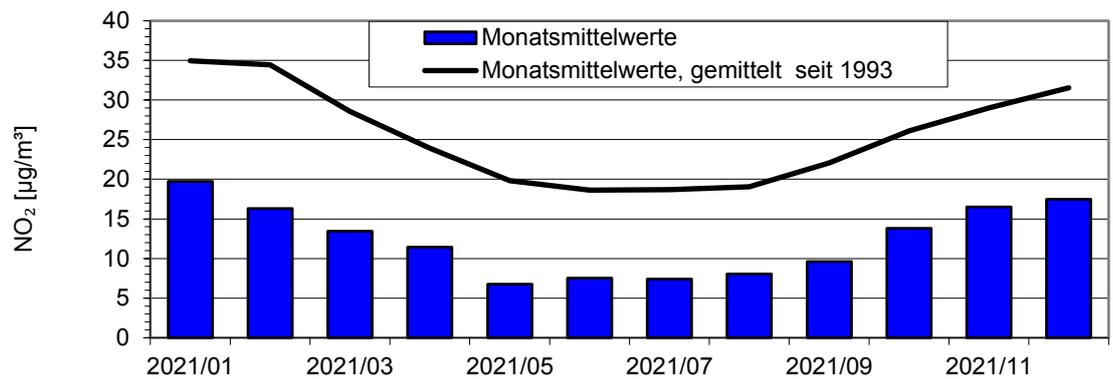


Abbildung 35. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1993 für NO₂ (LHY7).

Tabelle 24. NO₂-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert NO ₂ µg/m ³	39. BImSchV µg/m ³
Januar	20	
Februar	16	
März	13	
April	11	
Mai	7	
Juni	8	
Juli	7	
August	8	
September	10	
Oktober	14	
November	17	
Dezember	17	
Jahresmittelwert	12	40¹⁾
Max. Stundenmittelwert	62	
1h-Mittelwert > 200 µg/m³	0	18²⁾
Verfügbarkeit %	98	

¹⁾ Jahresimmissionswert

²⁾ Max. Stundenmittelwert von 200 µg/m³ mit 18 zul. Überschreitungen

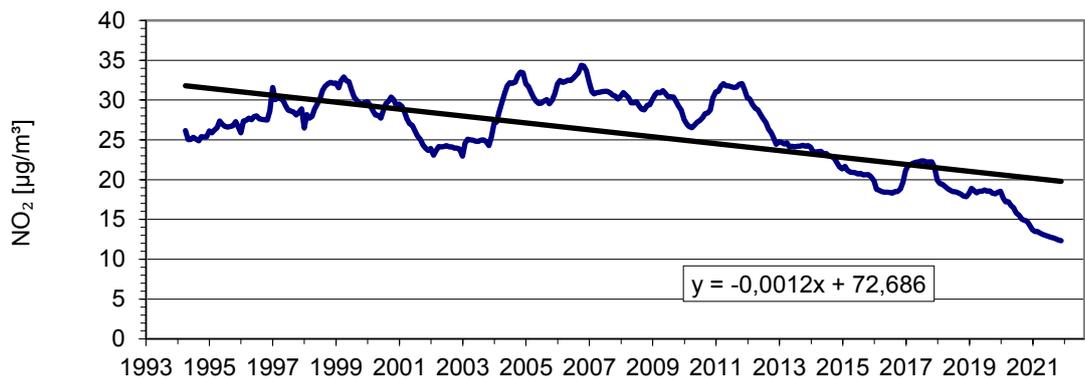


Abbildung 36. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1993 und langjähriger Trend für NO₂ (LHY7).

6.5.2 LHY4

Die Verfügbarkeit der NO₂-Messeinrichtung an der LHY4 betrug im Kalenderjahr 2021 98 %.

Der NO₂-Jahresmittelwert für 2021 an der LHY4 beträgt 15 µg/m³ und liegt damit auf Niveau des Jahresmittelwertes aus 2020 (15 µg/m³). Die höchsten Monatsmittelwerte wurden dabei erwartungsgemäß wie an der Hauptmessstation LHY7 im Winterhalbjahr bestimmt.

Der maximale Stundenmittelwert für NO₂ im Jahr 2021 betrug 73 µg/m³. Wie auch am Messort LHY7 wurden am Messort LHY4 alle Immissionsgrenzwerte für NO₂ gemäß 39. BImSchV deutlich unterschritten.

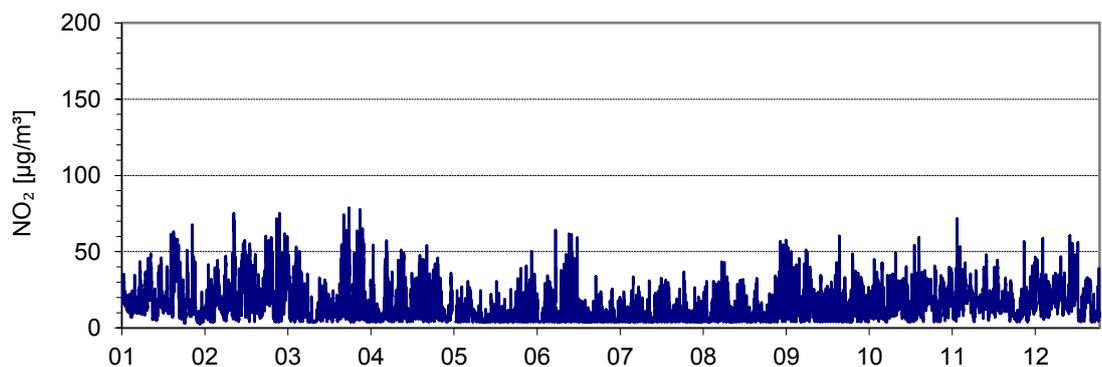


Abbildung 37. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von NO₂ (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

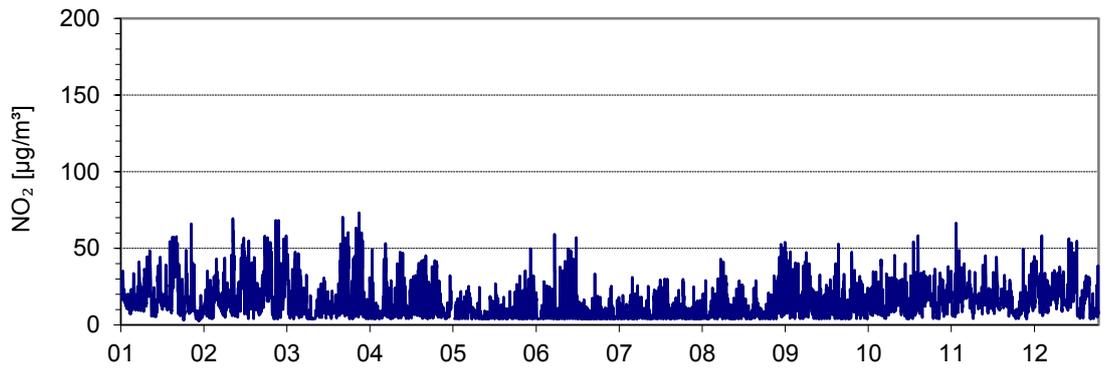


Abbildung 38. Verlauf der Stundenmittelwerte von NO₂ (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

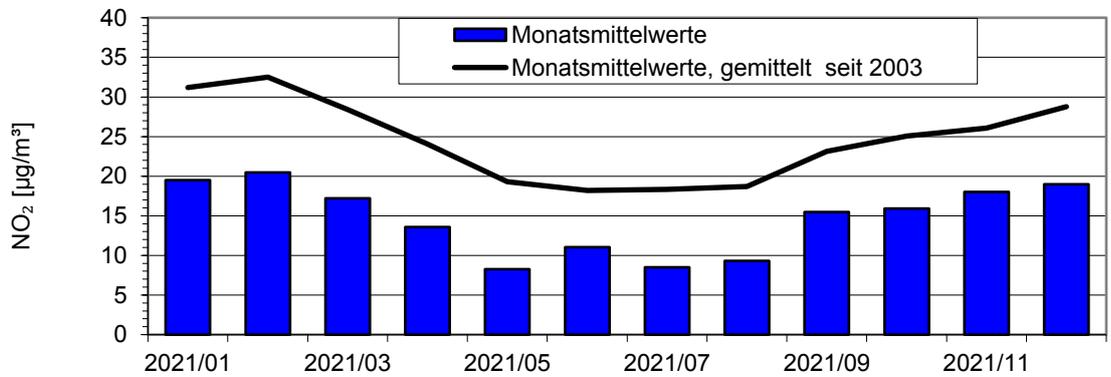


Abbildung 39. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2003 für NO₂ (LHY4).

Tabelle 25. NO₂-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert NO ₂ µg/m ³	39. BImSchV µg/m ³
Januar	20	
Februar	20	
März	17	
April	14	
Mai	8	
Juni	11	
Juli	9	
August	9	
September	15	
Oktober	16	
November	18	
Dezember	19	
Jahresmittelwert	15	40¹⁾
Max. Stundenmittelwert	73	
1h-Mittelwert > 200 µg/m³	0	18²⁾
Verfügbarkeit %	98	

¹⁾ Jahresimmissionswert

²⁾ Max. Stundenmittelwert von 200 µg/m³ mit 18 zul. Überschreitungen

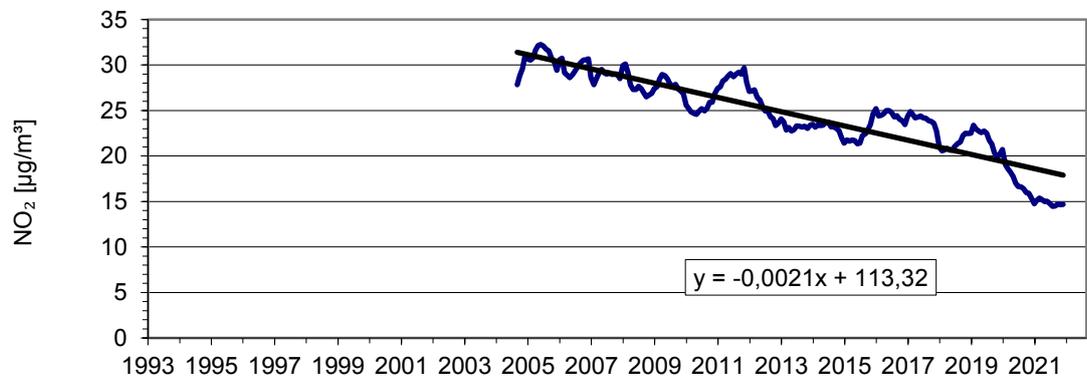


Abbildung 40. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 2003 und langjähriger Trend für NO₂ (LHY4).

6.6 Ozon – O₃ (LHY7)

Die Verfügbarkeit der Messeinrichtung betrug im Berichtsjahr 98 %.

Der Jahresmittelwert für Ozon beträgt 49 µg/m³ und lag damit ca. 2 µg/m³ über dem Jahresmittelwert aus 2020. Weiterhin ist zu beobachten, dass durch den Umzug der Messstation in den Sicherheitsbereich und den damit verbundenen geringeren Verkehrseinfluss die Ozonkonzentrationen angestiegen sind.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass Ozon kein primärer Luftschadstoff ist. So treten beim Ozon an verkehrsbeeinflussten Messstationen geringere Jahresmittelwerte als an emissionsarmen Stationen (ländlicher Raum bzw. höher gelegen Messstationen) auf.

In der nachfolgenden Tabelle 26 sind die Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte gemäß 39. BImSchV für Ozon zusammengefasst:

Nach 39. BImSchV beträgt der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon 120 µg/m³ als maximaler Achtstundenmittelwert eines Tages bei 25 zulässigen Überschreitungen im Kalenderjahr. Im Kalenderjahr 2021 wurde er am Messstandort LHY7 an 15 Tagen überschritten. Die Mittelung dieses Zielwertes erfolgt über drei aufeinanderfolgende Kalenderjahre. Im Kalenderjahr 2019 wurde der Zielwert an 37 Tagen überschritten, im Jahr 2020 an 21 Tagen. Gemittelt über die Jahre 2019 bis 2021 liegt die Zahl der Überschreitungen pro Kalenderjahr bei 24 Tagen. Somit wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon eingehalten.

Der maximale Stundenmittelwert im Kalenderjahr 2021 betrug 163 µg/m³ und unterschritt somit die Informationsschwelle für Ozon von 180 µg/m³ als Stundenmittelwert.

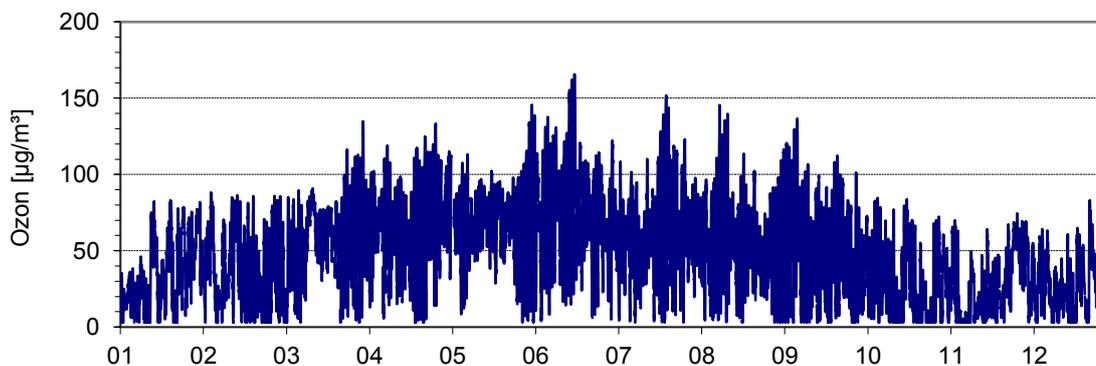


Abbildung 41. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von O₃ für das Kalenderjahr 2021.

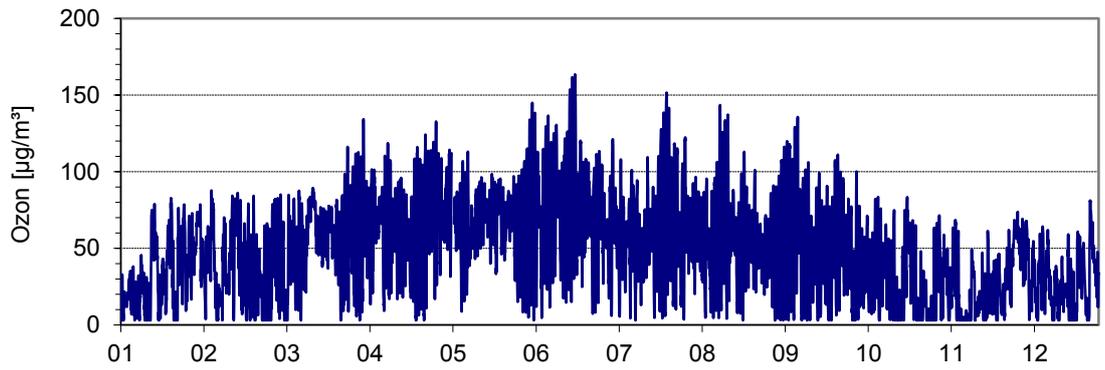


Abbildung 42. Verlauf der Stundenmittelwerte von O₃ für das Kalenderjahr 2021.

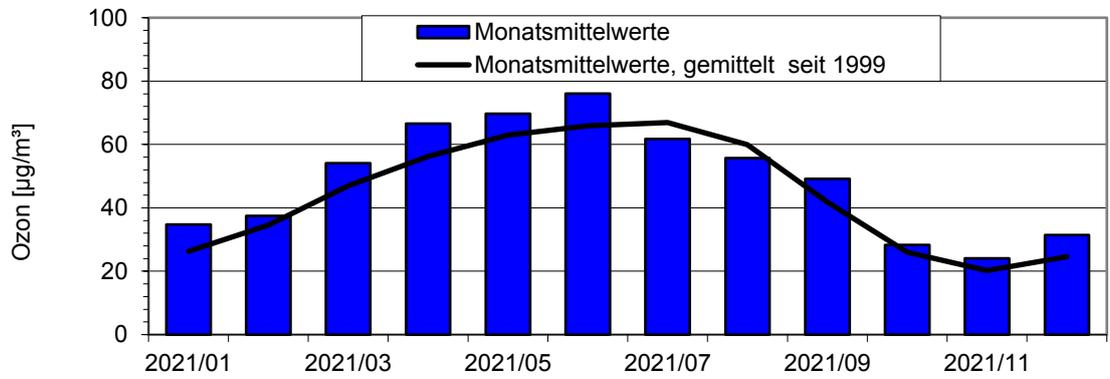


Abbildung 43. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1999 für O₃.

Tabelle 26. O₃-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021.

