7 Anhang

7.1 Abkürzungen

7.1.1 Mittelwerte

Die Berechnung der Mittelwerte erfolgt gemäß Anlage 6 IG-L [1]. Die Zeitangaben beziehen sich auf das Ende des jeweiligen Mittelungszeitraums in Mitteleuropäischer Zeit (MEZ).

Kürzel	Bezeichnung	Bemerkung
HMW	Halbstundenmittelwert	Schrittweite: 30 Minuten (48 Werte pro Tag)
1MW	Einstundenmittelwert	Schrittweite: eine Stunde (24 Werte pro Tag)
MW3	Dreistundenmittelwert	gleitende Auswertung aus HMW, Schrittweite: 30 Minuten
MW8	Achtstundenmittelwert	gleitende Auswertung aus HMW, Schrittweite: 30 Minuten
MW8-O	Achtstundenmittelwert für	gleitende Auswertung aus 1MW, Schrittweite: 60 Minuten
TMW	Tagesmittelwert	Mittelwert der HMW von 0-24 Uhr
MMW	Monatsmittelwert	Mittelwert der HMW eines Monats
WMW	Wintermittelwert	Mittelwert der HMW vom 1. Oktober des Vorjahres bis 31. März
SMW	Sommermittelwert	Mittelwert der HMW vom 1. April bis 30. September
JMW	Jahresmittelwert	Mittelwert der HMW eines Jahres
AOT40	AOT40	Englisch: „accumulation over threshold of 40 ppb“ ¹³

Tabelle 40: Mittelwerte

¹³ Der AOT40 ist im Ozongesetz [3] als die Summe der Differenzen zwischen den Konzentrationen über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter ausschließlicher Verwendung der Einstundenmittelwerte (1MW) zwischen 8 und 20 Uhr MEZ im Zeitraum von Mai bis Juli definiert.

7.1.2 Luftschadstoffe

Kürzel	Bezeichnung	Bemerkung
SO ₂	Schwefeldioxid	
PM ₁₀	Feinstaub < 10 µm	„Particulate Matter“ ¹⁴
PM _{2,5}	Feinstaub < 2,5 µm	„Particulate Matter“ ¹⁵
NO ₂	Stickstoffdioxid	
NO	Stickstoffmonoxid	
NO _x	Stickstoffoxide	NO _x [ppb] = NO [ppb] + NO ₂ [ppb]
CO	Kohlenmonoxid	
O ₃	Ozon	
C ₆ H ₆	Benzol	
Cd	Kadmium	
As	Arsen	
Ni	Nickel	
B(a)P	Benzo(a)pyren	
Pb	Blei	
DEP	Staubniederschlag (Deposition)	
UFP	Ultrafeinstaub, bzw. Ultrafeine Partikel	
NH ₃	Ammoniak	

Tabelle 41: Luftschadstoffe

7.1.3 Meteorologie

Kürzel	Bezeichnung	Bemerkung
WGR	Windgeschwindigkeit und -richtung	
TP	Temperatur	
REG	Regen	beinhaltet auch Schneefall
RF	Relative Luftfeuchtigkeit	

Tabelle 42: Meteorologie

¹⁴ Partikel, die einen gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.

¹⁵ Partikel, die einen gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.

7.1.4 Einheiten

Kürzel	Bezeichnung	Bemerkung
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mikrogramm pro Kubikmeter	10^{-6} Gramm pro Kubikmeter
mg/m^3	Milligramm pro Kubikmeter	10^{-3} Gramm pro Kubikmeter
ng/m^3	Nanogramm pro Kubikmeter	10^{-9} Gramm pro Kubikmeter
nm	Nanometer	1 nm = 10^{-9} Meter
μm	Mikrometer	1 μm = 10^{-6} Meter
ppb	parts per billion	beachte: billion = 10^9 , d.h. „Milliarde“ im Deutschen
ppm	parts per million	
$\text{mg}/(\text{m}^2\text{d})$	Milligramm pro Quadratmeter und Tag	
p/cm^3	Partikel pro Kubikzentimeter	
p/ml	Partikel pro Milliliter	ident zu p/cm^3
$(\mu\text{g}/\text{m}^3)\text{h}$	Mikrogramm pro Kubikmeter Stunden	

Tabelle 43: Einheiten

7.1.5 Allgemein

Kürzel	Bezeichnung	Bemerkung
IG-L	Immissionsschutzgesetz-Luft	BGBI. I Nr. 115/1997 in der geltenden Fassung (siehe [1])
ICP/MS	Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma	Inductively Coupled Plasma / Mass Spectrometry
CPC	Kondensationspartikelzähler	<u>C</u> ondensation <u>P</u> article <u>C</u> ounter

Tabelle 44: Bezeichnungen – allgemein

7.2 Umrechnungsfaktoren

7.2.1 Umrechnung zwischen Einheiten

$1 \text{ mg}/\text{m}^3 = 1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $1 \text{ ppm} = 1000 \text{ ppb}$

7.2.2 Umrechnung zwischen Mischungsverhältnissen

Die in Tabelle 45 angegebenen Umrechnungsfaktoren sind bundesweit einheitlich vorgegeben.

