

Ringversuch zur
Immissionsmessung 2010



Auswertung des Ringversuchs für NO/NO₂, O₃ und SO₂

RINGVERSUCH ZUR IMMISSIONSMESSUNG 2010

Auswertung des Ringversuchs für NO/NO₂, O₃
und SO₂

Marina Fröhlich
Andreas Wolf
Lorenz Moosmann
Nicole Emerstorfer

REPORT
REP-0349

Wien 2011

Projektleitung

Marina Fröhlich

Durchführung des Ringversuchs

Marina Fröhlich

Michael Reisenhofer

Andreas Wolf

AutorInnen

Marina Fröhlich

Andreas Wolf

Lorenz Moosmann

Nicole Emerstorfer

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagfoto

© Umweltbundesamt

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

Impressum

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

Eigenvervielfältigung, gedruckt auf CO₂-neutralem 100 % Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2011

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-152-9

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
SUMMARY	6
1 EINLEITUNG.....	7
2 ABLAUF DES RINGVERSUCHS	8
3 KONZENTRATIONSVERLAUF	12
4 AUSWERTUNG DER DATEN	14
4.1 Z-SCORE AUSWERTUNG	14
4.2 E _N -NUMMER AUSWERTUNG.....	17
4.3 BIAS UND MESSUNSICHERHEIT	19
4.4 WEITERE AUSWERTUNGEN ZU NO/NO ₂ /NO _x	24
5 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE.....	31
6 WIEDERHOLBARKEIT UND VERGLEICHBARKEIT.....	34
7 AUSBLICK.....	38
8 LITERATURVERZEICHNIS.....	39
ANHANG A: VALIDIERUNG DER REFERENZWERTE	40
ANHANG B: BERICHTETE WERTE	42
ANHANG C FRAGEBÖGEN ZUM RINGVERSUCH.....	61

ZUSAMMENFASSUNG

Im November/Dezember 2010 organisierte das Umweltbundesamt in seiner Funktion als nationales EU-Referenzlabor einen Ringversuch für Betreiber von Immissionsmessnetzen. Ringversuche dienen dem Nachweis der Kompetenz in der Immissionsmessung. Erstmals konnte der Ringversuch an der Ringanlage des Umweltbundesamt durchgeführt werden. Angeboten wurden die Komponenten Ozon (O₃), Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO und NO₂) und Kohlenstoffmonoxid (CO). Letztere Komponente konnte jedoch wegen Stromausfall und Computerprobleme in der Steuerung der Gasmischanlage nicht bewertet werden.

Die Ergebnisse aller 10 teilnehmenden Organisationen wurden den gleichen statistischen Auswerteverfahren unterzogen wie dies für die Ringversuche der europäischen Referenzlaboratorien vorgesehen ist: gemäß dem "Protocol for intercomparison exercises", AQUILA Dokument N37.

Der Referenzwert jeder Messung wurde vom Umweltbundesamt ermittelt und gegen den „robusten Mittelwert“ der Ergebnisse der TeilnehmerInnen (gemäß ISO 13528) getestet.

Bewertet wurden die Einhaltung eines allgemeinen (z-score) und eines individuellen (E_n-Nummer) Schwellenwertes, die Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit sowie die Messunsicherheit der Ergebnisse.

Für die Komponenten SO₂ und O₃ wurden die vorgegebenen Leistungskriterien von allen Teilnehmern bei allen Konzentrationen eingehalten.

Bei NO und NO₂ werden die Leistungskriterien nicht durchgehend erfüllt. Die Ursachen der Abweichungen und Verschiebungen im NO/NO₂-Verhältnis konnten nicht durch Fehler in der Kalibrierung oder Bestimmung der Konvertereffizienz erklärt werden. Daher ist es notwendig, die Ursachenanalyse der gefundenen Abweichungen in fortzusetzen. Ziel ist es, durch die Entwicklung geeigneter qualitätssichernder Maßnahmen die Abweichungen zu erklären und zukünftig zu verhindern. Da diese Abweichungen einzelner Messgeräte nur im Kollektiv bei Messung bekannter Konzentrationen unter kontrollierten Bedingungen quantifizierbar sind, erfolgt die Überprüfung am effizientesten durch regelmäßige Ringversuche.