LHY7	Mittelwert O ₃ µg/m ³	39. BImSchV µg/m ³
Januar	35	
Februar	38	
März	54	
April	67	
Mai	70	
Juni	76	
Juli	62	
August	56	
September	49	
Oktober	28	
November	24	
Dezember	31	
Jahresmittelwert	49	-
Max. 1h-Mittelwert	163	
Max. 8h-Mittelwert	153	
Anzahl 1h-Mittelwert > 180 µg/m³	0	180¹⁾
Anzahl 8h-Mittelwert > 120 µg/m ³	15 ³⁾	
Anzahl 8h-Mittelwert > 120 µg/m³	24⁴⁾	25²⁾
Verfügbarkeit %	98	

¹⁾ Max. Stundenmittelwert von 180 µg/m³ (Informationsschwelle)

²⁾ Max. 8h-Mittelwert, mit 25 zul. Überschreitungstagen pro Jahr über drei Jahre zu Mitteln

³⁾ Überschreitungstage in 2021

⁴⁾ Überschreitungstage Mittel 2019-2021

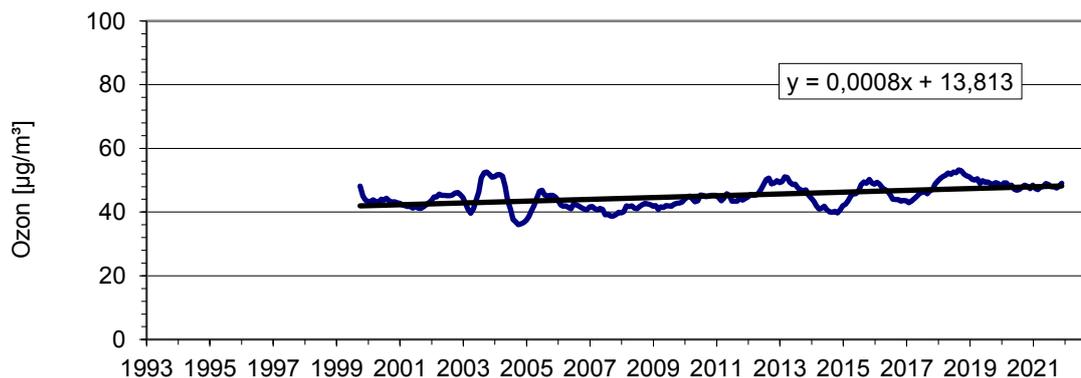


Abbildung 44. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1999 und langjähriger Trend für O₃.

6.7 BTEX und n-Alkane (LHY7 und LHY4)

Die Messungen wurden mittels aktiver Probenahme als Referenzmessung gemäß 39. BImSchV durchgeführt. Am Messort LHY4 werden die BTEX- und n-Alkanmessungen erst seit dem Jahr 2014 durchgeführt. Die Verfügbarkeit im Berichtsjahr 2021 betrug am Messstandort LHY4 100 % und an der Hauptmessstation LHY7 96 %.

6.7.1 Benzol (LHY7 und LHY4)

6.7.1.1 LHY7

Die Benzol-Konzentrationen sind wie in den Vorjahren weiterhin auf einem sehr niedrigen Niveau. Im Kalenderjahr 2021 wurde ein Jahresmittelwert von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde deutlich unterschritten. Die höchsten Benzol-Konzentrationen wurden erwartungsgemäß im Winterhalbjahr bestimmt.

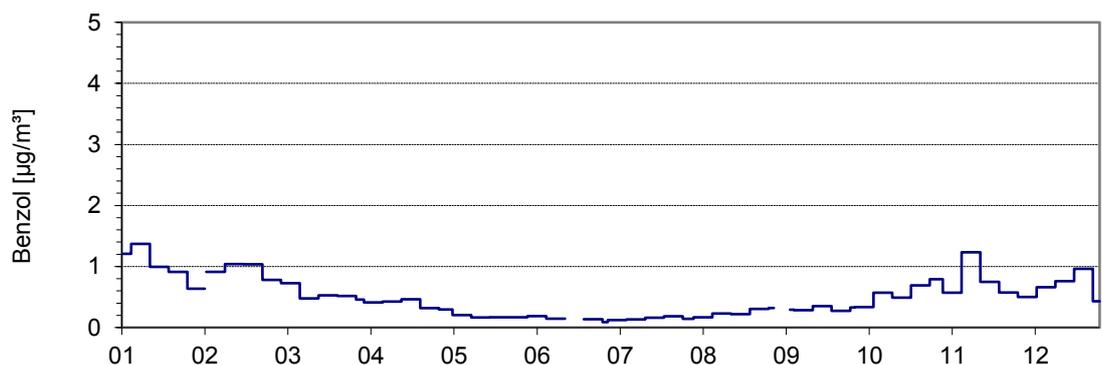


Abbildung 45. Verlauf der Wochenmittelwerte von Benzol (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

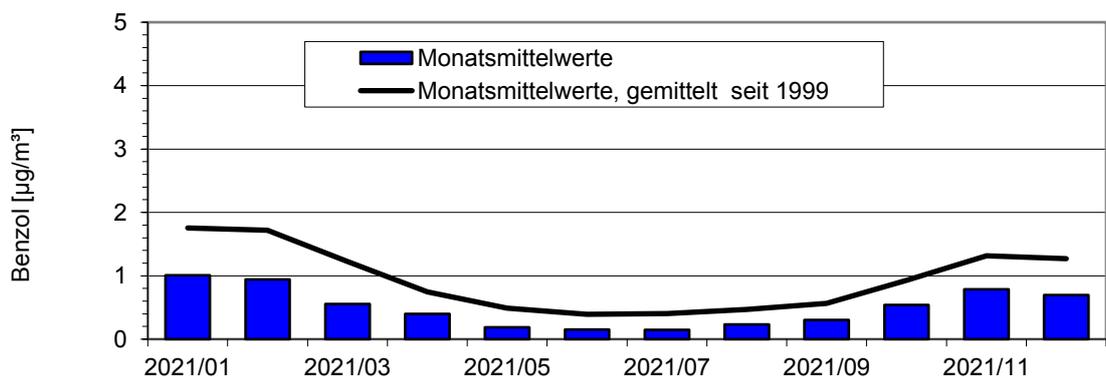


Abbildung 46. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1999 für Benzol (LHY7).

Tabelle 27. Benzol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert Benzol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39. BImSchV $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	1,01	
Februar	0,95	
März	0,56	
April	0,40	
Mai	0,19	
Juni	0,15	
Juli	0,15	
August	0,23	
September	0,30	
Oktober	0,54	
November	0,79	
Dezember	0,69	
Jahresmittelwert	0,50	5¹⁾
Max. Wochenmittelwert	1,37	
Verfügbarkeit %	96	

¹⁾ Jahresimmissionsgrenzwert

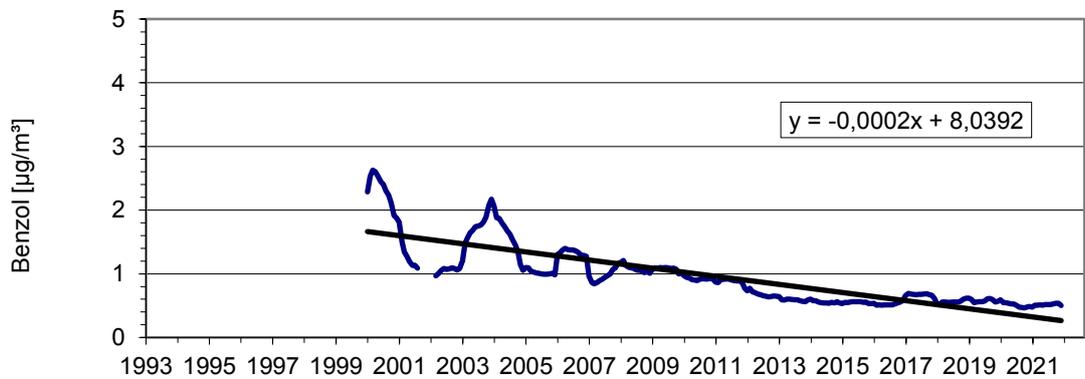


Abbildung 47. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1999 und langjähriger Trend für Benzol (LHY7).

6.7.1.2 LHY4

Die Benzolkonzentration wird seit 2014 auch am Messort LHY4 bestimmt. An der Messstation LHY4 wurde analog zur Hauptmessstation LHY7 mit $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ein Jahresmittelwert im Bereich der Hintergrundkonzentrationen ermittelt. Die Differenzen zwischen den Messorten LHY4 und LHY7 bewegen sich im Bereich der Messunsicherheit. Wie auch an der Hauptmessstation LHY7 wurden am Messort LHY4 im Winterhalbjahr die höchsten Benzolkonzentrationen bestimmt. Der Jahresimmissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde deutlich unterschritten.

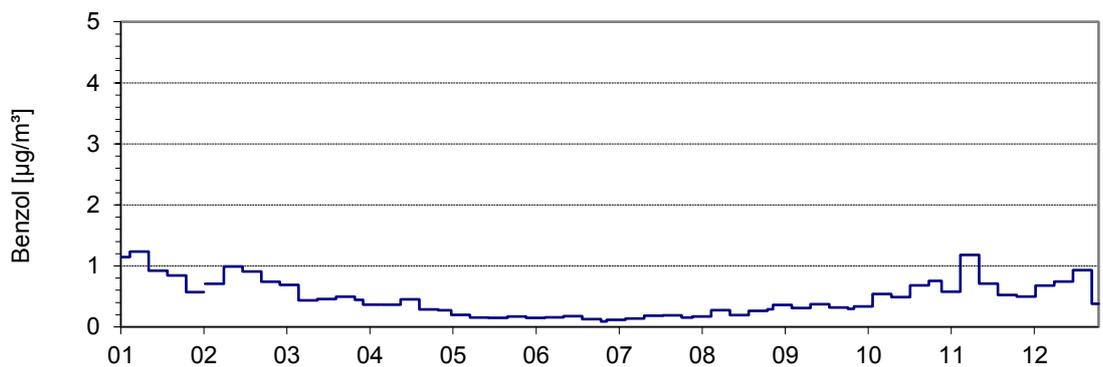


Abbildung 48. Verlauf der Wochenmittelwerte von Benzol (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

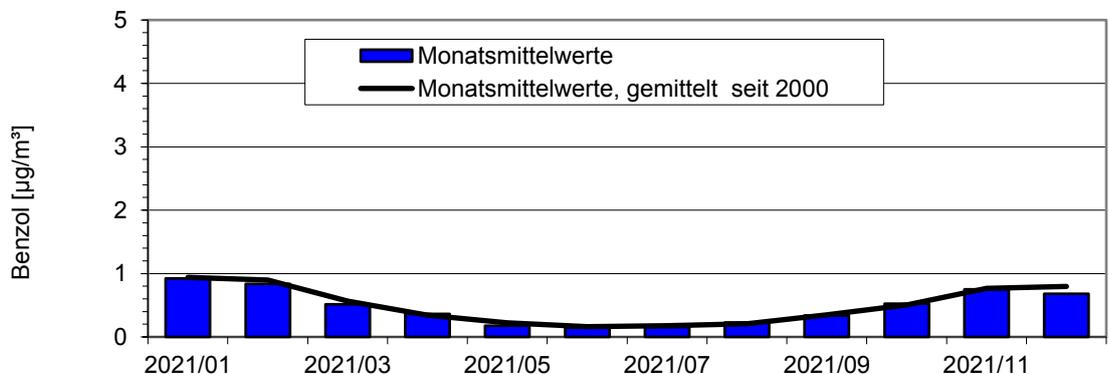


Abbildung 49. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2014 für Benzol (LHY4).

Tabelle 28. Benzol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert Benzol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39. BImSchV $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	0,92	
Februar	0,84	
März	0,52	
April	0,36	
Mai	0,18	
Juni	0,15	
Juli	0,16	
August	0,23	
September	0,34	
Oktober	0,53	
November	0,75	
Dezember	0,68	
Jahresmittelwert	0,47	5¹⁾
Max. Wochenmittelwert	1,23	
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ Jahresimmissionsgrenzwert

6.7.2 Toluol (LHY7 und LHY4)

6.7.2.1 LHY7

Die Toluol-Konzentrationen sind wie auch die Benzolkonzentrationen auf einem niedrigen Niveau. Der im Kalenderjahr 2021 bestimmte Jahresmittelwert beträgt $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und liegt auf dem Konzentrationsniveau aus 2020. Die Datenverfügbarkeit lag 2021 bei 96 %. Ein Immissionsgrenzwert für Toluol ist in der 39. BImSchV nicht vorhanden. Zur Beurteilung kann der LAI-Zielwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verwendet werden. Dieser Zielwert für Toluol wurde wie in den Vorjahren auch im Kalenderjahr 2021 deutlich unterschritten.

Das Benzol-Toluol-Verhältnis befindet sich im Bereich der Vorjahre.

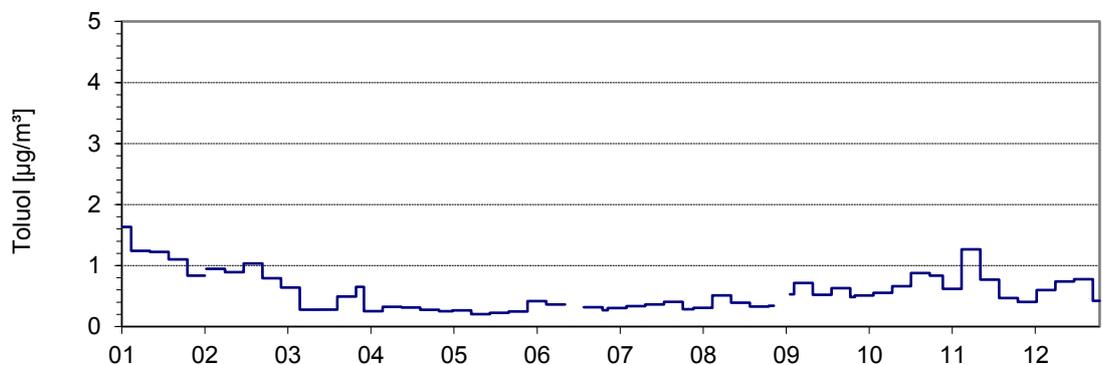


Abbildung 50. Verlauf der Wochenmittelwerte von Toluol (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

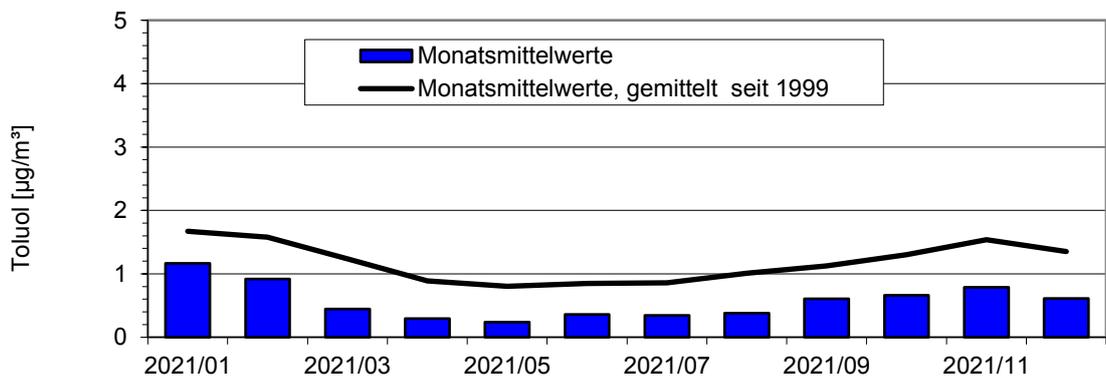


Abbildung 51. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1999 für Toluol (LHY7).

Tabelle 29. Toluol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert Toluol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	1,16	
Februar	0,92	
März	0,45	
April	0,29	
Mai	0,24	
Juni	0,36	
Juli	0,35	
August	0,38	
September	0,61	
Oktober	0,66	
November	0,79	
Dezember	0,61	
Jahresmittelwert	0,57	30¹⁾
Max. Wochenmittelwert	1,63	
Verfügbarkeit %	96	

¹⁾ Jahresmittelwert als Zielwert

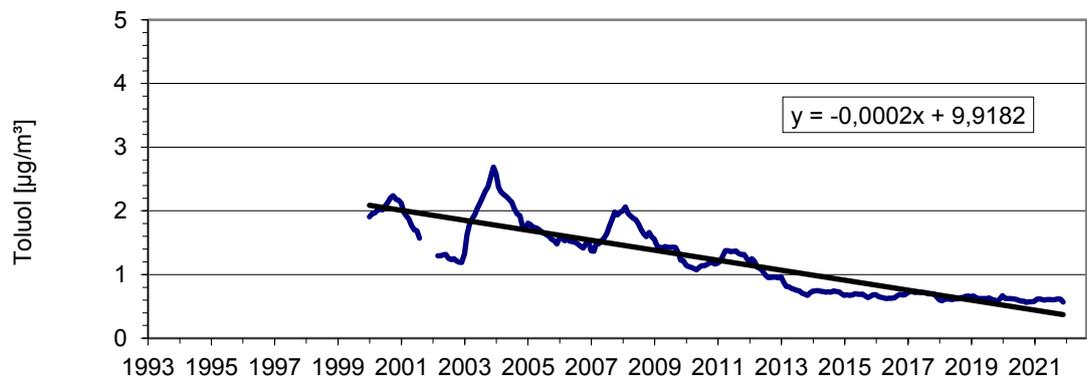


Abbildung 52. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1999 und langjähriger Trend für Toluol (LHY7).

6.7.2.2 LHY4

Die mittlere Toluol-Konzentration 2021 liegt am Messstandort LHY4 bei 0,5 µg/m³. Das Benzol-Toluol-Verhältnis am Messort LHY4 liegt in etwa im Bereich des Vorjahres.

Der LAI-Zielwert für Toluol von 30 µg/m³ wurde deutlich unterschritten.

