



Lufthygienischer Jahresbericht 2017



Luft



Lufthygienischer Jahresbericht 2017

Impressum

Lufthygienischer Jahresbericht 2017

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Tel.: 0821 9071-0

Fax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: www.lfu.bayern.de/

Konzept/Text:

LfU, Referat 24

Stand:

Oktober 2018

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. 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. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre 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
1.1	Gesetzliche Grundlagen der Immissionsüberwachung	5
1.2	Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB)	5
1.3	Veröffentlichung der Immissionsdaten	12
1.4	Immissions-, Grenz-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte für Luftverunreinigungen	12
1.5	Allgemeine Informationen zur Messung und Ergebnisdarstellung	18
2	Ergebnisse der Immissionsmessungen 2017	19
2.1	Stickstoffmonoxid	19
2.2	Stickstoffdioxid	19
2.3	Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5})	20
2.4	Ozon	21
2.5	Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid	22
2.6	Benzol	23
2.7	Blei, Arsen, Cadmium und Nickel	23
2.8	Benzo[a]pyren	23
3	Trendanalysen	39
3.1	Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid	39
3.2	Feinstaub (PM ₁₀ und PM _{2,5})	40
3.3	Ozon	40
3.4	Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid	40
4	Ergebnisse der Staubbiederschlagsmessung	41
4.1	Erläuterung zur Staubbiederschlagsmessung	41
4.1.1	Allgemeines	41
4.1.2	Analytik der Inhaltsstoffe	41
4.1.3	Wiederfindungsraten	42
4.1.4	Quelle der Inhaltsstoffe, Ausreißer	42
4.1.5	Nachweisgrenzen	42
4.2	Messergebnisse	42
4.2.1	Gesamtstaubbiederschlag	43
4.2.2	Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag	43

5	Messungen der Stadt Nürnberg	47
6	Tabellenverzeichnis	48
7	Abbildungsverzeichnis	48
8	Literaturverzeichnis	49

1 Einführung

1.1 Gesetzliche Grundlagen der Immissionsüberwachung

Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) [1] enthält in § 44 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) [2] festgelegt, mit der die Luftqualitätsrichtlinien 2008/50/EG [3], 2004/107/EG [4] und 2001/81/EG [5] in deutsches Recht umgesetzt wurden. Gemäß diesen Richtlinien sollten die Immissionsmessungen unter anderem für das Gebiet 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 Immissionsgrenzwertes Rechnung trägt. Außerdem sollen Immissionsmessungen auch an Standorten durchgeführt werden, die für die Exposition der Bevölkerung allgemein repräsentativ sind.

1.2 Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB)

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) betreibt aufgrund Art. 6 des Bayerischen Immissionsschutzgesetzes [6] das vollautomatische Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) [7, 8] mit 54 LÜB-Messstationen im Jahr 2017 (Abb. 1). Das Messnetz berücksichtigt neben den Ballungsräumen München, Nürnberg/Fürth/Erlangen und Augsburg auch zahlreiche weitere Standorte in Bayern. Dadurch ist eine landesweite Überwachung der lufthygienischen Situation gewährleistet.

Die Errichtung von Luftmessstationen richtet sich nach der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) [2]. Grundlagen dafür sind u. a. die Bevölkerungsanzahl sowie die Höhe der Schadstoffbelastung in den vorgegebenen Gebieten (Ballungsräume München, Augsburg, Nürnberg/Fürth/Erlangen und die sieben Regierungsbezirke jeweils ohne Ballungsraum). Dabei sind sowohl die Bereiche mit der höchsten Belastung als auch Bereiche mit einer durchschnittlichen Belastung der Bevölkerung sowie ländliche Bereiche zu berücksichtigen. Aufgrund der LÜB-Messungen, der örtlichen Lageverhältnisse, der Auswertungen von Sondermessungen (mit mobilen Messeinrichtungen) und von Ausbreitungsrechnungen lassen sich über die lokalen Messergebnisse des LÜB hinaus auch Aussagen zu den Immissionen an anderen Stellen Bayerns ableiten. So kann 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 Schwefeldioxid, Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Ozon, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Schwefelwasserstoff, des Weiteren Benzol, Toluol und Xylol (BTX) sowie Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren im Feinstaub (PM₁₀).

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

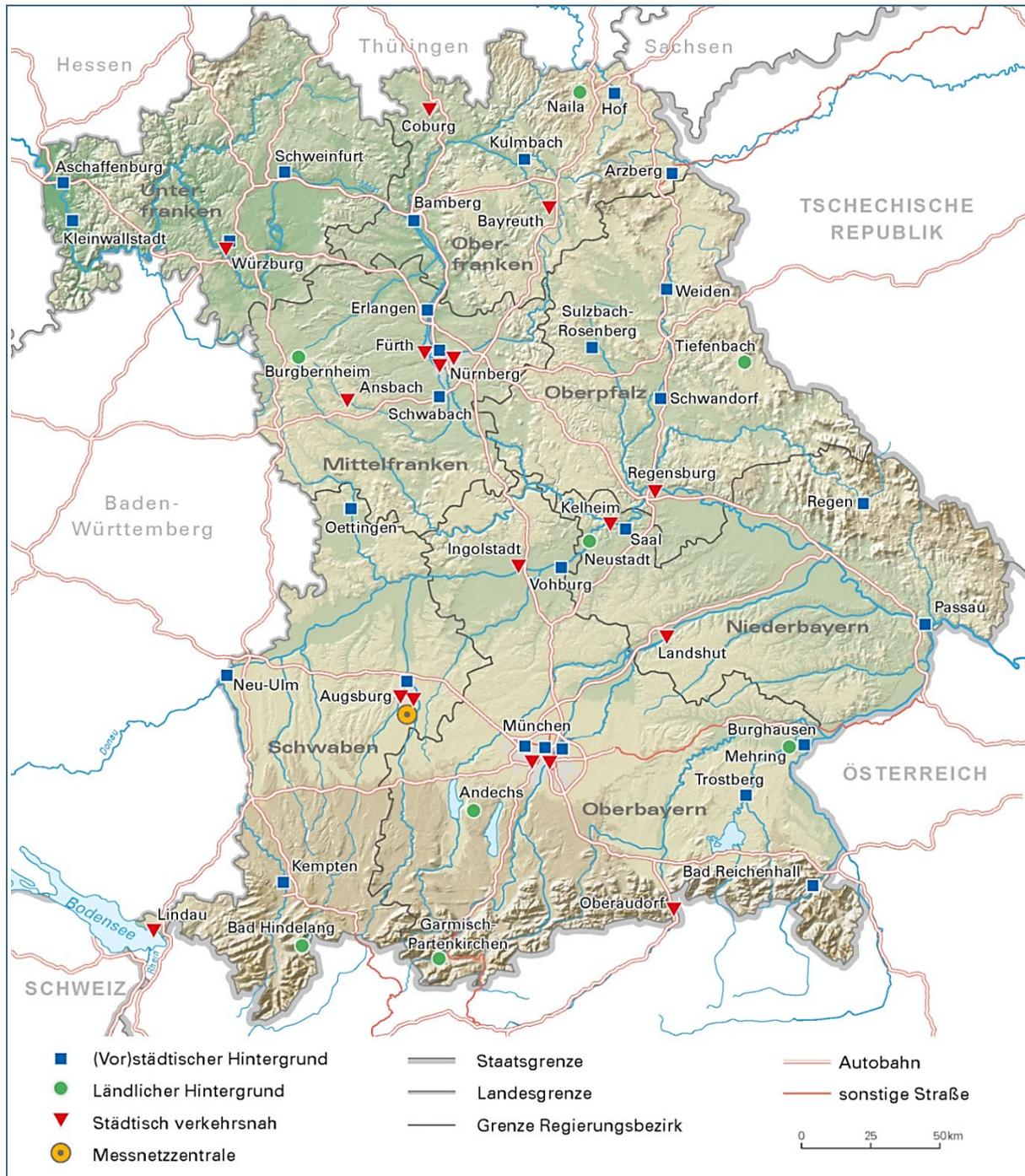


Abb. 1: Karte mit den Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB)

Darüber hinaus werden die meteorologischen Einflussgrößen Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchte und Globalstrahlung gemessen. Die Lage der LÜB-Messstationen sowie deren Standortklassifizierungen [7] sind in Tab. 1 aufgeführt. Die Tab. 2 enthält Informationen zur Gerätebestückung. In Tab. 3 sind allgemeine Informationen über die im LÜB verwendeten Messgeräte zusammengestellt.

Ende des Jahres 2017 wurde die LÜB-Station Bad-Reichenhall/Nonn versetzt. Der bisherige Standort (Rechtswert/Hochwert 4564543/5287565 im Koordinatensystem Gauß-Krüger 4) musste wegen anderweitiger Nutzung des Grundeigentümers aufgegeben werden.

Tab. 1: Übersicht der bayerischen Luftmessstationen, Stand Dezember 2017

Gebiet	Stationscode	Gemeinde	Stationstyp	Höhe über NN (m)	Messbeginn	Rechtswert*	Hochwert*
BA M	L14.4	München / Landshuter Allee	ST VK	521	2004	4465620	5334724
BA M	L8.1	München / Stachus	ST VK	521	1978	4467726	5333338
BA M	L8.3	München / Lothstraße	ST HG	521	1991	4466974	5335264
BA M	L8.13	München / Allach	STV HG	510	2014	4460283	5338327
BA M	L8.12	München / Johanneskirchen	STV HG	513	1993	4473930	5337303
OB	L1.1	Ingolstadt / Rechbergstraße	ST VK	374	1975	4458116	5403703
OB	L14.8	Oberaudorf / Inntal-Autobahn	LA-ST VK	469	2008	4514257	5278916
OB	L1.12	Bad Reichenhall / Nonn	STV HG	465	1985	4564543	5287565
OB	L1.2	Burghausen / Marktler Straße	STV HG	420	1976	4561783	5338019
OB	L1.14	Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	488	1992	4540252	5320534
OB	L1.8	Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	STV HG	355	1978	4473525	5403356
OB	L1.16	Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	700	2003	4441878	5314805
OB	L1.18	Garmisch-Partenkirchen / Wasserwerk	LA-ST HG	732	2016	4429045	5260273
OB	L1.15	Mehring / Sportplatz	LA-R HG	415	1977	4558213	5338611
NB	L2.1	Kelheim / Regensburger Straße	ST VK	348	1975	4491255	5419130
NB	L2.3	Landshut / Podewilsstraße	ST VK	390	1976	4511705	5378021
NB	L2.12	Passau / Stelzhamerstraße	ST HG	300	2005	4605045	5382748
NB	L2.11	Regen / Bodenmaier Straße	STV HG	545	1989	4582758	5426731
NB	L2.9	Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	340	1978	4496353	5418536
NB	L2.6	Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	359	1977	4483802	5412885
OP	L3.1	Regensburg / Rathaus	ST VK	337	1975	4507536	5430886
OP	L3.3	Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG	400	1980	4511608	5504708
OP	L3.4	Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG	380	1980	4509422	5464999
OP	L3.8	Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG	393	1999	4484626	5483478
OP	L3.6	Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	755	1983	4539915	5478094
OF	L14.2	Bayreuth / Hohenzollernring	ST VK	337	2003	4469247	5534224
OF	L4.7	Coburg / Lossaustraße	ST VK	291	1987	4425898	5569907
OF	L4.3	Bamberg / Löwenbrücke	ST HG	231	1978	4420191	5529689
OF	L4.8	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Straße	ST HG	303	1988	4460228	5552025
OF	L4.5	Arzberg / Egerstraße	STV HG	482	1980	4513615	5546895
OF	L4.1	Hof / LfU	STV HG	525	2011	4492805	5576073
OF	L4.6	Naila / Selbitzer Berg	LA-ST HG	534	1986	4480280	5576397

Abkürzungen:

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

LfU: Landesamt für Umwelt

BA M: Ballungsraum München

OB: Regierungsbezirk Oberbayern

NB: Regierungsbezirk Niederbayern

OP: Regierungsbezirk Oberpfalz

OF: Regierungsbezirk Oberfranken

* im Koordinatensystem Gauß-Krüger 4

Tab. 1 (Forts.): Übersicht der bayerischen Luftmessstationen, Stand Dezember 2017

Gebiet	Stationscode	Gemeinde	Stationstyp	Höhe über NN (m)	Messbeginn	Rechtswert*	Hochwert*
BA N/F/E	L5.5	Fürth / Theresienstraße	ST VK	293	1975	4426521	5482197
BA N/F/E	L5.1	Nürnberg / Bahnhof	ST VK	307	1975	4434004	5479176
BA N/F/E	L14.7	Nürnberg / Von-der-Tann-Straße	ST VK	308	2006	4430200	5478619
BA N/F/E	L5.10	Nürnberg / Muggenhof	ST HG	300	1978	4429420	5481096
BA N/F/E	L5.14	Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG	284	2004	4425191	5497088
MF	L5.12	Ansbach / Residenzstraße	ST VK	400	1989	4396280	5464073
MF	L5.16	Schwabach / Angerstraße	ST HG	344	2012	4429439	5465532
MF	L5.15	Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG	362	2012	4378637	5479919
UF	L14.5	Würzburg / Stadtring Süd	ST VK	198	2005	4352328	5519127
UF	L6.3	Schweinfurt / Obertor	ST HG	231	1976	4373484	5547285
UF	L6.6	Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG	134	1978	4293455	5543443
UF	L6.7	Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG	124	1978	4296783	5529718
UF	L6.5	Würzburg / Kopfklinik	STV HG	226	1975	4353003	5520685
BA A	L14.1	Augsburg / Karlstraße	ST VK	485	2003	4418329	5359742
BA A	L7.1	Augsburg / Königsplatz	ST VK	492	1975	4418232	5359115
BA A	L7.6	Augsburg / Bourges-Platz	ST HG	477	1986	4417758	5360455
BA A	L7.8	Augsburg / LfU	STV HG	495	2000	4418765	5354817
S	L7.4	Lindau (Bodensee) / Friedrichshafener Str.	ST VK	403	1978	4326173	5271371
S	L7.5	Neu-Ulm / Gabelsbergerstraße	ST HG	470	1978	4352623	5364055
S	L7.3	Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG	678	1976	4373066	5288813
S	L7.10	Oettingen / Goethestraße	STV HG	417	2012	4397403	5424815
S	L7.9	Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	1169	2010	4379920	5265629

Abkürzungen:

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

LfU: Landesamt für Umwelt; LÜB: Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern

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

BA A: Ballungsraum Augsburg

MF: Regierungsbezirk Mittelfranken

UF: Regierungsbezirk Unterfranken

S: Regierungsbezirk Schwaben

* im Koordinatensystem Gauß-Krüger 4

Tab. 2: Bestückungsliste der Luftmessstationen, Stand Dezember 2017

Stationscode	Gebiet	Gemeinde	Stationstyp	Feinstaub (PM ₁₀)	Feinstaub (PM _{2,5})	NO	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	H ₂ S	BTX	Staubniederschlag	Windrichtung	Windgeschwindigkeit	Lufttemperatur	Luftfeuchte	Strahlung	Luftdruck
L14.4	BA M	München / Landshuter Allee	ST VK	X	X	X	X	X		X		P	B						
L8.1	BA M	München / Stachus	ST VK	X	X	X	X	X	X	X		P	B			M	M		
L8.3	BA M	München / Lothstraße	ST HG	X	X	X	X	X		X		P		M	M	M	M		M
L8.13	BA M	München / Allach	STV HG			X	X	X											
L8.12	BA M	München / Johanneskirchen	STV HG	X	X	X	X	X					B						
L1.1	OB	Ingolstadt / Rechbergstraße	ST VK	X	X	X	X		X	X		P		M	M	M	M	M	M
L14.8	OB	Oberaudorf / Inntal-Autobahn	LA-ST VK	X	X	X	X												
L1.12	OB	Bad Reichenhall / Nonn	STV HG					X						M	M	M	M		M
L1.2	OB	Burghausen / Marktler Straße	STV HG	X	X	X	X			X			B			M	M		
L1.14	OB	Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	X	X	X	X	X		X									
L1.8	OB	Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	STV HG					X			X								
L1.16	OB	Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	X	X	X	X	X				P	B	M	M	M	M	M	M
L1.18	OB	Garmisch-Partenkirchen / Wasserwerk	LA-ST HG			X	X	X											
L1.15	OB	Mehring / Sportplatz	LA-R HG			X	X	X	X			P		M	M	M	M		
L2.1	NB	Kelheim / Regensburger Straße	ST VK	X	X	X	X		X	X	X		B	M	M	M	M	M	M
L2.3	NB	Landshut / Podewilsstraße	ST VK	X		X	X					P	B	M	M	M	M		M
L2.12	NB	Passau / Stelzhamerstraße	ST HG	X	X	X	X									M	M	M	
L2.11	NB	Regen / Bodenmaier Straße	STV HG					X								M	M		M
L2.9	NB	Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG			X	X	X					B						
L2.6	NB	Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG		X	X	X	X						M	M	M	M	M	M
L3.1	OP	Regensburg / Rathaus	ST VK	X		X	X		X			P	B	M	M	M	M	M	M
L3.3	OP	Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG		X	X	X	X						M	M	M	M		M
L3.4	OP	Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG		X	X	X	X					B	M	M	M	M		
L3.8	OP	Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG	X				X											
L3.6	OP	Tiefenbach / Altenschnenberg	LA-R HG	X	X	X	X	X					B	M	M	M	M	M	M
L14.2	OF	Bayreuth / Hohenzollernring	ST VK	X		X	X		X			P	B						
L4.7	OF	Coburg / Lossaustraße	ST VK		X					X									
L4.3	OF	Bamberg / Löwenbrücke	ST HG	X	X	X	X							M	M	M	M		
L4.8	OF	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Straße	ST HG	X		X	X							M	M	M	M	M	M
L4.5	OF	Arzberg / Egerstraße	STV HG		X			X	X		X					M	M		
L4.1	OF	Hof / LfU	STV HG			X	X	X	X				B			M	M		
L4.6	OF	Naila / Selbitzer Berg	LA-ST HG					X					B	M	M	M	M	M	M

