

**Eignungsprüfung zur
Immissionsmessung 2024
Auswertung der Eignungsprüfung
für NO/NO₂ und O₃**

**Proficiency Testing for
Gaseous Air Pollutants 2024
Evaluation for NO/NO₂ and O₃**

BERICHT/REPORT

Ausgabe/Edition 1 – 13.03.2025

Dieser Report umfasst 114 Seiten.
This report comprises 114 pages.



Anbieter von Eignungsprüfungen Umweltbundeamt GmbH, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien
Telefon: +43-(0)1-31304
Telefax: +43-(0)1-31304-5800
Internet: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Für die Eignungsprüfung wird das Verfahren VA 110_PT „Eignungsprüfungen für gasförmige Luftschadstoffe mit dem Ausgabedatum 07.05.2020 verwendet.

Autor:innen Nicole Klösch
Andreas Wolf
Marina Fröhlich

Leitung Eignungs-prüfungen (IM) Siegmund Böhmer
Telefon: +43 664 9668676

Koordination Eignungsprüfungen Nicole Klösch
Telefon: +43 664 9668600
Stv. Marina Fröhlich
Telefon: +43 6646210326

Genehmigung/Freigabe des Berichts Leitung Eignungsprüfungen:
Siegmund Böhmer

Art des Berichts und Ausgabedatum Endbericht; März 2025

Layout Felix Eisenmenger

Publikationen Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2025
Alle Rechte vorbehalten

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	3
ZUSAMMENFASSUNG	4
SUMMARY	6
1 <bold>ABLAUF DER EIGNUNGSPRÜFUNG.....</bold>	8
2 <bold>VERLAUF DER STOFFMENGENANTEILE</bold>	12
3 <bold>BEWERTUNG DER ERGEBNISSE.....</bold>	14
4 <bold>AUSWERTUNG DER DATEN</bold>	20
4.1 <bold>z'-score Auswertung.....</bold>	20
4.2 <bold>E_n-Nummer Auswertung.....</bold>	26
4.3 <bold>Bias und Messunsicherheit</bold>	32
LITERATURVERZEICHNIS	41
ANHÄNGE	42
ANHANG A: RÜCKFÜHRUNG DER REFERENZWERTE.....	43
A1 <bold>Messgeräte zur Ermittlung der Referenzwerte und metrologische Rückführbarkeit</bold>	44
A2 <bold>Überprüfung der Stabilität und Homogenität der Prüfgasmischungen.....</bold>	45
ANHANG B: VALIDIERUNG DER REFERENZWERTE.....	46
ANHANG C: BERICHTETE WERTE.....	48
ANHANG D: FRAGEBÖGEN	73
ANHANG E: PRÜFGEGENSTÄNDE DER RINGVERSUCHSANLAGE FÜR GASFÖRMIGE LUFTSCHADSTOFFE	103
E1 <bold>Eingesetzte Referenzmessgeräte.....</bold>	103
E2 <bold>Herstellung der Prüfgegenstände.....</bold>	103
E3 <bold>Dokumentation der Umgebungsbedingungen</bold>	103
E4 <bold>Überprüfung von Homogenität und Stabilität</bold>	104
E5 <bold>Berechnung der Messunsicherheit der Referenzwerte</bold>	106
ANHANG F: ZUSAMMENSTELLUNG Z'-SCORES UND EN-NUMMERN	108

ZUSAMMENFASSUNG

Eignungsprüfung zur Immissionsmessung	Im Oktober 2024 organisierte das Umweltbundesamt in seiner Funktion als nationales EU-Referenzlabor für Luftqualität Eignungsprüfungen für Betreiber:innen von Immissionsmessnetzen. Diese dienen dem Nachweis der Kompetenz in der Immissionsmessung. Es wurden Messungen der Luftschadstoffe Ozon (O_3) und Stickstoffoxide (NO/NO ₂) durchgeführt.
Auswertereverfahren	Die Ergebnisse aller 10 Teilnehmer:innen wurden den gleichen statistischen Auswertereverfahren unterzogen wie dies für die Eignungsprüfungen der europäischen Referenzlaboratorien für Luftqualität vorgesehen ist: gemäß dem „Protocol for intercomparison exercises“, AQUILA Dokument N37. Der Referenzwert wurde vom Umweltbundesamt ermittelt und gegen den „robusten Mittelwert“ der Ergebnisse der Teilnehmer:innen (gemäß ISO 13528) getestet.
Bewertungskriterien	Bewertet wurden die Einhaltung eines allgemeinen (z'-score) und eines individuellen (E _n -Nummer) Schwellenwertes sowie die Messunsicherheit der Ergebnisse. Die Ergebnisse der Eignungsprüfung 2024 sind insgesamt zufriedenstellend und geben ein repräsentatives Bild vom Stand der Immissionsmesstechnik der Teilnehmer:innen wieder.
Ergebnisse Komponente NO	Für die Komponente NO haben bis auf zwei alle Messgeräte vollkommen zufriedenstellende Ergebnisse (a1) erzielt. Ein Messgerät liegt bei Nullgas einmal außerhalb des E _n -Kriteriums (a3-Bewertung), ein zweites Messgerät erhielt sechsmal a2-Bewertungen. Eine teilnehmende Organisation konnte aufgrund eines technischen Problems keine Daten abgeben.
Ergebnisse Komponente NO₂	Für die Komponente NO ₂ haben alle Messgeräte bis auf zwei vollkommen zufriedenstellende (a1) Ergebnisse erzielt. Bei geringen Stoffmengenanteilen hat ein Messgerät eine a2-Bewertung erhalten. Das zweite Messgerät hat sechsmal a2-Bewertungen und zweimal bei geringen Stoffmengenanteilen a3-Bewertungen erhalten. Eine teilnehmende Organisation konnte aufgrund eines technischen Problems keine Daten abgeben.
Ergebnisse Komponente O₃	Auch bei O ₃ haben alle bis auf zwei Messgeräte vollkommen zufriedenstellende (a1) Ergebnisse erzielt. Ein Messgerät liegt bei einem mittleren Stoffmengenanteil einmal außerhalb des E _n -Kriteriums (a3-Bewertung). Bei einem weiteren wird bei geringen Stoffmengenanteilen die Messunsicherheit größer als die Standardabweichung der Konformitätsbewertung angegeben und daher mit a2 bewertet.
Bewertung Eignungsprüfung 2024	Hervorzuheben ist, dass Bewertungen bis inklusive a3 gute, den Anforderungen vollständig erfüllende Messergebnisse darstellen. Zusammenfassend wird für die Eignungsprüfungsrounde 2024 festgestellt, dass laut den Anforderungen der N37:2024 bzw. EN 13528:2022 alle Teilnehmer:innen, die Ergebnisse abgegeben haben, für alle Komponenten und jede Konzentrationsstufe das z'-score Kriterium eingehalten haben. Da die Bewertung jeder Konzentrationsstufe a1 bis a3 von mindestens 80% des Gesamtdatensatzes pro Komponenten als bestanden

gilt, haben alle Teilnehmer:innen, die Ergebnisse abgegeben haben, die Eignungsprüfung bestanden.

Das Ausmaß der zufriedenstellenden Ergebnisse zeigt, dass sich die Messergebnisse bei den gasförmigen Eignungsprüfungen seit 2010 stetig verbessert haben bzw. dass der hohe Qualitätsstandard gehalten werden konnte.

Nächste Eignungsprüfung Herbst 2025

Die nächste Eignungsprüfungsrounde für die Luftschadstoffe NO, NO₂, CO, SO₂ und O₃ ist für den Oktober 2025 geplant.

SUMMARY

interlaboratory comparison

Middle of October 2024 the Umweltbundesamt, as national EU reference laboratory, organised an interlaboratory comparison for air quality network operators. The tests were carried out at the intercomparison facility of the Umweltbundesamt in Vienna for the pollutants ozone (O_3) and nitrogen oxides (NO and NO_2).

evaluation of measurement results

The results of all 10 participating organisations were interpreted using the same statistical evaluations as they are foreseen for interlaboratory comparisons of the European Air Quality Reference Laboratories – according the AQUILA document N37 „Protocol for intercomparisons exercises“. The reference value of each run was assessed by Umweltbundesamt; its robustness was evaluated against the participant's results (according to ISO 13528).

criteria for evaluation

The compliance with a common criterion (z' -score) and an individual criterion (E_n -number) as well as the measurement uncertainty of the results were evaluated.

Overall, the results of the proficiency testing 2024 are very satisfactory and present a representative picture of the latest air quality technics of the participants.

results of NO

For the NO component, all but two measuring instruments achieved completely satisfactory results (a1). One measuring instrument is one time outside the E_n criterion at zero gas (a3 evaluation), another one received six a2-ratings. One participating organization was unable to provide data due to a technical problem.

results of NO_2

For the component NO_2 , all but two measuring instruments achieved completely satisfactory results (a1 rating). At low mole fractions, one measuring instrument received one a2 rating. The second measuring instrument received six a2 ratings and for low mole fractions two a3 ratings. One participating organization was unable to provide any data due to a technical problem.

results of O_3

For the O_3 component, all but two measuring instruments achieved completely satisfactory results (a1). In this case the measurement uncertainty at low mole fractions is reported once greater than the standard deviation for conformity assessment and is therefore assessed as a2. The second measuring instrument is outside the E_n criterion for medium mole fractions (a3 rating)

In general, it is stressed, that results of the proficiency testing down to a3 represent good monitoring results fulfilling the requirements. In summary, for the proficiency testing round 2024, it is determined that, in accordance with the requirements of N37:2024 and EN 13528:2022, all participants who submitted results for all components and each concentration level have met the z' -score criterion. Since the evaluation of each concentration level a1 to a3 of at least 80% of the total data set per component is considered passed, all participants who have submitted results have passed the proficiency test. Results have improved steadily since 2010 or maintained at the same high quality level as in previous years.

***Next proficiency
testing round*** The next proficiency testing round for NO, NO₂, CO, SO₂ and O₃ will take place in October 2025

1 ABLAUF DER EIGNUNGSPRÜFUNG

Die Eignungsprüfung 2024 fand an der Ringanlage des Umweltbundesamtes am Standort Handelskai 102–112 im 20. Wiener Gemeindebezirk statt.

*Abbildung 1:
Lageplan der
Ringversuchsanlage.*



Quelle: Stadt Wien – ViennaGIS; www.wien.gv.at/viennagis

umweltbundesamt^U

Teilnehmer:innen

An der Eignungsprüfung nahmen Messtechniker:innen der Luftmessnetze der Bundesländer Wien, Niederösterreich, Burgenland, Oberösterreich, Steiermark, Salzburg, Kärnten und Tirol teil. Außerdem waren Vertreter:innen der iC consulentes Ziviltechniker GesmbH und das Umweltbundesamt Messnetz vertreten (siehe Tabelle 1).

*Tabelle 1:
Platznummern und
Buchstabencodes der
teilnehmenden
Organisationen*

Organisationen	Platznummer	Buchstabencode
	Auswertungen	
Umweltbundesamt Referenzwert	1	A
*	2	B
Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien	3	C
Amt der Niederösterreichischen Landesregierung	4	D
Amt der Steiermärkischen Landesregierung	5	E
Amt der Kärntner Landesregierung	6	F
Amt der Tiroler Landesregierung	7	G
Amt der Burgenländischen Landesregierung	8	H
Messnetz Umweltbundesamt	9	I
Amt der Salzburger Landesregierung	10	J
Amt der Oberösterreichischen Landesregierung	11	K
*	12	L
iC consulentes Ziviltechniker GesmbH	13	M
Umweltbundesamt (Homogenitätsprüfung)	14	N

Anmerkung: -* nicht besetzter Arbeitsplatz

**Ablauf und Aufbau der
Eignungsprüfung**

Den teilnehmenden Organisationen wurden mit den Namen/Organisationen fix nummerierte Arbeitsplätze an der Ringversuchsanlage zugewiesen (Tabelle 1).

Durch das Verteilen von Fragebögen wurden Angaben zu den verwendeten Messgeräten und Kalibrierstandards eingeholt (Tabelle 2). Vor dem Messbeginn jeder Komponente der Eignungsprüfung hatten die Teilnehmer:innen Gelegenheit die Messgeräte mit ihren Standards zu kalibrieren. Alle verwendeten ihre eigene unabhängige Datenerfassung, wie sie auch im normalen Messbetrieb eingesetzt wird.

An den Arbeitsplätzen 1 und 14 wurden die Referenzmessgeräte des Umweltbundesamtes aufgebaut und betrieben. Für die Eignungsprüfung wurde am Messplatz 1 der Referenzwert von NO/NO₂ und O₃ ermittelt.

Die Ergebnisse der Messungen der Teilnehmer:innen waren in Form von Halbstundenmittelwerten einschließlich ihrer Messunsicherheiten anzugeben.

Tabelle 2:
Teilnehmende Organisationen und verwendete Gerätetypen

	Organisationen	Gerätetyp NO_x	Gerätetyp O₃
Umweltbundesamt (Referenz Platz 1)	Horiba APNA-370	Thermo Electron TEI 49i	
Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien	Horiba APNA-370	Teledyne API T400	
Amt der Niederösterreichischen Landesregierung	Horiba APNA-370	Horiba APOA 370	
Amt der Steiermärkischen Landesregierung	-	Horiba APOA 370	
Amt der Kärntner Landesregierung	Teledyne API T200	Teledyne API T400	
Amt der Tiroler Landesregierung	Horiba APNA-370 APNA-380	Horiba APOA 370	
Amt der Burgenländischen Landesregierung	Teledyne API T200	Teledyne API T400	
Messnetz Umweltbundesamt	Thermo Fisher TEI 42iTL	Thermo Fisher TEI 49i	
Amt der Salzburger Landesregierung	Horiba APNA-370	Horiba APOA 370	
Amt der Oberösterreichischen Landesregierung	Horiba APNA-370	Thermo Electron TEI 49i	
iC consulente Ziviltechniker GesmbH	Teledyne API T200	-	
Umweltbundesamt (Homogenität, Platz 14)	Horiba APNA-370	Thermo Electron TEI 49i	

Während der Eignungsprüfung waren die Messgasleitungen der Messgeräte an die Ringleitung angeschlossen, welche jeweils 1,5 bzw. 2 Stunden mit unterschiedlichen Stoffmengenanteilen von NO und NO₂ und O₃ beschickt wurde. Den detaillierten zeitlichen Ablauf der Eignungsprüfung gibt Tabelle 3 wieder.

*Abbildung 2:
Ringanlage mit aufge-
bauten Geräten*



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

*Abbildung 3:
Freie Zugangsmöglich-
keit zu allen Anschlüssen
an den Geräterückseiten*



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

*Abbildung 4:
Konzentriertes Arbeiten
während der Eignungs-
prüfung*



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

*Abbildung 5:
Vertreter:innen der teilnehmenden Organisationen und Personal der Eignungsprüfungsstelle*



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

*Abbildung 6:
Vertreter:innen der teilnehmenden Organisationen und Personal der Eignungsprüfungsstelle*



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

*Abbildung 7:
Vertreter:innen der teilnehmenden Organisationen*



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

2 VERLAUF DER STOFFMENGENANTEILE

Der genaue zeitliche Verlauf sowie die Stoffmengenanteile sind in der nachfolgenden Tabelle für die Eignungsprüfungsrounde dargestellt.

Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf und jeweiliger Stoffmengenanteil der Luftschaadstoffe (14.-17.10.2024).

Beginn	Bezeichnung	Dauer (h)		Nullgas	NO	NO₂	NO_x	O₃
				nmol/mol				
14.10.2024 09:00			Aufbau/Einlaufen					
			Kalibrierung					
15.10.2024 11:00	NO/NO _x NG1	01:30	Start	0				
15.10.2024 12:30	NO/NO _x 1	02:00		470	10	480		
15.10.2024 14:30	NO/NO _x 2	02:00		420	60	480		
15.10.2024 16:30	NO/NO _x 3	02:00		360	120	480		
15.10.2024 18:30	NO/NO _x 4	02:00		470	10	480		
	NO/NO _x /NG2	01:30		0				
15.10.2024 20:30	O ₃ NG1							
15.10.2024 22:00	NO/NO _x 5	02:00		450	10	460		
16.10.2024 00:00	NO/NO _x 6	02:00		270	190	460		
16.10.2024 02:00	O ₃ 1	02:00					190	
16.10.2024 04:00	NO/NO _x 7	02:00		270	10	280		
16.10.2024 06:00	NO/NO _x 8	02:00		160	120	280		
16.10.2024 08:00	O ₃ 2	02:00					120	
16.10.2024 10:00	NO/NO _x 9	02:00		130	10	140		
16.10.2024 12:00	NO/NO _x 10	02:00		50	90	140		
16.10.2024 14:00	O ₃ 3	02:00					90	
16.10.2024 16:00	NO/NO _x 11	02:00		80	10	90		
16.10.2024 18:00	NO/NO _x 12	02:00		45	45	90		
16.10.2024 20:00	O ₃ 4	02:00					45	
16.10.2024 22:00	NO/NO _x 13	02:00		40	10	50		
17.10.2024 00:00	NO/NO _x 14	02:00		30	20	50		
17.10.2024 02:00	O ₃ 5	02:00					20	
17.10.2024 04:00	NO/NO _x 15	02:00		10	10	20		
17.10.2024 06:00	O ₃ 6	02:00					10	
17.10.2024 08:00	NO/NO _x 16	02:00		470	10	480		
17.10.2024 10:00	NO/NO _x 17	02:00		360	120	480		
	NO/NO _x /NG3	01:00						
17.10.2024 12:00	O ₃ NG2			0				
17.10.2024 13:30			Ende/Kalibrierung					

Herstellung der Gasmischungen

Die Gasmischungen für die Eignungsprüfung wurden durch Verdünnung von konzentrierten Gasen von NO mit Nullluft über thermische Massendurchflussregler (MFC) hergestellt. Mit dieser Methode können die erforderliche Bandbreite der Stoffmengenanteile der Komponenten angeboten und die Stabilität der Gasmischungen über die erforderliche Zeit gewährleistet werden. Ozonhaltige Gasmischungen wurden mittels Ozongenerator, NO₂ wurde durch Gasphasentitration von NO mit O₃ hergestellt.

3 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

3 Schritte der Auswertung

Für die Beurteilung der Qualität der Ergebnisse ist ein Beurteilungsschema in Form eines Flussschemas vorgegeben (siehe Abbildung 8). Die Ergebnisse von z'-score und der E_n-Auswertung werden für die Bewertung herangezogen, wie im folgenden Flussdiagramm in den Schritten 1 und 2 dargestellt ist.

Für alle Ergebnisse, die sowohl in der Auswertung des z'-scores als auch der E_n-Nummer sehr gut abgeschnitten haben, erfolgt noch ein dritter Schritt. In diesem wird die Messunsicherheit des Ergebnisses mit den Vorgaben für die Standardabweichung der Konformitätsbewertung verglichen. Ist die von den teilnehmenden Organisationen berichtete Messunsicherheit kleiner als die Vorgabe, so wird das bestmögliche Resultat in der Eignungsprüfung erzielt.

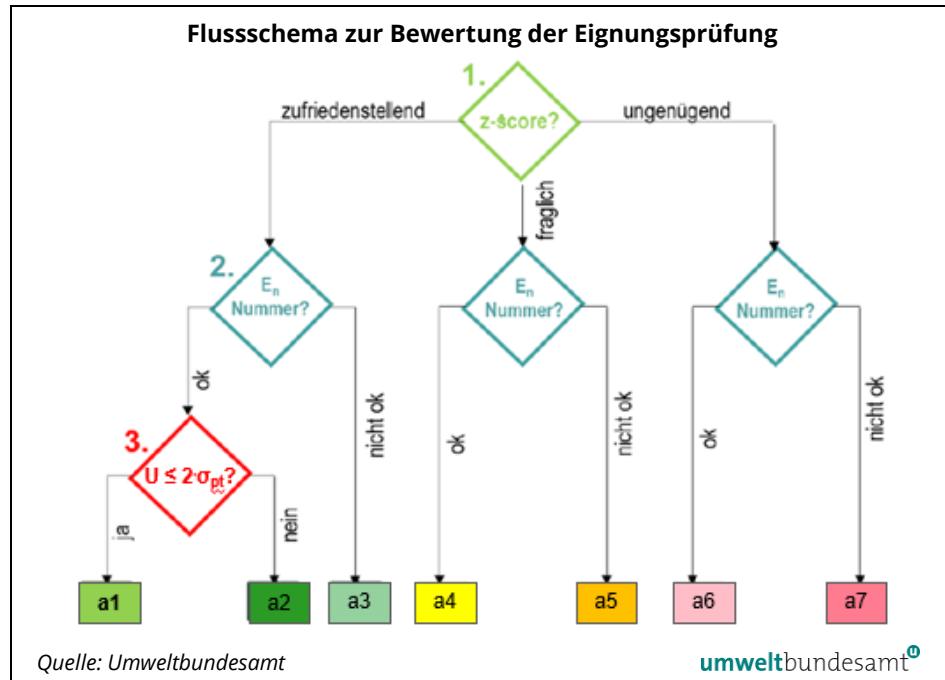
Die zulässigen Standardabweichungen errechnen sich aus einer absoluten Vorgabe für den Nullpunkt (a) und einer Abweichung von maximal 2,5 % bei 75 % des Zertifizierungsbereiches gemäß den entsprechenden europäischen Normen durch lineare Interpolation (siehe Tabelle 4).

*Tabelle 4:
Faktoren zur Berech-
nung der zulässigen
Standardabweichung
 σ_{pt} , Vorgabe ERLAP*

Gas	$\sigma_{pt} = a \cdot c + b$	
	a	b (nmol/mol)
SO ₂	0,022	1
CO	0,024	100
NO	0,024	1
NO ₂	0,028	1,4
O ₃	0,020	1

$2\sigma_{pt}$ wird mit der erweiterten Messunsicherheit des Teilnehmers/der Teilnehmerin verglichen.

*Abbildung 8:
Flusschema
zur Bewertung
der Eignungsprüfung*

**Beurteilungsschema**

- a1: Messergebnis ist vollkommen zufriedenstellend
- a2: Messergebnis ist sehr zufriedenstellend (z' -score zufriedenstellend, E_n -Nummer ok, die Messunsicherheit (MU) ist aber größer als die Standardabweichung zur Konformitätsbewertung)
- a3: Messergebnis ist zufriedenstellend (z' -score zufriedenstellend, E_n -Nummer nicht ok, da die MU unterschätzt wurde)
- a4: Messergebnis ist fraglich (z' -score fraglich aber E_n -Nummer ok, da eine große MU angegeben wurde)
- a5: Messergebnis ist fraglich (z' -score fraglich und E_n -Nummer nicht ok)
- a6: Messergebnis ist ungenügend (z' -score ungenügend aber E_n -Nummer ok, da eine große MU angegeben wurde)
- a7: Messergebnis ist ungenügend (z' -score ungenügend und E_n -Nummer nicht ok)

Die Ergebnisse der Teilnehmer:innen der Eignungsprüfung 2024 sind für alle Komponenten und die für die Bewertung herangezogenen Stoffmengenanteile in den folgenden Tabellen dargestellt.

*Tabelle 5:
Evaluierung der
Ergebnisse der
 O_3 -Messungen der
Eignungsprüfung 2024*

O_3 (nmol/mol)	Lauf Nummer	Referenzwert	C	D	E	F	G	H	I	J	K
			a1								
NG1	0.2		a1								
O_3 1	193.2		a1								
O_3 2	121.6		a1								
O_3 3	92.0		a1	a1	a1	a1	a1	a3	a1	a1	a1
O_3 4	47.4		a1								
O_3 5	22.0		a1								
O_3 6	10.4		a2	a1							
NG2	0.1		a1								

*Tabelle 6:
Evaluierung der
Ergebnisse der
NO-Messungen der
Eignungsprüfung 2024*

NO (nmol/mol)	Lauf Nummer	Referenz wert	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M
			a1	a1	x	a1	a1	a3	a1	a1	a1	a1
NG1	0.4		a1	a1	x	a1	a1	a3	a1	a1	a1	a1
NO 1	468.7		a1	a1	x	a1						
NO 2	415.6		a1	a1	x	a1						
NO 3	355.5		a1	a1	x	a1						
NO 4	469.1		a1	a1	x	a1						
NG2	0.3		a1	a1	x	a1						
NO 5	449.4		a1	a1	x	a1						
NO 6	263.5		a1	a1	x	a1						
NO 7	269.2		a1	a1	x	a1						
NO 8	155.4		a1	a1	x	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
NO 9	128.7		a1	a1	x	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
NO 10	45.7		a1	a1	x	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
NO 11	78.7		a1	a1	x	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
NO 12	41.3		a1	a1	x	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
NO 13	39.1		a1	a1	x	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
NO 14	27.2		a1	a1	x	a1						
NO 15	9.3		a1	a1	x	a1						
NO 16	468.1		a1	a1	x	a1						
NO 17	355.1		a1	a1	x	a1						
NG3	0.1		a1	a1	x	a1						

*Tabelle 7:
Evaluierung der
Ergebnisse der
NO₂-Messungen der
Eignungsprüfung 2024*

	Lauf Nummer	Referenz wert	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M
	NG1	-0.5	a1	a1		a1						
	NO ₂ 1	11.8	a1	a1		a1						
	NO ₂ 2	64.9	a1	a1		a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
	NO ₂ 3	125.1	a1	a1		a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
	NO ₂ 4	12.4	a1	a1		a2	a1	a1	a3	a1	a1	a1
	NG2	-0.2	a1	a1		a1						
	NO ₂ 5	12.2	a1	a1		a1	a1	a1	a3	a1	a1	a1
	NO ₂ 6	198.3	a1	a1		a1						
	NO ₂ 7	11.6	a1	a1		a1						
	NO ₂ 8	124.9	a1	a1		a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
	NO ₂ 9	10.9	a1	a1		a1						
	NO ₂ 10	93.6	a1	a1		a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
	NO ₂ 11	10.6	a1	a1		a1						
	NO ₂ 12	48.1	a1	a1		a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
	NO ₂ 13	10.5	a1	a1		a1						
	NO ₂ 14	22.4	a1	a1		a1						
	NO ₂ 15	10.3	a1	a1		a1						
	NO ₂ 16	12.3	a1	a1		a1	a1	a1		a1	a1	a1
	NO ₂ 17	125.5	a1	a1		a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1
	NG3	-0.2	a1	a1		a1						

Ergebnisse

Bei der Eignungsprüfung 2024 haben die teilnehmenden Organisationen D, G, J, K, M ausnahmslos für alle Komponenten und Stoffmengenanteile, an denen sie teilgenommen haben, die Bewertung a1 erhalten, wobei die teilnehmende Organisation M nur bei NO und NO₂ teilgenommen hat.

Bei der Eignungsprüfung hat Teilnehmer:in C für die Komponente NO und NO₂ durchgehend die Bestnote (a1) erhalten. Außer einer a2-Bewertung bei niedrigem O₃-Stoffmengenanteil wurden für Ozon ansonsten durchgängig a1-Bewertungen erreicht.

Die teilnehmende Organisation F hat für NO und O₃ durchgehend die Bestnote (a1) erzielt. Für NO₂ hat die teilnehmende Organisation einmal bei geringen Stoffmengenanteilen ein a2 erhalten (Messunsicherheit ist größer als die Standardabweichung zur Konformitätsbewertung).

Teilnehmer:in H hat für die Komponenten NO₂ durchgehend die Bestnote (a1) erreicht. Neben einer a3-Bewertung für NO bei Nullgas, wurden die anderen NO-Stoffmengenanteile durchgehend mit a1 bewertet. Bei einem mittleren Stoffmengenanteil von O₃ hat der/die Teilnehmer:in einmal eine a3-Bewertung erhalten.

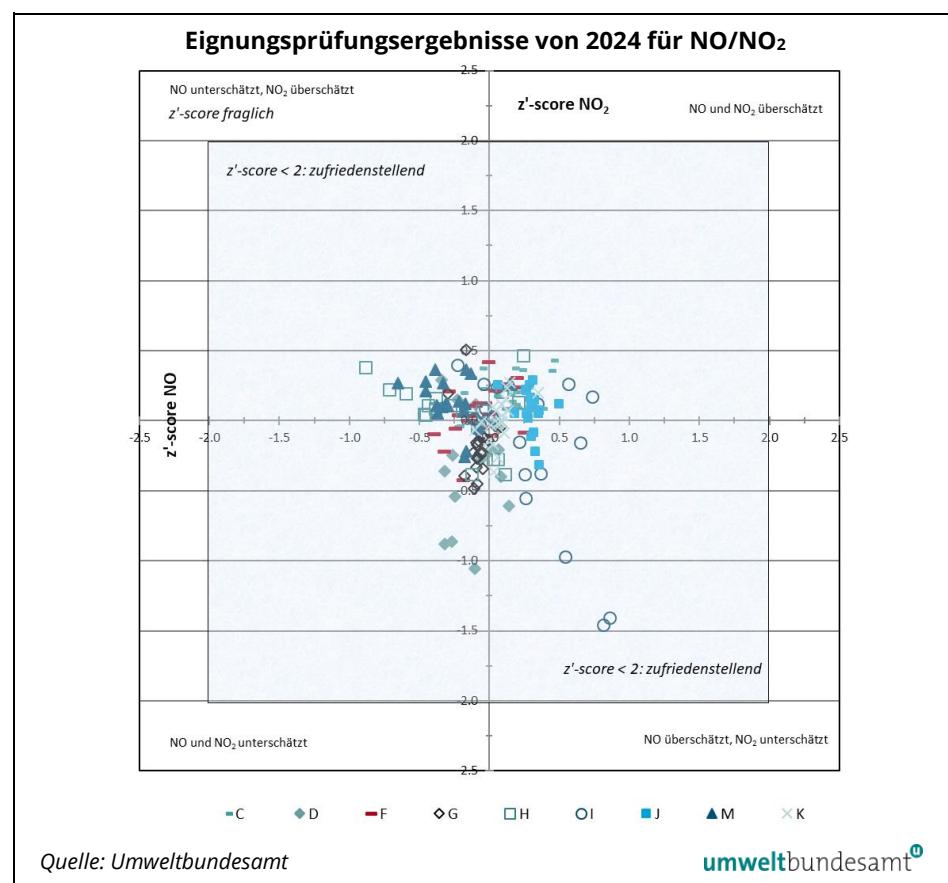
Teilnehmer:in I hat bei den Komponenten O₃ durchgehend bei allen Stoffmengenanteilen a1 Bewertungen. Für die Komponente NO₂ wurden bei tendenziell

hohen und mittleren Stoffmengenanteilen sechs a2-Bewertungen (Messunsicherheit war größer als die Standardabweichung zur Konformitätsbewertung; (Messunsicherheit ($> \sigma_{pt}$) wurde überschätzt) und zwei a3-Bewertungen (E_n -Nummer nicht ok) erhalten. Bei der Komponente NO hat Teilnehmer:in I sechs a2-Bewertungen bei geringen bis mittleren Stoffmengenanteilen erzielt.

Teilnehmer:in E hat für O_3 die beste Bewertung (a1) erreicht, jedoch aufgrund eines Gerätedefektes keine NO/NO₂ – Werte abgegeben.

Eine Möglichkeit, die Ergebnisse für die Mischungen von NO und NO₂ in Zusammenhang zu stellen und grafisch abzubilden, bietet der Youden Plot. Dafür werden die z'-scores für NO und NO₂ von jeder teilnehmenden Organisation für jeden Durchgang kombiniert. Aus Abbildung 9 sind daher systematische Abweichungen und Verbesserungspotenziale abzulesen. Liegt das z'-score über der x-Achse, so liegt eine Überschätzung von NO₂ vor, liegt es unterhalb der x-Achse so werden die NO₂-Werte unterschätzt, links der y-Achse wird NO unterschätzt, rechts der y-Achse wird NO überschätzt.

*Abbildung 9:
Eignungsprüfungs-
ergebnisse von 2024 für
NO/NO₂ – dargestellt in
Form des Youden Plots*



Gutes Gesamtergebnis

Das Gesamtergebnis der Eignungsprüfung 2024 ist gut: Die z'-scores liegen bei allen Stoffmengenanteilen innerhalb des Bereiches von -2 bis +2. Das gute Gesamtergebnis ist auch grafisch deutlich zu erkennen, da der größte Anteil der Ergebnisse der teilnehmenden Organisationen nahe um das Zentrum streut.

Wird ausschließlich das auf externen Vorgaben (Sigma PT) beruhende z'-score herangezogen, so sind für die Bewertungen jeder Konzentrationsstufe a1 bis a3 von mindestens 80% des Gesamtdatensatzes pro Komponente als „bestanden“ anzusehen.

Anmerkung: Da jedoch die Ermittlung der Messunsicherheit einen integralen Bestandteil von Luftgütemessdaten darstellt - bedingt durch die Vorgaben der Luftqualitätsrichtlinie und des IG-L - wird die E_n Nummer zu einer differenzierteren Bewertung der Ergebnisse in den Tabelle 5 bis Tabelle 7 herangezogen.

4 AUSWERTUNG DER DATEN

Das „Protocol for intercomparison exercises“, AQUILA Dokument N37 über die Organisation und Auswertung von Eignungsprüfungen für nationale Referenzlaboratorien für Luftqualität sieht zwei statistische Kenngrößen vor: das z'-score und die E_n -Nummer (gemäß ISO 13528).

4.1 z'-score Auswertung

Ermittlung des Schwellenwertes	Mit dem z'-score wird überprüft, ob die Differenz zwischen einem gemessenen Stoffmengenanteil und dem Referenzwert (Bias) einen allgemeinen Schwellenwert nicht überschreitet. Der Schwellenwert orientiert sich an den Qualitätsanforderungen für die Messmethoden, wie sie in den europäischen Normen EN 14211, EN 14212, EN 14625 und EN 14626 beschrieben sind, und wird nach den Vorgaben des ERLAP ermittelt. Die Qualitätsanforderungen der Normen dienen wiederum dazu, die Einhaltung der gesetzlich geforderten Datenqualitätsziele, insbesondere der Messunsicherheit, zu gewährleisten.
zulässige Messunsicherheit	Die maximal zulässige erweiterte Messunsicherheit für Kalibriergase für die laufende Qualitätssicherung beträgt lt. den europäischen Normen 5 %; Nullgas darf kein Signal höher als die Nachweisgrenze der jeweiligen Komponente liefern. Daher wird eine zulässige Standardabweichung für die Konformitätsbewertung (σ_{pt}) für jede Komponente durch lineare Interpolation berechnet. Die Interpolation erfolgt durch die maximal zulässige Abweichung von 2,5 % am Kalibrierpunkt (75 % des Zertifizierungsbereiches) und eine Abweichung in Höhe der Nachweisgrenze am Nullpunkt.

*Tabelle 8:
Berechnung der
zulässigen Standard-
abweichung für die
Konformitätsbewertung*

Gas	$\sigma_{pt} = a \cdot c + b$	
	a	b (nmol/mol)
SO ₂	0,022	1
CO	0,024	100
NO	0,024	1
NO ₂	0,028	1,4
O ₃	0,020	1

Berechnung des z'-score Das z'-score wird nach ISO 13528 folgendermaßen berechnet:

$$z' = \frac{x_i - X}{\sqrt{\sigma_p^2 + u_x^2}} = \frac{x_i - X}{\sqrt{(a \cdot X + b)^2 + u_x^2}} \quad \text{Formel 1}$$

x_i Mittelwert der Ergebnisse eines Teilnehmenden i bei einer Stufe des Stoffmengenanteils einer Komponente

X Referenzwert der jeweiligen Stufe des Stoffmengenanteils einer Komponente

$x_i - X$ Differenz zwischen Mittelwert der Ergebnisse eines Teilnehmenden und dem Referenzwert (Bias)

σ_p zulässige Standardabweichung für die Konformitätsbewertung

u_x Messunsicherheit des Referenzwertes

a Steigung der Geraden, die die maximale, zulässige Standardabweichung für eine Komponente beschreibt

b Achsenabschnitt der Geraden, die die maximale, zulässige Standardabweichung für eine Komponente beschreibt

Ist $|z'| < 2$, so wird das Ergebnis als „zufriedenstellend“, für $2 \leq |z'| < 3$ als „fraglich“ und für $|z'| \geq 3$ als „ungenügend“ bewertet.

z'-score-Ergebnisse

In den folgenden Abbildungen wird das ermittelte z'-score für jede Komponente, jeden Konzentrationsdurchgang und jede teilnehmende Organisation dargestellt. Ergebnisse, außerhalb des Bereiches von -2 bis +2, müssen als „fraglich“ bewertet werden.