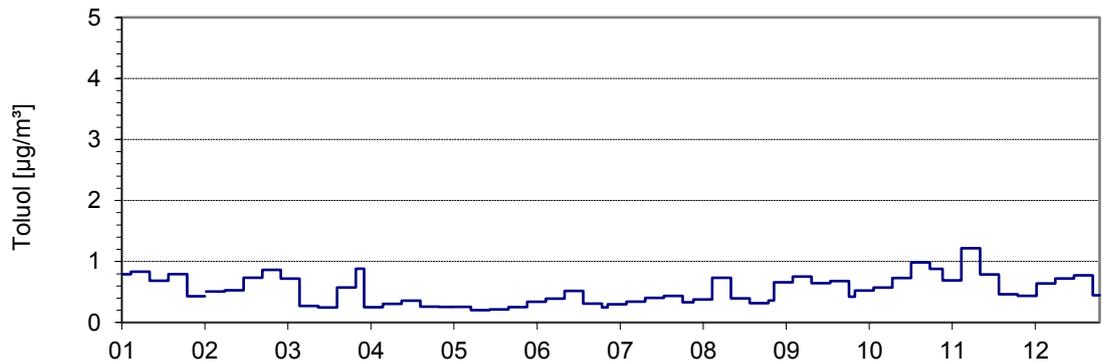


Abbildung 53. Verlauf der Wochenmittelwerte von Toluol (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

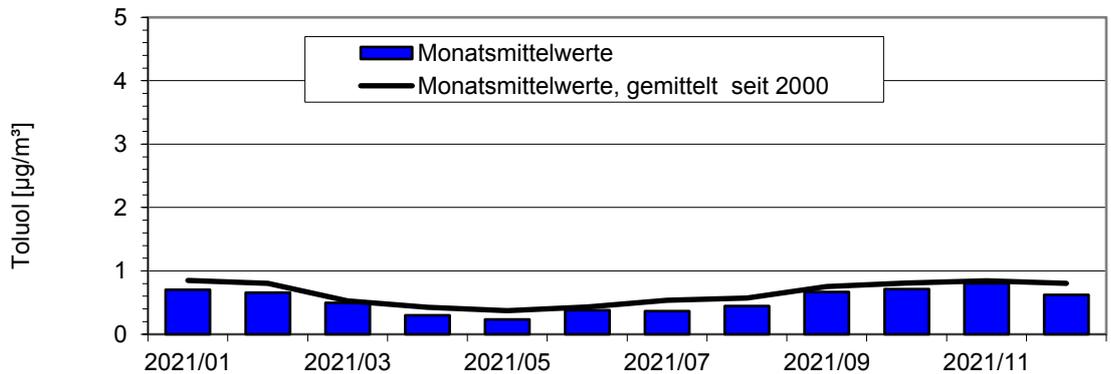


Abbildung 54. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2014 für Toluol (LHY4).

Tabelle 30. Toluol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert Toluol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	0,70	
Februar	0,66	
März	0,49	
April	0,30	
Mai	0,23	
Juni	0,38	
Juli	0,37	
August	0,45	
September	0,67	
Oktober	0,71	
November	0,80	
Dezember	0,62	
Jahresmittelwert	0,59	30¹⁾
Max. Wochenmittelwert	1,22	
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ Jahresmittelwert als Zielwert

6.7.3 pm-Xylol (LHY7 und LHY4)

6.7.3.1 LHY7

Die Konzentration der p- und m-Xylole liegt weiterhin auf einem sehr niedrigen Niveau. Im Jahr 2021 beträgt der Jahresmittelwert wie im Vorjahr $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Datenverfügbarkeit lag bei 96 %. Der Zielwert des LAI für die Gesamtxylol-Konzentration von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Kalenderjahr 2021 sicher eingehalten.

Erwartungsgemäß wurden im Winterhalbjahr höhere p-,m-Xylol-Konzentrationen bestimmt.

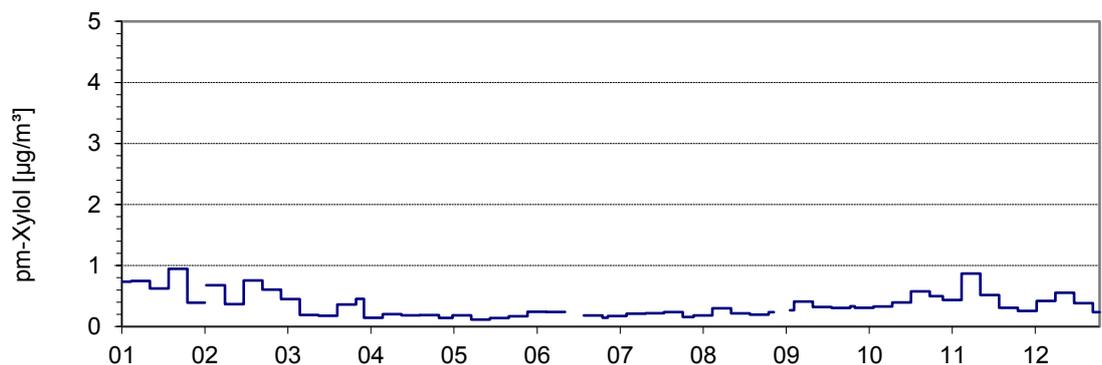


Abbildung 55. Verlauf der Wochenmittelwerte von pm-Xylol (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

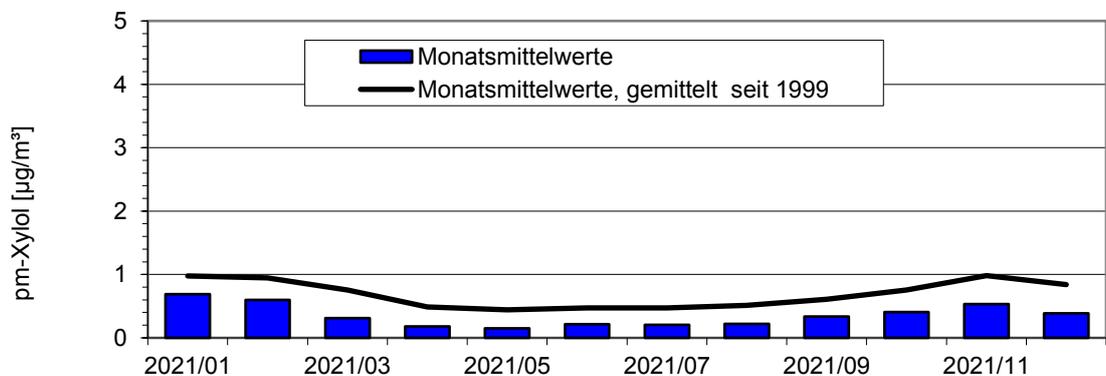


Abbildung 56. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1999 für pm-Xylol (LHY7).

Tabelle 31. pm-Xylol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert pm-Xylol µg/m ³	LAI µg/m ³
Januar	0,69	
Februar	0,60	
März	0,31	
April	0,18	
Mai	0,15	
Juni	0,21	
Juli	0,20	
August	0,22	
September	0,34	
Oktober	0,41	
November	0,53	
Dezember	0,39	
Jahresmittelwert	0,35	30¹⁾
Max. Wochenmittelwert	0,95	
Verfügbarkeit %	96	

¹⁾ Jahresmittelwert als Zielwert für staatliche Luftreinhalteplanung (Summe der Xylole)

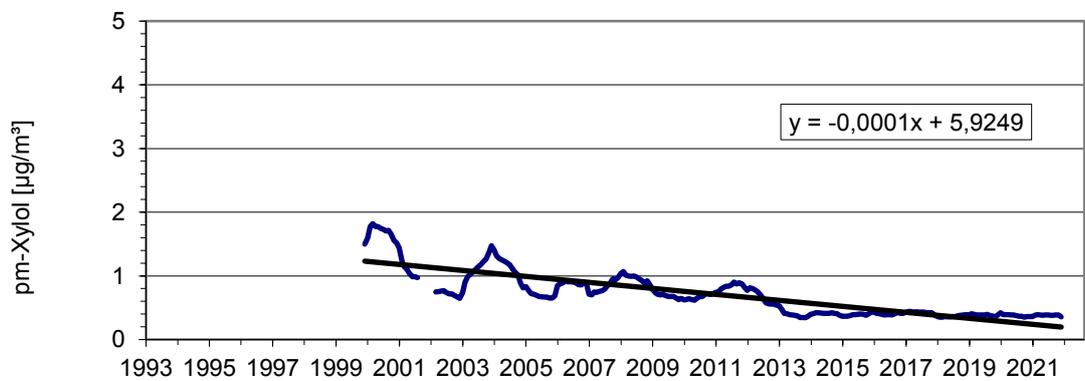


Abbildung 57. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1999 und langjähriger Trend für pm-Xylol (LHY7).

6.7.3.2 LHY4

Bei den p- und m-Xylole am Messstandort LHY4 ist für 2021 ein Jahresmittelwert von 0,3 µg/m³ ermittelt worden. Der Jahreszielwert des LAI für die Summe der XyloleKonzentrationen von 30 µg/m³ wurde im Kalenderjahr 2021 sicher eingehalten.

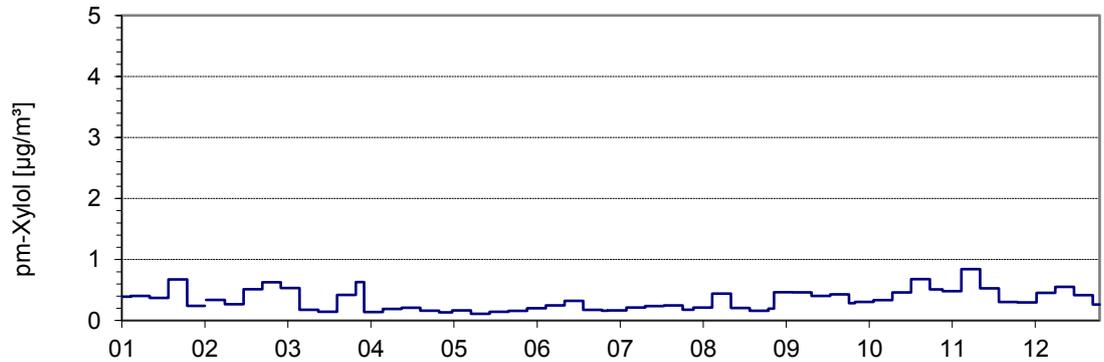


Abbildung 58. Verlauf der Wochenmittelwerte von pm-Xylole (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

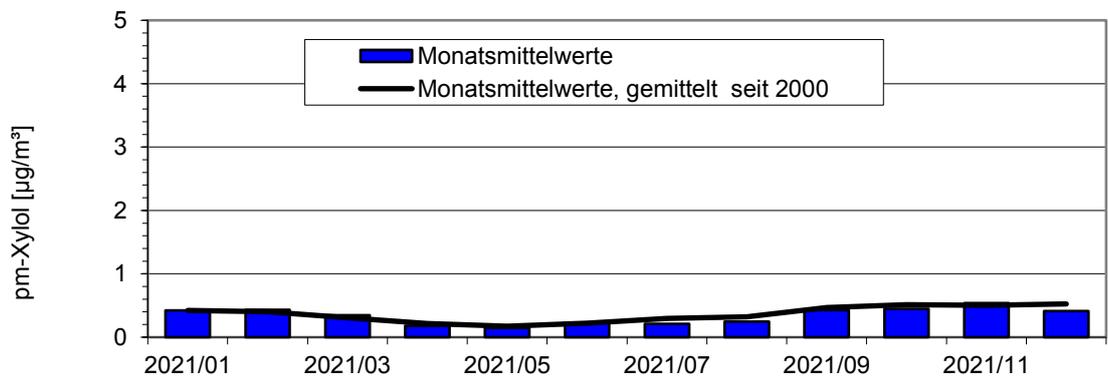


Abbildung 59. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2014 für pm-Xylole (LHY4).

Tabelle 32. pm-Xylol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert pm-Xylol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	0,42	
Februar	0,43	
März	0,35	
April	0,18	
Mai	0,14	
Juni	0,23	
Juli	0,21	
August	0,25	
September	0,43	
Oktober	0,45	
November	0,54	
Dezember	0,41	
Jahresmittelwert	0,34	30¹⁾
Max. Wochenmittelwert	0,84	
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ Jahresmittelwert als Zielwert für staatliche Luftreinhalteplanung (Summe der Xylole)

6.7.4 o-Xylol (LHY7 und LHY4)

6.7.4.1 LHY7

Die mittlere o-Xylol-Konzentration im Kalenderjahr 2021 beträgt $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Unter Berücksichtigung der pm-Xylole beträgt der Jahresmittelwert aller Xylolverbindungen $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und liegt somit auf Niveau des Vorjahres. Die Datenverfügbarkeit lag im Kalenderjahr 2021 bei 96 %. Der Zielwert gemäß LAI von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde deutlich unterschritten.

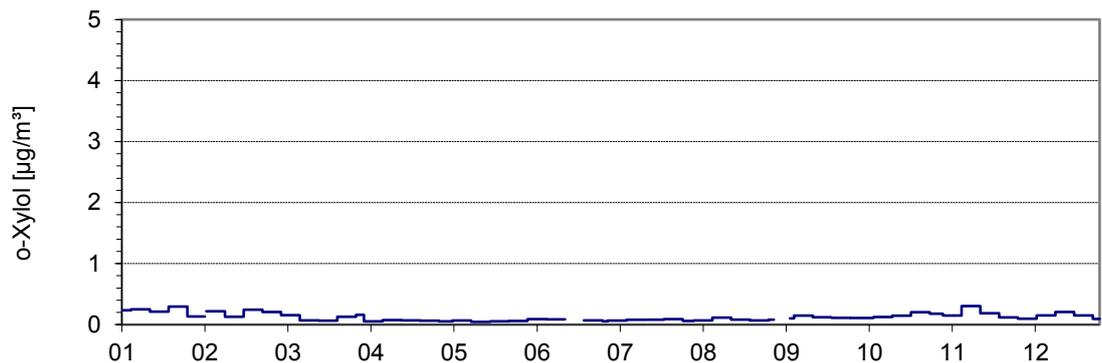


Abbildung 60. Verlauf der Wochenmittelwerte von o-Xylol (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

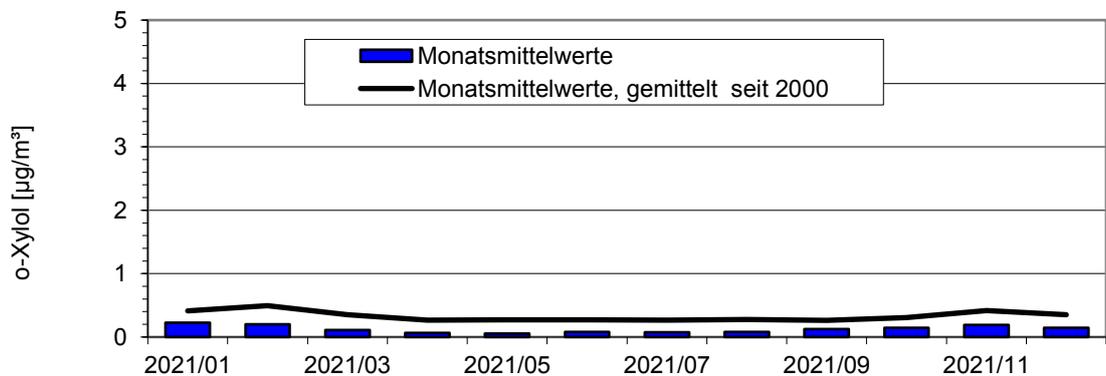


Abbildung 61. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1999 für o-Xylol (LHY7).

Tabelle 33. o-Xylol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert o-Xylol µg/m ³	LAI µg/m ³
Januar	0,23	
Februar	0,20	
März	0,11	
April	0,07	
Mai	0,06	
Juni	0,08	
Juli	0,08	
August	0,08	
September	0,12	
Oktober	0,15	
November	0,19	
Dezember	0,15	
Jahresmittelwert	0,13	30¹⁾
Max. Wochenmittelwert	0,30	
Verfügbarkeit %	96	

¹⁾ Jahresmittelwert als Zielwert für staatliche Luftreinhalteplanung (Summe der Xylole)

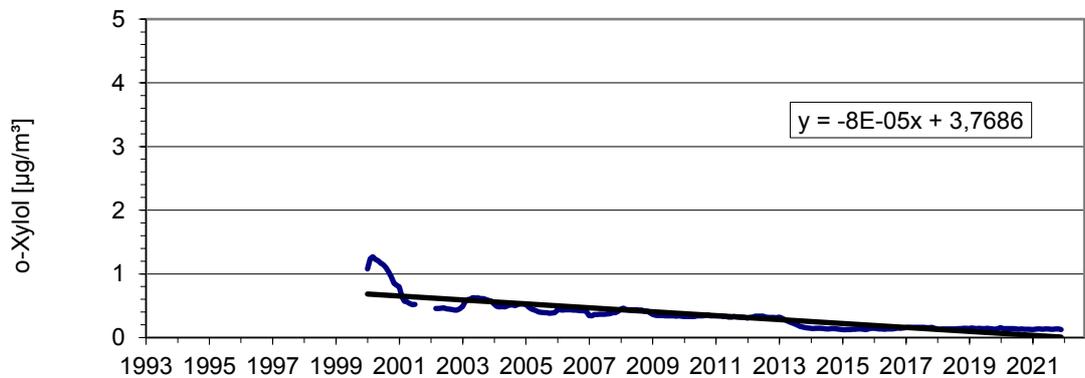


Abbildung 62. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 1999 und langjähriger Trend für o-Xylol (LHY7).