Abkürzungen:

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

LfU: Landesamt für Umwelt

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

OP: Regierungsbezirk Oberpfalz; OF: Regierungsbezirk Oberfranken

X: kontinuierliche Messung; P: Messung mit Passivsammlern; B: Depositionsmessung (Bergerhoff-Verfahren [9])

M: meteorologische Messung

Tab. 2 (Forts.): Bestückungsliste der Luftmessstationen, Stand Dezember 2017

Stationscode	Gebiet	Gemeinde	Stationstyp	Feinstaub (PM ₁₀)	Feinstaub (PM _{2,5})	NO	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	H ₂ S	BTX	Staubniederschlag	Windrichtung	Windgeschwindigkeit	Lufttemperatur	Luftfeuchte	Strahlung	Luftdruck
L5.5	BA N/F/E	Fürth / Theresienstraße	ST VK	X															
L5.1	BA N/F/E	Nürnberg / Bahnhof	ST VK			X	X		X				B	1	1	M	M		
L14.7	BA N/F/E	Nürnberg / Von-der-Tann-Straße	ST VK	X		X	X			X		P							
L5.10	BA N/F/E	Nürnberg / Muggenhof	ST HG		X	X	X	X											
L5.14	BA N/F/E	Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG			X	X	X											
L5.12	MF	Ansbach / Residenzstraße	ST VK	X	X	X	X		X	X		P				M	M		
L5.16	MF	Schwabach / Angerstraße	ST HG	X		X	X	X								M	M	M	M
L5.15	MF	Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG		X	X	X	X											
L14.5	UF	Würzburg / Stadtring Süd	ST VK	X		X	X			X		P				M	M		
L6.3	UF	Schweinfurt / Obertor	ST HG	X		X	X	X					B	M	M	M	M		
L6.6	UF	Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG		X	X	X	X						2	2	M	M	M	M
L6.7	UF	Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG		X	X	X	X	X		X								
L6.5	UF	Würzburg / Kopfklinik	STV HG	X	X			X					B	M	M	M	M	M	M
L14.1	BA A	Augsburg / Karlstraße	ST VK	X		X	X			X		P							
L7.1	BA A	Augsburg / Königsplatz	ST VK	X		X	X		X	X	X	XP	B			M	M		
L7.6	BA A	Augsburg / Bourges-Platz	ST HG	X	X	X	X	X											
L7.8	BA A	Augsburg / LfU	STV HG	X	X	X	X	X		X	X	XP	B	M	M	M	M	M	M
L7.4	S	Lindau (Bodensee) / Friedrichsh. Str.	ST VK	X	X	X	X		X				B	M	M	M	M		
L7.5	S	Neu-Ulm / Gabelsbergerstraße	ST HG	X	X	X	X	X				P		M	M				
L7.3	S	Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG		X	X	X	X						M	M	M	M		
L7.10	S	Oettingen / Goethestraße	STV HG			X	X	X											
L7.9	S	Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	X		X	X	X						M	M	M	M		M

Abkürzungen:

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

LfU: Landesamt für Umwelt; LÜB: Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern

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

MF: Regierungsbezirk Mittelfranken

UF: Regierungsbezirk Unterfranken

S: Regierungsbezirk Schwaben

X: kontinuierliche Messung; P: Messung mit Passivsammlern; B: Depositionsmessung (Bergerhoff-Verfahren [9])

M: meteorologische Messung

1: Winderfassung erfolgt an früherem Standort Nürnberg/Ziegelsteinstraße

2: Winderfassung erfolgt an früherem Standort Aschaffenburg/Schweinheimer Straße

Tab. 3: Eingesetzte Messgeräte im Luftmessnetz

Messkomponente	Messprinzip	Messbereich	Nachweisgrenze	Hersteller	Typ
Schwefeldioxid (SO ₂)	UV-Fluoreszenz	0 ... 1,4 mg/m ³	3 µg/m ³	MLU	Modell 100A
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	UV-Fluoreszenz	0 ... 0,76 mg/m ³	1 µg/m ³	MLU	Modell 101A
Kohlenmonoxid (CO)	IR-Absorption	0 ... 58 mg/m ³	0,1 µg/m ³	HORIBA	APMA-360
Stickstoffmonoxid (NO)	Chemilumineszenz	0 ... 1,25 mg/m ³	0,7 µg/m ³	HORIBA	APNA-370
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Chemilumineszenz	0 ... 1,91 mg/m ³	1 µg/m ³	HORIBA	APNA-370
Ozon (O ₃)	UV-Absorption	0 ... 1,0 mg/m ³	1 µg/m ³	HORIBA	APOA-370
	UV-Absorption	0 ... 1,0 mg/m ³	3 µg/m ³	MLU	Modell 400
Einzelkohlenwasserstoffe					
Benzol	Thermodesorption mit Kapillar- gaschromatographie	0 ... 0,10 mg/m ³	0,1 µg/m ³	Siemens	U 102 BTX
Toluol		0 ... 0,30 mg/m ³	0,1 µg/m ³		
o-Xylol		0 ... 0,10 mg/m ³	0,1 µg/m ³		
Feinstaub (PM ₁₀)	β-Absorption PM ₁₀ (nur	0 ... 1,0 mg/m ³	3 µg/m ³	ESM-Andersen	FH 62 I-R
und Feinstaub (PM _{2,5})	β-Absorption mit Nephelometer	0 ... 1,0 mg/m ³	0,5 µg/m ³	Thermo Scientific	Sharp Modell 5030
Feinstaub (PM ₁₀)	Gravimetrie: Low Volume Sampler		5 µg/m ³	Leckel	SEQ47/50
Windrichtung	Windfahne	0 ... 360 Grad			4.3324.21.000
Windgeschwindigkeit	Schalenkreuz	0,5 ... 35 m/s			
Lufttemperatur	Platinwiderstand	- 30 ...+ 50 °C		Thies	1.1005.51.015
Luftfeuchte	Haarhygrometer	10 ... 100 %			
Luftdruck	Dosenbarometer	950 ... 1050 hPa			3.1150.10.015
Globalstrahlung	Thermospannung	0 ... 2000 W/m ²		Kipp & Zonen	UM 5

Die Bestimmung von Blei, Arsen, Cadmium und Nickel als Bestandteil in der PM₁₀-Fraktion erfolgt gemäß DIN EN 14902 [10, 11] nach Mikrowellendruckaufschluss mit einem oxidierenden Säuregemisch mit ICP-MS mit folgenden Bestimmungsgrenzen:

Blei (Pb):	0,4 ng/m ³
Arsen (As):	0,05 ng/m ³
Cadmium (Cd):	0,05 ng/m ³
Nickel (Ni):	1 ng/m ³
Benzo[a]pyren (BaP):	0,02 ng/m ³

Die Bestimmung von Benzo[a]pyren im Feinstaub erfolgt gemäß DIN EN 15549 [12].

1.3 Veröffentlichung der Immissionsdaten

Die im Rahmen der kontinuierlichen lufthygienischen Überwachung ermittelten Messdaten werden als lufthygienische Jahres- und Jahreskurzberichte veröffentlicht. Darüber hinaus sind von sämtlichen LÜB-Messstationen die Daten der wesentlichen Komponenten im Internet [7] zugänglich.

Die Daten werden stündlich zwischen 6.00 Uhr und 21.00 Uhr aktualisiert. Nähere Informationen zur Veröffentlichung der Immissionsdaten gibt das Informationsblatt des LfU zur Messwertbekanntgabe [13].

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

Die Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) [2] legt Luftqualitätswerte in Form von Grenzwerten für Feinstaub (PM₁₀ 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 PM₁₀-Fraktion enthalten, die seit 01.01.2013 nach Möglichkeit einzuhalten sind. Des Weiteren sind Zielwerte sowie Informations- und Alarmschwellen für Ozon festgelegt. Diese Zielwerte sind soweit wie möglich seit 2010 einzuhalten. Die Tab. 4 zeigt eine Übersicht der in der 39. BImSchV [2] 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) [14] enthalten. Diese Werte sind im Rahmen von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren von Bedeutung.

Darüber hinaus sind in der Richtlinienreihe VDI 2310 [15, 16] maximale Immissions-Konzentrationen (MIK) zum Schutz des Menschen vor verschiedenen Schadstoffkomponenten über verschiedene Einwirkungszeiträume (i. d. R. ½ bzw. 24 Stunden) angegeben. Weitere Leitwerte finden sich in der Luftqualitätsrichtlinie der WHO [17, S. 32f].

Eine Zusammenstellung der einzelnen Immissions-, Grenz-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte für die im vorliegenden Bericht aufgeführten Schadstoffkomponenten geben die Tab. 4 und Tab. 5.

Tab. 4: Grenzwerte (GW), Alarmschwellen und Zielwerte (ZW) der 39. BImSchV [2]

Komponente	Art des Wertes	Mittelungszeitraum	Wert	zulässige Anzahl von Überschreitungen	Zeitpunkt, ab dem der GW/ZW einzuhalten ist
Schwefeldioxid (SO ₂)	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	1 Stunde	350 µg/m ³	24 mal im Kalenderjahr	1. Jan. 2005
	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	24 Stunden	125 µg/m ³	3 mal im Kalenderjahr	1. Jan. 2005
	Kritischer Wert zum Schutz der Vegetation	Kalenderjahr und Winter (1.10. – 31.3.)	20 µg/m ³	—	18. Sep. 2002
	Alarmschwelle	1 Stunde ¹⁾	500 µg/m ³	—	18. Sep. 2002
Stickstoffdioxid (NO ₂)	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	1 Stunde	200 µg/m ³	18 mal im Kalenderjahr	1. Jan. 2010
	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m ³	—	1. Jan. 2010
	Alarmschwelle	1 Stunde ¹⁾	400 µg/m ³	—	18. Sep. 2002
Stickstoffoxide (NO _x)	Kritischer Wert für den Schutz der Vegetation	Kalenderjahr	30 µg/m ³	—	18. Sep. 2002
Feinstaub (PM ₁₀)	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	24 Stunden	50 µg/m ³	35 mal im Kalenderjahr	1. Jan. 2005
	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m ³	—	1. Jan. 2005
Feinstaub (PM _{2,5})	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	Kalenderjahr	25 µg/m ³	—	1. Jan. 2015
Benzol	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	Kalenderjahr	5 µg/m ³	—	1. Jan. 2010
Kohlenmonoxid (CO)	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	8 Stunden ²⁾	10 mg/m ³	—	1. Jan. 2005
Blei (Pb)	GW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	Kalenderjahr	0,5 µg/m ³	—	1. Jan. 2005
Arsen	ZW zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Umwelt insgesamt	Kalenderjahr	6 ng/m ³	—	1. Jan. 2013
Cadmium	ZW zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Umwelt insgesamt	Kalenderjahr	5 ng/m ³	—	1. Jan. 2013
Nickel	ZW zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Umwelt insgesamt	Kalenderjahr	20 ng/m ³	—	1. Jan. 2013
Benzo[a]pyren	ZW zum Schutz der menschlichen Gesundheit und Umwelt insgesamt	Kalenderjahr	1 ng/m ³	—	1. Jan. 2013
Ozon (O ₃)	ZW zum Schutz der menschlichen Gesundheit	8 Stunden ²⁾	120 µg/m ³	25 Tage pro Kalenderjahr ³⁾	1. Jan. 2010
	ZW zum Schutz der Vegetation	AOT40 ⁴⁾	18000 (µg/m ³) × h	—	1. Jan. 2010
	Langfristiger ZW zum Schutz der Vegetation	AOT40 ⁴⁾	6000 (µg/m ³) × h	—	1. Jan. 2020
	Informationsschwelle	1 Stunde	180 µg/m ³	—	21. Jul. 2004
	Alarmschwelle	1 Stunde	240 µg/m ³	—	21. Jul. 2004

¹⁾ gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden²⁾ höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages³⁾ gemittelt über drei Jahre⁴⁾ „Average over a Threshold of 40 ppb“ 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, gemittelt über fünf Jahre.

Tab. 5: Immissions-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte

Schwefeldioxid	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	350 µg/m ³ (24 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	1-h-Mittelwert	Grenzwert	Menschliche Gesundheit
	125 µg/m ³ (3 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	24-h-Mittelwert	Grenzwert	menschliche Gesundheit
	20 µg/m ³ ¹⁾	Kalenderjahr und Winter (1.10. – 31.3.)	kritischer Wert	Vegetation
	500 µg/m ³ ²⁾	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle	menschliche Gesundheit
TA Luft ³⁾ [14]	350 µg/m ³ (24 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	1-h-Mittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
	125 µg/m ³ (3 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	24-h-Mittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
	50 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
	20 µg/m ³ ¹⁾	Kalenderjahr und Winter (1.10. – 31.3.)	Immissionswert	Ökosystem
WHO [17]	20 µg/m ³	24-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
	500 µg/m ³	10-min-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

¹⁾ für Beurteilungspunkte bzw. Probenahmestellen, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen (Nr. 4.6.2.6 Absatz 6 TA Luft [14]) bzw. Autobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50000 Fahrzeugen (Anlage 3 B.2. 39. BImSchV [2]) entfernt sind

²⁾ gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

³⁾ alle Werte nach TA Luft [14] gelten nur für Anlagen nach § 3 Abs. 5 BImSchG [1]

Stickstoffdioxid	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	40 µg/m ³	Kalenderjahr	Grenzwert	menschliche Gesundheit
	200 µg/m ³ (18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	1-h-Mittelwert	Grenzwert	menschliche Gesundheit
	400 µg/m ³ ¹⁾	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle	menschliche Gesundheit
TA Luft [14]	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
	200 µg/m ³ (18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	1-h-Mittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
VDI 2310 Blatt 12 [15]	50 µg/m ³ ²⁾	24-h-Mittelwert	Richtwert	menschliche Gesundheit
	100 µg/m ³	½-h-Mittelwert	Richtwert	menschliche Gesundheit
	20 µg/m ³	Jahresmittelwert	Richtwert	menschliche Gesundheit
WHO [17]	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
	200 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

¹⁾ gemessen an drei aufeinander folgenden Stunden

²⁾ für Wohngebiete

Tab. 5 (Forts.): Immissions-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte

Stickstoffoxide	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	30 µg/m ³ ¹⁾	Jahresmittelwert	kritischer Wert	Vegetation
TA Luft [14]	30 µg/m ³ ¹⁾	Jahresmittelwert	Immissionswert	Vegetation

¹⁾ für Beurteilungspunkte bzw. Probenahmestellen, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Straßen (Nr. 4.6.2.6 Absatz 6 TA Luft) bzw. Autobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50000 Fahrzeugen (Anlage 3 B.2. 39. BImSchV) entfernt sind

Kohlenmonoxid	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	10 mg/m ³	8-h-Mittelwert ¹⁾	Grenzwert seit 01.01.2005	menschliche Gesundheit
WHO [17]	10 mg/m ³	8-h-Mittelwert ¹⁾	Leitwert	menschliche Gesundheit
	30 mg/m ³	1-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
	60 mg/m ³	1/2-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

¹⁾ höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages

Benzol	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert ab 01.01.2010	menschliche Gesundheit
TA Luft [14]	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit

Toluol	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
WHO [17]	0,26 mg/m ³	1-Wochen-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

PM ₁₀	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	50 µg/m ³ (35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	24-h-Mittelwert	Grenzwert	menschliche Gesundheit
	40 µg/m ³	Kalenderjahr	Grenzwert	menschliche Gesundheit
TA Luft [14]	50 µg/m ³ (35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig)	24-h-Mittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
WHO [17]	50 µg/m ³	24-h-Mittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
	20 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

Tab. 5 (Forts.): Immissions-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte

PM _{2,5}	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	25 µg/m ³ ¹⁾	Jahresmittelwert	Immissionswert ab 01.01.2015	menschliche Gesundheit
	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert	menschliche Gesundheit
WHO [17]	10 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit
	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

Ozon	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	120 µg/m ³ (25 Tage pro Kalenderjahr)	8-h-Mittelwert ¹⁾	Zielwert	menschliche Gesundheit
	18000 (µg/m ³) × h	AOT40 ²⁾	Zielwert	Vegetation
	120 µg/m ³	8-h-Mittelwert ¹⁾	langfristiger Zielwert ab 01.01.2020	menschliche Gesundheit
	6000 (µg/m ³) × h	AOT40 ²⁾	langfristiger Zielwert ab 01.01.2020	Vegetation
	180 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Informationsschwelle	menschliche Gesundheit
	240 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle	menschliche Gesundheit
VDI 2310 Blatt 15 [16]	120 µg/m ³	½-h-Mittelwert	Richtwert	menschliche Gesundheit
	100 µg/m ³	8-h-Mittelwert ¹⁾	Richtwert	menschliche Gesundheit
WHO [17]	100 µg/m ³	8-h-Mittelwert ¹⁾	Leitwert	menschliche Gesundheit

