



Lufthygienischer Jahresbericht 2019



Luft



Lufthygienischer Jahresbericht 2019

Impressum

Lufthygienischer Jahresbericht 2019

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/

Konzept/Text:

LfU, Referat 24

Stand:

Oktober 2020 (April 2021: berichtigte Version, siehe Abschnitt 5.2.1)

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die publizistische Verwertung der Veröffentlichung – auch von Teilen – wird jedoch ausdrücklich begrüßt. Bitte nehmen Sie Kontakt mit dem Herausgeber auf, der Sie – wenn möglich – mit digitalen Daten der Inhalte und bei der Beschaffung der Wiedergaberechte unterstützt.

Diese Publikation wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
2	Grundlagen zur Messung der Luftqualität in Bayern	5
2.1	Gesetzliche Grundlagen der Immissionsüberwachung	5
2.2	Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB)	6
2.3	Veröffentlichung der Immissionsdaten	13
2.4	Immissions-, Grenz-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte für Luftverunreinigungen	13
2.5	Allgemeine Informationen zur Messwertbekanntgabe und Ergebnisdarstellung	18
3	Ergebnisse der Immissionsmessungen 2019	19
3.1	Tabellarische Gesamtübersichten	19
3.2	Einzelergebnisse	22
3.2.1	Stickstoffmonoxid	22
3.2.2	Stickstoffdioxid	24
3.2.3	Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5})	26
3.2.4	Ozon	30
3.2.5	Kohlenmonoxid	36
3.2.6	Benzol	37
3.2.7	Blei, Arsen, Cadmium und Nickel im Feinstaub PM ₁₀	37
3.2.8	Benzo[a]pyren im Feinstaub PM ₁₀	37
3.3	Weitere Auswertungen im Internet	37
4	Trendanalysen	38
4.1	Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid	38
4.2	Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5})	39
4.3	Ozon	40
4.4	Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid	41
5	Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessung	42
5.1	Erläuterung	42
5.1.1	Allgemeines	42
5.1.2	Analytik der Inhaltsstoffe	42
5.1.3	Wiederfindungsraten	43
5.1.4	Quelle der Inhaltsstoffe, Ausreißer	43

5.1.5	Bestimmungsgrenzen	43
5.2	Messergebnisse	44
5.2.1	Gesamtstaubniederschlag	44
5.2.2	Inhaltsstoffe im Staubniederschlag	45
6	Externe Messungen: Stadt Nürnberg	48
7	Tabellenverzeichnis	49
8	Abbildungsverzeichnis	51
9	Literaturverzeichnis	52

1 Einführung

Der ausführliche Lufthygienische Jahresbericht ergänzt den Jahreskurzbericht [1], der im Anschluss an die abschließende Plausibilitätsprüfung der Messergebnisse des Vorjahres erstellt wird und über die kontinuierlichen Messergebnisse aus dem Vorjahr informiert.

Im vorliegenden Bericht werden sämtliche Auswertungen des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) zur Überwachung der Luftqualität im Freistaat Bayern dargestellt. Die den Auswertungen zugrunde liegenden Messergebnisse sind im Internet [2] für jeden zugänglich.

Im Jahresbericht wird zunächst auf die gesetzlichen Grundlagen eingegangen. Hier bildet die 39. BImSchV [3] die einschlägige Grundlage zur Konfiguration des Messnetzes und zur Beurteilung der Luftqualität anhand vorgegebener Schadstoffe. Anschließend wird in tabellarischer Form über Lage, Inbetriebnahme, Belastungsniveau und Messgerätebestückung der einzelnen LÜB-Messstationen informiert. Neben der grundlegenden Berichterstattung über die geforderten Mittelwerte (bezogen in der Regel auf ein Kalenderjahr, einen Tag oder eine Stunde) eines Kalenderjahres anhand vorgegebener Schwellenwerte (z. B. Grenzwerte, Zielwerte) wird die Luftqualität für ausgewählte Stoffe anhand von Trendanalysen über zehn Jahre bewertet. Dadurch wird die zeitliche Entwicklung der Luftqualität an den Messstationen und auch für unterschiedliche Belastungsniveaus bzw. Messstationstypen (z. B. Verkehrs- oder Hintergrundmessstationen) beleuchtet.

Neben den gesetzlich begründeten kontinuierlichen Immissionsmessungen und diskontinuierlichen Passivsammlermessungen der Konzentration von Luftschadstoffen führt das LfU Messungen der Gesamtstaubdeposition durch. Der gesammelte Staub wird zusätzlich auf den Gehalt an einer breiten Palette an Metallen untersucht.

Abschließend werden im Bericht Messergebnisse der Stadt Nürnberg mitgeteilt, die unabhängig von den LÜB-Messungen des LfU im Ballungsraum Nürnberg/Fürth/Erlangen betrieben werden.

2 Grundlagen zur Messung der Luftqualität in Bayern

2.1 Gesetzliche Grundlagen der Immissionsüberwachung

Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) [4] enthält in § 44 „Überwachung der Luftqualität“ das gesetzliche Instrumentarium zur Immissionsüberwachung.

Die Kriterien für die Lage der Probenahmestellen für Messungen von Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxiden, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})¹, Blei, Benzol, Kohlenmonoxid und Ozon in der Luft sowie für die Bestimmung der Inhaltsstoffe Arsen, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren im Feinstaub PM₁₀ sind in der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV [3]) festgelegt, mit der die Luftqualitätsrichtlinien 2008/50/EG [5], 2004/107/EG [6] und 2001/81/EG [7] in deutsches Recht umgesetzt wurden. Gemäß dieser Richtlinie sollen die Immissionsmessungen unter anderem für ein Gebiet bzw. einen Ballungsraum repräsentativ sein und in Bereichen liegen, in denen die höchsten Konzentrationen auftreten, denen die Bevölkerung über einen Zeitraum ausgesetzt ist, der der Mittelungszeit des betreffenden Immissionsgrenzwerts Rechnung trägt. Außerdem sollen

¹ PM₁₀ und PM_{2,5}: Partikel mit aerodynamischem Durchmesser < 10 µm bzw. < 2,5 µm

Immissionsmessungen auch an Standorten durchgeführt werden, die für die Exposition der Bevölkerung allgemein repräsentativ sind.

2.2 Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB)

Das LfU betreibt aufgrund Art. 2 des Bayerischen Immissionsschutzgesetzes [8] das vollautomatische Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) [9, 10] mit 54 LÜB-Messstationen im Jahr 2019 (Abb. 1). Die Messstationen sind systematisch über das ganze Land verteilt, so dass eine landesweite Überwachung der lufthygienischen Situation gewährleistet ist.

Konzept zur Errichtung von Luftmessstationen

Das Konzept zur Errichtung von Luftmessstationen ist durch die 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) [3] vorgegeben. Grundlagen für Lage und Anzahl der Messstationen sind vorwiegend die Bevölkerungsanzahl sowie die Höhe der Schadstoffbelastung in den festgelegten Gebieten und Ballungsräumen. In Bayern sind dies München, Augsburg und Nürnberg/Fürth/Erlangen als Ballungsräume und die sieben Regierungsbezirke (jeweils ohne Ballungsraum) als Gebiete. Die Kontrolle der Luftqualität erfolgt für jede dieser voneinander abgegrenzten Flächen separat. Hierfür sind innerhalb jeden Gebiets und Ballungsraums verschiedene Belastungsniveaus zu erfassen. Dies sind Bereiche mit der höchsten Belastung (an verkehrsbelasteten Straßen) als auch Bereiche mit einer durchschnittlichen Belastung der Bevölkerung in Siedlungsbereichen (städtischer und vorstädtischer Hintergrund) sowie – bis auf Ballungsräume – ländliche Bereiche. Die Anzahl ortsfester Messstationen ist nach oben aufgrund des damit verbundenen hohen Aufwands (Personal und Kosten) begrenzt, so dass nur die erforderliche Mindestanzahl an Messstationen für eine richtlinienkonforme Erfassung der Luftqualität vorgehalten werden kann. Dafür ist mit diesen kontinuierlichen ortsfesten Messungen eine sehr gute und damit verlässliche Datenqualität gegeben. Durch das Konzept zur Errichtung der Messstationen stehen die Messergebnisse einer Messstation stellvertretend für Bereiche innerhalb des gleichen Gebiets bzw. Ballungsraums mit gleicher Belastungskategorie (verkehrsnahe, städtisch, vorstädtisch und ländlich), so dass Aussagen über große Flächen möglich sind. Ergänzend durch Sondermessungen (mit mobilen Messeinrichtungen) und Ausbreitungsrechnungen lassen sich darüber hinaus Aussagen zu den Immissionen an Stellen Bayerns ableiten, die aufgrund der ortsfesten Messungen hinsichtlich der Einhaltung von Grenzwerten nicht mit ausreichender Sicherheit beurteilt werden können. Insgesamt kann so die Schadstoffbelastung EU-konform und repräsentativ für das gesamte Gebiet des Freistaats Bayern ermittelt werden. Damit entspricht das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) mit derzeit 54 Messstationen den gesetzlichen Anforderungen.

Die Messgerätebestückung orientiert sich an der jeweiligen Standortcharakteristik. Das Spektrum der gemessenen Komponenten umfasst die Schadstoffe Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Ozon und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}); des Weiteren Benzol, Toluol und Xylol (BTX) sowie Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren im Feinstaub PM₁₀.

Neben den Luftschadstoffmessungen werden unterstützend und vorwiegend für die Bewertung und Qualitätssicherung der gemessenen Luftschadstoffe meteorologischen Einflussgrößen erfasst. Diese sind Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchte und Globalstrahlung. Informationen zum Standort der LÜB-Messstationen sowie deren Klassifizierungen im Messkonzept [9] sind in Tab. 1 aufgeführt. Die Tab. 2 enthält Informationen zum Umfang der je Messstation erfassten Luftschadstoffe und meteorologischen Parameter. Die Tab. 3 liefert Informationen zu den eingesetzten Messgeräten und Messverfahren.



Abb. 1: Karte mit den Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB).

Tab. 1: Übersicht der bayerischen Luftmessstationen (Sortierung nach Gebiet, Stationstyp und Stationsname).

Gebiet	Messtation	Stationscode	Stationstyp	Höhe über NN (m)	Messbeginn	UTM 32 E	UTM 32 N
BA M	München / Landshuter Allee	L14.4	ST VK	521	2004	688.658	5.336.036
BA M	München / Stachus	L8.1	ST VK	521	1978	690.817	5.334.737
BA M	München / Lothstraße	L8.3	ST HG	521	1991	689.990	5.336.632
BA M	München / Allach	L8.13	STV HG	510	2014	683.185	5.339.432
BA M	München / Johanneskirchen	L8.12	STV HG	513	1993	696.862	5.338.941
OB	Ingolstadt / Rechbergstraße	L1.1	ST VK	374	1975	678.457	5.404.672
OB	Oberaudorf / Inntal-Autobahn	L14.8	LA-ST VK	469	2008	739.434	5.282.155
OB	Bad Reichenhall / Kirchholzstraße	L1.12	ST HG	469	2018	791.738	5.294.009
OB	Burghausen / Marktler Straße	L1.2	STV HG	420	1976	784.647	5.343.086
OB	Trostberg / Schwimmbadstraße	L1.14	STV HG	488	1992	763.803	5.324.766
OB	Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	L1.8	STV HG	355	1978	693.868	5.404.931
OB	Garmisch-Partenkirchen / Wasserwerk	L1.18	LA-ST HG	732	2016	655.001	5.260.232
OB	Andechs / Rothenfeld	L1.16	LA-R HG	700	2003	665.711	5.315.212
OB	Mehring / Sportplatz	L1.15	LA-R HG	415	1977	781.054	5.343.538
NB	Kelheim / Regensburger Straße	L2.1	ST VK	348	1975	710.964	5.421.394
NB	Landshut / Podewilsstraße	L2.3	ST VK	390	1976	733.021	5.381.113
NB	Passau / Stelzhamerstraße	L2.12	ST HG	300	2005	826.151	5.389.506
NB	Regen / Bodenmaier Straße	L2.11	STV HG	545	1989	802.131	5.432.606
NB	Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	L2.9	STV HG	340	1978	716.083	5.421.001
NB	Neustadt a.d.Donau / Eining	L2.6	LA-R HG	359	1977	703.762	5.414.859
OP	Regensburg / Rathaus	L3.1	ST VK	337	1975	726.771	5.433.786
OP	Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	L3.3	ST HG	400	1980	727.908	5.507.728
OP	Schwandorf / Wackersdorfer Straße	L3.4	STV HG	380	1980	727.305	5.467.955
OP	Sulzbach-Rosenberg / Lohe	L3.8	STV HG	393	1999	701.789	5.485.436
OP	Tiefenbach / Altenschneeberg	L3.6	LA-R HG	755	1983	757.262	5.482.256
OF	Bayreuth / Hohenzollernring	L14.2	ST VK	337	2003	684.395	5.535.530
OF	Coburg / Lossaustraße	L4.7	ST VK	291	1987	639.653	5.569.440
OF	Bamberg / Löwenbrücke	L4.3	ST HG	231	1978	635.566	5.529.035
OF	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Straße	L4.8	ST HG	303	1988	674.670	5.552.955
OF	Arzberg / Egerstraße	L4.5	STV HG	482	1980	728.225	5.549.972
OF	Hof / LfU	L4.1	STV HG	525	2011	706.254	5.578.294
OF	Naila / Selbitzer Berg	L4.6	LA-ST HG	534	1986	693.725	5.578.114

Abkürzungen:

LfU: Landesamt für Umwelt

UTM32: Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32, Ostwert (E) und Nordwert (N)

Stationstyp/-klassifizierung:

LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr

Gebiet/Ballungsraum:

BA M: Ballungsraum München

OB: Regierungsbezirk Oberbayern

NB: Regierungsbezirk Niederbayern

OP: Regierungsbezirk Oberpfalz

OF: Regierungsbezirk Oberfranken

Tab. 1 (Forts.): Übersicht der bayerischen Luftmessstationen (Sortierung nach Gebiet, Stationstyp und Stationsname).

Gebiet	Messtation	Stationscode	Stationstyp	Höhe über NN (m)	Messbeginn	UTM 32 E	UTM 32 N
BA N/F/E	Fürth / Theresienstraße	L5.5	ST VK	293	1975	643.785	5.481.844
BA N/F/E	Nürnberg / Bahnhof	L5.1	ST VK	307	1975	651.380	5.479.124
BA N/F/E	Nürnberg / Von-der-Tann-Straße	L14.7	ST VK	308	2006	647.602	5.478.416
BA N/F/E	Nürnberg / Muggenhof	L5.10	ST HG	300	1978	646.725	5.480.860
BA N/F/E	Erlangen / Kraepelinstraße	L5.14	STV HG	284	2004	641.863	5.496.667
MF	Ansbach / Residenzstraße	L5.12	ST VK	400	1989	614.296	5.462.539
MF	Schwabach / Angerstraße	L5.16	ST HG	344	2012	647.362	5.465.312
MF	Burgbernheim / Grüne Au	L5.15	LA-R HG	362	2012	596.045	5.477.665
UF	Würzburg / Stadtring Süd	L14.5	ST VK	198	2005	568.209	5.515.772
UF	Schweinfurt / Obertor	L6.3	ST HG	231	1976	588.209	5.544.739
UF	Aschaffenburg / Bussardweg	L6.6	STV HG	134	1978	508.456	5.537.695
UF	Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	L6.7	STV HG	124	1978	512.327	5.524.126
UF	Würzburg / Kopfklinik	L6.5	STV HG	226	1975	568.821	5.517.355
BA A	Augsburg / Karlstraße	L14.1	ST VK	485	2003	640.436	5.359.192
BA A	Augsburg / Königsplatz	L7.1	ST VK	492	1975	640.359	5.358.559
BA A	Augsburg / Bourges-Platz	L7.6	ST HG	477	1986	639.833	5.359.879
BA A	Augsburg / LfU	L7.8	STV HG	495	2000	641.059	5.354.286
S	Lindau (Bodensee) / Friedrichshafener Str.	L7.4	ST VK	403	1978	551.824	5.267.347
S	Neu-Ulm / Gabelsbergerstraße	L7.5	ST HG	470	1978	574.635	5.360.927
S	Kempten (Allgäu) / Westendstraße	L7.3	STV HG	678	1976	597.979	5.286.578
S	Oettingen / Goethestraße	L7.10	STV HG	417	2012	616.971	5.423.370
S	Bad Hindelang / Oberjoch	L7.9	LA-R HG	1169	2010	605.721	5.263.687

Abkürzungen:

LfU: Landesamt für Umwelt

UTM32: Koordinatensystem ETRS89 / UTM Zone 32, Ostwert (E) und Nordwert (N)

Stationstyp/-klassifizierung:

LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr

Gebiet/Ballungsraum:

BA N/F/E: Ballungsraum Nürnberg/Fürth/Erlangen

BA A: Ballungsraum Augsburg

MF: Regierungsbezirk Mittelfranken

UF: Regierungsbezirk Unterfranken

S: Regierungsbezirk Schwaben

Tab. 2: Bestückungsliste der Luftmessstationen.

Gebiet	Messstation	Stationstyp	Feinstaub (PM ₁₀)	Feinstaub (PM _{2,5})	NO _x (NO und NO ₂)	O ₃	CO	BTX	Staubniederschlag	Wind	Lufttemperatur	Luftfeuchte	Globalstrahlung	Luftdruck
BA M	München / Landshuter Allee	ST VK	X	X	X	X	X	P	B		M	M		
BA M	München / Stachus	ST VK	X	X	X	X	X		B		M	M		
BA M	München / Lothstraße	ST HG	X	X	X	X				üD	M	M		M
BA M	München / Allach	STV HG			X	X								
BA M	München / Johanneskirchen	STV HG	X	X	X	X			B					
OB	Ingolstadt / Rechbergstraße	ST VK	X	X	X		X			üD	M	M	M	M
OB	Oberaudorf / Inntal-Autobahn	LA-ST VK	X	X	X									
OB	Bad Reichenhall / Kirchholzstraße	ST HG			X	X				S	M	M		M
OB	Burghausen / Marktler Straße	STV HG	X	X	X	X			B		M	M		
OB	Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	X	X	X	X								
OB	Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	STV HG				X								
OB	Garmisch-Partenkirchen / Wasserwerk	LA-ST HG			X	X								
OB	Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	X	X	X	X		P	B	S	M	M	M	M
OB	Mehring / Sportplatz	LA-R HG		X	X	X				S	M	M		
NB	Kelheim / Regensburger Straße	ST VK	X	X	X		X		B	S	M	M	M	M
NB	Landshut / Podewilsstraße	ST VK	X		X				B	üD	M	M		M
NB	Passau / Stelzhamerstraße	ST HG	X	X	X						M	M	M	
NB	Regen / Bodenmaier Straße	STV HG				X					M	M		M
NB	Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG			X	X			B					
NB	Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG		X	X	X					M	M	M	M
OP	Regensburg / Rathaus	ST VK	X		X		X		B	üD	M	M	M	M
OP	Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG		X	X	X				üD	M	M		M
OP	Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG		X	X	X			B	1	M	M		
OP	Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG	X			X								
OP	Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	X	X	X	X			B	S	M	M	M	
OF	Bayreuth / Hohenzollernring	ST VK	X		X				B					
OF	Coburg / Lossaustraße	ST VK		X			X							
OF	Bamberg / Löwenbrücke	ST HG	X	X	X					S	M	M		
OF	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Straße	ST HG	X		X					S	M	M	M	M
OF	Arzberg / Egerstraße	STV HG		X		X					M	M		
OF	Hof / LfU	STV HG			X	X			B		M	M		
OF	Naila / Selbiter Berg	LA-ST HG				X			B	S	M	M	M	M

Abkürzungen:

LfU: Landesamt für Umwelt;

Stationstyp/-klassifizierung:

LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr

Gebiet/Ballungsraum:

BA M: Ballungsraum München; OB: Regierungsbezirk Oberbayern; NB: Regierungsbezirk Niederbayern;

OP: Regierungsbezirk Oberpfalz; OF: Regierungsbezirk Oberfranken

Bestückung Luftschadstoffe:

X: kontinuierliche Messung; P: Messung mit Passivsammlern; B: Depositionsmessung (Bergerhoff-Verfahren [11])

Bestückung Meteorologie: siehe Folgeseite

Tab. 2 (Forts.): Bestückungsliste der Luftmessstationen.