Schadstoff	Molmasse	Umrechnung
SO ₂	64,1	1 ppb = 2,6647338 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO	30,0	1 ppb = 1,2471453 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	46,0	1 ppb = 1,9122895 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CO	28,0	1 ppb = 1,1640023 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
O ₃	48,0	1 ppb = 1,9954325 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
C ₆ H ₆ (Benzol)	78,1	1 ppb = 3,2456 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabelle 45: Umrechnung der Mischungsverhältnisse

Folgende Normbedingungen werden dabei gemäß Anlage 6 IG-L [1] vorausgesetzt: 20°C (293,15K) bei 1013 hPa.

7.3 Messstellen im Jahr 2023

Messstellen des Wiener Luftmessnetzes im Jahr 2023																			
Bez.	Name	Kürzel	SO ₂	Feinstaub & Staube deposition	NOx	CO	O ₃	C ₆ H ₆	As, Ni, Cd, Pb	B(a)P	TP	WGR & RF	Länge (O) WGS84	Breite (N) WGS84	See- höhe	hA	Adresse	Topographie	Nutzung
1.	Stephansplatz	STEF	SO ₂	PM _{2,5} grav.	NOx		O ₃						16,37325361	48,20815000	172	7	Stephansplatz 1	Ebene im Stadtzentrum	städtischer Ballungsraum
2.	Taborstraße	TAB		PM ₁₀ grav.	NOx	CO						WGR	16,38091806	48,21673944	162	4	Ecke Glockengasse	Ebene	städtischer Ballungsraum
9.	AKH	AKC		PM _{2,5} grav.	NOx					B(a)P			16,349818	48,21911000	184	4	Ostringweg	Leichte Hanglage	städtischer Ballungsraum
10.	Belgradplatz	BELG		PM _{2,5} äquiv.	NOx								16,36141722	48,17435306	218	4	Belgradplatz	Leichte Hanglage am Wienerberg	städtischer Ballungsraum
10.	Laer Berg	LAA		PM ₁₀ äquiv.								WGR	16,39292028	48,16103639	251	4	Theodor Sickingel 1	Hanglage am Rücken des Wienerbergs	Randgebiet eines st. Ballungsraums
10.	Laer Wald			DEP									16,39778167	48,16030444	200	2		Rücken des Wienerbergs	Park nahe städt. Ballungsraum
11.	Kaiser- Ebersdorf	KE	SO ₂	PM _{2,5} äquiv.	NOx					B(a)P	TP	WGR/RF	16,47605083	48,15670861	158	4	Alberner Straße 8	Ebene	Randgebiet eines st. Ballungsraums
11.	Ostautobahn			DEP									16,47019806	48,16537194	155	2	Kanzelgarten 481	Ebene	Ballungsraums
12.	Gaudenzdorf	GAUD		PM _{2,5} äquiv.	NOx						TP	RF	16,33933111	48,18714694	179	4	Dunklergasse 1-7	Ebene	Industriegebiet städtischer Ballungsraum
13.	Hietzinger Kai	MBA			NOx	CO		C ₆ H ₆					16,30002028	48,18837250	194	3	Hietzinger Kai 1-3	Ebene	Einfallstraße
16.	Kendlerstraße	KEND		PM _{2,5} äquiv. PM _{2,5} grav.	NOx							WGR	16,30975028	48,20500278	236	4	Kendlerstraße 40	Leichte Hanglage	städtischer Ballungsraum
18.	Scharfberg	SCHA	SO ₂	PM _{2,5} äquiv.	NOx							WGR	16,30156361	48,23536972	319	4	Josef-Redl-Gasse 2	Hanglage	Randgebiet eines st. Ballungsraums
19.	Hermannskogel	JAEG			NOx		O ₃				TP	WGR/RF	16,29726333	48,27015833	488	4	Nahe Jägerwiese	Hügel im Wienerwald	Wald nahe Ballungsraum
19.	Hohe Warte	ZA	SO ₂		NOx		O ₃						16,35707806	48,24899139	200	6	Hohe Warte 38	Hügelland am Wienerwald	Villenviertel am Stadtrand
20.	A23- Wehlstraße	A23	SO ₂	PM _{2,5} äquiv.	NOx	CO		C ₆ H ₆	As, Ni, Cd, Pb	B(a)P	TP	WGR/RF	16,43454889	48,20305806	162	4	Wehlstraße 366	Ebene	städtischer Ballungsraum
21.	Gerichtsgasse	FLO		PM _{2,5} äquiv.	NOx								16,39695306	48,26108639	164	4	Gerichtsgasse 1a	Ebene	städtischer Ballungsraum
22.	Lobau	LOB		PM _{2,5} grav.	NOx		O ₃				TP	WGR/RF	16,52561389	48,16206944	155	3	Grundwasserwerk Untere Lobau	Ebene	Augebiet neben Ballungsraum
22.	Stadlau	STAD	SO ₂	PM _{2,5} äquiv.	NOx							WGR	16,458345	48,22636083	159	4	Hausgrundweg 23	Ebene	Randgebiet eines st. Ballungsraums
23.	Liesing- Gewerbegebiet	LIES		PM _{2,5} äquiv.	NOx		O ₃					WGR	16,30127611	48,14125083	217	4	Carlberggasse neben Onr. 69	Ebene	Industriegebiet

hA Höhe der Ansaugung über Grund in Metern

grav. gravimetrische Feinstaubmessung

äquiv. kontinuierliche Feinstaubmessung äquivalent zum Referenzverfahren

Tabelle 46: Messstellen des Wiener Luftmessnetzes¹⁶

¹⁶ Positionangaben in Dezimalgrad (nördliche Breite und östliche Länge) im Bezugssystem WGS84. Kartendarstellung z.B. durch: www.wien.gv.at/umweltgqt/public → Messwerkzeug → Koordinaten → Koordinatensystem „WGS84“ → Koordinateneingabe

7.4 Meteorologie – Statistiken

Ergänzend zu den in diesem Bericht bereitgestellten Messdaten sind auf der Webseite der Stadt Wien Wetter-Statistiken zu finden: <https://www.wien.gv.at/statistik/wetter> [15].