Für O₃, NO und NO₂ lagen die z'-scores bei allen Stoffmengenanteilen innerhalb des Bereiches von -2 bis +2 und wurden damit für alle Teilnehmer:innen und Stoffmengenanteile als „zufriedenstellend“ bewertet (Abbildung 10 bis Abbildung 17)

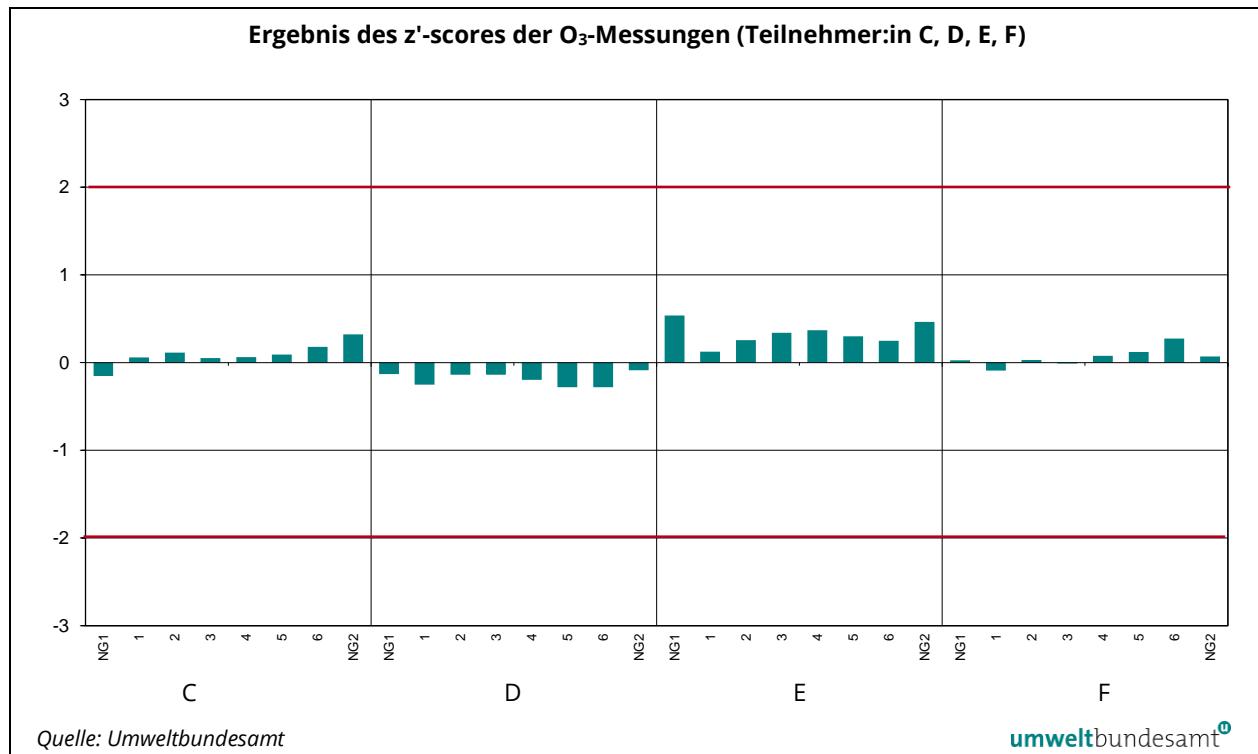
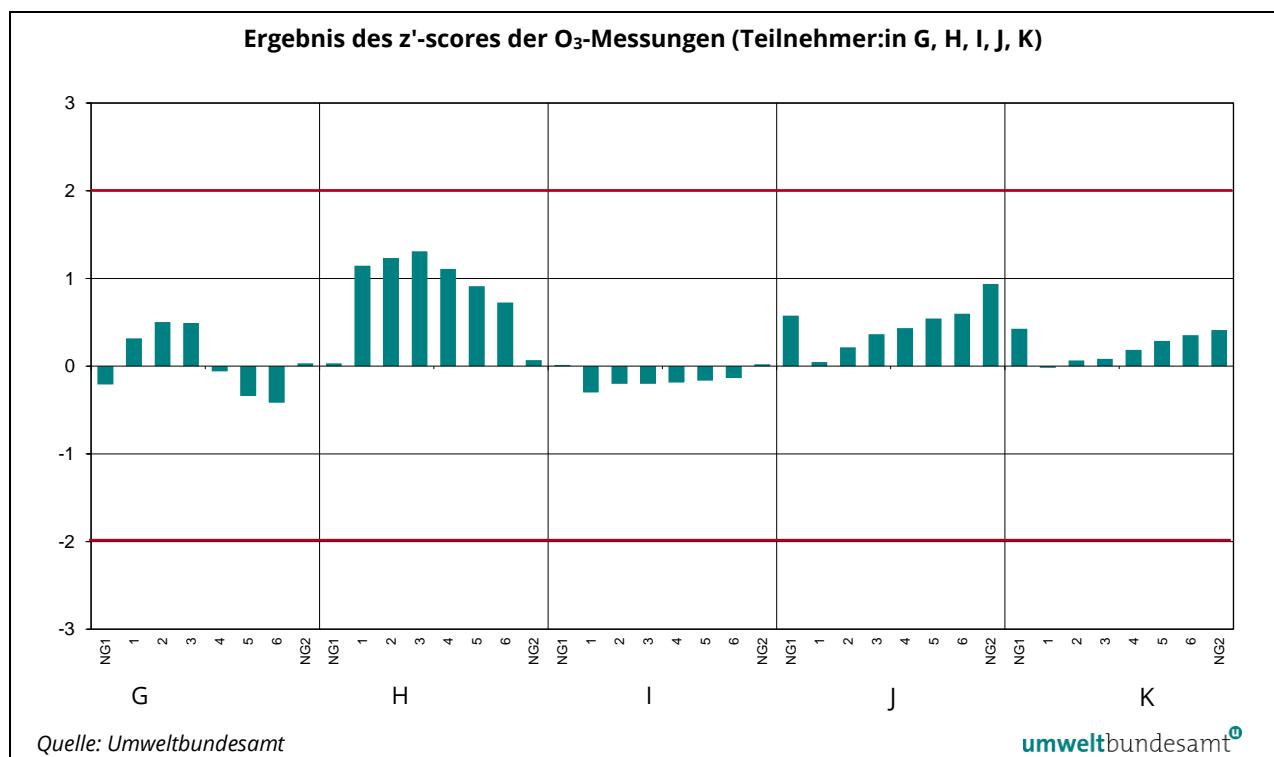
Abbildung 10: Ergebnis des z'-scores der O₃-Messungen (Teilnehmer:in C, D, E, F).Abbildung 11: Ergebnis des z'-scores der O₃-Messungen (Teilnehmer:in G, H, I, J, K).

Abbildung 12: Ergebnis des z'-scores der NO-Messungen (Teilnehmer:in C, D ,F).

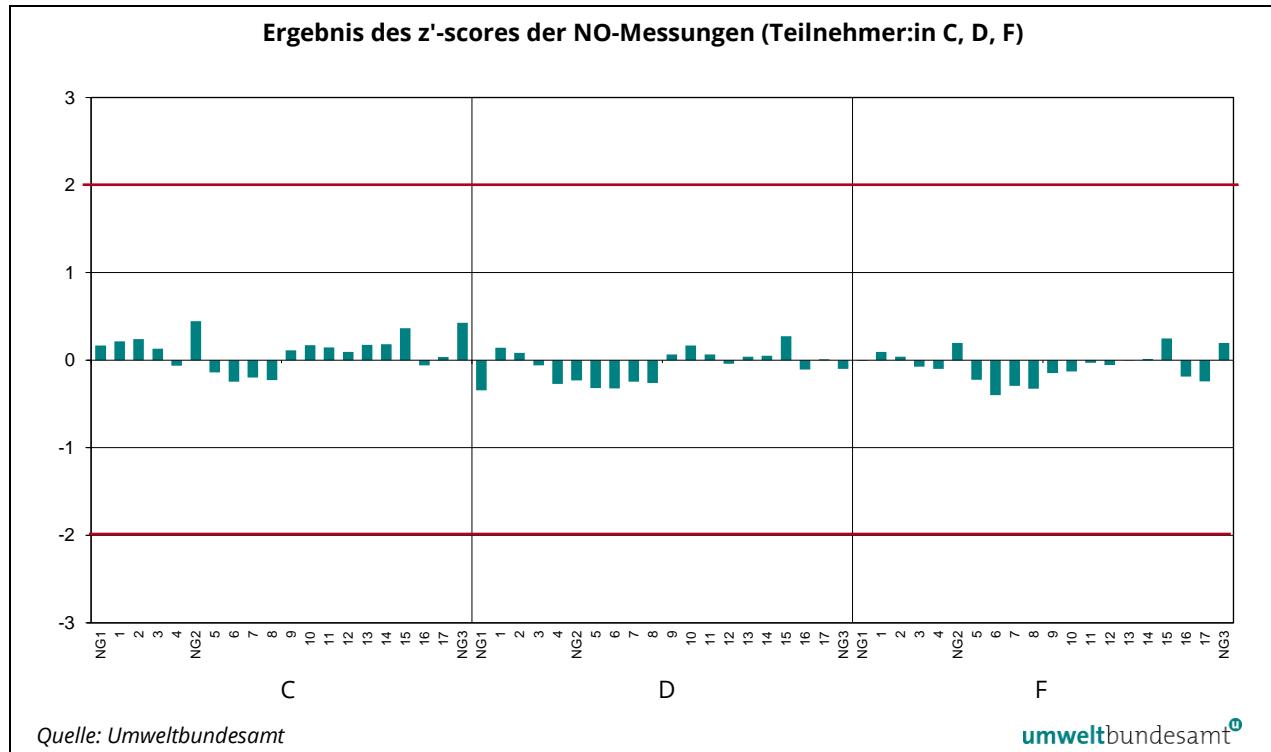


Abbildung 13: Ergebnis des z'-scores der NO-Messungen (Teilnehmer:in G, H, I).

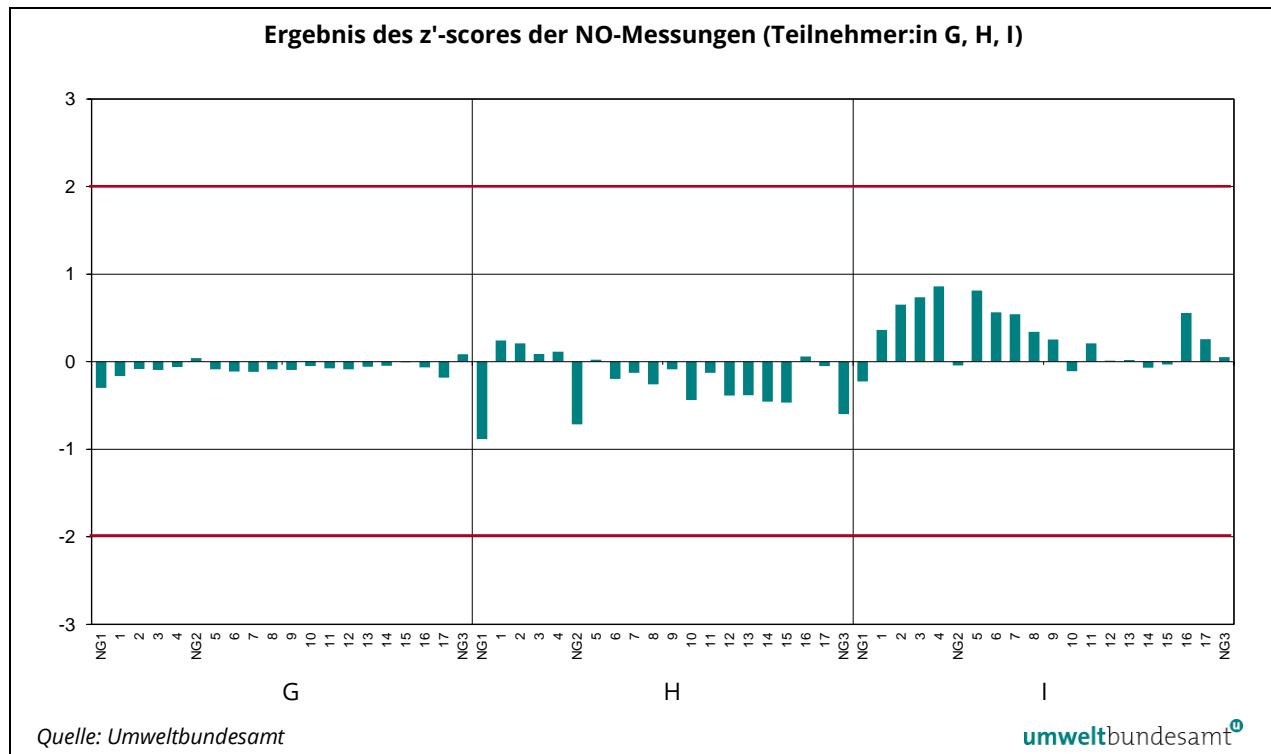


Abbildung 14: Ergebnis des z'-scores der NO-Messungen (Teilnehmer:in J, K, M).

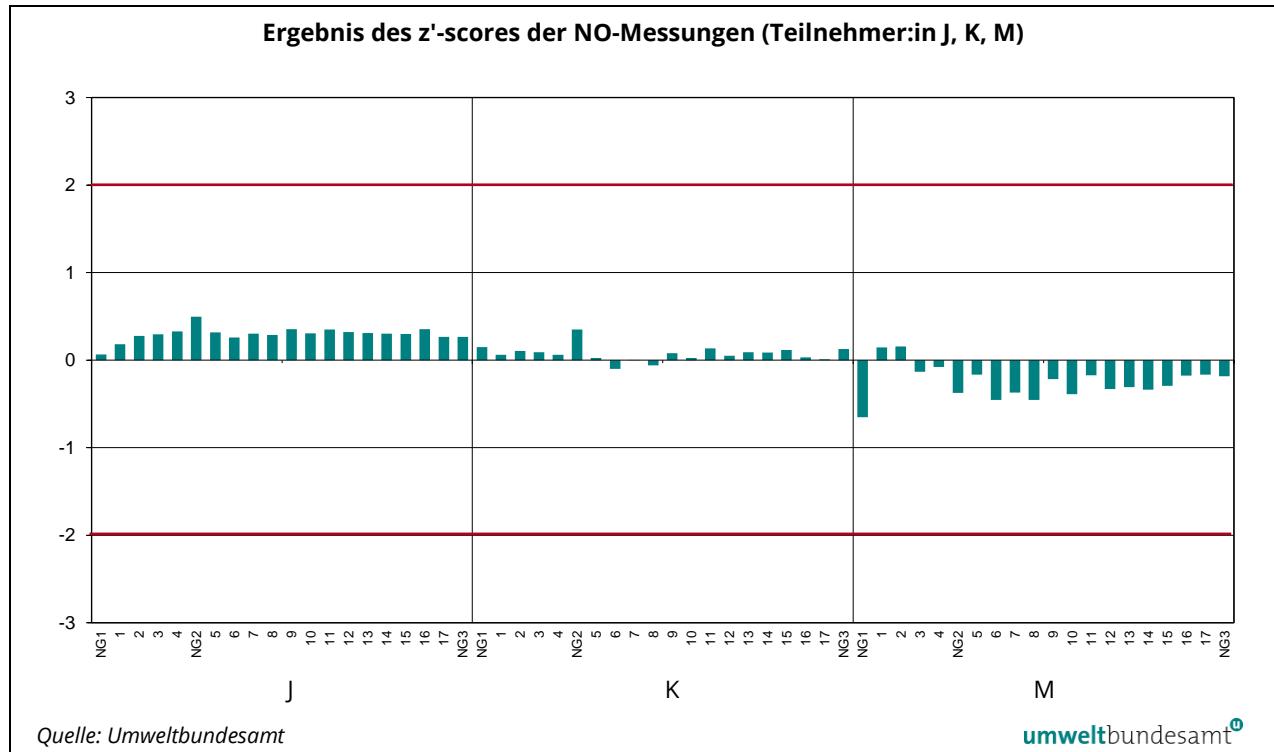
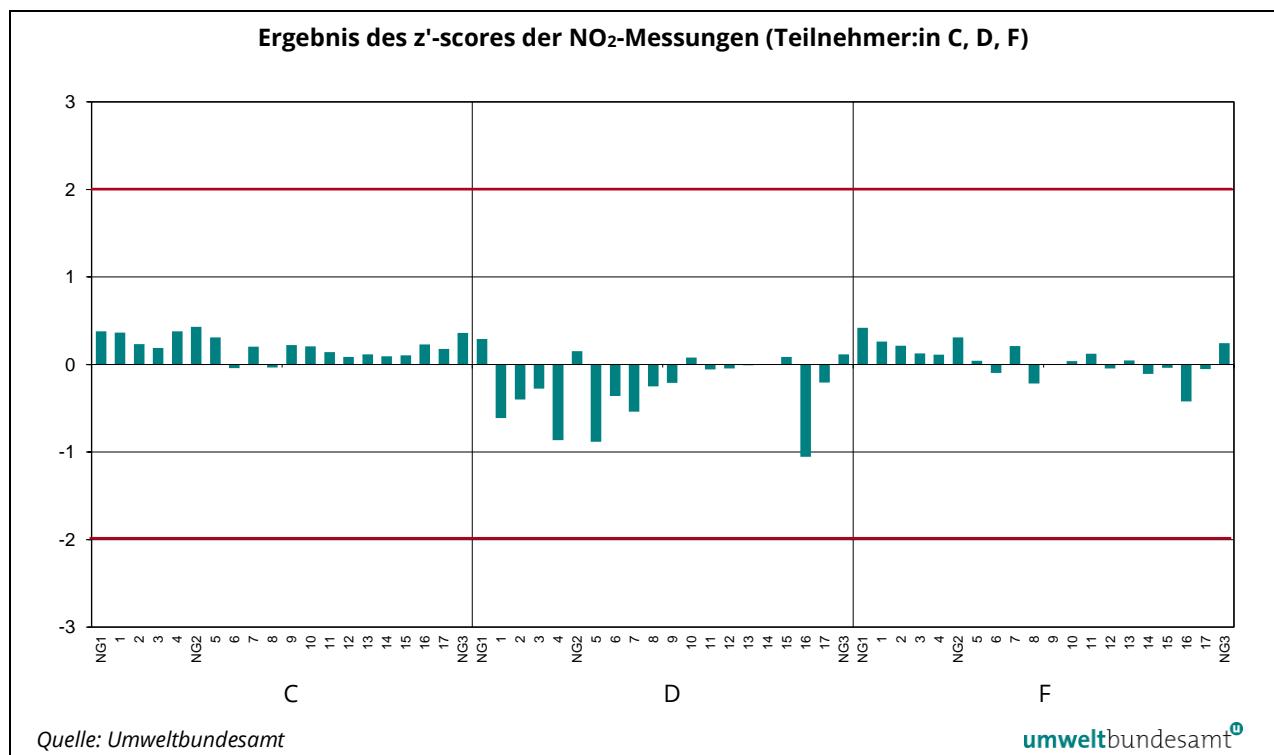
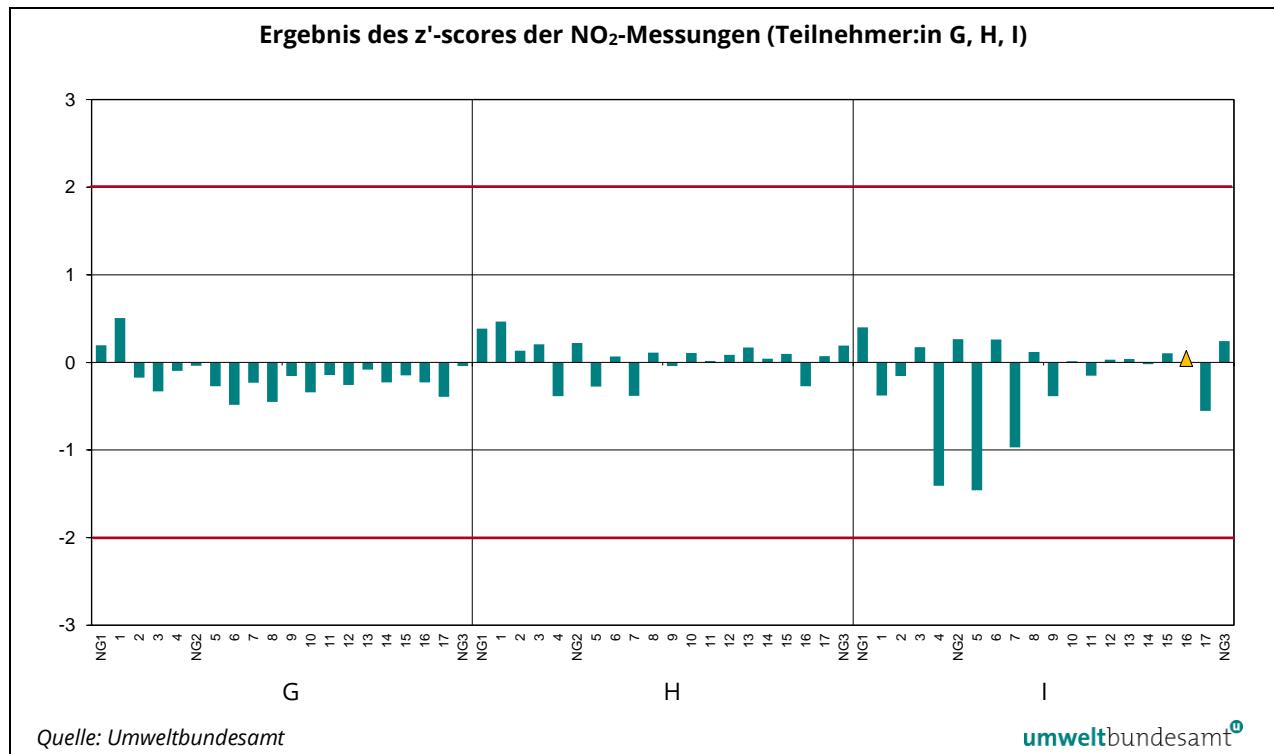
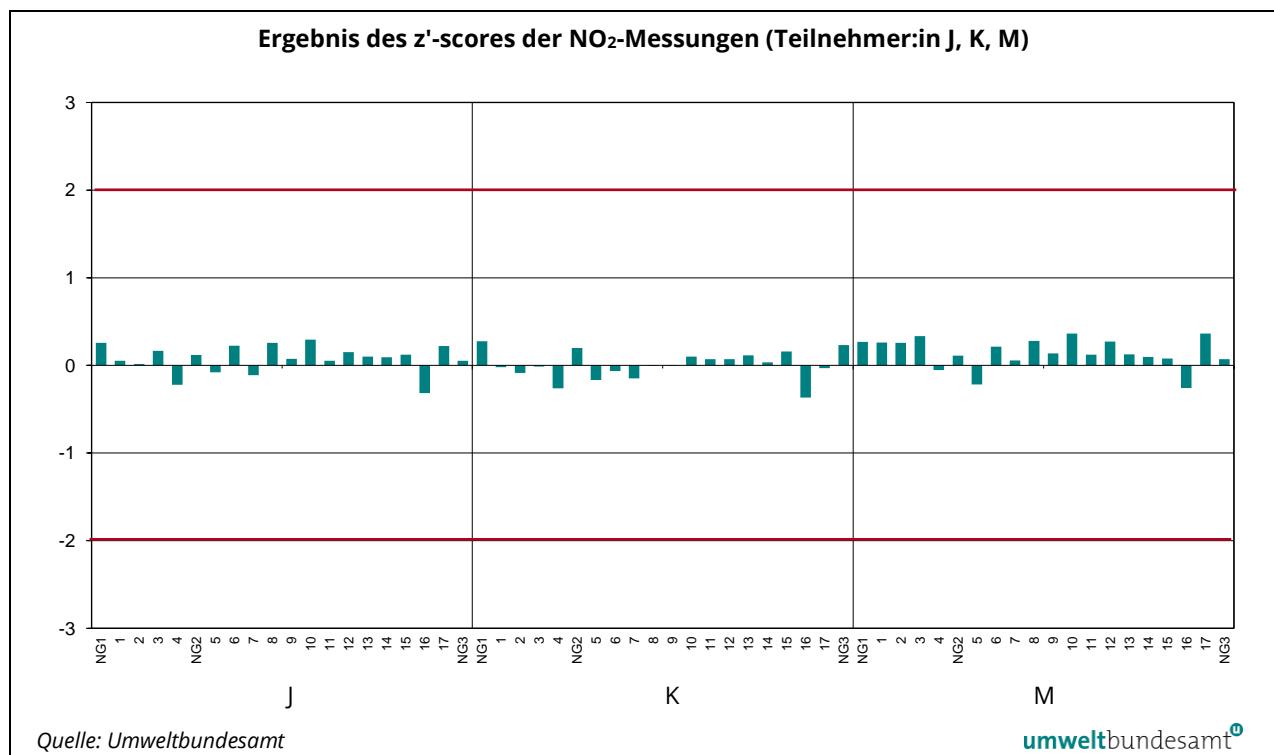
Abbildung 15: Ergebnis des z'-scores der NO₂-Messungen (Teilnehmer:in C, D, F).

Abbildung 16: Ergebnis des z'-scores der NO₂-Messungen (Teilnehmer:in G, H, I).Abbildung 17: Ergebnis des z'-scores der NO₂-Messungen (Teilnehmer:in J, K, M).

4.2 E_n-Nummer Auswertung

Ermittlung des Schwellenwertes Die zweite statistische Kenngröße ist die E_n-Nummer. Diese prüft, ob die Differenz zwischen dem gemessenen Stoffmengenanteil und dem Referenzwert (Bias) einen für jeden Teilnehmer/jede Teilnehmerin individuellen Schwellenwert überschreitet. Dabei werden die erweiterten Messunsicherheiten der gemessenen Stoffmengenanteile und die erweiterte Messunsicherheit des Referenzwertes zur Normalisierung des Bias verwendet. Wird die Messunsicherheit der Messwerte U_i unterschätzt, so kommt es zur Überschreitung des E_n-Kriteriums.

Berechnung der E_n-Nummer

$$E_n = \frac{x_i - X}{\sqrt{U_{x_i}^2 + U_x^2}} \quad \text{Formel 2}$$

x_i Mittelwert der Ergebnisse eines Teilnehmenden i bei einer Stufe des Stoffmengenanteils einer Komponente

X Referenzwert der jeweiligen Stufe des Stoffmengenanteils einer Komponente

x_i - X Differenz zwischen Mittelwert der Ergebnisse eines Teilnehmenden und dem Referenzwert (Bias)

U_x Erweiterte Messunsicherheit des Referenzwertes

U_{xi} Erweiterte Messunsicherheit des Mittelwertes x_i

erweiterte Messunsicherheiten Da die erweiterten Messunsicherheiten zur Normalisierung herangezogen werden, gilt für zufriedenstellende Resultate:

$$|E_n| \leq 1$$

In den folgenden Abbildungen wird die ermittelte E_n-Nummer für jede Komponente, jede teilnehmende Organisation und jeden bewerteten Konzentrationsdurchgang dargestellt.

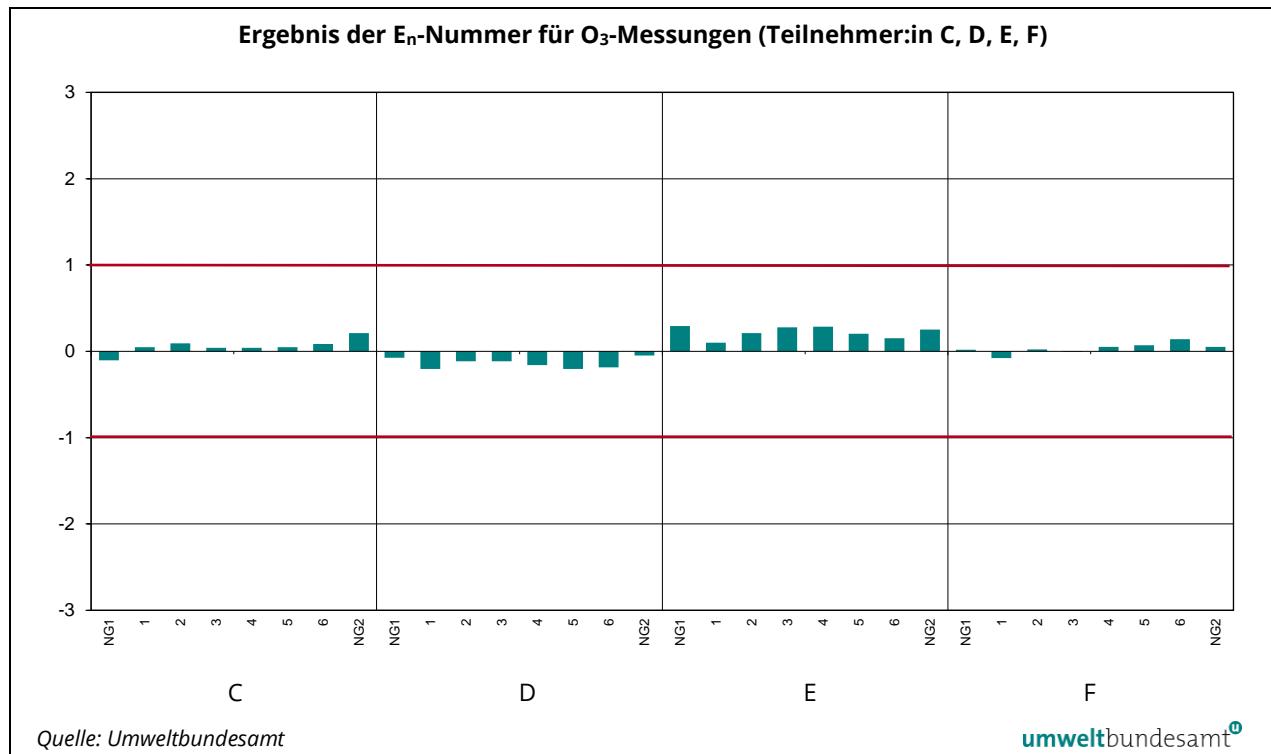
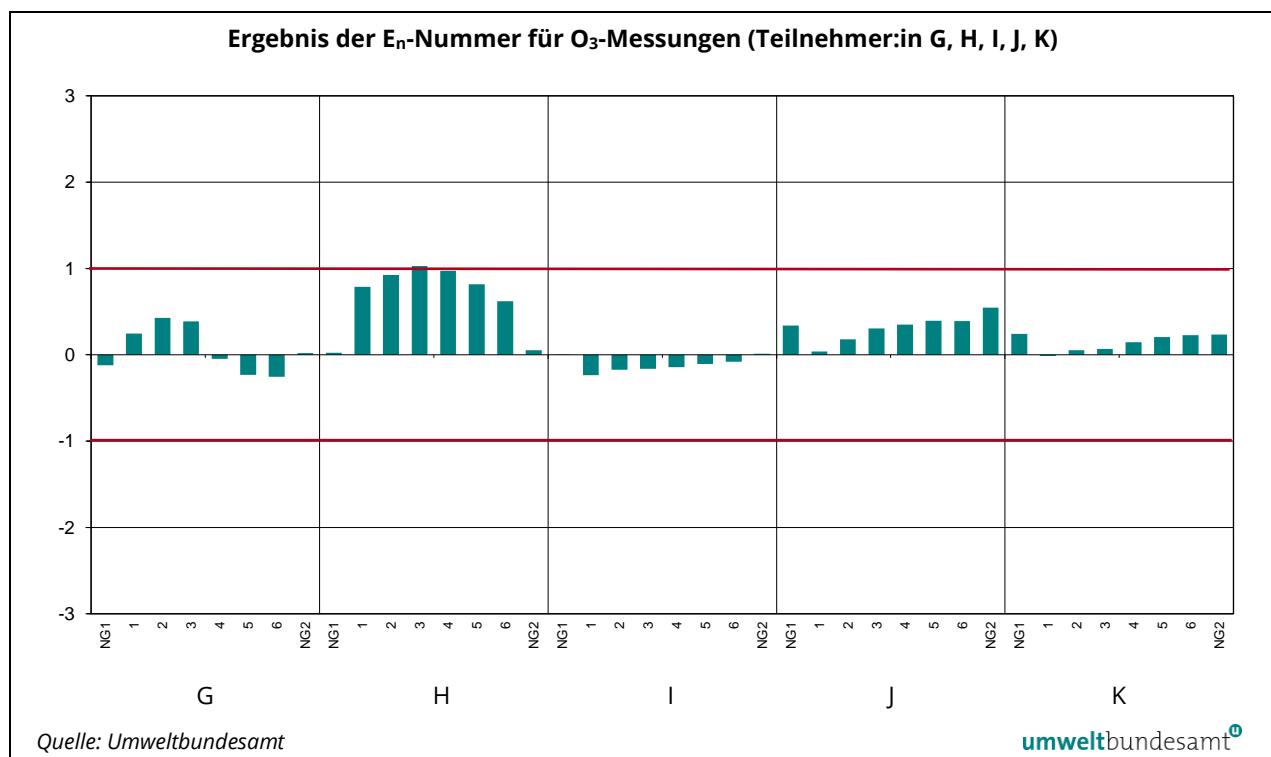
Abbildung 18: Ergebnis der E_n -Nummer für O_3 -Messungen (Teilnehmer:in C, D, E, F).Abbildung 19: Ergebnis der E_n -Nummer für O_3 -Messungen (Teilnehmer:in G, H, I, J, K).

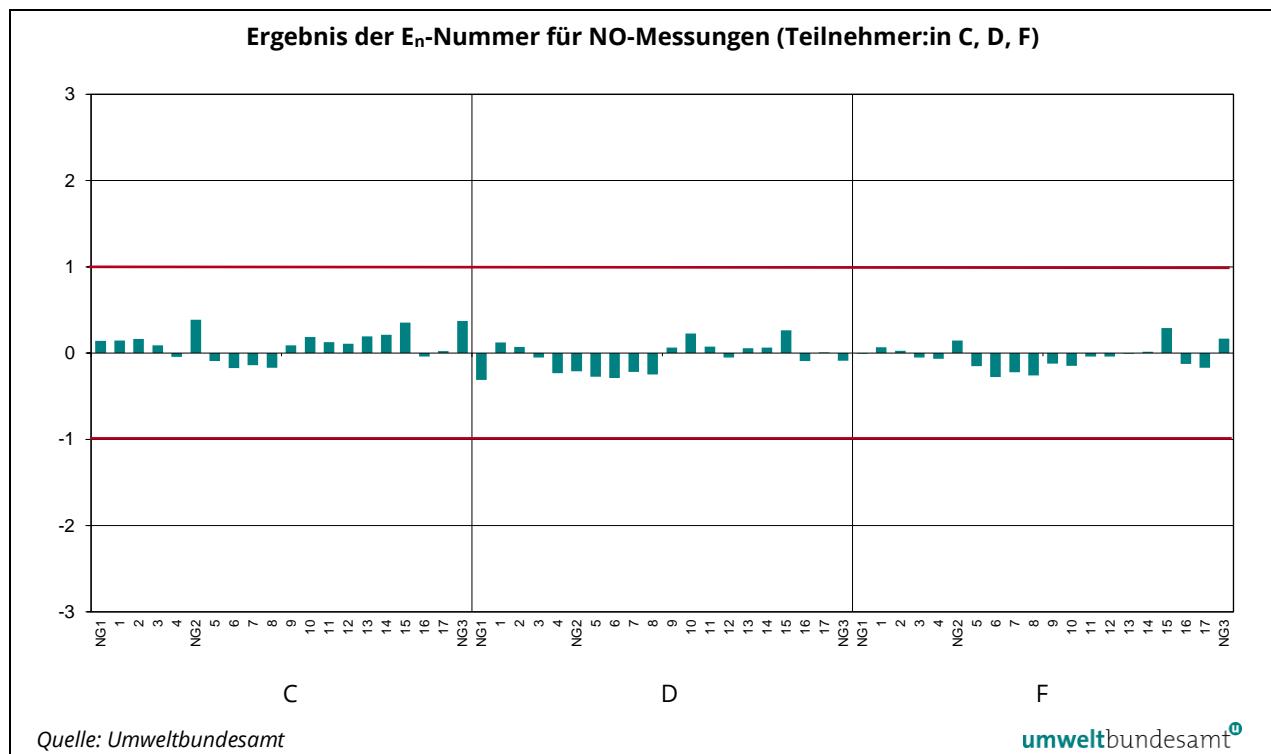
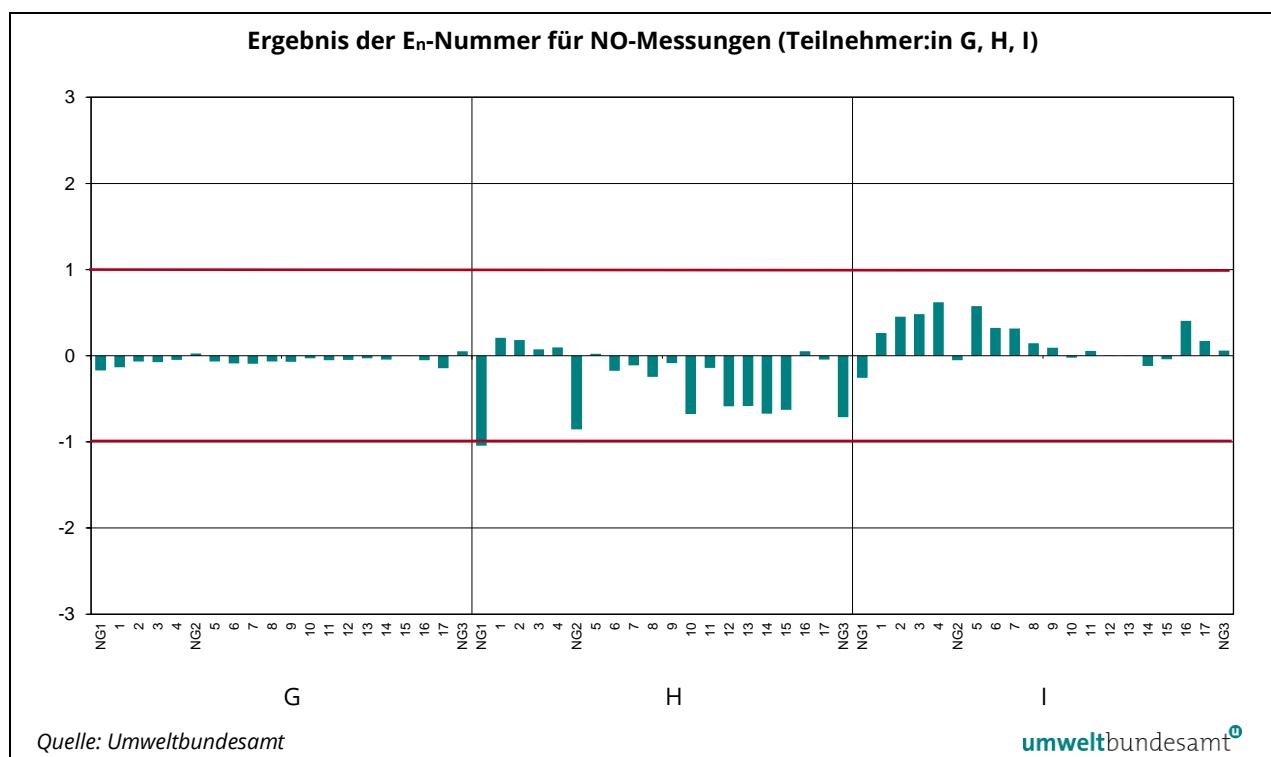
Abbildung 20: Ergebnis der E_n -Nummer für NO-Messungen (TeilnehmerIn C, D, F).Abbildung 21: Ergebnis der E_n -Nummer für NO-Messungen (TeilnehmerIn G, H, I).