Gebiet	Messstation	Stationstyp	Feinstaub (PM ₁₀)	Feinstaub (PM _{2,5})	NO _x (NO und NO ₂)	O ₃	CO	BTX	Staubniederschlag	Wind	Lufttemperatur	Luftfeuchte	Globalstrahlung	Luftdruck
BA N/F/E	Fürth / Theresienstraße	ST VK	X											
BA N/F/E	Nürnberg / Bahnhof	ST VK		X	X				B	2	M	M		
BA N/F/E	Nürnberg / Von-der-Tann-Straße	ST VK	X		X		X	P						
BA N/F/E	Nürnberg / Muggenhof	ST HG		X	X	X								
BA N/F/E	Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG			X	X								
MF	Ansbach / Residenzstraße	ST VK	X	X	X		X				M	M		
MF	Schwabach / Angerstraße	ST HG	X		X	X					M	M	M	M
MF	Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG		X	X	X								
UF	Würzburg / Stadtring Süd	ST VK	X		X		X				M	M		
UF	Schweinfurt / Obertor	ST HG	X		X	X			B	üD	M	M		
UF	Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG		X	X	X				3	M	M	M	M
UF	Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG		X	X	X								
UF	Würzburg / Kopfklinik	STV HG	X	X		X			B	üD	M	M	M	M
BA A	Augsburg / Karlstraße	ST VK	X		X		X							
BA A	Augsburg / Königsplatz	ST VK	X		X		X	K	B		M	M		
BA A	Augsburg / Bourges-Platz	ST HG	X	X	X	X								
BA A	Augsburg / LfU	STV HG	X	X	X	X	X	K	B	üD	M	M	M	M
S	Lindau (Bodensee) / Friedrichshaf. Str.	ST VK	X	X	X		X		B	S	M	M		
S	Neu-Ulm / Gabelsbergerstraße	ST HG	X	X	X	X				üD				
S	Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG		X	X	X				üD	M	M		
S	Oettingen / Goethestraße	STV HG		X	X	X								
S	Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	X		X	X				S	M	M		M

Abkürzungen:

LfU: Landesamt für Umwelt;

Stationstyp/-klassifizierung:

LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr

Gebiet/Ballungsraum:

BA N/F/E: Ballungsraum Nürnberg/Fürth/Erlangen; BA A: Ballungsraum Augsburg

MF: Regierungsbezirk Mittelfranken

UF: Regierungsbezirk Unterfranken

S: Regierungsbezirk Schwaben

Bestückung Luftschadstoffe:

X: kontinuierliche Messung; P: Messung mit Passivsammlern, K: neben Passivsammlermessung auch kontinuierlich; B: Depositionsmessung (Bergerhoff-Verfahren [11])

Bestückung Meteorologie:

üD: Messung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung mit Windmast auf Gebäudedach

S: Messung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung mit Windmast an Messstation

1: Windmessung (üD) erfolgt nahe des früheren Stationsstandorts (UTM32: 725.911 / 5.468.450) auf Gebäudedach

2: Windmessung (üD) erfolgt nahe des Standorts der ehemaligen LÜB-Messstation Nürnberg/Ziegelsteinstraße

3: Windmessung (üD) erfolgt nahe des Standorts der ehemaligen LÜB-Messstation Aschaffenburg/Schweinheimer Straße (für weitere Informationen zu den Windmessungen siehe [12])

M: meteorologische Messung außer Wind

Tab. 3: Eingesetzte Messgeräte im Luftmessnetz.

Messkomponente	Messprinzip	Messbereich	NWG	Hersteller	Typ
Schwefelwasserstoff	UV-Fluoreszenz	0 ... 0,76 mg/m ³	1 µg/m ³	MLU	Modell 101A
Kohlenmonoxid	IR-Absorption	0 ... 58 mg/m ³	0,1 mg/m ³	HORIBA	APMA-360
Stickstoffmonoxid	Chemilumineszenz	0 ... 1,25 mg/m ³	0,7 µg/m ³	HORIBA	APNA-370
Stickstoffdioxid	Chemilumineszenz	0 ... 1,91 mg/m ³	1 µg/m ³	HORIBA	APNA-370
Ozon	UV-Absorption	0 ... 1,0 mg/m ³	1 µg/m ³	HORIBA	APOA-370
BTX	Thermodesorption mit Kapillar-GC	0 ... 0,10 ¹⁾ mg/m ³	0,1 µg/m ³	Siemens	U 102 BTX
Feinstaub PM ₁₀	β-Absorption	0 ... 1,0 mg/m ³	3 µg/m ³	ESM-Andersen	FH 62 I-R
Feinstaub PM ₁₀	Gravimetrie: Low Volume Sampler		5 µg/m ³	Leckel	SEQ47/50
Feinstaub PM _{2,5}	β-Absorption mit Nephelometer	0 ... 1,0 mg/m ³	0,5 µg/m ³	Thermo Scientific	Sharp Modell 5030
Windrichtung	Ultraschall ²⁾	0 ... 360 Grad		Thies	4.3820.33.000
Windrichtung	Windfahne	0 ... 360 Grad		Thies	4.3324.21.000
Windgeschwindigkeit	Ultraschall ²⁾	0 ... 85 m/s		Thies	4.3820.33.000
Windgeschwindigkeit	Schalenkreuz	0,5 ... 35 m/s		Thies	4.3324.21.000
Lufttemperatur	Platinwiderstand	- 30 ... + 50 °C		Thies	1.1005.51.015
Luftfeuchte	Haarhygrometer	10 ... 100 %		Thies	1.1005.51.015
Luftdruck	Dosenbarometer	950 ... 1050 hPa		Thies	3.1150.10.015
Globalstrahlung	Thermospannung	0 ... 2000 W/m ²		Kipp & Zonen	UM 5

Abkürzungen und Erläuterung:

NWG: Nachweisgrenze

BTX: Benzol, Toluol und o-Xylol

GC: Gaschromatographie

¹⁾ Messbereich bei Toluol bis 0,30 mg/m³
²⁾ Mitte des Jahres 2019 wurde schrittweise mit der Umrüstung auf 2D-Ultraschallanemometer begonnen, die bis Ende 2021 abgeschlossen werden soll

Die Bestimmung von Blei, Arsen, Cadmium und Nickel als Bestandteil in der PM₁₀-Fraktion erfolgt gemäß DIN EN 14902 [13, 14] nach Mikrowellendruckaufschluss mit einem oxidierenden Säuregemisch mit ICP-MS mit folgenden Bestimmungsgrenzen:

 Blei (Pb): 0,4 ng/m³

 Arsen (As): 0,05 ng/m³

 Cadmium (Cd): 0,05 ng/m³

 Nickel (Ni): 1 ng/m³

Die Bestimmung von Benzo[a]pyren im Feinstaub (Bestimmungsgrenze 0,02 ng/m³) erfolgt gemäß DIN EN 15549 [15].

2.3 Veröffentlichung der Immissionsdaten

Die bei der kontinuierlichen lufthygienischen Überwachung ermittelten Messdaten werden nach Auswertung gemäß Vorgaben der 39. BImSchV [3] in lufthygienischen Jahres- und Jahreskurzberichten veröffentlicht. Darüber hinaus sind von sämtlichen LÜB-Messstationen die Daten der wesentlichen Komponenten im Internet [9] zugänglich.

Die aktuellen Messergebnisse [16] werden stündlich zwischen 6.00 Uhr und 21.00 Uhr aktualisiert. Der angezeigte Mittelungszeitraum der Messergebnisse (abhängig vom Luftschadstoff von Stundenmittelwerten bis hin zu Tagesmittelwerten) orientiert sich an den kurzzeitigen Mittelungszeiträumen beurteilungsrelevanter Kenngrößen. Für Feinstaub $PM_{2,5}$ werden keine tagesaktuellen Messergebnisse veröffentlicht, da mangels Kenngrößen in der 39. BImSchV [3] außer für den Jahresmittelwert ein Bewertungsmaßstab fehlt. Nähere Informationen zur Veröffentlichung der Immissionsdaten gibt das LfU-Informationsblatt zur Messwertbekanntgabe [17].

Die kontinuierlichen erfassten Messergebnisse werden zudem stündlich automatisiert an das Umweltbundesamt weitergeleitet, das eine eigene Plattform zur Veröffentlichung der Messergebnisse aller Bundesländer betreibt und die aktuellen Werte an die EU übermittelt.

Zusammenfassend werden die aktuellen Messwerte also primär vom Bayerischen Landesamt für Umwelt und darüber hinaus vom Umweltbundesamt und der EU veröffentlicht. **Über die Art und Weise der Veröffentlichung ist jede Institution selbst verantwortlich.**

2.4 Immissions-, Grenz-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte für Luftverunreinigungen

Die Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [3] legt Luftqualitätswerte in Form von Grenzwerten für Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$), Stickstoffoxide, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, Blei und Benzol und zum Teil Alarmschwellen fest. Der Grenzwert für Feinstaub $PM_{2,5}$ ist seit dem Jahr 2015 einzuhalten. Darüber hinaus sind in der 39. BImSchV [2] Zielwerte für Arsen, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren als Gesamtgehalt in der PM_{10} -Fraktion angegeben, die seit 01.01.2013 nach Möglichkeit einzuhalten sind. Des Weiteren sind für Ozon Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen festgelegt. Die Zielwerte sind soweit wie möglich seit 2010 einzuhalten. Die Tab. 4 zeigt eine Übersicht der in der 39. BImSchV [3] enthaltenen Grenz- und Zielwerte und Alarmschwellen sowie den Zeitpunkt, ab dem diese Werte einzuhalten sind. Die hier aufgeführten Werte bilden die Grundlage für die Luftqualitätsbeurteilung in der Europäischen Union.

Weitere Immissionswerte sind sowohl für gasförmige Schadstoffe als auch für Staubbiederschlag inklusive verschiedener Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) [18] enthalten. Diese Werte sind im Rahmen von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren von Bedeutung.

Darüber hinaus sind in der Richtlinienreihe VDI 2310 [19, 20] maximale Immissions-Konzentrationen (MIK) zum Schutz des Menschen vor verschiedenen Schadstoffkomponenten über verschiedene Einwirkungszeiträume (in der Regel $\frac{1}{2}$ bzw. 24 Stunden) angegeben. Weitere Leitwerte finden sich in der Luftqualitätsrichtlinie für Europa der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [21, S. 32f].

Eine Zusammenstellung der einzelnen Immissions-, Grenz-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte für die im vorliegenden Bericht aufgeführten Schadstoffkomponenten geben die Tab. 4 bis Tab. 15.

Tab. 4: Grenzwerte (GW), Informationsschwelle, Alarmschwellen, Zielwerte (ZW) und kritische Werte (KW) der 39. BImSchV [3].

Komponente	Art des Werts	Mittelungs-zeit- raum	Wert	Einheit	Zul. ÜS pro Jahr	Einzuhalten ab
Schwefeldioxid (SO ₂)	GW z. Sch. d. m. G.	1 Stunde	350	µg/m ³	24	01. Jan 2005
Schwefeldioxid (SO ₂)	GW z. Sch. d. m. G.	24 Stunden	125	µg/m ³	3	01. Jan 2005
Schwefeldioxid (SO ₂)	KW z. Sch. d. V.	Kalenderjahr und Winter ¹⁾	20	µg/m ³	—	18. Sep 2002
Schwefeldioxid (SO ₂)	Alarmschwelle	1 Stunde ²⁾	500	µg/m ³	—	18. Sep 2002
Stickstoffdioxid (NO ₂)	GW z. Sch. d. m. G.	1 Stunde	200	µg/m ³	18	01. Jan 2010
Stickstoffdioxid (NO ₂)	GW z. Sch. d. m. G.	Kalenderjahr	40	µg/m ³	—	01. Jan 2010
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Alarmschwelle	1 Stunde ²⁾	400	µg/m ³	—	18. Sep 2002
Stickstoffoxide (NO _x)	KW z. Sch. d. V.	Kalenderjahr	30	µg/m ³	—	18. Sep 2002
Feinstaub PM ₁₀	GW z. Sch. d. m. G.	24 Stunden	50	µg/m ³	35	01. Jan 2005
Feinstaub PM ₁₀	GW z. Sch. d. m. G.	Kalenderjahr	40	µg/m ³	—	01. Jan 2005
Feinstaub PM _{2,5}	GW z. Sch. d. m. G.	Kalenderjahr	25	µg/m ³	—	01. Jan 2015
Benzol	GW z. Sch. d. m. G.	Kalenderjahr	5	µg/m ³	—	01. Jan 2010
Kohlenmonoxid (CO)	GW z. Sch. d. m. G.	8 Stunden ³⁾	10	mg/m ³	—	01. Jan 2005
Blei (Pb)	GW z. Sch. d. m. G.	Kalenderjahr	0,5	µg/m ³	—	01. Jan 2005
Arsen (As)	ZW z. Sch. d. m. G. u. U.	Kalenderjahr	6	ng/m ³	—	01. Jan 2013
Cadmium (Cd)	ZW z. Sch. d. m. G. u. U.	Kalenderjahr	5	ng/m ³	—	01. Jan 2013
Nickel (Ni)	ZW z. Sch. d. m. G. u. U.	Kalenderjahr	20	ng/m ³	—	01. Jan 2013
Benzo[a]pyren (B[a]P)	ZW z. Sch. d. m. G. u. U.	Kalenderjahr	1	ng/m ³	—	01. Jan 2013
Ozon (O ₃)	ZW z. Sch. d. m. G.	8 Stunden ³⁾	120	µg/m ³	25 ⁴⁾	01. Jan 2010
Ozon (O ₃)	ZW z. Sch. d. V.	AOT40 ⁵⁾⁶⁾	18000	µg/m ³ × h	—	01. Jan 2010
Ozon (O ₃)	Lf. ZW z. Sch. d. m. G.	8 Stunden ³⁾	120	µg/m ³	—	nicht festgelegt
Ozon (O ₃)	Lf. ZW z. Sch. d. V.	AOT40 ⁵⁾	6000	µg/m ³ × h	—	nicht festgelegt
Ozon (O ₃)	Informationsschwelle	1 Stunde	180	µg/m ³	—	21. Jul 2004
Ozon (O ₃)	Alarmschwelle	1 Stunde	240	µg/m ³	—	21. Jul 2004

Abkürzungen und Erläuterung:

Zul. ÜS: zulässige Überschreitungen (des angegebenen Werts pro Kalenderjahr)

z. Sch. d: zum Schutz der

- m. G.: menschliche(n) Gesundheit
- u. U.: und Umwelt insgesamt
- V.: Vegetation

Lf.: langfristig(er)

¹⁾ Winterzeitraum: 1.10. – 31.3.

²⁾ gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

³⁾ höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages

⁴⁾ pro Tag und gemittelt über drei Jahre

⁵⁾ „Average over a Threshold of 40 ppb“ (AOT40) wird gebildet aus der Summe von Ozonstundenmittelwerten über 80 µg/m³ abzüglich 80 µg/m³ zwischen 8 Uhr und 20 Uhr MEZ im Zeitraum von Mai bis Juli

⁶⁾ gemittelt über fünf Jahre

Tab. 5: Immissions-, Leit-, Schwellen-, Grenzwerte und kritischer Wert für Schwefeldioxid.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	350 µg/m ³ (24 Überschreitungen zulässig ¹⁾)	1-h-Mittelwert	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	125 µg/m ³ (3 Überschreitungen zulässig ¹⁾)	24-h-Mittelwert	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	20 µg/m ³ ²⁾	Kalenderjahr und Winter ³⁾	kritischer Wert	Vegetation
39. BImSchV [3]	500 µg/m ³ ⁴⁾	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle	Menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	350 µg/m ³ (24 Überschreitungen zulässig ¹⁾)	1-h-Mittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	125 µg/m ³ (3 Überschreitungen zulässig ¹⁾)	24-h-Mittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	50 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	20 µg/m ³ ²⁾	Kalenderjahr und Winter ³⁾	Immissionswert	Ökosystem
WHO [21]	20 µg/m ³	24-h-Mittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit
WHO [21]	500 µg/m ³	10-min-Mittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit

¹⁾ im Kalenderjahr

²⁾ für Beurteilungspunkte, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind (Nr. 4.6.2.6 Absatz 6 TA Luft [18]) bzw. für Probenahmestellen, die mehr als 20 km von Ballungsräumen bzw. mehr als 5 km von anderen bebauten Flächen, Industrieanlagen oder Autobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50.000 Fahrzeugen entfernt gelegen sein sollten (Anlage 3 B.2. 39. BImSchV [3]).

³⁾ Winterzeitraum: 01.10. – 31.03.

⁴⁾ gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

Tab. 6: Immissions-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Grenzwerte für Stickstoffdioxid.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	40 µg/m ³	Kalenderjahr	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	200 µg/m ³ (18 Überschreitungen zulässig ¹⁾)	1-h-Mittelwert	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	400 µg/m ³ ²⁾	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle	Menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	200 µg/m ³ (18 Überschreitungen zulässig ¹⁾)	1-h-Mittelwert	Immissionswert	Menschliche Gesundheit
VDI 2310 Blatt 12 [19]	50 µg/m ³ ³⁾	24-h-Mittelwert	Richtwert	Menschliche Gesundheit
VDI 2310 Blatt 12 [19]	100 µg/m ³	1/2-h-Mittelwert	Richtwert	Menschliche Gesundheit
VDI 2310 Blatt 12 [19]	20 µg/m ³	Jahresmittelwert	Richtwert	Menschliche Gesundheit
WHO [21]	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit
WHO [21]	200 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit

¹⁾ im Kalenderjahr

²⁾ gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

³⁾ für Wohngebiete

Tab. 7: Immissionswert und kritischer Wert für Stickstoffoxide.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	30 µg/m ³ ¹⁾	Jahresmittelwert	kritischer Wert	Vegetation
TA Luft [18]	30 µg/m ³ ¹⁾	Jahresmittelwert	Immissionswert	Vegetation

¹⁾ für Beurteilungspunkte, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen entfernt sind (Nr. 4.6.2.6 Absatz 6 TA Luft [18]) bzw. für Probenahmestellen, die mehr als 20 km von Ballungsräumen bzw. mehr als 5 km von anderen bebauten Flächen, Industrieanlagen oder Autobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50.000 Fahrzeugen entfernt gelegen sein sollten (Anlage 3 B.2. 39. BImSchV [3]).

Tab. 8: Grenzwert und Leitwerte für Kohlenmonoxid.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	10 mg/m ³	8-h-Mittelwert ¹⁾	Grenzwert seit 01.01.2005	Menschliche Gesundheit
WHO [21]	10 mg/m ³	8-h-Mittelwert ¹⁾	Leitwert	Menschliche Gesundheit
WHO [21]	30 mg/m ³	1-h-Mittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit
WHO [21]	60 mg/m ³	½-h -Mittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit

¹⁾ höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages

Tab. 9: Grenz- und Immissionswert für Benzol.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert seit 01.01.2010	menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit

Tab. 10: Leitwert für Toluol.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
WHO [21]	0,26 mg/m ³	1-Wochen-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

Tab. 11: Immissions-, Ziel- und Leitwert(e) für Feinstaub PM_{2,5}.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	25 µg/m ³ ¹⁾	Jahresmittelwert	Immissionswert seit 01.01.2015	menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert	menschliche Gesundheit
WHO [21]	10 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
WHO [21]	25 µg/m ³	24-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

¹⁾ Toleranzmarge für den Immissionswert 5 µg/m³; sie hat sich seit dem 01.01.2009 jährlich um ein Siebentel vermindert bis auf den Wert 0 zum 01.01.2015

Tab. 12: Immissions-, Grenz- und Leitwerte für Feinstaub PM₁₀.

Quelle	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	50 µg/m ³ (35 Überschreitungen zulässig)	24-h-Mittelwert	Grenzwert	menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	40 µg/m ³	Kalenderjahr	Grenzwert	menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	50 µg/m ³ (35 Überschreitungen zulässig)	24-h-Mittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
TA Luft [18]	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
WHO [21]	50 µg/m ³	24-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
WHO [21]	20 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	Menschliche Gesundheit

Tab. 13: Ziel-, Richt-, Leit-, und Schwellenwerte für Ozon.

Ozon	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [3]	120 µg/m ³ (25 Überschreitungen zulässig ¹⁾)	8-h-Mittelwert ²⁾	Zielwert	menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	18000 µg/m ³ × h	AOT40 ^{3) 4)}	Zielwert	Vegetation
39. BImSchV [3]	120 µg/m ³	8-h-Mittelwert ²⁾	langfristiger Zielwert ab 01.01.2020	menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	6000 µg/m ³ × h	AOT40 ³⁾	langfristiger Zielwert ab 01.01.2020	Vegetation
39. BImSchV [3]	180 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Informationsschwelle	menschliche Gesundheit
39. BImSchV [3]	240 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle	menschliche Gesundheit
VDI 2310 Blatt 15 [20]	120 µg/m ³	½-h-Mittelwert	Richtwert	menschliche Gesundheit
VDI 2310 Blatt 15 [20]	100 µg/m ³	8-h-Mittelwert ²⁾	Richtwert	menschliche Gesundheit
WHO [21]	100 µg/m ³	8-h-Mittelwert ²⁾	Leitwert	menschliche Gesundheit

¹⁾ Tage im Kalenderjahr, gemittelt über drei Jahre

²⁾ höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages

³⁾ Summe der Differenzen zwischen Konzentrationen über 80 µg/m³ als 1-Stundenmittelwert und 80 µg/m³ zwischen 8 Uhr und 20 Uhr MEZ im Zeitraum von Mai bis Juli

⁴⁾ gemittelt über 5 Jahre

 Tab. 14: Ziel- und Leitwerte (bezogen auf ein Kalenderjahr) für Stoffe als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion nach 39. BImSchV [3] zum Schutz der menschlichen Gesundheit.

Stoff	Wert	Einheit	Kategorie
Arsen	6	ng/m ³	Zielwert seit 01.01.2013
Benzo[a]pyren	1	ng/m ³	Zielwert seit 01.01.2013
Blei ¹⁾	0,5	µg/m ³	Grenzwert
Cadmium	5	ng/m ³	Zielwert seit 01.01.2013
Nickel	20	ng/m ³	Zielwert seit 01.01.2013

¹⁾ Zusätzlich zur 39. BImSchV [3] nennen die TA Luft [18] einen Immissionswert und die WHO [21] einen Leitwert von jeweils 0,5 µg/m³.