6.7.4.2 LHY4

Die mittlere o-Xylol-Konzentration am Messort LHY4 beträgt für das Kalenderjahr 2021 0,1 µg/m³. Der Jahresmittelwert für die Summe der Xylolverbindungen am Messort LHY4 lag gerundet bei 0,5 µg/m³. Sowohl beim Messort LHY4 als auch Messort LHY7 wird der Jahreszielwert des LAI von 30 µg/m³ im Kalenderjahr 2021 sicher eingehalten.

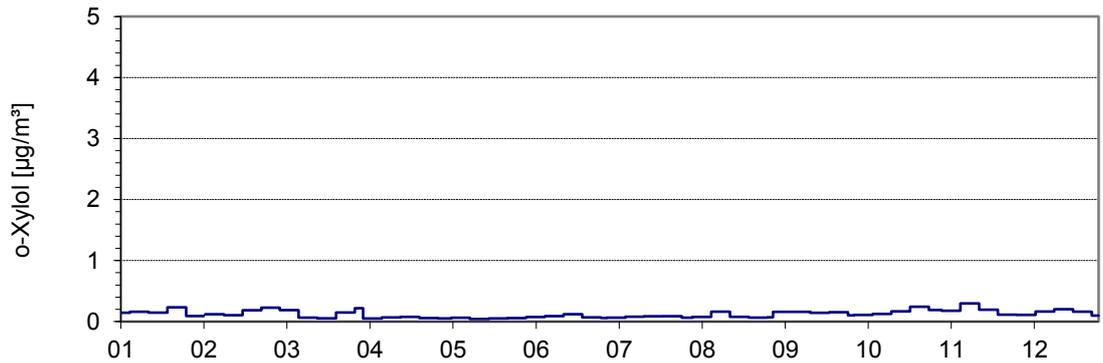


Abbildung 63. Verlauf der Wochenmittelwerte von o-Xylol (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

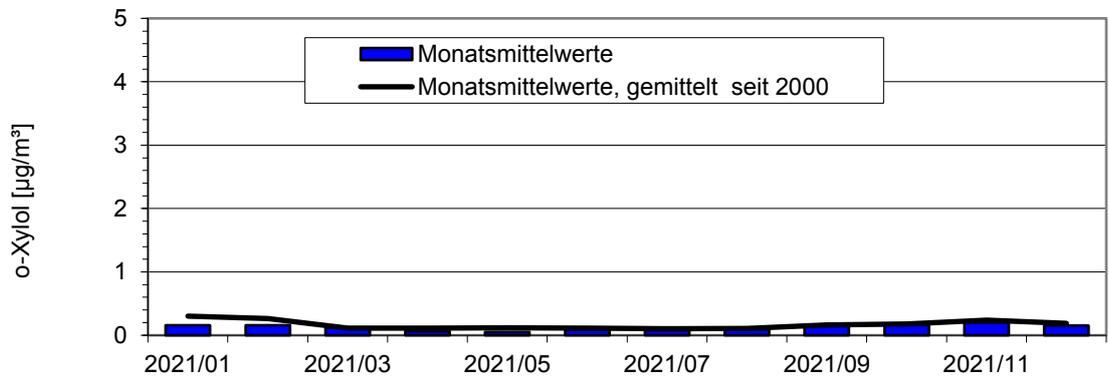


Abbildung 64. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 1999 für o-Xylol (LHY4).

Tabelle 34. o-Xylol-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert o-Xylol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	0,16	
Februar	0,16	
März	0,12	
April	0,07	
Mai	0,05	
Juni	0,09	
Juli	0,08	
August	0,09	
September	0,15	
Oktober	0,16	
November	0,20	
Dezember	0,15	
Jahresmittelwert	0,12	30¹⁾
Max. Wochenmittelwert	0,30	
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ Jahresmittelwert als Zielwert für staatliche Luftreinhalteplanung (Summe der Xylole)

6.7.5 Ethylbenzol (LHY7 und LHY4)

6.7.5.1 LHY7

Der Jahresmittelwert für Ethylbenzol ist wie im Vorjahr mit 0,1 µg/m³ weiterhin auf einem sehr unauffälligen Niveau. Im Kalenderjahr 2021 wurde eine maximale Konzentration als Wochenmittelwert von 0,3 µg/m³ erfasst. Die Datenverfügbarkeit lag bei 96 %. Das gemäß LAI abgeleitete Beurteilungskriterium von 880 µg/m³ (1/100 des Arbeitsplatzgrenzwertes bzw. MAK) ist deutlich unterschritten. Ein Jahresgang mit höheren Konzentrationen in den Wintermonaten ist aufgrund des geringen Immissionsniveaus nur schwach ausgeprägt.

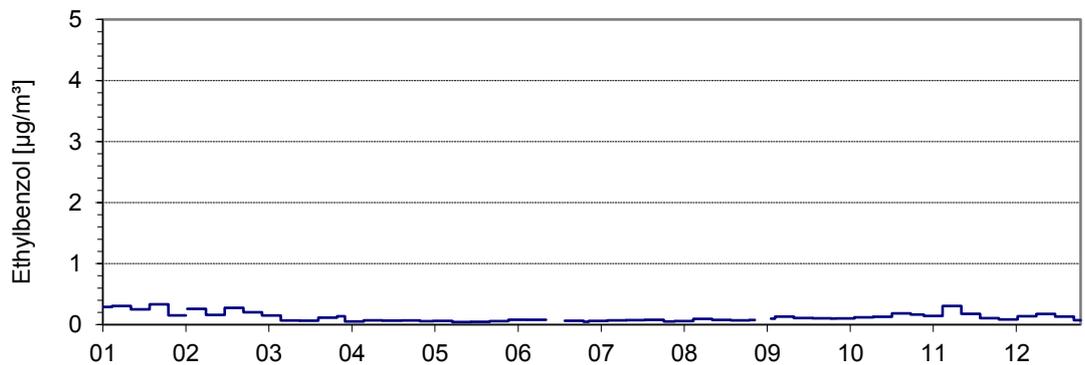


Abbildung 65. Verlauf der Wochenmittelwerte von Ethylbenzol (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

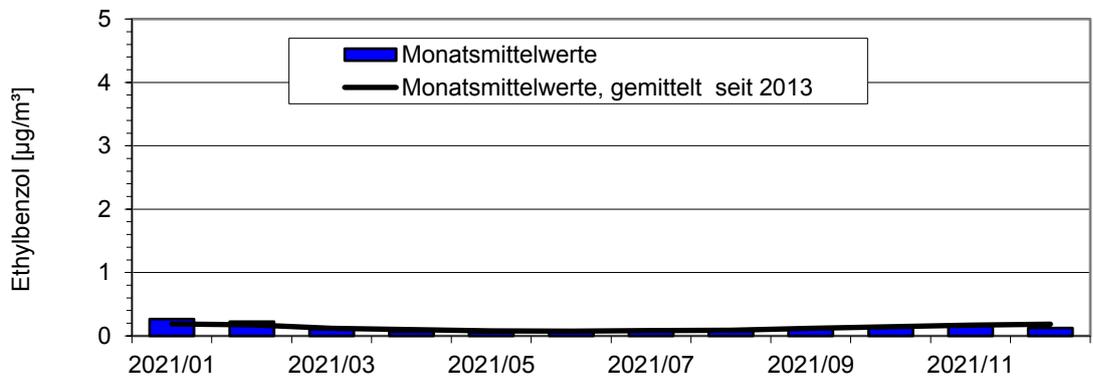


Abbildung 66. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2014 für Ethylbenzol (LHY7).

Tabelle 35. Ethylbenzol -Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert Ethylbenzol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	LAI $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	0,27	
Februar	0,22	
März	0,10	
April	0,06	
Mai	0,05	
Juni	0,07	
Juli	0,07	
August	0,07	
September	0,11	
Oktober	0,14	
November	0,18	
Dezember	0,13	
Jahresmittelwert	0,12	880¹⁾
Max. Wochenmittelwert	0,33	
Verfügbarkeit %	96	

¹⁾ 1/100 des AGW (abgeleiteter Beurteilungswert)

6.7.5.2 LHY4

Die Ethylbenzol-Konzentration am Messort LHY4 betrug im Kalenderjahr 2021 wie auch an der Hauptmessstation LHY7 $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ein Jahresgang mit höheren Konzentrationen in den Wintermonaten ist aufgrund des geringen Immissionsniveaus nur schwach ausgeprägt.

Wie auch beim Messort LHY7 ist auch am Messort LHY4 der Beurteilungswert für Ethylbenzol von $880 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unterschritten.

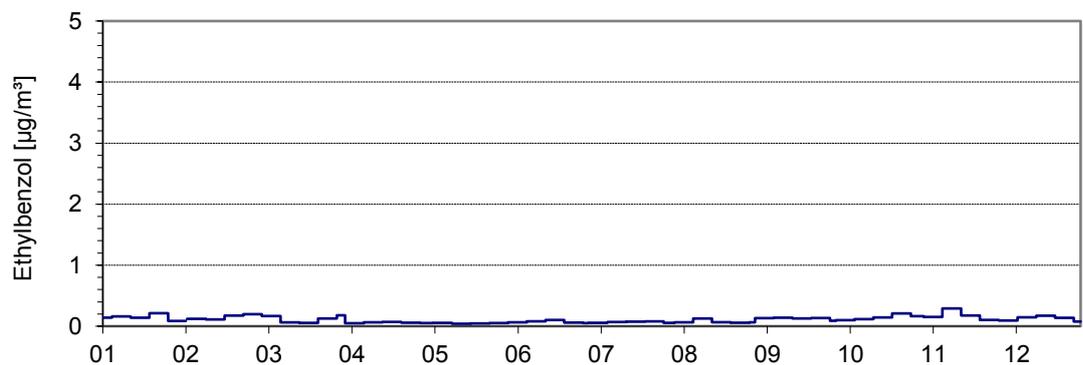


Abbildung 67. Verlauf der Wochenmittelwerte von Ethylbenzol (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

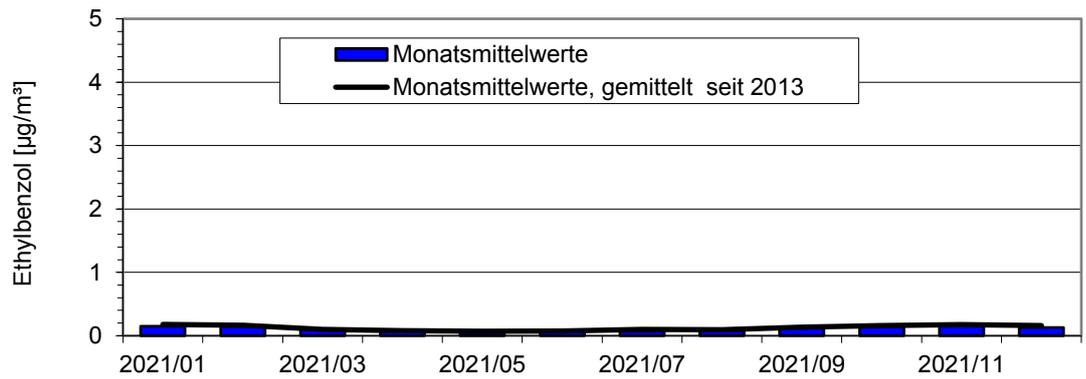


Abbildung 68. Jahrgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2013 für Ethylbenzol (LHY4).

Tabelle 36. Ethylbenzol -Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert Ethylbenzol µg/m³	LAI µg/m³
Januar	0,15	
Februar	0,15	
März	0,11	
April	0,06	
Mai	0,05	
Juni	0,07	
Juli	0,07	
August	0,08	
September	0,13	
Oktober	0,14	
November	0,18	
Dezember	0,13	
Jahresmittelwert	0,11	880¹⁾
Max. Wochenmittelwert	0,29	
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ 1/100 des AGW (abgeleiteter Beurteilungswert)

6.7.6 n-Alkane (n-Hexan bis n-Tertadekan)

Seit 2014 werden zudem die n-Alkane als Tracer für Kerosinemissionen an den Messstandorten LHY4 und LHY7 erfasst.

Die Probenahme und Analyse dieser Parameter erfolgt analog zu Benzol.

Sowohl die Jahresmittelwerte als auch die Einzelwerte aller n-Alkane lagen an beiden Messorten in einem sehr niedrigen Bereich. Für die bessere Veranschaulichung wurde in der nachfolgenden Abbildung der Jahresverlauf der Summe der n-Alkane dargestellt. Typischerweise wurden im Winterhalbjahr höhere Konzentrationen erfasst.

6.7.6.1 LHY7

Der Jahresmittelwert der Summe der n-Alkane ist im Kalenderjahr 2021 am Messort LHY7 mit $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ etwa $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als im Vorjahr. Im Kalenderjahr 2021 betrug die Datenverfügbarkeit 96 %. Die Ursache für den Konzentrationsanstieg zu Beginn des Jahres ist unklar. Der hilfswise herangezogene Beurteilungswert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird deutlich unterschritten. Die Jahresmittelwerte liegen im Bereich der Vorjahre.

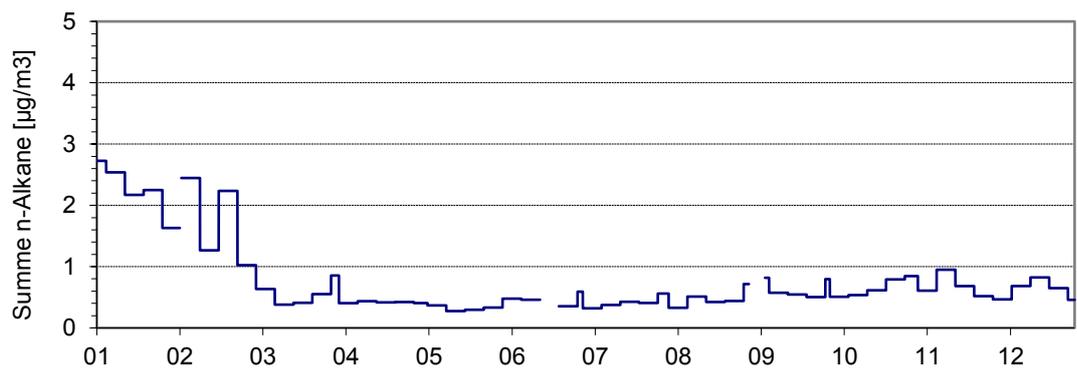


Abbildung 69. Verlauf der Wochenmittelwerte von der Summe der n-Alkane (LHY7) für das Kalenderjahr 2021.

Tabelle 37. Summe n-Alkane Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert Summe n-Alkane $\mu\text{g}/\text{m}^3$	UBA $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	2,22	
Februar	1,72	
März	0,53	
April	0,42	
Mai	0,33	
Juni	0,44	
Juli	0,40	
August	0,45	
September	0,57	
Oktober	0,63	
November	0,70	
Dezember	0,64	
Jahresmittelwert	0,77	200¹⁾
Max. Wochenmittelwert	2,73	
Verfügbarkeit %	96	

¹⁾ Richtwert I 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ C9-C14-Alkane (abgeleiteter Beurteilungswert)

6.7.6.2 LHY4

Der Jahresmittelwert der Summe der n-Alkane betrug im Jahr 2021 am Messort LHY4 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und lag damit auf Niveau der Hauptmessstation LHY7.

Eine Bewertung dieser Differenz ist aufgrund der geringen Immissionskonzentrationen der n-Alkane nur bedingt möglich, da die Messunsicherheiten in Relation zum Messwert in diesem Konzentrationsbereich vergleichsweise hoch sind. Zusätzlich ist die Differenz zwischen den beiden Messstationen in Bezug auf den Beurteilungswert marginal.

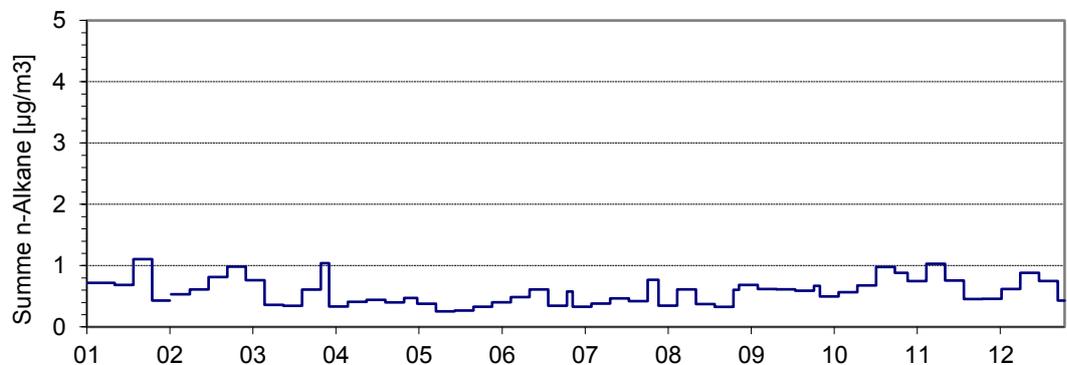


Abbildung 70. Verlauf der Wochenmittelwerte von der Summe der n-Alkane (LHY4) für das Kalenderjahr 2021.