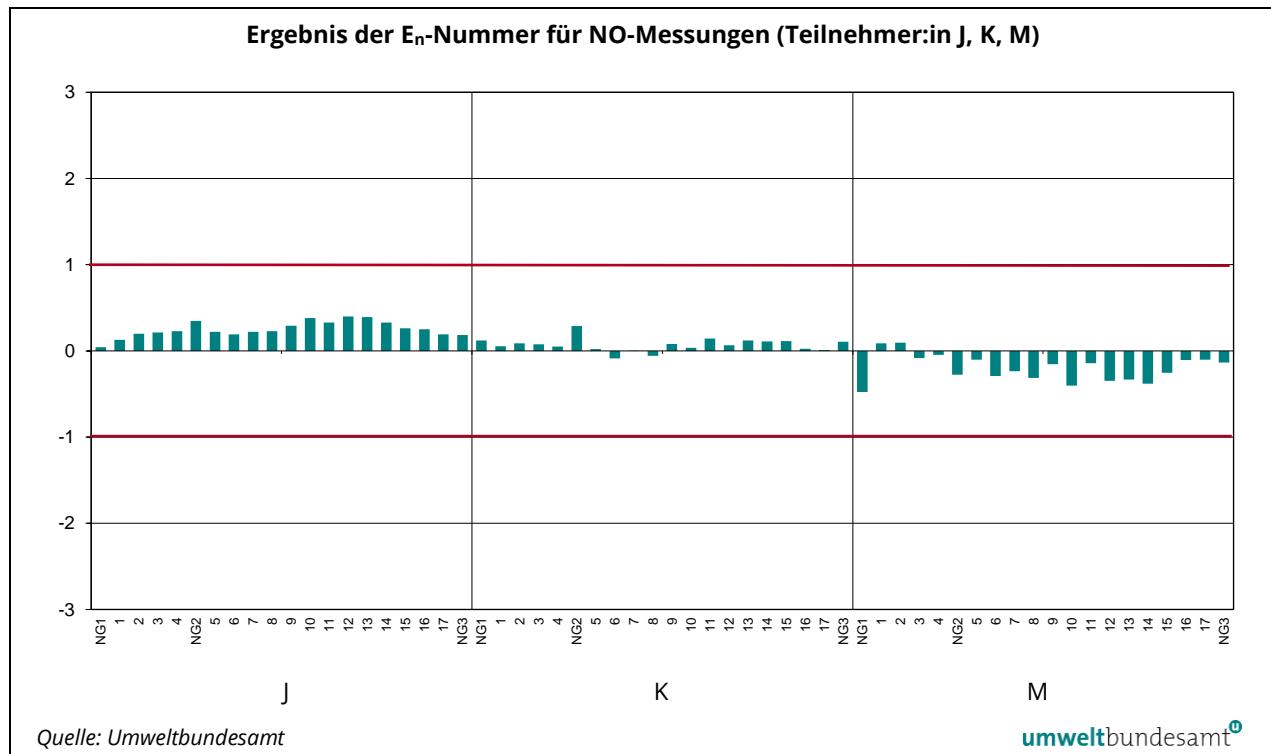
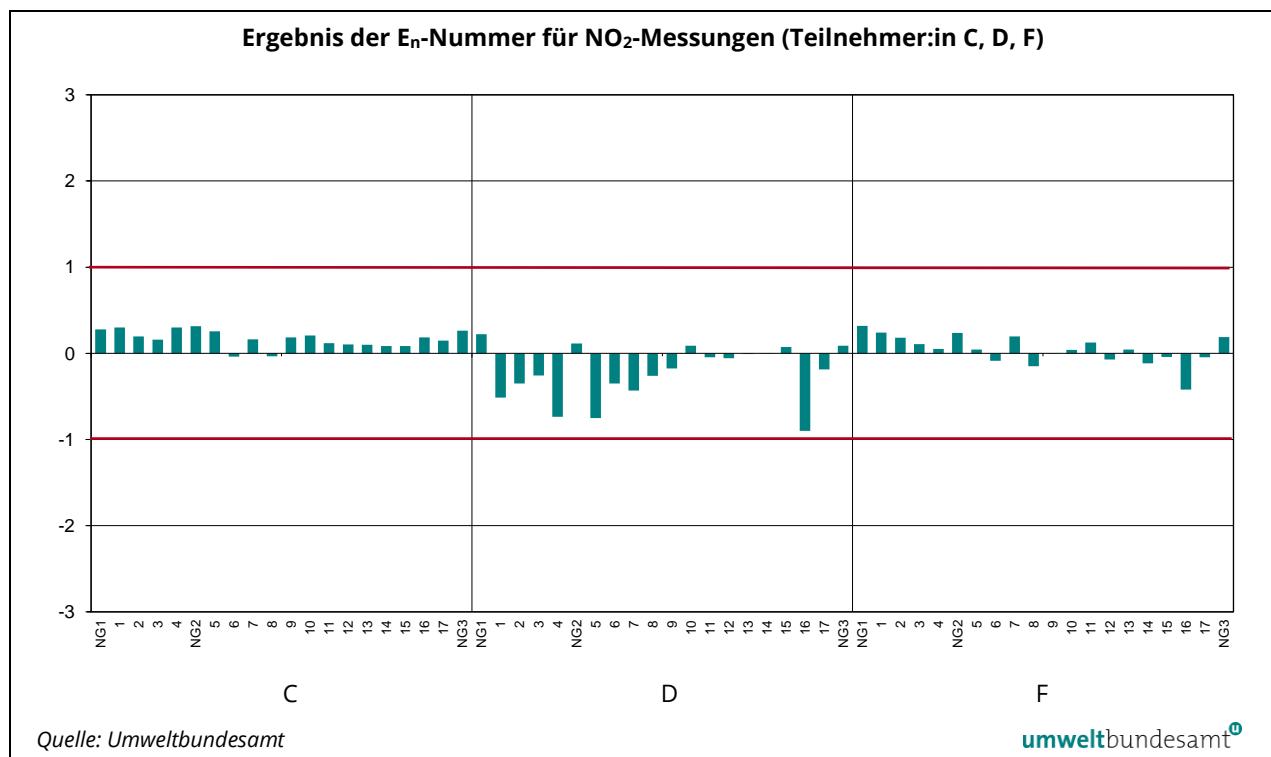
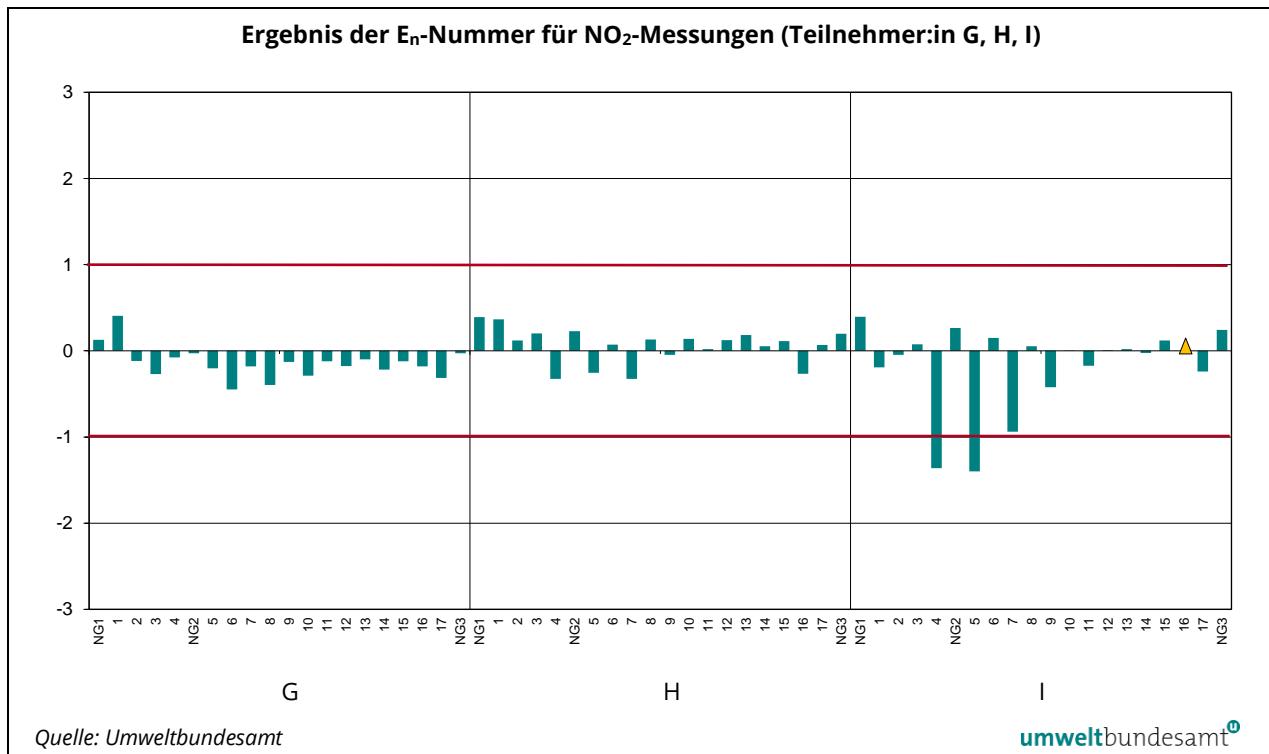
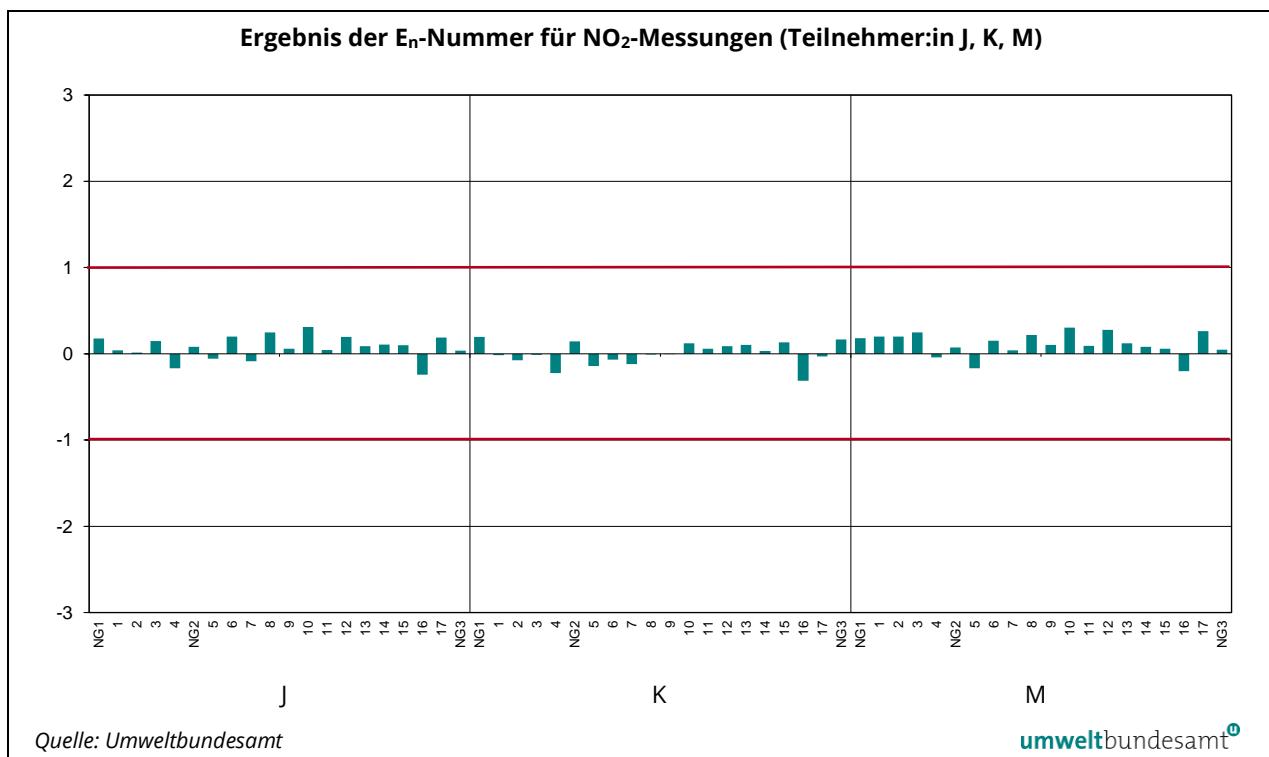
Abbildung 22: Ergebnis der E_n -Nummer für NO-Messungen (TeilnehmerIn J, K, M).Abbildung 23: Ergebnis der E_n -Nummer für NO₂-Messungen (TeilnehmerIn C, D, F).

Abbildung 24: Ergebnis der E_n -Nummer für NO₂-Messungen (TeilnehmerIn G, H, I).Abbildung 25: Ergebnis der E_n -Nummer für NO₂-Messungen (TeilnehmerIn J, K, M).

Bei O₃ liegt ein Messgerät bei mittleren Stoffmengenanteilen einmal knapp außerhalb des E_n-Kriteriums (Abbildung 19; E_n = 1,03). Alle anderen teilnehmenden Organisationen haben das E_n-Kriterium für Ozon eingehalten.

Bei der Komponente NO liegt ein Messgerät beim Nullgas knapp außerhalb des E_n-Kriteriums (E_n = -1,04; Abbildung 21). Alle anderen Messgeräte der teilnehmenden Organisationen liegen innerhalb des E_n-Kriteriums (| E_n | ≤ 1).

Bei NO₂ liegt ein Messgerät bei niedrigen Stoffmengenanteilen zweimal Mal außerhalb des E_n-Kriteriums (E_n = -1,4 und -1,36; teilnehmende Organisation I; siehe Abbildung 24). Alle anderen teilnehmenden Organisationen haben das E_n-Kriterium für NO₂ eingehalten.

4.3 Bias und Messunsicherheit

Wird die Abweichung vom Referenzwert (Bias) mit der erweiterten kombinierten Messunsicherheit von Teilnehmer:in und Referenzwert (siehe Formel 2) als Fehlerindikator aufgetragen, so muss jeder Fehlerindikator die x-Achse einschließen oder zumindest berühren, um eine a1- oder a2-Bewertung zu erreichen. Weicht das Messergebnis nicht vom Referenzwert ab, so kommt es auf der x-Achse zu liegen. Ist das Messergebnis kleiner als der Referenzwert, wird die Abweichung im negativen Bereich der y-Achse dargestellt, ist es größer, im positiven Bereich.

Fehlerindikatoren zur Darstellung der Messunsicherheit Da der Beitrag der Messunsicherheit des Referenzwertes für alle Teilnehmer:innen gleich ist, reflektiert die unterschiedliche Größe der Fehlerindikatoren die geschätzte Messunsicherheit der Ergebnisse.

Die Auswirkung von Über- und Unterschätzungen der Messunsicherheit wird in dieser Darstellung offensichtlich: Bei Überschätzung kommt es zu unrealistisch großen Bereichen, in denen das Ergebnis liegen kann, bei Unterschätzung überschneiden die Fehlerindikatoren die x-Achse nicht, der Referenzwert wird verfehlt.

Ergebnisse der Auswertungen Die Ergebnisse von O₃ sowie die dazugehörigen angegebenen Messunsicherheiten sind plausibel und unterscheiden sich im Allgemeinen nur wenig (Abbildung 26 und Abbildung 27).

Die NO-Ergebnisse sowie die dazugehörigen ermittelten Messunsicherheiten sind ebenfalls plausibel. Bei einem Messgerät ist die Unterschätzung der Messunsicherheit im Nullpunkt bei NO erkennbar (siehe Abbildung 29; teilnehmende Organisation H).

Obwohl die korrekte Messung von NO₂ (Abbildung 31 bis Abbildung 33) und die Abschätzung der Messunsicherheit zu den schwierigeren Aufgaben in der Immissionsmessung gehören, ist der Großteil der Ergebnisse von sehr guter Qualität. Die Ergebnisse von NO₂ sowie die dazugehörigen angegebenen Messunsicherheiten sind auch hier plausibel und unterscheiden sich nur wenig. Bei einem Messgerät ist für NO₂ zwei Mal eine Unterschätzung der Messunsicherheit bei generell kleinen Stoffmengenanteilen ersichtlich (siehe Abbildung 32; teilnehmende Organisation I).

Abbildung 26: Bias der O₃-Messungen (Teilnehmer:in C, D, E, F - Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in nmol/mol).

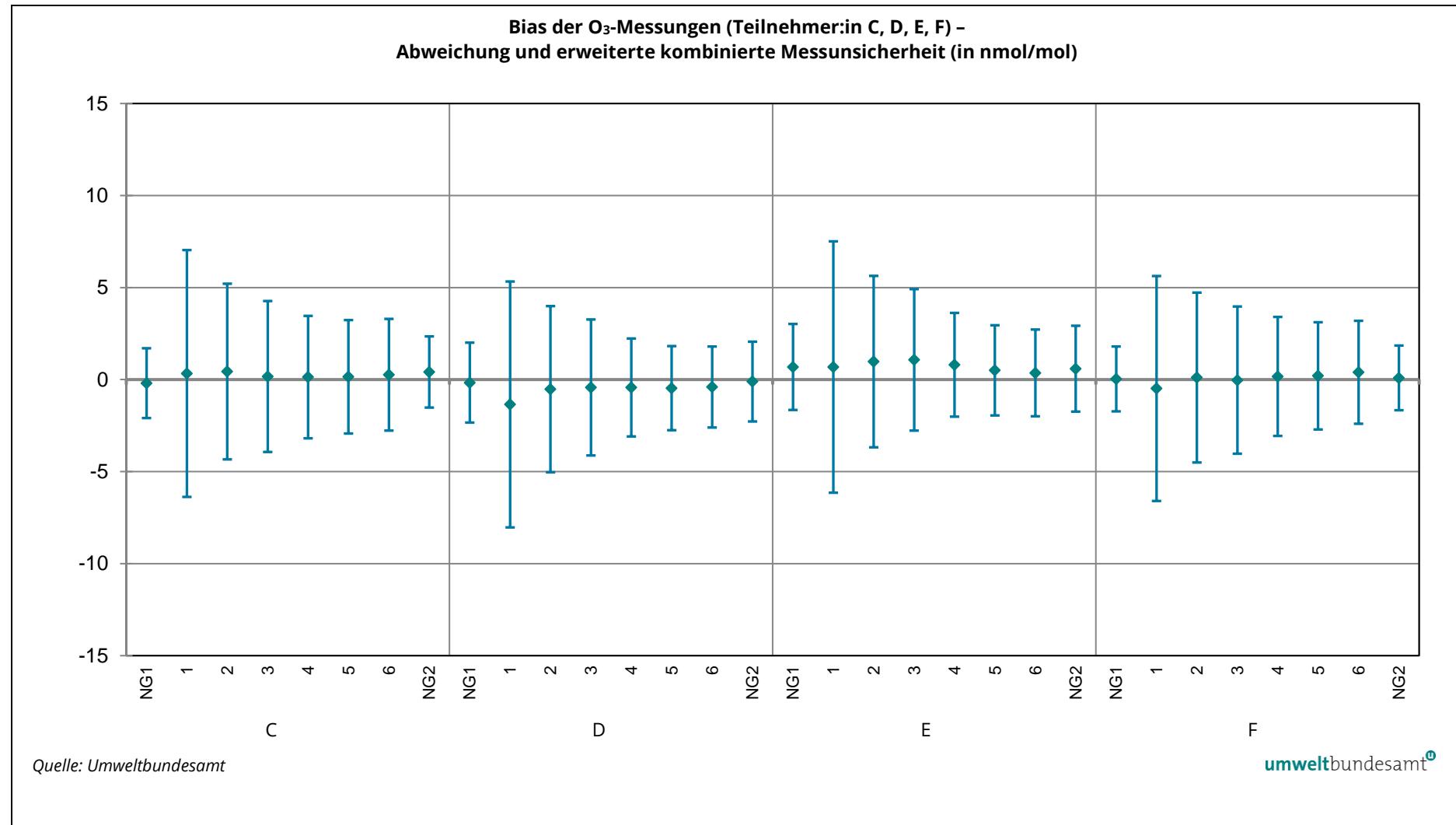


Abbildung 27: Bias der O₃-Messungen (Teilnehmer:in G, H, I, J, K) – Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in nmol/mol).

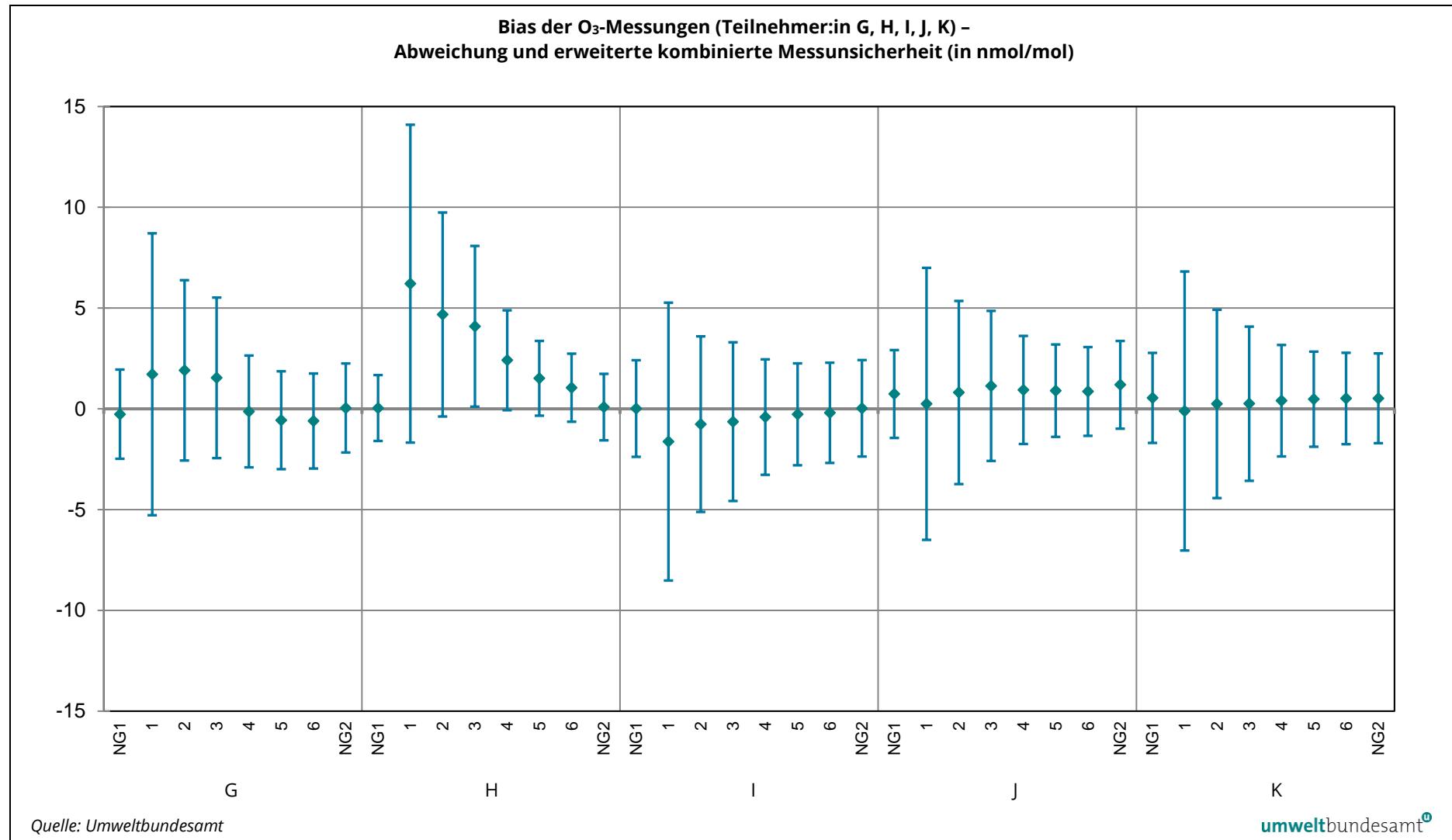


Abbildung 28: Bias der NO-Messungen (Teilnehmer:in C, D, F) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in nmol/mol).

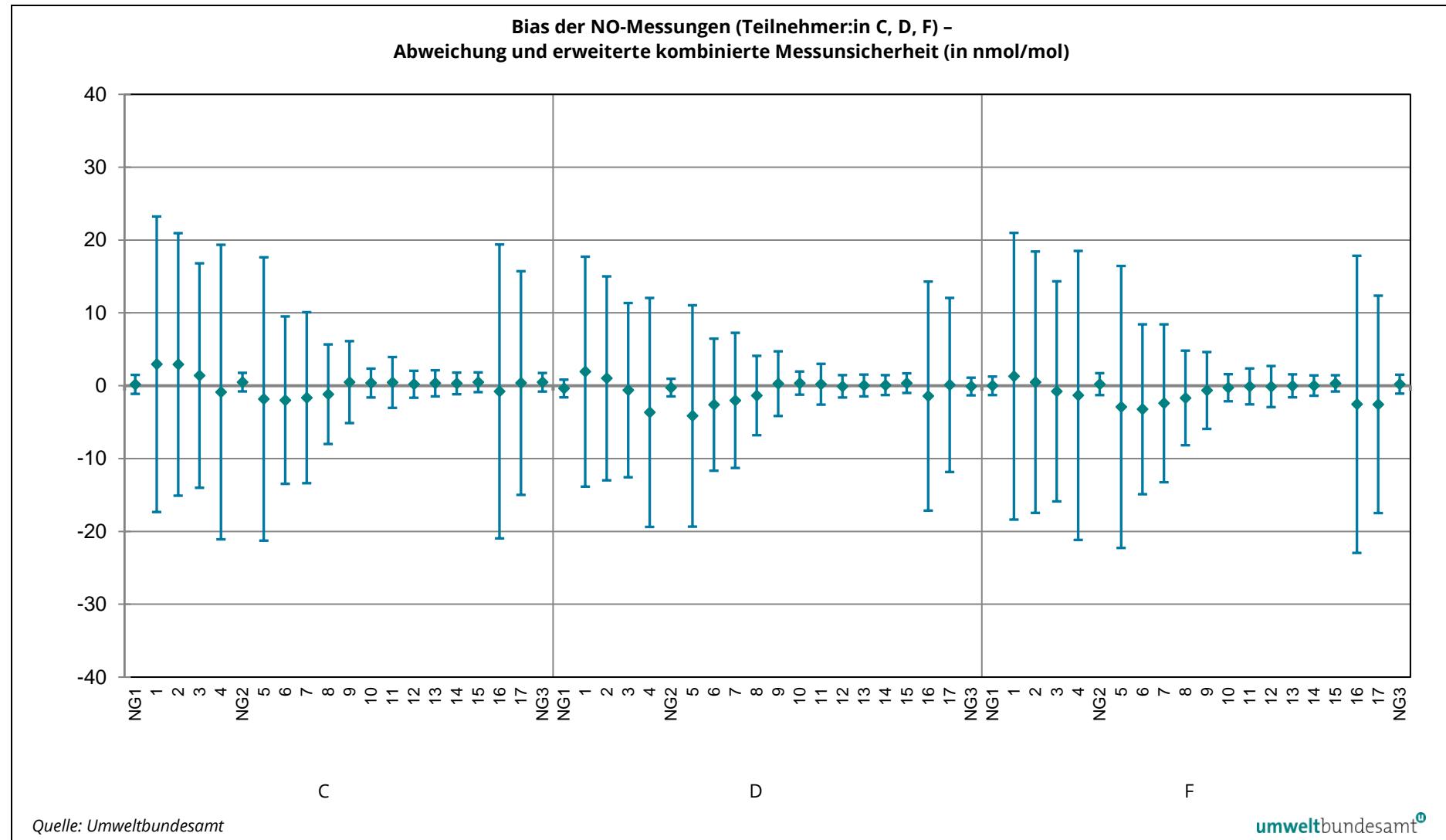


Abbildung 29: Bias der NO-Messungen (Teilnehmer:in G, H, I) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in nmol/mol).

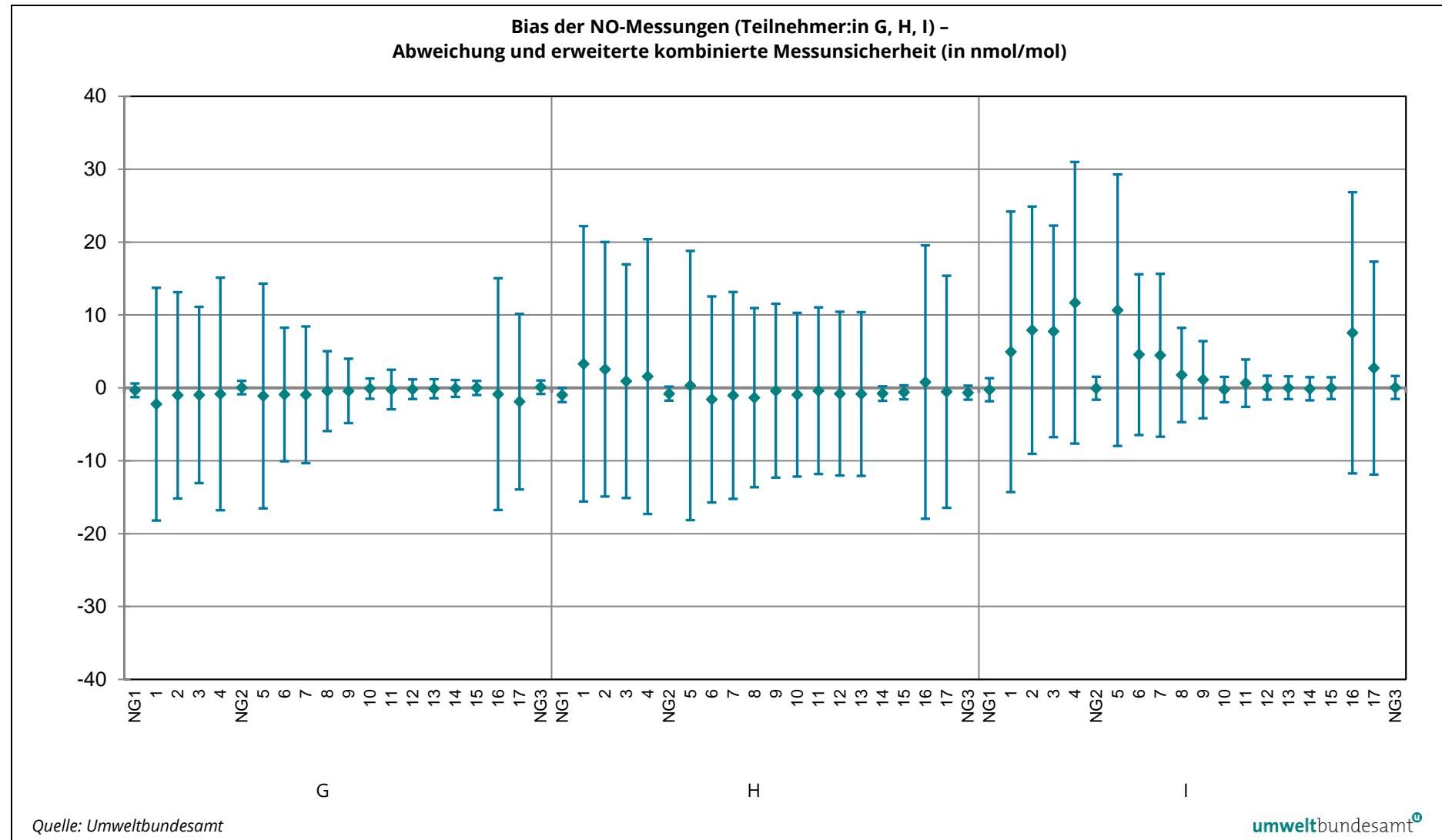


Abbildung 30: Bias der NO-Messungen (Teilnehmer:in J, K, M) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in nmol/mol).