¹⁾ höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages

²⁾ Summe der Differenzen zwischen Konzentrationen über 80 µg/m³ als 1-Stunden-Mittelwert und 80 µg/m³ zwischen 8 Uhr und 20 Uhr MEZ im Zeitraum von Mai bis Juli, gemittelt über 5 Jahre

Arsen als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	6 ng/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert ab 01.01.2013	menschliche Gesundheit

Benzo(a)pyren als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	1 ng/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert ab 01.01.2013	menschliche Gesundheit

Blei als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	0,5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert	menschliche Gesundheit
TA Luft [14]	0,5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Immissionswert	menschliche Gesundheit
WHO (Blei im Schwebstaub) [17]	0,5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Leitwert	menschliche Gesundheit

Tab. 5 (Forts.): Immissions-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte

Cadmium als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	5 ng/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert ab 01.01.2013	menschliche Gesundheit
Nickel als Gesamtgehalt in der PM ₁₀ -Fraktion	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
39. BImSchV [2]	20 ng/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert ab 01.01.2013	menschliche Gesundheit
Staubniederschlag	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
TA Luft [14]	0,35 g/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Immissionswert	Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen
Arsen im Staubniederschlag	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
TA Luft [14]	4 µg/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Immissionswert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Blei im Staubniederschlag	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
TA Luft [14]	100 µg/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Immissionswert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Cadmium im Staubniederschlag	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
TA Luft [14]	2 µg/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Immissionswert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Nickel im Staubniederschlag	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
TA Luft [14]	15 µg/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Immissionswert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
VDI 3956 Blatt 3 [18]	10 µg/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Richtwert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Quecksilber im Staubniederschlag	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
TA Luft [14]	1 µg/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Immissionswert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Thallium im Staubniederschlag	Wert	Zeitbezug	Kategorie	Schutzobjekt
TA Luft [14]	2 µg/(m ² × d)	Jahresmittelwert	Immissionswert	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

1.5 Allgemeine Informationen zur Messung und Ergebnisdarstellung

Die Messung der gasförmigen und partikelförmigen Luftverunreinigungen erfolgt intern auf der Basis von Halbstundenmittelwerten. Aus diesen werden zur Ermittlung der Immissionskenngrößen Stundenmittelwerte gebildet. Hierfür sind mindestens 75 % Datenverfügbarkeit erforderlich (45 min). Es müssen also beide Halbstundenwerte der vollen Stunde vorliegen. Bei PM₁₀ erfolgte die Messung 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 [3, 4] 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.

2 Ergebnisse der Immissionsmessungen 2017

Im Folgenden werden die Ergebnisse der kontinuierlichen Immissionsmessungen des Jahres 2017 für die Komponenten Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Ozon, Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol sowie für den Gesamtgehalt an Blei, Arsen, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren in der PM₁₀-Fraktion beschrieben. Hierzu sind in Tab. 6 und Tab. 7 die nach den Kriterien der 39. BImSchV [2] ausgewerteten Messergebnisse² zusammengestellt. Bei Überschreitungen des jeweils gültigen Grenzwerts sind 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.

Um einen besseren Überblick über die unterschiedliche Belastungssituation an den einzelnen LÜB-Messstationen zu erhalten, sind die Messergebnisse für die einzelnen Komponenten in Form von Balkendiagrammen dargestellt, absteigend nach dem Jahresmittelwert sortiert (Abb. 2 bis Abb. 11). Jahreskenngößen wie der höchste Tagesmittelwert bei Feinstaub-PM₁₀ oder der höchste Stundenmittelwert bei Stickstoffdioxid, die nicht in Tab. 6 aufgelistet sind, enthält der Jahreskurzbericht 2017 [19].

2.1 Stickstoffmonoxid

Bei Stickstoffmonoxid ist an gut der Hälfte der Messstationen eine Abnahme der Belastung zu verzeichnen. Bei der Mehrzahl der restlichen Messstationen liegt keine wesentliche Veränderung vor. Aufgrund ihrer Positionierung in geringer Entfernung von bis zu 10 m zum Fahrbahnrand von hauptverkehrsbelasteten Straßen werden die höchsten NO-Konzentrationen an den Verkehrsmessstationen gemessen (Abb. 2). Der mit Abstand höchste Jahresmittelwert für NO wurde mit 99 µg/m³ wieder an der LÜB-Messstation München/Landshuter Allee registriert. An zweiter Stelle liegt die LÜB-Messstation Nürnberg/Von-der-Tann-Straße mit 48 µg/m³. Neben den hohen Verkehrszahlen führt der straßenschluchtartige Charakter entgegen den Hauptwindrichtungen und damit einhergehend schlechter Durchmischung mit Frischluft im Vergleich zum Rest der Messstationen zu den höchsten Konzentrationen. An den ländlich geprägten LÜB-Messstationen fernab von verkehrsbelasteten Straßen liegt der Jahresmittelwert um 1 µg/m³. Auch in den weniger verkehrsbeaufschlagten Bereichen der Ballungsräume wurden geringe Konzentrationen gemessen, wie z. B. an den Jahresmittelwerten der LÜB-Messstationen Erlangen/Kraepelinstraße oder Augsburg/LfU (jeweils 6 µg/m³) zu erkennen ist. Für Stickstoffmonoxid ist kein Grenzwert festgelegt.

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 µg/m³. Der Immissionsgrenzwert für das Stundenmittel beträgt 200 µg/m³, wobei 18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig sind. Weiterhin gilt eine Alarmschwelle von 400 µg/m³ bezogen auf den Stundenmittelwert an mindestens drei aufeinanderfolgenden Stunden; die Probenahmestelle

² aus Platzgründen wurde in der Tabelle auf die Ergebnisse für Schwefeldioxid verzichtet. Bei diesem Parameter werden seit vielen Jahren keine Überschreitungen mehr gemessen. Ergebnisse zu Schwefeldioxid finden sich in Kapitel 2.5 und im Jahreskurzbericht [19].

muss für einen Bereich von mindestens 100 km² oder im gesamten Gebiet oder Ballungsraum repräsentativ sein.

Im Jahr 2017 waren wie in den Vorjahren Grenzwertüberschreitungen beim Jahresmittelwert in München, Augsburg, Nürnberg und Regensburg zu verzeichnen. In Würzburg wurde der Grenzwert von 40 µg/m³ an der Messstation am Stadtring Süd mit 38 µg/m³ erstmals unterschritten. Überschreitungen wurden an den fünf verkehrsnahen Messstationen München/Landshuter Allee (78 µg/m³), München/Stachus (53 µg/m³), Augsburg/Karlstraße (44 µg/m³), Nürnberg/Von-der-Tann-Straße (43 µg/m³) und Regensburg/Rathaus (41 µg/m³) ermittelt (Abb. 3). Die zulässige Überschreitungshäufigkeit von 18 Stundenmittelwerten über dem Stundenmittelgrenzwert von 200 µg/m³ wurde an allen Messstationen eingehalten. Nur an den Messstationen München/Landshuter Allee (12) und Augsburg/Karlstraße (1) gab es überhaupt Überschreitungen. Die geringste Immission trat mit einem Jahresmittelwert von 6 µg/m³ an der sehr ländlichen und höhergelegenen LÜB-Messstation Bad Hindelang/Oberjoch auf.

Verglichen zum Vorjahr sind die Jahresmittelwerte an den Verkehrsmessstationen überwiegend rückläufig. Die stärkste Abnahme mit jeweils 4 µg/m³ ist an den LÜB-Messstationen Oberaudorf/Inntal-Autobahn und Würzburg/Stadtring Süd festzustellen. An Messstationen im städtischen und vorstädtischen Hintergrund sind etwas mehr Ab- als Zunahmen zu verzeichnen.

Die Stickstoffdioxidmessungen zeigen, dass es sich bei der Stickstoffdioxid-Problematik mit Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwerts um kein flächendeckendes, sondern um ein auf meist innerstädtische Bereiche mit extremer Verkehrsbelastung konzentriertes Phänomen handelt. Bei Messergebnissen, die weit über dem Grenzwert – wie etwa in bestimmten Bereichen in der Landshuter Allee in München – liegen, spielt auch die relativ ungünstige Durchmischungssituation (verminderte Frischluftzufuhr) eine wichtige Rolle.

2.3 Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})

Für Feinstaub (PM₁₀) liegt der auf das Jahresmittel bezogene Grenzwert bei 40 µg/m³. Der höchste Jahresmittelwert trat mit jeweils 26 µg/m³ an den stark verkehrsbelasteten LÜB-Messstationen München/Landshuter Allee und München/Stachus auf – gefolgt von den Stationen Würzburg/Stadtring Süd (25 µg/m³) und Nürnberg/Von-der-Tann-Straße (23 µg/m³) (Abb. 4). Damit wird selbst an den höchstbelasteten Messstationen der Jahresmittelwert deutlich unterschritten. Die Jahresmittelwerte an den restlichen Verkehrsmessstationen reichen von 15 µg/m³ bis 21 µg/m³. Im städtischen Hintergrund liegt die Belastung im Jahresmittel zwischen 16 µg/m³ bis 20 µg/m³, im vorstädtischen Hintergrund zwischen 15 µg/m³ bis 18 µg/m³. An den drei ländlich geprägten Messstationen wurden 7 µg/m³ bis 12 µg/m³ gemessen.

Neben dem Jahresmittelgrenzwert ist ein Grenzwert gemittelt über einen Tag von 50 µg/m³ festgelegt, der an bis zu 35 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden darf. Die zulässige Überschreitungshäufigkeit wurde im Jahr 2017 auch ohne Abzug des Streusalzanteils (siehe § 25 der 39. BImSchV [2]) an allen Messstationen wieder deutlich eingehalten (Abb. 5). Die Analyse auf Streusalz erfolgte an sechs verkehrsbelasteten Messstationen. Mit jeweils 19 Tagen (23 Tage inkl. Streusalzanteil) wurde der zulässige Tagesmittelwert an den Stationen München/Stachus und Würzburg/Stadtring Süd am häufigsten überschritten. An den Messstationen München/Landshuter Allee und Würzburg/Stadtring Süd kam es an 18 Tagen (21 Tage inkl. Streusalzanteil) zu Werten von über 50 µg/m³. Weitere Informationen zur Berücksichtigung des Streusalzanteils enthält der Streusalzbericht [20]. Am Neujahrstag 2017 wurde der höchste Tagesmittelwert des ganzen Jahres an der Messstation München/Landshuter Allee mit 564 µg/m³ ermittelt. Selbst an der am Stadtrand gelegenen Messstationen München/Johanneskirchen wurde ein Tagesmittelwert von 358 µg/m³ erreicht. Die hohen Einträge durch das Silvesterfeuerwerk wurden aufgrund der bis in die Abendstunden andauernden sehr schlechten Durchmi-

schungssituation der bodennahen Luftschicht nur wenig verdünnt. An knapp 60 % der Messstationen wurden am Neujahrstag Überschreitungen verzeichnet. Am Folgetag lagen die Tagesmittelwerte bayernweit wieder unter dem Tagesmittelgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Neben Feinstaub (PM_{10}) werden auch Messungen der $\text{PM}_{2,5}$ -Fraktion durchgeführt. Die Jahresmittelwerte der $\text{PM}_{2,5}$ -Belastung lagen bei maximal $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abb. 6). Der Grenzwert wurde deutlich unterschritten. Im städtischen und vorstädtischen Hintergrund lagen die Belastungen zwischen $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Stationskategorien sind gering. Im ländlichen Hintergrund wurden an drei von fünf Messstationen $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Seit Beginn des Jahres 2008 wird an drei Messstationen im städtischen Hintergrund die $\text{PM}_{2,5}$ -Konzentration im Zusammenhang mit der Ermittlung des Indikators für die durchschnittliche $\text{PM}_{2,5}$ -Exposition (AEI – Average Exposure Indicator) gemäß der EU-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG [3] 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 PM_{10} -Immissionsgrenzwert für das Kalenderjahr ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wird in Bayern seit 2007 nicht mehr überschritten. Die zulässige Anzahl von 35 Tagen mit Überschreitung des PM_{10} -Immissionsgrenzwertes für das Tagesmittel ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wird bayernweit seit 2012 eingehalten. Die meisten der im Jahresverlauf auftretenden Überschreitungen des Tagesmittelwerts bei Feinstaub- PM_{10} 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 dicke Luftschicht keinen Austausch mit weniger belasteten, höheren Luftschichten erfährt. Die Folge ist eine entsprechend andauernde Akkumulation des Feinstaubes mit flächendeckendem Anstieg der Feinstaubkonzentration, bis ein markanter Witterungswechsel eintritt, der auch die bodennahe Luftschicht erneuert. Im Auswertzeitraum 2017 herrschten in der zweiten Januarhälfte extrem schlechte Austauschbedingungen, wie sie seit einigen Jahren nicht mehr zu beobachten waren. In der Folge traten an mehreren Tagen flächendeckende³ Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts auf. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 24. Januar an der Messstation Passau mit $157 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Dieser und die vorangegangenen beiden Tage bildeten den Höhepunkt der Feinstaubepisode. In anderen Bundesländern wurden ebenfalls deutlich erhöhte Feinstaubwerte gemessen. In der ersten Februarhälfte wurden wieder häufiger Feinstaubwerte über dem Tagesmittelgrenzwert beobachtet, am 15. Februar auch flächendeckend³. Insbesondere die Phase im Januar war maßgeblich daran beteiligt, dass die Feinstaubjahresmittelwerte an vielen Messstationen etwas höher lagen als im Vorjahr.

2.4 Ozon

Im Gegensatz zu den restlichen Schadstoffen treten beim Ozon an den verkehrsbeeinflussten, innerstädtischen LÜB-Messstationen die geringsten Jahresmittelwerte auf. Im Weiteren ist je nach Lage der LÜB-Messstation in der Unterscheidung nach städtischen Kernbereichen – Stadtrandgebieten – emissionsfernen Regionen – Hochlagen eine Zunahme der Jahresmittelwerte zu erkennen (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

³ Flächendeckende Überschreitungen des PM_{10} -Tagesmittelgrenzwerts oder sog. Feinstaubepisoden werden definitionsgemäß gezählt, wenn an mindestens zwei Dritteln der Messstationen Überschreitungen vorliegen.

ist im Jahresverlauf der für Ozon typische Gang mit höheren Konzentrationen im Sommer und geringerer Belastung im Winter zu verzeichnen [19].

Die in der 39. BImSchV [2] festgelegte Informationsschwelle von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 1-Stunden-Mittelwert, bei der die Bevölkerung zu informieren ist, wurde im Jahr 2017 an drei Tagen überschritten. Die höchsten Stundenmittelwerte an den Überschreitungstagen wurden am 4. Juli an der Station Sulzbach-Rosenberg/Lohe mit $192 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am 23. Juli an der Station Kleinwallstadt/Hofstetter Straße mit $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am 1. August an der Station Andechs/Rothenfeld mit $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Die höchsten Stundenmittelwerte je Messstationen sind im Jahreskurzbericht [19] zu finden.

Der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegte Zielwert beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als höchster 8-Stunden-Mittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen pro Kalenderjahr, gemittelt über drei Jahre. Im drei Jahre umfassenden Beurteilungszeitraum 2015 bis 2017 wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit an sechs von 33 beurteilungsrelevanten O_3 -Messstationen überschritten (Tab. 8). Vergleicht man die enthaltenen Einzeljahre, so zeigen sich im Jahr 2017 ähnlich viele Überschreitungstage wie im Jahr 2016. Im Jahr 2015 wurden mehr als doppelt so viele Überschreitungstage gezählt wie in 2017.

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 2013 bis 2017 an vier Messstationen überschritten (siehe Tab. 9). An der Station Andechs/Rothenfeld wurde mit $19447 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$ der höchste Wert ermittelt. Das Jahr 2015 mit überdurchschnittlichen Ozonbelastungen macht sich aufgrund des längeren Mittelungszeitraums hier nicht so stark bemerkbar. Das Jahr 2017 zeigt – nach 2015 – gemittelt über alle Stationen die zweithöchste Belastung in den fünf Jahren des Beurteilungszeitraums. Für die Beurteilung des AOT40 sind 26 der insgesamt 35 O_3 -Messstationen relevant. Städtische Hintergrundmessstationen stellen nach der 39. BImSchV [2] keine Beurteilungspunkte für die Kenngröße zum Schutz der Vegetation dar.

Die beiden verkehrsnahen LÜB-Messstationen München/Landshuter Allee und München/Stachus sind aufgrund ihrer Standortcharakteristik nach der 39. BImSchV [2] nicht zur Beurteilung der Ozonbelastung vorgesehen. Dort wird Ozon hauptsächlich zu Zwecken der Qualitätssicherung und Ursachenforschung gemessen.