Im Rahmen der Immissionsmessung werden europaweit die häufigsten Grenzwertüberschreitungen, nach PM₁₀, bei NO₂ gemessen, daher muss der Qualitätssicherung und dem Nachweis der Qualität der Immissionsmessung hohe Priorität zugewiesen werden.

Ringversuch zur Immissionsmessung

Auswerteverfahren

Bewertungskriterien

Ergebnisse des Ringversuchs

Verbesserungsbedarf bei NO und NO₂

SUMMARY

- interlaboratory comparison*** End of November/beginning of December 2010 the Umweltbundesamt, as national EU reference laboratory, organised an interlaboratory comparison for air quality network operators. For the first time the test was undertaken at the intercomparison facility of the Umweltbundesamt in Vienna for the pollutants nitrogen oxides (NO and NO₂), ozone (O₃); sulphur dioxide (SO₂) and carbon monoxide (CO). Due to electrical and computer failures CO could not be evaluated.
- 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 concentration run was set by the Umweltbundesamt, its robustness evaluated against the participants results (according to ISO 13528).
- criteria for evaluation*** The compliance with a common criterion (z-score) and an individual criterion (E_n- number), repeatability and reproducibility as well as the measurement uncertainty were evaluated.
- results of evaluation*** For SO₂ and O₃ all participants at all concentrations complied with the required performance criteria.
- need of improvement*** For NO and NO₂ the performance criteria are not completely fulfilled. The reasons for the observed deviations and shifts in the ratio of NO and NO₂ could not be detected by calibration and determination of converter efficiency. Therefore it is necessary to diagnose and prevent these deviations by developing appropriate quality assurance and control measures. These deviations of single instruments may only be assessed within a group, therefore the most efficient checks are regular interlaboratory comparison with known concentration in a controlled environment.
- In ambient air monitoring throughout Europe the highest number of limit values exceedances are reported for NO₂, only second to PM₁₀. Thus high priority has to be set on quality assurance and proficiency of NO₂ monitoring.

1 EINLEITUNG

Gemäß der Messkonzept-Verordnung zum Immissionsschutzgesetz-Luft ist das Umweltbundesamt verpflichtet, den Betreibern von Luftmessnetzen in den Bundesländern in regelmäßigen Abständen Ringversuche zum Vergleich ihrer Messsysteme anzubieten.

Ziel eines Ringversuchs ist es, den Nachweis der Kompetenz (proficiency testing – Konformitätsbewertung nach ISO/IEC 17043) zu erbringen und den Erfahrungsaustausch unter den Teilnehmenden zu fördern. Dabei werden für die Auswertung die gleichen Kriterien verwendet wie in den Ringversuchen der europäischen Referenzlaboratorien. Dies ist dadurch gerechtfertigt, dass auch in diesen die Einhaltung der gesetzlichen Datenqualitätsziele überprüft wird. Wenn durch die nationalen Gesetze weitere Zwischenschritte der Luftgütemessungen eingeführt sind – in Österreich also zehn Messnetze Immissionsdaten erheben – so sind die Anforderungen an die Daten, die Messnetze und die Qualitätssicherung ident zu den Anforderungen eines einzigen nationalen Messnetzes.

Vom 29. November bis 3. Dezember 2010 wurden die Messsysteme der zehn TeilnehmerInnen an der Ringanlage des Umweltbundesamt in Strebersdorf getestet. Es wurden Messungen für die Luftschadstoffe Ozon (O₃) Schwefeldioxid (SO₂) und Stickstoffoxide (NO und NO₂) durchgeführt. Durch einen teilweisen Ausfall der Gasmischanlage und der Stromversorgung einiger Messplätze während des Tests für Kohlenstoffmonoxid (CO) konnte diese Komponente nicht bewertet werden. Dieser Teil des Ringversuchs wird im Herbst 2011 nachgeholt.