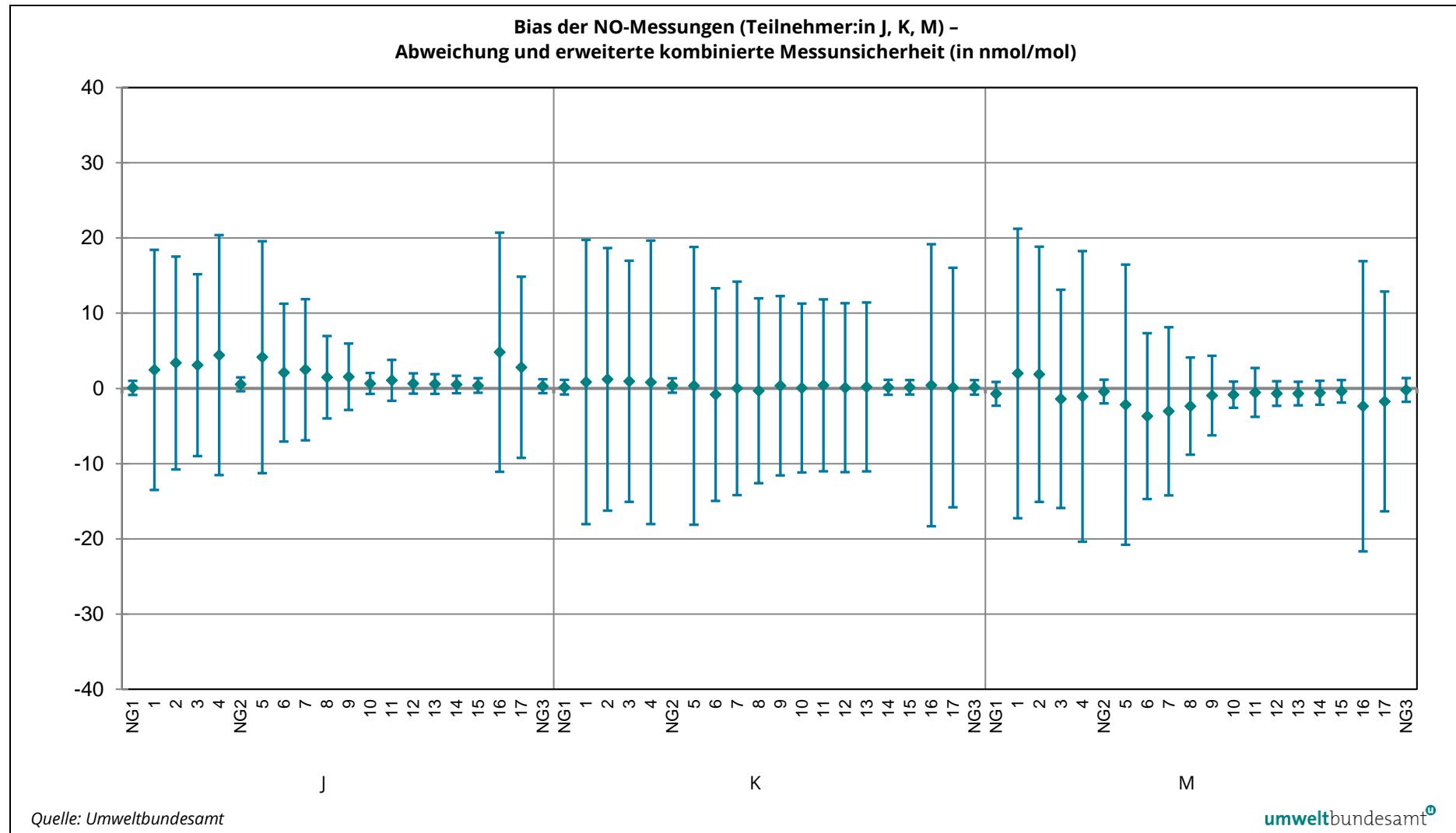


Abbildung 31: Bias der NO₂-Messungen (Teilnehmer:in C, D, F) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in nmol/mol).

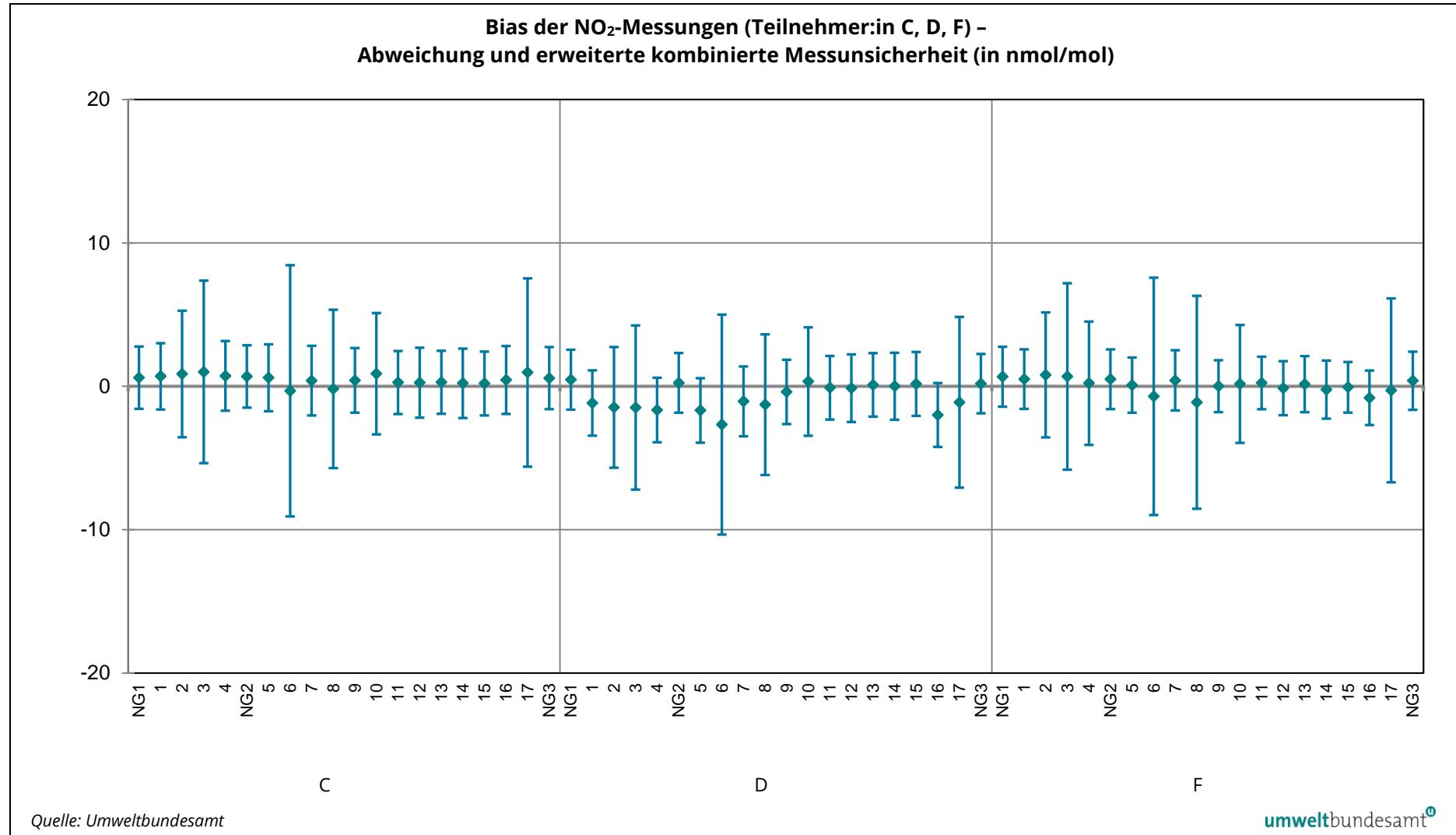


Abbildung 32: Bias der NO₂-Messungen (Teilnehmer:in G, H, I) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in nmol/mol).

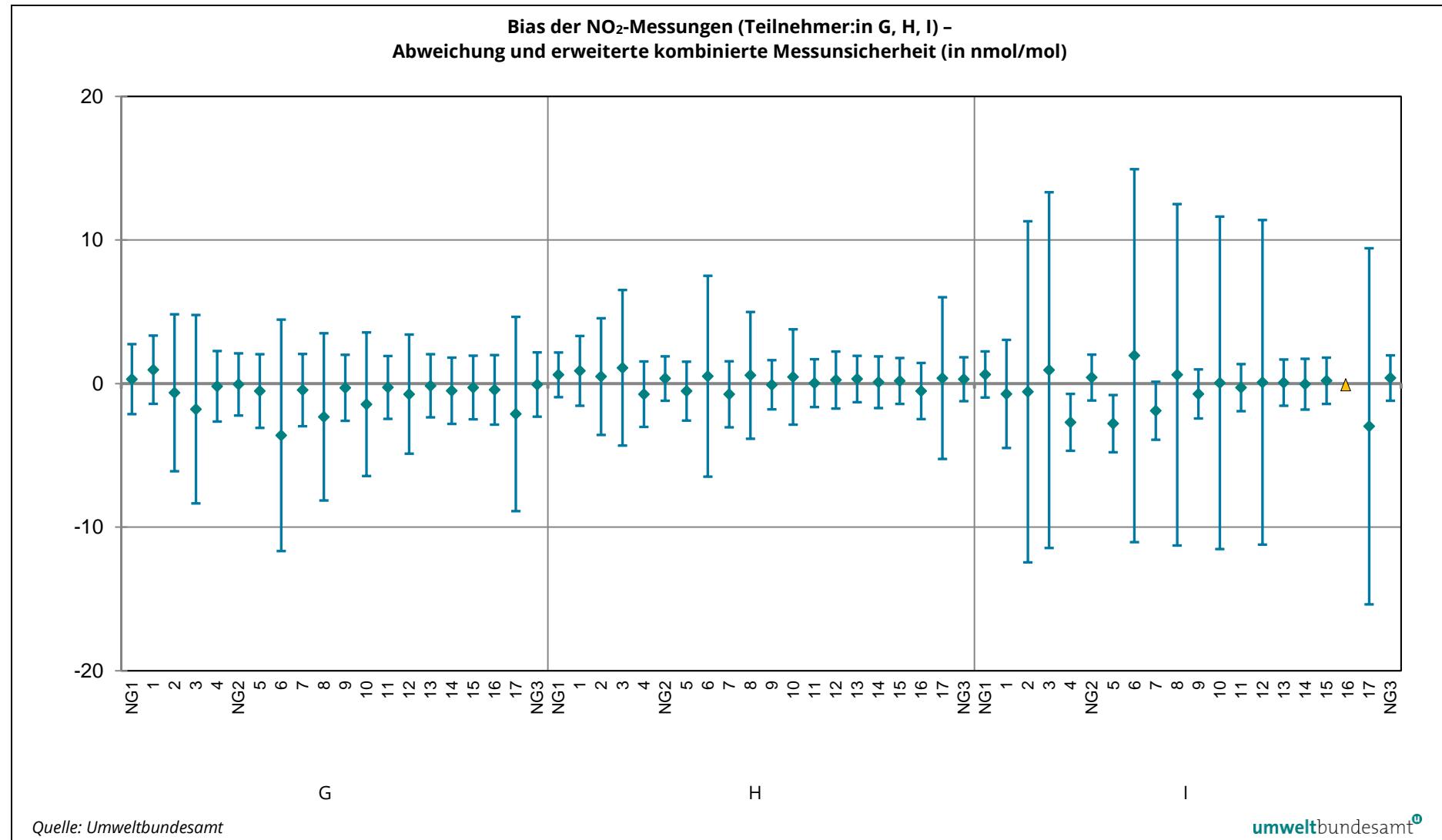
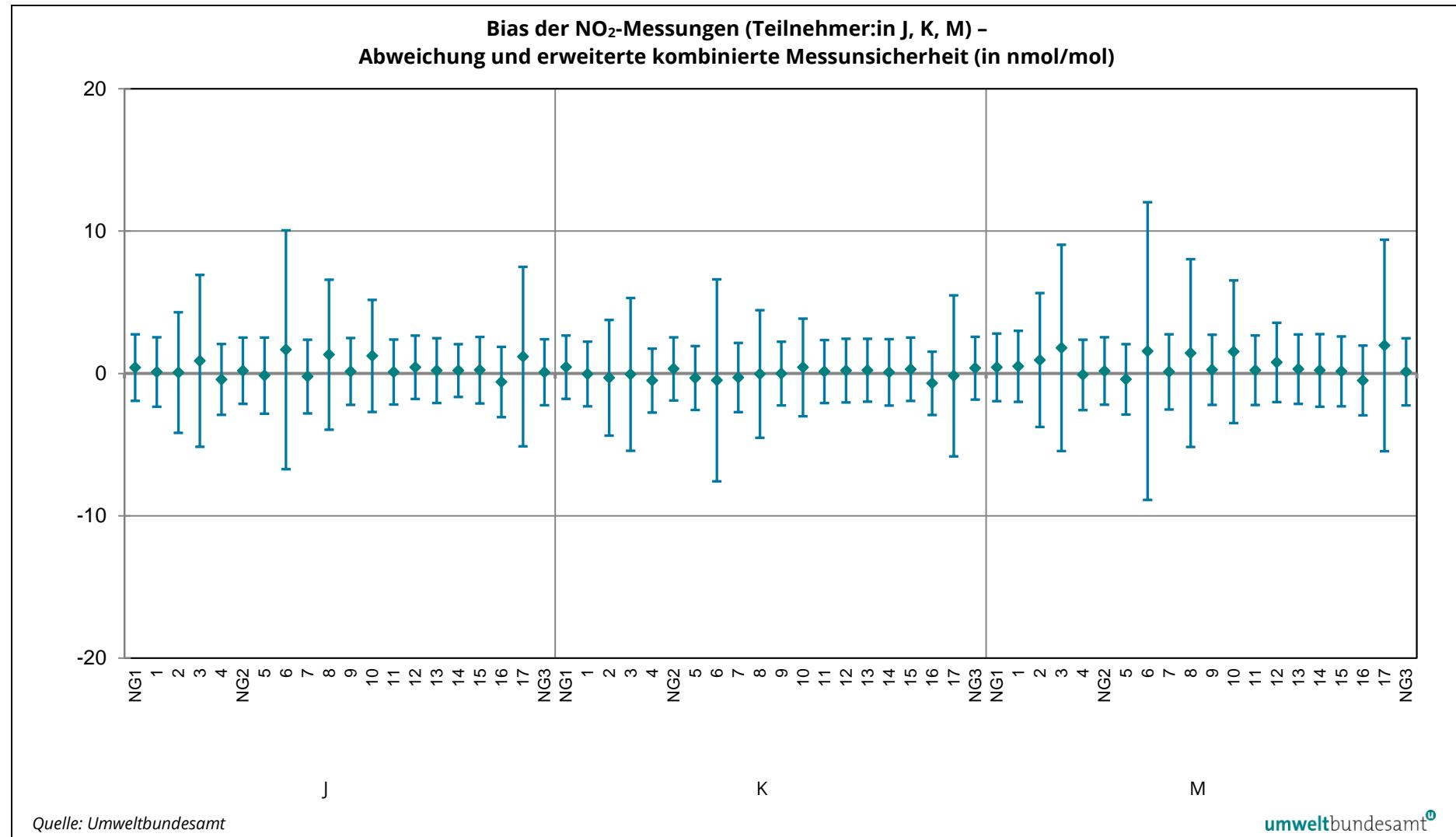


Abbildung 33: Bias der NO₂-Messungen (Teilnehmer:in J, K, M) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in nmol/mol).



LITERATURVERZEICHNIS

Rechtsnormen und Leitlinien

AQUILA N37: 2024: Protocol for intercomparison exercise. Organisation of intercomparison exercise for gaseous air pollution for EU national air quality reference laboratories and laboratories of the WHO EURO region.

Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L; BGBl. I Nr. 77/2010): Bundesgesetz, mit dem das Immissionsschutzgesetz-Luft und das Bundesluftreinhaltegesetz geändert werden und das Bundesgesetz über ein Verbot des Verbrennens biogener Materialien außerhalb von Anlagen aufgehoben wird.

ISO 13528: 2022: Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. International Organization for Standardization, Genf.

ISO/IEC 17043: 2023: Konformitätsbewertung - Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Anbietern von Eignungsprüfungen.

Messkonzept-Verordnung zum IG-L (BGBl. II 208/2017 i. d. g. F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft.

EN 14211: 2012: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

EN 14212: 2012: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolet-Fluoreszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

EN 14625: 2012: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolet-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

EN 14626: 2012: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

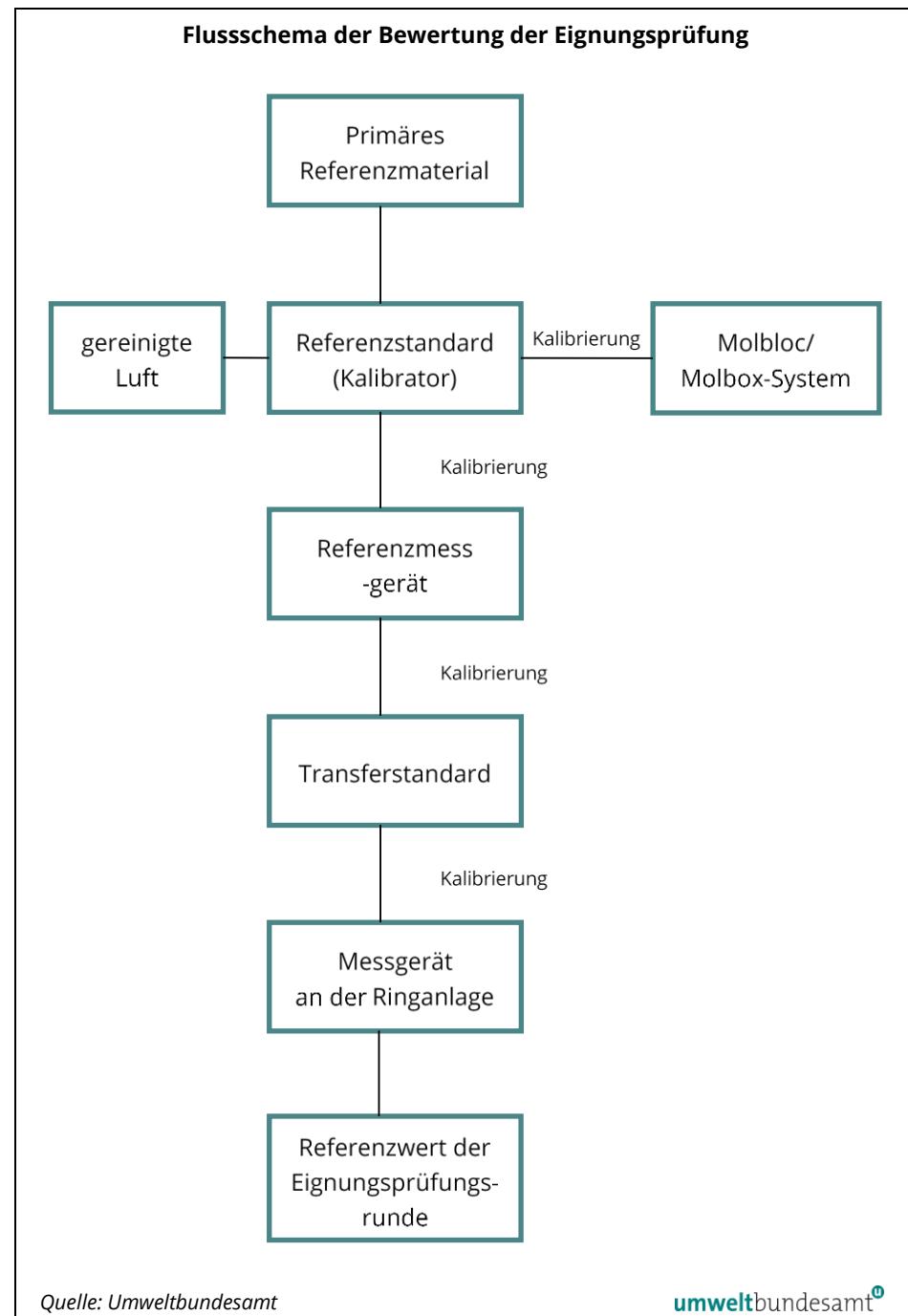
ANHÄNGE

ANHANG A: RÜCKFÜHRUNG DER REFERENZWERTE.....	43
ANHANG B: VALIDIERUNG DER REFERENZWERTE.....	46
ANHANG C: BERICHTETE WERTE.....	48
ANHANG D: FRAGEBÖGEN	73
ANHANG E: PRÜFGEGENSTÄNDE DER RINGVERSUCHS-ANLAGE FÜR GASFÖRMIGE LUFTSCHADSTOFFE	103
ANHANG F: ZUSAMMENSTELLUNG Z'-SCORES UND EN-NUMMERN	108

ANHANG A: RÜCKFÜHRUNG DER REFERENZWERTE

Alle eingesetzten Referenzmessgeräte wurden im Vorfeld auf ihre Funktionalität überprüft: Kalibrierung und evtl. Justierung am Referenzstandard, Überprüfung von Linearität und, wo zutreffend, Konverterwirkungsgrad.

Abbildung 34:
Rückführung bis zu
den Messgeräten
an der Anlage



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt 

A1 Messgeräte zur Ermittlung der Referenzwerte und metrologische Rückführbarkeit

Die Referenzwerte der Eignungsprüfung wurden von der nach EN ISO/IEC 17025:2017 akkreditierten Kalibrierstelle des Umweltbundesamtes ermittelt. Folgende Messgeräte zur Ermittlung der Referenzwerte wurden bei der Eignungsprüfung 2024 eingesetzt:

*Tabelle 9:
Messgeräte zur Ermittlung der Referenzwerte*

Platz 1			
Komponente	Hersteller	Modell	Seriennummer
NO	HORIBA	APNA-370	TLK 34DAG
O ₃	Thermo Electron	TEI 49i	1317957903

Platz 14			
Komponente	Hersteller	Modell	Seriennummer
NO	HORIBA	APNA-370	300DPVAE
O ₃	Thermo Electron	TEI 49i	0605915608

Zur Kalibrierung der Messgeräte vor Ort wurden folgende Kalibriermittel verwendet:

Tabelle 10: Verwendung der Kalibriermittel zur Kalibrierung der Messgeräte für die Eignungsprüfung 2024

Komponente	Hersteller/ Flaschennummer	Matrix	Wert	erweiterte Messunsicherheit	Kalibrierschein- nummer
NO	Messer Schweiz 81309	NO in N ₂	770,1 nmol/mol	±11,55 nmol/mol	100/2024

A2 Überprüfung der Stabilität und Homogenität der Prüfgasmischungen

Die Überprüfung der Stabilität und Homogenität erfolgt im laufenden Messbetrieb durch regelmäßige wiederkehrende Sichtkontrollen der Momentanwerte. Im Anschluss an die Eignungsprüfung werden die Referenzwerte gebildet und zur Überprüfung der Kriterien zur Einhaltung der Stabilität und Homogenität herangezogen (siehe Anhang E).

Die Kriterien zur Stabilität der Prüfgasmischungen wurden über den gesamten Messzeitraum der Eignungsprüfung 2024 eingehalten.

ANHANG B: VALIDIERUNG DER REFERENZWERTE

Die Referenzwerte werden ermittelt und sind auf international anerkannte Normale rückführbar. Durch die Teilnahme des Umweltbundesamtes an den Eignungsprüfungen für Referenzlaboratorien des ERLAP ist eine direkte Verbindung zu diesen Eignungsprüfungen hergestellt.

- Prüfkriterium** Die Ergebnisse der robusten Datenanalyse, der Mittelwert x^* und die Standardabweichung s^* werden mit dem Referenzwert X und dessen Messunsicherheit u_x verglichen. Formel 3 beschreibt das Prüfkriterium, wobei p die Anzahl der Teilnehmer ist:

$$\frac{|x^* - X|}{\sqrt{\frac{(1,25 s^*)^2}{p} + u_X^2}} < 2 \quad \text{Formel 3}$$

Alle Referenzwerte haben das Prüfkriterium erfüllt (Tabelle 11 bis Tabelle 13).

*Tabelle 11:
Referenzwerte und
Ergebnisse der robusten
Datenanalyse für O₃*

Bezeichnung	Einheit	X	u _x	x*	s*	Bewertung
NG1	nmol/mol	0.2	0.79	0.3	0.37	ok
O3 1	nmol/mol	193.2	2.39	193.3	1.32	ok
O3 2	nmol/mol	121.6	1.61	122.1	0.96	ok
O3 3	nmol/mol	92.0	1.32	92.5	1.05	ok
O3 4	nmol/mol	47.4	0.96	47.7	0.70	ok
O3 5	nmol/mol	22.0	0.83	22.3	0.70	ok
O3 6	nmol/mol	10.4	0.80	10.7	0.63	ok
NG2	nmol/mol	0.1	0.78	0.3	0.29	ok

*Tabelle 12:
Referenzwerte und
Ergebnisse der robusten
Datenanalyse für NO*

Bezeichnung	Einheit	X	u _x	x*	s*	Bewertung
NG1	nmol/mol	0.4	0.46	0.14	0.44	ok
NO 1	nmol/mol	468.7	5.87	470.8	1.48	ok
NO 2	nmol/mol	415.6	5.21	417.5	1.69	ok
NO 3	nmol/mol	355.5	4.45	356.2	2.10	ok
NO 4	nmol/mol	469.1	5.87	469.2	2.41	ok
NG 2	nmol/mol	0.3	0.45	0.3	0.48	ok
NO 5	nmol/mol	449.4	5.73	448.6	2.48	ok
NO 6	nmol/mol	263.5	3.45	262.0	1.77	ok
NO 7	nmol/mol	269.2	3.52	268.3	1.75	ok
NO 8	nmol/mol	155.4	2.07	154.5	1.08	ok
NO 9	nmol/mol	128.7	1.63	128.9	0.94	ok
NO 10	nmol/mol	45.7	0.46	45.6	0.61	ok
NO 11	nmol/mol	78.7	1.01	78.8	0.59	ok
NO 12	nmol/mol	41.3	0.47	41.2	0.31	ok

Bezeichnung	Einheit	X	u_X	x*	s*	Bewertung
NO 13	nmol/mol	39.1	0.46	39.1	0.26	ok
NO 14	nmol/mol	27.2	0.46	27.3	0.26	ok
NO15	nmol/mol	9.3	0.45	9.4	0.34	ok
NO16	nmol/mol	468.1	5.87	467.9	2.24	ok
NO17	nmol/mol	355.1	4.45	355.0	2.15	ok
NG3	nmol/mol	0.1	0.45	0.2	0.29	ok

*Tabelle 13:
Referenzwerte und
Ergebnisse der robusten
Datenanalyse für NO₂*

Bezeichnung	Einheit	X	u_X	x*	s*	Bewertung
NG1	nmol/mol	-0.5	0.78	0.0	0.14	ok
NO ₂ 1	nmol/mol	11.8	0.81	12.1	0.58	ok
NO ₂ 2	nmol/mol	64.9	1.82	64.9	0.90	ok
NO ₂ 3	nmol/mol	125.1	2.19	125.9	0.39	ok
NO ₂ 4	nmol/mol	12.4	0.79	12.0	0.59	ok
NG 2	nmol/mol	-0.2	0.77	0.1	0.20	ok
NO ₂ 5	nmol/mol	12.2	0.79	11.8	0.47	ok
NO ₂ 6	nmol/mol	198.3	2.60	198.1	2.14	ok
NO ₂ 7	nmol/mol	11.6	0.92	11.2	0.69	ok
NO ₂ 8	nmol/mol	124.9	1.62	124.8	1.40	ok
NO ₂ 9	nmol/mol	10.9	0.78	10.8	0.36	ok
NO ₂ 10	nmol/mol	93.6	1.22	94.1	0.62	ok
NO ₂ 11	nmol/mol	10.6	0.77	10.7	0.21	ok
NO ₂ 12	nmol/mol	48.1	0.78	48.3	0.35	ok
NO ₂ 13	nmol/mol	10.5	0.76	10.6	0.14	ok
NO ₂ 14	nmol/mol	22.4	0.85	22.5	0.19	ok
NO ₂ 15	nmol/mol	10.3	0.78	10.5	0.06	ok
NO ₂ 16	nmol/mol	12.3	0.78	11.8	0.22	ok
NO ₂ 17	nmol/mol	125.5	2.33	125.3	1.75	ok
NG3	nmol/mol	-0.2	0.76	0.1	0.20	ok

ANHANG C: BERICHTETE WERTE

Die Ergebnisse der Eignungsprüfung für O₃ und NO/NO₂ werden in der Einheit nmol/mol angegeben. Für alle Durchgänge werden die Messwerte, der Mittelwert (X_i) der Messwerte, die kombinierte (u_i) und erweiterte Messunsicherheit (U_i) sowie die Standardabweichung (s_i) der Messungen der untersuchten Komponenten der jeweiligen Teilnehmer:innen angegeben. x^* ist der aus der robusten Statistik erhaltene Mittelwert, seine Standardabweichung wird als s^* angegeben.

Ergebnisse der Eignungsprüfung vom 14.–17.10.2024

Ergebnisse für O₃

Tabelle 14: Ergebnisse für O₃ bei Durchgang 0 (Nullgas) (in nmol/mol).

Parameter: O₃; Durchgang 0; $x^* = 0,3$; $s^* = 0,37$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	0.2	0.0	0.0	0.9	0.2	0.0	0.2	0.2	0.9	0.7
$x_{i,2}$	0.2	-0.1	0.0	0.8	0.2	-0.1	0.2	0.2	0.9	0.7
X_i ,	0.2	0.0	0.0	0.9	0.2	-0.1	0.2	0.2	0.9	0.7
S_i ,	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
$u(x_i)$	0.79	0.53	0.75	0.86	0.40	0.78	0.23	0.91	0.76	0.79
$U(x_i)$	1.57	1.06	1.50	1.73	0.80	1.56	0.45	1.81	1.51	1.59

Abbildung 35: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O₃-Durchgang bei Nullgas (in nmol/mol).

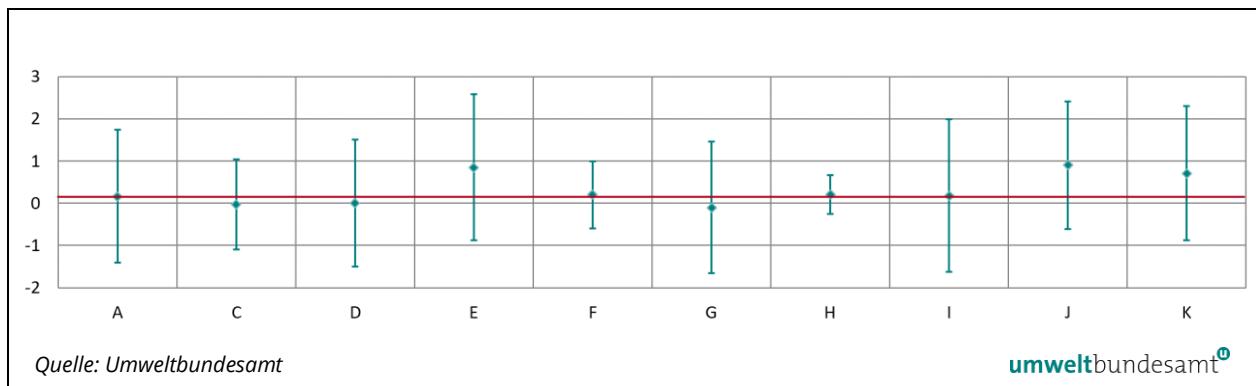
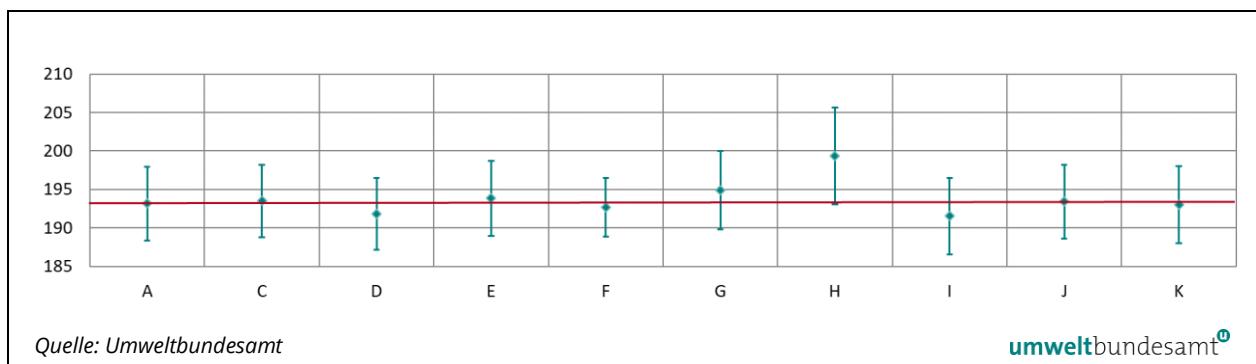


Tabelle 15: Ergebnisse für O_3 bei Durchgang 1 (in nmol/mol).Parameter: O_3 ; Durchgang 1; $x^* = 193,3$; $s^* = 1,32$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	192.8	193.0	191.2	193.2	192.2	193.5	199.4	190.8	192.8	192.6
$x_{i,2}$	193.2	193.5	191.9	193.9	192.5	195.1	198.8	191.6	193.5	193.2
$x_{i,3}$	193.5	194.0	192.3	194.4	193.3	196.0	199.9	192.2	193.9	193.4
X_i	193.2	193.5	191.8	193.8	192.7	194.9	199.4	191.5	193.4	193.0
S_i	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	1.3	0.5	0.7	0.6	0.4
$u(x_i)$	2.39	2.35	2.33	2.44	1.90	2.55	3.13	2.48	2.38	2.50
$U(x_i)$	4.79	4.70	4.66	4.87	3.80	5.10	6.27	4.96	4.76	5.00

Abbildung 36: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O_3 -Durchgang 1 (in nmol/mol).Tabelle 16: Ergebnisse für O_3 bei Durchgang 2 (in nmol/mol).Parameter: O_3 ; Durchgang 2; $x^* = 122,1$; $s^* = 0,96$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	121.5	121.9	120.9	122.3	121.5	123.2	126.3	120.7	122.2	121.7
$x_{i,2}$	121.6	122.1	121.1	122.7	121.9	123.6	126.3	120.9	122.5	121.8
$x_{i,3}$	121.7	122.2	121.3	122.8	121.8	123.8	126.3	121.1	122.6	122.1
X_i	121.6	122.1	121.1	122.6	121.7	123.5	126.3	120.9	122.4	121.9
S_i	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.0	0.2	0.2	0.2
$u(x_i)$	1.61	1.76	1.58	1.68	1.65	1.55	1.95	1.46	1.60	1.69
$U(x_i)$	3.23	3.52	3.16	3.36	3.30	3.10	3.90	2.93	3.20	3.38

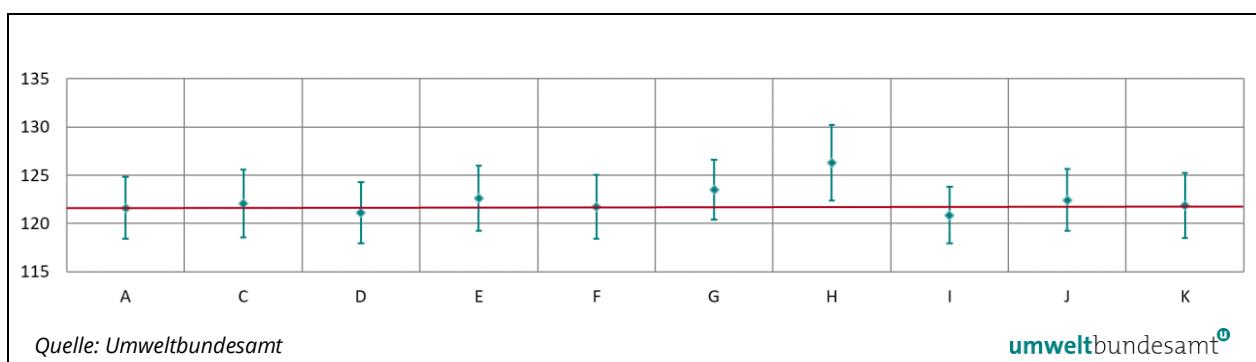
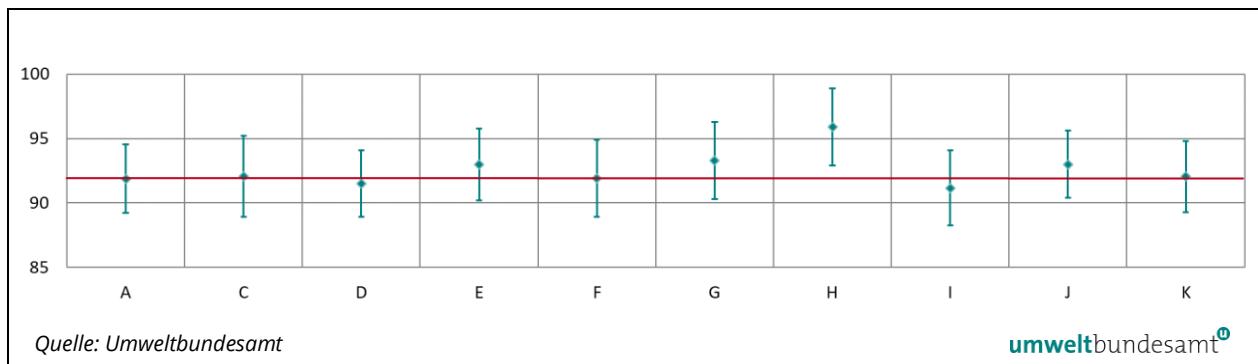
Abbildung 37: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O_3 -Durchgang 2 (in nmol/mol).