Tabelle 38. Summe n-Alkane Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert Summe n-Alkane $\mu\text{g}/\text{m}^3$	UBA $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	0,74	
Februar	0,73	
März	0,57	
April	0,41	
Mai	0,33	
Juni	0,47	
Juli	0,43	
August	0,44	
September	0,63	
Oktober	0,70	
November	0,76	
Dezember	0,65	
Jahresmittelwert	0,57	200¹⁾
Max. Wochenmittelwert	1,11	
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ Richtwert I 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ C9-C14-Alkane (abgeleiteter Beurteilungswert)

6.8 Benzo(a)pyren im PM₁₀

6.8.1 LHY7

Die Benzo(a)pyren-Konzentrationen (BaP) wurden als Monatsmittelwerte aus den PM₁₀-Proben der Hauptmessstation LHY7 gebildet. Im Kalenderjahr 2021 wurde ein Jahresmittelwert von 0,10 ng/m³ ermittelt. Damit liegt der Jahresmittelwert deutlich unterhalb des Jahresimmissionszielwertes gemäß 39. BImSchV von 1 ng/m³. Die höchsten BaP-Konzentrationen wurden erwartungsgemäß im Winterhalbjahr bestimmt.

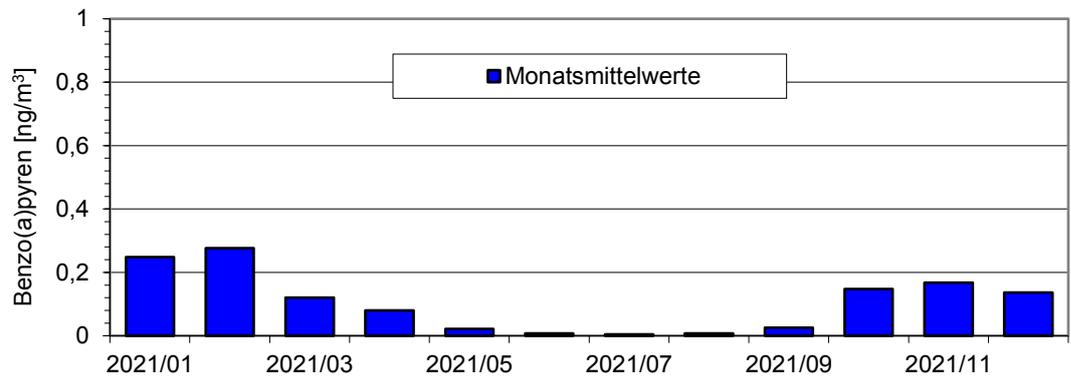


Abbildung 71. Jahrgang der Benzo(a)pyren-Konzentrationen (Monatsmittelwerte) für das Kalenderjahr 2021.

Tabelle 39. Benzo(a)pyren-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY7).

LHY7	Mittelwert Benzo(a)- pyren ng/m ³	39. BImSchV ng/m ³
Januar	0,25	
Februar	0,28	
März	0,12	
April	0,08	
Mai	0,02	
Juni	0,01	
Juli	0,00	
August	0,01	
September	0,03	
Oktober	0,15	
November	0,17	
Dezember	0,14	
Jahresmittelwert	0,10	1¹⁾
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ Zielwert über ein Kalenderjahr gemäß 39. BImSchV

6.8.2 LHY4

Die mittlere Benzo(a)pyren-Konzentration aus der PM₁₀-Fraktion am Messstandort LHY4 liegt im Kalenderjahr 2021 bei 0,10 ng/m³. Der Jahresimmissionszielwert von 1 ng/m³ gemäß 39. BImSchV ist somit sicher eingehalten. Der Jahresgang verläuft analog zur LHY7 mit höheren Konzentrationen in den Wintermonaten.

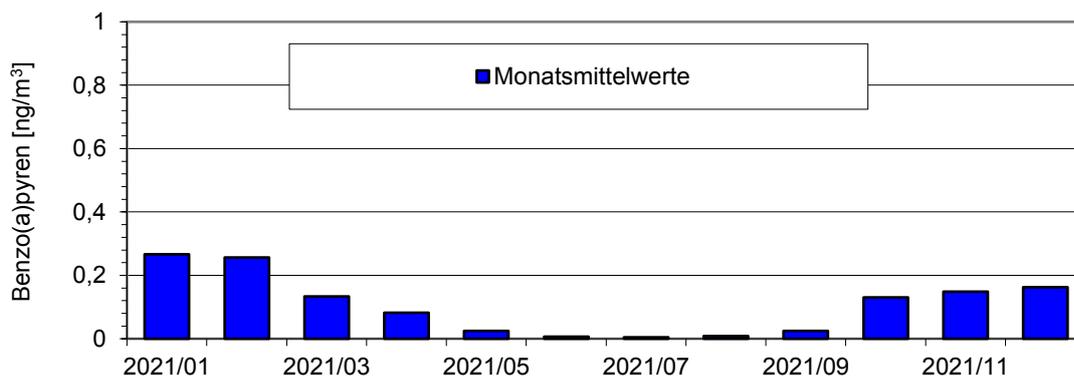


Abbildung 72. Jahresgang der Benzo(a)pyren-Konzentrationen (Monatsmittelwerte) für das Kalenderjahr 2021.

Tabelle 40. Benzo(a)pyren-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (LHY4).

LHY4	Mittelwert Benzo(a)- pyren ng/m ³	39. BImSchV ng/m ³
Januar	0,27	
Februar	0,26	
März	0,13	
April	0,08	
Mai	0,02	
Juni	0,01	
Juli	0,00	
August	0,01	
September	0,02	
Oktober	0,13	
November	0,15	
Dezember	0,16	
Jahresmittelwert	0,10	1¹⁾
Verfügbarkeit %	100	

¹⁾ Zielwert über ein Kalenderjahr gemäß 39. BImSchV

6.9 Partikel PM₁₀ (LHY7)

6.9.1 Messergebnisse der kontinuierlichen PM₁₀-Messungen

Die Verfügbarkeit der kontinuierlichen Messeinrichtung betrug im Berichtsjahr 97 %.

Bei den kontinuierlichen PM₁₀-Messungen wird nicht das Referenzmessverfahren nach 39. BImSchV eingesetzt, weshalb die Messwerte einer Äquivalenzprüfung unterzogen werden müssen (vgl. nachfolgendes Kapitel 6.9.2).

Zur Veranschaulichung des Konzentrationsverlaufes sind in den nachfolgenden Abbildungen und Tabellen die noch nicht abschließend validierten Messdaten der kontinuierlichen PM₁₀-Messungen dargestellt.

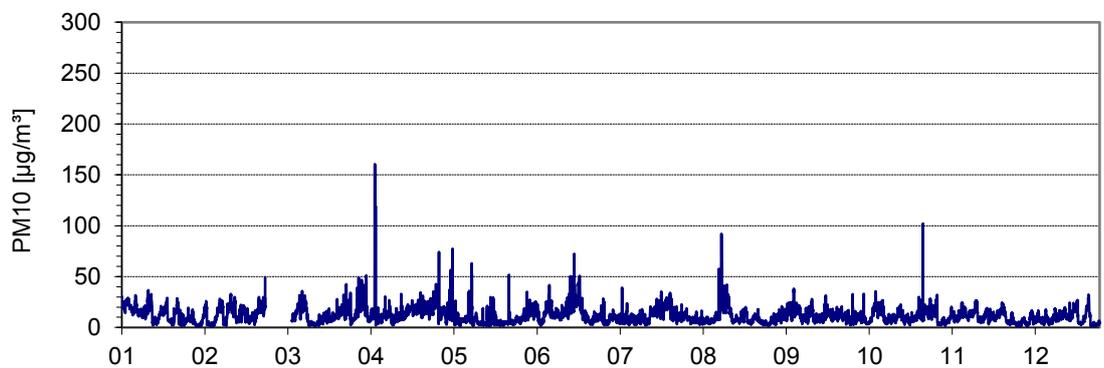


Abbildung 73. Verlauf der Halbstundenmittelwerte von Partikeln (PM₁₀) für das Kalenderjahr 2021.

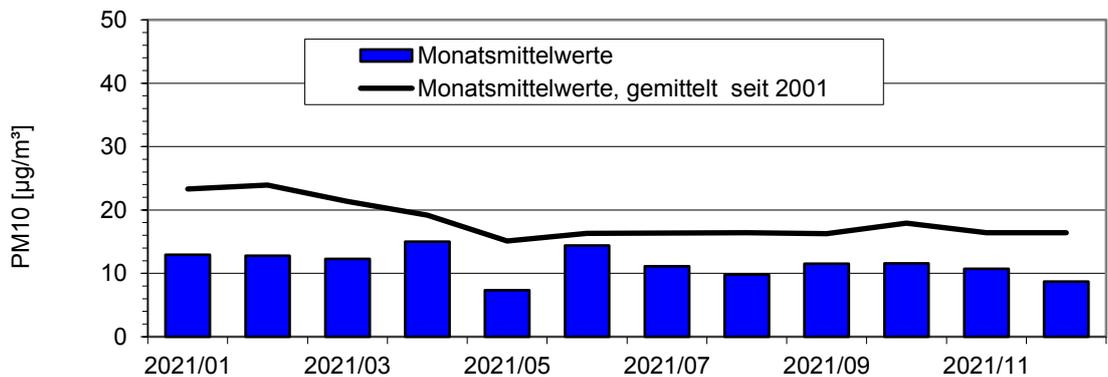


Abbildung 74. Jahresgang auf Basis der Monatsmittelwerte im Vergleich zum Mittelwert über alle Monate seit 2001 für Partikel (PM₁₀).

Tabelle 41. PM₁₀-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 (kontinuierliche PM₁₀-Messung, nicht abschließend validiert).

LHY7	Mittelwert PM10 µg/m ³	39. BImSchV µg/m ³
Januar	13	
Februar	13	
März	12	
April	15	
Mai	7	
Juni	14	
Juli	11	
August	10	
September	12	
Oktober	12	
November	11	
Dezember	9	
Jahresmittelwert	11	40¹⁾
Max. Tagesmittelwert	38	
Tagesmittelwert > 50 µg/m³	0	35²⁾
Verfügbarkeit %	97	

¹⁾ Jahresimmissionsgrenzwert

²⁾ Tagesimmissionsgrenzwert mit 35 zulässigen Überschreitungen

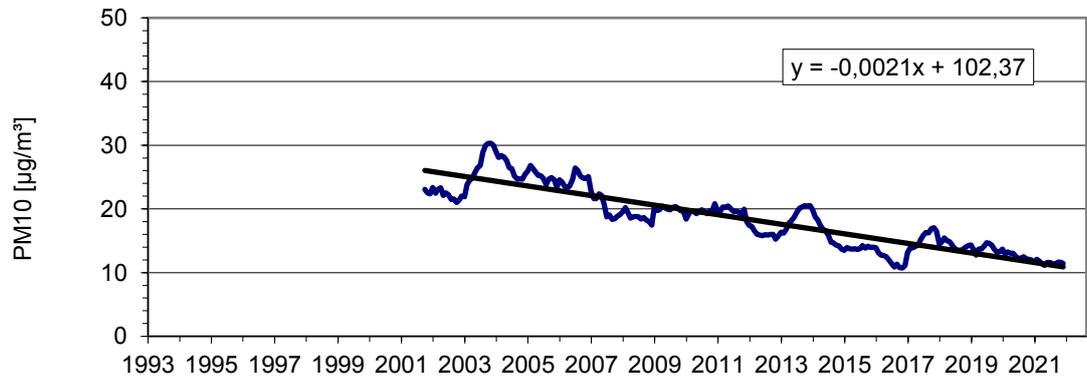


Abbildung 75. Gleitende 12-Monatsmittelwerte seit 2001.

6.9.2 Äquivalenztest des kontinuierlichen Partikelmessgerätes

In Messnetzen werden zur Bestimmung der PM₁₀-Konzentration üblicherweise kontinuierlich messende automatische Messeinrichtungen (AMS) eingesetzt. Am Flughafen München werden an der Hauptmessstation LHY7 zur kontinuierlichen Bestimmung der PM₁₀-Konzentration eignungsgeprüfte Messgeräte des Typs APDA 372, Fa. Horiba (Streulicht) verwendet.

Die EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG ermöglicht die Anwendung derartiger Messeinrichtungen nach dem Nachweis der Gleichwertigkeit mit dem Referenzverfahren, d. h. nach dem Nachweis, dass diese Messeinrichtungen die Datenqualitätsziele für kontinuierliche Messungen einhalten (Äquivalenztest).

Zur Durchführung des Äquivalenztests wurde eine Excel-Vorlage der Europäischen Kommission verwendet. Im Zeitraum der Messungen Januar 2021 bis Dezember 2021 standen an der LHY7 an 351 Tagen Datenpaare für das jeweilige Messverfahren zur Verfügung. Die Datensätze decken alle vier Jahreszeiten ab. Die Ergebnisse der Äquivalenzprüfung sind auf der nachfolgenden Seite dargestellt.

Die kontinuierlichen PM₁₀-Messungen erfüllen die in der Richtlinie 2008/50/EG geforderten Datenqualitätsziele auch ohne Kalibrierung, verletzen jedoch z. T. die Anforderungen an Steigung und Achsenabschnitt.

Zur Optimierung der Datenkollektive wurden daraufhin standortabhängig steigungs- und achsenabschnittbasierte Kalibrierfunktionen ermittelt. Das Datenqualitätsziel von 25 % wird somit sicher eingehalten. Die für die Messungen eingesetzten APDA 372 der Fa. Horiba können unter Verwendung der in der Abbildung 76 und Abbildung 77 aufgeführten Kalibrierfunktionen für die vorliegenden Standorte als gleichwertig zum Referenzverfahren angesehen werden.

Correction	CM data corrected by adding 0,504 then dividing by 1,307
Slope	Slope (b) = 0,987 +/- 0,016 Not Significantly different from 1
Intercept	Intercept (a) = 0,118 +/- 0,171 µg m-3 Not Significantly different from 0
n	n = 351
R^2	R Squared = 0,912
Expanded Uncertainty	Expanded Uncertainty (Wcm) = 5,86 % Passes 25% criterion
u(bs,RM)	Between Reference Method Uncertainty (u(bs,RM)) = Not Calculated
u(RM)	Random Uncertainty of the Reference Method (u(RM)) = 0,67 µg m-3
u(bs,CM)	Between Candidate Method Uncertainty (u(bs,CM)) = Not Calculated
%(RM)>	Percentage of RM greater than 28 µg m-3 = 0,3%
RMC Outside CL	RM CM outside Confidence Level at 0,99 CL = 8
Random Term	Random Term = 1,373 µg m-3
Bias at LV	Bias at LV = -0,508 µg m-3
Additional Uncertainty	Additional Uncertainty = 0 µg m-3
n(RM)>	Number of RM greater than 28 µg m-3 = 1
Pollutant and Subset	Pollutant = PM10; Subset = All Data

Abbildung 76. Äquivalenztest für die kontinuierlichen PM₁₀-Messungen LHY7.

S:\MIPROJ\154\MI154386\18_BER_1D.DOCX:06. 10. 2022

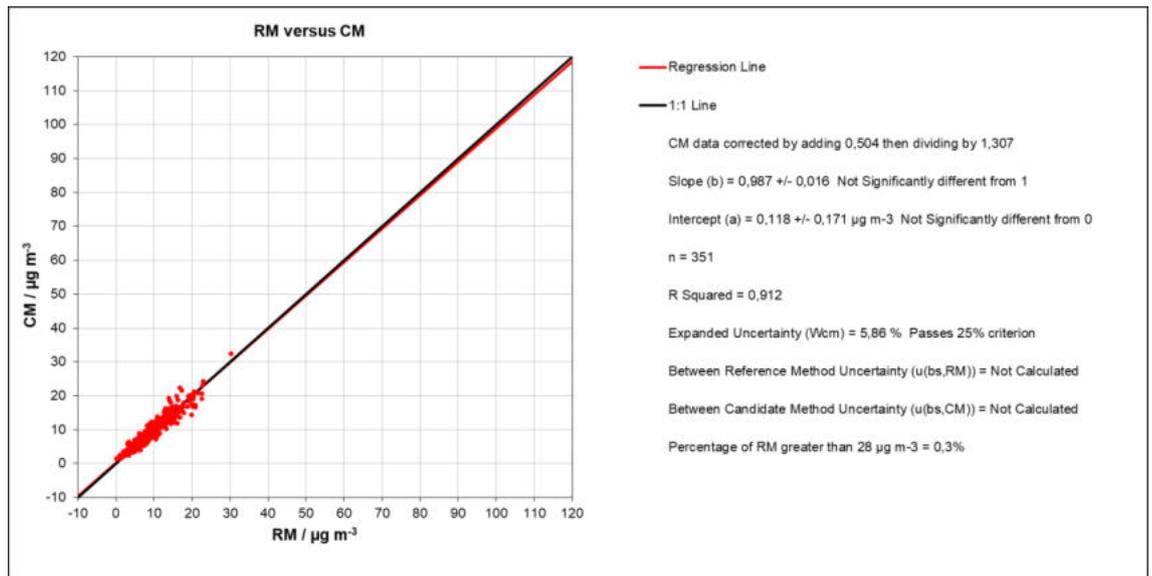


Abbildung 77. Regression der kontinuierlichen PM₁₀-Messungen (24 h Mittel) gegen das gravimetrische Referenzverfahren nach steigungs- und achsenabschnittbasierter Kalibrierung.