Messsysteme und Luftschadstoffe

Durch die Teilnahme des Umweltbundesamt können die Ergebnisse mit den Ringversuchen des ERLAP, des europäischen Referenzlabors für Luftschadstoffe im Joint Research Centre in Ispra, verknüpft werden. Das Umweltbundesamt hat im Juni 2010 im ERLAP an einem Ringversuch für nationale Referenzlabore mit identem Programm erfolgreich teilgenommen.

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über den Ablauf des Ringversuchs, die teilnehmenden Organisationen und die eingesetzten Messgeräte. Die Auswertung und Bewertung der Ergebnisse werden in Kapitel 4 und 5 dargestellt und diskutiert.

Aufbau des Berichtes

Die Ergebnisse der Validierung der Referenzwerte des Ringversuchs sind im Anhang A aufgeführt, in den Anhängen B und C werden die berichteten Werte und von den TeilnehmerInnen ausgefüllten Fragebögen wiedergegeben.

2 ABLAUF DES RINGVERSUCHS

Der Ringversuch fand 2010 erstmals an der Ringanlage des Umweltbundesamt in der Bundesanstalt für Verkehr, Trauzgasse 1, 1210 Wien statt.

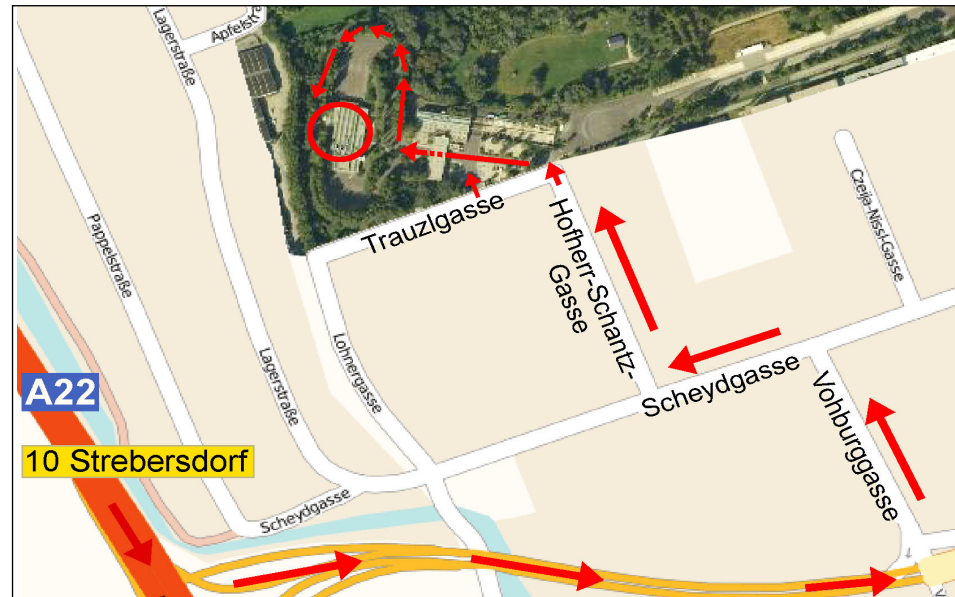


Abbildung 1: Lageplan der Bundesanstalt für Verkehr und Zufahrt zur Ringversuchsanlage. © Umweltbundesamt

TeilnehmerInnen Am Ringversuch nahmen MesstechnikerInnen der Luftmessnetze der Bundesländer Kärnten, Tirol, Salzburg, Steiermark, Wien, Burgenland und Niederösterreich, der Niederösterreichischen Umweltschutzanstalt, der LfU Bozen sowie für das Umweltbundesamt Messnetz teil (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Platznummern und Acronyme der am Ringversuch mitwirkenden Organisationen und Referenzpunkte des Umweltbundesamt.