Tabelle 17: Ergebnisse für O_3 bei Durchgang 3 (in nmol/mol).Parameter: O_3 ; Durchgang 3; $x^* = 92,5$; $s^* = 1,05$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	91.9	92.1	91.5	93.0	91.9	93.3	95.9	91.2	93.0	92.0
$x_{i,2}$	91.9	92.0	91.5	93.0	92.0	93.6	96.1	91.4	93.1	92.2
$x_{i,3}$	92.1	92.3	91.6	93.1	91.9	93.6	96.2	91.5	93.2	92.4
X_i	92.0	92.1	91.5	93.0	91.9	93.5	96.1	91.3	93.1	92.2
S_i	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
$u(x_i)$	1.32	1.57	1.29	1.40	1.50	1.49	1.49	1.46	1.31	1.38
$U(x_i)$	2.64	3.13	2.58	2.79	3.00	2.98	2.99	2.92	2.62	2.76

Abbildung 38: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O_3 -Durchgang 3 (in nmol/mol).Tabelle 18: Ergebnisse für O_3 bei Durchgang 4 (in nmol/mol).Parameter: O_3 ; Durchgang 4; $x^* = 47,7$; $s^* = 0,70$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	47.2	47.4	46.9	48.0	47.5	47.0	49.7	46.9	48.2	47.6
$x_{i,2}$	47.4	47.5	46.9	48.2	47.5	47.3	49.8	47.0	48.3	47.8
$x_{i,3}$	47.5	47.6	47.0	48.3	47.6	47.4	49.8	47.1	48.4	47.9
X_i	47.4	47.5	46.9	48.2	47.5	47.2	49.8	47.0	48.3	47.8
S_i	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
$u(x_i)$	0.96	1.36	0.92	1.03	1.30	1.00	0.78	1.06	0.93	0.99
$U(x_i)$	1.92	2.71	1.84	2.06	2.60	2.00	1.56	2.12	1.87	1.99

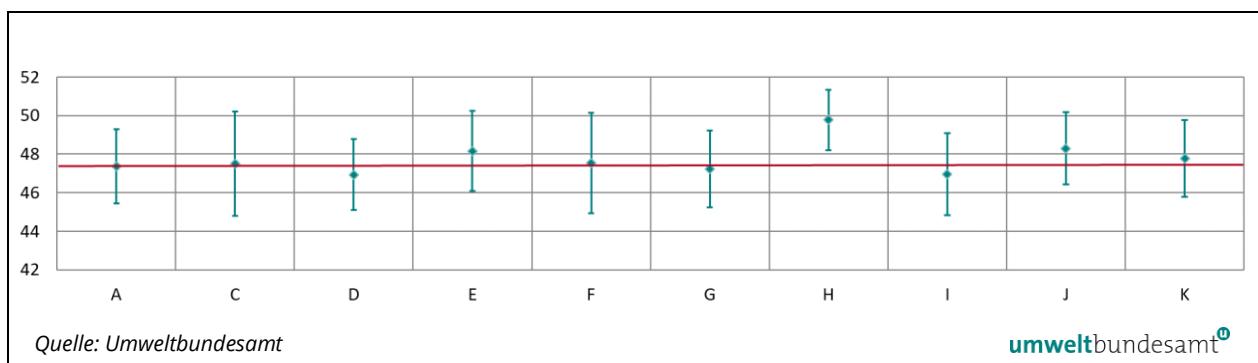
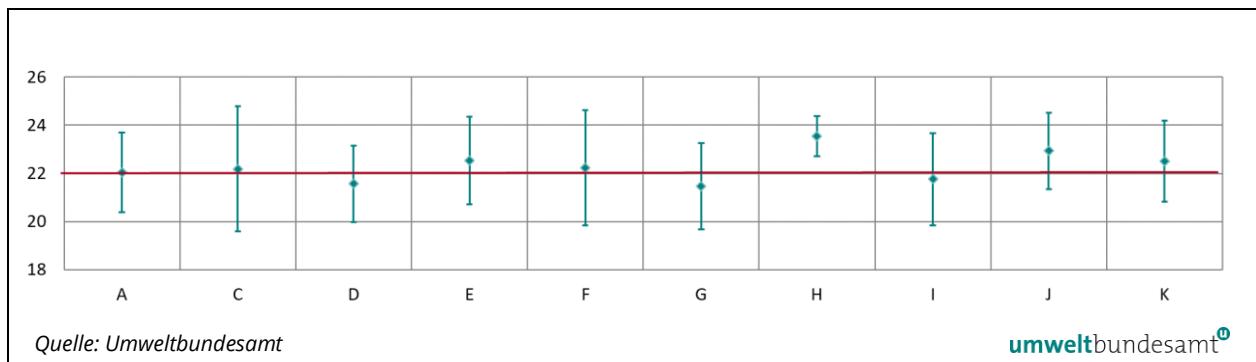
Abbildung 39: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O_3 -Durchgang 4 (in nmol/mol).

Tabelle 19: Ergebnisse für O_3 bei Durchgang 5 (in nmol/mol).Parameter: O_3 ; Durchgang 5; $x^* = 22,3$; $s^* = 0,70$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	22.0	22.0	21.5	22.5	22.1	21.3	23.5	21.7	22.9	22.4
$x_{i,2}$	22.0	22.2	21.6	22.6	22.2	21.5	23.5	21.8	22.9	22.6
$x_{i,3}$	22.1	22.4	21.6	22.5	22.4	21.6	23.7	21.8	23.0	22.5
X_i	22.0	22.2	21.6	22.5	22.2	21.5	23.5	21.8	22.9	22.5
S_i	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
$u(x_i)$	0.83	1.30	0.79	0.90	1.20	0.89	0.42	0.96	0.80	0.84
$U(x_i)$	1.65	2.60	1.58	1.81	2.40	1.78	0.84	1.92	1.59	1.69

Abbildung 40: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O_3 -Durchgang 5 (in nmol/mol).Tabelle 20: Ergebnisse für O_3 bei Durchgang 6 (in nmol/mol).Parameter: O_3 ; Durchgang 6; $x^* = 10,7$; $s^* = 0,63$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	10.4	10.5	10.0	10.8	10.8	9.8	11.5	10.2	11.3	10.9
$x_{i,2}$	10.5	10.7	10.0	10.8	10.9	9.8	11.5	10.3	11.3	11.0
$x_{i,3}$	10.4	10.9	10.1	10.8	10.8	9.9	11.5	10.3	11.3	11.0
X_i	10.4	10.7	10.0	10.8	10.8	9.8	11.5	10.2	11.3	11.0
S_i	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
$u(x_i)$	0.80	1.29	0.76	0.87	1.15	0.87	0.28	0.96	0.76	0.81
$U(x_i)$	1.59	2.58	1.52	1.74	2.30	1.74	0.56	1.91	1.52	1.62

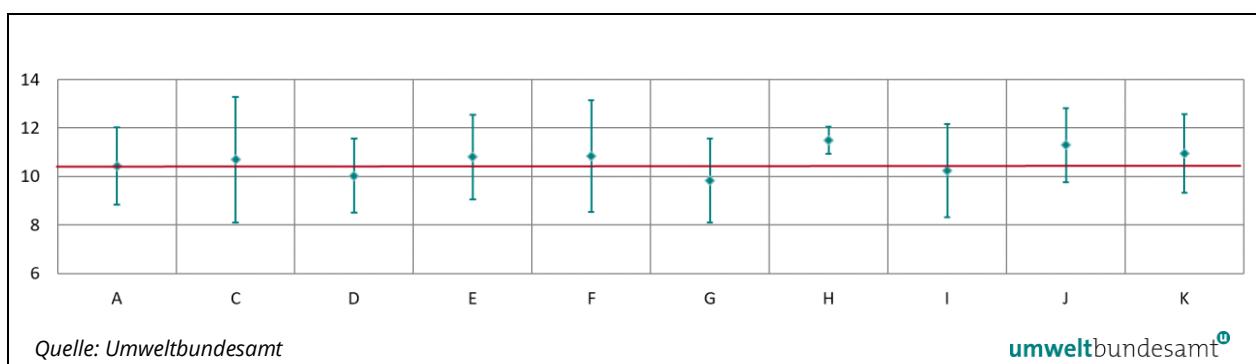
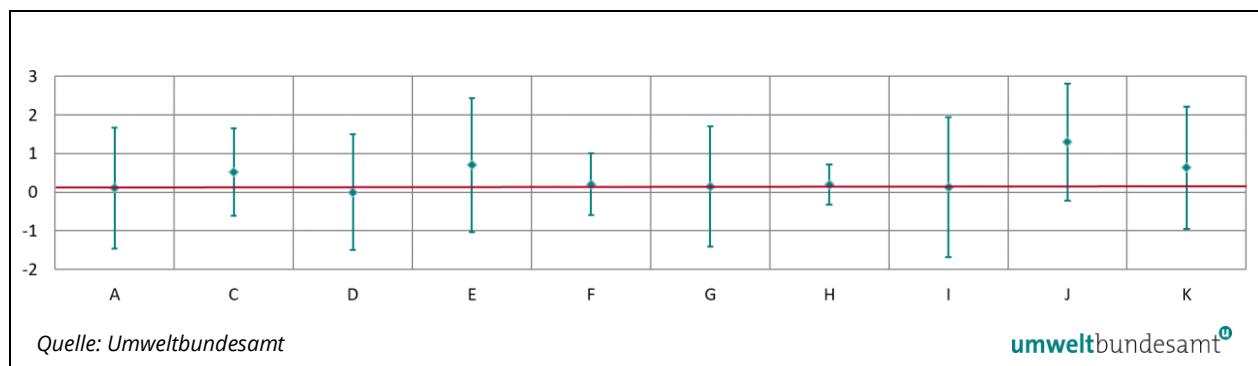
Abbildung 41: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O_3 -Durchgang 6 (in nmol/mol).

Tabelle 21: Ergebnisse für O_3 bei Nullgas 2 (in nmol/mol).
 Parameter: O_3 ; Durchgang 0 (NG2); $x^* = 0,3$; $s^* = 0,29$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	0.1	0.6	0.0	0.8	0.2	0.1	0.2	0.2	1.3	0.7
$x_{i,2}$	0.1	0.5	0.0	0.6	0.2	0.2	0.2	0.1	1.3	0.6
$x_{i,3}$										
X_i	0.1	0.5	0.0	0.7	0.2	0.2	0.2	0.1	1.3	0.6
S_i	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
$u(x_i)$	0.78	0.57	0.75	0.87	0.40	0.78	0.26	0.91	0.76	0.79
$U(x_i)$	1.56	1.14	1.50	1.73	0.80	1.56	0.52	1.81	1.51	1.59

Abbildung 42: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den O_3 -Durchgang bei Nullgas (in nmol/mol).



Ergebnisse für NO

Tabelle 22: Ergebnisse für NO bei Durchgang 0 (Nullgas) (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 0; $x^* = 0,1$; $s^* = 0,44$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	0.3	0.6	0.0	0.4	0.0	-0.6	0.1	0.4	0.5	-0.3
$x_i,2$	0.4	0.5	0.0	0.4	0.1	-0.6	0.1	0.5	0.5	-0.4
X_i	0.4	0.6	0.0	0.4	0.1	-0.6	0.1	0.5	0.5	-0.3
$S_i,$	0.10	0.08	0.00	0.00	0.07	0.00	0.01	0.07	0.00	0.02
$u(x_i)$	0.46	0.46	0.40	0.44	0.85	0.09	0.15	0.64	0.49	0.60
$U(x_i)$	0.92	0.92	0.80	0.88	1.70	0.19	0.31	1.29	0.98	1.20

Abbildung 43: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang bei Nullgas (in nmol/mol).

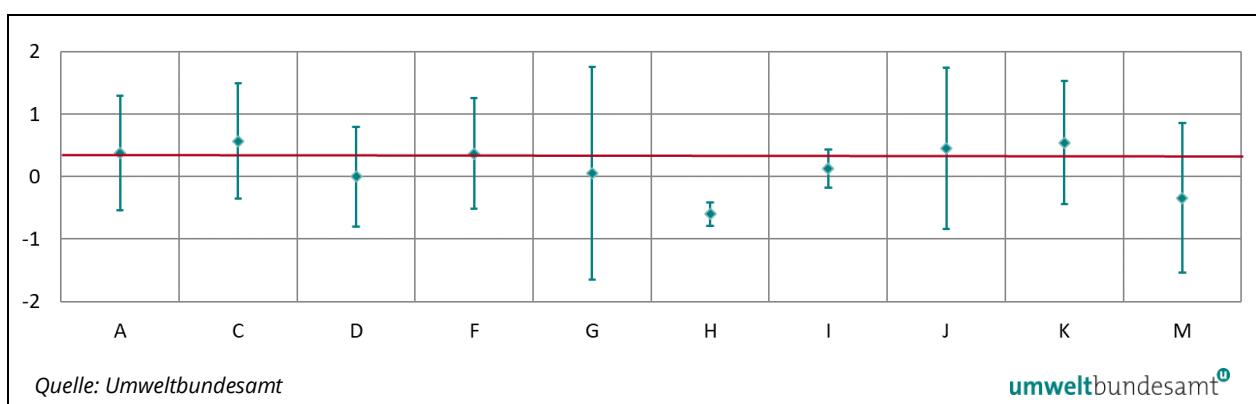


Tabelle 23: Ergebnisse für NO bei Durchgang 1 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 1; $x^* = 470,8$; $s^* = 1,48$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	468.7	471.7	470.3	469.9	466.3	471.8	472.3	470.8	469.3	470.5
$x_i,2$	468.7	471.6	470.9	470.0	466.3	471.9	473.6	471.1	469.5	471.0
$x_i,3$	468.6	471.6	470.6	470.0	466.7	472.2	475.1	471.5	469.8	470.5
$X_i,$	468.7	471.6	470.6	470.0	466.4	472.0	473.6	471.1	469.5	470.7
$S_i,$	0.06	0.06	0.30	0.03	0.23	0.23	1.40	0.35	0.22	0.27
$u(x_i)$	5.87	8.27	5.28	7.90	6.08	5.41	7.41	7.63	5.62	9.57
$U(x_i)$	11.73	16.55	10.56	15.80	12.16	10.83	14.81	15.26	11.23	19.15

Abbildung 44: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 1 (in nmol/mol).

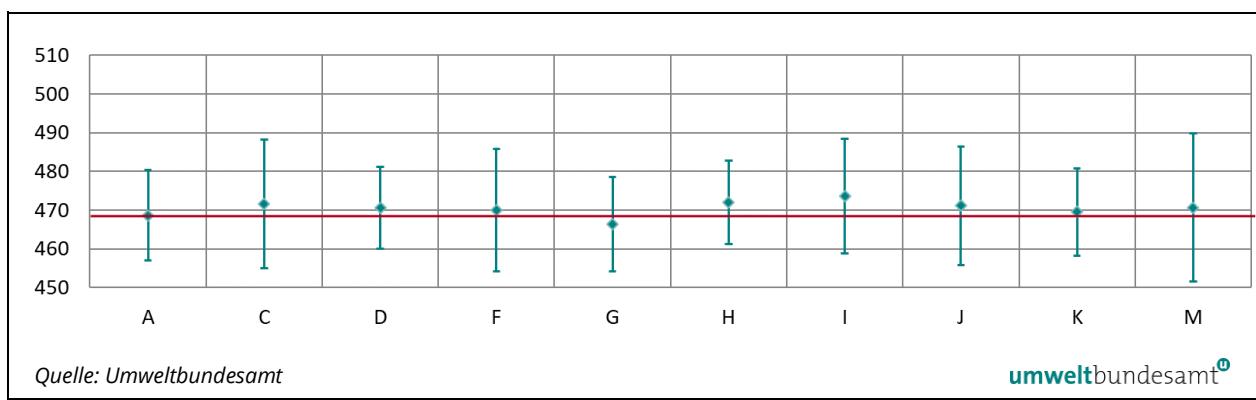


Tabelle 24: Ergebnisse für NO bei Durchgang 2 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 2; $x^* = 417,5$; $s^* = 1,69$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	415.7	418.4	416.8	416.1	414.5	418.2	423.1	418.6	416.9	417.3
$x_{i,2}$	415.6	418.5	416.5	416.2	414.6	418.1	423.5	418.9	416.7	417.6
$x_{i,3}$	415.3	418.5	416.4	415.8	414.5	418.1	423.8	419.3	416.8	417.4
X_i	415.6	418.5	416.6	416.0	414.5	418.1	423.5	418.9	416.8	417.4
S_i	0.21	0.05	0.21	0.22	0.06	0.05	0.38	0.35	0.12	0.15
$u(x_i)$	5.21	7.35	4.67	7.30	5.46	4.79	7.00	6.69	4.99	8.49
$U(x_i)$	10.43	14.69	9.34	14.60	10.92	9.57	14.00	13.38	9.98	16.98

Abbildung 45: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 2 (in nmol/mol).

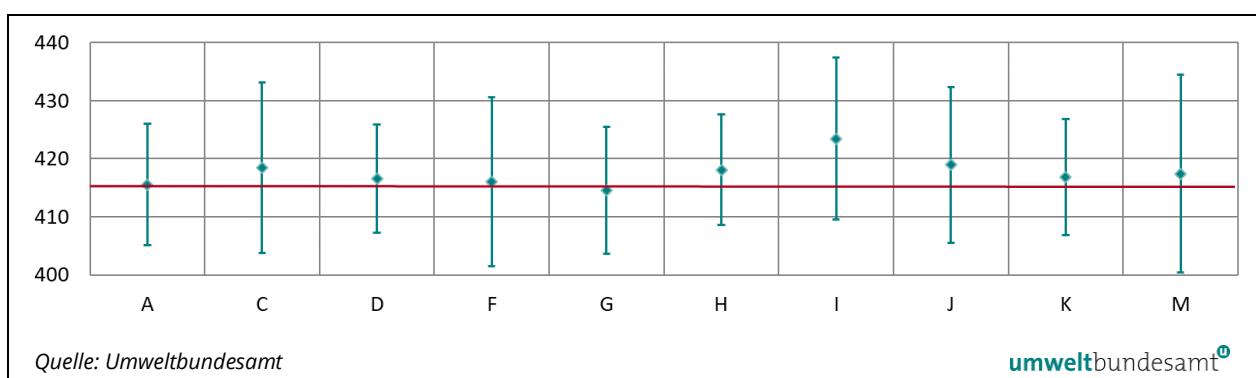


Tabelle 25: Ergebnisse für NO bei Durchgang 3 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 3; $x^* = 356,2$; $s^* = 2,10$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	355.3	357.2	355.4	354.8	354.2	356.4	362.6	358.4	356.3	354.2
$x_{i,2}$	355.6	357.1	355.0	354.7	354.6	356.7	363.3	358.6	356.5	353.9
$x_{i,3}$	355.5	356.3	354.2	354.6	354.7	356.1	363.8	358.7	356.4	354.2
X_i	355.5	356.9	354.9	354.7	354.5	356.4	363.2	358.6	356.4	354.1
S_i	0.11	0.47	0.61	0.08	0.26	0.30	0.62	0.15	0.09	0.20
$u(x_i)$	4.45	6.29	3.99	6.10	4.76	4.09	6.66	5.73	4.27	7.21
$U(x_i)$	8.91	12.57	7.98	12.20	9.52	8.18	13.33	11.46	8.53	14.43

Abbildung 46: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 3 (in nmol/mol).

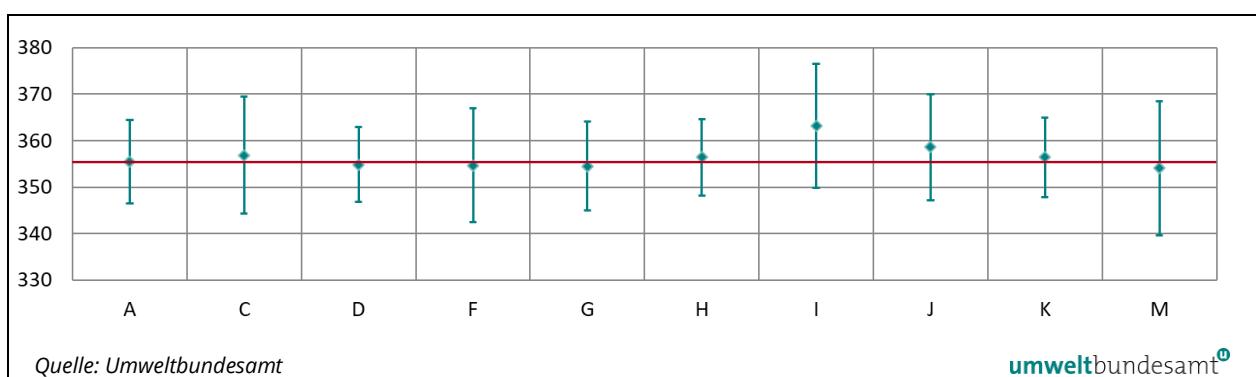


Tabelle 26: Ergebnisse für NO bei Durchgang 4 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 4; $x^* = 469,2$; $s^* = 2,41$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	468.9	468.8	465.9	467.7	468.4	470.9	480.9	473.6	469.8	467.9
$x_i,2$	469.2	468.1	465.3	467.7	468.2	470.7	480.9	473.5	470.0	468.2
$x_i,3$	469.3	467.9	465.2	468.0	468.3	470.5	480.7	473.6	470.1	468.1
$X_i,$	469.1	468.3	465.5	467.8	468.3	470.7	480.8	473.6	469.9	468.1
$S_i,$	0.18	0.50	0.38	0.17	0.10	0.17	0.13	0.06	0.15	0.13
$u(x_i)$	5.87	8.23	5.22	7.99	6.11	5.40	7.37	7.67	5.62	9.52
$U(x_i)$	11.75	16.45	10.44	15.98	12.22	10.80	14.74	15.34	11.25	19.04

Abbildung 47: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 4 (in nmol/mol).

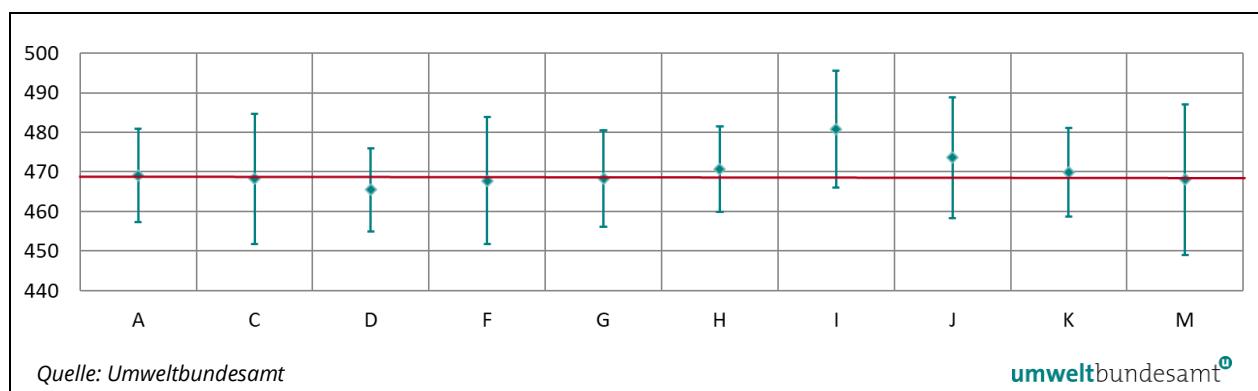


Tabelle 27: Ergebnisse für NO bei Nullgas (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 0 (NG2); $x^* = 0,3$; $s^* = 0,48$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	0.3	0.8	0.0	0.5	0.3	-0.6	0.2	0.7	0.7	-0.1
$x_i,2$	0.2	0.7	0.0	0.5	0.3	-0.5	0.2	0.9	0.6	-0.2
$x_i,3$										
$X_i,$	0.3	0.7	0.0	0.5	0.3	-0.5	0.2	0.8	0.6	-0.2
$S_i,$	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.11	0.02	0.14	0.10	0.04
$u(x_i)$	0.45	0.45	0.40	0.60	0.74	0.08	0.16	0.64	0.49	0.60
$U(x_i)$	0.91	0.89	0.80	1.20	1.48	0.16	0.31	1.29	0.98	1.20

Abbildung 48: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 0 (Nullgas 2) (in nmol/mol).

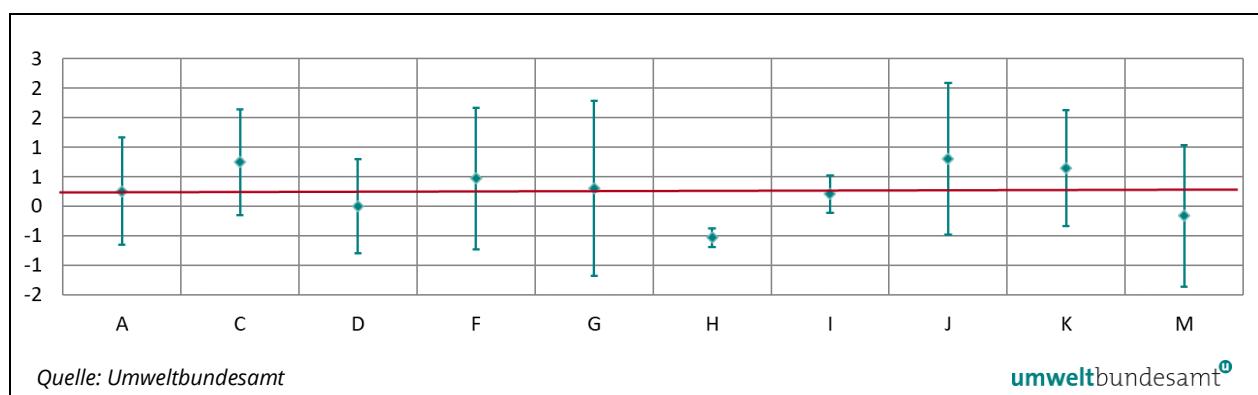


Tabelle 28: Ergebnisse für NO bei Durchgang 5 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 5; $x^* = 448,6$; $s^* = 2,48$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	449.7	447.9	445.3	446.4	448.1	449.4	460.3	453.7	449.7	447.8
$x_{i,2}$	449.4	447.6	445.3	446.6	448.4	450.2	460.0	453.7	449.9	447.1
$x_{i,3}$	449.1	447.3	445.2	446.5	448.4	449.6	459.9	453.3	449.7	446.9
X_i	449.4	447.6	445.3	446.5	448.3	449.7	460.1	453.6	449.8	447.3
S_i	0.33	0.26	0.06	0.10	0.17	0.38	0.25	0.23	0.14	0.46
$u(x_i)$	5.73	7.86	4.99	7.80	5.87	5.16	7.24	7.34	5.38	9.10
$U(x_i)$	11.46	15.72	9.98	15.60	11.74	10.32	14.49	14.69	10.76	18.20

Abbildung 49: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 5 (in nmol/mol).

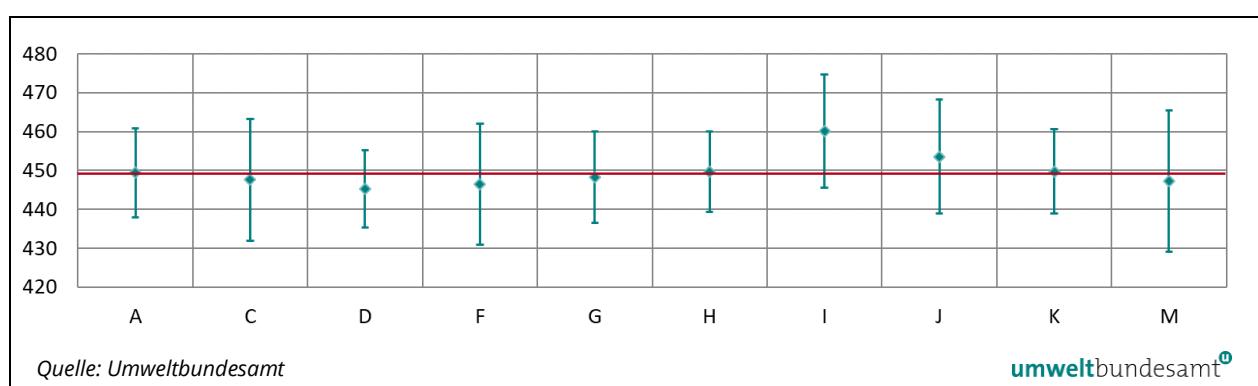


Tabelle 29: Ergebnisse für NO bei Durchgang 6 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 6; $x^* = 262,0$; $s^* = 1,77$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	263.1	261.5	260.7	260.6	262.6	262.1	268.3	265.3	262.7	260.1
$x_{i,2}$	263.5	261.4	260.8	260.2	262.6	261.8	268.0	265.6	262.5	259.7
$x_{i,3}$	263.8	261.6	261.1	260.0	262.5	261.7	267.8	265.8	262.7	259.6
X_i	263.5	261.5	260.9	260.2	262.6	261.9	268.0	265.6	262.6	259.8
S_i	0.36	0.10	0.21	0.33	0.06	0.21	0.28	0.25	0.10	0.26
$u(x_i)$	3.45	4.59	2.94	4.70	3.71	3.01	6.17	4.30	3.16	5.29
$U(x_i)$	6.90	9.18	5.88	9.40	7.42	6.03	12.34	8.60	6.31	10.58

Abbildung 50: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 6 (in nmol/mol).

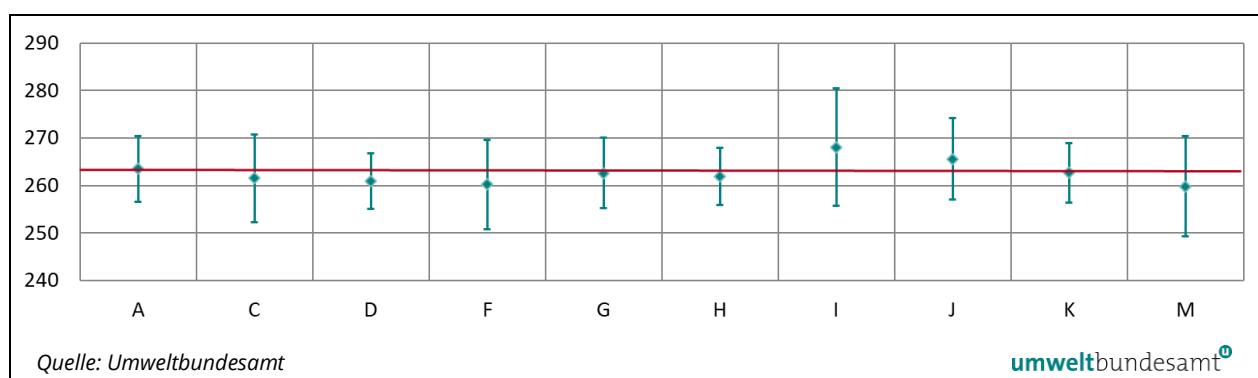


Tabelle 30: Ergebnisse für NO bei Durchgang 7 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 7; $x^* = 268,3$; $s^* = 1,75$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	269.4	267.6	267.3	266.7	268.2	267.9	273.8	271.8	269.3	266.1
$x_{i,2}$	269.2	267.6	267.3	267.0	268.4	268.6	273.6	271.8	269.2	266.3
$x_{i,3}$	269.1	267.6	267.1	266.8	268.3	268.1	273.7	271.6	269.3	266.2
X_i	269.2	267.6	267.2	266.8	268.3	268.2	273.7	271.7	269.3	266.2
S_i	0.17	0.04	0.12	0.15	0.10	0.37	0.09	0.12	0.04	0.08
$u(x_i)$	3.52	4.69	3.02	4.12	3.77	3.10	6.16	4.34	3.23	5.42
$U(x_i)$	7.04	9.39	6.04	8.24	7.54	6.20	12.32	8.68	6.46	10.83

Abbildung 51: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 7 (in nmol/mol).

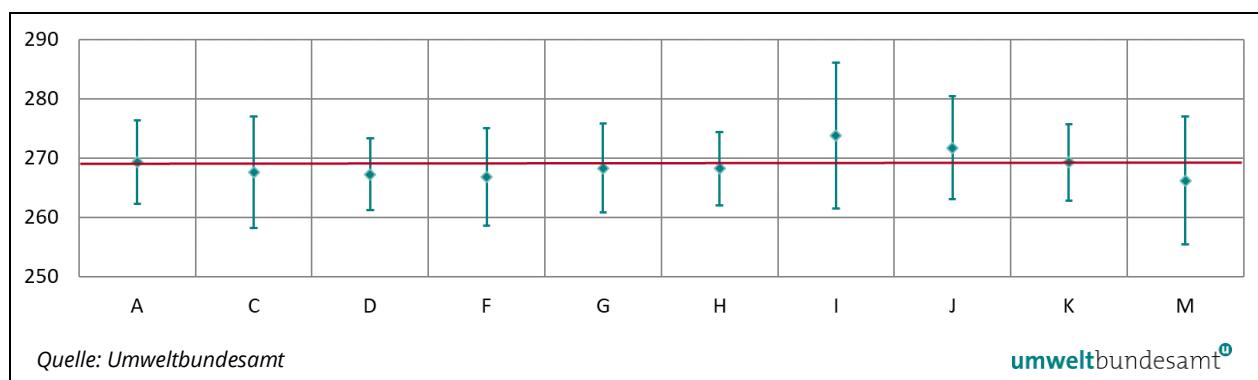


Tabelle 31: Ergebnisse für NO bei Durchgang 8 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 8; $x^* = 154,5$; $s^* = 1,08$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	155.4	154.3	154.2	153.7	155.1	154.1	157.3	156.9	155.2	153.1
$x_{i,2}$	155.2	154.1	153.9	153.7	154.8	153.8	157.1	156.9	155.0	153.0
$x_{i,3}$	155.5	154.2	154.0	153.7	154.9	154.2	157.1	156.8	155.1	153.0
X_i	155.4	154.2	154.0	153.7	154.9	154.0	157.1	156.9	155.1	153.0
S_i	0.2	0.1	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
$u(x_i)$	2.07	2.72	1.77	2.50	2.60	1.79	5.79	2.48	1.88	3.12
$U(x_i)$	4.14	5.44	3.54	5.00	5.20	3.59	11.57	4.96	3.76	6.25

Abbildung 52: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 8 (in nmol/mol).

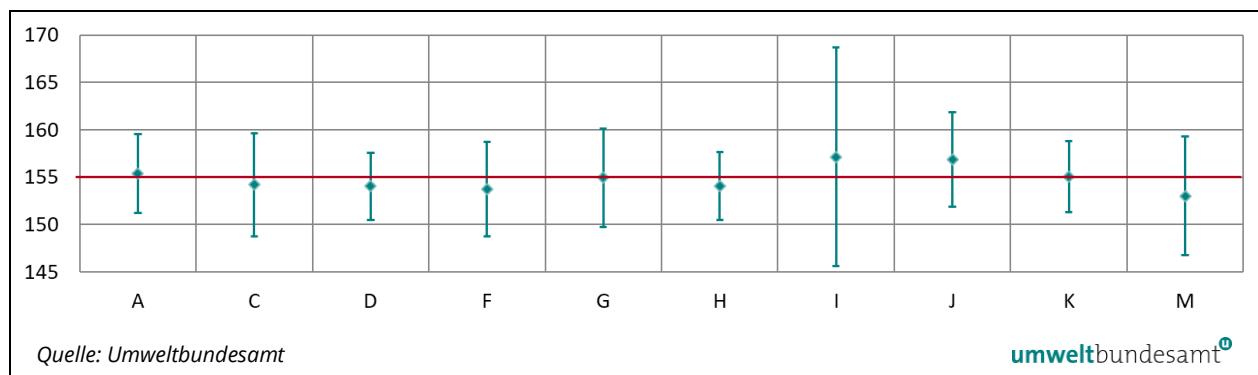


Tabelle 32: Ergebnisse für NO bei Durchgang 9 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 9; $x^* = 128,9$; $s^* = 0,94$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	128.7	129.1	128.8	128.0	128.2	128.2	129.8	130.3	128.9	127.7
$x_i,2$	128.7	129.2	129.0	127.9	128.3	128.5	129.8	130.3	129.2	127.7
$x_i,3$	128.7	129.4	129.2	128.3	128.4	128.3	129.8	130.2	129.1	127.9
$X_i,$	128.7	129.2	129.0	128.1	128.3	128.3	129.8	130.3	129.1	127.8
$S_i,$	0.02	0.16	0.20	0.21	0.10	0.16	0.01	0.06	0.13	0.11
$u(x_i)$	1.63	2.29	1.50	2.07	2.36	1.49	5.73	2.08	1.57	2.61
$U(x_i)$	3.27	4.58	3.00	4.14	4.72	2.97	11.47	4.16	3.15	5.21

Abbildung 53: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 9 (in nmol/mol).