Aufgrund der geringen PM₁₀-Konzentrationen im Kalenderjahr 2021 resultiert eine erweiterte relative Messunsicherheit des Rohdatenkollektives von 28,5 %. Nach Anwendung der Kalibrierfunktion liegt die relative erweiterte Messunsicherheit bei 5,9 %. Das Datenqualitätsziel von 25 % wird somit sicher eingehalten. Die gute Vergleichbarkeit der kalibrierten APDA 372-Messdaten mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren dokumentiert zusammenfassend die nachfolgende Tabelle, in der die statistischen Kenngrößen beider Messverfahren gegenübergestellt sind.

Tabelle 42. Vergleich gravimetrisches Referenzmessverfahren mit Partikelimmissionsmesssystem APDA 372 (Datenbasis Tagesmittelwerte und Berücksichtigung der Kalibrierfunktion).

Kenngröße	Einheit	(LVS/PNS)	(APDA 372)
		gravimetrisch	kontinuierlich
		01.01.21 - 31.12.21	
Minimum	µg/m ³	1	1
Maximum	µg/m ³	49	32
Mittelwert	µg/m³	10,0	9,6
90-Perzentil	µg/m ³	17	17
Tage > 50 µg/m³	Anzahl	0	0
Anzahl Messwerte	Anzahl	362	353
Verfügbarkeit	%	99	97

Im Jahresmittelwert ergibt sich lediglich eine Abweichung von 0,4 µg/m³. Demnach ist die Übereinstimmung der eingesetzten Messsysteme gut. Bei der Anzahl der Überschreitungstage des Tagesimmissionsgrenzwertes gemäß 39. BImSchV von 50 µg/m³ gab es im Kalenderjahr 2021 sowohl bei der gravimetrischen Referenzmessung als auch bei der kontinuierlichen Messung keine Überschreitung. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen im Kalenderjahr wurde damit bei beiden Systemen sicher eingehalten.

Der Jahresmittelwert für PM₁₀ liegt nach der Äquivalenzprüfung mit 10 µg/m³ ca. 1 µg/m³ unterhalb des Jahresmittelwertes aus 2020. An der Hauptmessstation LHY7 gab es vom 23.02.2021 bis 05.03.2021 einen Geräteausfall des kontinuierlichen Staubmessgerätes. In diesem Zeitraum, am 25.02.2021, wurde der maximale Tagesmittelwert von 49 µg/m³ bei der gravimetrischen Referenzmessmethode ermittelt. Der maximale Tagesmittelwert der kontinuierlichen Messung von 32 µg/m³ wurde am 20.06.2022 gemessen. An diesem Tag wurde mit der gravimetrischen Referenzmessung ein Tagesmittelwert von 30 µg/m³ ermittelt.

6.10 Partikel PM_{2,5} (LHY7)

Der Jahresmittelwert im Kalenderjahr 2021 liegt mit 8 µg/m³ auf dem Konzentrationsniveau aus 2020. Der Immissionszielwert gemäß 39. BImSchV für das Kalenderjahr von 25 µg/m³ wurde somit deutlich unterschritten. Im Februar 2021 wurden die höchsten PM_{2,5}-Konzentrationen mit 11 µg/m³ ermittelt. Abbildung 78 zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte im Kalenderjahr 2021. In Tabelle 43 sind die PM_{2,5}-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021 dargestellt.

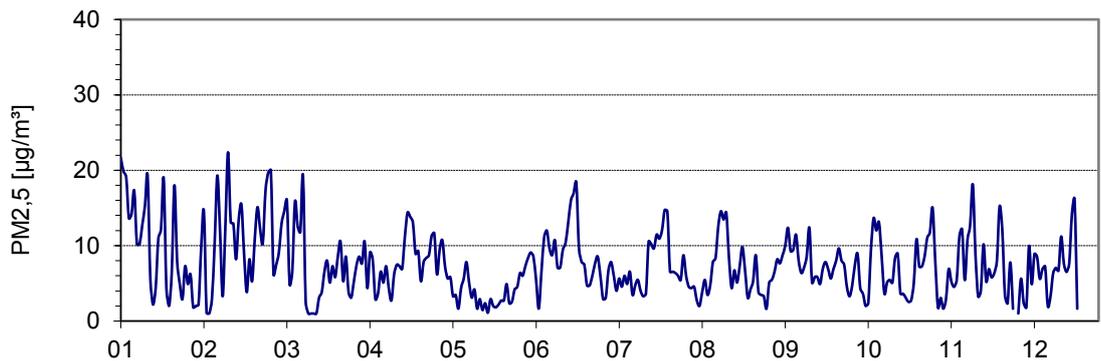


Abbildung 78. Verlauf der Tagesmittelwerte von Partikel (PM_{2,5}) für das Kalenderjahr 2021.

Tabelle 43. PM_{2,5}-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021.

LHY7	Mittelwert PM _{2,5} µg/m ³	39. BImSchV µg/m ³
Januar	10	
Februar	11	
März	7	
April	8	
Mai	4	
Juni	9	
Juli	7	
August	6	
September	8	
Oktober	7	
November	7	
Dezember	7	
Jahresmittelwert	8	25¹⁾
Max. Tagesmittelwert	22	
Verfügbarkeit %	98	

¹⁾ Jahresimmissionsgrenzwert

6.11 Staubniederschlag (LHY7)

Die Verfügbarkeit für die Staubniederschlagsmessungen betrug 2021 83 %. Die Staubdepositionsproben im Juni und Juli 2021 mussten aufgrund von erhöhter Algenbildung und Käferbefall verworfen werden. Für den Staubniederschlag an der Messstation LHY7 wurde 2021 ein Jahresmittelwert von 0,041 g/(m²×d) ermittelt. Damit liegt der Jahresmittelwert in etwa auf dem Niveau des Vorjahres. Der Jahreshgrenzwert gemäß TA Luft von 0,35 g/(m²×d) wurde deutlich unterschritten.

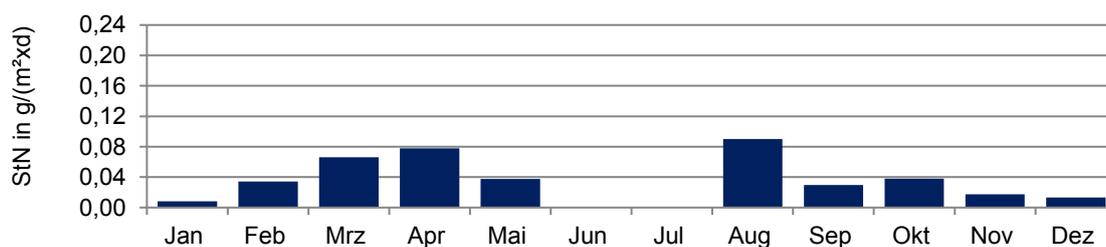


Abbildung 79. Verlauf des Staubniederschlags (Monatsmittelwerte) für das Kalenderjahr 2021.

Tabelle 44. Staubniederschlags-Kennwerte für das Kalenderjahr 2021.

LHY7	Mittelwert StN g/(m ² ×d)	TA Luft g/(m ² ×d)
Januar	0,01	
Februar	0,03	
März	0,07	
April	0,08	
Mai	0,04	
Juni	n.a.	
Juli	n.a.	
August	0,09	
September	0,03	
Oktober	0,04	
November	0,02	
Dezember	0,01	
Jahresmittelwert	0,04	0,35¹⁾
Verfügbarkeit %	83	

¹⁾ Jahresimmissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen

n.a. - nicht analysiert/ Probenverlust

7 Beurteilung der Immissionssituation am Flughafen München im Jahr 2021

7.1 Vergleich der aktuellen Messdaten mit den LÜB-Stationen München-Lothstraße, München-Johanneskirchen und Andechs

Für die Bewertung der ermittelten NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} und O₃-Konzentrationen werden die Monatsmittelwerte mit Messwerten des Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) des Bayerischen Landesamt für Umwelt verglichen. Als Referenzstandorte wurden die LÜB-Stationen München-Lothstraße (städtischer Hintergrund), München-Johanneskirchen (ländlicher Hintergrund) und Andechs (ländlicher Hintergrund, Messung auf 700 m NN) mit aufgeführt [38], [42].

In der nachfolgenden Tabelle sind die Jahresmittelwerte dieser Stationen im Vergleich zu den Messstationen LHY4 und LHY7 dargestellt. An der Messstation LHY4 erfolgt lediglich die kontinuierliche Bestimmung der Stickstoffoxide. Für die Partikel PM₁₀ wurden die Ergebnisse der gravimetrischen Referenzmessung verwendet.

Tabelle 45. Vergleich der Jahresmittelwerte 2021 LÜB – FMG.

Messparameter	LÜB-Stationen			Flughafen München	
	M.-Loth- straße	M.-Johannes- kirchen	An- dechs	LHY7	LHY4
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
NO ₂ -Konzentration	23	17	5	12	15
PM ₁₀ -Konzentration	14	13	10	10	-
PM _{2,5} -Konzentration	9	8	7	8	-
O ₃ -Konzentration	45	47	56	49	-

Das Immissionsniveau der Messstationen am Flughafen München ist weiterhin auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau und liegt für den Parameter NO₂ an der LHY4 mit 15 µg/m³ etwas unterhalb des Konzentrationsniveaus der LÜB-Station München-Johanneskirchen. Die NO₂-Konzentration an der Hauptmessstation LHY7 ist mit 12 µg/m³ etwa 5 µg/m³ unterhalb des Niveaus der LÜB-Station München-Johanneskirchen. Im Kalenderjahr 2021 ist die PM₁₀-Konzentration mit 10 µg/m³ an der Messstation LHY7 auf Niveau der LÜB-Messstation Andechs. Die PM_{2,5}-Konzentration an der LHY7 liegt mit 8 µg/m³ auf Niveau der LÜB-Station Johanneskirchen. Der Trend der rückläufigen NO₂- und PM-Jahresmittelwerte ist konstant und kann großräumig auch im Vergleich zu den LÜB-Jahresmittelwerten festgestellt werden. Das O₃-Immissionsniveau an der LHY7 beträgt 49 µg/m³ und ist somit 2 µg/m³ über dem Niveau der LÜB-Messstation München-Johanneskirchen.

In den nachfolgenden vier Abbildungen sind die jeweiligen Verläufe der Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentration, PM₁₀-Konzentration, PM_{2,5}-Konzentration und O₃-Konzentration für die oben genannten Messstandorte grafisch dargestellt.

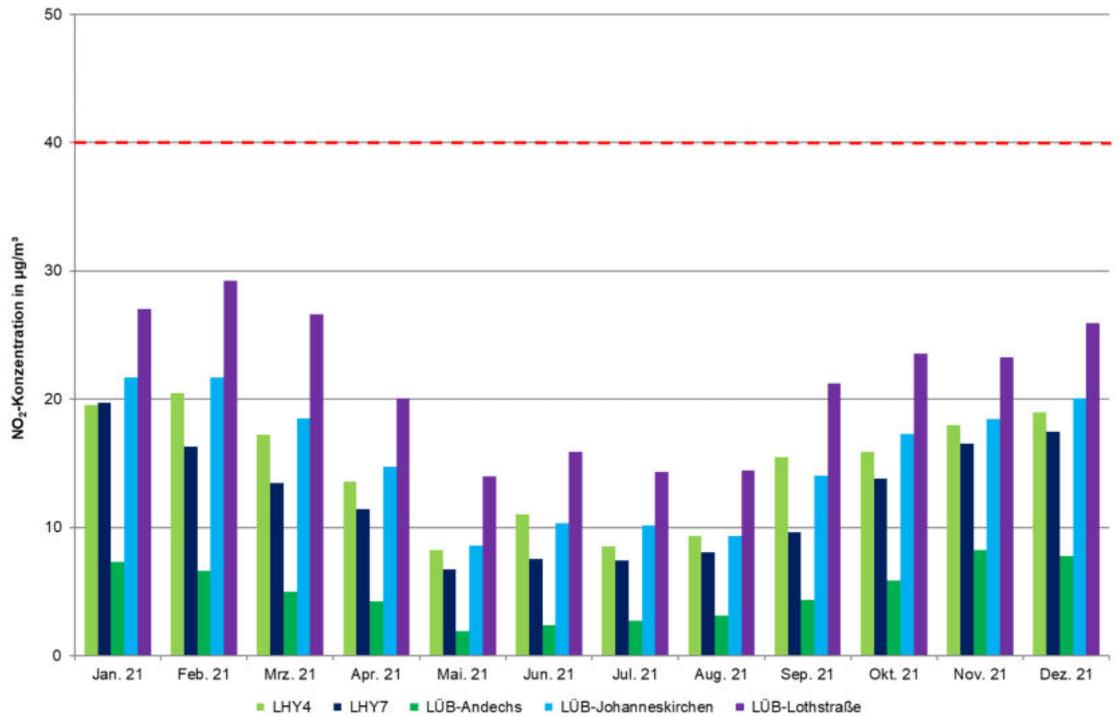


Abbildung 80. Vergleich der NO₂-Monatsmittelwerte LÜB – FMG (Monatsmittelwerte, NO₂-Jahresgrenzwert 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert).

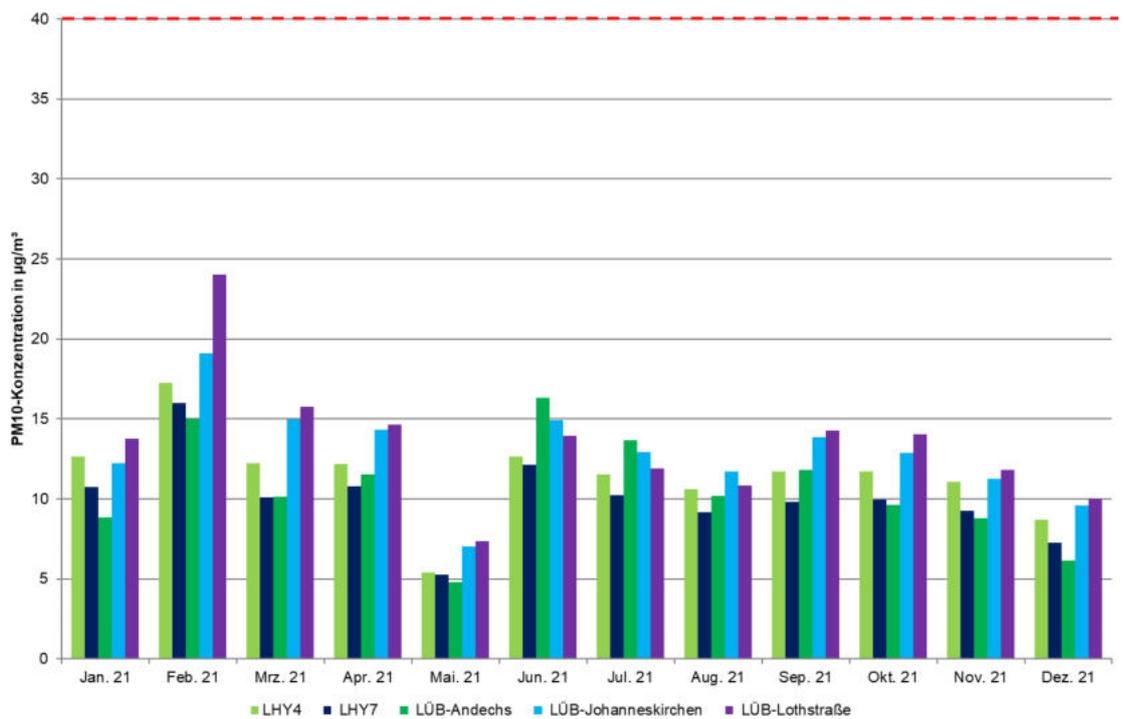


Abbildung 81. Vergleich der PM₁₀-Monatsmittelwerte LÜB – FMG (Monatsmittelwerte, PM₁₀-Jahresgrenzwert 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert).

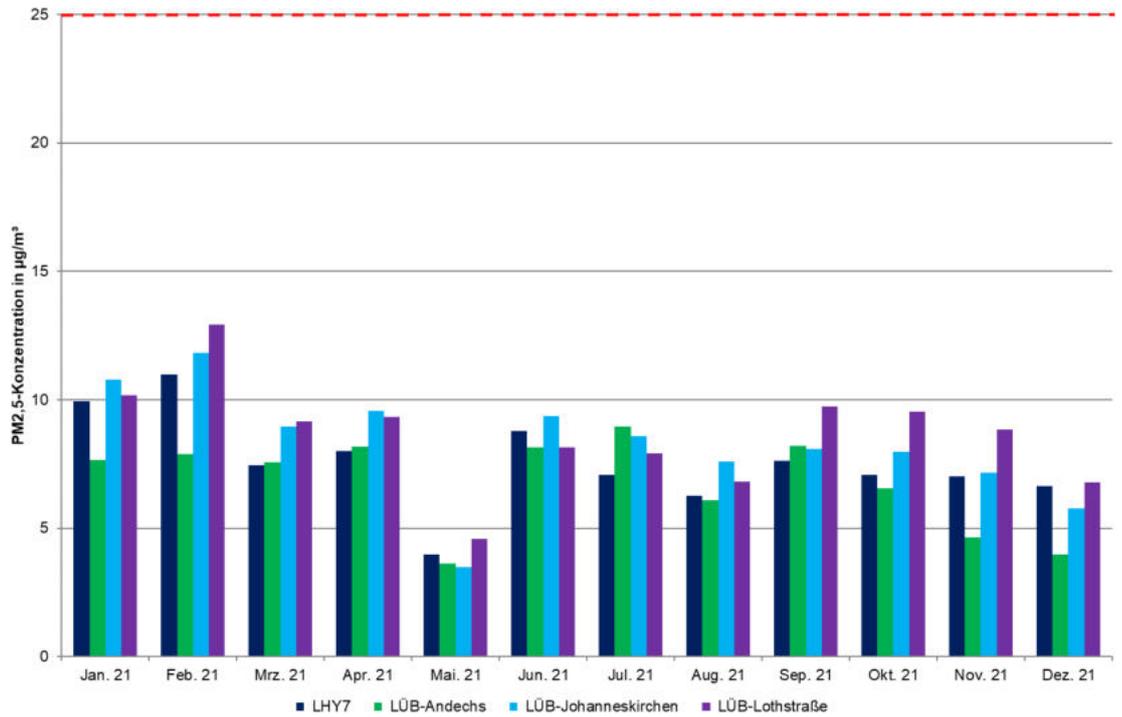


Abbildung 82. Vergleich der PM_{2,5}-Monatsmittelwerte LÜB – FMG (Monatsmittelwerte, PM_{2,5}-Jahresgrenzwert 25 µg/m³ rot gestrichelt markiert).