Organisationen	Platz Nummer	Acronym in den Auswertungen
Umweltbundesamt Referenzwert	1	A
LfU Bozen	2	B
Umweltbundesamt Messnetz	3	C
Landesregierung Kärnten	4	D
Landesregierung Tirol	5	E
Landesregierung Salzburg	6	F
Landesregierung Steiermark	7	G
Niederösterreichische Umweltschutzanstalt (NUA)	8	H
Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien	9	I
Landesregierung Burgenland	10	J
Landesregierung Niederösterreich	11	K
Umweltbundesamt Homogenität	12	–

**Ablauf und Aufbau
des Ringversuchs**

Allen Mitwirkenden wurde ein nummerierter Arbeitsplatz an der Ringversuchsanlage zugewiesen (siehe Tabelle 1) und durch das Verteilen von Fragebögen wurden Angaben zu verwendeten Messgeräten und Kalibrierstandards eingeholt. Vor dem Beginn jeder Komponente des Ringversuchs hatten die TeilnehmerInnen Gelegenheit, die Messgeräte mit ihren Standards zu kalibrieren. Alle verwendeten ihre eigene unabhängige Datenerfassung, wie sie auch im normalen Messbetrieb eingesetzt wird. Das LUA Bozen hat bei den Komponenten NO und NO₂ mit zwei Messgeräten teilgenommen, diese werden in den Tabellen und Grafiken mit B1 und B2 bezeichnet.

An den Arbeitsplätzen 1 und 12 wurden die Referenzmessgeräte des Umweltbundesamt aufgebaut, Platz 1 zur Ermittlung des Referenzwertes, Platz 12 zur Überprüfung der Homogenität der über die Ringversuchsanlage angebotenen Gasmischungen. Die Ergebnisse der Messungen waren in Form von Halbstundenmittelwerten, einschließlich ihrer Messunsicherheiten, abzugeben.

Tabelle 2: *Teilnehmende Organisationen und verwendete Gerätetypen.*

Organisationen	Gerätetyp			
	SO ₂	NO _x	CO	O ₃
Umweltbundesamt Messnetz	Thermo 43i	API 200EU	–	Thermo 49i
LfU Bozen	Thermo 43i TLE	APNA 370 (B1) APNA 360 (B2)	APMA 370	Thermo 49i
Landesregierung Kärnten	Thermo 43i	Thermo 42i	Thermo 48i	Thermo 49i
Landesregierung Tirol	APSA 360	APNA 370	API 300E	API 400E
Landesregierung Salzburg	APSA 360	API 200E	APMA 360	API 400E
Landesregierung Steiermark	APSA 370E	Thermo 42i	APMA 370E	APOA 370E
Niederösterreichische Umweltschutzanstalt	–	APNA 360	–	–
Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien	APSA 360	APNA 370	APMA 370	APOA 360
Landesregierung Burgenland	APSA 360	APNA 360	APMA 360	Thermo 49C
Landesregierung Nieder- österreich	APSA 360	APNA 370	-	APOA 370
Umweltbundesamt Referenz	Thermo 43CTL	APNA 360CLE	APMA 360	APOA 360



Abbildung 2: Gruppenbild der TeilnehmerInnen am Ringversuch. © Umweltbundesamt

Während des Ringversuchs waren die Messgasleitungen der Messgeräte an die Ringleitung angeschlossen, welche jeweils eine bzw. drei Stunden (je nach Konzentration) mit unterschiedlichen Konzentrationen von O_3 , SO_2 , NO und NO_2 bzw. CO beschickt wurde. Den detaillierten zeitlichen Ablauf des Ringversuchs gibt Tabelle 3 wieder.