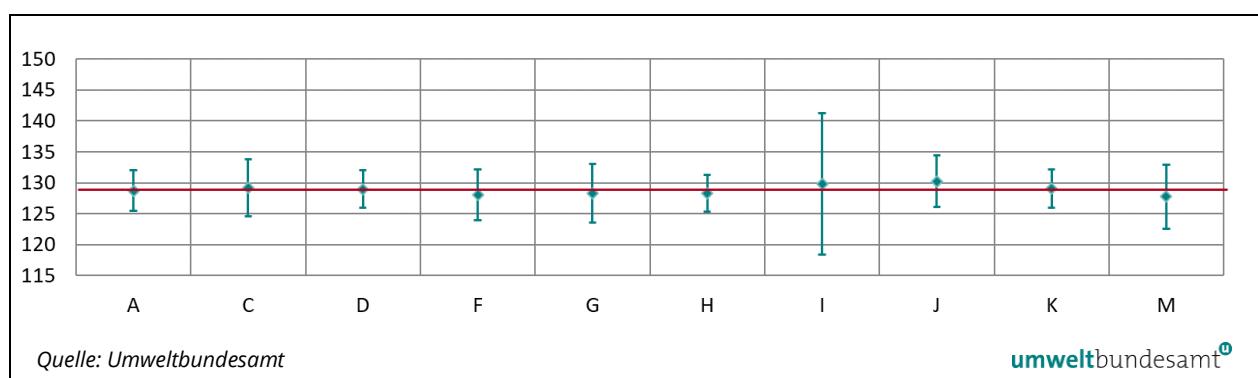


Tabelle 33: Ergebnisse für NO bei Durchgang 10 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 10; $x^* = 45,6$; $s^* = 0,61$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	45.8	46.2	46.2	45.5	45.6	44.8	45.7	46.6	45.9	44.8
$x_i,2$	45.7	46.0	46.1	45.5	45.7	44.8	45.5	46.4	45.7	44.9
$x_i,3$	45.6	46.0	45.9	45.3	45.5	44.7	45.3	46.1	45.6	44.9
$X_i,$	45.7	46.1	46.1	45.4	45.6	44.8	45.5	46.4	45.8	44.9
$S_i,$	0.12	0.12	0.15	0.12	0.10	0.06	0.16	0.25	0.15	0.07
$u(x_i)$	0.46	0.88	0.65	0.81	1.83	0.52	5.60	0.74	0.65	0.93
$U(x_i)$	0.92	1.76	1.30	1.62	3.66	1.05	11.19	1.48	1.29	1.85

Abbildung 54: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 10 (in nmol/mol).

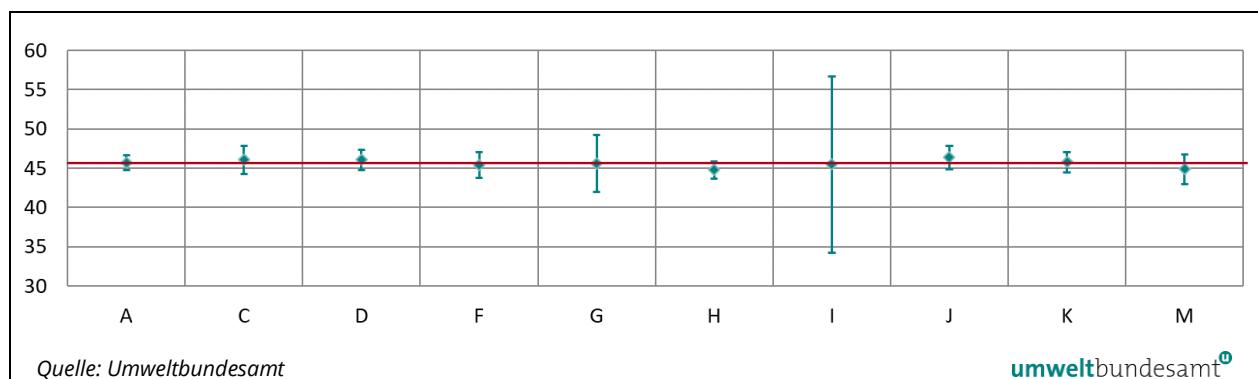


Tabelle 34: Ergebnisse für NO bei Durchgang 11 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 11; $x^* = 78,8$; $s^* = 0,59$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	78.7	79.1	78.9	78.6	78.5	78.3	79.2	79.8	79.0	78.1
$x_i,2$	78.6	79.1	78.8	78.6	78.4	78.3	79.3	79.7	79.1	78.1
$x_i,3$	78.7	79.1	78.9	78.5	78.4	78.2	79.4	79.7	79.1	78.2
$X_i,$	78.7	79.1	78.9	78.6	78.4	78.3	79.3	79.7	79.1	78.1
S_{ii}	0.03	0.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06	0.03	0.07
$u(x_i)$	1.01	1.42	0.97	0.71	1.97	0.91	5.63	1.27	1.00	1.60
$U(x_i)$	2.02	2.84	1.94	1.42	3.94	1.82	11.25	2.55	2.01	3.19

Abbildung 55: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 11 (in nmol/mol).

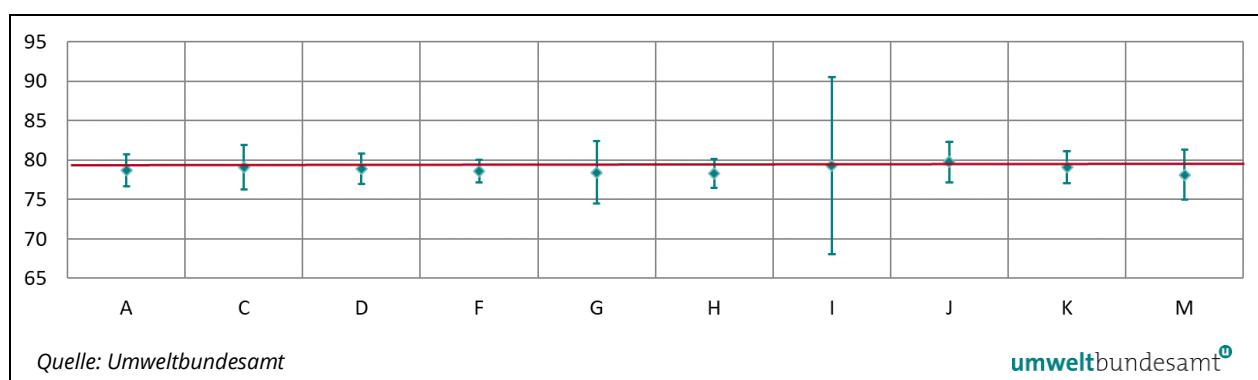


Tabelle 35: Ergebnisse für NO bei Durchgang 12 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 12; $x^* = 41,2$; $s^* = 0,31$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	41.3	41.4	41.2	41.2	41.1	40.5	41.3	41.9	41.4	40.6
$x_i,2$	41.4	41.6	41.3	41.2	41.1	40.6	41.4	42.0	41.4	40.6
$x_i,3$	41.3	41.6	41.2	41.2	41.2	40.5	41.4	42.0	41.5	40.7
$X_i,$	41.3	41.5	41.2	41.2	41.1	40.5	41.3	42.0	41.4	40.6
S_{ii}	0.00	0.20	-0.08	-0.11	-0.18	-0.79	0.03	0.65	0.10	-0.68
$u(x_i)$	0.47	0.80	0.61	1.33	1.79	0.49	5.60	0.67	0.60	0.86
$U(x_i)$	0.94	1.59	1.22	2.66	3.58	0.97	11.19	1.34	1.20	1.72

Abbildung 56: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 12 (in nmol/mol).

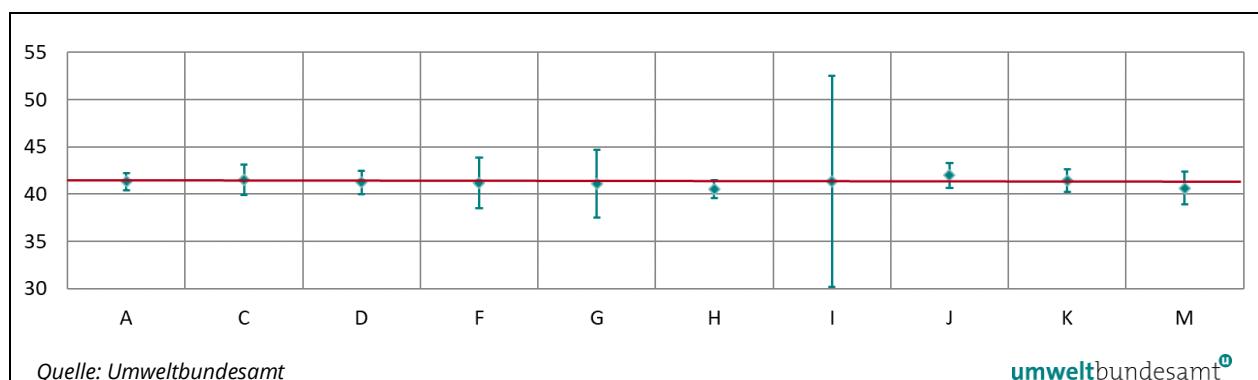


Tabelle 36: Ergebnisse für NO bei Durchgang 13 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 13; $x^* = 39,1$; $s^* = 0,26$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	39.0	39.4	39.2	39.0	39.1	38.4	39.1	39.7	39.2	38.6
$x_i,2$	39.1	39.4	39.2	39.1	39.0	38.2	39.1	39.7	39.3	38.5
$x_i,3$	39.2	39.5	39.1	39.1	38.9	38.4	39.2	39.7	39.3	38.4
$X_i,$	39.1	39.4	39.2	39.1	39.0	38.3	39.1	39.7	39.3	38.5
$S_i,$	0.08	0.06	0.06	0.05	0.10	0.12	0.04	0.00	0.09	0.09
$u(x_i)$	0.46	0.77	0.59	0.64	1.79	0.47	5.60	0.63	0.57	0.80
$U(x_i)$	0.92	1.54	1.18	1.28	3.58	0.93	11.19	1.27	1.15	1.59

Abbildung 57: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 13 (in nmol/mol).

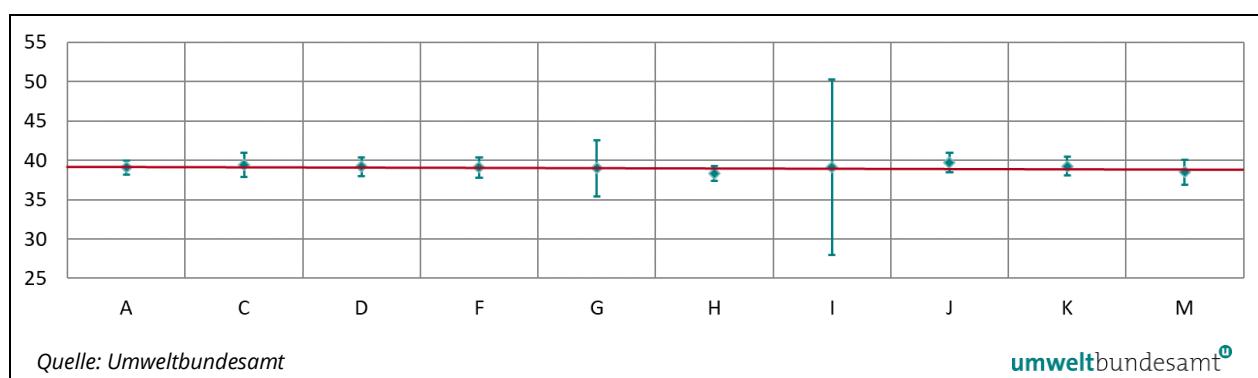


Tabelle 37: Ergebnisse für NO bei Durchgang 14 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 14; $x^* = 27,3$; $s^* = 0,26$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i,1$	27.3	27.5	27.3	27.2	27.2	26.4	27.1	27.8	27.5	26.6
$x_i,2$	27.2	27.6	27.4	27.3	27.1	26.3	27.1	27.8	27.3	26.6
$x_i,3$	27.2	27.6	27.3	27.3	27.2	26.6	27.2	27.7	27.4	26.8
$X_i,$	27.2	27.6	27.3	27.3	27.2	26.5	27.1	27.8	27.4	26.7
$S_i,$	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.16	0.05	0.06	0.07	0.10
$u(x_i)$	0.46	0.58	0.50	0.52	0.74	0.35	0.18	0.64	0.49	0.60
$U(x_i)$	0.93	1.16	1.00	1.04	1.48	0.69	0.35	1.29	0.98	1.20

Abbildung 58: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 14 (in nmol/mol).

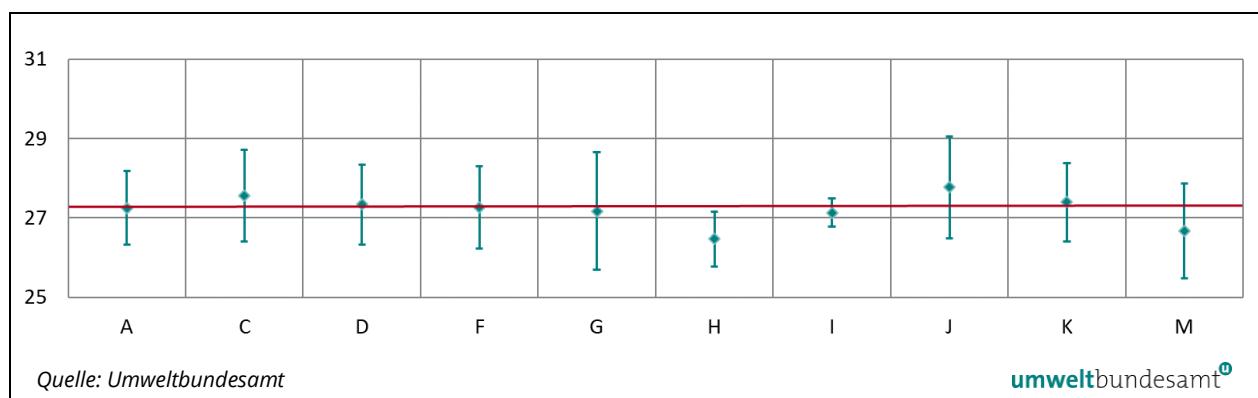


Tabelle 38: Ergebnisse für NO bei Durchgang 15 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 15; $x^* = 9,4$; $s^* = 0,34$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	9.2	9.7	9.6	9.5	9.2	8.8	9.2	9.6	9.4	8.9
$x_{i,2}$	9.3	9.8	9.7	9.7	9.3	8.6	9.2	9.7	9.4	9.0
$x_{i,3}$	9.3	9.8	9.6	9.6	9.3	8.7	9.3	9.7	9.5	8.8
X_i	9.3	9.8	9.6	9.6	9.3	8.7	9.2	9.7	9.4	8.9
S_i	0.07	0.02	0.06	0.10	0.06	0.09	0.02	0.06	0.05	0.09
$u(x_i)$	0.45	0.51	0.50	0.33	0.75	0.18	0.17	0.60	0.49	0.60
$U(x_i)$	0.90	1.01	1.00	0.66	1.50	0.36	0.33	1.20	0.98	1.20

Abbildung 59: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 15 (in nmol/mol).

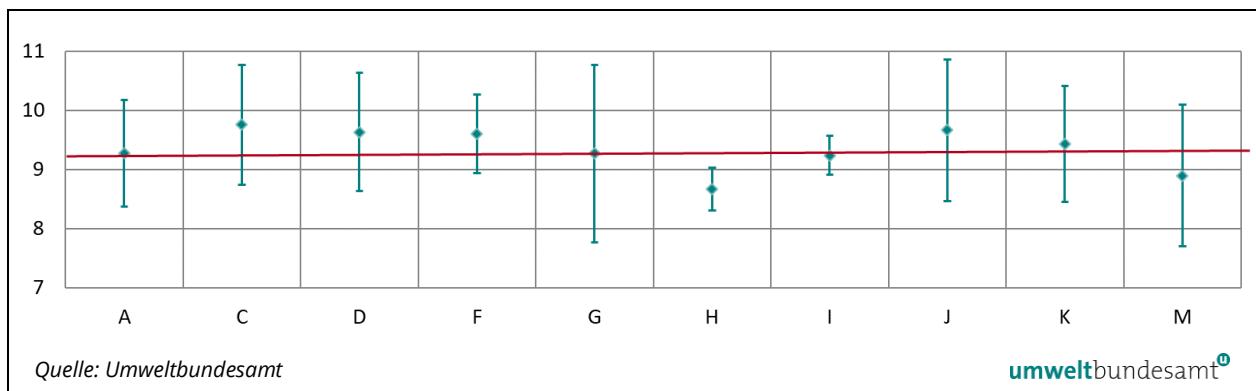


Tabelle 39: Ergebnisse für NO bei Durchgang 16 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 16; $x^* = 467,9$; $s^* = 2,24$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	468.2	467.0	466.2	465.1	467.4	468.9	476.1	473.0	468.4	465.6
$x_{i,2}$	468.1	467.3	466.4	465.7	467.3	468.8	475.6	472.9	468.5	465.4
$x_{i,3}$	467.9	467.7	467.4	465.8	467.0	469.0	475.3	472.8	468.6	466.2
X_i	468.1	467.3	466.7	465.5	467.2	468.9	475.6	472.9	468.5	465.7
S_i	0.14	0.37	0.64	0.38	0.21	0.14	0.41	0.10	0.11	0.43
$u(x_i)$	5.87	8.21	5.23	8.34	6.10	5.36	7.31	7.66	5.60	9.48
$U(x_i)$	11.74	16.41	10.46	16.68	12.20	10.73	14.62	15.31	11.20	18.96

Abbildung 60: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 16 (in nmol/mol).

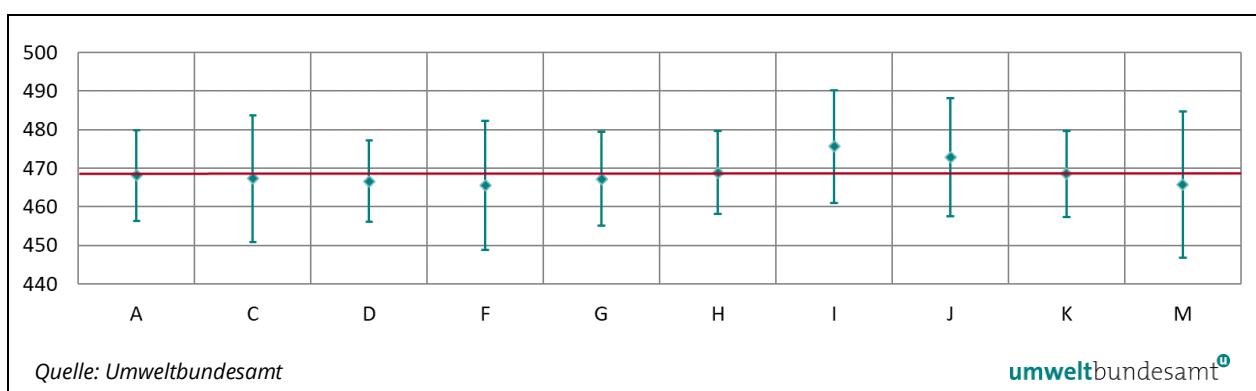


Tabelle 40: Ergebnisse für NO bei Durchgang 17 (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 17; $x^* = 355,0$; $s^* = 2,15$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	355.2	355.2	355.0	352.4	353.6	354.4	358.3	358.2	355.1	353.5
$x_{i,2}$	355.0	355.2	355.0	352.4	353.1	354.7	357.6	357.7	355.1	353.5
$x_{i,3}$	355.0	355.9	355.5	352.7	352.8	354.5	357.4	357.7	355.3	353.1
X_i	355.1	355.4	355.2	352.5	353.2	354.5	357.8	357.9	355.2	353.3
S_i	0.14	0.38	0.29	0.17	0.40	0.16	0.43	0.29	0.13	0.24
$u(x_i)$	4.45	6.26	3.99	5.99	4.74	4.06	6.60	5.79	4.26	7.19
$U(x_i)$	8.90	12.51	7.98	11.98	9.48	8.12	13.21	11.59	8.51	14.38

Abbildung 61: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 17 (in nmol/mol).

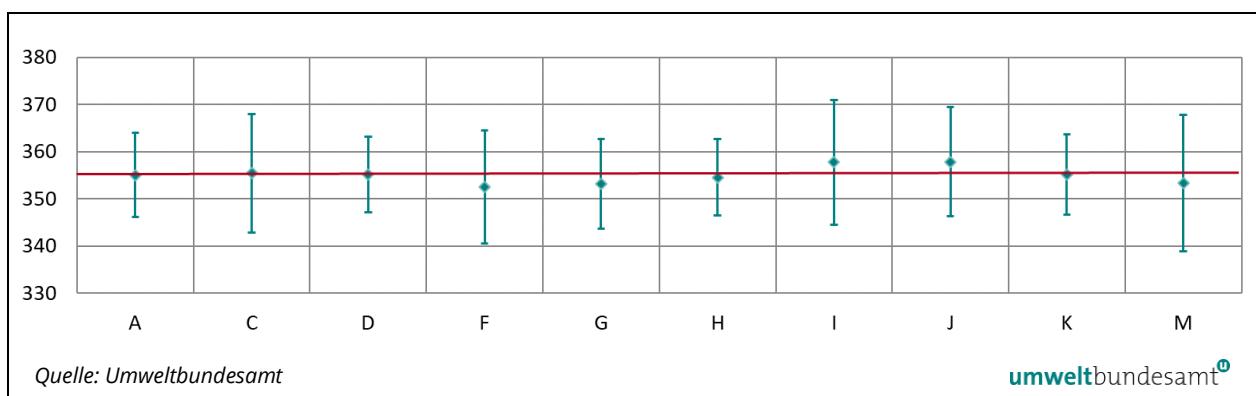
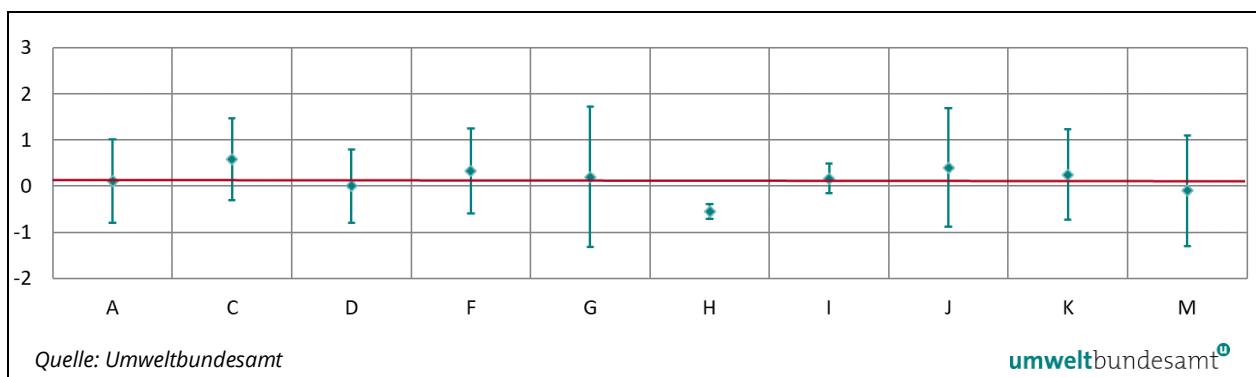


Tabelle 41: Ergebnisse für NO bei Nullgas (in nmol/mol).

Parameter: NO; Durchgang 0 (NG3); $x^* = 0,2$; $s^* = 0,29$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	0.1	0.7	0.0	0.4	0.1	-0.5	0.2	0.4	0.2	-0.1
$x_{i,2}$	0.1	0.5	0.0	0.3	0.3	-0.6	0.2	0.4	0.3	-0.1
$x_{i,3}$	0.1	0.6	0.0	0.3	0.2	-0.6	0.2	0.4	0.2	-0.1
X_i	0.1	0.6	0.0	0.3	0.2	-0.6	0.2	0.4	0.2	-0.1
S_i	0.04	0.10	0.00	0.04	0.14	0.07	0.02	0.00	0.02	0.05
$u(x_i)$	0.45	0.45	0.40	0.46	0.76	0.08	0.16	0.64	0.49	0.60
$U(x_i)$	0.91	0.89	0.80	0.92	1.52	0.16	0.31	1.29	0.98	1.20

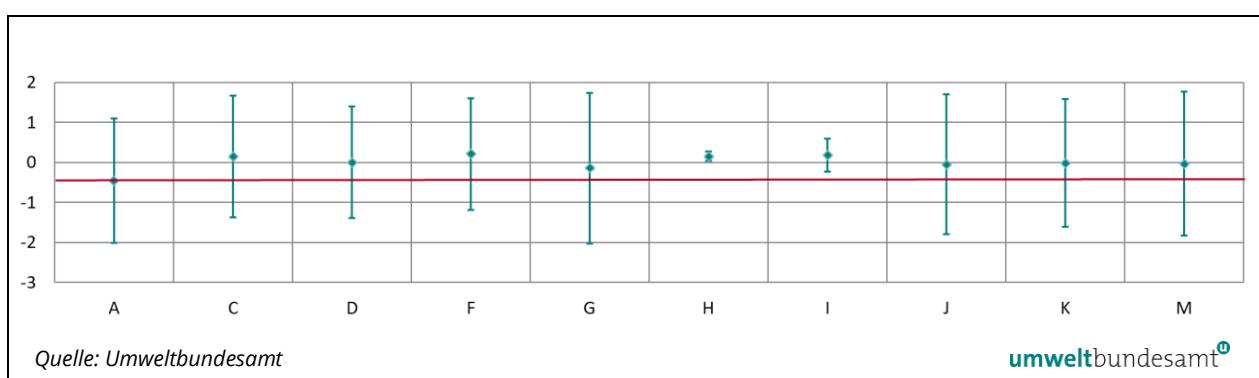
Abbildung 62: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO-Durchgang 0 (Nullgas 3) (in nmol/mol).



Ergebnisse für NO₂

Tabelle 42: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 0 (Nullgas) (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 0; $x^* = 0,0$; $s^* = 0,14$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	-0.4	0.1	0.0	0.2	-0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
$x_{i,2}$	-0.5	0.2	0.0	0.2	-0.2	0.1	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	0.0
X_i	-0.5	0.1	0.0	0.2	-0.2	0.2	0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0
S_i	0.10	0.08	0.00	0.02	0.07	0.07	0.01	0.07	0.05	0.01	
$u(x_i)$	0.78	0.76	0.70	0.70	0.94	0.06	0.21	0.87	0.80	0.90	
$U(x_i)$	1.55	1.52	1.40	1.40	1.88	0.11	0.41	1.75	1.59	1.80	

Abbildung 63: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang bei Nullgas (in nmol/mol).Tabelle 43: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 1 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 1; $x^* = 12,1$; $s^* = 0,58$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	11.6	12.3	10.8	12.3	12.8	13.0	11.3	12.0	11.6	12.4	
$x_{i,2}$	11.9	12.5	10.6	12.2	12.8	12.9	11.0	11.9	11.8	12.2	
$x_{i,3}$	11.9	12.6	10.4	12.3	12.6	12.1	10.9	11.7	11.8	12.3	
X_i	11.8	12.5	10.6	12.3	12.7	12.7	11.0	11.9	11.7	12.3	
S_i	0.18	0.17	0.20	0.06	0.12	0.53	0.20	0.15	0.08	0.10	
$u(x_i)$	0.81	0.82	0.80	0.65	0.87	0.91	1.70	0.91	0.80	0.95	
$U(x_i)$	1.62	1.65	1.60	1.30	1.74	1.81	3.40	1.82	1.59	1.90	

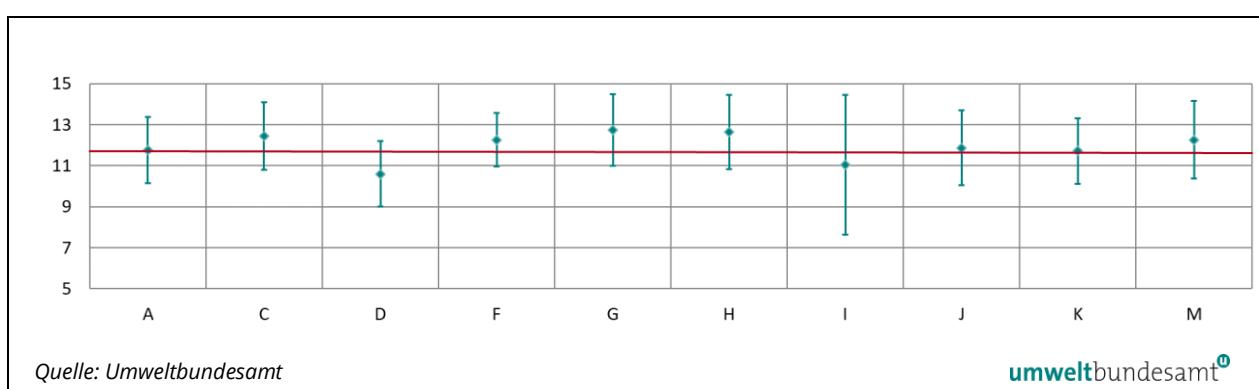
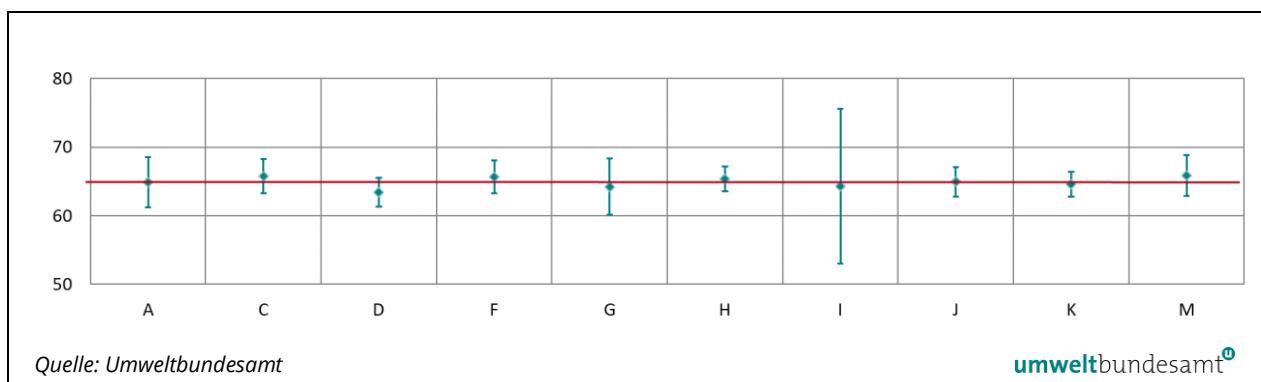
Abbildung 64: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 1 (in nmol/mol).

Tabelle 44: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 2 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 2; $x^* = 64,9$; $s^* = 0,90$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_i, 1$	64.8	65.7	63.3	65.6	64.2	65.6	64.4	65.0	64.5	66.0	
$x_i, 2$	64.8	65.7	63.4	65.6	64.3	65.1	64.3	64.9	64.5	65.8	
$x_i, 3$	65.0	65.8	63.5	65.8	64.2	65.4	64.3	64.9	64.6	65.7	
$X_i,$	64.9	65.7	63.4	65.7	64.2	65.4	64.3	64.9	64.5	65.8	
$S_i,$	0.14	0.06	0.10	0.12	0.06	0.21	0.06	0.06	0.05	0.17	
$u(x_i)$	1.82	1.25	1.06	1.20	2.04	0.91	5.65	1.09	0.91	1.49	
$U(x_i)$	3.64	2.50	2.12	2.40	4.08	1.82	11.31	2.17	1.81	2.99	

Abbildung 65: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 2 (in nmol/mol).Tabelle 45: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 3 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 3; $x^* = 125,9$; $s^* = 0,39$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_i, 1$	125.1	126.3	123.8	125.8	123.4	126.6	125.9	126.0	125.1	127.2	
$x_i, 2$	125.2	126.1	123.6	125.9	123.4	126.0	126.0	125.9	125.0	126.8	
$x_i, 3$	125.2	126.0	123.6	125.8	123.3	126.1	126.4	126.2	125.1	126.8	
$X_i,$	125.1	126.2	123.7	125.8	123.4	126.3	126.1	126.0	125.1	126.9	
$S_i,$	0.06	0.14	0.12	0.06	0.06	0.34	0.26	0.15	0.09	0.21	
$u(x_i)$	2.19	2.31	1.84	2.40	2.44	1.59	5.79	2.08	1.55	2.88	
$U(x_i)$	4.39	4.61	3.68	4.80	4.88	3.18	11.59	4.15	3.10	5.77	

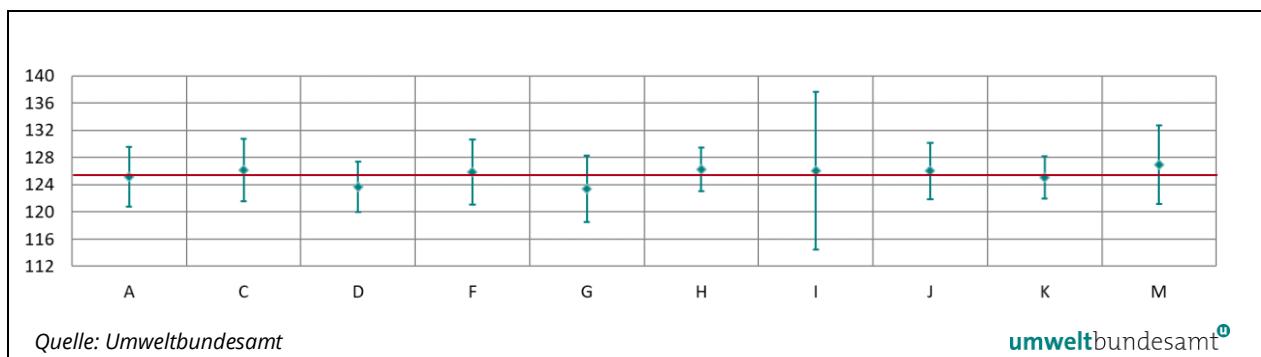
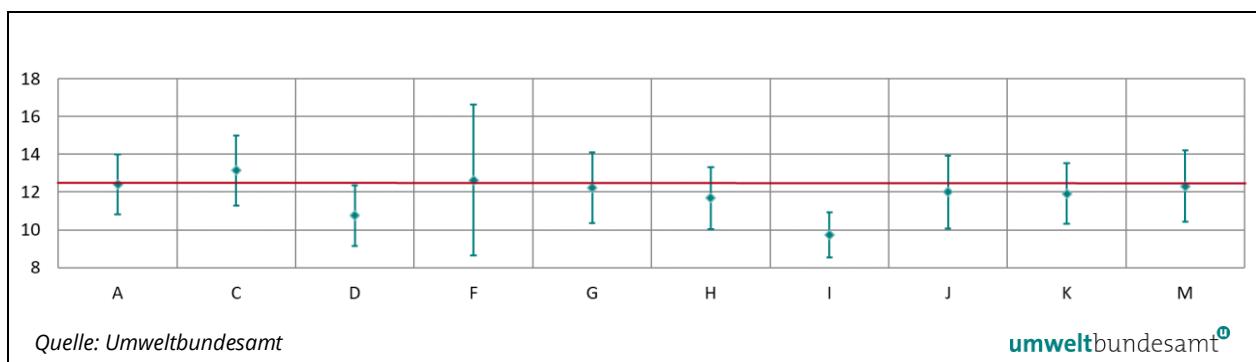
Abbildung 66: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 3 (in nmol/mol).