Tab. 15: Immissionswerte (bezogen auf ein Kalenderjahr) für Staubniederschlag und Inhaltsstoffe nach TA Luft [18].

Stoff	Wert	Einheit	Schutzobjekt
Gesamtstaubniederschlag	0,35	g/(m ² × d)	Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen
Arsen	4	µg/(m ² × d)	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Blei	100	µg/(m ² × d)	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Cadmium	2	µg/(m ² × d)	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Nickel ¹⁾	15	µg/(m ² × d)	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Quecksilber	1	µg/(m ² × d)	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Thallium	2	µg/(m ² × d)	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

¹⁾ Für Nickel ist zusätzlich in der Richtlinie VDI 3956 Blatt 3 [22] ein Richtwert von 10 µg/(m² × d) zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen angegeben.

2.5 Allgemeine Informationen zur Messwertbekanntgabe und Ergebnisdarstellung

Die Messwertangabe für die gasförmigen und partikelförmigen Luftverunreinigungen erfolgt intern auf der Basis von Halbstundenmittelwerten. Aus diesen werden zur Ermittlung der Immissionskenngrößen Stundenmittelwerte gebildet. Hierfür ist eine Datenverfügbarkeit von mindestens 75 % erforderlich (45 min). Es müssen also beide Halbstundenwerte der vollen Stunde vorliegen. Bei Feinstaub PM₁₀ erfolgte die Messwertangabe vor dem Jahr 2005 auf Basis von Dreistundenmittelwerten.

Sofern Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) gravimetrisch erfasst wird, liegen zur weiteren Aggregation als kleinste zeitlich verfügbare Auflösung nur Tagesmittelwerte vor.

Die Werte der gasförmigen Komponenten beziehen sich entsprechend den Vorgaben der EU-Richtlinien [4, 5] bzw. der 39. BImSchV [2] auf eine Temperatur von 20 °C und einen Druck von 1013 hPa.

Die Angaben für Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) gelten für Umgebungsbedingungen.

3 Ergebnisse der Immissionsmessungen 2019

Im Folgenden werden die Ergebnisse der kontinuierlichen Immissionsmessungen des Jahres 2019 für die Komponenten Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Ozon, Kohlenmonoxid und Benzol sowie für den Gesamtgehalt an Blei, Arsen, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren in der PM₁₀-Fraktion beschrieben. Für Schwefeldioxid besteht mittlerweile aufgrund des anhaltend sehr geringen Belastungsniveaus nach der 39. BImSchV [3] keine Messverpflichtung mehr. Deshalb wurden ab Beginn des Jahres 2018 die Messungen für Schwefeldioxid an den LÜB-Messstationen eingestellt. Wenn die Emissionen nicht mehr ansteigen, ist auch davon auszugehen, dass auf der Immissionsseite keine Zunahme erfolgt. Die nach den Kriterien der 39. BImSchV [3] ausgewerteten Messergebnisse sind in tabellarischer Form zusammengestellt. Bei Überschreitungen des jeweils gültigen Grenzwerts sind in Bayern von den Regierungen in Zusammenarbeit mit den Kommunen Luftreinhalte-/Aktionspläne zu erstellen. Auf Grund der Belastungssituation in den vergangenen Jahren wurden entsprechende Pläne bereits für die Ballungsräume München, Augsburg, Nürnberg/Fürth/Erlangen sowie für die Städte Ansbach, Arzberg, Bayreuth, Burghausen, Ingolstadt, Landshut, Lindau, Neu-Ulm, Passau, Regensburg, Schwandorf, Weiden und Würzburg sowie für die Inntal-Autobahn – Bereich Oberaudorf – aufgestellt und wenn notwendig fortgeschrieben. Nachdem die Luftreinhalteplanung kein abgeschlossener Prozess ist, wurden bzw. werden die bereits bestehenden Pläne von München, Augsburg, Nürnberg/Fürth/Erlangen, Regensburg, Würzburg, Ansbach, Passau und Lindau fortgeschrieben.

3.1 Tabellarische Gesamtübersichten

Auf den beiden Folgeseiten wird in einer umfangreichen tabellarischen Gesamtschau (siehe Tab. 17) nach den Vorgaben der 39. BImSchV [3] – vergleiche Kurzübersicht in Tab. 16 – über die Ergebnisse der Auswertungen für Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Benzol, Kohlenmonoxid und Ozon informiert.

In Tab. 18 sind die Jahresmittelwerte für die Stoffe Blei (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) und Benzo[a]pyren (B[a]P) als Gesamtgehalt in der PM₁₀-Fraktion zusammengestellt.

Tab. 16: Kurzübersicht der Beurteilungskenngrößen mit Bezugszeiträumen, Einheiten und Paragraphen der 39. BImSchV [3] für Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Benzol (BZL), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O₃) zur Bewertung der Ergebnisse in Tab. 17.

Kategorie	NO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM ₁₀	PM _{2,5}	BZL	CO	O ₃	O ₃	O ₃	O ₃
Einheit	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	[µg/m ³] × h					
Schwellenwert	40	200	40	50	25	5	10	120 ¹⁾	180 ²⁾	240 ³⁾	18000 ⁴⁾
Bezugszeitraum	Jahr	1 h	Jahr	24 h	Jahr	Jahr	8 h _{max}	8 h _{max}	1 h	1 h	AOT40
Zul. ÜS pro Jahr	–	18	–	35	–	–	–	25	–	–	–
39. BImSchV [3]	§ 3	§ 3	§ 4	§ 4	§ 5	§ 7	§ 8	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9

Erläuterungen:

Zul. ÜS: zulässige Überschreitungen des jeweiligen Schwellenwerts

Bei den Schwellenwerten handelt es sich für alle Stoffe bis auf Ozon um Grenzwerte.

Für Ozon sind Zielwerte (bei 8 h > 120 µg/m³ und AOT40), eine Informationsschwelle (bei 1 h > 180 µg/m³) und eine Alarmschwelle (bei 1 h > 240 µg/m³) festgelegt.

^{1) 2) 3) 4)} siehe Folgeseiten

Für eine ausführliche Zusammenstellung der Vorgaben der 39. BImSchV [3] siehe Tab. 4 sowie Tab. 5 bis Tab. 13.

Tab. 17: Immissionskenngrößen für das Jahr 2019 sortiert nach BA/Gebiet und Stationstyp – bei Jahresmittelwerten (JMW) Einheit in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bei AOT40 Einheit in $(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{h}$, bei Überschreitungshäufigkeiten (ÜS) Anzahl, bei CO Einheit in mg/m^3 .

BA/Gebiet	Messstation	Stationstyp	NO ₂ JMW	NO ₂ ÜS	PM ₁₀ JMW	PM ₁₀ ÜS	PM _{2,5} JMW	BZL JMW	CO 8hmax	O ₃ ÜS 120 ¹⁾	O ₃ ÜS 180 ²⁾	O ₃ ÜS 240 ³⁾	O ₃ AOT40 ⁴⁾
BA M	München / Landshuter Allee	ST VK	63	1	24	6 (16)	12	1,0	1,2				
BA M	München / Stachus	ST VK	42	0	19	3 (4)	11		0,8				
BA M	München / Lothstraße	ST HG	27	0	15	1	10			29	2	0	
BA M	München / Allach	STV HG	21	0						35	2	0	20104
BA M	München / Johanneskirchen	STV HG	19	0	14	0	10			28	0	0	18980
OB	Ingolstadt / Rechbergstraße	ST VK	23	0	16	1	11		1,4				
OB	Oberaudorf / Inntal-Autobahn	LA-ST VK	28	0	16	2	11						
OB	Bad Reichenhall / Kirchholzstraße	ST HG	11	0						23	2	0	
OB	Burghausen / Marktler Straße	STV HG	20	0	16	1	11			27	0	0	-
OB	Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	17	0	15	1	10			30	0	0	18929
OB	Vohburg a.d.Donau / A.W.W.	STV HG								27	0	0	19513
OB	Garmisch-Partenk. / Wasserwerk	LA-ST HG	9	0						13	2	0	13399
OB	Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	7	0	11	1	8	0,2		33	2	0	21490
OB	Mehring / Sportplatz	LA-R HG	13	0			10			35	0	0	20658
NB	Kelheim / Regensburger Straße	ST VK	19	0	16	0	11		1,4				
NB	Landshut / Podewilsstraße	ST VK	24	0	16	1							
NB	Passau / Stelzhamerstraße	ST HG	29	0	18	0	12						
NB	Regen / Bodenmaier Straße	STV HG								22	0	0	17858
NB	Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	16	0						19	0	0	14419
NB	Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	9	0			10			34	0	0	21224
OP	Regensburg / Rathaus	ST VK	35	0	20	3 (5)			1,2				
OP	Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG	23	0			11			21	0	0	
OP	Schwandorf / Wackersdorfer Str.	STV HG	18	0			10			19	0	0	17814
OP	Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG			15	1				26	0	0	18282
OP	Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	6	0	10	0	8			41	0	0	20584
OF	Bayreuth / Hohenzollernring	ST VK	27	0	17	3							
OF	Coburg / Lossaustraße	ST VK					10		1,1				
OF	Bamberg / Löwenbrücke	ST HG	21	0	15	1	10						
OF	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Str.	ST HG	19	0	15	2							
OF	Arzberg / Egerstraße	STV HG					12			16	0	0	15389
OF	Hof / LfU	STV HG	15	0						23	0	0	16441
OF	Naila / Selbitzer Berg	LA-ST HG								24	0	0	15950

Abkürzungen (Erläuterung siehe Folgeseite):

LfU – Landesamt für Umwelt; BZL – Benzol;

Ballungsraum (BA):

M – München; **N/F/E** – Nürnberg/Fürth/Erlangen; **A** – Augsburg

Gebiet:

OB – Oberbayern; **NB** – Niederbayern; **OP** – Oberpfalz; **OF** – Oberfranken; **MF** – Mittelfranken; **U** – Unterfranken; **S** – Schwaben

Stationstyp:

LA – ländlich, R – regional, ST – städtisch, STV – vorstädtisch, HG – Hintergrund, VK – Verkehr

Tab. 17 (Forts.): Immissionskenngrößen für das Jahr 2019 sortiert nach BA/Gebiet und Stationstyp – bei Jahresmittelwerten (JMW) Einheit in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, bei AOT40 Einheit in $(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{h}$, bei Überschreitungshäufigkeiten (ÜS) Anzahl, bei CO Einheit in mg/m^3 .

BA/Gebiet	Messtation Stationstyp	NO ₂ JMW	NO ₂ ÜS	PM ₁₀ JMW	PM ₁₀ ÜS	PM _{2,5} JMW	BZL JMW	CO 8hmax	O ₃ ÜS 120 ¹⁾	O ₃ ÜS 180 ²⁾	O ₃ ÜS 240 ³⁾	O ₃ -AOT40 ⁴⁾	
BA N/F/E	Fürth / Theresienstraße	ST VK		17	3								
BA N/F/E	Nürnberg / Bahnhof	ST VK	32	0		11							
BA N/F/E	Nürnberg / Von-der-Tann-Straße	ST VK	40	0	22	5 (10)	0,8	1,5					
BA N/F/E	Nürnberg / Muggenhof	ST HG	25	0		12			11	0	0		
BA N/F/E	Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG	16	0					30	0	0	20497	
MF	Ansbach / Residenzstraße	ST VK	28	0	18	2	11	1,5					
MF	Schwabach / Angerstraße	ST HG	21	0	15	1			23	0	0		
MF	Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG	11	0		9			38	0	0	22299	
UF	Würzburg / Stadtring Süd	ST VK	30	0	20	2 (2)		1,2					
UF	Schweinfurt / Obertor	ST HG	21	0	17	7			16	0	0		
UF	Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG	25	0		10			26	0	0	15930	
UF	Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG	15	0		10			27	1	0	18068	
UF	Würzburg / Kopfklinik	STV HG			15	1	9		20	0	0	15807	
BA A	Augsburg / Karlstraße	ST VK	37	0	22	14 (20)		1,9					
BA A	Augsburg / Königsplatz	ST VK	25	0	18	5 (6)	0,7 ^K	1,7					
BA A	Augsburg / Bourges-Platz	ST HG	24	0	16	3	11		23	0	0		
BA A	Augsburg / LfU	STV HG	16	0	14	0	10	0,6 ^K	2,0	34	0	0	21226
S	Lindau (Bodensee) / Friedr.Str.	ST VK	22	0	14	1	10		0,9				
S	Neu-Ulm / Gabelbergerstraße	ST HG	27	0	16	1	11		29	0	0		
S	Kempten (Allgäu) / Westendstr.	STV HG	19	0		9			28	0	0	18958	
S	Oettingen / Goethestraße	STV HG	15	0		10			37	0	0	20613	
S	Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	8	0	7	0			17	0	0	16037	

Erläuterungen:

- 1) Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit, Mittelwert aus den Jahren 2017 – 2019 (Mittelung über drei Jahre, Mindestdatenverfügbarkeit ein Jahr)
- 2) Informationsschwelle (angegeben ist die Anzahl an Tagen mit Überschreitungen)
- 3) Alarmschwelle
- 4) Zielwert für den Schutz der Vegetation, Mittelwert aus den Jahren 2015 – 2019 (Mittelung über fünf Jahre, Mindestdatenverfügbarkeit drei Jahre)

„ – “: Datenverfügbarkeit weniger als 85 %, bei Ozon verschiedene Verfügbarkeitskriterien

^K Benzol wird auch kontinuierlich gemessen, ansonsten nur mit Passivsammler [23]; angegeben ist der Wert aus der kontinuierlichen Messung

Hinweis zur **PM₁₀-Überschreitungshäufigkeit**: An ausgewählten Messtationen wird der Streusalzanteil bestimmt, der gemäß § 25 der 39. BImSchV [3] von der gemessenen Konzentration abgezogen werden darf. An den betreffenden Stationen werden zwei Werte angegeben; bei den Werten in Klammern handelt es sich um die Anzahl an Überschreitungstagen ohne Abzug des Streusalzanteils. Für weiterführende Informationen siehe Streusalzberichte im Internet [24]:

https://www.lfu.bayern.de/luft/luftreinhalteplanung_verkehr/projekte/streusalzberichte/index.htm

Bedeutung der Einfärbung von Ergebniszellen:

- Grün:** Grenzwert eingehalten, bei Ozon: Zielwert, Informations-/Alarmschwelle eingehalten
- Gelb-orange:** Zielwert, Informations- oder Alarmschwelle überschritten (nur bei Ozon)
- Orange-Rot:** Grenzwert überschritten

Tab. 18: Immissionskenngrößen für das Jahr 2019 sortiert nach BA/Gebiet und Stationstyp – Jahresmittelwerte der Inhaltsstoffe Blei (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) und Benzo[a]pyren (B[a]P) in der PM₁₀-Fraktion. In der Klammer nach dem Stoffnamen sind der Grenzwert bzw. für B[a]P der Zielwert angegeben. Die Einheit ist ng/m³ – mit Ausnahme von Blei (in µg/m³).

BA/Gebiet	Station	Typ	Pb (0,5)	As (6)	Cd (5)	Ni (20)	B[a]P (1)
BA M	München / Landshuter Allee	ST VK	0,0023	0,47	0,09	1,9	0,218
BA M	München / Johanneskirchen	STV HG					0,16
OB	Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	0,0014	0,24	0,05	<0,5	0,05
NB	Landshut / Podewilsstraße	ST VK					0,261
OP	Regensburg / Rathaus	ST VK					0,283
OF	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Straße	ST HG					0,217
BA N/F/E	Nürnberg / Von-der-Tann-Straße	ST VK	0,0035	0,511	0,13	1,6	0,405
MF	Ansbach / Residenzstraße	ST VK					0,292
UF	Würzburg / Stadtring Süd	ST VK	0,0034	0,44	0,08	1,5	0,291
BA A	Augsburg / Königsplatz	ST VK	0,0023	0,38	0,08	2,8	0,203
BA A	Augsburg / LfU	STV HG	0,0021	0,32	0,08	<0,5	0,18
S	Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG					0,20

Erläuterung:

„ < “: Wert liegt unterhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze

Abkürzungen und weitere Erläuterung siehe Tab. 17 unten

3.2 Einzelergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse für jeden Luftschadstoff kurz zusammengefasst. Um einen besseren Überblick über die unterschiedliche Belastungssituation der LÜB-Messstationen zu erhalten, werden die Messergebnisse grafisch durch Balkendiagramme veranschaulicht (Abb. 2 bis Abb. 10). Weitergehende Jahreskenngrößen wie der höchste Tagesmittelwert bei Feinstaub PM₁₀ oder der höchste Stundenmittelwert bei Stickstoffdioxid, die nicht in Tab. 17 aufgeführt sind, sind im Jahreskurzbericht 2019 [25] enthalten.

3.2.1 Stickstoffmonoxid

Bei Stickstoffmonoxid, für das kein Grenzwert festgelegt ist, bewegen sich die Jahresmittelwerte in einem großen Bereich von 1 µg/m³ im ländlichen Hintergrund bis 71 µg/m³ an der stark verkehrsbelasteten Messstation München/Landshuter Allee.

An den Messstationen der Kategorie verkehrsnah (vergleiche Tab. 1) werden aufgrund der erforderlichen Positionierung von höchstens 10 m zum Fahrbahnrand hauptverkehrsbelasteter Straßen die höchsten Stickstoffmonoxidkonzentrationen gemessen (siehe Abb. 2). Neben den sehr hohen Verkehrszahlen führt ein straßenschluchtartiger Charakter, unterstützt durch Ausrichtung quer zu den Hauptwindrichtungen, überwiegend zu einer schlechten Durchmischung mit Frischluft und daher zu den höchsten Konzentrationen im LÜB-Messnetz.

Neben Messstationen im ländlichen Hintergrund mit Konzentrationen nahe Null werden auch in den weniger verkehrsbeaufschlagten Bereichen der Ballungsräume relativ geringe Konzentrationen gemessen, wie z. B. an den Jahresmittelwerten der LÜB-Messstationen Erlangen/Kraepelinstraße oder Augsburg/LfU mit jeweils 5 µg/m³ abzulesen ist.

Im Vergleich zum Vorjahr ist an 20 Messstationen der Jahresmittelwert unverändert, an 10 Messstationen sind Abnahmen (bis zu 8 µg/m³) und an 15 Messstationen sind Zunahmen (bis zu 2 µg/m³) festzustellen.

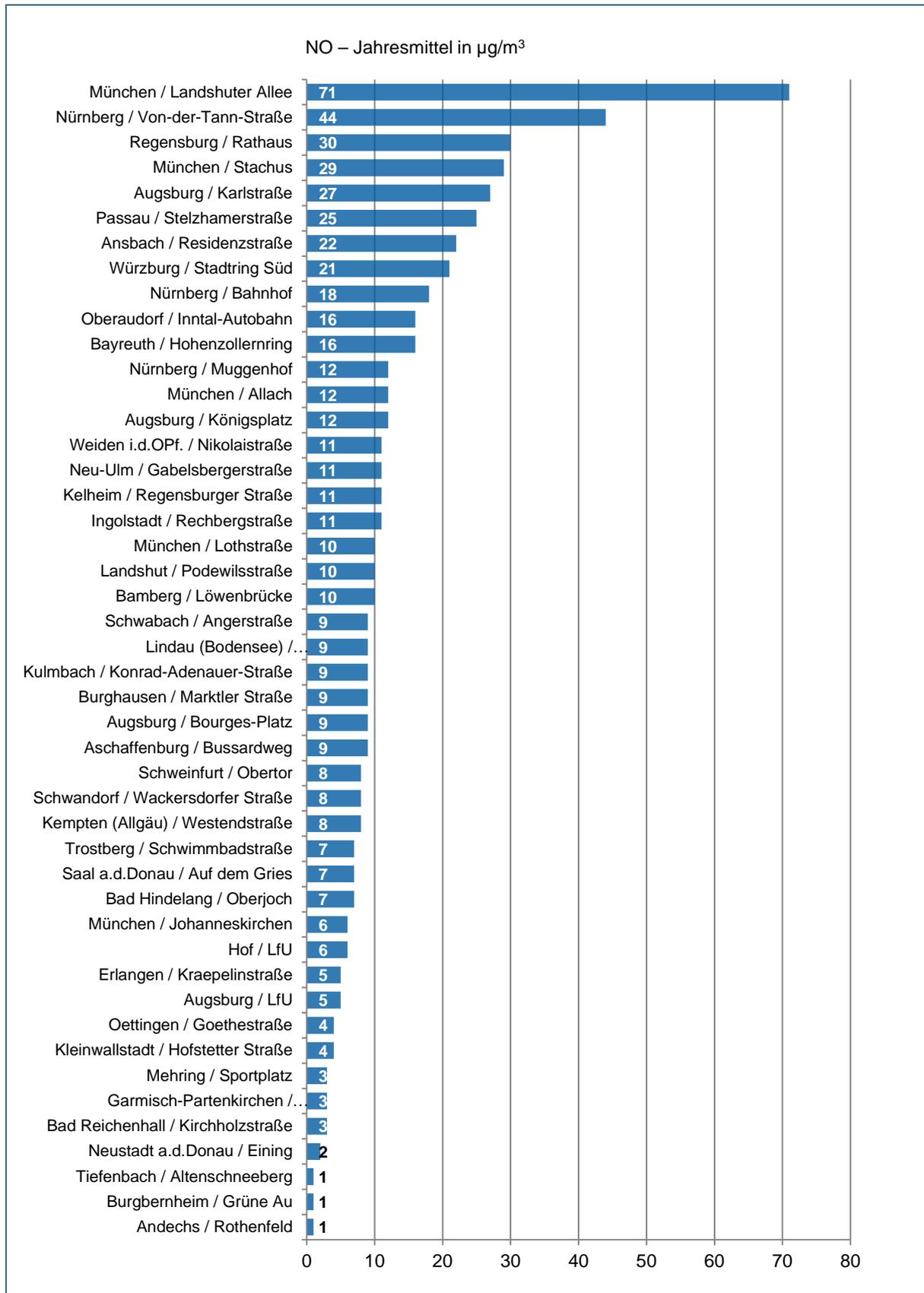


Abb. 2: Stickstoffmonoxid (NO) – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert).