7.5 Messverfahren

7.5.1 Kontinuierliche Messverfahren

Die kontinuierlichen Messverfahren liefern Halbstundenmittelwerte. Die folgende Tabelle (Tabelle 47) gibt einen Überblick.

Messprinzipien der kontinuierlichen Messverfahren	Gerätetyp	Nachweisgrenze	Messprinzip
SO ₂	Horiba APSA 370	0,73 µg/m ³ (2σ)	UV-Fluoreszenz
PM ₁₀ äquivalent	Grimm EDM-180	Reproduzierbarkeit: 3% im max. Bereich	Laserstreulichtmessung; Probeluft wird mit 72 l/h direkt über einen TSP-Kopf und den Probereinlass in die Messzelle geführt. Die optische Messzelle zählt und detektiert jeden einzelnen Partikel. Alle Partikel werden in 31 verschiedenen Größenkanäle eingeteilt. Die erhaltenen Anzahlkonzentrationen werden dann mit dem korrespondierenden Dichtefaktor multipliziert. Zugelassen für EN12341, EN14907, GOST R
PM _{2,5} äquivalent	Grimm EDM-180	Reproduzierbarkeit: 3% im max. Bereich	Laserstreulichtmessung; Probeluft wird mit 72 l/h direkt über einen TSP-Kopf und den Probereinlass in die Messzelle geführt. Die optische Messzelle zählt und detektiert jedes einzelne Partikel. Alle Partikel werden in 31 verschiedenen Größenkanäle eingeteilt. Die erhaltenen Anzahlkonzentrationen werden dann mit dem korrespondierenden Dichtefaktor multipliziert. Zugelassen für EN12341, EN14907, GOST R
NO ₂ (Horiba)	Horiba APNA 370	0,55 µg/m ³ (2σ)	Chemilumineszenz
CO	Horiba APMA 370	0,123 mg/m ³ (2σ)	Nichtdispersive Infrarot-Absorption

O ₃	API T400	1,4 µg/m ³	Ultraviolett-Absorption
UFP	Grimm 5421 CPC	4,0 nm (D ₅₀)	Butanol-basierter Kondensationspartikelzähler

Tabelle 47: Überblick über die kontinuierlichen Messverfahren

7.5.2 Diskontinuierliche Messverfahren

Die diskontinuierlichen Messverfahren (Tabelle 48) erfordern eine manuelle Auswertung der Proben und haben eine Auflösung von Tagesmittelwerten (bzw. Monatsmittelwerten bei B(a)P). Bei PM₁₀ und PM_{2,5} erfolgt die Probennahme täglich, bei Benzol als Stichprobe im Abstand von acht Tagen, bei Benzo(a)pyren im Abstand von drei Tagen und bei Schwermetallen im Abstand von sechs Tagen.

Messprinzipien der diskontinuierlichen Messverfahren	Gerätetyp	Bestimmungsgrenze	Messprinzip
PM ₁₀ grav.	Digitel DA-80 H	< 1 µg/m ³	Ansaugung über PM ₁₀ - bzw. PM _{2,5} -Kopf mit 30 m ³ /h auf Filtertyp Qual. 227/1/60, 150 mm (Glasfaser);
PM _{2,5} grav.	Digitel DA-80 H	< 1 µg/m ³	an Tagen mit Schwermetallanalysen bei PM ₁₀ : Quarzfaser-Filter QM-A WHAT1851-150. Massenbestimmung gravimetrisch gemäß EN 12341
Benzol	Passivsammler für Benzol [12]	0,5 µg/m ³	Benzol aus der Umgebungsluft diffundiert ohne aktive Besaugung durch ein mit Aktivkohle gefülltes Röhrchen der Type ORSA der Firma „passam ag“. Die Expositionszeit beträgt jeweils ca. ein Monat. Anschließend wird die Benzolkonzentration mit der Analysemethode SP16 CS2/Gaschromatograph durch die Fa. „passam ag“ gemäß EN 14662-5: 2003 bestimmt.
Arsen im PM ₁₀	---	1,21 ng/ m ³	Atomabsorptionsspektrometrie mit Hydridsystem
Nickel im PM ₁₀	---	2,55 ng/ m ³	Atomabsorptionsspektrometrie im Graphitrohrföfen mit Zeeman
Kadmium im PM ₁₀	---	0,255 ng/ m ³	Untergrundkorrektur
Blei im PM ₁₀	---	0,0022 µg/ m ³	
Benzo(a)pyren	---	0,06 ng/m ³	Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) gemäß ÖNORM EN 15549
Ammoniak	Passivsammler	0,25 µg/m ³	Siehe passam ag Produktblatt für NH ₃ [13]
Levoglucosan	HPAEC-PAD	2,5 ng/m ³	Probenahme: 40 mm Stanzproben jeden 3. Tag aus PM ₁₀ grav. Filtern, Analyse: Extraktion mit destilliertem Wasser im Ultraschallbad und anschließende Analyse mittels Ionenaustauschchromatographie und gepulster amperometrischer Detektion (HPAEC-PAD).