2.5 Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid

Die Schwefeldioxidbelastung liegt gemessen an den Grenzwerten auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Jahresmittelwerte der LÜB-Messstationen bewegten sich im Jahr 2017 zwischen $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abb. 10). Bei den geringen Konzentrationen ist eine regionale Differenzierung der Belastungsstruktur kaum mehr möglich. Eine höhere Belastung des nordostbayerischen Raumes, wie sie bis in den 1990er-Jahren regelmäßig zu verzeichnen war, ist nicht mehr zu beobachten [21]. Für Schwefeldioxid sind Grenzwerte in Form von zulässigen Überschreitungshäufigkeiten von Tages- bzw. Stundenmittelwerten festgelegt. Bayernweit gab es keine Überschreitungen [19]. Aufgrund der langjährigen geringen Belastungssituation ist nach der 39. BImSchV [2] keine ortsfeste Messung mehr angezeigt. Daher werden die SO_2 -Messungen ab dem Jahr 2018 nicht mehr weitergeführt.

Wie beim Schwefeldioxid war auch beim Kohlenmonoxid nur eine geringe Belastung festzustellen (Abb. 11). Die Jahresmittelwerte lagen in einem engen Bereich zwischen $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ und $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$. Für Kohlenmonoxid ist ein 8-Stunden-Mittelwert von $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ als Grenzwert festgelegt. Mit einem

maximalen 8-Stunden-Mittelwert von jeweils $2,0 \text{ mg/m}^3$ an den LÜB-Messstation Augsburg/Karlstraße und Ingolstadt/Rechbergstraße wurde dieser deutlich unterschritten.

2.6 Benzol

Benzol wird als typisch verkehrsspezifischer Schadstoff vorwiegend an den im Nahbereich verkehrsreicher Straßen gelegenen LÜB-Messstationen gemessen.

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

Neben den kontinuierlichen Benzolmessungen wurden im Jahr 2017 an 16 LÜB-Messstationen Messungen mit Passivsammlern durchgeführt. Die Jahresmittelwerte dieser Messungen bewegten sich zwischen $0,3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ und $1,3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ und lagen ebenfalls deutlich unter dem Grenzwert. Die geringste Belastung wurde an der im ländlichen Gebiet gelegenen LÜB-Messstation Andechs/Rothenfeld gemessen, die höchste Konzentration an der verkehrsbelasteten Station München/Landshuter Allee (siehe Tab. 6 oder BTX-Passivsammler im Internet [22]).

2.7 Blei, Arsen, Cadmium und Nickel

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 [2]. Die einzelnen Messergebnisse für das Jahresmittel sind in Tab. 7 aufgelistet. Darüber hinaus können im Internet [23] auch Monatsmittelwerte abgerufen werden.

2.8 Benzo[a]pyren

Die gemessenen Jahresmittelwerte für Benzo[a]pyren in der PM_{10} -Fraktion reichten von $0,16 \text{ ng/m}^3$ bis $0,427 \text{ ng/m}^3$. Die höchste Belastung trat an der LÜB-Messstation Landshut/Podewilsstraße auf (siehe Tab. 7 oder Internet [23]). Damit wurde der Zielwert der 39. BImSchV [2] 1 von 1 ng/m^3 deutlich unterschritten. Die Belastung im Jahresmittel nahm an der Mehrzahl der Messstationen gegenüber den beiden vorangegangenen Jahren wieder etwas zu. Maßgeblichen Einfluss auf die Zunahme hatte der sehr kalte Januar 2017 zusammen mit anhaltenden schlechten Austauschbedingungen der bodennahen Luftschicht mit höheren Luftschichten (sehr ausgeprägte Inversionswetterlage).

Hauptemittenten von Benzo[a]pyren sind Öfen und Kamine. Der Jahresgang zeigt einen sehr ausgeprägten Verlauf. Im Winterhalbjahr bei kaltem Wetter mit vermehrtem Hausbrand, häufig im Zusammenhang mit Inversionswetterlagen, werden Monatsmittelwerte um 1 ng/m^3 und mehr gemessen, während im Sommerhalbjahr – insbesondere in den letzten Jahren – die Werte unterhalb der Nachweisgrenze von $0,01 \text{ ng/m}^3$ bis $0,02 \text{ ng/m}^3$ liegen.

Tab. 6: Immissionskenngrößen für das Jahr 2017

Jahr 2017			NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		BZL [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		CO [mg/m^3]		O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$]	
			Jahr	1 h	Jahr	24 h	Jahr	Jahr	8hmax	8 h	1 h	1 h	AOT40							
Bezugszeitraum			§ 3		§ 4		§ 4		§ 5		§ 7		§ 8		§ 9		§ 9		§ 9	
Grenzwert/Zielwert			40 200		40 50		25		5		10		120 ¹⁾ 180 ²⁾ 240 ³⁾		18000 ⁴⁾					
Zulässige Überschreitungen pro Jahr →			18		35						25		-		-					
Gebiet	Station	Typ	MW	Anz	MW	Anz	MW	MW	MW	MW	Anz	Anz	Anz	Wert						
BA M	München / Landshuter Allee	ST VK	78	12	26	18 (21*)	16	1,3	1,7											
BA M	München / Stachus	ST VK	53	0	26	19 (23*)	15	1,0	1,3											
BA M	München / Lothstraße	ST HG	32	0	18	11	13	0,7	1,4	19	0	0								
BA M	München / Allach	STV HG	25	0						23	0	0	17080							
BA M	München / Johanneskirchen	STV HG	21	0	16	10	12			23	0	0	15756							
OB	Ingolstadt / Rechbergstraße	ST VK	25	0	18	12	14	0,8	2,0											
OB	Oberaudorf / Inntal-Autobahn	LA-ST VK	36	0	19	14	13													
OB	Bad Reichenhall / Nonn	STV HG								16	0	0	12177							
OB	Burghausen / Marktler Straße	STV HG	22	0	18	14	13		1,4											
OB	Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	18	0	16	10	12		1,5	25	0	0	15791							
OB	Vohburg a.d.Donau / A.W.W.	STV HG								23	0	0	17314							
OB	Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	7	0	12	2	9	0,3		29	0	0	19447							
OB	Garmisch-Partenk./Wasserwerk	LA-ST HG	10	0						7	0	0	-							
OB	Mehring / Sportplatz	LA-R HG	15	0			12	0,7		22	1	0	15342							
NB	Kelheim / Regensburger Straße	ST VK	21	0	19	15	14		1,5											
NB	Landshut / Podewilsstraße	ST VK	28	0	19	15		0,9												
NB	Passau / Stelzhamerstraße	ST HG	33	0	20	17	15													
NB	Regen / Bodenmaier Straße	STV HG								18	0	0	15340							
NB	Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	19	0						12	0	0	9471							
NB	Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	11	0			12			25	0	0	18787							
OP	Regensburg / Rathaus	ST VK	41	0	19	10 (13*)		1,1	1,5											
OP	Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG	25	0			12			15	0	0								
OP	Schwandorf / Wackersdorfer Str.	STV HG	20	0			13			23	0	0	14896							
OP	Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG			17	9				19	1	0	14944							
OP	Tiefenbach / Altensneeberg	LA-R HG	7	0	11	1	8			39	1	0	18038							
OF	Bayreuth / Hohenzollernring	ST VK	29	0	18	13		0,9	1,3											
OF	Coburg / Lossastraße	ST VK					11		1,5											
OF	Bamberg / Löwenbrücke	ST HG	24	0	18	11	13													
OF	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Str.	ST HG	21	0	16	11														
OF	Arzberg / Egerstraße	STV HG					12			14	0	0	11943							
OF	Hof / LFU	STV HG	17	0						16	0	0	13480							
OF	Naila / Selbitzer Berg	LA-ST HG								18	0	0	13425							

Abkürzungen und Erläuterungen siehe Folgeseite

Tab. 6 (Forts.): Immissionskenngrößen für das Jahr 2017

Jahr 2017			NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		PM _{2,5} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		BZL [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		CO [mg/m^3]		O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		O ₃ [$\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$]	
			Jahr	1 h	Jahr	24 h	Jahr	Jahr	8hmax	8 h	1 h	1 h	AOT40									
Bezugszeitraum			§ 3	§ 3	§ 4	§ 4	§ 5	§ 7	§ 8	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9	§ 9
Grenzwert/Zielwert			40	200	40	50	25	5	10	120 ¹⁾	180 ²⁾	240 ³⁾	18000 ⁴⁾									
Zulässige Überschreitungen pro Jahr →			18		35						25	-	-									
Gebiet	Station	Typ	MW	Anz	MW	Anz	MW	MW	MW	Anz	Anz	Anz	Wert									
BA N/F/E	Fürth / Theresienstraße	ST VK			19	11																
BA N/F/E	Nürnberg / Bahnhof	ST VK	34	0																		
BA N/F/E	Nürnberg / Von-der-Tann-Straße	ST VK	43	0	23	15 (22*)		1,0	1,9													
BA N/F/E	Nürnberg / Muggenhof	ST HG	29	0			13			12	0	0										
BA N/F/E	Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG	18	0						27	0	0	17017									
MF	Ansbach / Residenzstraße	ST VK	32	0	20	13	13	0,8	1,3													
MF	Schwabach / Angerstraße	ST HG	22	0	17	10				18	0	0										
MF	Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG	12	0			12			31	1	0	18505									
UF	Würzburg / Stadtring Süd	ST VK	38	0	25	19 (23*)		0,9	1,4													
UF	Schweinfurt / Obertor	ST HG	23	0	16	5				16	0	0										
UF	Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG	31	0			12			21	1	0	13177									
UF	Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG	17	0			11			26	1	0	15389									
UF	Würzburg / Kopfklinik	STV HG			16	8	12			19	0	0	13268									
BA A	Augsburg / Karlstraße	ST VK	44	1	21	15 (19*)		1,1	2,0													
BA A	Augsburg / Königsplatz	ST VK	28	0	19	13 (15*)		0,7 ^K	1,6													
BA A	Augsburg / Bourges-Platz	ST HG	26	0	17	13	12			15	0	0										
BA A	Augsburg / LfU	STV HG	18	0	15	11	12	0,6 ^K	1,6	27	0	0	16568									
S	Lindau (Bodensee) / Friedr.Str.	ST VK	24	0	15	6	11		1,1													
S	Neu-Ulm / Gabelsbergerstraße	ST HG	30	0	18	12	13	0,8		21	0	0										
S	Kempten (Allgäu) / Westendstr.	STV HG	20	0			10			23	0	0	15984									
S	Oettingen / Goethestraße	STV HG	15	0			-			23	0	0	16190									
S	Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	7	0	7	0				16	0	0	15252									

Abkürzungen und Erläuterungen:

LfU: Landesamt für Umwelt; BZL: Benzol; MW: Mittelwert über Bezugszeit; Anz: Anzahl
 LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr

¹⁾ Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit, Mittelwert aus den Jahren 2015 – 2017 (Mittlung über drei Jahre, Mindestdatenverfügbarkeit ein Jahr)

²⁾ Informationsschwelle

³⁾ Alarmschwelle

⁴⁾ Zielwert für den Schutz der Vegetation, Mittelwert aus den Jahren 2013 - 2017 (Mittlung über fünf Jahre, Mindestdatenverfügbarkeit drei Jahre)

„ - “ Datenverfügbarkeit weniger als 90 %, bei Ozon verschiedene Verfügbarkeitskriterien

* Anzahl an Überschreitungstagen ohne Abzug des Streusalzanteils nach § 25 der 39. BImSchV [2], weiterführende Informationen im Streusalzbericht [20]

^K Benzol wird kontinuierlich gemessen, ansonsten mit Passivsammler

Farbmarkierungen einzelner Zellen:

Grün: Grenzwert eingehalten, bei Ozon: Zielwert, Informations-/Alarmschwelle eingehalten

Orange: Zielwert, Informations- oder Alarmschwelle überschritten (nur bei Ozon)

Rot: Grenzwert überschritten

Tab. 7: Immissionskenngrößen für das Jahr 2017 – die Inhaltsstoffe Blei, Arsen, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren in der PM₁₀-Fraktion

Jahr 2017			Pb [µg/m ³]	As [ng/m ³]	Cd [ng/m ³]	Ni [ng/m ³]	B[a]P [ng/m ³]
Bezugszeitraum			Jahr	Jahr	Jahr	Jahr	Jahr
39. BImSchV [2]			§ 6	§ 10	§ 10	§ 10	§ 10
Grenz- bzw. Zielwert			0,5	6	5	20	1
Gebiet	Station	Typ					
BA M	München/Landshuter Allee	ST VK	0,0029	0,42	0,09	2	0,310
BA M	München/Johanneskirchen	STV HG					–
OB	Andechs/Rothenfeld	LA-R HG	0,0016	0,16	<0,05	<1	–
NB	Landshut/Podewilsstraße	ST VK					0,427
OP	Regensburg/Rathaus	ST VK					0,261
OF	Kulmbach/Konrad-Adenauer-Str.	ST HG					0,255
BA N/F/E	Nürnberg/Von-der-Tann-Str.	ST VK	0,0039	0,517	0,12	1	0,307
MF	Ansbach/Residenzstraße	ST VK					0,332
UF	Würzburg/Stadtring Süd	ST VK	0,0033	0,49	0,08	2	0,311
BA A	Augsburg/Königsplatz	ST VK	0,0028	0,35	0,08	2	–
BA A	Augsburg/LfU	STV HG	0,0020	0,21	0,06	<1	0,16
S	Kempten (Allgäu)/Westendstr.	ST VK					0,311

Abkürzungen:

LfU: Landesamt für Umwelt

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

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:

-  Langzeitverläufe [24]
-  Inhaltsstoffe in der PM₁₀-Fraktion (Monatsmittelwerte) [23]
-  BTX-Passivsammler [22]
-  Staubniederschlag und Inhaltsstoffe [25]
-  Windrosengrafiken [26]

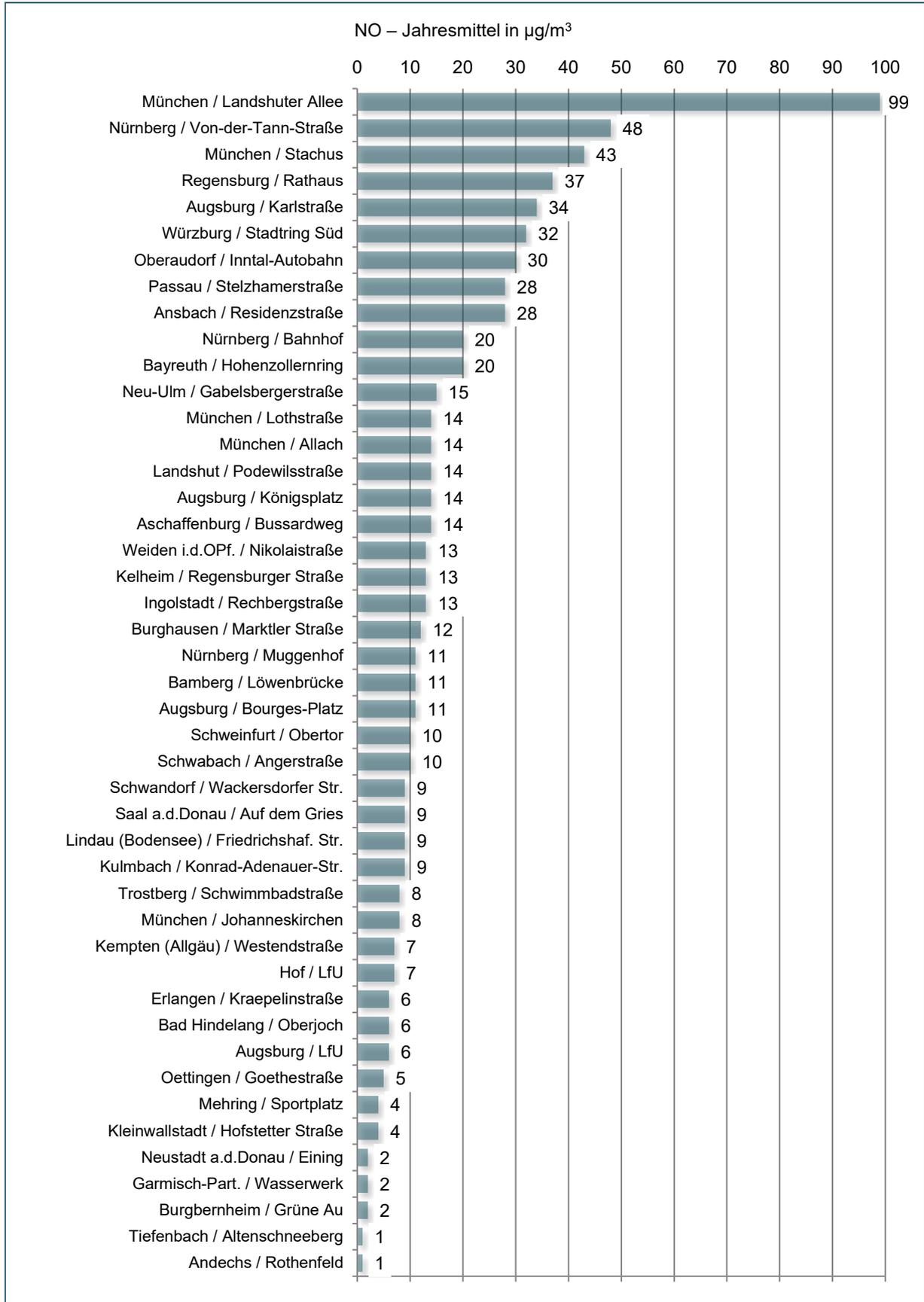


Abb. 2: Stickstoffmonoxid – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert)