3.2.2 Stickstoffdioxid

Für Stickstoffdioxid liegen zum Schutz der menschlichen Gesundheit zwei Grenzwerte bzw. eine Alarmschwelle mit unterschiedlichem Zeitbezug vor. Der Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel beträgt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Immissionsgrenzwert für das Stundenmittel beträgt $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei 18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig sind. Weiterhin gilt eine Alarmschwelle von $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bezogen auf den Stundenmittelwert an mindestens drei aufeinanderfolgenden Stunden, wobei die Probenahmestelle zudem für einen Bereich von mindestens 100 km^2 oder für das gesamte Gebiet bzw. den Ballungsraum repräsentativ sein muss.

Für Stickstoffdioxid setzt sich der rückläufige Trend der letzten Jahre fort. Dies führt dazu, dass der Grenzwert für das Jahresmittel von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erstmals auch an den Verkehrsmessstationen Nürnberg/Von-der-Tann-Straße ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorjahr: $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Augsburg/Karlstraße ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorjahr: $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eingehalten wird. Nur an den beiden höchstverkehrsbelasteten LÜB-Messstationen in München wird der Grenzwert noch überschritten: München/Landshuter Allee ($63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorjahr: $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$), München/Stachus ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vorjahr: $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die maximal zulässige Überschreitungshäufigkeit (18) des Stundenmittelgrenzwerts von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an jeder Messstelle deutlich unterschritten. An 45 von 46 NO_2 -Messstationen gab es überhaupt keine Überschreitung des Stundenmittelgrenzwerts. Die geringste Konzentration im Jahresmittel trat mit $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der ländlichen LÜB-Messstation Tiefenbach/Altenschneeberg auf.

Gemittelt über jeweils alle Messstationen in den Stationskategorien Verkehr (ST VK), städtischer (ST HG) und vorstädtischer Hintergrund (STV HG) liegen Abnahmen zum Vorjahr vor. Erwartungsgemäß tritt die größte Minderung im höchsten Belastungsniveau (verkehrsnahe) auf. Die stärksten Rückgänge mit jeweils $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind an den Messstationen Augsburg/Karlstraße, München/Stachus und Nürnberg/Von-der-Tann-Straße zu verzeichnen. An der Hälfte der Messstationen im Mittelfeld des Belastungsbereichs (ohne jeweils 25 % der Messstationen mit den höchsten und niedrigsten Konzentrationen) bewegt sich der Jahresmittelwert von $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die insgesamt 46 Stickstoffdioxidmessungen in unterschiedlichen Belastungsniveaus zeigen, dass die Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwerts nicht flächendeckend vorliegen. Es handelt sich vielmehr um wenige in der Regel innerstädtische Bereiche mit extremer Verkehrsbelastung und schlechten Durchmischungseigenschaften.

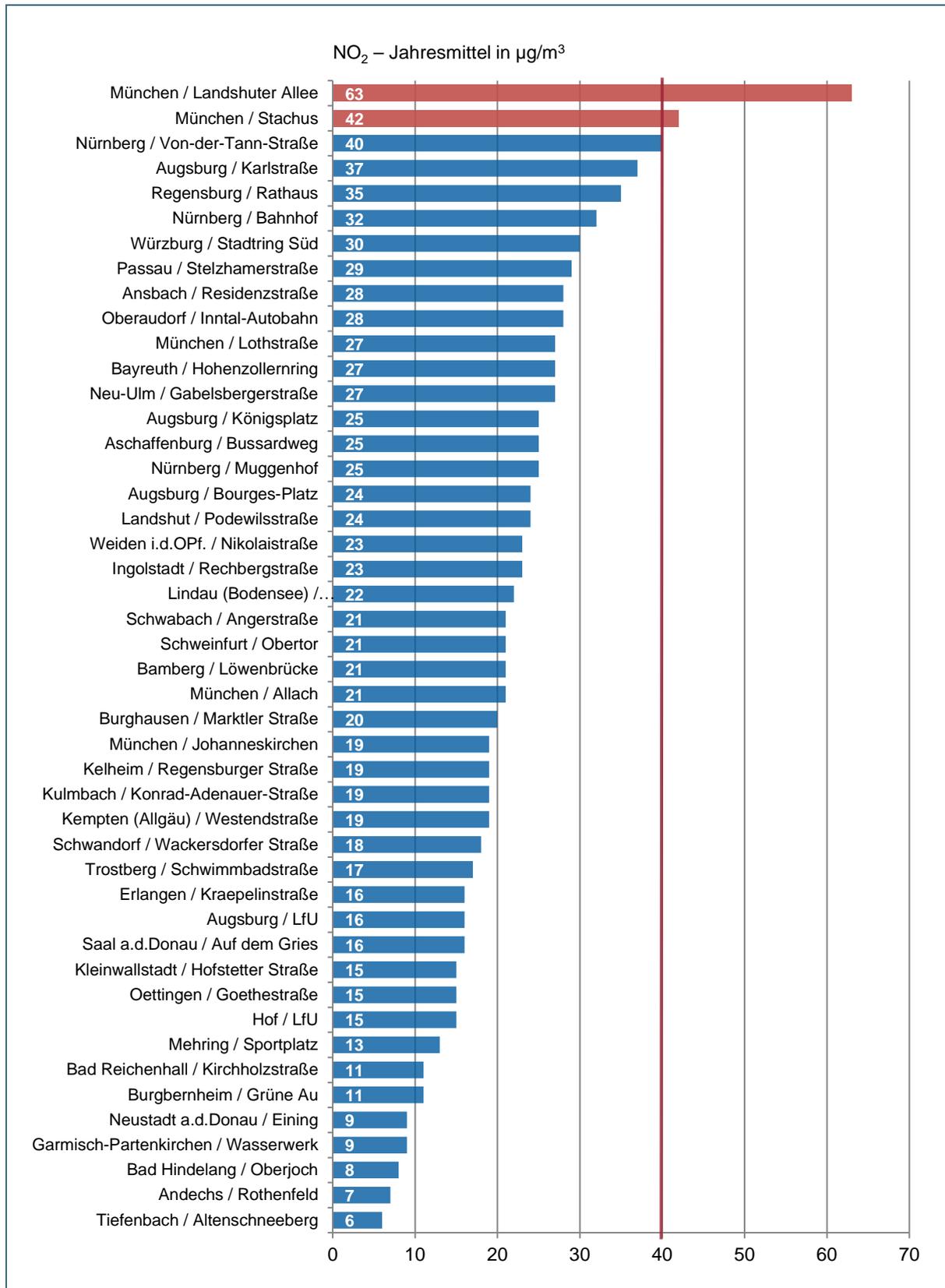


Abb. 3: Stickstoffdioxid (NO₂) – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert); die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [3] von 40 µg/m³.

3.2.3 Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})

Für Feinstaub PM₁₀ beträgt der auf das Jahresmittel bezogene Grenzwert 40 µg/m³. Der höchste Jahresmittelwert trat mit 24 µg/m³ an der verkehrsbelasteten LÜB-Messstation München/Landshuter Allee auf – gefolgt von den Stationen Nürnberg/Von-der-Tann-Straße und Augsburg/Karlstraße mit jeweils 22 µg/m³ (siehe Abb. 4). Damit wird selbst an den höchstbelastetsten Messstationen der Jahresmittelwert deutlich unterschritten. Die Jahresmittelwerte an den restlichen Verkehrsmessstationen reichen von 14 µg/m³ bis 20 µg/m³. Im städtischen Hintergrund liegt die Belastung im Jahresmittel bei 15 µg/m³ bis 18 µg/m³, im vorstädtischen Hintergrund bei 14 µg/m³ bis 16 µg/m³. An den ländlich geprägten Messstationen wurden 7 µg/m³ bis 11 µg/m³ gemessen.

Neben dem Jahresmittelgrenzwert ist ein Tagesmittelgrenzwert von 50 µg/m³ festgelegt, der an bis zu 35 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden darf. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit wurde im Jahr 2019 – auch ohne zulässigen Abzug des Streusalzanteils (siehe § 25 der 39. BImSchV [3]) – an allen Messstationen wieder deutlich eingehalten (siehe Abb. 5). Die Analyse auf Streusalz erfolgte an sieben verkehrsbelasteten Messstationen. Mit 14 Tagen (20 Tage ohne Abzug des Streusalzanteils) wurde der Tagesmittelgrenzwert an der Station Augsburg/Karlstraße am häufigsten überschritten. Weitere Informationen zur Berücksichtigung des Streusalzanteils enthält der Streusalzbericht, der im Internet abgerufen werden kann [24].

Neben Feinstaub PM₁₀ sind auch Messungen der PM_{2,5}-Fraktion durchzuführen. Die Jahresmittelwerte der PM_{2,5}-Belastung betragen im Jahr 2019 maximal 12 µg/m³ (siehe Abb. 6). Der Grenzwert von 25 µg/m³ wurde damit deutlich unterschritten. Im städtischen und vorstädtischen Hintergrund lagen die Belastungen bei 9 µg/m³ bis 12 µg/m³. Im ländlichen Hintergrund wurden 8 µg/m³ bis 10 µg/m³ gemessen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Stationskategorien sind recht gering.

Seit Beginn des Jahres 2008 wird an drei Messstationen im städtischen Hintergrund die PM_{2,5}-Konzentration im Zusammenhang mit der Ermittlung des Indikators für die durchschnittliche PM_{2,5}-Exposition (AEI – Average Exposure Indicator) gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG [5] gemessen. Der AEI-Wert bezieht sich auf ganz Deutschland und wird vom Umweltbundesamt ausgewertet.

In den zurückliegenden Jahren ist in Bayern eine sehr positive Entwicklung beim Feinstaub zu beobachten. Der PM₁₀-Immissionsgrenzwert für das Kalenderjahr (40 µg/m³) wird in Bayern seit 2007 nicht mehr überschritten. Die zulässige Anzahl von 35 Tagen mit Überschreitung des PM₁₀-Immissionsgrenzwerts für das Tagesmittel (50 µg/m³) wird bayernweit seit 2012 eingehalten. Die meisten der im Jahresverlauf auftretenden Überschreitungen des Tagesmittelwerts bei Feinstaub PM₁₀ konzentrieren sich auf das Winterhalbjahr. Ausgeprägte Inversionswetterlagen können tagelang bzw. im Extremfall über mehrere Wochen dafür sorgen, dass die bodennahe, oft nur wenige 100 m hochreichende Luftschicht keinen Austausch mit höheren Frischluftschichten erfährt. Die Folge ist eine andauernde Anreicherung des Feinstaubes, die zu einem flächendeckenden Anstieg der Feinstaubkonzentration führt. Erst ein markanter Witterungswechsel, der auch die bodennahe Luftschicht erneuert, kann solche sogenannten Feinstaubepisoden beenden.

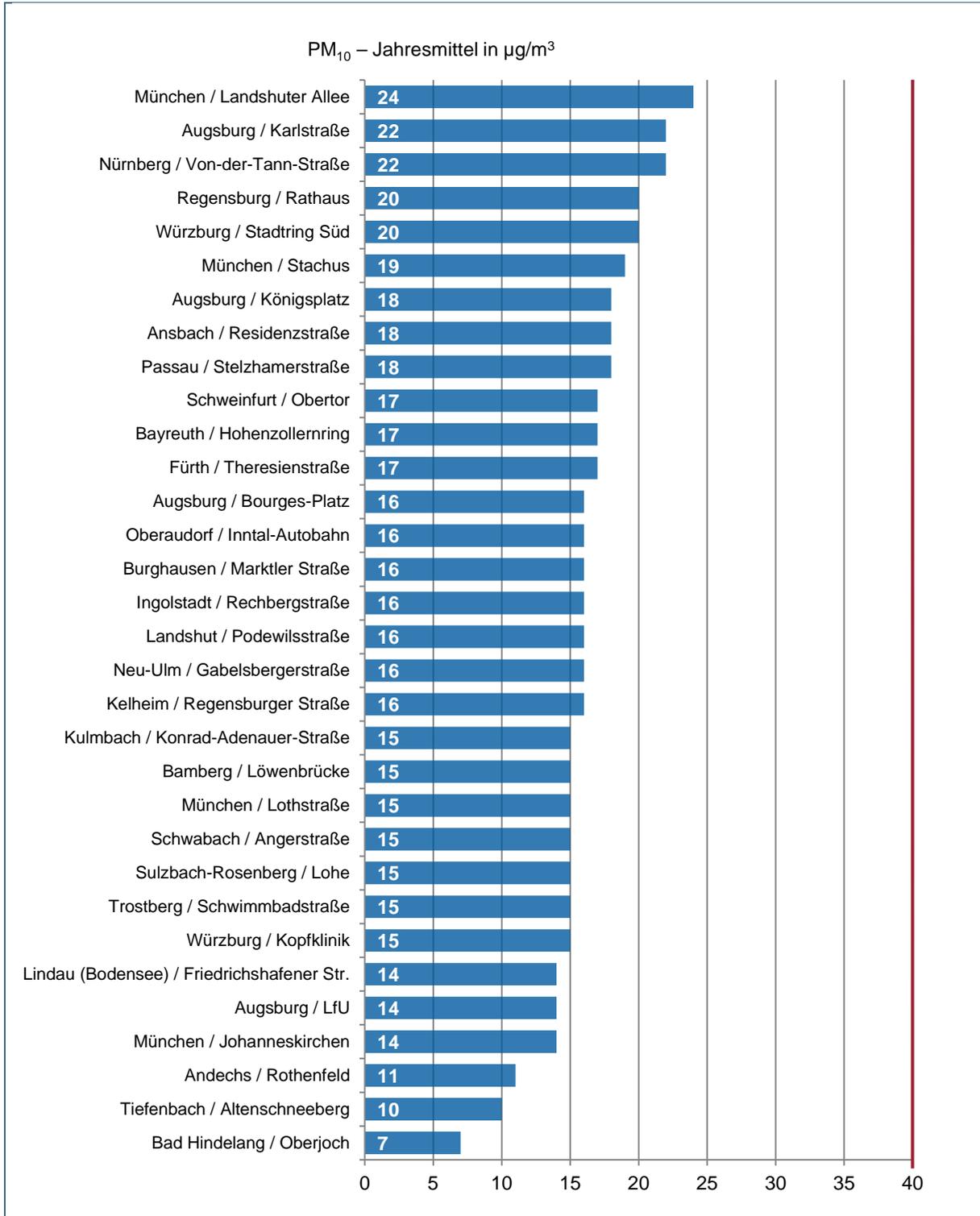


Abb. 4: Feinstaub PM₁₀ – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert); die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [3] von 40 µg/m³.

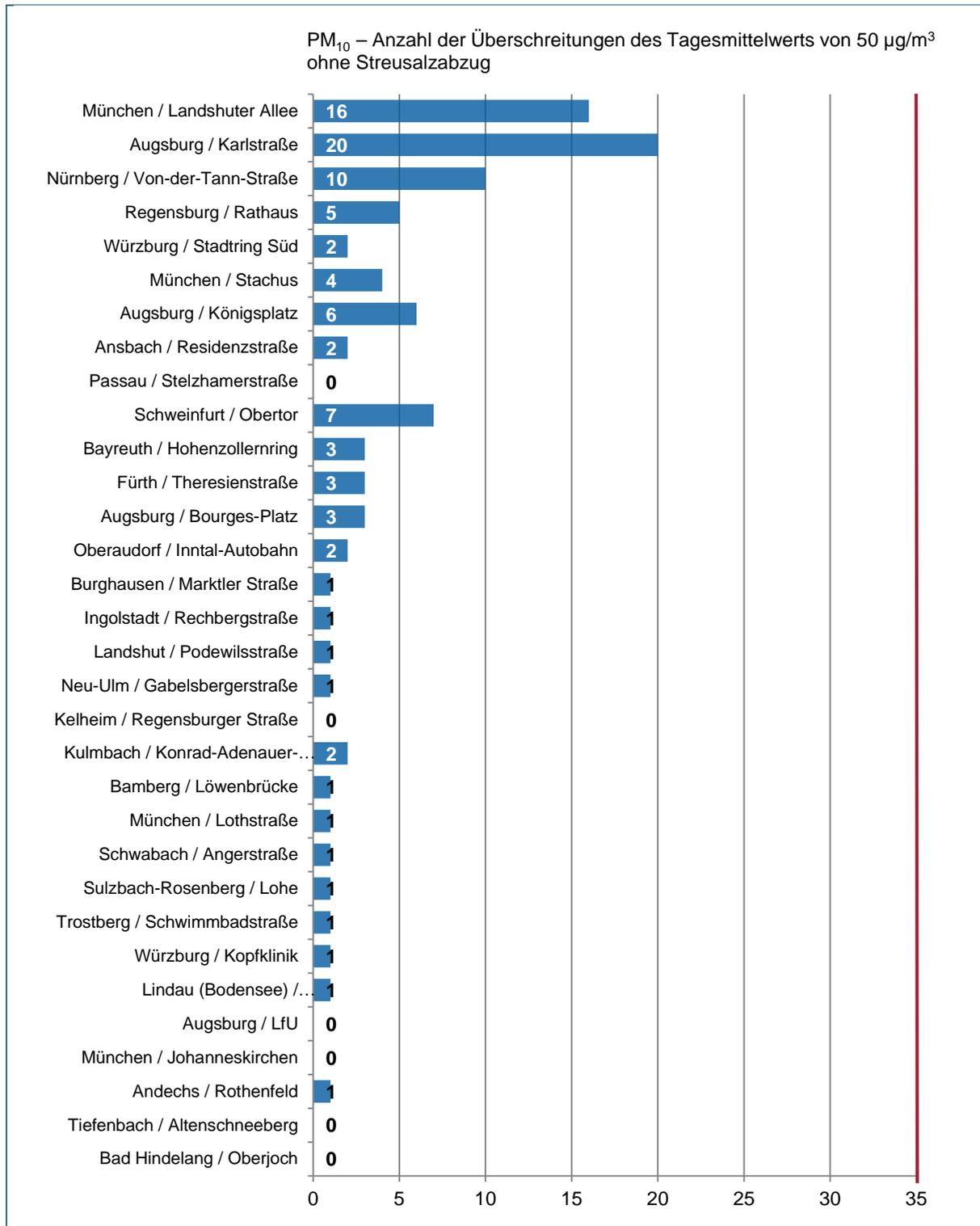


Abb. 5: Feinstaub PM₁₀ – Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwerts zu Vergleichszwecken ohne Abzug des Streusalzanteils gemäß § 25 der 39. BImSchV [3] (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vergleiche Abb. 4). Die rote Linie markiert die maximal zulässige Überschreitungsanzahl von 35 Tagen.

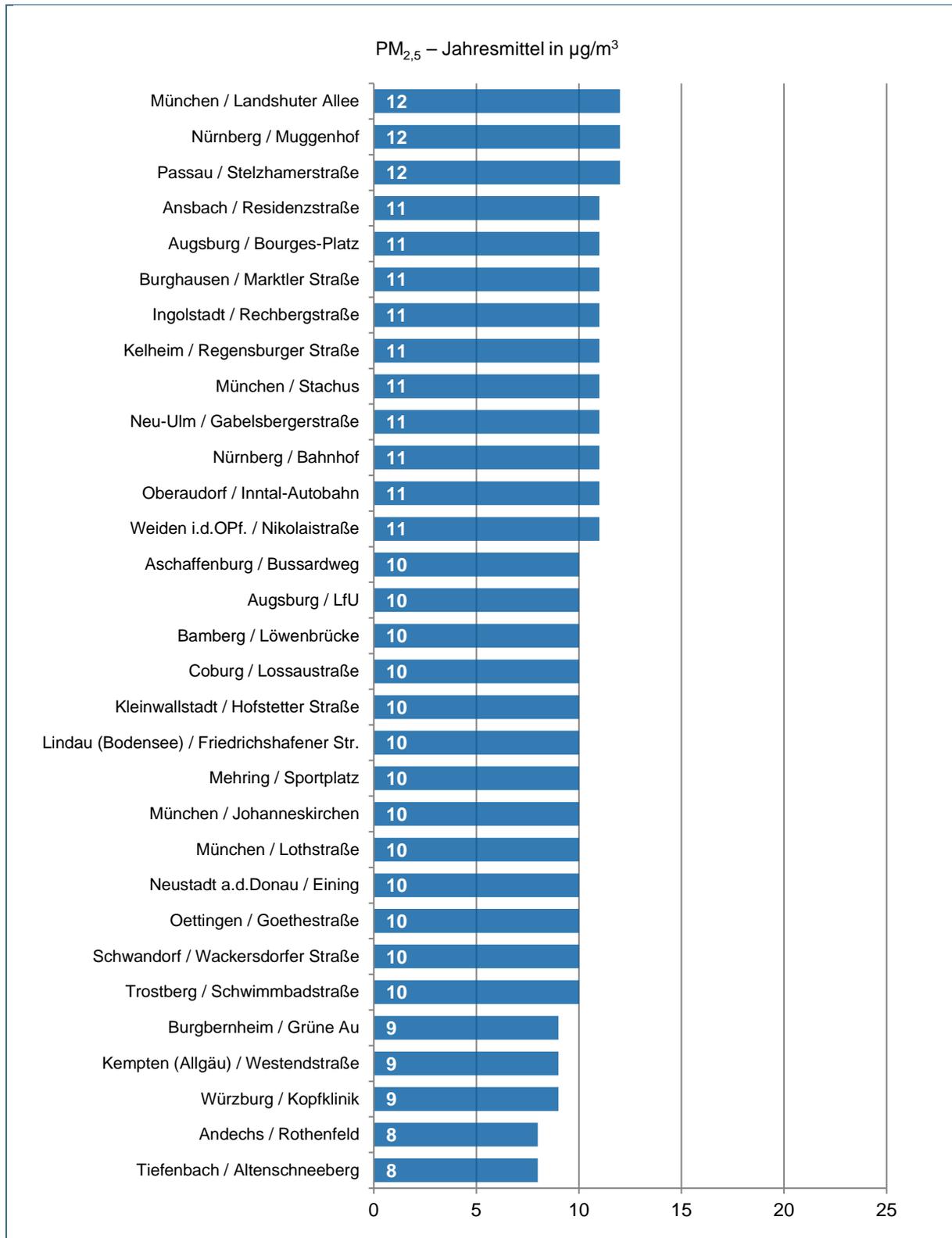


Abb. 6: Feinstaub PM_{2,5} – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert); die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [3] von 25 µg/m³.