Tabelle 48: Überblick über die diskontinuierlichen Messverfahren

7.6 Qualitätssicherung

Die österreichweit einheitliche Qualitätssicherung der Messdaten ist in der IG-L-Messkonzeptverordnung 2012 [2] in §10, §11, §20 und Anlage 4 geregelt. Diese Vorschriften basieren auf internationalen Normen und Leitfäden, um die unionsweite Vergleichbarkeit der Messwerte zu gewährleisten.

Basierend auf diesen gesetzlichen Vorgaben wurde von Vertretern der Länder, des Umweltbundesamtes, sowie des Bundes ein Leitfaden [11] zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft [1] erarbeitet. Er enthält eine österreichweit einheitliche Vorgangsweise für die Qualitätssicherung von Immissionsmessungen nach IG-L.

Das Wiener Luftmessnetz gleicht seine Messgeräte regelmäßig entsprechend dieser Vorgaben mit Referenz-Standards des Umweltbundesamtes ab, die ihrerseits auf internationale NIST-Standards rückführbar sind („National Institute of Standards and Technology“ <https://www.nist.gov>). Dadurch und viele weitere qualitätssichernde Maßnahmen (z.B. regelmäßige Wartungen der Messeinrichtungen, tägliche Funktionskontrollen mit Eingriffsschwellen, tägliche Sichtung der Messdaten) ist gewährleistet, dass die Messdaten des Wiener Luftmessnetzes innerhalb der gesetzlich vorgegebenen Messunsicherheiten rückführbar auf internationale NIST-Standards ist.

Die Qualitätsziele der Messdaten werden gemäß Leitfaden [11] anhand der relativen erweiterten kombinierten Messunsicherheit beurteilt (siehe Abschnitt 7.7).

Um die Wirksamkeit der Qualitätssicherung weiter zu untermauern nimmt das Wiener Luftmessnetz regelmäßig und sehr erfolgreich an Ringversuchen des Umweltbundesamts teil. Die Testergebnisse der Teilnehmer sind auf der Seite des Umweltbundesamts öffentlich zugänglich [16]. Außerdem erfolgt regelmäßig ein gesetzlich verpflichtendes Audit durch das Umweltbundesamt als österreichisches Referenzlaboratorium.

7.7 Messunsicherheiten

Die kombinierte Messunsicherheit setzt sich aus den messgeräte- und ortsspezifischen Anteilen, Unsicherheiten des Messverfahrens und der zur Kalibration eingesetzten Prüfgasquelle zusammen, die einzelnen Beiträge werden dabei aufsummiert. Verluste durch die Probenahme werden in dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Für die erweiterte kombinierte Messunsicherheit wird die kombinierte Messunsicherheit verdoppelt, um ein Vertrauensniveau von 95 % zu erreichen. Diese erweiterte kombinierte Messunsicherheit wird für den Vergleich mit den als Prozentzahlen ausgedrückten Datenqualitätszielen (in der Regel 15 %) durch Bezug auf den jeweiligen Grenzwert in die relative erweiterte kombinierte Messunsicherheit umgerechnet.

Im Feldbetrieb wird die Messunsicherheit von Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ozon für den Einstundenmittelwert, für Kohlenmonoxid für den Achtstundenmittelwert, sowie für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ozon auch für den Jahresmittelwert berechnet.

Für die einzelnen Komponenten ergeben sich über alle Wiener Messstellen für den Einstundenmittelwert bzw. bei Kohlenmonoxid für den Achtstundenmittelwert die in Tabelle 49 angeführten Werte.

Komponente	relative erweiterte kombinierte Messunsicherheit, Mittel aller Stationen	relative erweiterte kombinierte Messunsicherheit, Maximum	Datenqualitätsziel	Datenqualitätsziel eingehalten	Anzahl Messstellen
SO ₂	10,0 %	10,3 %	15 %	ja	6
NO/NO ₂	9,4 %	9,6 %	15 %	ja	16
CO	11,0 %	11,0 %	15 %	ja	3
O ₃	7,0 %	7,0 %	15 %	ja	5

Tabelle 49: rel. erweiterte kombinierte Messunsicherheiten für Einstundenmittelwerte 2023

NO₂ an der Station „Hietzinger Kai“ hat die angegebene Messunsicherheit im Zeitraum 1.6.2023 bis 31.12.2023. Davor sind keine Kurzzeitwerte für NO₂ verfügbar.

Für die einzelnen Komponenten ergeben sich über alle Stationen für den Jahresmittelwert die in Tabelle 50 angeführten Werte.

Komponente	relative erweiterte kombinierte Messunsicherheit, Mittel aller Stationen	relative erweiterte kombinierte Messunsicherheit, Maximum	Datenqualitätsziel	Datenqualitätsziel eingehalten	Anzahl Messstellen
SO ₂	11,4 %	12,1 %	15 %	ja	6
NO/NO ₂	8,9 %	9,4 %	15 %	ja	16
O ₃	5,2 %	5,2 %	15 %	ja	5

Tabelle 50: rel. erweiterte kombinierte Messunsicherheiten für Jahresmittelwerte 2023

NO₂ an der Station „Hietzinger Kai“ hat eine Messunsicherheit von > 15%, da der Jahresmittelwert aus einer Kombination von Passivsammler-Werten im ersten Halbjahr und Werten eines Referenzmessgerätes im zweiten Halbjahr gebildet wurde (siehe Abschnitt 3.4.).