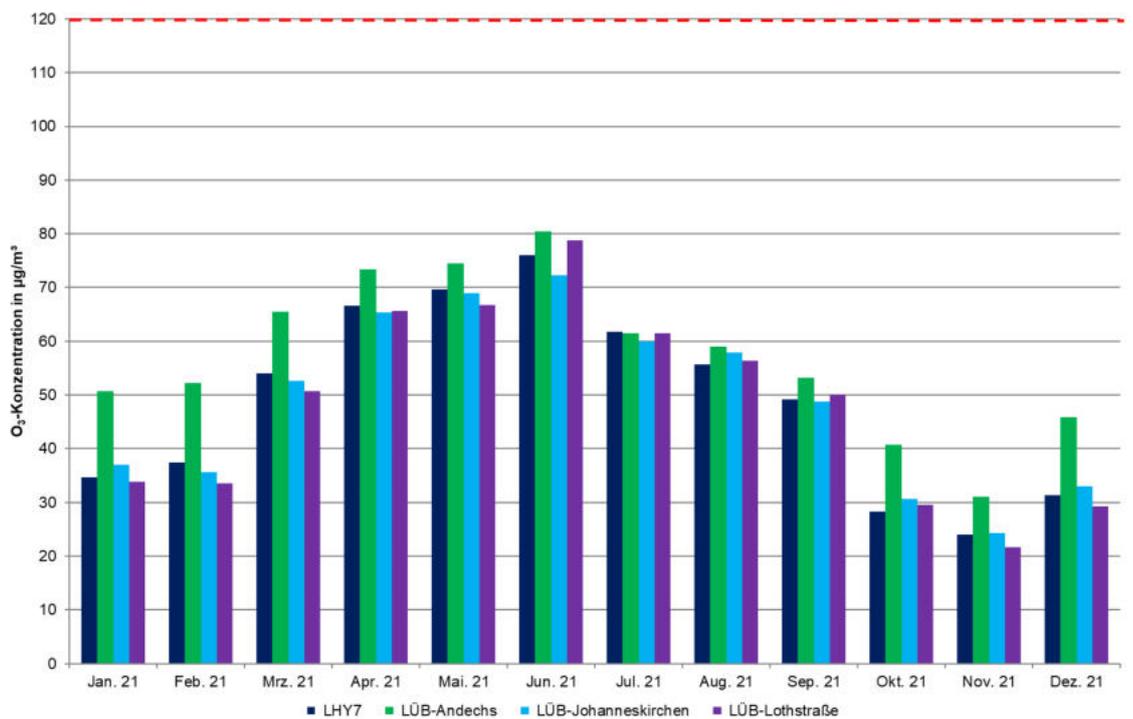


Abbildung 83. Vergleich der O₃-Monatsmittelwerte LÜB – FMG (Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m³ rot, gestrichelt markiert).

S:\MIPROJ\154\154386\M154386_18_BER_1D.DOCX:06. 10. 2022

Im Vergleich aller Stationen zeigt sich, dass die ermittelten Immissionskonzentrationen am Flughafen München im Konzentrationsbereich zwischen der LÜB-Station München-Johanneskirchen und der LÜB-Station Andechs liegen. Das Immissionsniveau an den Messorten LHY4 bzw. LHY7 entspricht somit dem typischen vorstädtischen bis ländlichen Hintergrund.

Zwischen diesen Stationen zeigt sich im Vergleich der Monatskenngrößen auch die größte Übereinstimmung. Die jahreszeitlichen Konzentrationsverläufe in Abhängigkeit der Meteorologie aus Abschnitt 5 können durch den Vergleich mit diesen LÜB-Messstationen bestätigt werden.

7.2 Beurteilung der Immissionssituation 2021

Beim Vergleich der Immissionssituation mit den Vorjahren sind die Umzüge der Hauptmessstation 2004 bzw. 2012 zu berücksichtigen. So ist im Jahr 2004 durch den Umzug der Station zur Allgemeinen Luftfahrt (vorher Schwaigerloh) die Messstation näher an den Flughafen gerückt. Beim erneuten Umzug der Messstation im Jahr 2012 ist durch die Versetzung in den Sicherheitsbereich der Verkehrseinfahrt (Erdingener Allee) zurückgegangen, jedoch der direkte Einfluss der Start- und Landevorgänge größer. Insofern ist der Vergleich mit den Vorjahren (2005 bis 2011) nur unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes möglich.

Seit 14. März 2020 haben sich aufgrund der Corona-Krise die Flugzahlen reduziert. Eine Quantifizierung der Auswirkungen auf das Immissionsniveau lässt sich jedoch nicht unmittelbar aus den Messergebnissen ableiten. Neben den Emissionen haben meteorologische Effekte einen wesentlichen Einfluss auf die Schadstoffkonzentration. Dennoch lagen die Schadstoffkonzentrationen im Jahresmittel auf einem sehr niedrigem Immissionsniveau.

Eine Bewertung hinsichtlich des Einflusses der COVID-19 Pandemie auf die Immissionssituation erfolgt durch die FMG im Rahmen eines gesonderten Berichtes. Die Ergebnisse der Immissionsmessungen im Kalenderjahr 2021 sind nachfolgend den jeweiligen Grenz- und Zielwerten der 39. BImSchV gegenübergestellt.

Tabelle 46. Vergleich der Beurteilungswerte der 39. BImSchV mit den Messwerten an den Messstandorten LHY7 und LHY4.

Messparameter	39. BImSchV			LHY7	
	Grenz- bzw. Zielwert		Zul. Überschreitungen	Mittelwert bzw. Maximalwert (max.)	Überschreitung
Partikel PM ₁₀	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	10 µg/m ³	-
	Tagesgrenzwert	50 µg/m ³	35	max. 38 µg/m ³	0
Partikel PM _{2,5}	Jahresgrenzwert	25 µg/m ³	-	8 µg/m ³	-
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	12 µg/m ³	-
	1-h-Grenzwert	200 µg/m ³	18	max. 62 µg/m ³	0
Ozon (O ₃)	1-h Infoschwelle	180 µg/m ³	-	max. 163 µg/m ³	-
	8-h-Zielwert für den Tag	120 µg/m ³	25	max. 153 µg/m ³	24 ¹⁾
Schwefeldioxid (SO ₂)	Tagesgrenzwert	125 µg/m ³	3	max. 3 µg/m ³	0
	1-h-Grenzwert	350 µg/m ³	24	max. 11 µg/m ³	0
CO	8-h-Grenzwert für den Tag	10 mg/m ³	-	max. 0,6 mg/m ³	-
Benzol	Jahresgrenzwert	5 µg/m ³	-	0,5 µg/m ³	-
Benzo(a)pyren	Jahreszielwert	1 ng/m ³	-	0,10 ng/m ³	-
LHY4					
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	15 µg/m ³	-
	1-h-Grenzwert	200 µg/m ³	18	max. 73 µg/m ³	0
Benzol	Jahresgrenzwert	5 µg/m ³	-	0,5 µg/m ³	-
Benzo(a)pyren	Jahreszielwert	1 ng/m ³	-	0,10 ng/m ³	-

¹⁾ Mittelwert 2019 - 2021

Der Jahresmittelwert für Schwefeldioxid lag im Jahr 2021 mit 2 µg/m³, unabhängig vom Standort, im Bereich der Vorjahre. In 94 % aller im Kalenderjahr 2021 registrierten Halbstundenmittelwerte wurden SO₂-Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 2 µg/m³ ermittelt. Der Tages- bzw. Stundengrenzwert gemäß 39. BImSchV wurde in Folge deutlich unterschritten.

Die im Kalenderjahr 2021 ermittelten Kohlenmonoxid-Immissionskonzentrationen befinden sich auf dem Konzentrationsniveau der Vorjahre. Der CO-Jahresmittelwert betrug 0,23 mg/m³ und kann damit als typische Hintergrundkonzentration bezeichnet werden. Der maximale 8-h-Mittelwert betrug 0,6 mg/m³ und liegt somit deutlich unterhalb des einzuhaltenden 8-h-Grenzwertes von 10 mg/m³.

Beim PM₁₀ wurde sowohl mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren als auch mit dem kontinuierlichen Messverfahren nach Anwendung der standortabhängigen Kalibrierfunktion ein Jahresmittelwert von 10 µg/m³ ermittelt. Der Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ wurde somit sicher eingehalten. Bei der Anzahl der Überschreitungstage des Tagesimmissionsgrenzwertes gemäß 39. BImSchV von 50 µg/m³ gab es im Kalenderjahr 2021 mit beiden Messverfahren keine Überschreitung. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen pro Kalenderjahr wurde somit sicher eingehalten.

Die mittlere PM_{2,5}-Konzentration an der Hauptmessstation LHY7 betrug 2021 8 µg/m³ und lag damit deutlich unterhalb des Jahresimmissionsgrenzwertes der 39. BImSchV von 25 µg/m³.

Der Jahresmittelwert der Stickstoffmonoxid-Konzentration an der Hauptmessstation LHY7 lag bei 3 µg/m³. Etwa 53 % der Halbstundenmittelwerte im Kalenderjahr 2021 waren unterhalb des Ersatzwertes von 1 µg/m³. Die mittlere NO-Konzentration an der LHY4 lag mit 5 µg/m³ etwa 1 µg/m³ unterhalb der Konzentration aus dem Vorjahr.

Bei der NO₂-Konzentration an der LHY7 wurde mit 12 µg/m³ ein Jahresmittelwert bestimmt, der 2 µg/m³ unterhalb des Mittelwertes aus 2021 liegt. Der Jahresgrenzwert gemäß 39. BImSchV von 40 µg/m³ ist sicher eingehalten. Mit einem maximalen Stundenmittelwert von 62 µg/m³ wurde der NO₂-Stundengrenzwert von 200 µg/m³ lediglich zu ca. 31 % ausgeschöpft.

Die im Kalenderjahr 2021 ermittelte NO₂-Konzentration an der LHY4 am Standort Brandau betrug 15 µg/m³ und liegt somit auf Niveau des Jahresmittelwertes aus dem Vorjahr. Der Jahresimmissionsgrenzwert von 40 µg/m³ wurde deutlich unterschritten. Der Stundengrenzwert von 200 µg/m³ gemäß 39. BImSchV wurde mit maximal 73 µg/m³ höchstens zu 37 % erreicht.

Während der seit 2010 geltende Jahresmittelwert für NO₂ von 40 µg/m³ im Bereich der Flughafenmessstationen unterschritten wird, treten vereinzelt in Ballungsgebieten (z. B. LÜB-Station München-Landshuter Allee) immer noch Überschreitungen des Jahresgrenzwertes auf.

Die mittlere Ozon-Konzentration im Kalenderjahr 2021 lag mit 49 µg/m³ auf Niveau des Jahresmittelwertes aus 2020.

Der 8-Stunden-Zielwert für Ozon von 120 µg/m³ wurde 2021 an insgesamt 15 Tagen überschritten. Gemäß 39. BImSchV darf der 8-Stunden-Zielwert in drei aufeinanderfolgenden Jahren im Mittel an 25 Tagen überschritten werden. An der Hauptmessstation LHY7 ergibt sich für die Jahre 2019 bis 2021 eine jährliche Überschreitungsanzahl von 24. Somit wurde der Zielwert eingehalten. Bundesweit gab es im Vergleichszeitraum 2019 bis 2021 bei wenigen LÜB-Hintergrundmessstationen Überschreitungen des Zielwertes [42].

In diesem Zusammenhang kann angemerkt werden, dass im Gegensatz zu den restlichen Luftschadstoffen Ozon kein primärer Luftschadstoff ist. So treten beim Ozon an den verkehrsbeeinflussten Messstationen geringere Jahresmittelwerte als an emissionsarmen Stationen (ländlicher Raum bzw. höher gelegene Messstationen) auf.

Die Benzol-Konzentration an der Hauptmessstation LHY7 und am Messort LHY4 entsprechen weiterhin dem niedrigen Niveau der Vorjahre. Der Jahresimmissionsgrenzwert gemäß 39. BImSchV von 5 µg/m³ wird an beiden Standorten deutlich unterschritten.

Die Toluol-Konzentrationen lagen ebenfalls unter den Jahresmittelwerten der Vorjahre. Das Benzol/Toluol-Verhältnis ist mit den Werten der Vorjahre vergleichbar. Die Jahresmittelwerte von o-Xylol und p,m-Xylole bewegten sich im Schwankungsbereich der Mittelwerte der Vorjahre, wobei beim p,m-Xylol durch Entfallen des

Ersatzwertes seit März 2014 deutlich niedrige Bestimmungsgrenzen angegeben werden können.

Die Benzo(a)pyren-Konzentration in der PM₁₀-Fraktion betrug sowohl an der Hauptmessstation LHY7 als auch am Messstandort LHY4 0,10 ng/m³. Der Zielwert über ein Kalenderjahr gemäß 39. BImSchV von 1 ng/m³ wurde somit sicher eingehalten. Erwartungsgemäß wurden in den Wintermonaten höhere Konzentrationen erfasst.

Die seit 2014 gemessenen n-Alkane (n-Hexan bis n-Tetradekan) gelten als Tracer für Kerosin. Die Jahresmittelwerte der n-Alkane lagen auch im Jahr 2021 in der Summe mit <1 µg/m³ an beiden Messorten auf einem sehr niedrigen Niveau. Eine immisionsschutzrechtliche Beurteilungsgrundlage für diese Messparameter gibt es derzeit nicht. Die gemessenen Werte liegen deutlich unter dem hilfsweise herangezogenen Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m³.