Tabelle 46: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 4 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 4; $x^* = 12,0$; $s^* = 0,59$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	12.4	13.1	10.6	12.6	12.1	11.8	9.8	12.0	11.9	12.6	
$x_{i,2}$	12.3	13.1	10.9	12.7	12.3	11.5	9.6	12.1	11.9	11.9	
$x_{i,3}$	12.5	13.2	10.8	12.6	12.3	11.8	9.8	11.9	12.0	12.5	
X_i ,	12.4	13.1	10.8	12.6	12.2	11.7	9.7	12.0	11.9	12.3	
S_i ,	0.10	0.04	0.15	0.06	0.12	0.19	0.12	0.10	0.04	0.37	
$u(x_i)$	0.79	0.92	0.80	2.00	0.94	0.82	0.60	0.96	0.80	0.95	
$U(x_i)$	1.58	1.84	1.60	4.00	1.88	1.64	1.19	1.92	1.59	1.90	

Abbildung 67: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 4 (in nmol/mol).Tabelle 47: Ergebnisse für NO₂ bei Nullgas (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang (NG2); $x^* = 0,1$; $s^* = 0,20$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	-0.1	0.6	0.0	0.3	-0.3	0.2	0.2	0.0	0.1	-0.1	
$x_{i,2}$	-0.3	0.3	0.0	0.2	-0.3	0.1	0.2	-0.1	0.1	-0.1	
$x_{i,3}$											
X_i ,	-0.2	0.4	0.0	0.3	-0.3	0.1	0.2	-0.1	0.1	-0.1	
S_i ,	0.14	0.21	0.00	0.07	0.00	0.06	0.01	0.07	0.04	0.00	
$u(x_i)$	0.77	0.77	0.70	0.70	0.76	0.06	0.21	0.87	0.80	0.90	
$U(x_i)$	1.54	1.53	1.40	1.40	1.52	0.12	0.42	1.75	1.59	1.80	

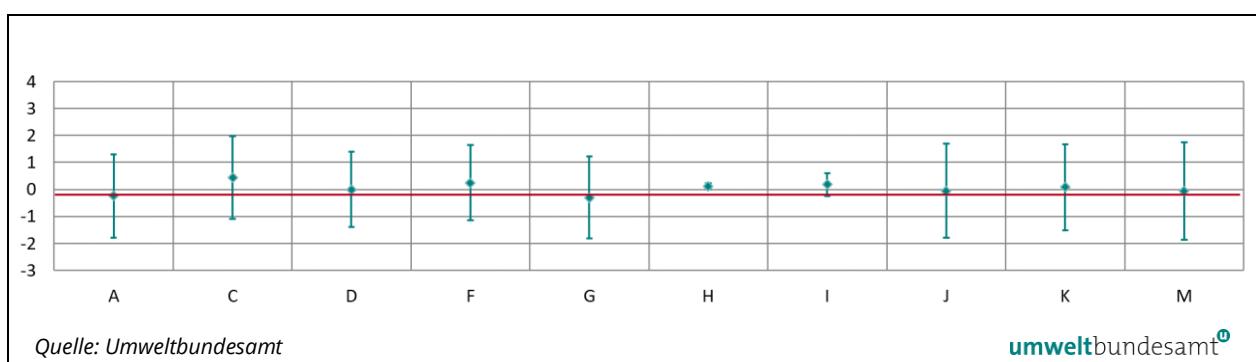
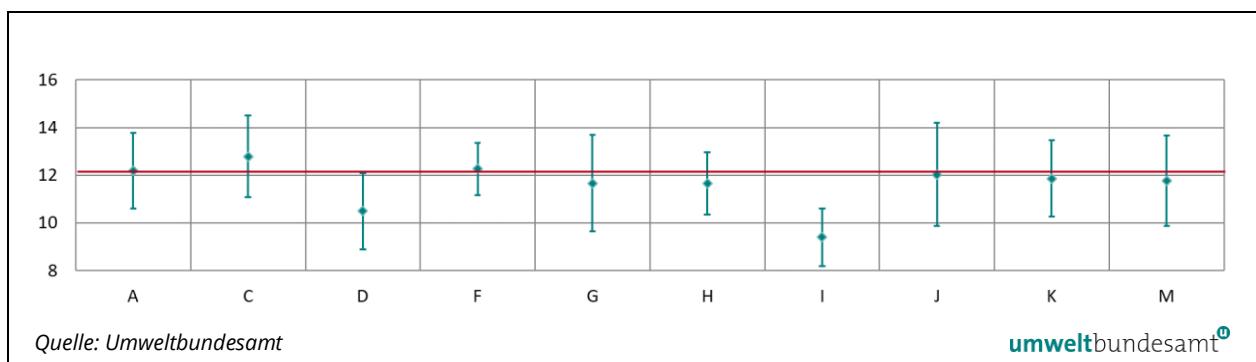
Abbildung 68: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang bei Nullgas (in nmol/mol).

Tabelle 48: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 5 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 5; $x^* = 11,8$; $s^* = 0,47$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i, 1$	12.2	12.6	10.4	12.2	12.1	12.0	9.3	11.9	11.8	11.8
$x_i, 2$	12.1	12.8	10.5	12.3	11.4	11.4	9.5	11.9	11.9	11.8
$x_i, 3$	12.2	13.0	10.6	12.3	11.5	11.6	9.4	12.3	11.9	11.7
X_i	12.2	12.8	10.5	12.3	11.7	11.7	9.4	12.0	11.9	11.8
S_i	0.05	0.17	0.10	0.06	0.38	0.34	0.07	0.23	0.07	0.05
$u(x_i)$	0.79	0.86	0.80	0.55	1.01	0.65	0.61	1.08	0.80	0.95
$U(x_i)$	1.58	1.72	1.60	1.10	2.02	1.31	1.21	2.16	1.59	1.90

Abbildung 69: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 5 (in nmol/mol).Tabelle 49: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 6 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 6; $x^* = 198,1$; $s^* = 2,14$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_i, 1$	197.8	197.5	195.2	197.4	194.2	198.6	200.1	199.5	197.5	199.4
$x_i, 2$	198.3	198.0	195.6	197.5	194.8	198.9	200.3	200.1	197.8	199.7
$x_i, 3$	198.6	198.3	196.0	197.8	195.0	198.8	200.2	200.2	198.1	200.4
X_i	198.3	198.0	195.6	197.6	194.7	198.8	200.2	199.9	197.8	199.8
S_i	0.40	0.43	0.40	0.21	0.42	0.16	0.10	0.38	0.32	0.50
$u(x_i)$	2.60	3.53	2.82	3.22	3.08	2.34	5.95	3.29	2.42	4.54
$U(x_i)$	5.20	7.05	5.64	6.44	6.16	4.68	11.90	6.59	4.83	9.07

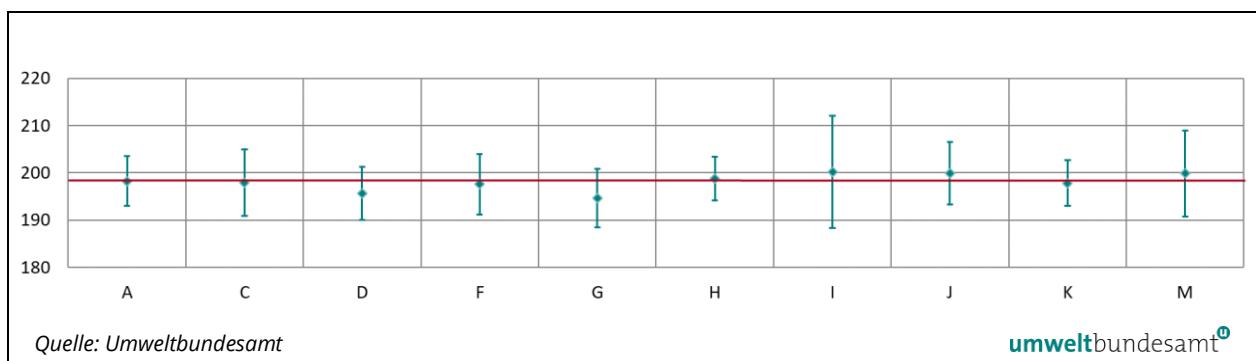
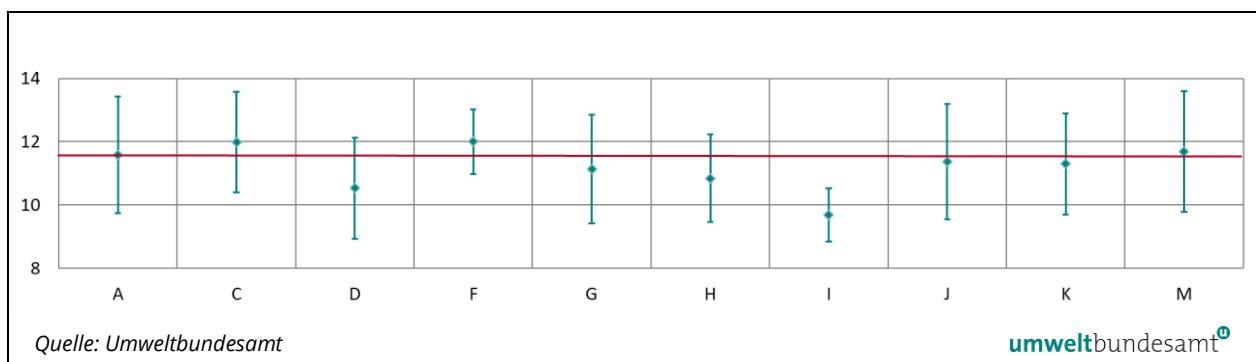
Abbildung 70: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 6 (in nmol/mol).

Tabelle 50: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 7 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 7; $x^* = 11,2$; $s^* = 0,69$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_i, 1$	11.5	12.0	10.5	11.9	11.3	10.9	9.6	11.3	11.3	11.7	
$x_i, 2$	11.7	12.0	10.5	12.1	11.0	10.3	9.8	11.3	11.4	11.6	
$x_i, 3$	11.6	12.0	10.6	12.0	11.1	11.3	9.6	11.5	11.3	11.8	
$X_i,$	11.6	12.0	10.5	12.0	11.1	10.8	9.7	11.4	11.3	11.7	
$S_i,$	0.09	0.03	0.06	0.10	0.15	0.47	0.11	0.12	0.05	0.07	
$u(x_i)$	0.92	0.79	0.80	0.51	0.86	0.69	0.42	0.91	0.80	0.95	
$U(x_i)$	1.84	1.59	1.60	1.02	1.72	1.38	0.84	1.82	1.59	1.90	

Abbildung 71: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 7 (in nmol/mol).Tabelle 51: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 8 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 8; $x^* = 124,8$; $s^* = 1,40$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_i, 1$	124.8	124.6	123.5	123.7	122.4	125.4	125.5	126.1	124.8	126.1	
$x_i, 2$	124.9	124.7	123.7	123.8	122.7	125.6	125.5	126.2	124.8	126.5	
$x_i, 3$	124.8	124.7	123.5	123.7	122.5	125.4	125.3	126.2	124.8	126.3	
$X_i,$	124.9	124.7	123.6	123.7	122.5	125.4	125.5	126.2	124.8	126.3	
$S_i,$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2	
$u(x_i)$	1.62	2.24	1.84	3.34	2.42	1.50	5.72	2.08	1.55	2.87	
$U(x_i)$	3.24	4.47	3.68	6.68	4.84	3.00	11.44	4.16	3.10	5.75	

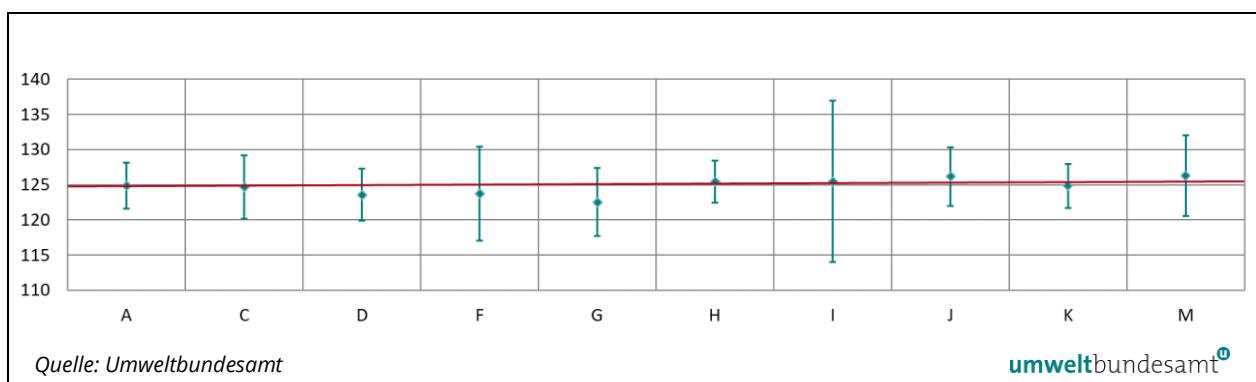
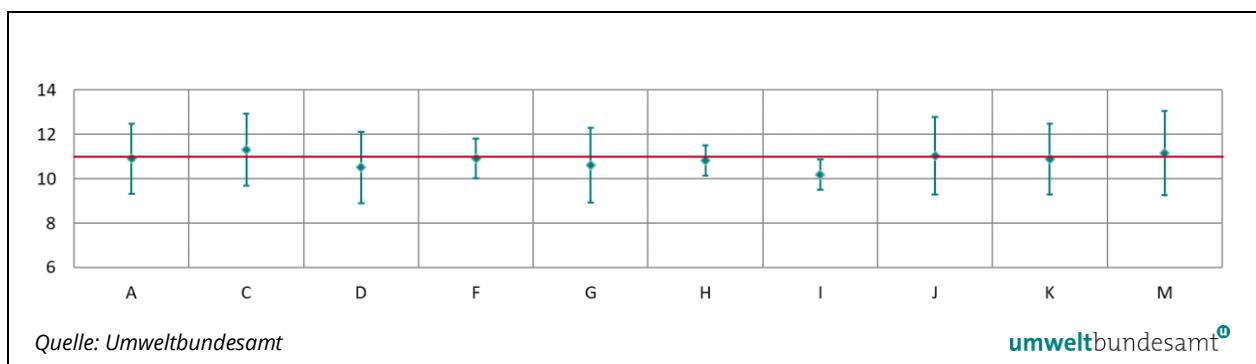
Abbildung 72: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 8 (in nmol/mol).

Tabelle 52: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 9 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 9; $x^* = 10,8$; $s^* = 0,36$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_i, 1$	10.8	11.2	10.5	10.9	10.7	10.9	10.3	11.0	10.9	11.1	
$x_i, 2$	11.0	11.3	10.5	10.9	10.6	10.7	10.2	11.1	10.8	11.2	
$x_i, 3$	10.9	11.4	10.5	10.9	10.5	10.9	10.0	11.0	10.9	11.1	
X_i	10.9	11.3	10.5	10.9	10.6	10.8	10.2	11.0	10.9	11.1	
S_i	0.07	0.11	0.00	0.00	0.10	0.13	0.17	0.06	0.04	0.08	
$u(x_i)$	0.78	0.81	0.80	0.45	0.84	0.34	0.34	0.87	0.80	0.95	
$U(x_i)$	1.57	1.62	1.60	0.90	1.68	0.69	0.68	1.75	1.59	1.90	

Abbildung 73: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 9 (in nmol/mol).Tabelle 53: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 10 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 10; $x^* = 94,1$; $s^* = 0,62$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_i, 1$	93.6	94.4	93.8	93.8	92.2	94.1	93.5	94.7	93.9	95.0	
$x_i, 2$	93.6	94.5	93.8	93.7	92.1	94.1	93.7	94.8	94.1	95.1	
$x_i, 3$	93.6	94.6	94.2	93.8	92.2	94.0	93.8	95.0	94.1	95.3	
X_i	93.6	94.5	93.9	93.8	92.2	94.1	93.7	94.8	94.0	95.1	
S_i	0.04	0.10	0.23	0.06	0.06	0.05	0.12	0.15	0.11	0.14	
$u(x_i)$	1.22	1.72	1.44	1.65	2.18	1.12	5.66	1.54	1.20	2.19	
$U(x_i)$	2.45	3.45	2.88	3.30	4.36	2.24	11.32	3.08	2.40	4.38	

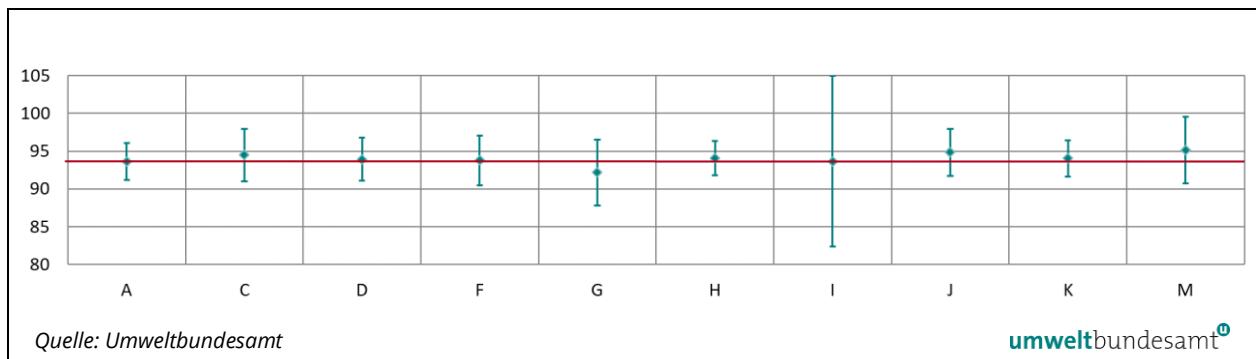
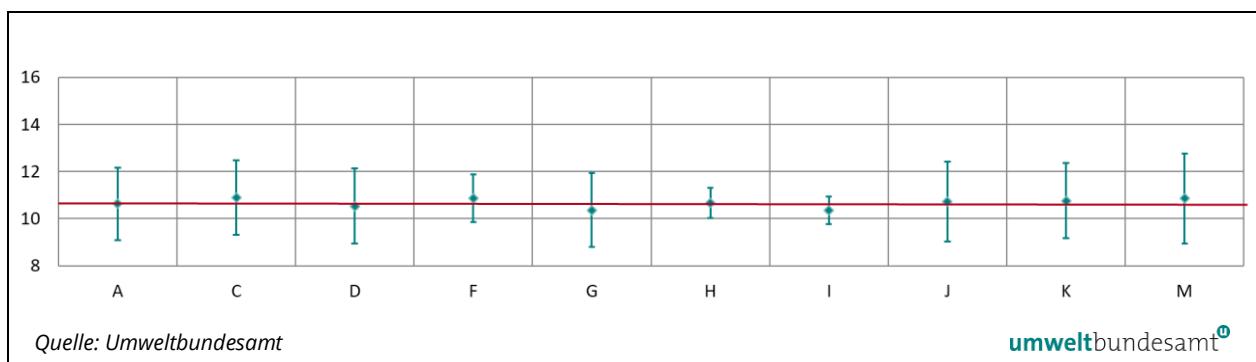
Abbildung 74: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 10 (in nmol/mol).

Tabelle 54: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 11 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 11; $x^* = 10,7$; $s^* = 0,21$

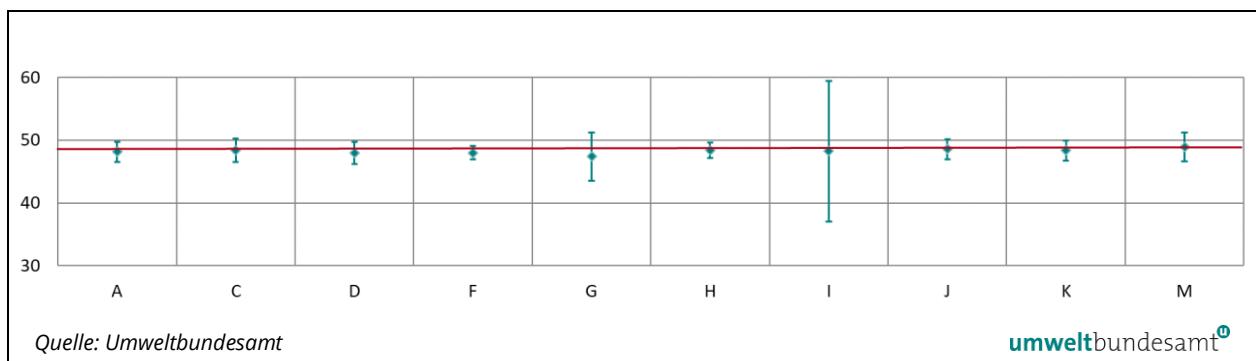
	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	10.6	10.9	10.6	10.8	10.4	10.6	10.4	10.7	10.7	10.8
$x_{i,2}$	10.7	10.9	10.5	10.9	10.4	10.5	10.3	10.7	10.8	10.9
$x_{i,3}$	10.6	10.9	10.5	10.9	10.3	10.9	10.3	10.8	10.8	10.9
X_i ,	10.6	10.9	10.5	10.9	10.4	10.7	10.4	10.7	10.8	10.9
S_i ,	0.02	0.01	0.06	0.06	0.06	0.22	0.03	0.06	0.07	0.09
$u(x_i)$	0.77	0.79	0.80	0.50	0.78	0.32	0.29	0.84	0.80	0.95
$U(x_i)$	1.54	1.57	1.60	1.00	1.56	0.65	0.57	1.69	1.59	1.90

Abbildung 75: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 11 (in nmol/mol).

Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]Tabelle 55: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 12 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 12; $x^* = 48,3$; $s^* = 0,35$

	Teilnehmer:innen									
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M
$x_{i,1}$	48.1	48.5	48.0	47.9	47.4	48.3	48.2	48.6	48.3	48.9
$x_{i,2}$	48.1	48.4	48.0	48.0	47.4	48.4	48.2	48.5	48.4	49.0
$x_{i,3}$	48.2	48.3	48.0	48.1	47.4	48.5	48.2	48.6	48.3	48.8
X_i ,	48.1	48.4	48.0	48.0	47.4	48.4	48.2	48.6	48.3	48.9
S_i ,	0.00	0.25	-0.13	-0.13	-0.73	0.25	0.09	0.43	0.20	0.77
$u(x_i)$	0.78	0.93	0.88	0.52	1.92	0.61	5.60	0.79	0.80	1.15
$U(x_i)$	1.57	1.87	1.76	1.04	3.84	1.22	11.19	1.58	1.59	2.30

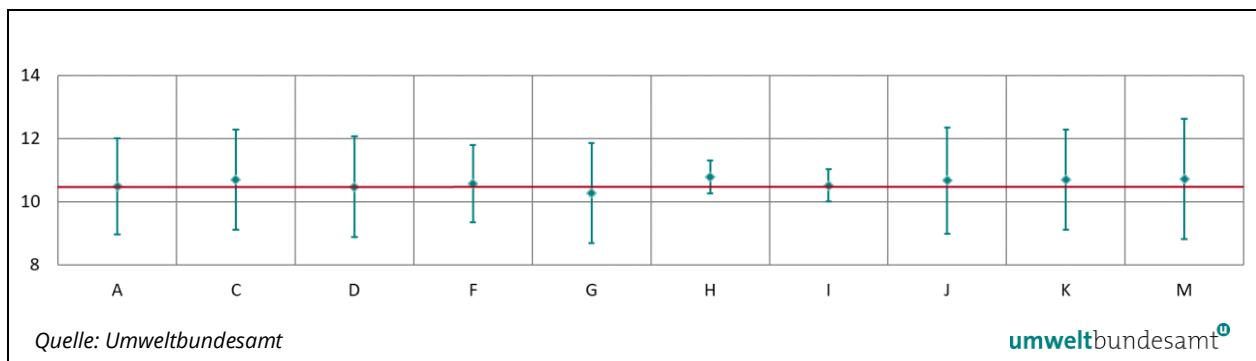
Abbildung 76: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 12 (in nmol/mol).

Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

Tabelle 56: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 13 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 13; $x^* = 10,6$; $s^* = 0,14$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	10.5	10.6	10.3	10.5	10.2	10.8	10.5	10.7	10.7	10.6	
$x_{i,2}$	10.5	10.8	10.6	10.6	10.3	10.8	10.5	10.6	10.7	10.7	
$x_{i,3}$	10.4	10.7	10.5	10.6	10.3	10.8	10.5	10.7	10.7	10.8	
X_i ,	10.5	10.7	10.5	10.6	10.3	10.8	10.5	10.7	10.7	10.7	
S_i ,	0.07	0.08	0.15	0.06	0.06	0.02	0.02	0.06	0.04	0.07	
$u(x_i)$	0.76	0.79	0.80	0.61	0.79	0.26	0.25	0.84	0.80	0.95	
$U(x_i)$	1.53	1.58	1.60	1.22	1.58	0.52	0.51	1.69	1.59	1.90	

Abbildung 77: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 13 (in nmol/mol).Tabelle 57: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 14 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 14; $x^* = 22,5$; $s^* = 0,19$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	22.4	22.6	22.3	22.1	21.9	22.5	22.4	22.6	22.5	22.7	
$x_{i,2}$	22.5	22.7	22.5	22.2	22.0	22.5	22.4	22.7	22.5	22.6	
$x_{i,3}$	22.4	22.6	22.5	22.3	21.9	22.6	22.3	22.6	22.5	22.6	
X_i ,	22.4	22.6	22.4	22.2	21.9	22.5	22.4	22.6	22.5	22.6	
S_i ,	0.07	0.06	0.12	0.10	0.06	0.05	0.07	0.06	0.03	0.09	
$u(x_i)$	0.85	0.86	0.80	0.55	0.78	0.29	0.24	0.37	0.80	0.95	
$U(x_i)$	1.70	1.72	1.60	1.10	1.56	0.58	0.48	0.74	1.59	1.90	

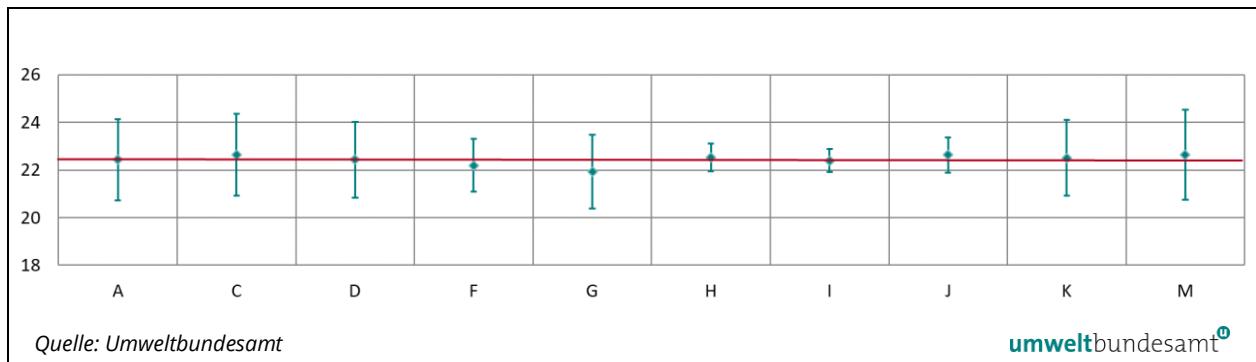
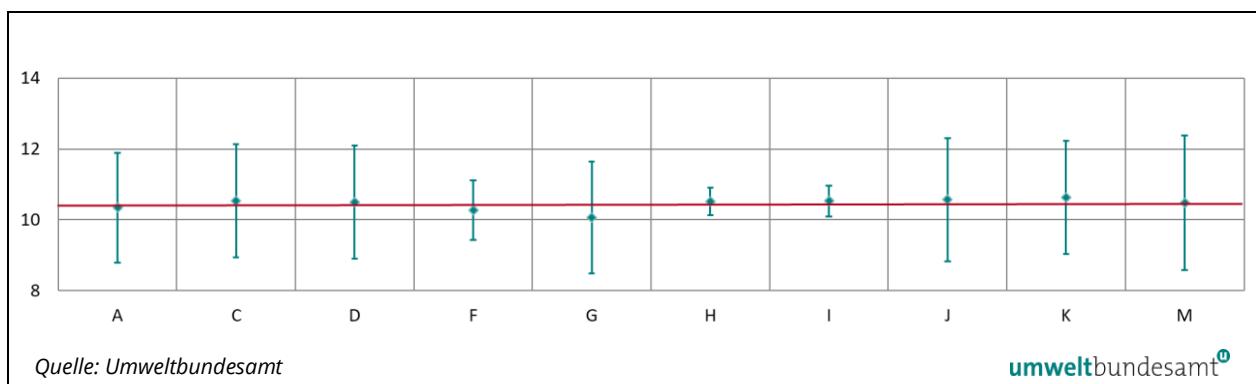
Abbildung 78: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 14 (in nmol/mol).

Tabelle 58: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 15 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 15; $x^* = 10,5$; $s^* = 0,06$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	10.4	10.5	10.5	10.2	10.1	10.4	10.5	10.6	10.6	10.5	
$x_{i,2}$	10.3	10.5	10.5	10.3	10.1	10.6	10.5	10.5	10.7	10.5	
$x_{i,3}$	10.3	10.6	10.5	10.3	10.0	10.5	10.6	10.6	10.6	10.4	
X_i	10.3	10.5	10.5	10.3	10.1	10.5	10.5	10.6	10.6	10.5	
S_i	0.06	0.02	0.00	0.06	0.06	0.08	0.02	0.06	0.07	0.06	
$u(x_i)$	0.78	0.80	0.80	0.42	0.79	0.19	0.22	0.87	0.80	0.95	
$U(x_i)$	1.55	1.59	1.60	0.84	1.58	0.38	0.44	1.75	1.59	1.90	

Abbildung 79: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 15 (in nmol/mol).Tabelle 59: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 16 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 16; $x^* = 11,8$; $s^* = 0,22$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	12.2	12.5	10.2	11.5	11.8	11.6			11.6	11.6	11.8
$x_{i,2}$	12.4	12.9	10.4	11.6	11.9	12.1			11.8	11.7	11.9
$x_{i,3}$	12.4	12.9	10.4	11.5	12.0	11.8			11.8	11.7	11.8
X_i	12.3	12.8	10.3	11.5	11.9	11.8			11.7	11.6	11.8
S_i	0.08	0.20	0.12	0.06	0.10	0.27			0.12	0.07	0.05
$u(x_i)$	0.78	0.89	0.80	0.55	0.93	0.60			0.96	0.80	0.95
$U(x_i)$	1.55	1.79	1.60	1.10	1.86	1.19			1.92	1.59	1.90

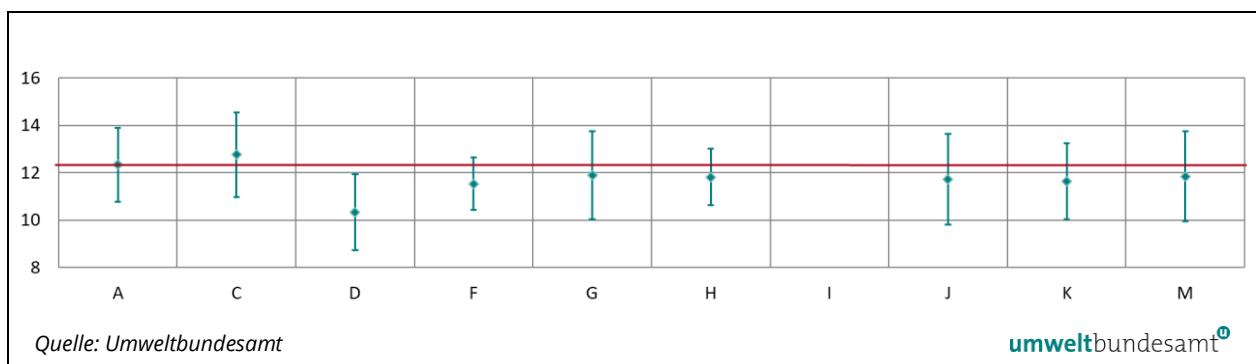
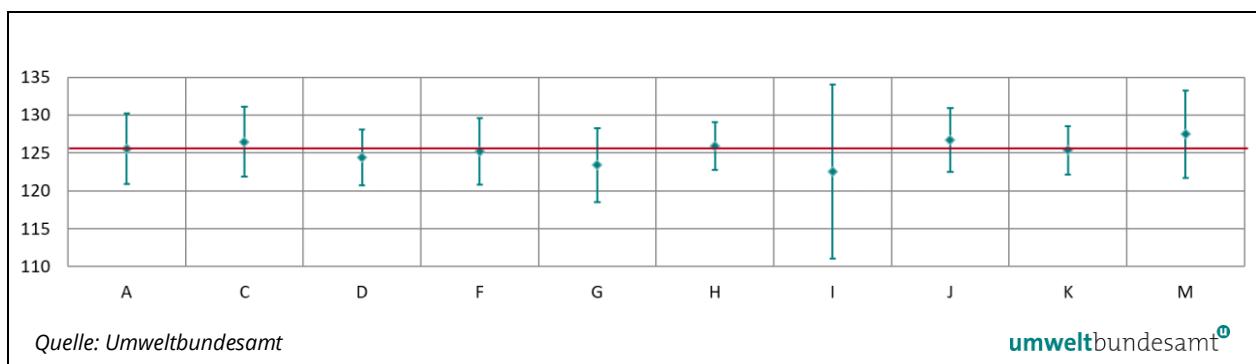
Abbildung 80: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 16 (in nmol/mol).

Tabelle 60: Ergebnisse für NO₂ bei Durchgang 17 (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 17; $x^* = 125,3$; $s^* = 1,75$

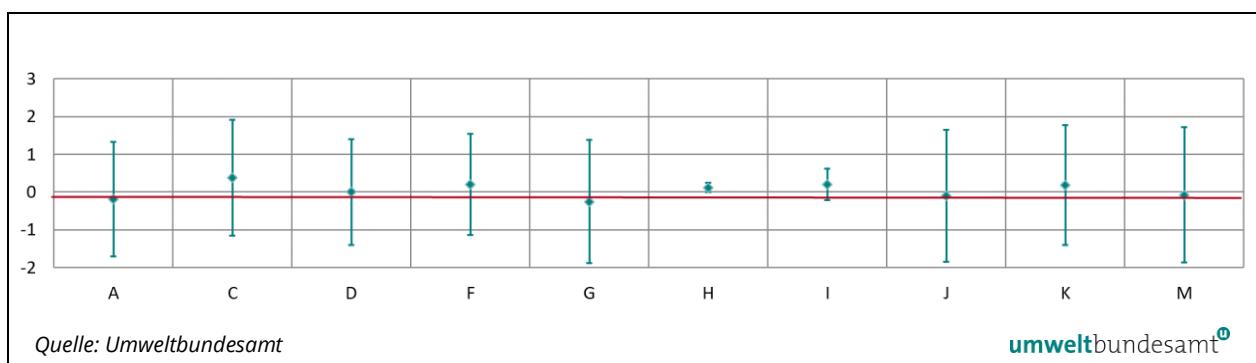
	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	125.4	126.1	124.2	125.2	123.0	125.7	122.4	126.6	125.1	127.8	
$x_{i,2}$	125.5	126.6	124.3	125.3	123.5	126.0	122.5	126.8	125.4	127.0	
$x_{i,3}$	125.6	126.8	124.7	125.2	123.7	126.0	122.7	126.7	125.6	127.7	
X_i	125.5	126.5	124.4	125.2	123.4	125.9	122.5	126.7	125.3	127.5	
S_i	0.12	0.34	0.26	0.06	0.36	0.15	0.14	0.10	0.26	0.45	
$u(x_i)$	2.33	2.31	1.85	2.20	2.45	1.58	5.74	2.12	1.60	2.89	
$U(x_i)$	4.67	4.62	3.70	4.40	4.90	3.15	11.49	4.24	3.20	5.78	

Abbildung 81: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 17 (in nmol/mol).

Quelle: Umweltbundesamt

Tabelle 61: Ergebnisse für NO₂ Nullgas (in nmol/mol).Parameter: NO₂; Durchgang 0 (Nullgas 3); $x^* = 0,1$; $s^* = 0,20$

	Teilnehmer:innen										
	A	C	D	F	G	H	I	J	K	M	
$x_{i,1}$	-0.1	0.5	0.0	0.2	-0.1	0.1	0.2	-0.1	0.2	0.0	
$x_{i,2}$	-0.3	0.3	0.0	0.2	-0.4	0.1	0.2	-0.1	0.2	-0.1	
$x_{i,3}$											
X_i	-0.2	0.4	0.0	0.2	-0.3	0.1	0.2	-0.1	0.2	-0.1	
S_i	0.12	0.13	0.00	0.00	0.21	0.00	0.01	0.00	0.03	0.06	
$u(x_i)$	0.76	0.77	0.70	0.67	0.82	0.06	0.21	0.87	0.80	0.90	
$U(x_i)$	1.52	1.54	1.40	1.34	1.64	0.12	0.42	1.75	1.59	1.80	

Abbildung 82: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für den NO₂-Durchgang 0 (NG3) (in nmol/mol).

Quelle: Umweltbundesamt

Anhang D: FRAGEBÖGEN

Die Fragebögen, die vor der Eignungsprüfung von jeder teilnehmenden Organisation zwecks Dokumentation der eingesetzten Messgeräte und Kalibriermittel ausgefüllt wurden, sind nachfolgend unverändert wiedergegeben.