3.2.4 Ozon

Im Unterschied zu den restlichen Schadstoffen treten bei Ozon an den verkehrsbeeinflussten, innerstädtischen LÜB-Messstationen die geringsten Jahresmittelwerte auf. Abhängig von der Lage der LÜB-Messstation ist ausgehend von städtischen Kernbereichen über Stadtrandgebiete hin zu Regionen mit einer geringeren Emissionsdichte und insbesondere in höheren Lagen eine Zunahme der Jahresmittelwerte erkennbar (Abb. 7). Dieser Sachverhalt ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass in Gebieten mit höheren Luftschadstoffgehalten insbesondere in den Nachtstunden ein bodennaher Abbau des Ozons durch Reaktion mit anderen Luftschadstoffen stattfindet. Daher ergeben sich dort insgesamt niedrigere Tages- und Jahresmittelwerte. Entsprechend der Abhängigkeit der Ozonbildung von der Sonneneinstrahlung ist im Jahresverlauf der für Ozon typische Gang mit höheren Konzentrationen im Sommer und geringerer Belastung im Winter zu verzeichnen [26].

Die in der 39. BImSchV [3] festgelegte Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 1-Stundenmittelwert, bei der die Bevölkerung zu informieren ist, wurde im Jahr 2019 an vier Tagen überschritten. Die höchsten Stundenmittelwerte an den Überschreitungstagen wurden am 26. Juni an der Station Andechs/Rothenfeld mit $204 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am 27. Juni an der Station Garmisch-Partenkirchen/Wasserwerk mit $224 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am 26. Juli an der Station München/Allach mit $186 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am 31. August an der Station Garmisch-Partenkirchen/Wasserwerk mit $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Die höchsten Stundenmittelwerte je Messstation sind im Jahreskurzbericht [25] dargestellt.

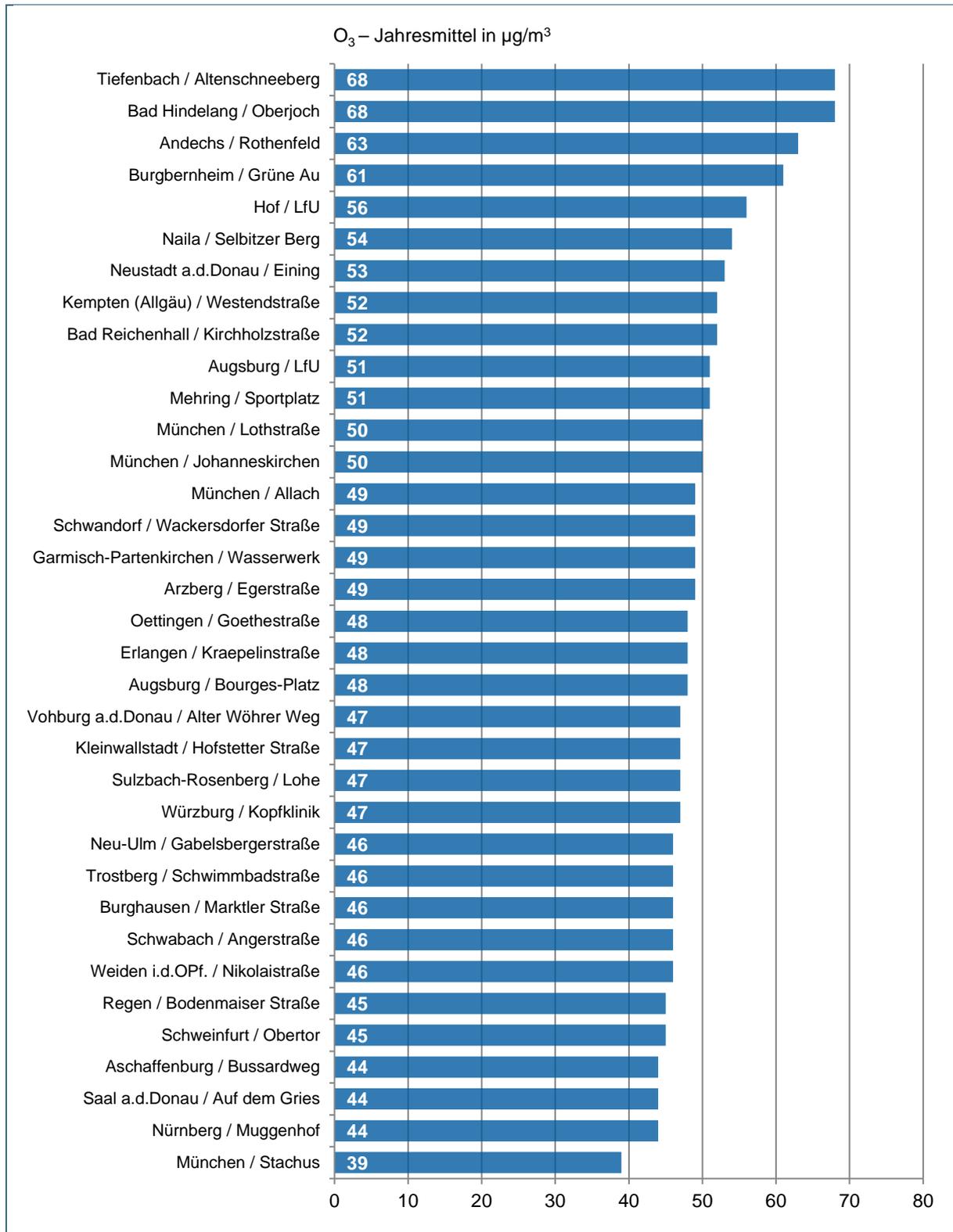
Der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegte Zielwert beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als höchster 8-Stundenmittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen pro Kalenderjahr, gemittelt über drei Jahre. In dem drei Jahre umfassenden Beurteilungszeitraum 2017 bis 2019 wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit an 19 von 35^2 beurteilungsrelevanten O_3 -Messstationen überschritten (Tab. 19). Vergleicht man die Einzeljahre, liegt die durchschnittliche Überschreitungshäufigkeit aller Messstellen, die einen vergleichbaren Messzeitraum aufweisen, im Jahr 2019 auf dem dritten Rang hinter den Jahren 2018 und 2015. Die Ergebnisse des Jahres 2019 sind in grafischer Form in Abb. 8 dargestellt.

Für den Schutz der Vegetation beträgt der Zielwert $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ als AOT40 für den Zeitraum Mai bis Juli. Der Wert ist seit dem 01.01.2010 so weit wie möglich einzuhalten. Maßgebend für die Beurteilung des Zielwerts ist der über fünf Jahre gemittelte AOT40. Der Zielwert zum Schutz der Vegetation wurde im fünf Jahre umfassenden Beurteilungszeitraum 2015 bis 2019 an 15 Messstationen überschritten (Tab. 20). An der Station Burgbernheim/Grüne Au wurde mit $22299 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ der höchste Wert ermittelt. Bei Betrachtung des durchschnittlichen AOT40 der Einzeljahre aller Messstellen mit vergleichbarer Datenabdeckung der letzten 10 Jahre ist das Jahr 2019 eines der höchsten – etwa gleichauf mit dem Jahr 2015, aber deutlich hinter der Belastung im Jahr 2018. Städtische Hintergrundmessstationen sind nach der 39. BImSchV [3] keine Beurteilungspunkte zum Schutz der Vegetation und in Tab. 20 nicht aufgeführt. In Abb. 9 sind die Werte für das Kalenderjahr gesonderter markiert.

Die langfristigen Ziele zum Schutz der menschlichen Gesundheit und zum Schutz der Vegetation werden an keiner Messstation eingehalten. Der Zeitpunkt, ab dem die Ziele erreicht werden sollen, ist offen.

Die beiden verkehrsnahen LÜB-Messstationen München/Landshuter Allee und München/Stachus sind aufgrund ihrer Standortcharakteristik nach der 39. BImSchV [3] nicht zur Beurteilung der Ozonbelastung vorgesehen. Ozon wird dort hauptsächlich zu Zwecken der Qualitätssicherung und Ursachenforschung gemessen.

² Die ehemalige Messstation Bad Reichenhall/Nonn zählt hier noch mit, da sie im aktuellen dreijährigen Auswertzeitraum (2017 bis 2019) noch eine ausreichende Datenverfügbarkeit vorweisen kann.

Abb. 7: Ozon (O₃) – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert).

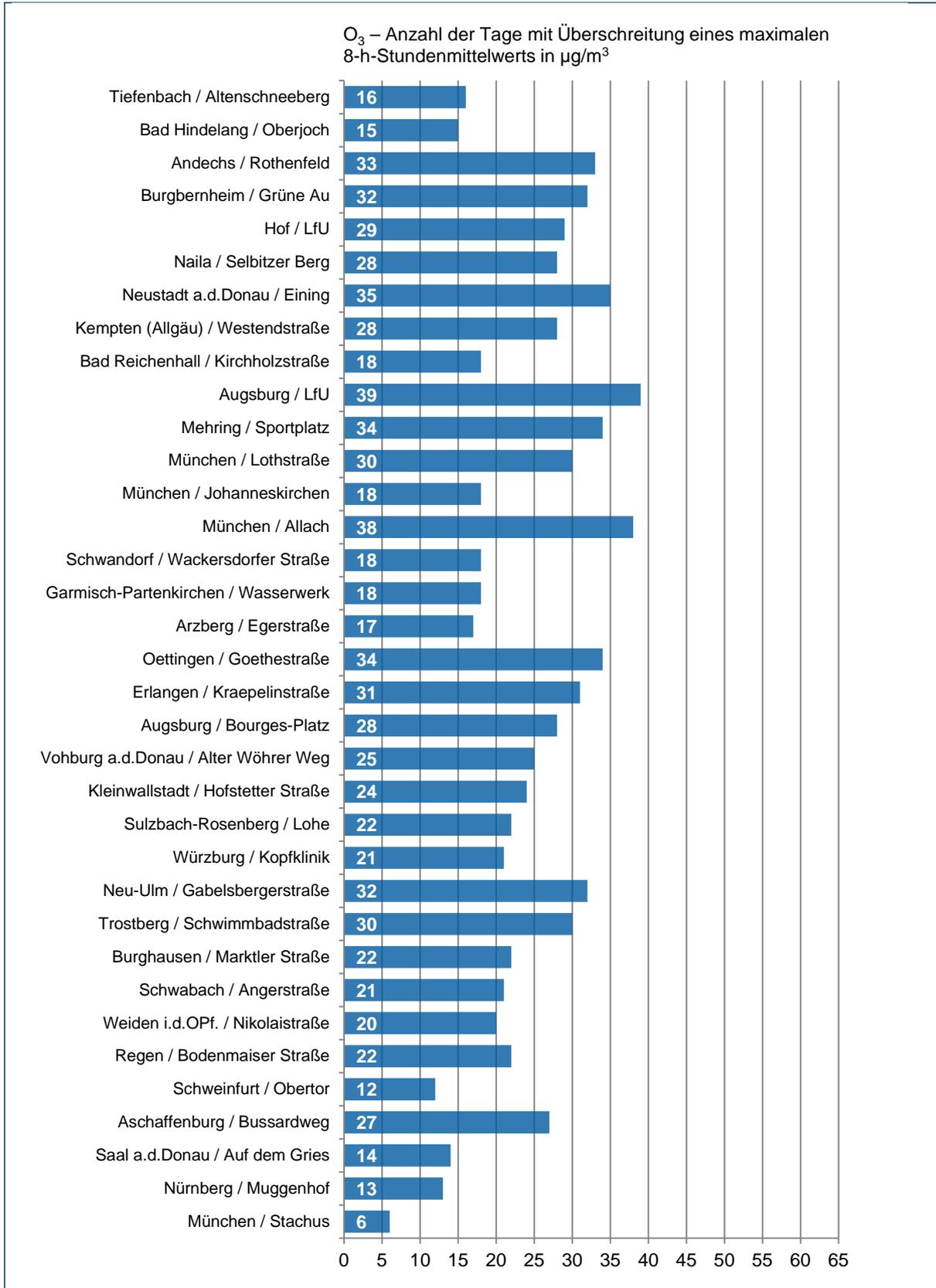


Abb. 8: Ozon (O₃) – Anzahl der Tage mit Überschreitung eines maximalen 8-Stundenmittelwerts (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach dem Jahresmittelwert entsprechend Abb. 7.

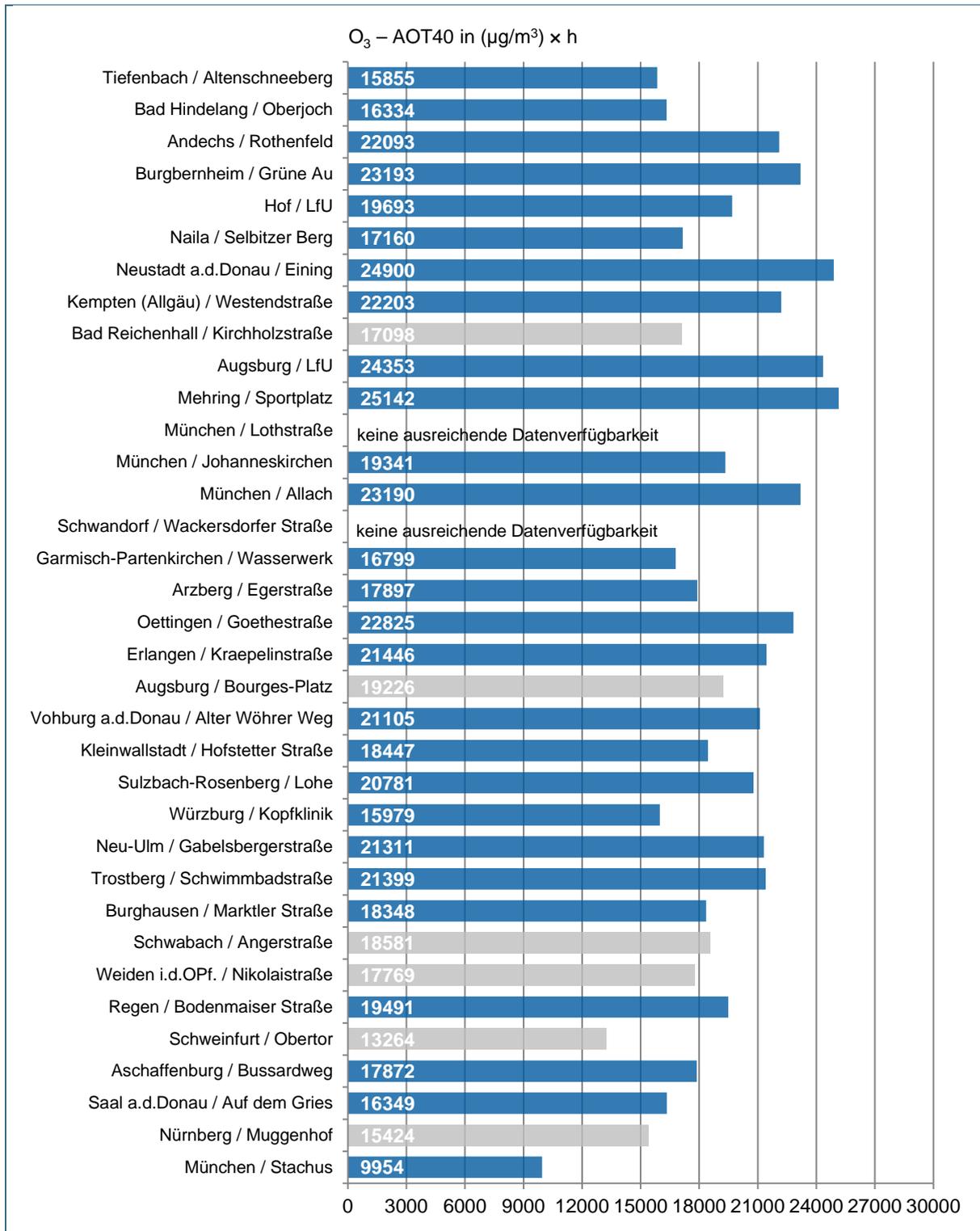


Abb. 9: Ozon (O_3) – AOT40³ (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach dem Jahresmittelwert, vergleiche Abb. 7). Die Messstationen mit grau eingefärbten Wertebalken (inkl. München / Lothstraße) liegen im städtischen Hintergrund (Tab. 1) und sind nach der 39. BImSchV [3] nicht für die Beurteilung zum Schutz der Vegetation vorgesehen.

³ „Average over a Threshold of 40 ppb“ wird gebildet aus der Summe von Ozonstundenmittelwerten über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abzüglich $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zwischen 8 Uhr und 20 Uhr MEZ im Zeitraum von Mai bis Juli. Beurteilungsrelevant ist der Mittelwert über fünf Jahre.

Tab. 19: Zielwert für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit 2017 – 2019. Anzahl der Überschreitungen des höchsten 8-Stundenmittelwerts eines Tages von > 120 µg/m³, gemittelt über drei Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).

Messstation	Typ	2017	2018	2019	Mittel
Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	15	51	33	33
Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	11	25	15	17
Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG	23	59	32	38
Mehring / Sportplatz	LA-R HG	21	51	34	35
Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	19	47	35	34
Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	42	64	16	41
Garmisch-Partenkirchen / Wasserwerk	LA-ST HG	7	14	18	13
Naila / Selbitzer Berg	LA-ST HG	12	33	28	24
Arzberg / Egerstraße	STV HG	6	25	17	16
Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG	14	36	27	26
Augsburg / LfU	STV HG	18	46	39	34
Bad Reichenhall / Nonn*	STV HG	13			13
Burghausen / Marktler Straße	STV HG		32	22	27
Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG	17	42	31	30
Hof / LfU	STV HG	7	33	29	23
Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG	17	40	28	28
Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG	15	42	24	27
München / Allach	STV HG	18	50	38	35
München / Johanneskirchen	STV HG	17	49	18	28
Oettingen / Goethestraße	STV HG	-	39	34	37
Regen / Bodenmaiser Straße	STV HG	16	29	22	22
Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	13	30	14	19
Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG	13	26	18	19
Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG	17	39	22	26
Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	17	42	30	30
Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	STV HG	15	42	25	27
Würzburg / Kopfklinik	STV HG	9	30	21	20
Augsburg / Bourges-Platz	ST HG	11	30	28	23
Bad Reichenhall / Kirchholzstraße	ST HG		27	18	23
München / Lothstraße	ST HG	14	44	30	29
Neu-Ulm / Gabelsbergerstraße	ST HG	11	43	32	29
Nürnberg / Muggenhof	ST HG	5	16	13	11
Schwabach / Angerstraße	ST HG	11	37	21	23
Schweinfurt / Obertor	ST HG	10	25	12	16
Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG	10	32	20	21

Abkürzungen/Erläuterungen:

LfU: Landesamt für Umwelt

Stationstyp:

LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund

Fett hervorgehobene Werte liegen über den zugelassenen 25 Überschreitungstagen (gemittelt über drei Jahre)

„ – “: keine ausreichende Datenverfügbarkeit

„ * “: Station wurde Ende 2017 abgebaut

Tab. 20: Zielwert für Ozon zum Schutz der Vegetation 2015 – 2019. AOT40 in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$, gemittelt über fünf Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).