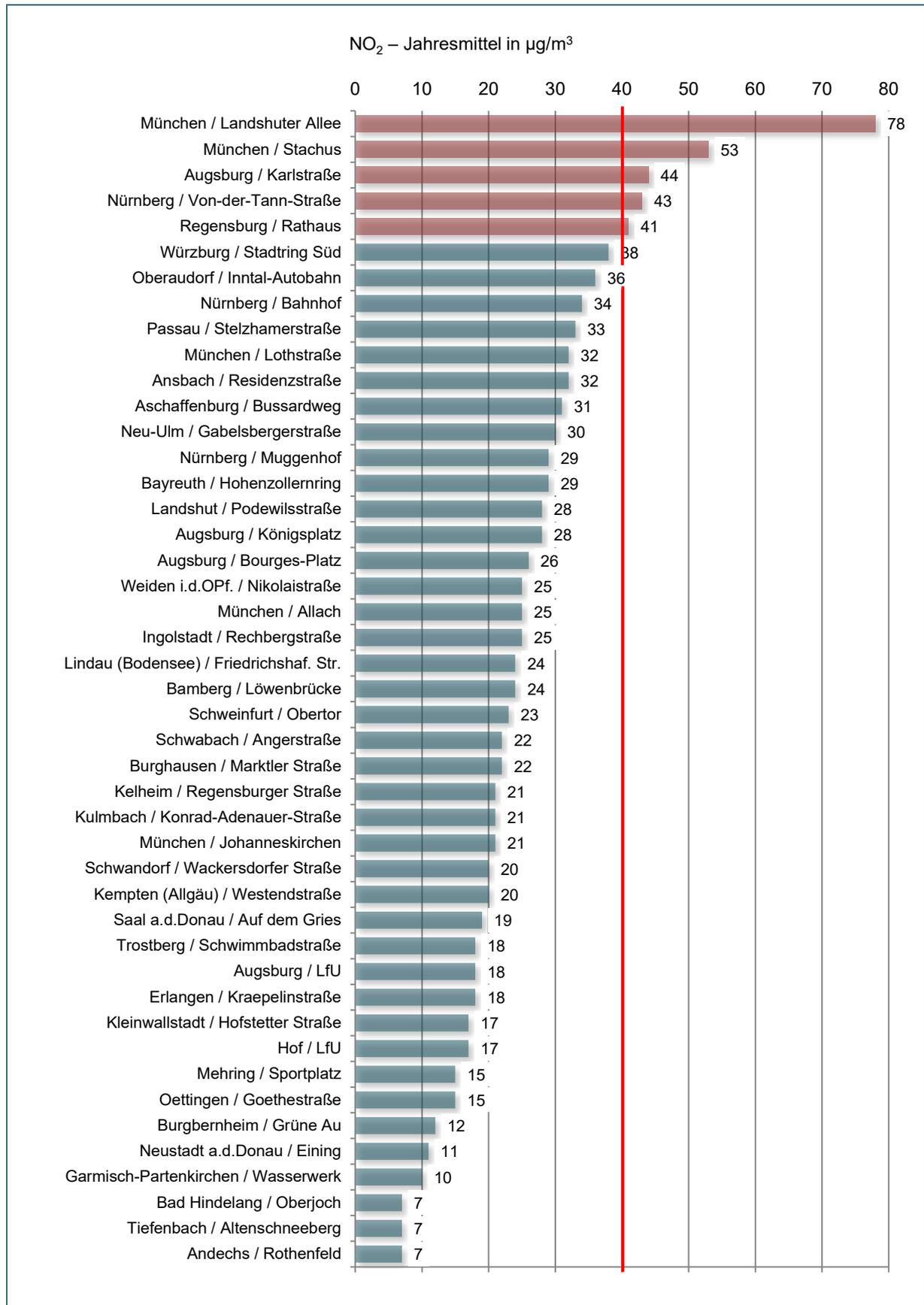


Abb. 3: Stickstoffdioxid – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert), die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [2] von 40 µg/m³.

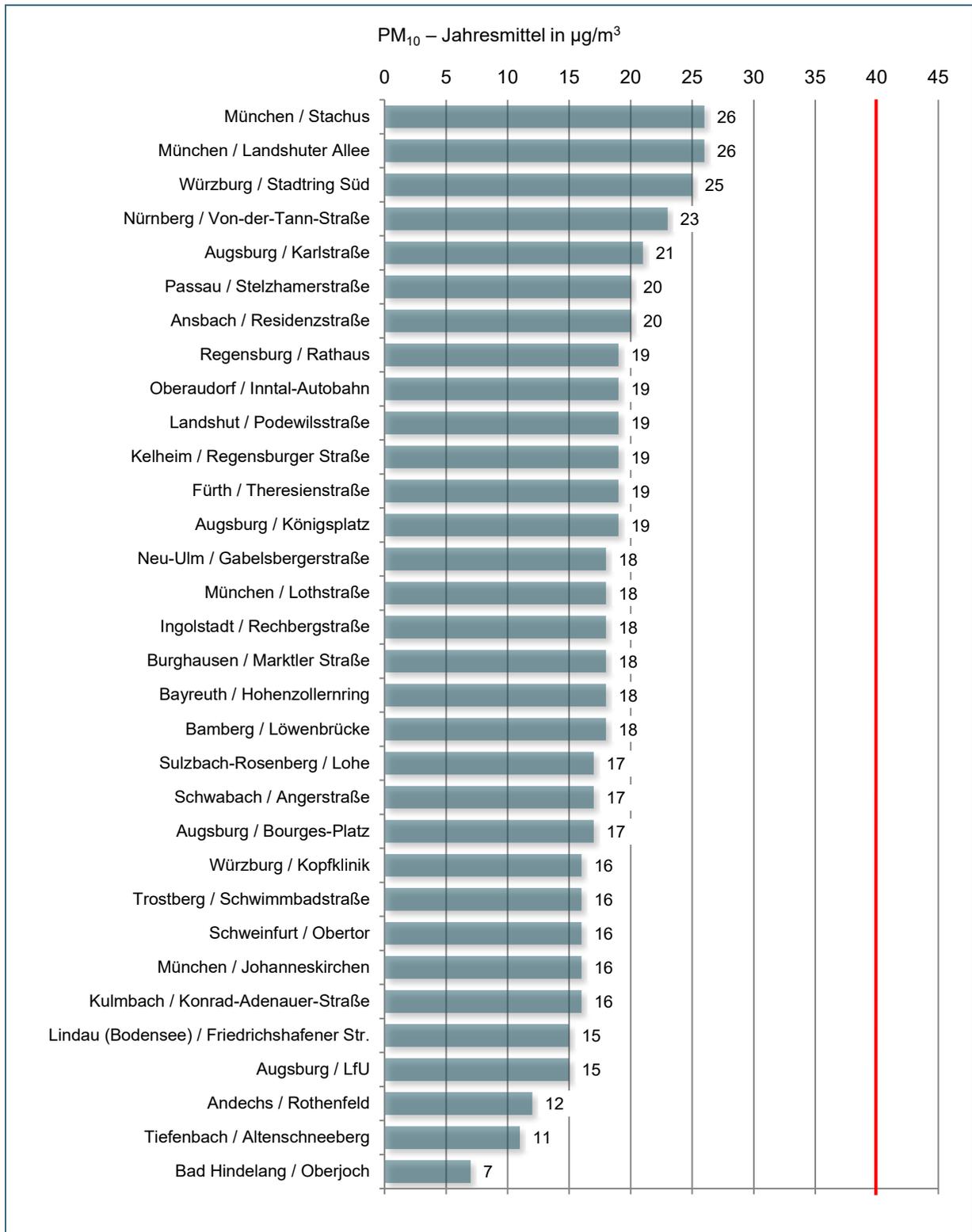


Abb. 4: Feinstaub PM₁₀ – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert), die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [2] von 40 µg/m³.

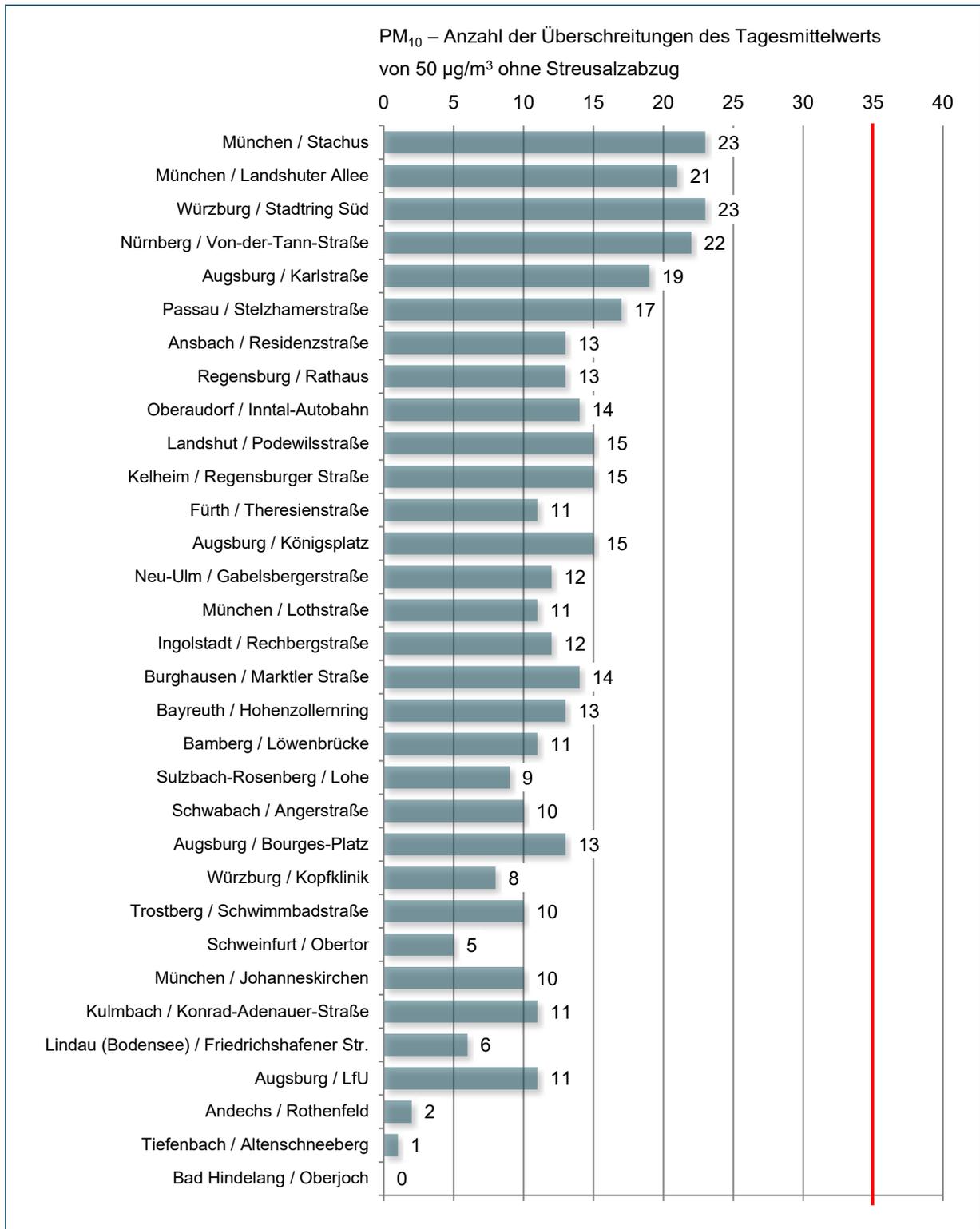


Abb. 5: Feinstaub PM₁₀ – Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes ohne Abzug des Streusalzanteils nach § 25 der 39. BImSchV [2] (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vgl. Abb. 4). Die rote Linie markiert die maximal zulässige Überschreitungsanzahl von 35 Tagen.

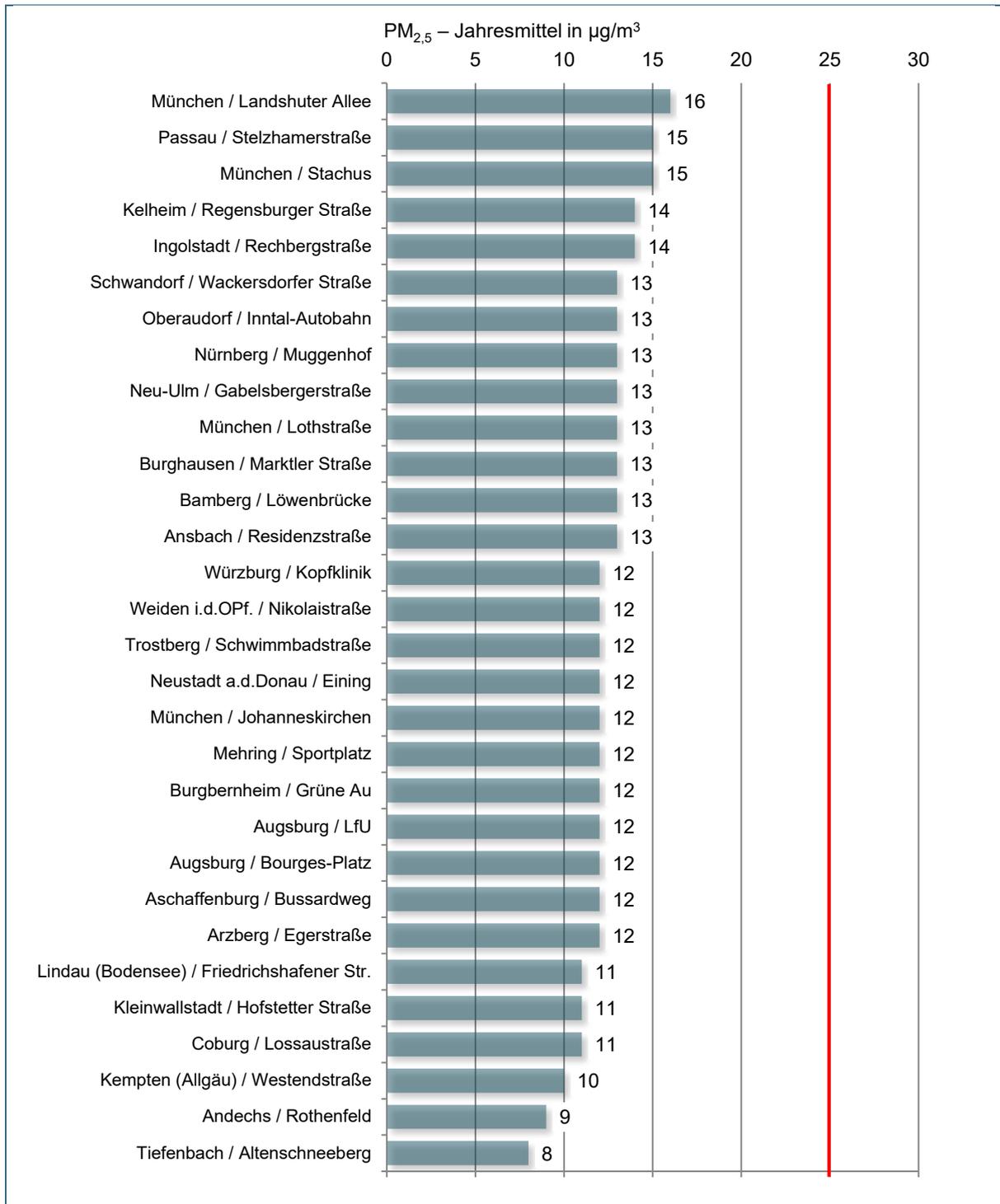


Abb. 6: Feinstaub PM_{2,5} – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert), die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [2] von 25 µg/m³.