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃

14. bis 17. Oktober 2024

Persönliche Angaben

Organisation: Stadt Wien - Umweltschutz
Namen der Teilnehmer: Ing. Christina Kellner, Ing. Andreas Gabler
Kontakt: 1200 Wien, Dresdner Straße 45
Telefonnummer: +43 676 8118 73777
E-Mail: christina.kellner@wien.gv.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung benutzt?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	895,5nmol/mol / 898,1nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	0,75%
Hersteller	Horiba
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	Ja, interne Nullluft

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z. B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Umweltbundesamt 53/2024

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung?	x	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	x	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	x	
Überprüfung mit NO ₂	x	
GPT	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA-370

Baujahr: 2020

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	$uc = \sqrt{u^2_{kal} + u^2_{lin} + u^2_r}$

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	238 nm/mol
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	1,23%
Hersteller	API
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z. B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Umweltbundesamt 052/2023

Verwendetes Nullgas: Kompressor mit Trocknung und Vorlage (Aktivkohle+ Silicagel)

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API

Modell: T100

Baujahr: 2020

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	$uc = \sqrt{u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_r^2}$

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃
14. bis 17. Oktober 2024

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der NÖ Landesregierung

Namen der Teilnehmer: Ing. Stefan Haslinger, Manfred Messinger

Kontakt: BD4 Anlagentechnik, Landhausplatz 1,
3109 St. Pölten

Telefonnummer: 0676 812 14163

E-Mail: stefan.haslinger@noel.gv.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	Transferkalibrator (HA2007) 934/937 nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	1,5% (k=2)
Hersteller	Horiba, Flasche Messer
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt GmbH Wien
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	Kalibrator mit 200 ppm NO Flasche (in N2)

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
(Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. ; z. B. Kalibrierstelle
für Luftqualität).

Rückführung Umweltbundesamt Wien Kalibrierschein 031/2024 vom 11.03.2024

Verwendetes Nullgas: Vorlagenbehälter Silikagel, Aktivkohle, Natronkalk,
Molekularsieb

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	x	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	x	
Überprüfung mit NO ₂		x
GPT	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA 370

Baujahr: 2014

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	$u_{NO} = \sqrt{u_{kal}^2 + u_{lin}^2 + u_{rNO}^2}$ $u_{NOx} = \sqrt{u_{kal}^2 + u_{lin}^2 + u_{rNO}^2 + u_{rNOx}^2}$

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	Thermo 49CPS mit 200 nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	$U_{(x)}=2 \cdot \sqrt{0,75^2 + 0,0115^2 \cdot x^2}$
Hersteller	Thermo
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt GmbH Wien

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
(Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Rückführung Umweltbundesamt Wien Kalibrierschein 029/2024 vom 12.03.2024

Verwendetes Nullgas: Vorlagenbehälter Silikagel, Aktivkohle, Natronkalk, Molekularsieb

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?		<input checked="" type="checkbox"/>

Welcher Analytator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APOA 370

Baujahr: 2012

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	$U_{(x)}=2 \cdot \sqrt{0,75^2 + 0,0115^2 \cdot x^2}$

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃
14. bis 17. Oktober 2024

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Salzburger Landesregierung

Namen der Teilnehmer: Thomas Hofer

Kontakt: Thomas Hofer

Telefonnummer: 0662/8042 DW 4593 und Mobil: 0664/6116653

E-Mail: thomas.hofer@salzburg.gv.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	NO: 756ppb; NOX: 761,7ppb
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	3%
Hersteller	MCZ CMK 5T #1407-230
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	Verdünnungskalibrator mit MFC

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B Kalibrierstelle für Luftqualität).

Kalibrierschein UBA vom 27.02.2024 #024/2024

Verwendetes Nullgas: Vorlagenkoffer MCZ - Silicagel – Purafil – Aktivkohle – CO-Scrubber

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	x	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	x	
Überprüfung mit NO ₂		x

GPT	x
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APNA 370 SNr. RHAGFPY

Baujahr: 2014

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2 Punkte, Null und Span
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	laut PowerPoint Vortrag UBA

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	200,5 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	4,8%
Hersteller	Teledyne API; 703E #164; BJ: 2008
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
(Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Kalibrierschein UBA vom 27.02.2024 #021/2024

Verwendetes Nullgas: über Kalibrator API 703E #164

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APOA ,SNr.: RNE10TSU

Baujahr: 2022

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2 Punkte, Null und Span
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	laut PowerPoint Vortrag UBA

Eignungsprüfung für NO/NO₂, SO₂ und CO
6. bis 10. November 2023

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Oberösterreichischen Landesregierung

Namen der Teilnehmer: Manfred Stummer, Gabrysch Mario

Kontakt: siehe Teilnehmer

Telefonnummer: 0732/7720-13602 (Labor)

E-Mail: manfred.stummer@ooe.gv.at;
 mario.gabrysch@ooe.gv.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	PGG NO/NOx 914,6/916,3 Flasche NO/NOx 801/805
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	PGG im Kalibrierpunkt 6,0 nmol/mol
Hersteller	Horiba, Messer
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Land Oö.
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	dynamische Verdünnung

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. Kalibrierstelle für Luftqualität).

Bezugsnormal Statische Injektion Nr: 98023 (Stickstoff 5.0, NO 2.5)
Crosscheck Dynamische Verdünnung Nr: 98060 (NO/N2 Primärgas VSL Nr: D153607
ÖKD-Zertifikat UBA-Wien: 056/2024, 057/2024

Verwendetes Nullgas: Nullluftaufbereitung mit Silikagel, Natronkalk,
 Molekularsieb und Aktivkohle

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	x	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	x	
Überprüfung mit NO ₂	x	
GPT	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APNA 370

Baujahr: 2021

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	ISO 6144, EUROLAB Leitfaden, QMSOP-GA-001/LG

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	240
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	5,8 nmol/mol
Hersteller	Thermo Electron
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	UBA Wien

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

ÖKD-Zertifikat UBA-Wien: 050/2024

Verwendetes Nullgas: Nullluftaufbereitung mit Silikagel und Aktivkohle

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Electron

Modell: TE94i

Baujahr: 2017

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	QMSOP-GA-001/LG

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃
14. bis 17. Oktober 2024

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Tiroler Landesregierung,
 Abteilung Waldschutz –Luftgüte

Namen der Teilnehmer: Thomas Oberhauser und Manuel Holzmann

Kontakt: Bürgerstraße 36, 6020 Innsbruck

Telefonnummer: 0043 676 88 508 4621

E-Mail: thomas.oberhauser@tirol.gv.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	734,6ppb / 742,3ppb
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	1,5% (Referenz – UBA) + 1%
Hersteller	Messer Österreich
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	UBA-Wien + Transferabgleich Land Tirol
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	MFC (Fa. Vögtlin) / Transfer-Light-GPT-372

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. Kalibrierstelle für Luftqualität).

Umweltbundesamt Wien – Kalibrierworkshop 2024 -> Transferabgleich Land Tirol

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	x	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	x	
Überprüfung mit NO ₂	x	
GPT	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA 370 und APNA380

Baujahr: 2013 und 2024

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte:	2 (Nullpunkt und Endpunkt)
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung):	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:	NO: $u = \sqrt{u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_{\text{stabw}}^2}$ $u_{\text{Null}} = \sqrt{u_{\text{NWG}}^2 + u_{\text{stabw}}^2}$
	NO ₂ : $u = \sqrt{u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_{\text{stabw-NO}_2}^2 + u_{\text{stabw-NO}_x}^2}$ $u_{\text{Null}} = \sqrt{u_{\text{NWG}}^2 + u_{\text{stabw-NO}_2}^2 + u_{\text{stabw-NO}_x}^2}$

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung benutzt?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	150ppb
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	1,5ppb – 4,6ppb + 1%
Hersteller	API Teledyne
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	UBA-Wien + Transferabgleich Land Tirol

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
(Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Umweltbundesamt Wien – Kalibrierworkshop 2024 -> Transferabgleich Land Tirol

Verwendetes Nullgas: Silikagel – Aktivkohle – DFU-Filter

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APOA370

Baujahr: 2018

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte:	2 (Nullpunkt und Endpunkt)
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung):	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:	$u = \sqrt{u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{Transfer}}^2 + u_{\text{stabw}}^2}$

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃
14. bis 17. Oktober 2024

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Burgenländischen Landesregierung

Namen der Teilnehmer: Philipp Gulner

Kontakt: Abteilung 4, Hauptreferat Klima und Energie, Referat Luftreinhaltung und Luftgüte, A-7000 Eisenstadt, Landhaus, Europaplatz 1

Telefonnummer: 057/6002933

E-Mail: post.a4-luft@bglg.gv.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	754,8 / 759,5
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	11,32 nmol/mol
Hersteller	HORIBA
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	Kalibrator mit Prüfgasflasche und interner Nulllufterzeugung

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z. B. Kalibrierstelle für Luftqualität).

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	x	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	x	
Überprüfung mit NO ₂	x	
GPT	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API

Modell: T200

Baujahr: 2022

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	lt. Internen Unterlagen

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	150 nmol/mol
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	3,8 nmol/mol
Hersteller	API
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
(Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Verwendetes Nullgas:

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API

Modell: T400

Baujahr: 2023

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	lt. Internen Unterlagen

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃
14. bis 17. Dezember 2024

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: iC consulenten Ziviltechniker GesmbH

Namen der Teilnehmer: DI Martin Koller, Ing. Benjamin Ofner

Kontakt: Schönbrunnerstraße 297, 1120 Wien

Telefonnummer: 0664 601 69 217

E-Mail: m.koller@ic-group.org

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	0 801,7 nmol/mol NO, 804,3 nmol/mol NO _x
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	0 11,61 nmol/mol
Hersteller	MCZ
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	Kalibrator zur dynamischen Verdünnung des PRM: Horiba ASGU 370S, SerienNr. HA1410

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. Kalibrierstelle für Luftqualität).

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung		vor/nach
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO		x/-
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO		x/-
Überprüfung mit NO ₂		x
GPT		x/x
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?		x

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API

Modell: S/N 8390

Baujahr: 2023

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2 (0 773,3 nmol/mol NO)
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	<u>Erweiterte Messunsicherheit NO:</u>
	$U_{c.NO} = 2 \times U_{c.NO}$ $U_{c.NO} = \sqrt{(U_{(rep.NO)}^2 + U_{(cal)}^2 + U_{(lin.NO)}^2)}$
	<u>Erweiterte Messunsicherheit NO₂:</u>
	$U_{c.NO_2} = 2 \times U_{c.NO_2}$ $U_{c.NO_2} = \sqrt{(U_{(rep.NO)}^2 + U_{(rep.NO_x)}^2 + U_{(cal)}^2 + U_{(lin.NO)}^2 + U_{(lin.NO_x)}^2)}$
	$U_{(rep.NO)}$... Messunsicherheit des jeweiligen NO HMW
	$U_{(rep.NO_x)}$... Messunsicherheit des jeweiligen NO _x HMW
	$U_{(cal)}$... Messunsicherheit Kalibrator (siehe Prüfschein) ... 1,25 %
	$U_{(lin.NO)}$...max Einzelwertmessunsicherheit bei Linearitätsüberprüfung NO... 0,74 %
	$U_{(lin.NO_x)}$...max Einzelwertmessunsicherheit bei Linearitätsüberprüfung NO _x ... 0,43 %
	Minimale Messunsicherheit (unter anderem für den Nullpunkt) wurden mit 0,6 nmol/mol für NO und 0,9 nmol/mol NO ₂ angenommen.

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O₃ (in nmol/mol)

Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %

Hersteller

Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Verwendetes Nullgas:

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
--	----	------

Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung

Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller:

Modell:

Baujahr: 2023

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte

Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse

Eignungsprüfung für NO/NO_x, SO₂ und CO
6. bis 10. November 2023

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Land Kärnten

Namen der Teilnehmer: Ing. Franz Hohenwarter

Kontakt: Flatschacherstrasse 70 9020 Klagenfurt

Telefonnummer: 04638053618072

E-Mail: franz.hohenwarter@ktn.gv.at

NO/NO_x

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	818,8/823,2
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	12,28
Hersteller	Horiba
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	TMD Flasche

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. Kalibrierstelle für Luftqualität).

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	x	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	x	
Überprüfung mit NO ₂		x
GPT	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API

Modell: T200

Baujahr: 2021

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	NO: $u = \sqrt{u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_{\text{stabw}}^2}$ $u_{\text{Null}} = \sqrt{u_{\text{NWG}}^2 + u_{\text{stabw}}^2}$ NO ₂ : $u = \sqrt{u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_{\text{stabw}}^2 + u_{\text{stabw-NOx}}^2}$ $u_{\text{Null}} = \sqrt{u_{\text{NWG}}^2 + u_{\text{stabw-NOx}}^2 + u_{\text{stabw-NOx}}^2}$

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	150
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	3,9
Hersteller	Thermo Elektron
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
(Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z.B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Verwendetes Nullgas: Vorlagenbehälter Silikagel, Aktivkohle

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API

Modell: T400

Baujahr: 2021

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	$u = \sqrt{u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_{\text{stabw}}^2}$

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃
14. bis 17. Oktober 2024

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der steiermärkischen Landesregierung

Namen der Teilnehmer: Martin Tantscher, Gerald Altmann

Kontakt: Benedikt Tschofenig

Telefonnummer: +43 676 8666 4919

E-Mail: benedikt.tschofenig@stmk.gv.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	-
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	-
Hersteller	-
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	-
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	-

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z. B. Kalibrierstelle für Luftqualität).

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung		
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO		
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO		
Überprüfung mit NO ₂		
GPT		
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?		

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller:

Modell:

Baujahr:

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte

Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	150
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	3,9
Hersteller	API T753 U
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	149,5

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
(Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z. B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Verwendetes Nullgas: Aufbereitete Nullluft durch: Silicagel, Aktivkohle, Molekular Sieb, Natronkalk

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APOA 370

Baujahr: 2023

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	Berechnung der Unsicherheit erfolgt über die am Kalibrierschein angegebene Formel: $U(x) = 2 \cdot \sqrt{0.86^2 + 0.0117^2 \cdot x^2 + u(x)_{stdAbw}^2}$ $u(x)_{stdAbw} \dots \text{Standardabweichung der Minutenmesswerte über die Messperiode}$

Eignungsprüfung für NO/NO₂ und O₃
14. bis 17. Oktober 2024

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Umweltbundesamt GmbH / Messnetz

Namen der Teilnehmer: Franz Zimmerl, Anton Tanzberger

Kontakt: Spittelauer Lände 5, 1090 Wien

Telefonnummer: +43 (0)664 6210325

E-Mail: franz.zimmerl@umweltbundesamt.at,
anton.tanzberger@umweltbundesamt.at

NO/NO₂

Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung verwendet?

Für Mehrpunkt-Kalibrierungen bitte die erste und zweite Zeile der Tabelle entsprechend kopieren (siehe „Auswertung der Ergebnisse“):

Stoffmengenanteile (NO/NO _x in nmol/mol)	744,2
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	11,16
Hersteller	Messer Schweiz
Stoffmengenanteil zertifiziert durch (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode (wenn ja welche/nein)	nein

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z. B. Kalibrierstelle für Luftqualität).

Kalibrierschein 102/2024 vom 25.09.2024 (ausgestellt vom nationalen Referenzlabor des Umweltbundesamts)

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	X	
Kalibrierung des NO-Kanals mit NO	X	
Kalibrierung des NO _x -Kanals mit NO	X	
Überprüfung mit NO ₂	X	
GPT	X	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	X	

Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Fisher Scientific

Modell: TEI 42iTL #1236656162

Baujahr: 2013

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte:	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung):	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:	NO: $u_{NO} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_{repeat}^2 + u_{LoF}^2}$; $u_{Null} = \sqrt{u_{NWG}^2 + u_{repeat}^2}$ NO ₂ : $u_{NO2} = \sqrt{u_{Kal}^2 + u_{repeatNO}^2 + u_{repeatNOx}^2 + u_{LoF}^2}$ $u_{Null} = \sqrt{u_{NWG}^2 + u_{repeat}^2}$

O₃**Welcher Kalibrierstandard wurde für die Eignungsprüfung benutzt?**

Stoffmengenanteile O ₃ (in nmol/mol)	150
Erweiterte Unsicherheit (U) in nmol/mol od. %	3,9
Hersteller	Thermo Fisher Scientific
Stoffmengenanteil zertifiziert durch: (Umweltbundesamt Wien oder anderweitig)	Umweltbundesamt Wien

Angabe der Rückführbarkeit auf nationale Standards bzw. auf SI-Einheiten
 (Name des Labors, das Kalibrierschein ausgestellt hat; z. B. nationale Referenzlabor des Umweltbundesamts).

Kalibrierschein 104/2023 vom 25.09.2024 (ausgestellt vom nationalen Referenzlabor des Umweltbundesamts)

Verwendetes Nullgas: Tragbare Nullluftanlage Horiba

Vorgehen bei der Eignungsprüfung:

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach der Eignungsprüfung	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

Welcher Analytator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Fisher Scientific

Modell: TEI 49i #1228954964

Baujahr: 2012

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte	2
Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung)	linear
Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse	$u_{O_3} = \sqrt{u^2_{Kal} + u^2_{repeat} + u^2_{LoF}}$ uNull aus Kalibrierschein

ANHANG E: PRÜFGEGENSTÄNDE DER RINGVERSUCHSANLAGE FÜR GASFÖRMIGE LUFTSCHADSTOFFE

Die Prüfgegenstände NO_x und O₃ wurden mit der Gasmischanlage der Ringversuchsanlage erzeugt und über die Ringleitung aus Borosilikatglas an die Teilnehmer:innen der Eignungsprüfungen verteilt.

E1 Eingesetzte Referenzmessgeräte

O₃: (auch zur Überprüfung der Ringleitung vor der Eignungsprüfung):

- Platz 1: TEI 49i, S/N 1317957903
- Platz 14: TEI 49i, S/N 0605915608

- NO: Platz 1: Horiba APNA 370, S/N: TLK34DAG
Platz 14: Horiba APNA 370, S/N: 300DPVAE

E2 Herstellung der Prüfgegenstände

Folgende Verdünnungsgase wurden für die Eignungsprüfung 2024 eingesetzt:

Tabelle 62: Eingesetztes Verdünnungsgas bei der Eignungsprüfung 2024.

	Hersteller	Stoffmengenanteil	Analysetoleranz des Herstellers	Trägergas
NO	Messer Austria D034240	51, 3 µmol/mol	+/- 2 %	N ₂

E3 Dokumentation der Umgebungsbedingungen

Während der Eignungsprüfung wurden die Temperaturwerte im Messraum und im Raum der Gasmischanlage gemessen und aufgezeichnet. Zusätzlich wurde die Taupunkttemperatur des Trägergases im Raum der Gasmischanlage gemessen und dokumentiert.

Bei der Eignungsprüfung beträgt die mittlere Temperatur im Messraum 22,1°C. Es wurde eine Minimaltemperatur von 21,1°C und eine Maximaltemperatur von 24,0°C aufgezeichnet.

Während der Eignungsprüfung beträgt die mittlere Taupunkttemperatur der Nullluft -42,3°C. Es wurde eine Minimaltemperatur von -55,8°C und eine Maximaltemperatur von -37,3°C aufgezeichnet.

E4 Überprüfung von Homogenität und Stabilität

Homogenität bzw. Stabilität von Prüfgegenständen können an einer Ringversuchsanlage nur durch Messungen am Beginn und am Ende der Leitung sichergestellt werden.

Die Überprüfung der Ringleitung auf Verunreinigungen erfolgt mit Ozon, da diese Komponente am empfindlichsten auf Verunreinigungen reagiert. Dazu wird über einen bestimmten Zeitraum (zumindest 2 Stunden) ein Stoffmengenanteil in der Größenordnung von 150–200 nmol/mol Ozon erzeugt und mit den kalibrierten Messgeräten auf Platz 1 und auf Platz 14 gemessen. Diese Messwerte werden als Minutenmittelwerte aufgezeichnet und über den gesamten Zeitraum der Messung verglichen. Der absolute Verlust von Ozon darf einen Wert von kleiner gleich 1 nmol/mol nicht übersteigen.

Bei der Überprüfung der Ringleitung auf Verunreinigungen am 09. und 10.10.2024, wurden keine Verunreinigungen festgestellt, die Anforderungen wurden eingehalten.

Die Anforderungen an die Homogenität und an die Stabilität erfolgen anhand von Halbstundenmittelwerten am Anfang und am Ende der Ringleitung vor und am Ende der Eignungsprüfung.

Homogenität: Differenz der Messwerte am Beginn und am Ende der Ringleitung:

O₃ < 3,0 nmol/mol

NO, NO₂ < 4,0 nmol/mol

Die Kriterien zur Homogenität der Prüfgasmischungen wurden über den gesamten Messzeitraum der Eignungsprüfung 2024 eingehalten.

Die maximalen Differenzen für die Komponenten O₃ und NO/NO₂ in der Eignungsprüfungsrounde betrugen:

O₃ 0,41 nmol/mol

NO/NO₂ 0,59/2,04 nmol/mol

Stabilität: Der Verlauf des Stoffmengenanteils des Prüfgegenstandes darf keine Schwankungen aufweisen, die die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Position an der Ringleitung beeinflussen.

Veränderungen der Stoffmengenanteile, deren Einfluss nicht positionsabhängig ist, haben keinen Einfluss auf die Bewertung, da die Erfassung der Referenzwerte unter den gleichen Bedingungen erfolgt. Allerdings erhöhen sie die kombinierte Messunsicherheit sowohl der Referenzwerte als auch der Messwerte der Teilnehmer:innen. Daher sollten diese so gering wie möglich gehalten werden.

Folgende Veränderungen der Stoffmengenanteile über die 3 Halbstundenmittelwerte sind für die Anlage typisch, es gilt der jeweils höhere Wert:

O₃: < 1 % oder 2,5 nmol/mol

NO, NO₂ < 1 % oder 5,0 nmol/mol

Die Kriterien zur Stabilität der Prüfgasmischungen wurden über den gesamten Messzeitraum der Eignungsprüfungsrounde eingehalten.

Die maximalen Differenzen für die Komponenten O₃ und NO/NO₂ in der Eignungsprüfungsrounde betrugen:

O₃ 0,35 nmol/mol

NO/NO₂ 0,37/0,48 nmol/mol

E5 Berechnung der Messunsicherheit der Referenzwerte

Für die Berechnung der Messunsicherheit der Referenzwerte bzw. der Ergebnisse im Rahmen von Eignungsprüfungsrunden wurden folgende Beiträge berücksichtigt:

- Beitrag Messunsicherheit Kalibriegas jeweilige Komponente – u_{Kal}
Der Beitrag der verwendeten Kalibriegasmischung zur Messunsicherheit ergibt sich aus dem gültigen Kalibrierschein der Gasmischung (Gasflasche oder Kalibrator). Im Allgemeinen werden Kalibriegasmischungen mit einer erweiterten Messunsicherheit < 2 % eingesetzt.
- Beitrag Messunsicherheit der Streuung des Messsignal – u_{repeat}
Während der aktuellen Messung: Als Beitrag der Streuung des eingesetzten Analysators wird die Standardabweichung der Einzelwerte, die zur Berechnung des Halbstundenmittelwertes verwendet werden, herangezogen. Im Allgemeinen handelt es sich dabei um Einminuten(mittel)werte, aus denen ein Halbstundenmittelwert gebildet wird.
- Beitrag Messunsicherheit Abweichung von der Linearität (LoF) – u_{LoF}
Der Beitrag der Linearität der Messgeräte ergibt sich aus dem Ergebnis der vorangegangenen LoF-Überprüfung derselben. Die LoF-Überprüfung erfolgt im Allgemeinen im Nullpunkt und in 20 %, 40 %, 60 %, 80 % und 95 % des Zertifizierungsbereiches (oder des definierten Arbeitsbereiches) der jeweiligen Komponente. Die Auswertung einer LoF-Überprüfung erfolgt gemäß den anzuwendenden Normen. Für jeden der Stoffmengenanteile wird ein Wert errechnet, die höchste Abweichung wird für die Berechnung herangezogen. Die maximal zulässige Abweichung beträgt 1 %.
- Beitrag der Messunsicherheit für die Homogenität der Prüfmittel für alle Teilnehmer:innen- u_{HOM}
Dieser Betrag besteht aus der tatsächlichen Differenz der beiden Referenzmessgeräte von Platz 1 und Platz 14. Diese wird quadriert und zu den übrigen Teilbeträgen addiert. Die Quadratwurzel aus den 4 Teilbeträgen ergibt dann den Wert der einfachen Messunsicherheit, welcher mit dem Faktor 2 multipliziert die erweiterte Messunsicherheit mit einem Konfidenzintervall von 95% ergibt.

Für Stoffmengenanteile im Nullpunkt bzw. nahe dem Nullpunkt erfolgt die Berechnung der Messunsicherheit (u_{Null}) wie folgt:

Für die jeweilige Komponente wird der Messunsicherheitsbeitrag der Nachweissgrenze (u_{NWG}) und der Streuung der aktuellen Messwerte (u_{repeat}) kombiniert:

$$u_{Null} = \sqrt{(u_{NWG}^2 + u_{repeat}^2 + u_{HOM}^2)} \quad \text{Formel 3}$$

Beispiele für Nachweissgrenzen von Messgeräten mit Eignungsprüfungen gemäß EN 14211, EN 14212 und EN 14626 sind:

Komponente	Nachweisgrenze
NO	0,4 nmol/mol
NO ₂	0,6 nmol/mol
CO	0,1 µmol/mol
SO ₂	0,3 nmol/mol

Für den Stoffmengenanteil x von der jeweiligen Komponente ergibt sich für die Messunsicherheit:

$$u_x = \sqrt{(u_{Kal}^2 + u_{repeat}^2 + u_{LoF}^2 + u_{Hom}^2)} \quad Formel\ 4$$

Für die Messunsicherheit von Stoffmengenanteilen von NO₂ wird, da es aus (NO_x – NO) gebildet wird, sowohl die Streuung des NO-Signals als auch die Streuung des NO_x Signals als zufälliger Beitrag herangezogen.

$$u_x = \sqrt{(u_{Kal}^2 + u_{repeatNO}^2 + u_{repeatNOx}^2 + u_{LoF}^2 + u_{Hom}^2)} \quad Formel\ 5$$

Für die Berechnung der erweiterten Messunsicherheit wird die kombinierte Messunsicherheit mit dem Faktor 2 multipliziert (95 % Vertrauensniveau).

$$U_x = 2u_x \quad Formel\ 6$$

Die Messunsicherheiten für Ozon können direkt mit der im Kalibrierschein angegebenen Funktion errechnet werden.

Die vom Umweltbundesamt ermittelten Referenzwerte werden mit den Ergebnissen der Teilnehmer:innen nach ISO 13528 überprüft und den berechneten robusten Mittelwerten und ihren Standardabweichungen gegenübergestellt.

ANHANG F: ZUSAMMENSTELLUNG Z'-SCORES UND EN-NUMMERN

NO	C		D		F		G		H		I	
	z'-score	En-Nummer										
NG1	0.167	0.14	-0.343	-0.31	-0.009	-0.01	-0.298	-0.17	-0.884	-1.04	-0.226	-0.26
C1	0.217	0.15	0.142	0.12	0.096	0.07	-0.165	-0.13	0.243	0.21	0.364	0.26
C2	0.241	0.16	0.083	0.07	0.040	0.03	-0.084	-0.07	0.210	0.18	0.651	0.45
C3	0.133	0.09	-0.058	-0.05	-0.074	-0.05	-0.093	-0.07	0.087	0.08	0.737	0.48
C4	-0.064	-0.04	-0.270	-0.23	-0.098	-0.07	-0.061	-0.05	0.114	0.10	0.859	0.62
NG2	0.445	0.39	-0.230	-0.21	0.196	0.14	0.042	0.03	-0.714	-0.85	-0.044	-0.05
C5	-0.139	-0.09	-0.317	-0.27	-0.222	-0.15	-0.085	-0.07	0.025	0.02	0.813	0.58
C6	-0.245	-0.17	-0.322	-0.29	-0.399	-0.28	-0.112	-0.09	-0.196	-0.17	0.563	0.32
C7	-0.199	-0.14	-0.244	-0.22	-0.292	-0.22	-0.115	-0.09	-0.126	-0.11	0.543	0.32
C8	-0.226	-0.17	-0.260	-0.25	-0.325	-0.26	-0.086	-0.07	-0.259	-0.24	0.342	0.14
C9	0.113	0.09	0.065	0.06	-0.147	-0.12	-0.094	-0.07	-0.087	-0.09	0.255	0.09
C10	0.171	0.19	0.168	0.23	-0.127	-0.15	-0.050	-0.03	-0.438	-0.67	-0.107	-0.02
C11	0.147	0.13	0.067	0.07	-0.031	-0.04	-0.075	-0.05	-0.126	-0.14	0.211	0.06
C12	0.096	0.11	-0.039	-0.05	-0.055	-0.04	-0.088	-0.05	-0.386	-0.59	0.013	0.00
C13	0.175	0.19	0.041	0.06	-0.005	-0.01	-0.042	-0.02	-0.383	-0.58	0.020	0.00
C14	0.183	0.21	0.051	0.06	0.013	0.02	-0.046	-0.04	-0.455	-0.67	-0.069	-0.12
C15	0.366	0.35	0.274	0.27	0.249	0.29	-0.007	-0.01	-0.468	-0.63	-0.030	-0.04
C16	-0.058	-0.04	-0.105	-0.09	-0.188	-0.13	-0.063	-0.05	0.059	0.05	0.557	0.40
C17	0.035	0.02	0.010	0.01	-0.243	-0.17	-0.180	-0.15	-0.51	-0.04	0.258	0.17
NG3	0.429	0.37	-0.098	-0.09	0.197	0.17	0.084	0.05	-0.597	-0.71	0.052	0.06

NO	J		K		M	
	z'-score	E _n -Nummer	z'-score	E _n -Nummer	z'-score	E _n -Nummer
NG1	0.063	0.04	0.148	0.12	-0.650	-0.48
c1	0.181	0.13	0.063	0.05	0.146	0.09
c2	0.278	0.20	0.104	0.09	0.155	0.09
c3	0.294	0.21	0.090	0.08	-0.132	-0.08
C4	0.326	0.23	0.060	0.05	-0.078	-0.05
NG2	0.495	0.35	0.350	0.29	-0.375	-0.28
C5	0.317	0.22	0.026	0.02	-0.165	-0.10
C6	0.259	0.19	-0.102	-0.09	-0.455	-0.29
C7	0.301	0.22	0.001	0.00	-0.369	-0.24
C8	0.288	0.23	-0.060	-0.06	-0.456	-0.31
C9	0.352	0.29	0.081	0.08	-0.215	-0.15
C10	0.308	0.38	0.025	0.03	-0.388	-0.40
C11	0.350	0.33	0.134	0.14	-0.174	-0.14
C12	0.319	0.40	0.049	0.07	-0.331	-0.35
C13	0.293	0.37	0.100	0.14	-0.343	-0.37
C14	0.304	0.33	0.086	0.11	-0.337	-0.38
C15	0.300	0.26	0.116	0.11	-0.294	-0.26
C16	0.355	0.25	0.031	0.03	-0.175	-0.11
C17	0.267	0.19	0.011	0.01	-0.164	-0.10
NG3	0.266	0.19	0.129	0.11	-0.185	-0.14

NO ₂	C		D		F		G		H		I	
	z'-score	E _n -Nummer										
NG1	0.378	0.28	0.290	0.22	0.419	0.32	0.195	0.13	0.384	0.39	0.400	0.40
c1	0.363	0.30	-0.611	-0.51	0.262	0.24	0.506	0.41	0.464	0.36	-0.377	-0.19
c2	0.232	0.19	-0.398	-0.35	0.215	0.18	-0.173	-0.12	0.132	0.12	-0.155	-0.05
c3	0.187	0.16	-0.276	-0.26	0.128	0.11	-0.332	-0.27	0.205	0.20	0.175	0.08
C4	0.378	0.30	-0.863	-0.74	0.110	0.05	-0.098	-0.08	-0.385	-0.32	-1.406	-1.36
NG2	0.431	0.32	0.151	0.12	0.308	0.24	-0.037	-0.03	0.220	0.23	0.264	0.26
C5	0.311	0.25	-0.882	-0.75	0.042	0.04	-0.272	-0.20	-0.275	-0.26	-1.459	-1.40
C6	-0.043	-0.04	-0.360	-0.35	-0.095	-0.09	-0.486	-0.45	0.069	0.07	0.262	0.15
C7	0.202	0.16	-0.539	-0.43	0.212	0.20	-0.231	-0.18	-0.382	-0.32	-0.969	-0.94
C8	-0.036	-0.03	-0.249	-0.26	-0.217	-0.15	-0.449	-0.40	0.111	0.13	0.119	0.05
C9	0.220	0.18	-0.210	-0.18	0.004	0.00	-0.156	-0.13	-0.043	-0.05	-0.384	-0.42
C10	0.209	0.21	0.079	0.09	0.039	0.04	-0.342	-0.29	0.110	0.14	0.013	0.00
C11	0.141	0.12	-0.054	-0.05	0.125	0.13	-0.144	-0.12	0.017	0.02	-0.151	-0.17
C12	0.087	0.10	-0.047	-0.06	-0.047	-0.07	-0.257	-0.18	0.086	0.12	0.031	0.01
C13	0.115	0.10	-0.008	-0.01	0.045	0.04	-0.081	-0.07	0.172	0.20	0.037	0.04
C14	0.094	0.09	0.000	0.00	-0.106	-0.11	-0.227	-0.22	0.043	0.05	-0.019	-0.02
C15	0.103	0.09	0.087	0.07	-0.038	-0.04	-0.146	-0.12	0.098	0.11	0.105	0.12
C16	0.229	0.18	-1.048	-0.90	-0.420	-0.42	-0.228	-0.18	-0.271	-0.27	-	-
C17	0.176	0.15	-0.205	-0.19	-0.052	-0.04	-0.389	-0.31	0.070	0.07	-0.547	-0.24
NG3	0.359	0.26	0.116	0.09	0.242	0.19	-0.041	-0.03	0.192	0.20	0.242	0.24

NO₂	J		K		M	
	z'-score	E _n -Nummer	z'-score	E _n -Nummer	z'-score	E _n -Nummer
NG1	0.258	0.18	0.276	0.20	0.268	0.18
c1	0.053	0.04	-0.020	-0.02	0.261	0.20
c2	0.017	0.01	-0.087	-0.08	0.256	0.20
c3	0.165	0.15	-0.012	-0.01	0.334	0.25
C4	-0.220	-0.17	-0.262	-0.22	-0.053	-0.04
NG2	0.120	0.08	0.200	0.14	0.109	0.07
C5	-0.080	-0.06	-0.168	-0.14	-0.216	-0.17
C6	0.224	0.20	-0.066	-0.07	0.212	0.15
C7	-0.112	-0.08	-0.147	-0.12	0.055	0.04
C8	0.255	0.25	-0.007	-0.01	0.278	0.22
C9	0.075	0.06	-0.005	0.00	0.136	0.10
C10	0.293	0.31	0.100	0.12	0.363	0.30
C11	0.053	0.04	0.071	0.06	0.121	0.09
C12	0.152	0.19	0.070	0.09	0.271	0.28
C13	0.110	0.08	0.115	0.10	0.125	0.10
C14	0.091	0.11	0.035	0.03	0.096	0.08
C15	0.123	0.10	0.158	0.13	0.077	0.06
C16	-0.315	-0.24	-0.364	-0.31	-0.258	-0.20
C17	0.217	0.19	-0.032	-0.03	0.361	0.26
NG3	0.054	0.04	0.232	0.17	0.071	0.05

O ₃	C		D		E		F		G		H	
	z'-score	E _n -Nummer										
NG1	-0.15	-0.10	-0.13	-0.08	0.54	0.29	0.03	0.02	-0.17	-0.10	0.03	0.02
c1	0.06	0.05	-0.25	-0.20	0.13	0.10	-0.09	-0.08	0.32	0.25	1.15	0.79
c2	0.12	0.09	-0.14	-0.12	0.26	0.21	0.03	0.02	0.50	0.43	1.23	0.92
c3	0.05	0.04	-0.14	-0.12	0.34	0.28	-0.01	-0.01	0.49	0.39	1.31	1.03
C4	0.06	0.04	-0.20	-0.16	0.37	0.29	0.08	0.05	-0.06	-0.05	1.11	0.97
C5	0.09	0.05	-0.28	-0.20	0.30	0.20	0.12	0.07	-0.34	-0.23	0.91	0.82
C6	0.18	0.09	-0.28	-0.18	0.25	0.15	0.27	0.14	-0.42	-0.26	0.72	0.62
NG2	0.32	0.21	-0.09	-0.05	0.47	0.25	0.07	0.05	0.03	0.02	0.07	0.05

O ₃	I		J		K	
	z'-score	E _n -Nummer	z'-score	E _n -Nummer	z'-score	E _n -Nummer
NG1	0.00	0.00	0.58	0.34	0.43	0.24
c1	-0.30	-0.24	0.05	0.04	-0.02	-0.02
c2	-0.20	-0.17	0.21	0.18	0.06	0.05
c3	-0.20	-0.16	0.36	0.31	0.08	0.07
C4	-0.19	-0.14	0.43	0.35	0.19	0.15
C5	-0.16	-0.11	0.54	0.39	0.29	0.20
C6	-0.14	-0.08	0.60	0.39	0.35	0.23
NG2	0.02	0.01	0.94	0.55	0.41	0.23

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