Messtation	Typ	2015	2016	2017	2018	2019	Mittel
Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	24278	15081	18535	27464	22093	21490
Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	19914	10267	15424	18247	16334	16037
Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG	25783	14350	19568	28599	23193	22299
Mehring / Sportplatz	LA-R HG	18866	11192	19301	28790	25142	20658
Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	19526	14742	20378	26576	24900	21224
Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	18031	18078	24672	26286	15855	20584
Garmisch-Partenkirchen / Wasserwerk	LA-ST HG		9835	12189	14771	16799	13399
Naila / Selbiter Berg	LA-ST HG	17694	9547	15526	19825	17160	15950
Arzberg / Egerstraße	STV HG	16810	11038	12314	18885	17897	15389
Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG	19528	9894	12643	19713	17872	15930
Augsburg / LfU	STV HG	20912	16527	18372	25964	24353	21226
Bad Reichenhall / Nonn*	STV HG	12220	9753	15144			12372
Burghausen / Marktler Straße	STV HG				21199	18348	–
Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG	22989	13793	16744	27515	21446	20497
Hof / LfU	STV HG	17333	11489	13043	20647	19693	16441
Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG	20609	11817	18072	22087	22203	18958
Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG	21122	10997	15533	24243	18447	18068
München / Allach	STV HG	21133	12367	18665	25165	23190	20104
München / Johanneskirchen	STV HG	19298	12622	18329	25309	19341	18980
Oettingen / Goethestraße	STV HG	22764	13052	–	23811	22825	20613
Regen / Bodenmaier Straße	STV HG	17679	11393	19516	21211	19491	17858
Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	10789	9434	15766	19755	16349	14419
Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG	22362	11977	15385	21532	–	17814
Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG	17619	11804	16240	24964	20781	18282
Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	19044	13244	17520	23437	21399	18929
Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	STV HG	19486	15368	16910	24698	21105	19513
Würzburg / Kopfklinik	STV HG	21465	8980	11761	20848	15979	15807

Abkürzungen/Erläuterungen:

LfU: Landesamt für Umwelt

Stationstypen:

LA: ländlich, R: regional, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund

Fett hervorgehobene Werte liegen über dem Zielwert von $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ (gemittelt über fünf Jahre)

„ – “: keine ausreichende Datenverfügbarkeit

„ * “: Station wurde Ende 2017 abgebaut

3.2.5 Kohlenmonoxid

Die Kohlenmonoxidbelastung liegt gemessen am Grenzwert von 10 mg/m^3 , gemittelt über 8 Stunden, auf einem niedrigen Niveau (siehe Abb. 10). Die Jahresmittelwerte bewegen sich in einem engen Bereich zwischen $0,2 \text{ mg/m}^3$ und $0,4 \text{ mg/m}^3$. Der maximale 8-Stundenmittelwert wurde mit $2,0 \text{ mg/m}^3$ an der LÜB-Messstation Augsburg/LfU gemessen.

Für Kohlenmonoxid sind aufgrund des geringen Belastungsniveaus ortsfeste Messungen nach der 39. BImSchV [2] nicht mehr vorgeschrieben. Hauptsächlich aus Gründen der Qualitätssicherung für andere Luftschadstoffe wird der Großteil der Kohlenmonoxidmessungen fortgeführt.

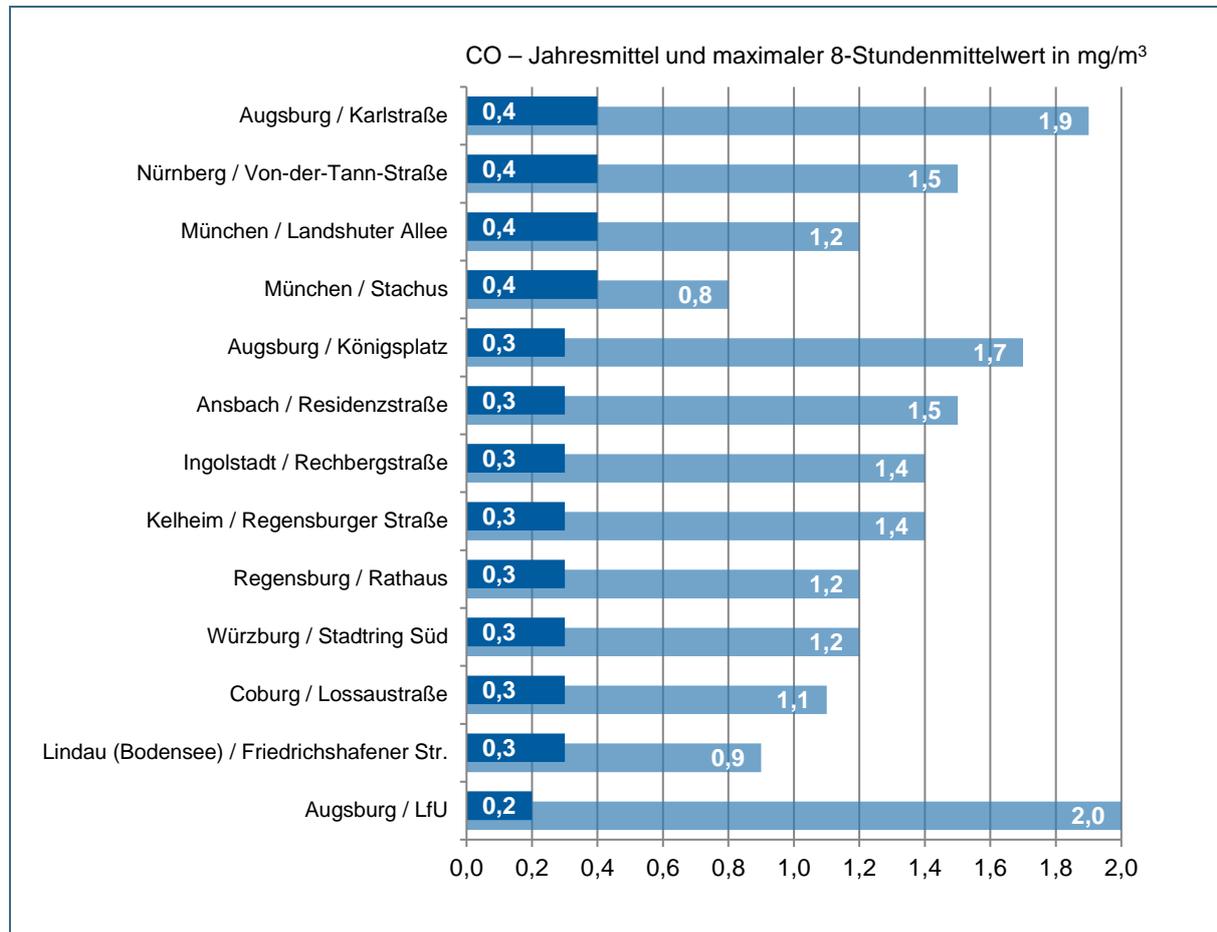


Abb. 10: Kohlenmonoxid (CO) – Jahresmittelwerte (dunkelblau) und maximaler 8-Stundenmittelwert (hellblau) absteigend sortiert nach dem Jahresmittelwert; aus Darstellungsgründen ist eine Markierung für den Grenzwert des maximalen 8-Stundenmittelwerts von 8 mg/m^3 nach der 39. BImSchV [3], der dem 4fachen der Länge der Abszisse entspricht – nicht enthalten.

3.2.6 Benzol

Benzol wird als typisch verkehrsspezifischer Schadstoff vorwiegend im Nahbereich verkehrsreicher Straßen gemessen.

Bei den beiden kontinuierlichen Messungen wurden Jahresmittelwerte von $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der LÜB-Messstation Augsburg/Königsplatz und $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an der LÜB-Messstation Augsburg/LfU ermittelt. Der seit 2010 nach der 39. BImSchV [3] geltende Jahresmittelgrenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde deutlich unterschritten.

Neben den kontinuierlichen Benzolmessungen werden Messungen mit Passivsammlern [23] durchgeführt. Aufgrund des seit vielen Jahren geringen Belastungsniveaus wurde zu Beginn des Jahres 2019 die Anzahl der Messungen von 16 auf 5 reduziert. Die Jahresmittelwerte dieser Messungen bewegten sich zwischen $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die geringste Belastung wurde an der im ländlichen Hintergrund gelegenen LÜB-Messstation Andechs/Rothenfeld gemessen, die höchste Konzentration an der verkehrsbelasteten Station München/Landshuter Allee (siehe Tab. 17 oder BTX-Passivsammler im Internet [27]).

3.2.7 Blei, Arsen, Cadmium und Nickel im Feinstaub PM_{10}

Die Jahresmittelwerte für Blei, Arsen, Cadmium und Nickel in der PM_{10} -Fraktion lagen an allen LÜB-Messstationen deutlich unter den Grenz- bzw. Zielwerten der 39. BImSchV [3]. Die einzelnen Messergebnisse für das Jahresmittel sind in Tab. 18 zusammengestellt. Darüber hinaus sind im Internet [28] auch Monatsmittelwerte verfügbar.

3.2.8 Benzo[a]pyren im Feinstaub PM_{10}

Neben den im Feinstaub PM_{10} analysierten Metallen wird der Gehalt an Benzo[a]pyren als Marker für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe ermittelt, für den in der 39. BImSchV [3] ein Zielwert von $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ festgelegt ist. Die gemessenen Jahresmittelwerte bewegten sich zwischen $0,05 \text{ ng}/\text{m}^3$ und $0,405 \text{ ng}/\text{m}^3$ deutlich unter dem Zielwert. Die höchste Belastung trat an der LÜB-Messstation Nürnberg/Von-der-Tann-Straße auf (siehe Tab. 8 oder Internet [28]).

Hauptemittent von Benzo[a]pyren ist vor allem der Hausbrand. Der Jahresgang zeigt einen sehr ausgeprägten Verlauf. Im Winterhalbjahr werden bei kaltem Wetter mit vermehrtem Hausbrand und häufig im Zusammenhang mit Inversionswetterlagen Monatsmittelwerte um $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ und mehr gemessen, während in den Sommermonaten die Werte meist unterhalb der Nachweisgrenze von $0,02 \text{ ng}/\text{m}^3$ liegen.

3.3 Weitere Auswertungen im Internet

Weitere Auswertungen in grafischer und tabellarischer Form sind im Internet unter dem Link <https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/index.htm> zu finden.

Nachfolgend sind die Verlinkungen zu den einzelnen Themen aufgelistet:

-  Langzeitverläufe [30]
-  Inhaltsstoffe in der PM_{10} -Fraktion (Monatsmittelwerte) [28]
-  BTX-Passivsammler [27]
-  Staubbiederschlag und Inhaltsstoffe [29]
-  Windrosen [12]

4 Trendanalysen

Im Folgenden wird die langfristige Entwicklung der Schadstoffbelastung für die Komponenten Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Ozon, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid an Hand von 10-jährigen Trendanalysen betrachtet. Die Auswertung erfolgt für alle LÜB-Messstationen, bei denen Auswerteziträume über mindestens sechs der letzten zurückliegenden Jahre vorliegen. Der Trend wird mittels einer linearen Regression berechnet. Als Basis hierfür werden die monatlich gleitenden 12-Monatsmittelwerte herangezogen. Durch die Mittelung über zwölf Monate werden die jahreszeitlich bedingten Schwankungen der Schadstoffbelastung geglättet. Etwaige Änderungen der Schadstoffentwicklung innerhalb des Auswertezitraums, wie z. B. zunächst steigende und dann fallende Trends, werden im Trend nicht erfasst und können anhand der gleitenden 12-Monatsmittelwerte in den Grafiken abgelesen werden. Zur Beurteilung der Signifikanz des Trends wird die 2-fache T-Standardabweichung⁴ herangezogen. Sämtliche Langzeitverläufe mit Grafiken und Trendtabellen sind im Internetauftritt des Bayerischen Landesamts für Umwelt [30] abrufbar.

4.1 Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid

Von den mit Messgeräten für Stickstoffoxide bestückten LÜB-Messstationen wurden für 43 Stationen Trendanalysen durchgeführt.

Für Stickstoffmonoxid zeigt sich an 40 der ausgewerteten Standorte eine rechnerische Abnahme über den betrachteten Zeitraum, davon sind 23 als signifikant einzustufen. An der LÜB-Messstation Oberaudorf/Inntal-Autobahn ist der Rückgang mit 36 µg/m³ am stärksten ausgeprägt. An der Messstation bei Oberaudorf in nächster Nähe zur Autobahn zeigt sich im Verlauf des gleitenden 12-Monatsmittelwerts der Einfluss durch die Errichtung einer Lärmschutzwand (Fertigstellung Herbst 2017) zwischen Messstation und Autobahn, die eine Abschirmung der direkten Verkehrsemissionen bewirkt. Auf zweitem Rang folgt die LÜB-Messstation München/Landshuter Allee mit einem Rückgang von 29 µg/m³ in 10 Jahren. An dritter Stelle liegen mit jeweils 26 µg/m³ die Messstationen München/Stachus und Augsburg/Königsplatz. An letzterer ist in der deutlichen Abnahme der Einfluss durch die Umbaumaßnahmen des nahegelegenen Königsplatzes von Frühjahr 2012 bis Ende 2013 ist enthalten. An drei Messstationen wurde ein zunehmender Trend berechnet, nur einer davon ist als signifikant eingestuft. Dabei handelt es sich um die Messstationen Bad Hindelang/Oberjoch im ländlichen Hintergrund. Der Anstieg ist auf den Einfluss durch ein nahegelegenes Blockheizkraftwerk zurückzuführen. Eine Verlegung der Messstation ist erforderlich und in Planung.

Für Stickstoffdioxid zeigen mittlerweile 42 von 43 ausgewerteten Zeitreihen eine Abnahme der Belastung über den betrachteten Zeitraum, davon sind 36 als signifikant einzustufen. Mit einem Rückgang von 32 µg/m³ ist der Trend an der LÜB-Messstation München/Stachus am stärksten ausgeprägt. Mit jeweils 25 µg/m³ folgen die Messstationen München/Landshuter Allee und Augsburg/Königsplatz. Der Einfluss durch Umbaumaßnahmen des nahegelegenen Königsplatzes von Frühjahr 2012 bis Ende 2013 ist in der Abnahme enthalten. Im Verlauf der gleitenden 12-Monatsmittelwerte ist der Rückgang sehr gut ablesbar. Auch im ländlichen Hintergrund ist ein Rückgang von 8 µg/m³ bis 1 µg/m³ zu verzeichnen. Ein signifikant zunehmender Trend wurde an keiner Messstation ermittelt.

Die Abb. 11 zeigt die Entwicklung der Belastung für die verschiedenen Belastungsniveaus nach der 39. BImSchV [3]. Je Kategorie und Jahr wurde ein Mittelwert über alle Jahresmittelwerte der aktuell

⁴ Der i-te Gleitmittelwert wird dabei nicht auf den arithmetischen Mittelwert des betrachteten Zeitraums bezogen, sondern auf den Trendwert zum i-ten Zeitpunkt (entspricht dem Schnittpunkt mit der Trendgeraden). So wird vermieden, dass bei stärkerem Trend eine künstlich erhöhte Standardabweichung berechnet wird, die allein auf die größeren Abstände zu Beginn und Ende des Zeitraums zum starren Mittelwert zurückzuführen ist.

aktiven Messstationen, deren Messzeitreihen mindestens die 10 ausgewerteten Jahre umfassen⁵, gebildet. So wird vermieden, dass durch Änderungen der Stationszahlen oder Messlücken innerhalb einer Kategorie bzw. Kollektivs systematische Änderungen – insbesondere bei wenigen Stationen oder bei Stationen mit deutlich vom Mittelwert abweichenden Belastungen – einfließen können. Die Grafik zeigt für alle Belastungsniveaus eine Abnahme der Stickstoffdioxidkonzentrationen. Besonders deutlich zeigt sich der Rückgang an verkehrsbelasteten Messstationen seit dem Jahr 2015. Neben den Emissionen hat die Meteorologie – insbesondere der Wind – großen Einfluss auf die Immissionsituation. Kein Jahr gleicht hier dem anderen und einzelne Jahre können besonders stark von den mittleren Verhältnissen abweichen. Dies ist bei Bewertung der Verläufe zu berücksichtigen.

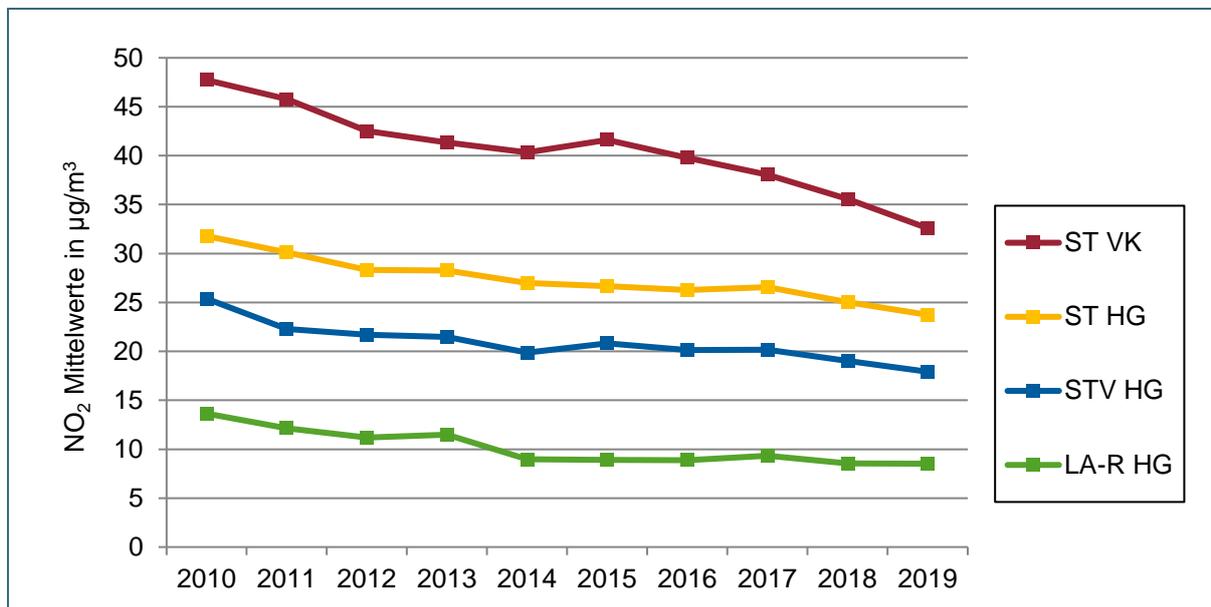


Abb. 11: Stickstoffdioxid (NO₂) – Entwicklung der Belastung in den Belastungsniveaus städtischer Verkehr (ST VK), städtischer Hintergrund (ST HG), vorstädtischer Hintergrund (STV HG) und ländlich regionaler Hintergrund (LA-R HG).

4.2 Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})

Alle LÜB-Messstationen zeigen eine Abnahme der PM₁₀-Konzentration über die letzten 10 Jahre bzw. den jeweiligen Auswertzeitraum; bis auf eine sind alle signifikant. Am stärksten ist der rückläufige Trend an den verkehrsbelasteten Messstationen München/Landshuter Allee und Augsburg/Königsplatz mit jeweils 14 µg/m³ ausgeprägt. Bei dem beobachteten Rückgang am Königsplatz sind auch Umbaumaßnahmen beteiligt, die in den Jahren 2012 und 2013 durchgeführt wurden. Auffällig in den Verläufen ist an fast allen Messstationen ein deutlicher Peak Anfang 2017, der sich auch im gleitenden 12-Monatsmittelwert in einer sichtbaren Erhöhung widerspiegelt. Hierbei handelt es sich um eine bayernweit aufgetretene relativ hohe Feinstaubbelastung, insbesondere in der zweiten Januarhälfte. Ausschlaggebend dafür war eine sehr ausgeprägte Inversionswetterlage, die einen Luftaustausch der bodennahen Luftschicht mit höheren Luftschichten über längere Zeit verhinderte. Der rückläufige 10-Jahres-Trend wird hierdurch etwas gedämpft. An höhergelegenen Messstationen wie bei Tiefenbach

⁵ Für die Messstation Bad Hindelang/Oberjoch in der Kategorie LA-R HG (erster Jahresmittelwert im Jahr 2011) wurden über Korrelationen zum Rest des Messkollektivs und des gesamten Zeitraums für das fehlende erste Jahr 2010 der Jahresmittelwert abgeschätzt. Die Messstation liefert neben Andechs/Rothenfeld die geringsten Werte im Kollektiv und ohne diese Maßnahme wäre der Mittelwert in 2010 systematisch erhöht. Alternativ hätte die Messstation aus dem Kollektiv fallen müssen. Generell wird bei Messlücken geprüft, ob der fehlende Jahresmittelwert einen signifikanten Einfluss auf den Mittelwert hat. Dies war im Auswertzeitraum nicht der Fall.

und Andechs ist der Peak nur schwach ausgeprägt. An der höchstgelegenen LÜB-Messstation Bad Hindelang/Oberjoch auf 1169 m ist keine Erhöhung abzulesen. Das zeigt anschaulich, dass die Messstation oberhalb der Obergrenze der Bodeninversion lag.

Die Abb. 12 zeigt die Entwicklung der Belastung für die verschiedenen Belastungsniveaus nach der 39. BImSchV [3]. Je Kategorie und Jahr wurde ein Mittelwert über alle Jahresmittelwerte der aktuell aktiven Messstationen gebildet, deren Messzeitreihen mindestens die 10 ausgewerteten Jahre umfassen. So wird vermieden, dass durch Änderungen der Stationszahlen oder Messlücken innerhalb einer Kategorie bzw. Kollektivs systematische Änderungen – insbesondere bei wenigen Stationen oder bei Stationen mit deutlich vom Mittelwert abweichenden Belastungen – einfließen können. Die Grafik zeigt für alle Belastungsniveaus eine Abnahme der PM₁₀-Konzentrationen über den gesamten Zeitraum. Neben den Emissionen hat die Meteorologie – insbesondere der Wind – großen Einfluss auf die Immissionsituation. Kein Jahr gleicht hier dem anderen und einzelne Jahre können besonders stark von den mittleren Verhältnissen abweichen. Dies ist bei Bewertung der Verläufe zu berücksichtigen. Im Jahr 2017 hat die außergewöhnliche Inversionswetterlage Einfluss auf den Jahresmittelwert, im Jahr 2018 wirkt sich das extrem trockene Sommerhalbjahr mit vermehrter Staubaufwirbelung aus.