Für die kontinuierlichen tageszeitauflösenden Feinstaubmessungen ist eine relative erweiterte Messunsicherheit von 25 % in Bezug auf den Tagesmittelwert zulässig. Die Beurteilung erfolgt dabei im Rahmen des Nachweises der Äquivalenz und der Herleitung von Kalibrierfunktionen mit Hilfe einer europaweit einheitlichen Excel-Auswertung (siehe Abschnitt 7.8). Nach diesen Ergebnissen wird das Datenqualitätsziel von 25 % für Feinstaub in den Fraktionen PM₁₀ und PM_{2,5} im Jahr 2023 in Wien eingehalten, wie aus nachstehender Tabelle 51 ersichtlich ist.

Komponente	relative erweiterte Messunsicherheit, Mittel aller Stationen	relative erweiterte Messunsicherheit, Maximum	Datenqualitätsziel	Datenqualitätsziel eingehalten	Anzahl Messstellen ¹⁷
PM ₁₀	12,9 %	14,3 %	25 %	ja	6
PM _{2,5}	20,0 %	20,6 %	25 %	ja	5

Tabelle 51: rel. erweiterte Messunsicherheiten für kontinuierliche Feinstaub-Jahresmittelwerte 2023

¹⁷ Die Anzahl der Messstellen, an denen die Messunsicherheit durch Parallelmessung mit einem Referenzverfahren bestimmt wurde.

7.6 Qualitätssicherung

Die österreichweit einheitliche Qualitätssicherung der Messdaten ist in der IG-L-Messkonzeptverordnung 2012 [2] in §10, §11, §20 und Anlage 4 geregelt. Diese Vorschriften basieren auf internationalen Normen und Leitfäden, um die unionsweite Vergleichbarkeit der Messwerte zu gewährleisten.

Basierend auf diesen gesetzlichen Vorgaben wurde von Vertretern der Länder, des Umweltbundesamtes, sowie des Bundes ein Leitfaden [11] zur Immissionsmessung nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft [1] erarbeitet. Er enthält eine österreichweit einheitliche Vorgangsweise für die Qualitätssicherung von Immissionsmessungen nach IG-L.

Das Wiener Luftmessnetz gleicht seine Messgeräte regelmäßig entsprechend dieser Vorgaben mit Referenz-Standards des Umweltbundesamtes ab, die ihrerseits auf internationale NIST-Standards rückführbar sind („National Institute of Standards and Technology“ <https://www.nist.gov>). Dadurch und viele weitere qualitätssichernde Maßnahmen (z.B. regelmäßige Wartungen der Messeinrichtungen, tägliche Funktionskontrollen mit Eingriffsschwellen, tägliche Sichtung der Messdaten) ist gewährleistet, dass die Messdaten des Wiener Luftmessnetzes innerhalb der gesetzlich vorgegebenen Messunsicherheiten rückführbar auf internationale NIST-Standards ist.

Die Qualitätsziele der Messdaten werden gemäß Leitfaden [11] anhand der relativen erweiterten kombinierten Messunsicherheit beurteilt (siehe Abschnitt 7.7).

Um die Wirksamkeit der Qualitätssicherung weiter zu untermauern nimmt das Wiener Luftmessnetz regelmäßig und sehr erfolgreich an Ringversuchen des Umweltbundesamts teil. Die Testergebnisse der Teilnehmer sind auf der Seite des Umweltbundesamts öffentlich zugänglich [16]. Außerdem erfolgt regelmäßig ein gesetzlich verpflichtendes Audit durch das Umweltbundesamt als österreichisches Referenzlaboratorium.

7.7 Messunsicherheiten

Die kombinierte Messunsicherheit setzt sich aus den messgeräte- und ortsspezifischen Anteilen, Unsicherheiten des Messverfahrens und der zur Kalibration eingesetzten Prüfgasquelle zusammen, die einzelnen Beiträge werden dabei aufsummiert. Verluste durch die Probenahme werden in dieser Berechnung nicht berücksichtigt.

Für die erweiterte kombinierte Messunsicherheit wird die kombinierte Messunsicherheit verdoppelt, um ein Vertrauensniveau von 95 % zu erreichen. Diese erweiterte kombinierte Messunsicherheit wird für den Vergleich mit den als Prozentzahlen ausgedrückten Datenqualitätszielen (in der Regel 15 %) durch Bezug auf den jeweiligen Grenzwert in die relative erweiterte kombinierte Messunsicherheit umgerechnet.

Im Feldbetrieb wird die Messunsicherheit von Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ozon für den Einstundenmittelwert, für Kohlenmonoxid für den Achtstundenmittelwert, sowie für Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ozon auch für den Jahresmittelwert berechnet.

Für die einzelnen Komponenten ergeben sich über alle Wiener Messstellen für den Einstundenmittelwert bzw. bei Kohlenmonoxid für den Achtstundenmittelwert die in Tabelle 49 angeführten Werte.

Kontinuierliche PM₁₀ und PM_{2,5} Messwerte der Messstelle „Taborstraße“ haben eine Messunsicherheit von > 25% und sind daher nicht verwendbar. Parallel dazu wurden gravimetrische Referenz-Messgeräte eingesetzt, die 2023 eine relative erweiterte Messunsicherheit von 10,8 % (PM₁₀) bzw. 16,5% (PM_{2,5}) haben.