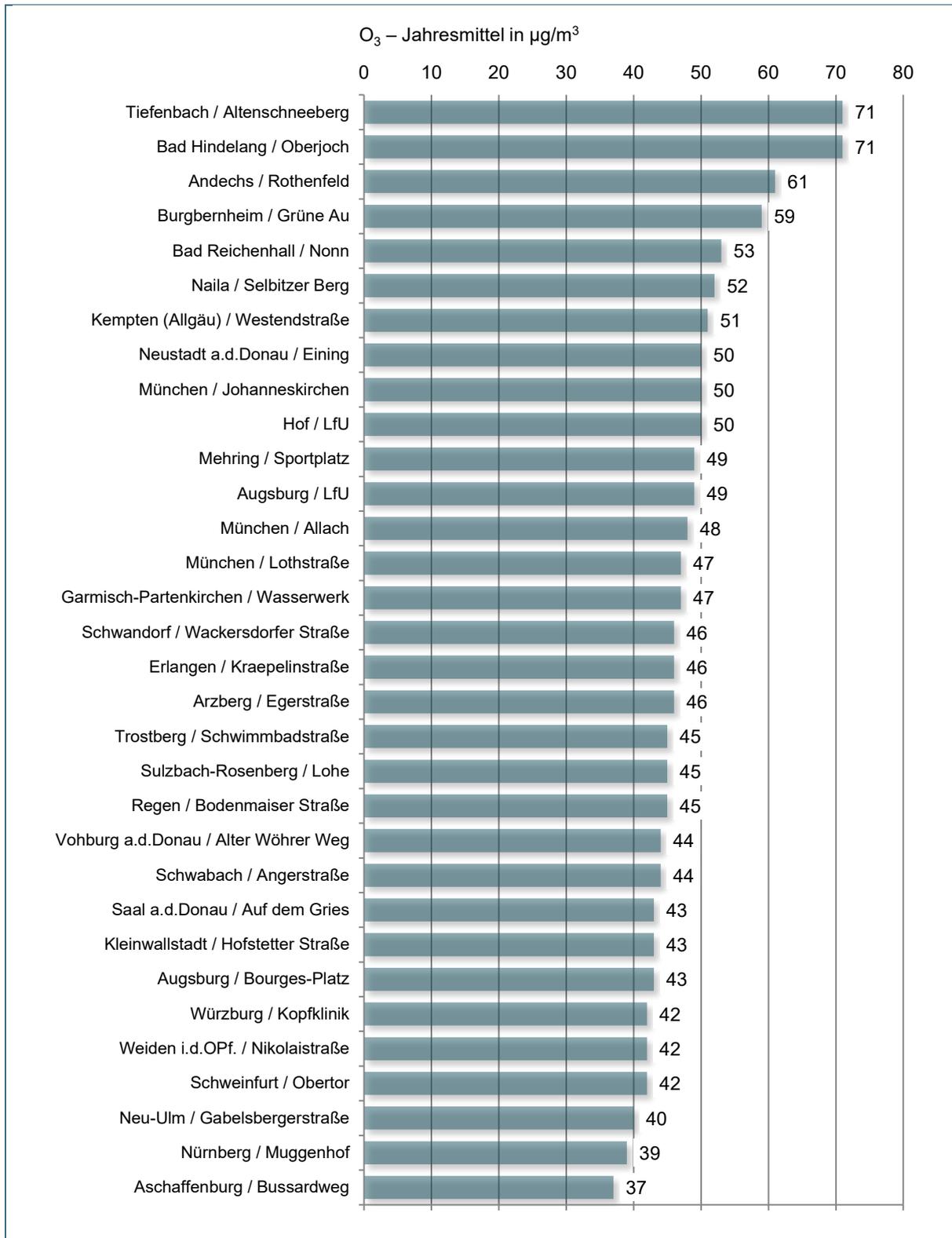


Abb. 7: Ozon – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert)

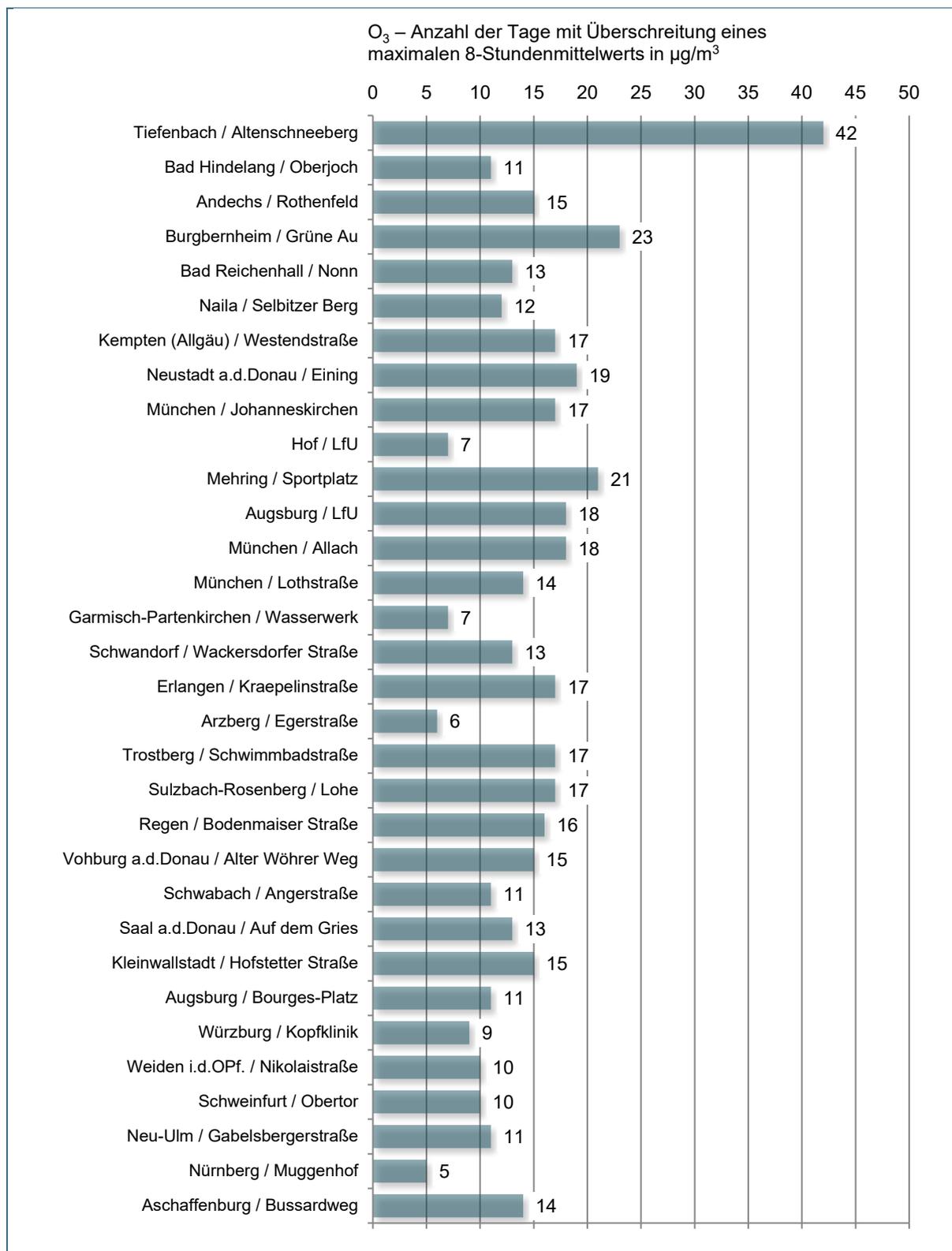


Abb. 8: Ozon – Anzahl der Tage mit Überschreitung⁴ eines maximalen 8-Stundenmittelwerts (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vgl. Abb. 7)

⁴ Beurteilungsrelevant ist der Mittelwert über drei Kalenderjahre

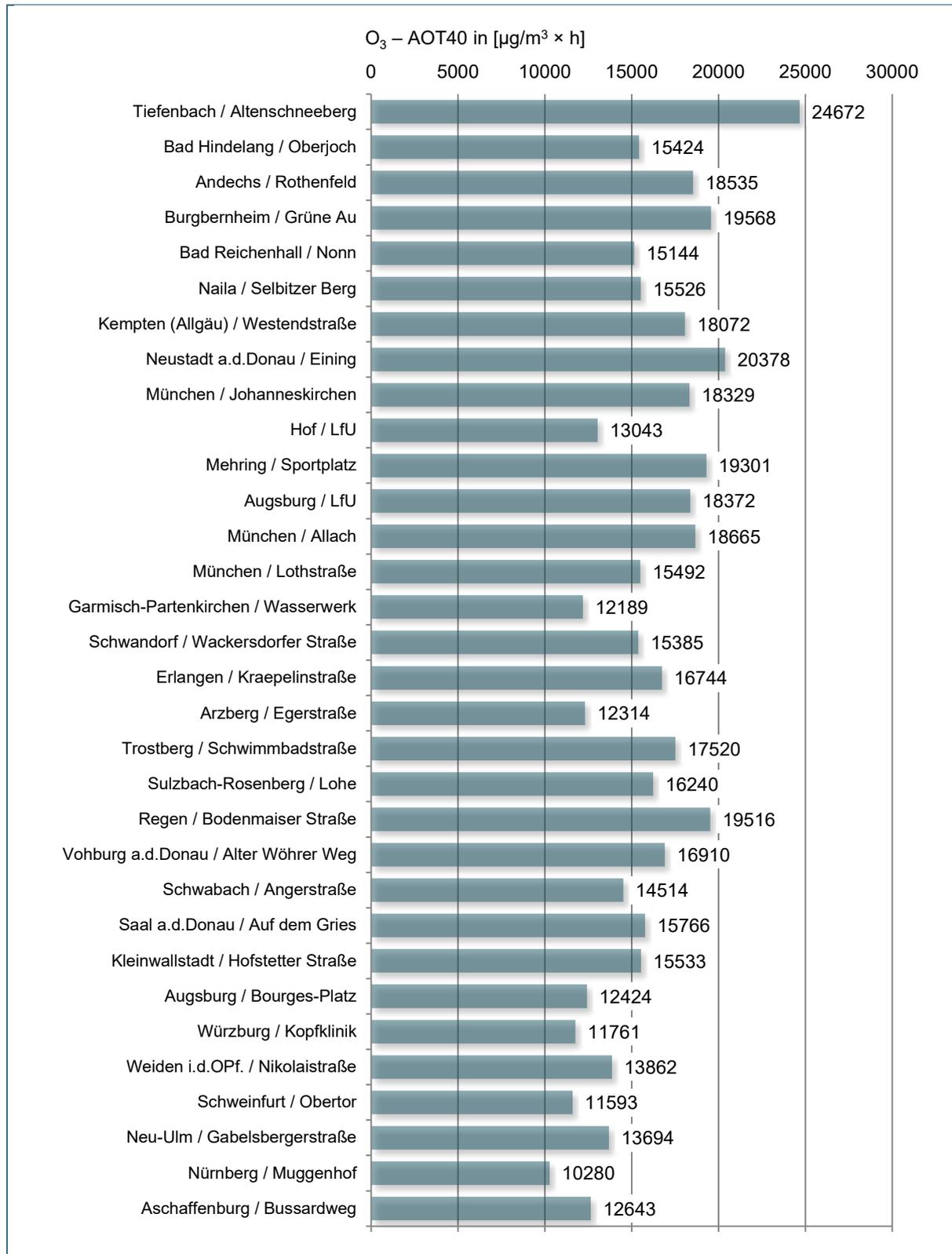


Abb. 9: Ozon – AOT40⁵ (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vgl. Abb. 7)

⁵ „Average over a Threshold of 40 ppb“ 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. Beurteilungsrelevant ist der Mittelwert über fünf Jahre.

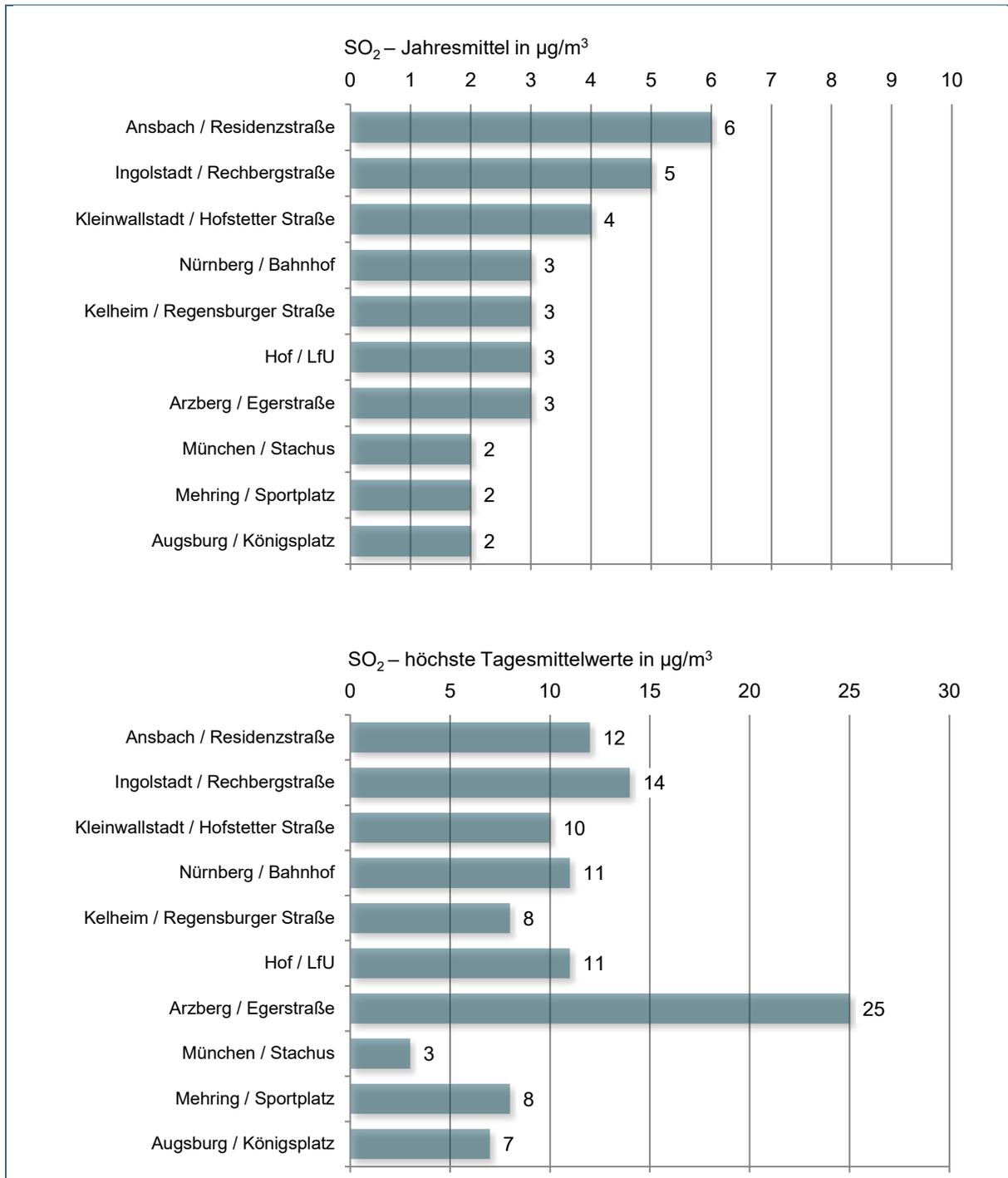


Abb. 10: Schwefeldioxid – Jahresmittelwerte und höchste Tagesmittelwerte (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert)

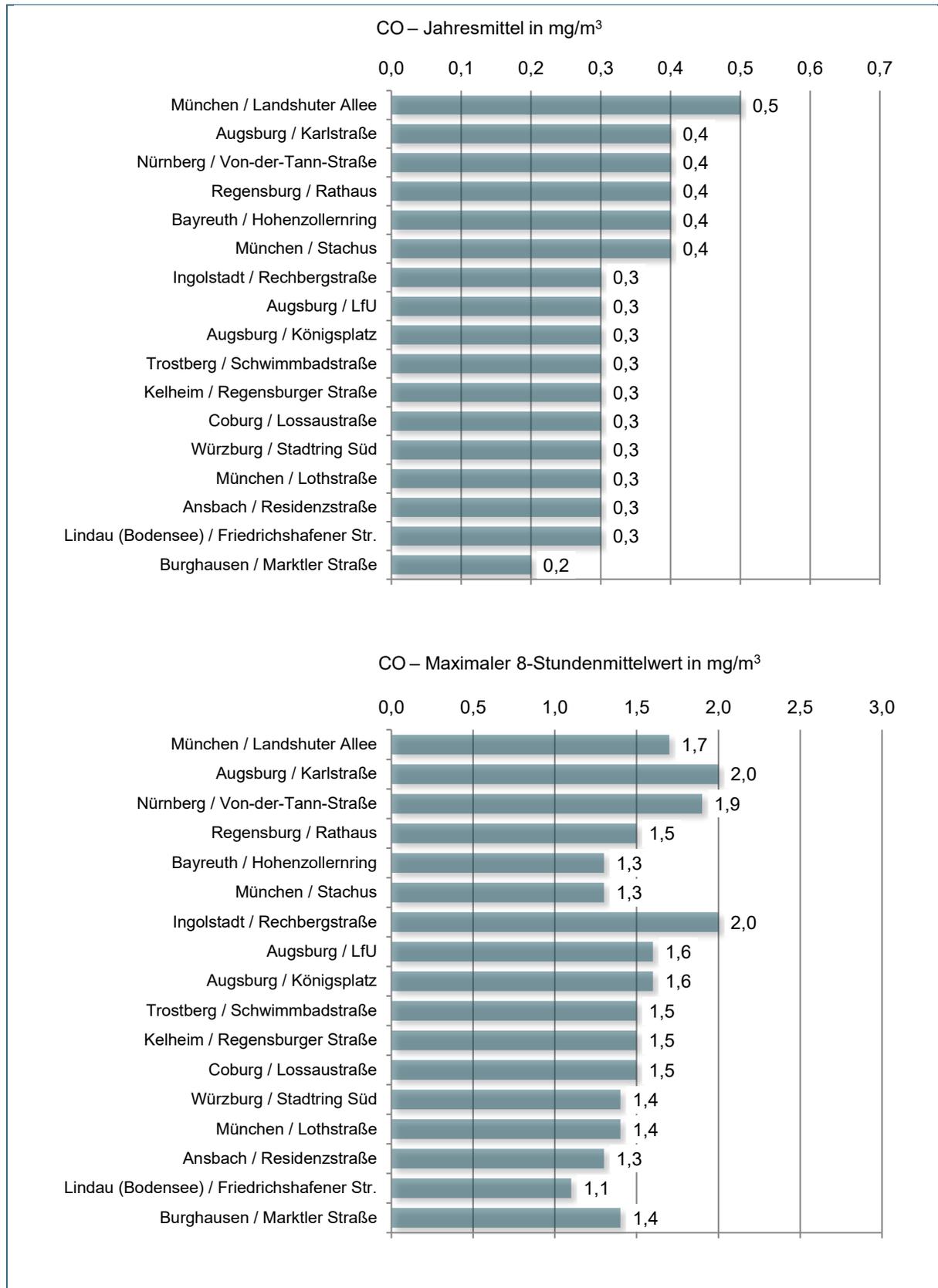


Abb. 11: Kohlenmonoxid – Jahresmittelwerte und maximaler 8-Stundenmittelwert (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert)

Tab. 8: Zielwert für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit 2015 – 2017. Anzahl der Überschreitungen des höchsten 8-Stundenmittelwerts eines Tages von > 120 µg/m³, gemittelt über drei Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).