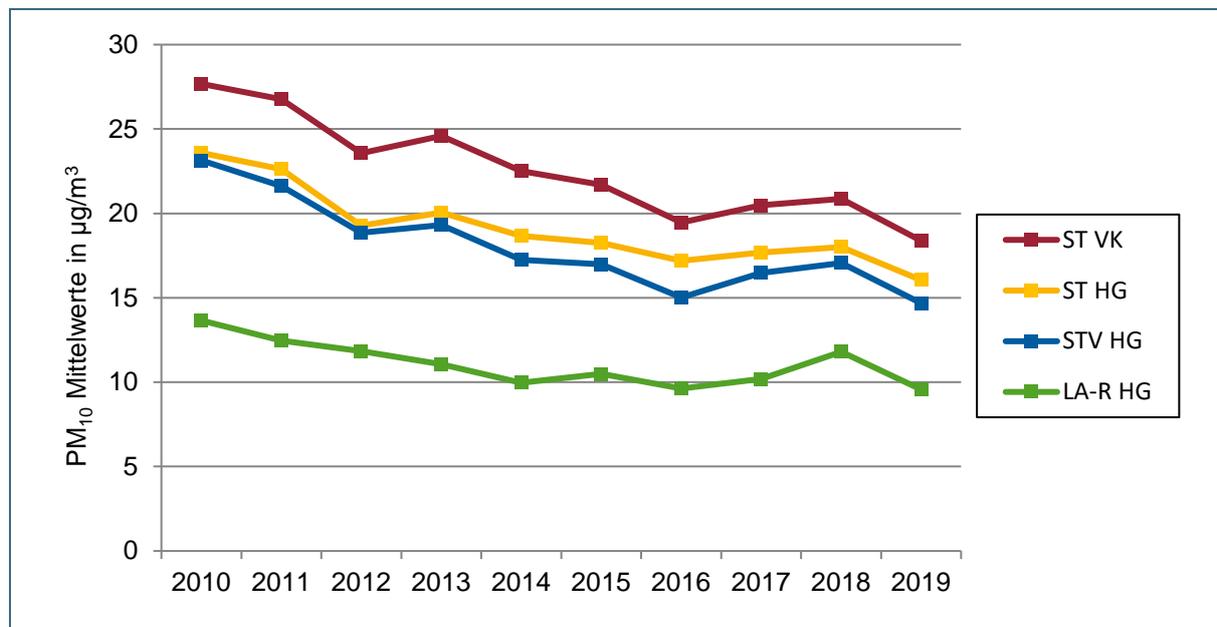


Abb. 12: Feinstaub PM₁₀ – Entwicklung der Belastung in den Belastungsniveaus städtischer Verkehr (ST VK), städtischer Hintergrund (ST HG), vorstädtischer Hintergrund (STV HG) und ländlich regionaler Hintergrund (LA-R HG).

Bei der Komponente Feinstaub PM_{2,5} ist der Mindestauswertungszeitraum von sechs Jahren für die Langzeitbetrachtung mittlerweile an 19 von aktuell 32 Messstationen erreicht. Die ersten offiziellen PM_{2,5}-Messungen starteten zu Beginn des Jahres 2008. An 18 der untersuchten Messstationen ist ein rechnerischer Rückgang zu verzeichnen, der an 17 Messstationen als signifikant eingestuft wird. Im Januar 2017 ist an den meisten Messstationen wie bei PM₁₀ ein sehr starker Peak zu erkennen, der auf die oben genannte außergewöhnliche Inversionswetterlage zurückzuführen ist.

4.3 Ozon

Die Trendauswertung zeigt über die letzten 10 Jahre an nahezu allen Messstationen einen signifikant zunehmenden Trend. Die größte Zunahme an Messstationen mit Messzeitraum von 10 Jahren ist mit 16 µg/m³ an der sehr ländlich geprägten und höhergelegenen Messstation Tiefenbach/Altenschnee-

berg zu verzeichnen. Die mit Abstand größte Zunahme zeigt die Messstation Saal a.d.Donau/Auf dem Gries mit $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 8 Jahren. Weitere Zusatzinformationen rund um Ozon und insbesondere zur Entwicklung sind im Internet [26] verfügbar.

4.4 Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen nehmen an allen verkehrsnahen LÜB-Messstationen weiterhin signifikant ab. Nur an der Messstation für den vorstädtischen Hintergrund – Station Augsburg/LfU – zeigt die Konzentration über 10 Jahre betrachtet keine signifikante Änderung.

Der stärkste Rückgang ist mit $0,22 \text{ mg}/\text{m}^3$ in den letzten zehn Jahren an den Messstationen Augsburg/Königsplatz und München/Stachus zu verzeichnen. An der Augsburger Messstation ist im grafischen Verlauf von 2011 bis 2013 ein deutlicher Rückgang des Belastungsniveaus zu erkennen, der mit Umbaumaßnahmen des Königsplatzes beginnend im Frühjahr 2012 bis Ende 2013 zu erklären ist.

Kohlenmonoxid entsteht überwiegend bei unvollständigen Verbrennungsprozessen in Motoren und kleineren Feuerungsanlagen. Dementsprechend gelten als Hauptverursacher der Kohlenmonoxidimmissionen der Kfz-Verkehr und der Hausbrand. Der Rückgang der Schadstoffbelastung ist trotz steigendem Verkehrsaufkommen insbesondere auf die Verminderung der Emissionen im Verkehrsbe-
reich zurückzuführen. Die Konzentrationen bewegen sich heutzutage auf einem sehr niedrigen Niveau.

Für Schwefeldioxid besteht mittlerweile aufgrund des geringen Belastungsniveaus keine Messverpflichtung mehr. Deshalb wurden ab Beginn 2018 die Messungen für Schwefeldioxid an den LÜB-Messstationen eingestellt. Der letzte Auswertzeitraum über 10 Jahre erstreckt sich daher von 2008 bis 2017.

Trotz des seit vielen Jahren sehr geringen Belastungsniveaus zeigen alle zwölf LÜB-Messstationen bei Schwefeldioxid über den 10-jährigen Auswertzeitraum von 2008 bis 2017 (Messende) weiterhin Abnahmen; davon sind sieben signifikant. Am deutlichsten ist die Abnahme an der Station Augsburg/Königsplatz mit $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, knapp gefolgt von der Station München/Stachus mit $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Schwefeldioxidkonzentrationen liegen seit Ende der 1990er Jahre flächendeckend auf einem sehr niedrigen Niveau. Der deutliche Rückgang gegenüber den hohen Belastungen, die noch in den 1980er Jahren vorherrschten (siehe Internet [30], Langzeitverläufe seit Messbeginn), ist auf emissionsmindernde Maßnahmen in sämtlichen Sektoren, insbesondere im Bereich Kraft- und Heizwerke, sowie auf den Einsatz schwefelarmer Kraftstoffe zurückzuführen.

5 Ergebnisse der Staubniederschlagsmessung

Neben den kontinuierlichen Immissionsmessungen wurden vom LfU im Rahmen der lufthygienischen Überwachung in 2019 an 20 LÜB-Messstationen Staubniederschlagsmessungen nach dem Bergerhoff-Verfahren [11] durchgeführt. Zusätzlich wird zur Bestimmung der Hintergrundbelastung der Staubniederschlag an sieben Standorten der immissionsökologischen Dauerbeobachtung gemessen. Damit kann im Rahmen der Umweltbeobachtung bei Analyse von Langzeitbetrachtungen ein Belastungstrend oder der Erfolg von Minderungsmaßnahmen erkannt werden.

5.1 Erläuterung

5.1.1 Allgemeines

Bei der Staubdepositions-messung werden genormte Becher mit einem definierten Öffnungsquerschnitt circa vier Wochen lang im Freien exponiert. Alle Partikel, die in Luft absinken („deponieren“) und innerhalb des Öffnungsquerschnitts in den Becher gelangen (auch Niederschlag wie Regen und Schnee), werden damit erfasst. Eine Kontrolle der Messstelle erfolgt in diesem Zeitraum nicht. Daher ist dieses Messverfahren zufälligen oder gewollten Verunreinigungen (Blätter, Vogelkot, bzw. Vandalismus) stärker ausgesetzt als z. B. die Messung der Feinstaubfraktion PM₁₀ in der Umgebungsluft. Am Ende des Expositionszeitraums werden erkennbare Verunreinigungen vor der Laboranalyse entfernt bzw. verunreinigte Proben nicht ausgewertet. Proben mit Verunreinigungen, die sich optisch nicht erkennen lassen, durchlaufen die übliche Laboranalyse und Auswertung.

Die Staubdepositionswerte (Staubniederschlag) repräsentieren somit die Menge an Partikeln in der Umgebungsluft, die auf dem Boden bzw. auf waagrechten Oberflächen abgelagert wird. Sie geben nicht die Staubbelastung der Atemluft wieder, da die Deposition von Staub auch grobe und sehr grobe Partikel enthalten kann, die nicht einatembar sind. In der Atemluft sind grobe Partikel nicht enthalten; dafür können auch sehr feine Partikel (z. B. ultrafeine Partikel < 0,1 µm Durchmesser) eingeatmet werden, die bei der Staubdeposition praktisch keine Rolle spielen.

Depositionswerte werden angegeben in mg/(m² × d) bzw. µg/(m² × d) (Milligramm pro Quadratmeter und Tag bzw. Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag). Dies bedeutet, dass auf einer Fläche von einem Quadratmeter jeden Tag durchschnittlich die angegebene Masse an Staub oder an Staubinhaltsstoff abgelagert wird. Die Angaben sind als Mittelwert über einen Monat zu verstehen. Möchte man die über einen ganzen Monat abgelagerte Masse wissen, sind die Angaben mg/(m² × d) bzw. µg/(m² × d) mit der Anzahl der Tage des betreffenden Monats zu multiplizieren.

5.1.2 Analytik der Inhaltsstoffe

Die Staubniederschlagsproben werden nach der Wägung auf ihren Gehalt an Metallen untersucht. Der Fokus liegt im Bereich der toxikologisch relevanten Spurenmetalle und umfasst die Elemente Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Cer, Chrom, Eisen, Kobalt, Kupfer, Lanthan, Mangan, Molybdän, Nickel, Niob, Thallium, Titan, Vanadium, Wismut, Zink und Zinn. In der TA Luft [18] sind Immissionswerte für Staubniederschlag sowie für Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium als Bestandteil des Staubniederschlags festgelegt. Für die restlichen Komponenten sind keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte festgelegt.

5.1.3 Wiederfindungsraten

Meist liegen die interessierenden Stoffe in den Staubproben nicht in Reinform (Element), sondern als chemische Verbindung mit Sauerstoff (z. B. Oxide) oder anderen Elementen vor. Die Proben müssen für den möglichst quantitativen Nachweis der Inhaltsstoffe daher einem Säureaufschluss (DIN EN 15841 [31]) unterzogen werden. Trotz des Säureaufschlusses können bei einigen Metallen die Verbindungen des Metalls nicht vollständig in Lösung gebracht werden. Der Anteil, der gelöst und dann analysiert werden kann, wird als Wiederfindungsrate bezeichnet. Die Wiederfindungsrate z. B. von Aluminium liegt mit dem seit dem Jahr 2011 eingesetzten Verfahren bei circa 70 %; das heißt von dem als Metall oder als chemische Verbindung in der Probe vorhandenen Aluminium lassen sich ungefähr 70 % nachweisen. Das Verfahren, das vor dem Jahr 2011 angewandt wurde, lieferte deutlich geringere Wiederfindungsraten und damit niedrigere Analyseergebnisse. Daher ist bei den Werten für Aluminium und einigen anderen Inhaltsstoffen seit 2011 ein Anstieg zu beobachten, der großteils auf die verbesserte Wiederfindungsrate zurückzuführen ist. Die Wiederfindungsrate hängt von den in der Staubprobe enthaltenen Verbindungen des jeweiligen Metalls und von der Staubzusammensetzung ab und kann deshalb schwanken. Aus diesem Grund werden die Metallgehalte nicht von z. B. 70 % auf insgesamt 100 % hochgerechnet. Auch wenn bestimmte Metalle nicht vollständig erfasst werden, können die Gehalte doch Anhaltspunkte auf mögliche Verursacher liefern. Die Analyseergebnisse für Titan werden aufgrund der geringen Wiederfindungsraten nicht veröffentlicht. Bei der Betrachtung und Interpretation von langjährigen Zeitreihen muss die verbesserte Wiederfindungsrate seit dem Jahr 2011 berücksichtigt werden. Auf die Gesamtstaubmenge hat die verbesserte Aufschlussmethode keine Auswirkungen.

5.1.4 Quelle der Inhaltsstoffe, Ausreißer

Bei der angewandten Analysenmethode kann nicht unterschieden werden, ob ein Metall als Element oder als Verbindung in der Staubprobe vorliegt. Die Messmethode kann auch nicht zwischen natürlichen und anthropogenen Quellen unterscheiden. Von Bedeutung ist, dass die beiden Elemente Aluminium und Eisen nach Sauerstoff und Silizium die häufigsten Elemente der Erdkruste darstellen und relativ hohe Gehalte z. B. in Mineralstaub (Feldspat, Tonmineralien) aufweisen.

Bei bestimmten Metallen (z. B. Barium und Aluminium) ergeben sich regelmäßig deutlich erhöhte Gehalte bei Proben, die über Silvester/Neujahr exponiert waren und anteilig sowohl im Dezember- als auch im Januarmittelwert einfließen. Ursache ist das Silvesterfeuerwerk; in den Treib- und Explosivsätzen werden diese Metalle bevorzugt eingesetzt. Auch nahe gelegene Baustellen oder Straßenbahnlinien (Abrieb von Schienen und Stromabnehmern der Oberleitung) können die Messwerte deutlich ansteigen lassen. Erfahrungsgemäß treten im Herbst erhöhte Manganwerte auf, wenn die Proben durch Laub verunreinigt waren. Für weitere Informationen zur Kommentierung deutlich erhöhter Werte siehe Kapitel 4.2.

5.1.5 Bestimmungsgrenzen

Sowohl das Messverfahren nach Bergerhoff [11] als auch die Inhaltsstoffanalytik haben Bestimmungsgrenzen, unterhalb derer die Angabe eines sicheren Depositionswertes nicht mehr möglich ist. In diesem Fall wird als Messergebnis der Wert der jeweiligen Bestimmungsgrenze mit vorangestelltem „<“ Zeichen angegeben. Liegt ein Probenergebnis unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze, fließt der halbe Wert der Bestimmungsgrenze in die Berechnung der Monats- und Jahresmittelwerte ein.

5.2 Messergebnisse

Die naturgemäß meist vom exakten Monatsintervall abweichenden Expositionszeiträume werden aus Gründen der Vergleichbarkeit auf den Tag genau auf Monatsmittelwerte umgerechnet. Die Jahresmittelwerte werden aus den Einzelproben entsprechend ihrer Expositionszeiträume im Auswertejahr berechnet. Die Mindestdatenverfügbarkeit zur Angabe eines Monats- bzw. Jahresmittelwerts wird mit 75 % angesetzt. Die Jahresmittelwerte der Deposition von Gesamtstaub und dessen Inhaltsstoffe sind in Tab. 21 (LÜB-Messstationen) und Tab. 22 (Standorte der immissionsökologischen Dauerbeobachtung) zusammengestellt. Darüber hinaus sind die Monatsmittelwerte im Internet [29] verfügbar.

Die dargestellten Messergebnisse des Auswertejahrs werden vor der Veröffentlichung anhand geeigneter Grafiken auf Auffälligkeiten hin überprüft. Des Weiteren wird der Einfluss jedes einzelnen Probenwerts auf den Jahresmittelwert (Faktor aus [Jahresmittelwert] zu [Mittelwert ohne Einzelprobe]) berechnet. Einzelwerte, die zu mindestens einer Verdopplung des Jahresmittelwerts führen, werden als „extreme Erhöhung“ kommentiert. Ab etwa einem Faktor 1,5 wird – auch in Abhängigkeit des Jahresgangs und des Verlaufs anderer Stoffe am gleichen Standort – auf erhöhte Werte hingewiesen. Liegen darüber hinaus Informationen zu möglichen Quellen oder Ursachen vor, werden diese bei der Kommentierung mit angegeben (z. B. Silvesterfeuerwerk, Laubeintrag, bekannte Baustelle usw.). Betroffene Werte werden nicht entfernt und fließen damit auch in den Jahresmittelwert ein. In den Tab. 11 und Tab. 12 mit allen Jahresmittelwerten sind betroffene Werte deshalb grau markiert. An wenigen Standorten werden Referenzproben gesammelt, die auch zur Plausibilisierung des Messergebnisses herangezogen werden. Ergibt sich daraus eine Verunreinigung der primären Probenahme, kann auf den Referenzwert zurückgegriffen werden. Eine weitere Plausibilitätsprüfung der Analyseergebnisse erfolgt nicht.

Verglichen mit der Gesamtzahl der Messergebnisse treten auffällige Werte sehr selten auf. Wenn einzelne Probenergebnisse fehlen, liegt der Grund meist in einer Verunreinigung der Probe oder einer Beschädigung des Sammelgefäßes/Bechers, wodurch eine aussagekräftige Ermittlung der Deposition anhand des verbliebenen Inhalts nicht mehr möglich ist. Im Winter kommt es beispielsweise häufig zu Frostbruch.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Staubniederschlagsmessungen kurz zusammengefasst. Eine ausführliche Dokumentation der Messergebnisse in Form von Monatsmittelwerten ist im Internet unter der Rubrik Auswertungen -> Weitere Auswertungen -> Staubniederschlag und Inhaltsstoffe [29] verfügbar.

5.2.1 Gesamtstaubniederschlag⁶

Die Staubniederschlagsbelastung blieb an den meisten Messstandorten deutlich unter dem Immissionswert der TA Luft [18] von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$. Der höchste Wert wurde mit $0,224 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ an der Messstation München/Stachus gemessen, gefolgt von den Messstationen Augsburg/Königsplatz mit $0,173 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und München/Landshuter Allee mit $0,172 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$. Nach Stationskategorie klassifiziert bewegte sich die Deposition (jeweils ohne höchsten und niedrigsten Wert) in folgenden Bandbreiten: an Verkehrsmessstationen zwischen $54 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und $173 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$, im städtischen und vorstädtischen Hintergrund zwischen $34 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und $72 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$, im ländlichen Hintergrund zwischen $27 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und $44 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$.

⁶ Korrektur der Werte für Gesamtstaubniederschlag im April 2021 (siehe Hinweis unterhalb Tab. 22)

5.2.2 Inhaltsstoffe im Staubniederschlag

Für die analysierten Inhaltsstoffe im Staubniederschlag, für die in der TA Luft [18] Werte angegeben sind (Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Thallium), liegen mit Ausnahme einer Messstation die Jahresmittelwerte deutlich unter den Immissionswerten. An der LÜB-Messstation Augsburg/Königsplatz wurde mit $20,3 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ im Jahresmittel wieder die höchste Nickeldeposition gemessen, die über dem Immissionswert der TA Luft von $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ [18] liegt. Wenige Meter neben der Messstation am Königsplatz führt eine Hauptlinie des Straßenbahnnetzes der Stadt Augsburg vorbei. Während des Umbaus des Königsplatzes vom Frühjahr 2012 bis Ende 2013 war der Straßenbahnverkehr eingestellt. Die Nickeldeposition nahm in dieser Zeit deutlich ab.

Tab. 21: Jahresmittelwerte des Gesamtstaubniederschlags angegeben in mg/(m² x d) und dessen Inhaltsstoffe angegeben in µg/(m² x d) im Jahr 2019 im LÜB-Messnetz.