7.8 Nachweis der Äquivalenz und Herleitung von Kalibrierfunktionen

Gemäß IG-L-MKV 2012 [2], Anlage 1, Abschnitt B, müssen die Messnetzbetreiber, wenn sie ein anderes Verfahren als die Referenzmethode einsetzen, nachweisen, dass das eingesetzte Messverfahren äquivalente Ergebnisse liefert. Die zur Anpassung an das Referenzverfahren angewandte Kalibrierfunktion, sowie deren Herleitung sind im Jahresbericht zu dokumentieren. Die Messstationen, an denen für den Nachweis der Äquivalenz Parallelmessungen mit der Referenzmethode durchgeführt wurden, müssen genannt werden. Für den Nachweis der Äquivalenz ist der Leitfaden der Kommission der Europäischen Gemeinschaft [9] heranzuziehen. Zur Feinstaub-Messung wurden im Jahr 2023 im Wiener Luftmessnetz Messungen nach dem Referenzverfahren (gravimetrische Messungen mittels Digital DA-80H) und mit einem äquivalenten Messverfahren mit Messgeräten der Type Grimm EDM 180 durchgeführt. Weitere Einzelheiten zu den Messverfahren sind in Tabelle 47 angegeben.

7.8.1 Verwendete Kalibrierfunktionen

7.8.1.1 Kalibrierfunktionen äquivalenter, kontinuierlicher PM₁₀-Ergebnisse

PM ₁₀ -Messstelle	Messgeräte-Typ	Kalibrierfunktion
<u>Taborstraße</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	<i>Datenqualität nicht ausreichend</i> ¹⁹
<u>AKH</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
Belgradplatz	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
Laaer Berg	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
<u>Kaiser-Ebersdorf</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
<u>A23-Wehlistraße</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
<u>Gaudenzdorf</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
<u>Kendlerstraße</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
<u>Schafberg</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
Gerichtsgasse	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
Lobau	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
Stadlau	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
Liesing-Gewerbegebiet	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$
<u>Messbus, Neubaugürtel 6</u> ¹⁸	Grimm EDM-180	$y_{PM10} = 0,917 y_{Grimm-PM10} + 1,603$

Tabelle 52: Kalibrierfunktionen für äquivalente PM₁₀-Ergebnisse des Jahres 2023

¹⁸ An dieser Messstation wurde PM₁₀ mit dem gravimetrischen Referenzverfahren gemessen. Zur tagesaktuellen Berichterstattung hat das Wiener Luftmessnetz parallel dazu äquivalente Messverfahren eingesetzt. Die im Jahresbericht veröffentlichten Messergebnisse stammen jedoch vom Referenzverfahren.

¹⁹ Die Kalibrierfunktion 2023 anhand der Messdaten des Grimm EDM-180 am Standort „Taborstraße“ erfüllt nicht die geforderten Qualitätskriterien. Es sind daher 2023 keine gültigen kontinuierlichen Feinstaub-Daten der Messstelle Taborstraße verfügbar.

7.8.1.2 Kalibrierfunktionen äquivalenter, kontinuierlicher PM_{2,5}-Ergebnisse

PM _{2,5} -Messstelle	Messgeräte-Typ	Kalibrierfunktion
<u>Taborstraße</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
<u>AKH</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Belgradplatz	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Laaer Berg	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Kaiser-Ebersdorf	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
A23-Wehlistraße	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Gaudenzdorf	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Kendlerstraße	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Schafberg	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Gerichtsgasse	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
<u>Lobau</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Stadlau	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
<u>Liesing-Gewerbegebiet</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$

Tabelle 53: Kalibrierfunktionen für äquivalente PM_{2,5}-Ergebnisse des Jahres 2023

7.8.2 Herleitung der Kalibrierfunktionen

7.8.2.1 PM₁₀, Grimm EDM-180

Während des Jahres 2023 wurden im Wiener Luftmessnetz für die tagesaktuelle Berichterstattung, sowie die Erstellung von Monatsberichten die folgenden Kalibrierfunktionen für kontinuierliche PM₁₀-Messgeräte verwendet, die Anfang 2023 für das Jahr 2022 bestimmt wurden (Herleitung siehe [7]):

1. Kalibrierfunktion 2023 für Wien, ohne Taborstraße und ohne Gaudenzdorf:

$$y_{PM_{10}} = 0,778 y_{Grimm-PM_{10}} + 1,591$$

2. Kalibrierfunktion 2023 für Taborstraße:

$$y_{PM_{10}} = 0,669 y_{Grimm-PM_{10}} + 1,653$$

3. Kalibrierfunktion 2023 für Gaudenzdorf:

$$y_{PM_{10}} = 0,826 y_{Grimm-PM_{10}} + 1,780$$

²⁰ An dieser Messstation wurde PM_{2,5} mit dem gravimetrischen Referenzverfahren gemessen. Zur tagesaktuellen Berichterstattung hat das Wiener Luftmessnetz parallel dazu äquivalente Messverfahren eingesetzt. Die im Jahresbericht veröffentlichten Messergebnisse stammen jedoch vom Referenzverfahren.