8 Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert am 08. Juli 2022 (BGBl. L S. 1054)
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr 40 vom 05. August 2021, S. 1065), zuletzt geändert durch Art. 112 V. 19.06.2020 I 1328
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBl. 2021 Nr. 48-54, S. 1050)
- [4] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 24. Juli 2022 (GMBl. Nr. 25 – 29 vom 30.07.2002 S. 511)
- [5] Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft vom 15.12.2004 (ABl. EU vom 26.01.2005 Nr. L 23 S. 3)
- [6] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa vom 21. Mai 2008 (ABl. EU vom 11.6.2008 Nr. L 152 S. 1ff.)
- [7] WHO (2001): Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition, WHO regional publications. European series; No. 91, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen 2000
- [8] Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind, Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe, LAI - Länderausschuss für Immissionsschutz, September 2004
- [9] Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) des Umweltbundesamtes, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/bilder/dateien/0_ausschuss_fuer_innenraumrichtwerte_empfehlungen_und_richtwerte_mikro_20220107.pdf, 2022
- [10] Länderausschuss für Immissionsschutz: Bewertung von Toluol- und Xylol-Immissionen, 01. Januar 1997
- [11] LAI (2000): Bewertung von Chrom-, Nickel- und Styrol-Immissionen; Unterausschuss Wirkungsfragen des LAI, LAI-Schriftenreihe Band 21, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2000
- [12] DIN EN 12341: Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM10- oder PM2,5-Massenkonzentration des Schwebstaubs, August 2014

- [13] DIN EN 14211: Außenluft – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz, November 2012
- [14] EN 14212: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz, November 2012
- [15] DIN EN 14625 Außenluft- Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie, Dezember 2012
- [16] DIN EN 14626: Außenluft- Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie– Dezember 2012
- [17] DIN EN 14662-2: Luftbeschaffenheit - Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen - Teil 2: Probenahme mit einer Pumpe mit anschließender Lösemitteldesorption und Gaschromatographie, August 2008
- [18] VDI 2100 Bl. 2: Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Gaschromatographische Bestimmung organischer Verbindungen - Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Aktivkohle – Lösemittlextraktion, April 2008
- [19] VDI 3786 Blatt 2: Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind, Mai 2018
- [20] VDI 3786, Blatt 3: Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen – Lufttemperatur, Dezember 2012
- [21] VDI 3786, Blatt 4: Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen – Luftfeuchte, Juni 2013
- [22] VDI 3786 Blatt 16: Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen – Luftdruck, Juli 2010
- [23] DIN EN 16450: Außenluft - Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM₁₀; PM_{2,5}), Juli 2017
- [24] DIN EN ISO 20988: Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit, September 2007
- [25] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-3Z01: Immissionsmessungen durchführen, Februar 2022
- [26] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-3E02: PM₁₀ und PM_{2,5} messen (Gravimetrie), Februar 2022
- [27] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-3E09: Kontinuierlich PM₁₀ und PM_{2,5} messen, Februar 2022
- [28] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-4E02: PM₁₀ und PM_{2,5} bestimmen (Wägung), Juni 2019
- [29] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-3B02: Kontinuierlich NO₂ messen (Chemilumineszenz), Februar 2022
- [30] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-3B05: kontinuierlich SO₂ messen (UV-Fluoreszenz), Februar 2022

- [31] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-3B08 Kontinuierlich Ozon messen (Ultraviolett-Photometrie), Februar 2022
- [32] Müller-BBM Prüfanweisung PA 16-3B07 kontinuierlich CO messen (NDIR), Februar 2022
- [33] PA 16-3K01. Organische Verbindungen messen (aktive Probenahme), Februar 2022
- [34] DIN EN ISO 20988: Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit, September 2007
- [35] Deutscher Wetterdienst (DWD): www.dwd.de, langjährige und aktuelle Messdaten, sowie Pressemitteilungen; 14.07.2022
- [36] Topographische Karte Bayern Süd, M 1 : 50 000, Landesvermessungsamt Bayern (CD-ROM-Version 3.0), 2001.
- [37] Meteorologische Zeitreihe (AKTERM) Erdinger Moos, für das repräsentative Jahr 2012
- [38] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Messwertarchiv, <https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/messwertarchiv/index.htm>, Stand Juni 2022
- [39] Bayernviewer: Bayerische Vermessungsverwaltung 2017 - Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung – www.geodaten.bayern.de
- [40] Deutscher Wetterdienst (DWD): https://www.dwd.de/DE/presse/presseseite_node.html
- [41] Ermittlung eines repräsentativen Jahres, München (Flughafen), Bezugszeitraum 2009-2016, Deutscher Wetterdienst 22.06.2017
- [42] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2021, Stand Mai 2022

9 Anhang

9.1 Häufigkeitsverteilung von Windrichtung und –geschwindigkeit in den jeweiligen Messmonaten (Januar bis Dezember 2021)

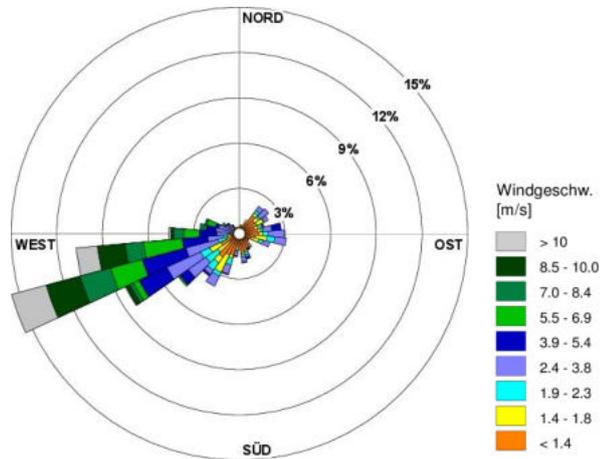


Abbildung 84. Windrichtungsverteilung für Januar 2021.

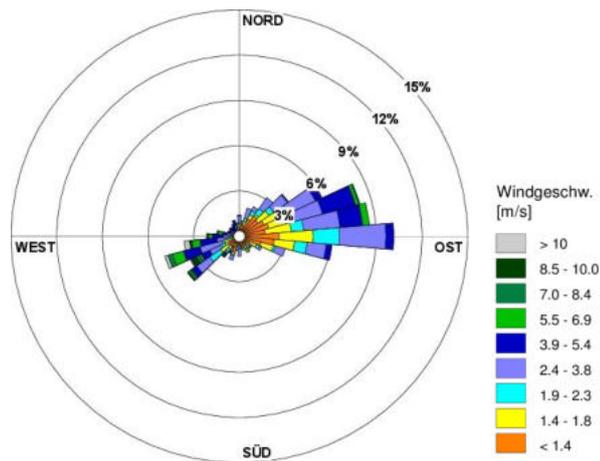


Abbildung 85. Windrichtungsverteilung für Februar 2021.

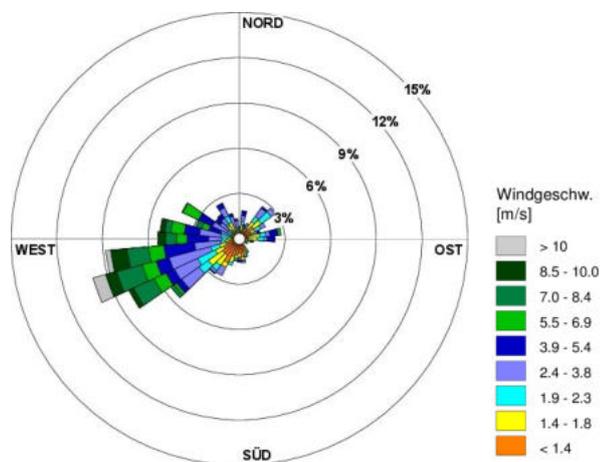


Abbildung 86. Windrichtungsverteilung für März 2021.

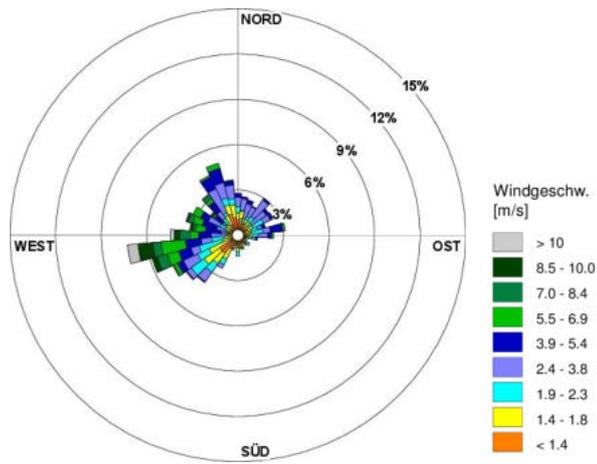


Abbildung 87. Windrichtungsverteilung für April 2021.

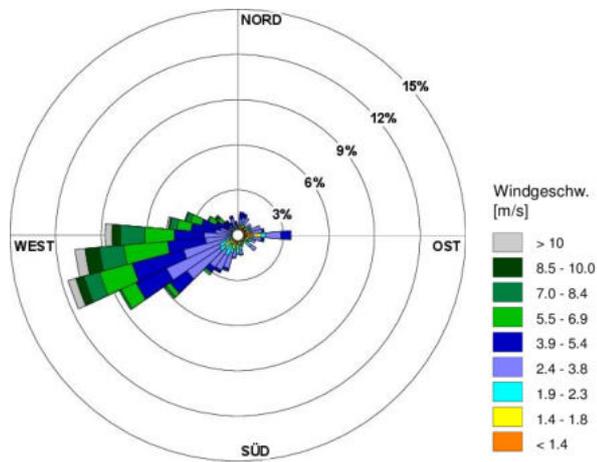


Abbildung 88. Windrichtungsverteilung für Mai 2021.

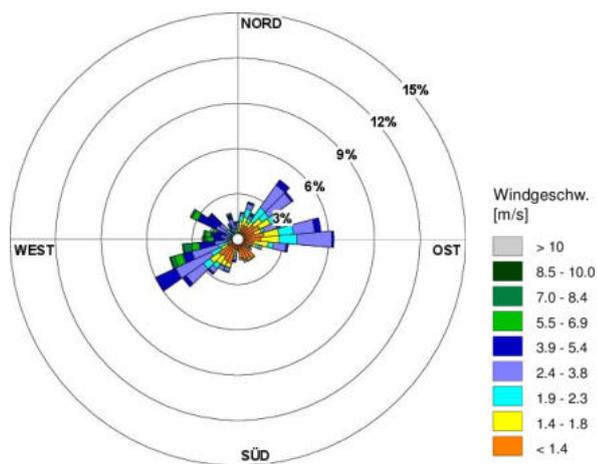


Abbildung 89. Windrichtungsverteilung für Juni 2021.

S:\MIPROJ\154\154386\M154386_18_BER_1D.DOCX:06. 10. 2022

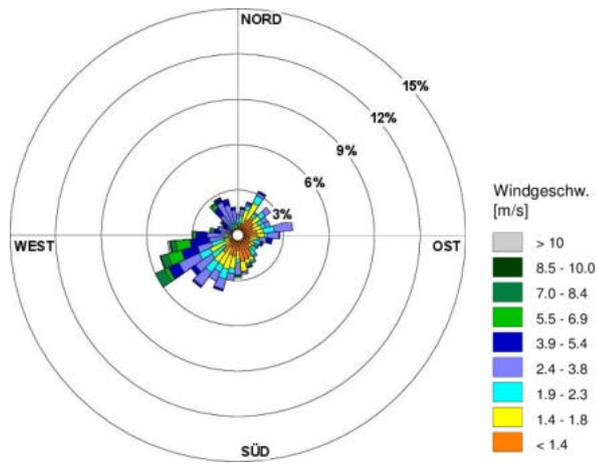


Abbildung 90. Windrichtungsverteilung für Juli 2021.

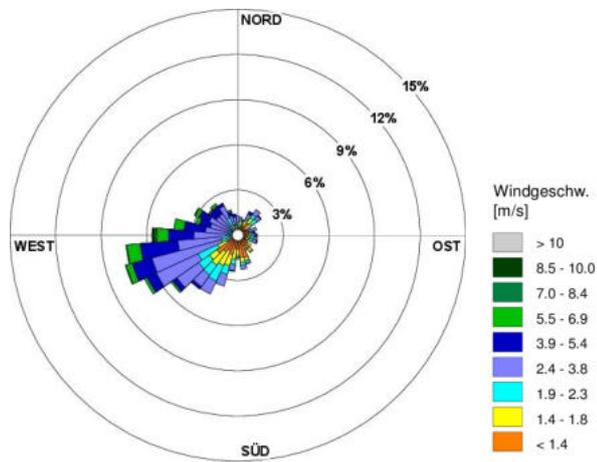


Abbildung 91. Windrichtungsverteilung für August 2021.

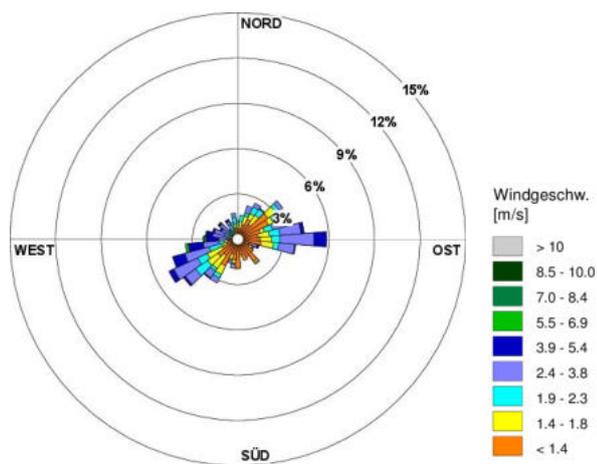


Abbildung 92. Windrichtungsverteilung für September 2021.

S:\MIPROJ\154\154386\M154386_18_BER_1D.DOCX:06. 10. 2022

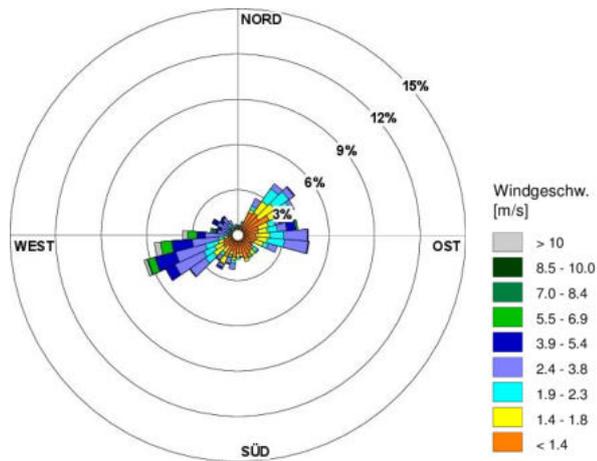


Abbildung 93. Windrichtungsverteilung für Oktober 2021.

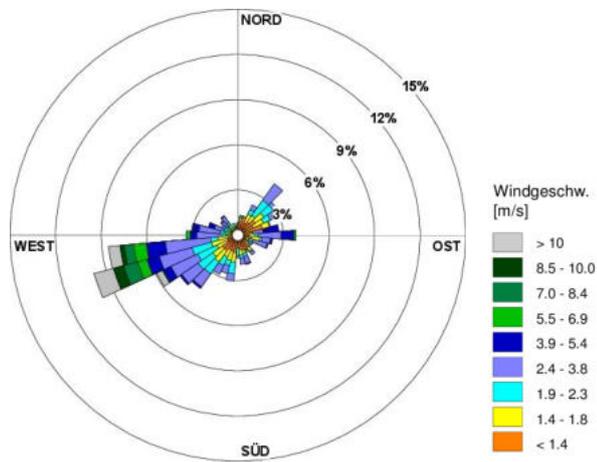


Abbildung 94. Windrichtungsverteilung für November 2021.

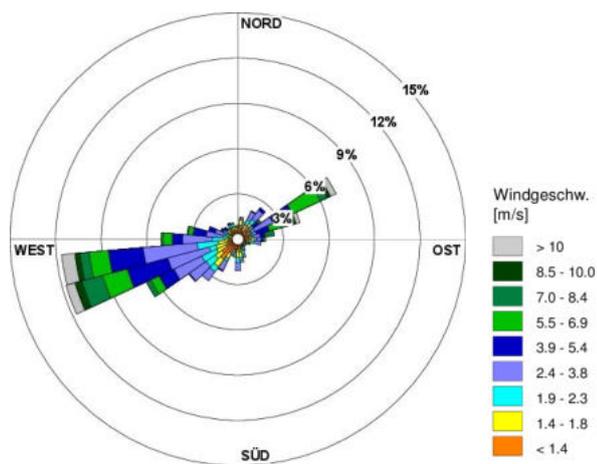


Abbildung 95. Windrichtungsverteilung für Dezember 2021.

S:\MIPROJ\154\M154386\M154386_18_BER_1D.DOCX:06. 10. 2022

9.2 Jahresmittel- und Perzentilwerte der LHY7 und LHY4

Tabelle 47. Jahresmittel- und Perzentilwerte der Messstation LHY7 für das Kalenderjahr 2021.

Messkomponente	Dim.	Jahres-Mittelwert	Perzentilwerte				
			25%	50%	75%	95%	98%
SO ₂	µg/m ³	2	2	2	2	2	2
CO	mg/m ³	0,23	0,18	0,21	0,26	0,36	0,42
NO	µg/m ³	3	1	1	2	14	24
NO ₂	µg/m ³	12	5	10	17	31	38
O ₃	µg/m ³	49	23	48	70	105	118
PM ₁₀	µg/m ³	10	6	10	15	24	28
Benzol	µg/m ³	0,50	0,20	0,46	0,73	1,0	1,2
Toluol	µg/m ³	0,57	0,31	0,49	0,77	1,2	1,3
pm-Xylol	µg/m ³	0,35	0,19	0,31	0,45	0,76	0,87
o-Xylol	µg/m ³	0,13	0,07	0,11	0,15	0,25	0,30
Ethylbenzol	µg/m ³	0,12	0,07	0,10	0,15	0,31	0,31
n-Hexan	µg/m ³	0,16	0,11	0,14	0,21	0,29	0,32
n-Heptan	µg/m ³	0,12	0,08	0,11	0,16	0,22	0,22
n-Oktan	µg/m ³	0,04	0,03	0,03	0,05	0,07	0,08
n-Nonan	µg/m ³	0,12	0,04	0,04	0,06	0,59	0,64
n-Dekan	µg/m ³	0,08	0,04	0,05	0,07	0,28	0,30
n-Undekan	µg/m ³	0,07	0,03	0,04	0,06	0,25	0,29
n-Dodekan	µg/m ³	0,06	0,02	0,03	0,03	0,24	0,29
n-Tridekan	µg/m ³	0,06	0,03	0,03	0,03	0,23	0,28
n-Tetradekan	µg/m ³	0,06	0,03	0,03	0,03	0,21	0,23

Tabelle 48. Jahresmittel- und Perzentilwerte der Messstation LHY4 für das Kalenderjahr 2021.

Messkomponente	Jahres-Mittelwert	Perzentilwerte				
		25%	50%	75%	95%	98%
NO	5	1	1	3	24	43
NO ₂	15	6	11	20	37	46
Benzol	0,47	0,2	0,4	0,7	1,0	1,2
Toluol	0,53	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0
pm-Xylol	0,34	0,2	0,3	0,5	0,7	0,7
o-Xylol	0,12	0,07	0,11	0,16	0,2	0,2
n-Hexan	0,16	0,10	0,15	0,21	0,3	0,3
n-Heptan	0,12	0,07	0,11	0,16	0,2	0,2
n-Oktan	0,04	0,03	0,03	0,05	0,07	0,07
n-Nonan	0,05	0,03	0,04	0,07	0,10	0,14
n-Dekan	0,06	0,03	0,05	0,07	0,11	0,14
n-Undekan	0,05	0,03	0,04	0,06	0,10	0,11
n-Dodekan	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,07
n-Tridekan	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,07