LÜB-Messstation	Typ	Gesamtstaub*	Aluminium	Antimon	Arsen	Barium	Blei	Cadmium	Cer	Chrom	Eisen	Kobalt	Kupfer	Lanthan	Mangan	Molybdän	Nickel	Niob	Thallium	Vanadium	Wismut	Zink	Zinn
Augsburg / Königsplatz	ST VK	173	870	1,13	0,638	50,8	3,43	0,065	1,79	51,8	4580	0,669	50,0	0,940	85,8	1,80	20,3	0,212	< 0,05	2,52	0,416	60,5	5,62
Bayreuth / Hohenzollerling	ST VK	54	863	1,03	0,383	25,5	2,60	0,05	1,87	6,13	1620	0,603	25,5	0,914	30,7	0,633	2,5	0,350	< 0,05	2,76	0,283	56,0	4,67
Keilheim / Regensburger Straße	ST VK	54	622	0,639	0,402	15,0	2,54	0,063	1,26	4,2	877	0,332	12,7	0,686	23,8	0,501	2,0	0,122	< 0,05	1,35	0,18	49,6	2,00
Landshut / Podewilsstraße	ST VK	56	613	0,793	0,384	17,5	1,76	0,04	1,09	3,6	842	0,26	16,8	0,573	20,9	0,47	1,21	0,134	< 0,05	1,27	0,207	35,2	4,10
Lindau (Bodensee) / Friedrichshaf. Str.	ST VK	120	790	0,931	0,429	23,5	3,16	0,068	1,17	4,2	1030	0,320	22,4	0,684	53,0	0,49	1,6	0,126	< 0,05	1,74	0,258	47,2	3,08
München / Landshuter Allee	ST VK	172	1170	4,74	0,672	55,6	4,57	0,083	2,48	16,1	3180	0,716	87,8	1,20	58,0	2,57	4,35	0,452	< 0,05	2,91	1,05	142	18,0
München / Stachus	ST VK	224	911	2,75	0,645	47,3	4,90	0,091	2,20	17,4	3330	0,557	85,6	1,19	86,8	2,23	4,92	0,336	< 0,05	2,26	1,03	108	18,4
Nürnberg / Bahnhof	ST VK	52	657	1,24	0,423	25,0	3,47	0,063	1,14	6,83	1770	0,429	26,9	0,616	35,7	0,954	2,77	0,197	< 0,05	1,76	0,307	50,9	3,77
Regensburg / Rathaus	ST VK	102	1420	1,96	0,583	34,9	4,69	0,119	4,15	8,15	2250	0,634	34,3	2,02	49,2	0,906	2,68	0,371	< 0,05	2,93	0,385	82,5	6,04
Schweinfurt / Obertor	ST HG	69	859	0,567	0,391	23,2	2,59	0,060	1,30	5,0	1010	0,447	13,7	0,662	31,0	0,49	2,5	0,281	< 0,05	1,98	0,17	29,1	2,06
Augsburg / LfU	STV HG	32	387	0,28	0,267	8,73	1,06	0,03	0,54	2,0	417	0,18	6,22	0,29	14,5	0,19	1,02	0,0616	< 0,05	0,793	0,08	12,3	0,81
Burghausen / Markter Straße	STV HG	84	948	1,19	0,411	13,1	1,74	0,05	1,62	4,1	1070	0,336	10,5	1,11	41,5	0,604	1,7	0,142	< 0,05	1,84	0,324	46,1	1,50
Hof / LfU	STV HG	34	480	0,45	0,265	10,0	1,19	0,056	0,71	3,3	761	0,340	7,21	0,35	23,9	0,26	2,0	0,130	< 0,05	1,52	0,09	27,7	1,35
München / Johanneskirchen	STV HG	72	442	0,45	0,287	10,5	1,20	0,053	0,68	2,5	488	0,18	7,81	0,36	21,2	0,31	1,09	0,0729	< 0,05	0,967	0,11	39,4	1,26
Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	45	565	0,859	0,312	10,4	1,98	0,192	1,03	2,2	651	0,23	8,81	0,578	18,9	0,43	1,08	0,104	< 0,05	1,20	0,10	32,3	1,24
Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG	38	495	0,45	0,242	9,68	1,33	0,03	1,16	2,2	588	0,22	7,91	0,555	26,9	0,25	1,15	0,0976	< 0,05	0,932	0,10	21,0	1,50
Würzburg / Kopfklinik	STV HG	59	547	0,564	0,286	15,6	1,81	0,04	0,84	3,0	765	0,28	11,9	0,44	36,6	0,42	1,5	0,161	< 0,05	1,24	0,12	23,0	1,51
Naila / Selbitzer Berg	LA-ST HG	35	622	0,37	0,330	15,6	1,38	0,04	1,01	2,9	870	0,370	7,21	0,502	18,1	0,25	1,7	0,125	< 0,05	1,76	0,09	26,6	1,23
Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	48	437	0,23	0,261	5,33	1,13	0,04	0,57	1,3	375	0,15	3,3	0,29	16,9	0,19	0,66	0,0525	< 0,05	0,953	0,05	14,0	0,53
Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	44	393	0,19	0,249	6,89	1,13	0,072	0,52	1,4	380	0,19	3,4	0,27	73,5	0,12	1,3	0,0621	< 0,05	0,853	0,06	20,5	0,5

Legende:

einzelner Probenwert enthalten, der den Jahresmittelwert deutlich beeinflusst (bei Barium keine Markierung, wenn die ausschlaggebende Probe zum Silvesterfeuerwerk exponiert war)

< Wert liegt unterhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze

Stationstyp-Klassifizierung: LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr

LfU: Landesamt für Umwelt, LÜB: Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern

* siehe Hinweis unterhalb Tab. 22

Tab. 22: Jahresmittelwerte des Gesamtstaubniederschlags angegeben in mg/(m² x d) und dessen Inhaltsstoffe angegeben in µg/(m² x d) im Jahr 2019 der immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen (DBS).

Immissionsökologische DBS	Typ	Gesamtstaub*	Aluminium	Antimon	Arsen	Barium	Blei	Cadmium	Cer	Chrom	Eisen	Kobalt	Kupfer	Lanthan	Mangan	Molybdän	Nickel	Niob	Thallium	Vanadium	Wismut	Zink	Zinn
Bidingen	LA-R HG	28	313	0,21	0,223	3,4	1,03	0,03	0,4	0,9	257	0,10	2,6	0,21	7,99	0,14	0,51	0,037	< 0,05	0,731	0,05	8,9	0,4
Eining	LA-R HG	23	326	0,18	0,238	3,8	0,83	0,03	0,5	0,9	277	0,11	2,3	0,29	15,2	0,10	0,46	0,044	< 0,05	0,719	0,05	7,7	0,4
Grassau	LA-R HG	29	325	0,27	0,228	4,3	1,26	0,05	0,4	1,0	305	0,12	3,0	0,23	8,86	0,16	0,59	0,045	< 0,05	0,769	0,06	11,7	0,65
Kulmbach	LA-R HG	42	279	0,17	0,19	6,64	0,92	0,105	0,4	0,9	279	0,403	2,5	0,23	44,5	0,10	0,63	0,0588	< 0,05	0,639	0,04	17,5	0,5
Möhrendorf	LA-R HG	28	331	0,22	0,214	4,4	1,09	0,04	0,5	1,0	300	0,13	2,9	0,26	20,3	0,13	0,62	0,0550	< 0,05	0,690	0,05	8,3	0,5
Weibersbrunn	LA-R HG	27	326	0,25	0,242	4,4	1,53	0,04	0,5	1,2	283	0,12	2,6	0,25	46,3	0,17	0,73	0,0660	< 0,05	0,716	0,05	9,3	0,5
Augsburg	ST HG	50	365	0,35	0,240	25,6	1,16	0,03	0,52	1,8	420	0,16	5,89	0,28	13,3	0,24	0,81	0,0669	< 0,05	0,816	0,08	17,5	0,99

Legende:

einzelner Probenwert enthalten, der den Jahresmittelwert deutlich beeinflusst (bei Barium keine Markierung, wenn die ausschlaggebende Probe zum Silvesterfeuerwerk exponiert war)

< Wert liegt unterhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze

Stationstyp/-klassifizierung: LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, HG: Hintergrund

Weitere Informationen zur immissionsökologischen Dauerbeobachtung: https://www.ifu.bayern.de/luft/schadstoffe_luft/index.htm

*** Hinweis zu den Angaben beim Gesamtstaubniederschlag:**

Die Angaben zum Gesamtstaubniederschlag wurden im April 2021 korrigiert (Korrekturfaktor 0,735, angewandt auf die zugrundeliegenden Einzelprobenergebnisse). Hintergrund: Zum Jahreswechsel 2017/2018 wurde bei der Staubniederschlagsmessung auf neue Sammelgefäße mit größerem Öffnungsquerschnitt umgestellt. Bei der laborseitigen Ermittlung des Gesamtstaubniederschlags aus dem gesammelten Probeninhalt wurde bei Umrechnung der ausgewogenen Masse auf die Depositionseinheit (Masse pro Fläche und Zeitraum) versehentlich der kleinere Öffnungsquerschnitt der vorher verwendeten Becher herangezogen. Dies führte zu um den Faktor 1,36 höheren Probenergebnissen, als tatsächlich vorlagen. **Die Werte für die Staubinhaltsstoffe sind nicht betroffen.**

6 Externe Messungen: Stadt Nürnberg

Die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), Eigenbetrieb der Stadt Nürnberg, betreibt auf dem Stadtgebiet eigene Messungen zur kontinuierlichen Überwachung der Qualität der Außenluft. Die von der SUN für das Jahr 2019 übermittelten Messergebnisse sind nachfolgend dargestellt. Es handelt sich um keine Messdaten zur Beurteilung der Luftqualität gemäß 39. BImSchV [3].

Tab. 23: Immissionsmessergebnisse 2019 der Stadt Nürnberg.

Stoff	Messstation	JMW ¹⁾	PM ₁₀ ÜS ²⁾	O ₃ ÜS 120 ³⁾	O ₃ AOT40 ⁴⁾
PM ₁₀	Jakobsplatz	18	4		
PM ₁₀	Flughafen	15	1		
PM _{2,5}	Jakobsplatz	12			
PM _{2,5}	Flughafen	11			
O ₃	Jakobsplatz			76	36954
O ₃	Flughafen			105	51106
NO ₂	Jakobsplatz	27			
NO ₂	Muggenhof	25			
NO ₂	Flughafen	17			
Benzol	Flughafen	0,2			

Erläuterung:

Werte sind nur bei Aggregationen angegeben, für die ein Beurteilungswert vorliegt;

„ – “: keine ausreichende Datenverfügbarkeit

¹⁾ Jahresmittelwert

²⁾ Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelgrenzwerts von 50 µg/m³

³⁾ Anzahl an Tagen mit Überschreitungen des O₃-8-Stundenmittelzielwerts von 120 µg/m³ (im Kalenderjahr 2019)

⁴⁾ AOT40 (im Jahr 2019); Definition AOT40 siehe 39. BImSchV [3], Tab. 4 oder Tab. 13.

7 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Übersicht der bayerischen Luftmessstationen (Sortierung nach Gebiet, Stationstyp und Stationsname).	8
Tab. 2:	Bestückungsliste der Luftmessstationen.	10
Tab. 3:	Eingesetzte Messgeräte im Luftmessnetz.	12
Tab. 4:	Grenzwerte (GW), Informationsschwelle, Alarmschwellen, Zielwerte (ZW) und kritische Werte (KW) der 39. BImSchV [3].	14
Tab. 5:	Immissions-, Leit-, Schwellen-, Grenzwerte und kritischer Wert für Schwefeldioxid.	15
Tab. 6:	Immissions-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Grenzwerte für Stickstoffdioxid.	15
Tab. 7:	Immissionswert und kritischer Wert für Stickstoffoxide.	16
Tab. 8:	Grenzwert und Leitwerte für Kohlenmonoxid.	16
Tab. 9:	Grenz- und Immissionswert für Benzol.	16
Tab. 10:	Leitwert für Toluol.	16
Tab. 11:	Immissions-, Ziel- und Leitwert(e) für Feinstaub PM _{2,5} .	16
Tab. 12:	Immissions-, Grenz- und Leitwerte für Feinstaub PM ₁₀ .	17
Tab. 13:	Ziel-, Richt-, Leit-, und Schwellenwerte für Ozon.	17
Tab. 14:	Ziel- und Leitwerte (bezogen auf ein Kalenderjahr) für Stoffe als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion nach 39. BImSchV [3] zum Schutz der menschlichen Gesundheit.	17
Tab. 15:	Immissionswerte (bezogen auf ein Kalenderjahr) für Staubbiederschlag und Inhaltsstoffe nach TA Luft [18].	18
Tab. 16:	Kurzübersicht der Beurteilungskenngrößen mit Bezugszeiträumen, Einheiten und Paragrafen der 39. BImSchV [3] für Stickstoffdioxid (NO ₂), Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5}), Benzol (BZL), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon (O ₃) zur Bewertung der Ergebnisse in Tab. 17.	19
Tab. 17:	Immissionskenngrößen für das Jahr 2019 sortiert nach BA/Gebiet und Stationstyp – bei Jahresmittelwerten (JMW) Einheit in µg/m ³ , bei AOT40 Einheit in (µg/m ³) × h, bei Überschreitungshäufigkeiten (ÜS) Anzahl, bei CO Einheit in mg/m ³ .	20
Tab. 18:	Immissionskenngrößen für das Jahr 2019 sortiert nach BA/Gebiet und Stationstyp – Jahresmittelwerte der Inhaltsstoffe Blei (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) und Benzo[a]pyren (B[a]P) in der PM ₁₀ -Fraktion. In der Klammer nach dem Stoffnamen sind der Grenzwert bzw. für B[a]P der Zielwert angegeben. Die Einheit ist ng/m ³ – mit Ausnahme von Blei (in µg/m ³).	22
Tab. 19:	Zielwert für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit 2017 – 2019. Anzahl der Überschreitungen des höchsten 8-Stundenmittelwerts eines Tages von > 120 µg/m ³ , gemittelt über drei Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).	34
Tab. 20:	Zielwert für Ozon zum Schutz der Vegetation 2015 – 2019. AOT40 in µg/m ³ × h, gemittelt über fünf Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).	35
Tab. 21:	Jahresmittelwerte des Gesamtstaubbiederschlags angegeben in mg/(m ² × d) und dessen Inhaltsstoffe angegeben in µg/(m ² × d) im Jahr 2019 im LÜB-Messnetz.	46

Tab. 22:	Jahresmittelwerte des Gesamtstaubniederschlags angegeben in $\text{mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und dessen Inhaltsstoffe angegeben in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ im Jahr 2019 der immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen (DBS).	47
Tab. 23:	Immissionsmessergebnisse 2019 der Stadt Nürnberg.	48

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Karte mit den Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB).	7
Abb. 2:	Stickstoffmonoxid (NO) – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert).	23
Abb. 3:	Stickstoffdioxid (NO ₂) – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert); die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [3] von 40 µg/m ³ .	25
Abb. 4:	Feinstaub PM ₁₀ – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert); die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [3] von 40 µg/m ³ .	27
Abb. 5:	Feinstaub PM ₁₀ – Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwerts zu Vergleichszwecken ohne Abzug des Streusalzanteils gemäß § 25 der 39. BImSchV [3] (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vergleiche Abb. 4). Die rote Linie markiert die maximal zulässige Überschreitungsanzahl von 35 Tagen.	28
Abb. 6:	Feinstaub PM _{2,5} – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert); die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [3] von 25 µg/m ³ .	29
Abb. 7:	Ozon (O ₃) – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert).	31
Abb. 8:	Ozon (O ₃) – Anzahl der Tage mit Überschreitung eines maximalen 8-Stundenmittelwerts (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach dem Jahresmittelwert entsprechend Abb. 7).	32
Abb. 9:	Ozon (O ₃) – AOT40 (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach dem Jahresmittelwert, vergleiche Abb. 7). Die Messstationen mit grau eingefärbten Wertebalken (inkl. München / Lothstraße) liegen im städtischen Hintergrund (Tab. 1) und sind nach der 39. BImSchV [3] nicht für die Beurteilung zum Schutz der Vegetation vorgesehen.	33
Abb. 10:	Kohlenmonoxid (CO) – Jahresmittelwerte (dunkelblau) und maximaler 8-Stundenmittelwert (hellblau) absteigend sortiert nach dem Jahresmittelwert; aus Darstellungsgründen ist eine Markierung für den Grenzwert des maximalen 8-Stundenmittelwerts von 8 mg/m ³ nach der 39. BImSchV [3], der dem 4fachen der Länge der Abszisse entspricht – nicht enthalten.	36
Abb. 11:	Stickstoffdioxid (NO ₂) – Entwicklung der Belastung in den Belastungsniveaus städtischer Verkehr (ST VK), städtischer Hintergrund (ST HG), vorstädtischer Hintergrund (STV HG) und ländlich regionaler Hintergrund (LA-R HG).	39
Abb. 12:	Feinstaub PM ₁₀ – Entwicklung der Belastung in den Belastungsniveaus städtischer Verkehr (ST VK), städtischer Hintergrund (ST HG), vorstädtischer Hintergrund (STV HG) und ländlich regionaler Hintergrund (LA-R HG).	40

9 Literaturverzeichnis

- [1] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Immissionsmessungen > Lufthygienische Berichte > Lufthygienische Jahreskurzberichte > 2019
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/doc/jahreskurzberichte/jk19.pdf
- [2] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB > Messwertarchiv
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/messwertarchiv/index.htm>
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010.
BGBl. I (2010) 40, S. 1065–1104.
Zuletzt geändert durch Artikel 122 der Elften Zuständigkeitsanpassungsverordnung vom 19. Juni 2020.
BGBl. I (2020) 29, S. 1328–1370
- [4] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013.
BGBl. I (2013) 25, S. 1274–1311.
Zuletzt geändert durch Artikel 103 der Elften Zuständigkeitsanpassungsverordnung vom 19. Juni 2020.
BGBl. I (2020) 29, S. 1328–1370
- [5] RICHTLINIE 2008/50/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa.
ABl. L 152 vom 11.06.2008, S. 1–44
- [6] RICHTLINIE 2004/107/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft.
ABl. L 23 vom 26.01.2005, S. 3–16
- [7] RICHTLINIE 2001/81/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe.
ABl. L 309 vom 27.11.2001, S. 22–30
- [8] Bayerisches Immissionsschutzgesetz (BayImSchG) vom 10. Dezember 2019.
GVBl. (2019) 22, S. 686–690
- [9] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/index.htm>
- [10] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB > Immissionsmessungen LÜB – Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – Weiterführende Informationen > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) – PDF
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/doc/lueb.pdf>

- [11] VDI 4320 Blatt 2. Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode.
Beuth-Verlag, Januar 2012, 23 S.
- [12] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB > Auswertungen > Weitere Auswertungen > Windrosen > 2019.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/windrosen_2019.pdf
- [13] DIN EN 14902: Außenluftbeschaffenheit – Standardisierte Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM₁₀-Fraktion des Schwebstaubes.
Beuth-Verlag, Berlin, Oktober 2005, 56 S.
- [14] DIN EN 14902 Berichtigung 1: Außenluftbeschaffenheit – Standardisierte Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM₁₀-Fraktion des Schwebstaubes.
Beuth-Verlag, Berlin, Januar 2007, 2 S.
- [15] DIN EN 15549: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft.
Beuth-Verlag, Berlin, Januar 2008, 53 S.
- [16] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB > Aktuelle Messwerte
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/messwerte/index.htm>
- [17] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB > Immissionsmessungen LÜB – Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – Weiterführende Informationen > Bekanntgabe von Luftmesswerten – PDF
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/doc/messwertbekanntgabe.pdf>
- [18] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 24. Juli 2002.
GMBI. (2002) 25–29, S. 511–605
- [19] VDI 2310 Blatt 12. Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen – Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid.
Beuth-Verlag, Berlin, Dezember 2004, 44 S.
- [20] VDI 2310 Blatt 15. Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen – Maximale Immissions-Konzentrationen für Ozon.
Beuth-Verlag, Berlin, Dezember 2001, 72 S.
- [21] World Health Organization, Regional Office for Europe:
Air Quality Guidelines for Europe. 2nd Edition.
WHO Regional Publications, European Series, No. 91. Copenhagen, 2000, 273 S.
- [22] VDI 3956 Blatt 3. Ermittlung von Maximalen Immissions-Werten für Böden – Maximale Immissions-Raten (MIR) – Ableitung niederschlagsbegrenzender Werte für Nickel.
Beuth-Verlag, Berlin, August 2005, 18 S.
- [23] DIN EN 14662-4: Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen – Teil 4: Diffusionsprobenahme mit anschließender Thermodesorption und Gaschromatographie.
Beuth-Verlag, Berlin, August 2005, 33 S.

- [24] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Projekte und Untersuchungen > Streusalzbe-
richte.
<https://www.lfu.bayern.de/luft/luftreinhaltung/verkehr/projekte/streusalzberichte/index.htm>
- [25] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem
Bayern – LÜB > Lufthygienische Berichte > Lufthygienische Jahreskurzberichte > 2019.
[https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/doc/jahreskurzbe-
richte/jk19.pdf](https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/doc/jahreskurzbe-
richte/jk19.pdf)
- [26] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem
Bayern – LÜB > Immissionsmessungen LÜB – Lufthygienisches Landesüberwachungssy-
stem Bayern – Weiterführende Informationen > Faktenblatt Ozon – PDF.
<https://www.lfu.bayern.de/luft/doc/ozoninfo.pdf>
- [27] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem
Bayern – LÜB > Auswertungen > Weitere Auswertungen > BTX-Passivsammler > 2019.
[https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/btx_passiv-
sammlerergebnisse_2019.pdf](https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/btx_passiv-
sammlerergebnisse_2019.pdf)
- [28] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem
Bayern – LÜB > Auswertungen > Weitere Auswertungen > PM₁₀-Inhaltsstoffe > 2019.
[https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/pm10_inhalts-
stoffe_2019.pdf](https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/pm10_inhalts-
stoffe_2019.pdf)
- [29] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem
Bayern – LÜB > Auswertungen > Staubniederschlag und Inhaltsstoffe > 2019.
- [30] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem
Bayern – LÜB > Auswertungen > Langzeitverläufe.
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/langzeitverlaeufe/index.htm>
- [31] DIN EN 15841, Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei
und Nickel in atmosphärischer Deposition.
Beuth-Verlag, Berlin, April 2010, 32 S.



Eine Behörde im Geschäftsbereich
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