Messstation	Typ	2015	2016	2017	Mittel (2015–2017)
Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	51	21	15	29
Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	33	4	11	16
Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG	46	23	23	31
Mehring / Sportplatz	LA-R HG	37	8	21	22
Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	36	19	19	25
Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	39	37	42	39
Garmisch-Part. / Wasserwerk	LA-ST HG		7	7	7
Naila / Selbitzer Berg	LA-ST HG	31	12	12	18
Arzberg / Egerstraße	STV HG	26	11	6	14
Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG	35	13	14	21
Augsburg / LfU	STV HG	37	25	18	27
Bad Reichenhall / Nonn	STV HG	30	6	13	16
Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG	41	22	17	27
Hof / LfU	STV HG	28	13	7	16
Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG	37	14	17	23
Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG	40	22	15	26
München / Allach	STV HG	34	17	18	23
München / Johanneskirchen	STV HG	38	15	17	23
Oettingen / Goethestraße	STV HG	36	14	–	25
Regen / Bodenmaier Straße	STV HG	30	7	16	18
Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	17	5	13	12
Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG	48	9	13	23
Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG	30	9	17	19
Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	41	16	17	25
Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	STV HG	33	21	15	23
Würzburg / Kopfklinik	STV HG	37	11	9	19
Augsburg / Bourges-Platz	ST HG	32	3	11	15
München / Lothstraße	ST HG	34	10	14	19
Neu-Ulm / Gabelsbergerstraße	ST HG	29	22	11	21
Nürnberg / Muggenhof	ST HG	27	5	5	12
Schwabach / Angerstraße	ST HG	32	11	11	18
Schweinfurt / Obertor	ST HG	27	11	10	16
Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG	29	6	10	15

Abkürzungen/Erläuterung:

„ – “ bedeutet keine ausreichende Datenverfügbarkeit

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

LfU: Landesamt für Umwelt

Fett hervorgehobene Werte liegen über dem Zielwert von 25 Überschreitungstagen

Tab. 9: Zielwert für Ozon zum Schutz der Vegetation 2013 – 2017. AOT40 in $\mu\text{g}/\text{m}^3 \times \text{h}$, gemittelt über fünf Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).

Messtation	Typ	2013	2014	2015	2016	2017	Mittel
Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	19894	–	24278	15081	18535	19447
Bad Hindelang / Oberjoch	LA-R HG	15368	15285	19914	10267	15424	15252
Burgbernheim / Grüne Au	LA-R HG	13565	19261	25783	14350	19568	18505
Mehring / Sportplatz	LA-R HG	16239	11113	18866	11192	19301	15342
Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	18059	21230	19526	14742	20378	18787
Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	12444	16967	18031	18078	24672	18038
Garmisch-Part. / Wasserwerk	LA-ST HG				9835	12189	–
Naila / Selbiter Berg	LA-ST HG	9778	14582	17694	9547	15526	13425
Arzberg / Egerstraße	STV HG	9036	10519	16810	11038	12314	11943
Aschaffenburg / Bussardweg	STV HG	10292	13528	19528	9894	12643	13177
Augsburg / LfU	STV HG	11368	15663	20912	16527	18372	16568
Bad Reichenhall / Nonn	STV HG	13600	10166	12220	9753	15144	12177
Erlangen / Kraepelinstraße	STV HG	15614	15945	22989	13793	16744	17017
Hof / LfU	STV HG	9767	15767	17333	11489	13043	13480
Kempten (Allgäu) / Westendstraße	STV HG	12243	17177	20609	11817	18072	15984
Kleinwallstadt / Hofstetter Straße	STV HG	10053	19242	21122	10997	15533	15389
München / Allach	STV HG		16155	21133	12367	18665	17080
München / Johanneskirchen	STV HG	10660	17873	19298	12622	18329	15756
Oettingen / Goethestraße	STV HG	14228	14715	22764	13052	–	16190
Regen / Bodenmaiser Straße	STV HG	10282	17828	17679	11393	19516	15340
Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	STV HG	5248	6118	10789	9434	15766	9471
Schwandorf / Wackersdorfer Straße	STV HG	8593	16165	22362	11977	15385	14896
Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG	10812	18243	17619	11804	16240	14944
Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	13926	15220	19044	13244	17520	15791
Vohburg a.d.Donau / Alter Wöhrer Weg	STV HG	13493	21314	19486	15368	16910	17314
Würzburg / Kopfklinik	STV HG	9944	14192	21465	8980	11761	13268

Abkürzungen/Erläuterung:

„ – “ bedeutet keine ausreichende Datenverfügbarkeit

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

LfU: Landesamt für Umwelt

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

3 Trendanalysen

Im Folgenden wird die langfristige Entwicklung der Schadstoffbelastung für die Komponenten Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Ozon, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid an Hand von 10-jährigen Trendanalysen betrachtet. Die Auswertung erfolgt für alle LÜB-Messstationen, bei denen Auswerteziträume von mindestens sechs Jahren 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, können aber anhand der gleitenden 12-Monatsmittelwerte in den Grafiken abgelesen werden. Zur Beurteilung der Signifikanz des Trends wird die 2-fache T-Standardabweichung herangezogen. 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. Sämtliche Langzeitverläufe mit Grafiken und Trendtabellen sind im Internetauftritt des Bayerischen Landesamts für Umwelt [24] abrufbar.

3.1 Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid

Stickstoffoxide entstehen bei allen Hochtemperaturprozessen, die unter Luftzufuhr ablaufen – insbesondere Verbrennungen –, durch Oxidation des in der Luft und im Brennstoff enthaltenen Stickstoffs. Ein Großteil der Emissionen wird dabei als Stickstoffmonoxid, der geringere Teil als Stickstoffdioxid emittiert. Mit zunehmender Verweildauer in der Atmosphäre wird Stickstoffmonoxid durch Oxidation mit Ozon oder Peroxidradikalen in Stickstoffdioxid umgewandelt. Die Emissionen der Gesamtstickstoffoxide weisen insgesamt einen abnehmenden Trend auf.

Von den mit Messgeräten für Stickstoffoxide bestückten LÜB-Messstationen wurden für 36 Stationen Trendanalysen durchgeführt. Für Stickstoffmonoxid zeigt mehr als ein Drittel aller Standorte eine rechnerische Abnahme der Belastung über die letzten zehn Jahre. An der LÜB-Messstation Augsburg/Königsplatz ist der Rückgang mit 38,2 µg/m³ am stärksten ausgeprägt. Die Bauarbeiten zur Umgestaltung des nahegelegenen Königsplatzes im Frühjahr 2012 bis Ende 2013 sind hier anteilig enthalten. Es folgen fast gleichauf die LÜB-Messstationen Lindau (Bodensee)/Friedrichshafener Straße mit 19,8 µg/m³ und Augsburg/Karlstraße mit 19,6 µg/m³ Abnahme in zehn Jahren. An drei Messstationen ist über den 10-Jahreszeitraum ein signifikant zunehmender Trend ablesbar. An den restlichen Messstationen – etwas mehr als die Hälfte – ist kein signifikanter Trend ablesbar.

Für Stickstoffdioxid zeigen 31 der 36 ausgewerteten Standorte eine signifikante Abnahme der Belastung über die letzten zehn Jahre. Mit einem Rückgang von 28,5 µg/m³ ist der Trend an der LÜB-Messstation Augsburg/Königsplatz mit Abstand am stärksten ausgeprägt. Der Umbau des nahegelegenen Königsplatzes im Frühjahr 2012 bis Ende 2013 spielt hierbei eine bedeutende Rolle. Es folgen die LÜB-Messstationen München/Stachus mit 27,5 µg/m³ und München/Landshuter Allee mit 15,3 µg/m³ Abnahme in zehn Jahren. Die stärksten absoluten Abnahmen aller Messstationen sind an den verkehrsnahen Messstationen mit den höchsten Belastungen zu verzeichnen. Aber auch im ländlichen Hintergrund liegt ein signifikanter Rückgang von 5 µg/m³ bis 9 µg/m³ in 10 Jahren vor. Ein signifikant zunehmender Trend wurde an keiner Messstation ausgewertet.

3.2 Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5})

Eine signifikante Abnahme der PM₁₀-Konzentration über die letzten zehn Jahre zeigen 28 von 29 ausgewerteten LÜB-Messstationen. Am stärksten ist der rückläufige Trend an den verkehrsbelasteten Messstationen Augsburg/Königsplatz (17,5 µg/m³) und München/Landshuter Allee (17,2 µg/m³). In den Langzeitverläufen [23] ist Anfang 2017 an fast allen Messstationen ein deutlicher Peak zu erkennen, der sich auch im gleitenden 12-Monatsmittelwert auffällig widerspiegelt. Hierbei handelt es sich um die bayernweit witterungsbedingt relativ hohe Belastung insbesondere in der zweiten Januarhälfte (siehe Kapitel 2.3). Der rückläufige 10-Jahres-Trend wird hierdurch etwas gedämpft.

Bei der Komponente Feinstaub-PM_{2,5} ist der Mindestauswertzeitraum von sechs Jahren für die Langzeitbetrachtung erst an sechs von aktuell 31 Messstationen erreicht. Die ersten offiziellen PM_{2,5}-Messungen starteten zu Beginn des Jahres 2008. An allen untersuchten Messstationen ist ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Wie bei PM₁₀ ist auch bei PM_{2,5} in den Langzeitverläufen [27] ein deutlicher Peak im Januar 2017 zu erkennen.

3.3 Ozon

Die 23 für die Trendauswertung verfügbaren Ozonmessstationen zeigen rechnerisch über die letzten zehn Jahre alle einen zunehmenden Trend, an 19 Messstationen ist dieser signifikant. Die größte langjährige Zunahme mit 10,2 µg/m³ zeigt sich an der ländlich geprägten Messstation Tiefenbach/Altenschneeberg. Weitere Informationen rund um Ozon sind im Internet [7,25] verfügbar.

3.4 Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid

Trotz des bereits sehr geringen Belastungsniveaus zeigen alle zwölf LÜB-Messstationen bei Schwefeldioxid über die letzten zehn Jahre weiterhin Abnahmen, davon sind sieben signifikant. Am deutlichsten ist die Abnahme an der Station Augsburg/Königsplatz mit 3,0 µg/m³ in der Dekade, knapp gefolgt von der Station München/Stachus mit 2,9 µg/m³.

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 [21], Langzeitverläufe seit Messbeginn), ist auf emissionsmindernde Maßnahmen in sämtlichen Sektoren, insbesondere im Bereich Kraft- und Heizwerke, zurückzuführen.

Die Kohlenmonoxidkonzentrationen nehmen an allen LÜB-Messstationen weiterhin signifikant ab. Der stärkste Rückgang ist mit 0,35 µg/m³ in den letzten zehn Jahren an der Messstation Augsburg/Königsplatz zu verzeichnen.

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 steigenden Verkehrsaufkommens insbesondere auf die Verminderung der Emissionen im Verkehrsbereich zurückzuführen. Die Konzentrationen bewegen sich heutzutage wie auch beim Schwefeldioxid auf einem sehr niedrigen Niveau.

4 Ergebnisse der Staubniederschlagsmessung

Neben den kontinuierlichen Immissionsmessungen wurden vom LfU im Rahmen der lufthygienischen Überwachung in 2017 an 20 LÜB-Messstationen Staubniederschlagsmessungen nach dem Bergerhoff-Verfahren [9] 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.

Sämtliche Staubniederschlagsproben werden auch auf ihren Gehalt an Metallen untersucht.

4.1 Erläuterung zur Staubniederschlagsmessung

4.1.1 Allgemeines

Bei der Staubdepositions-messung werden genormte Becher mit einem definierten Öffnungsquerschnitt ca. 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 usw.) 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 werden 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.

4.1.2 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 [14] sind Immissionswerte für Staubniederschlag sowie für Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Thallium als Bestandteil des Staubniederschlags festgelegt. Darüber hinaus sind im Anhang 2, Ziffer 5 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) [28] zulässige jährliche Frachten über alle Wirkungspfade für die Komponenten Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink angegeben. Für die restlichen Komponenten sind keine Immissions- bzw. Beurteilungswerte festgelegt.

4.1.3 Wiederfindungsraten

Meist liegen die interessierenden Stoffe in den Staubproben nicht in Reinform (Element), sondern als chemische Verbindung mit Sauerstoff oder anderen Elementen vor. Die Proben müssen für den möglichst quantitativen Nachweis der Inhaltsstoffe daher einem Säureaufschluss (DIN EN 15841 [29]) 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 ca. 70 %, d. h., 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 Analysenergebnisse. Daher ist bei den Werten für Aluminium und einigen anderen Inhaltsstoffen seit 2011 ein Anstieg zu beobachten, der größtenteils 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 Analysenergebnisse 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.

4.1.4 Quelle der Inhaltsstoffe, Ausreißer

Mit 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 Silicium 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.

4.1.5 Nachweisgrenzen

Sowohl das Messverfahren nach Bergerhoff [9] 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 Nachweisgrenze mit vorangestelltem „<“ Zeichen angegeben. Die Bestimmungsgrenzen können sich durch Änderungen des Analysenverfahrens verschieben. Liegt ein Probenergebnis unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze, fließt der halbe Wert der Bestimmungsgrenze in die Berechnung der Monats- und Jahresmittelwerte ein.

4.2 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 be-

rechnet. Die Mindestdatenverfügbarkeit zur Angabe eines Monats- bzw. Jahresmittelwerts wird mit 75 % angesetzt. Die Jahresmittelwerte der Deposition von Gesamtstaub und dessen Inhaltsstoffe sind in Tab. 10 (LÜB-Messstationen) und Tab. 11 (Standorte der immissionsökologischen Dauerbeobachtung) zusammengestellt. Darüber hinaus können Monatsmittelwerte im Internet [25] abgerufen werden.

Die dargestellten Messergebnisse des Auswertjahres 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. 10 und Tab. 11 aller Jahresmittelwerte sind betroffene Werte deshalb grau markiert. 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 Staubbiederschlagsmessungen kurz zusammengefasst. In Tab. 12 sind die Jahresmittelwerte der Gesamtstaubmasse mit Inhaltsstoffen aufgeführt. Eine ausführliche Dokumentation der Messergebnisse in Form von Monatsmittelwerten kann im Internet unter der Rubrik Auswertungen -> Weitere Auswertungen -> Staubbiederschlag und Inhaltsstoffe [25] abgerufen werden.

4.2.1 Gesamtstaubbiederschlag

Die Staubbiederschlagsbelastung blieb bis auf eine Ausnahme an den LÜB-Messstationen deutlich unter der Bezugsgröße der TA Luft [14] von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$. Nur knapp darunter lag mit $0,335 \text{ g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ das Messergebnis an der Messstation München/Stachus. Der vergleichsweise hohe Wert wurde maßgeblich durch eine ganzjährige Baustelle (Gebäudesanierung) auf der gegenüberliegenden Straßenseite beeinflusst. An der LÜB-Messstation Augsburg/Königsplatz – in den Vorjahren die Messstation mit dem höchsten Wert – wurde mit $162 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ der zweithöchste Wert ermittelt. Nach Stationskategorie klassifiziert bewegte sich die Deposition (jeweils ohne höchsten und niedrigsten) in folgenden Bandbreiten: an Verkehrsmessstationen zwischen $57 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ bis $162 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$, im städtischen und vorstädtischen Hintergrund zwischen $41 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und $79 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$, im ländlichen Hintergrund zwischen $22 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und $42 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$.