Das Wiener Luftgütemessnetz hat gemäß Leitfaden [9] diese Kalibrierfunktionen durch Parallelmessung mit dem gravimetrischen Referenzverfahren im Zeitraum 1.1.2023 bis 31.12.2023 an den acht Messstellen Taborstraße, AKH, A23-Wehlstraße, Kaiser-Ebersdorf, Gaudenzdorf, Kendlerstraße, Schafberg und Messbus (Neubaugürtel 6) überprüft. Die unter Anwendung obiger Kalibrierfunktionen ermittelten Vergleichsdaten bestehen die im Leitfaden [9] vorgeschriebenen Überprüfungen²¹ nicht! Daher wurden für Messgeräte der Type Grimm EDM-180 folgende neue Kalibrierfunktionen ermittelt:

1. Kalibrierfunktion 2023 für Wien, ohne Messbus:

$$y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$$

2. Kalibrierfunktion 2023 für Messbus:

$$y_{PM10} = 0,917 y_{Grimm-PM10} + 1,603$$

Diese Kalibrierfunktionen wurden rückwirkend für alle Ergebnisse 2023 angewendet und werden für die tagesaktuelle Berichterstattung, sowie die Erstellung von Monatsberichten auch im Jahr 2024 eingesetzt. Die Herleitung dieser Kalibrierfunktionen erfolgte mit Hilfe der standardisierten Excel-Anwendung [10]. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

ganz Wien ohne Messbus Testfall 2023 $y_{PM10} = 0,796 y_{Grimm-PM10} + 1,095$	Anzahl gültiger Wertepaare	Wertepaare Frühling	Wertepaare Sommer	Wertepaare Herbst	Wertepaare Winter	erweiterte relative Messunsicherheit ²²	Test bestanden?
Taborstraße	360	88	91	89	92	> 25 %	nein
AKH	360	90	91	92	87	11,5 %	ja
A23-Wehlstraße	361	87	91	92	91	9,5 %	ja
Kaiser-Ebersdorf	350	88	85	88	89	10,9 %	ja
Gaudenzdorf	363	89	91	92	91	14,3 %	ja
Kendlerstraße	363	89	91	92	91	10,0 %	ja
Schafberg	360	87	89	92	92	13,3 %	ja
Messbus	343	89	91	81	82	8,9 %	ja
alle Stationen	2860	707	720	718	715	9,1%	ja
alle Wertepaare > 30 µg/m ³	92	52	1	12	27	15,2 %	ja

Tabelle 54: Ergebnisse der PM₁₀-Äquivalenzüberprüfung mit dem Messgerätetyp Grimm EDM-180 für ganz Wien ohne „Messbus“

Die erweiterte relative Messunsicherheit für PM₁₀ im Jahr 2023 an der Messstelle Taborstraße liegt über den zulässigen 25 %. Die kontinuierlichen PM₁₀-Werte der Taborstraße sind damit nicht äquivalent zu gravimetrischen Referenzwerten und sind daher ungültig. Es können für 2023 nur die Messdaten des gravimetrischen Messverfahrens verwendet werden. Im Jahr 2024 wird für die tagesaktuelle Berichterstattung die Kalibrierfunktion „ganz Wien ohne Messbus“ angewendet. Die offiziellen Werte stammen von einem permanent installierten gravimetrischen Referenz-Messgerät.

²¹ Die Überprüfungen wurden mit der europaweit standardisierten Excel-Auswertung [10] durchgeführt.

²² Die erweiterte relative Messunsicherheit berücksichtigt sämtliche Fehlerarten des Messverfahrens und muss für PM₁₀ unter 25% liegen.

7.8.1.2 Kalibrierfunktionen äquivalenter, kontinuierlicher PM_{2,5}-Ergebnisse

PM _{2,5} -Messstelle	Messgeräte-Typ	Kalibrierfunktion
<u>Taborstraße</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
<u>AKH</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Belgradplatz	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Laaer Berg	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Kaiser-Ebersdorf	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
A23-Wehlistraße	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Gaudenzdorf	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Kendlerstraße	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Schafberg	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Gerichtsgasse	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
<u>Lobau</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
Stadlau	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$
<u>Liesing-Gewerbegebiet</u> ²⁰	Grimm EDM-180	$y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$

Tabelle 53: Kalibrierfunktionen für äquivalente PM_{2,5}-Ergebnisse des Jahres 2023

7.8.2 Herleitung der Kalibrierfunktionen

7.8.2.1 PM₁₀, Grimm EDM-180

Während des Jahres 2023 wurden im Wiener Luftmessnetz für die tagesaktuelle Berichterstattung, sowie die Erstellung von Monatsberichten die folgenden Kalibrierfunktionen für kontinuierliche PM₁₀-Messgeräte verwendet, die Anfang 2023 für das Jahr 2022 bestimmt wurden (Herleitung siehe[7]):

1. Kalibrierfunktion 2023 für Wien, ohne Taborstraße und ohne Gaudenzdorf:

$$y_{PM_{10}} = 0,778 y_{Grimm-PM_{10}} + 1,591$$

2. Kalibrierfunktion 2023 für Taborstraße:

$$y_{PM_{10}} = 0,669 y_{Grimm-PM_{10}} + 1,653$$

3. Kalibrierfunktion 2023 für Gaudenzdorf:

$$y_{PM_{10}} = 0,826 y_{Grimm-PM_{10}} + 1,780$$

²⁰ An dieser Messstation wurde PM_{2,5} mit dem gravimetrischen Referenzverfahren gemessen. Zur tagesaktuellen Berichterstattung hat das Wiener Luftmessnetz parallel dazu äquivalente Messverfahren eingesetzt. Die im Jahresbericht veröffentlichten Messergebnisse stammen jedoch vom Referenzverfahren.