4.2.2 Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag

Für die analysierten Inhaltsstoffe im Staubbiederschlag, für die ein Grenzwert nach TA Luft [14] und/oder BBodSchV [28] vorgegeben ist (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Thallium, Zink), liegen mit einer Ausnahme alle Jahresmittelwerte deutlich unter den Immissionswerten. An der LÜB-Messstation Augsburg/Königsplatz wurde mit $16,0 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ im Jahresmittel wieder die höchste Nickeldeposition gemessen, die knapp über dem Immissionswert der TA Luft von $15 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ [14] liegt. Der BBodSchV-Wert von $27,4 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ [28] wurde unterschritten. 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. 10: Jahresmittelwerte des Gesamtstaubniederschlags angegeben in mg/(m² × d) und dessen Inhaltsstoffe angegeben in µg/(m² × d) im Jahr 2017 im LÜB-Messnetz

Typ	LÜB-Station	Gesamtstaub	Aluminium	Antimon	Arsen	Barium	Blei	Cer	Chrom	Eisen	Kadmium	Kobalt	Kupfer	Lanthan	Mangan	Molybdän	Nickel	Niob	Thallium	Vanadium	Wismut	Zink	Zinn
ST VK	Augsburg / Königsplatz	162	592	1,10	0,437	17,3	3,37	1,24	41,4	4020	0,04	0,544	34,3	0,625	73,6	1,66	16,0	0,179	< 0,05	2,07	0,245	40,7	4,40
ST VK	Bayreuth / Hohenzollernring	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ST VK	Kelheim / Regensburger Straße	57	553	0,671	0,292	12,0	1,90	1,18	5,40	774	0,05	0,26	11,0	0,747	21,3	0,629	2,3	0,142	< 0,05	1,19	0,13	40,0	1,82
ST VK	Landshut / Podewilsstraße	57	632	0,825	0,329	17,4	2,69	1,09	3,8	791	0,04	0,25	16,3	0,583	19,3	0,581	1,7	0,119	< 0,05	1,23	0,19	33,9	3,22
ST VK	Lindau (Bodensee) / Friedrichshafener Str.	159	718	0,841	0,340	23,6	2,80	1,13	3,7	872	0,093	0,28	16,1	0,540	57,8	0,614	1,5	0,136	< 0,05	1,54	0,19	32,1	2,57
ST VK	München / Landshuter Allee	160	1130	4,07	0,523	45,8	5,54	2,09	13,0	2550	0,065	0,548	75,7	0,971	43,7	2,42	3,53	0,389	< 0,05	2,57	0,786	105	14,2
ST VK	München / Stachus	335	1640	2,84	1,05	72,5	9,51	3,07	19,6	4100	0,187	0,955	92,8	1,67	111	2,85	6,55	0,417	< 0,05	4,24	0,874	167	17,1
ST VK	Nürnberg / Bahnhof	45	513	1,03	0,262	19,3	2,64	0,83	5,41	1240	0,062	0,316	20,7	0,43	22,8	0,822	2,4	0,186	< 0,05	1,50	0,20	35,5	2,69
ST VK	Regensburg / Rathaus	95	1210	1,78	0,449	26,8	2,86	3,49	7,16	1770	0,061	0,551	31,0	1,62	36,7	0,941	2,5	0,369	< 0,05	2,43	0,332	59,4	5,46
ST HG	Schweinfurt / Obertor	42	546	0,598	0,214	17,7	2,53	0,85	5,15	712	0,052	0,29	12,3	0,42	20,6	0,47	2,4	0,197	< 0,05	1,22	0,11	23,3	1,84
STV HG	Augsburg / LfU	34	386	0,29	0,16	7,13	1,07	0,51	2,0	370	0,03	0,14	5,33	0,26	19,6	0,22	1,00	0,0596	< 0,05	0,792	0,08	10,9	0,72
STV HG	Burghausen / Marktler Straße	79	663	1,30	0,278	16,3	1,78	1,14	3,8	843	0,04	0,27	10,6	0,986	30,9	0,581	1,6	0,141	< 0,05	1,45	0,438	39,2	1,51
STV HG	Hof / LfU	44	569	0,43	0,217	68,7	1,32	0,73	3,0	671	0,053	0,328	13,1	0,34	51,4	0,504	1,8	0,121	< 0,05	1,69	0,09	24,5	1,08
STV HG	München / Johanneskirchen	79	435	0,41	0,220	10,5	1,38	0,73	2,7	453	0,104	0,18	8,41	0,36	24,9	0,32	1,4	0,0721	< 0,05	0,886	0,13	39,2	1,20
STV HG	Saal a.d.Donau / Auf dem Gries	41	477	0,740	0,224	22,3	1,33	0,81	2,0	513	0,052	0,18	9,44	0,523	16,2	0,559	0,84	0,0952	< 0,05	0,992	0,11	23,7	1,13
STV HG	Schwandorf / Wackersdorfer Straße	56	444	0,48	0,19	11,0	1,27	0,88	2,1	477	0,072	0,26	8,03	0,41	46,8	0,30	1,18	0,0939	< 0,05	0,896	0,10	23,2	1,28
STV HG	Würzburg / Kopfklinik	42	440	0,548	0,19	7,73	1,51	0,61	3,0	609	0,03	0,22	9,31	0,33	15,0	0,33	1,5	0,144	< 0,05	0,998	0,08	17,5	1,25
LA-ST HG	Naila / Selbitzer Berg	43	693	0,37	0,461	9,07	1,44	1,01	3,2	860	0,04	0,393	7,86	0,48	17,7	0,26	1,8	0,133	< 0,05	1,91	0,08	24,8	1,63
LA-R HG	Andechs / Rothenfeld	42	376	0,22	0,19	5,26	1,19	0,5	1,4	297	0,03	0,12	2,9	0,24	11,9	0,18	0,70	0,049	< 0,05	0,823	0,08	9,7	0,52
LA-R HG	Tiefenbach / Altenschneeberg	54	279	0,23	0,15	9,60	1,56	0,3	1,1	229	0,520	0,12	4,8	0,17	109	0,20	2,2	0,044	< 0,05	0,553	0,05	21,2	0,61

Legende:

- einzelner Probenwert enthalten, der den Jahresmittelwert deutlich beeinflusst (bei Barium keine Markierung bei erhöhten Proben, die auch zum Silvesterfeuerwerk exponiert waren)
- in nahem Umfeld Gebäudesanierung, die bei der Bewertung des Gesamtstaubs und erhöhter Staubinhaltsstoffe zu berücksichtigen ist
- keine ausreichende Datenverfügbarkeit

LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr, LfU: Landesamt für Umwelt, LÜB: Lufthygienesches Landesüberwachungssystem Bayern

Tab. 11: 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 2017 der immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen (DBS)

Typ	Immissionsökologische DBS		Inhaltsstoffe																					
			Gesamtstaub	Aluminium	Antimon	Arsen	Barium	Blei	Cer	Chrom	Eisen	Kadmium	Kobalt	Kupfer	Lanthan	Mangan	Molybdän	Nickel	Niob	Thallium	Vanadium	Wismut	Zink	Zinn
LA-R HG	Bidingen	RW 4404550, HW 5297345	36	250	0,19	0,17	3,0	1,08	0,3	0,6	198	0,03	0,08	4,3	0,17	7,98	0,16	0,38	0,033	< 0,05	0,533	0,06	10,4	0,4
	Eining	RW 4484072, HW 5413420	22	273	0,17	0,14	2,9	0,86	0,4	0,7	208	0,02	0,08	2,3	0,39	8,88	0,11	0,40	0,039	< 0,05	0,586	0,04	6,4	0,3
	Grassau	RW 4533600, HW 5294790	33	378	0,27	0,19	4,7	1,52	0,5	1,0	305	0,04	0,12	3,4	0,24	18,3	0,20	0,56	0,0509	< 0,05	0,839	0,11	13,0	0,90
	Kulmbach	RW 4457360, HW 5550280	39	378	0,21	0,16	4,7	1,22	0,52	0,9	314	0,052	0,16	3,3	0,26	18,0	0,15	0,60	0,0665	< 0,05	0,802	0,05	10,7	0,4
	Möhrendorf	RW 4426883, HW 5499267	30	273	0,22	0,14	4,1	1,11	0,4	0,7	227	0,03	0,11	2,6	0,21	18,6	0,13	0,48	0,0501	0,08	0,555	0,04	6,7	0,4
	Weibersbrunn	RW 4316715, HW 5532870	22	281	0,28	0,19	3,9	2,07	0,4	1,1	252	0,055	0,10	2,8	0,22	18,7	0,19	0,57	0,0537	< 0,05	0,685	0,06	9,1	0,55
ST HG	Augsburg	RW 4419196, HW 5356264	81	353	0,37	0,354	47,3	1,18	0,5	1,8	386	0,03	0,17	9,17	0,24	14,4	0,40	0,82	0,0639	< 0,05	0,733	0,09	19,4	1,03

Legende:

einzelner Probenwert enthalten, der den Jahresmittelwert deutlich beeinflusst (bei Ba keine Markierung bei erhöhten Proben, die auch zum Silvesterfeuerwerk exponiert waren)

LA: ländlich, R: regional, ST: städtisch, STV: vorstädtisch, HG: Hintergrund, VK: Verkehr, LfU: Landesamt für Umwelt, LÜB: Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern

5 Messungen der Stadt Nürnberg

Die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN), Eigenbetrieb der Stadt Nürnberg, betreibt auf dem Stadtgebiet mehrere Luftmessstationen zur kontinuierlichen Überwachung der Qualität der Außenluft. Die von der SUN für das Jahr 2017 übermittelten Messergebnisse sind nachfolgend dargestellt. Es handelt sich um keine Messdaten zur Beurteilung der Luftqualität gemäß 39. BImSchV [2].

Tab. 12: Immissionsmessergebnisse 2017 der Stadt Nürnberg

PM₁₀	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl Tage mit Tagesmittelwert > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jakobsplatz	18	9
Flughafen	18	6

PM_{2,5}	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Jakobsplatz	14
Flughafen	11

O₃	Anzahl Tage 8-h-MW > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AOT40 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) × h
Jakobsplatz	14	14034
Flughafen	24	18628

NO₂	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Jakobsplatz	29
Muggenhof	29
Flughafen	18

Benzol	Jahresmittelwert ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Flughafen	0,9

6 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Übersicht der bayerischen Luftmessstationen, Stand Dezember 2017 – Teil1	7
Tab. 2:	Bestückungsliste der Luftmessstationen, Stand Dezember 2017 – Teil 1	9
Tab. 3:	Eingesetzte Messgeräte im Luftmessnetz	11
Tab. 4:	Grenzwerte (GW), Alarmschwellen und Zielwerte (ZW) der 39. BImSchV [2]	13
Tab. 5:	Immissions-, Richt-, Leit-, Schwellen- und Zielwerte	14
Tab. 6:	Immissionskenngrößen für das Jahr 2017 – Teil 1	24
Tab. 7:	Immissionskenngrößen für das Jahr 2017 – die Inhaltsstoffe Blei, Arsen, Cadmium, Nickel und Benzo[a]pyren in der PM ₁₀ -Fraktion	26
Tab. 8:	Zielwert für Ozon zum Schutz der menschlichen Gesundheit 2015 – 2017. Anzahl der Überschreitungen des höchsten 8-Stundenmittelwerts eines Tages von > 120 µg/m ³ , gemittelt über drei Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).	37
Tab. 9:	Zielwert für Ozon zum Schutz der Vegetation 2013 – 2017. AOT40 in µg/m ³ × h, gemittelt über fünf Kalenderjahre (sortiert nach Stationstyp).	38
Tab. 10:	Jahresmittelwerte des Gesamtstaubniederschlags angegeben in mg/(m ² × d) und dessen Inhaltsstoffe angegeben in µg/(m ² × d) im Jahr 2017 im LÜB-Messnetz	45
Tab. 11:	Jahresmittelwerte des Gesamtstaubniederschlags angegeben in mg/(m ² × d) und dessen Inhaltsstoffe angegeben in µg/(m ² × d) im Jahr 2017 der immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen (DBS)	46
Tab. 12:	Immissionsmessergebnisse 2017 der Stadt Nürnberg	47

7 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Karte mit den Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB)	6
Abb. 2:	Stickstoffmonoxid – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert)	27
Abb. 3:	Stickstoffdioxid – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert), die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [2] von 40 µg/m ³ .	28
Abb. 4:	Feinstaub PM ₁₀ – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert), die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [2] von 40 µg/m ³ .	29
Abb. 5:	Feinstaub PM ₁₀ – Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes ohne Abzug des Streusalzanteils nach § 25 der 39. BImSchV [2] (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vgl. Abb. 4). Die rote Linie markiert die maximal zulässige Überschreitungsanzahl von 35 Tagen.	30
Abb. 6:	Feinstaub PM _{2,5} – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert), die rote Linie markiert den Grenzwert der 39. BImSchV [2] von 25 µg/m ³ .	31
Abb. 7:	Ozon – Jahresmittelwerte (absteigend sortiert)	32
Abb. 8:	Ozon – Anzahl der Tage mit Überschreitung eines maximalen 8-Stundenmittelwerts (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vgl. Abb. 7)	33

Abb. 9:	Ozon – AOT40 (im Kalenderjahr, absteigend sortiert nach Jahresmittelwert, vgl. Abb. 7)	34
Abb. 10:	Schwefeldioxid – Jahresmittelwerte und höchste Tagesmittelwerte (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert)	35
Abb. 11:	Kohlenmonoxid – Jahresmittelwerte und maximaler 8-Stundenmittelwert (absteigend sortiert nach Jahresmittelwert)	36

8 Literaturverzeichnis

- [1] 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 Art. 3 des Gesetzes zur Einführung einer wasserrechtlichen Genehmigung für Behandlungsanlagen für Deponiesickerwasser, zur Änderung der Vorschriften zur Eigenschaftsfeststellung für Anlagen zum Lagern, Abfüllen oder Umschlagen wassergefährdender Stoffe und zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 18. Juli 2017. BGBl. I (2017) 52, S. 2771–2773
- [2] 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 die Erste Verordnung zur Änderung der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV. Vom 10. Oktober 2016. BGBl. I (2016) 48, S. 2244–2248
- [3] 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
- [4] RICHTLINIE 2004/107/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Cadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft. ABl. L 23 vom 26.01.2005, S. 3–16
- [5] 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
- [6] Bayerisches Immissionsschutzgesetz (BayImSchG). Vom 8. Oktober 1974. GVBl. (1974) 21, S. 479–502
Zuletzt geändert durch § 1 des Gesetzes zur Änderung des Bayerischen Immissionsschutzgesetzes und weiterer Rechtsvorschriften vom 24. Juli 2018. GVBl. (2018) 14, S. 608–610
- [7] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Immissionen > Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern – LÜB.
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/index.htm>

- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Aktuelles > Luftmessstationen > Das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB).
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/doc/lueb.pdf>
- [9] VDI 4320 Blatt 2. Messung atmosphärischer Depositionen. Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode.
Beuth-Verlag, Januar 2012, 23 S.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] DIN EN 15549: Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft.
Beuth-Verlag, Berlin, Januar 2008, 53 S.
- [13] 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>
- [14] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft – Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft). Vom 24. Juli 2002.
GMBl. (2002) 25–29, S. 511–605
- [15] VDI 2310 Blatt 12. Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen. Maximale Immissions-Konzentrationen für Stickstoffdioxid.
Beuth-Verlag, Berlin, Dezember 2004, 44 S.
- [16] VDI 2310 Blatt 15. Maximale Immissions-Werte zum Schutz des Menschen. Maximale Immissions-Konzentrationen für Ozon. Beuth-Verlag, Berlin, Dezember 2001, 72 S.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Aktuelles > Luftmesswerte > Jahreskurzbericht 2017.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/doc/jahreskurzberichte/jk17.pdf
- [20] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Luftreinhaltung > Luftreinhalteplanung und Verkehr > Projekte und Untersuchungen > Streusalzberichte > Quantifizierung des Beitrags von Streusalz zur Feinstaubbelastung > Streusalzbericht 2017 – PDF.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/doc/jahreskurzberichte/jk17.pdf

- [21] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Daten und Karten > Langzeitverläufe: Entwicklung der Luftqualität – Jahresauswertungen > Langzeitverläufe Luftschadstoffe > Seit Messbeginn bis 2014.
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/langzeitverlaeufe/index.htm>
- [22] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Immissionsmessungen > Auswertungen > Weitere Auswertungen > BTX-Passivsammler > BTX-Passivsammlerergebnisse 2017 – PDF.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/btx_passivsammlerergebnisse_2017.pdf
- [23] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Immissionsmessungen > Auswertungen > Weitere Auswertungen > PM₁₀-Inhaltsstoffe > PM₁₀-Inhaltsstoffe 2017 – PDF.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/pm10_inhaltsstoffe_2017.pdf
- [24] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Daten und Karten > Langzeitverläufe: Entwicklung der Luftqualität – Jahresauswertungen > Langzeitverläufe Luftschadstoffe Langzeitverläufe.
<https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/langzeitverlaeufe/index.htm>
- [25] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Immissionsmessungen > Auswertungen > Weitere Auswertungen > Staubniederschlag und Inhaltsstoffe > Staubniederschlag und Inhaltsstoffe 2017.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/staubniederschlag_inhaltsstoffe_2017.pdf
- [26] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Immissionsmessungen > Auswertungen > Weitere Auswertungen > Windrosen > Windrosen 2017 – PDF.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/doc/windrosen_2017.pdf
- [27] Bayerisches Landesamt für Umwelt:
Startseite > Themen > Luft > Daten und Karten > Langzeitverläufe: Entwicklung der Luftqualität – Jahresauswertungen > Langzeitverläufe Luftschadstoffe Langzeitverläufe.
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/langzeitverlaeufe/doc/pm25_langzeit.pdf
- [28] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Vom 12. Juli 1999.
BGBl. I (1999) 36, S. 1554–1582).
Zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 4 der Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung vom 27. September 2017.
BGBl. I (2017) 65, S. 3465–3512
- [29] DIN EN 15841, Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition.
Beuth-Verlag, Berlin, April 2010; 32 S.