nur Messbus Testfall 2023 $y_{PM10} = 0,917 y_{Grimm-PM10} + 1,603$	Anzahl gültiger Wertepaare	Wertepaare Frühling	Wertepaare Sommer	Wertepaare Herbst	Wertepaare Winter	erweiterte relative Messunsicherheit ²²	Test bestanden?
Messbus	343	89	91	81	82	13,3 %	ja
alle Wertepaare > 30 µg/m ³	25	13	2	3	7	> 25 %	nein

Tabelle 55: Ergebnisse der PM₁₀-Äquivalenzüberprüfung mit dem Messgerätetyp Grimm EDM-180 für „Messbus“ (Standort Neubaugürtel 6)

Der Testfall „alle Wertepaare > 30 µg/m³“ wird vom Messbus am Standort Neubaugürtel 6 nicht bestanden. Die Feinstaub-Belastung in Wien ist in den letzten Jahren allerdings so niedrig, dass die gemäß Leitfaden [9] erforderliche Mindestanzahl der Wertepaare für diesen Test (20% der insgesamt verfügbaren Wertepaare) bei weitem nicht erreicht werden kann. Daher hat dieser Test nicht die notwendige Aussagekraft. Die kontinuierlichen PM₁₀-Werte vom Messbus werden darüber hinaus nur für die tagesaktuelle Berichterstattung verwendet. Die offiziellen Werte stammen von einem permanent installierten gravimetrischen Referenz-Messgerät.

7.8.2.2 PM_{2,5}, Grimm EDM-180

Während des Jahres 2023 wurde im Wiener Luftmessnetz für die tagesaktuelle Berichterstattung, sowie die Erstellung von Monatsberichten die folgenden Kalibrierfunktion für kontinuierliche PM₁₀-Messgeräte verwendet, die Anfang 2023 für das Jahr 2022 bestimmt wurden (Herleitung siehe [7]):

1. Kalibrierfunktion 2022 für Wien, ohne Gaudenzdorf:

$$y_{PM2,5} = 0,725 y_{Grimm-PM2,5} + 0,899$$

2. Kalibrierfunktion 2022 für Gaudenzdorf:

$$y_{PM2,5} = 0,822 y_{Grimm-PM2,5} + 0,225$$

Das Wiener Luftmessnetz hat gemäß Leitfaden [9] diese Kalibrierfunktionen durch Parallelmessung mit dem gravimetrischen Referenzverfahren im Zeitraum 1.1.2023 bis 31.12.2023 an den vier Messstellen Taborstraße, AKH, Lobau und Liesing-Gewerbegebiet überprüft.

Die unter Anwendung obiger Kalibrierfunktionen ermittelten Vergleichsdaten bestehen die im Leitfaden [9] vorgeschriebenen Überprüfungen²³ nicht! Daher wurden mit Hilfe der Excel-Anwendung [10] neue Kalibrierfunktionen ermittelt:

1. Kalibrierfunktion 2023 für ganz Wien:

$$y_{PM2,5} = 0,779 y_{Grimm-PM2,5} + 0,520$$

Diese Kalibrierfunktionen wurden rückwirkend für alle Ergebnisse 2023 angewendet und werden für die tagesaktuelle Berichterstattung auch im Jahr 2024 eingesetzt.

²³ Die Überprüfungen wurden mit der europaweit standardisierten Excel-Auswertung [10] durchgeführt.

Die Herleitung dieser Kalibrierfunktionen erfolgte mit Hilfe der standardisierten Excel-Anwendung [10]. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst:

ganz Wien Testfall 2023 $y_{PM_{2,5}} = 0,779 y_{Grimm-PM_{2,5}} + 0,520$	Anzahl gültiger Wertepaare	Wertepaare Frühling	Wertepaare Sommer	Wertepaare Herbst	Wertepaare Winter	erweiterte relative Messunsicherheit ²⁴	Test bestanden?
Taborstraße	361	89	91	89	92	> 25 %	nein
AKH	361	90	89	92	90	20,6 %	ja
Lobau	325	79	90	69	87	20,5 %	ja
Liesing-Gewerbegebiet	354	84	89	92	89	13,1%	ja
alle Stationen	1040	253	268	253	266	14,1%	ja
alle Wertepaare > 18 µg/m ³	70	37	1	5	27	17,3 %	ja

Tabelle 56: Ergebnisse der PM_{2,5}-Äquivalenzüberprüfung mit dem Messgerätetyp Grimm EDM-180 für Wien ohne der Station „Gaudenzdorf“

Die erweiterte relative Messunsicherheit für PM₂₅ im Jahr 2023 an der Messstelle Taborstraße liegt über den zulässigen 25 %. Die kontinuierlichen PM₂₅-Werte der Taborstraße sind damit nicht äquivalent zu gravimetrischen Referenzwerten und sind daher ungültig. Es können für 2023 nur die Messdaten des gravimetrischen Messverfahrens verwendet werden. Im Jahr 2024 wird für die tagesaktuelle Berichterstattung die Kalibrierfunktion „ganz Wien“ angewendet. Die offiziellen Werte stammen von einem permanent installierten gravimetrischen Referenz-Messgerät.

²⁴ Die erweiterte relative Messunsicherheit berücksichtigt sämtliche Fehlerarten des Messverfahrens und muss für PM_{2,5} unter 25% liegen.