Abbildung 3: Arbeitsplätze an der Ringanlage, Frontseite. © Umweltbundesamt

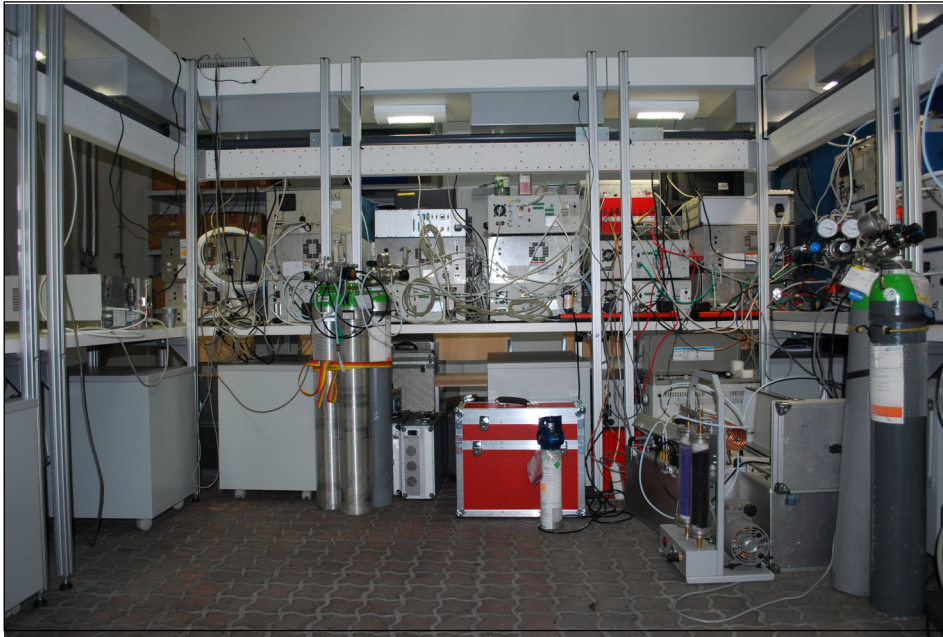


Abbildung 4: Die Anordnung der Arbeitsplätze gewährleistet freie Zugangsmöglichkeit zu allen Anschlüssen an den Geräterückseiten. © Umweltbundesamt

3 KONZENTRATIONSVORLAUF

Der genaue zeitliche Verlauf sowie die Konzentrationsdurchgänge sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf und verwendeten Konzentrationslevels der Luftschadstoffe.

Beginn	Bezeichnung/ zeitlicher Ablauf	Dauer (h)	Nullgas	NO (ppb)	NO ₂ (ppb)	O ₃ (ppb)	CO (ppm)	SO ₂ (ppb)
29.11.2010 10:00	Aufbau, Einlaufen Kalibrierung		ungefähre Konzentrationslevels					
30.11.2010 10:00	NO/NO ₂ 0	01:00	0					
30.11.2010 11:00	NO/NO ₂ 1	02:00		405				
30.11.2010 13:00	NO/NO ₂ 2	02:00		186	227			
30.11.2010 15:00	NO/NO ₂ 3	02:00		208				
30.11.2010 17:00	NO/NO ₂ 4	02:00		99	104			
30.11.2010 19:00	NO/NO ₂ 5	02:00		99				
30.11.2010 21:00	NO/NO ₂ 6	02:00		50	49			
30.11.2010 23:00	NO/NO ₂ 7	02:00		50				
01.12.2010 01:00	NO/NO ₂ 8	02:00		25	25			
01.12.2010 03:00	NO/NO ₂ 9	02:00		25				
01.12.2010 05:00	NO/NO ₂ 10	02:00		9	16			
01.12.2010 07:00	Ende/Kalibrierung	04:00	X					
01.12.2010 11:00	O ₃ 0	01:00	0					
01.12.2010 12:00	O ₃ 1	02:00				219		
01.12.2010 14:00	O ₃ 2	02:00				162		
01.12.2010 16:00	O ₃ 3	02:00				105		
01.12.2010 18:00	O ₃ 4	02:00				49		
01.12.2010 20:00	O ₃ 5	02:00				26		
01.12.2010 22:00	Ende/Kalibrierung	11:00	X					
02.12.2010 09:00	SO ₂ 0	01:00	0					
02.12.2010 10:00	SO ₂ 1	02:00						150
02.12.2010 12:00	SO ₂ 2	02:00						102
02.12.2010 14:00	SO ₂ 3	02:00						69
02.12.2010 14:00	SO ₂ 4	02:00						45
02.12.2010 16:00	SO ₂ 5	02:00						24
02.12.2010 18:00	Ende/Kalibrierung	01:00	X					
02.12.2010 19:00	CO 0	02:00	0					
02.12.2010 21:00	CO 1	02:00					9	
02.12.2010 23:00	CO 2	02:00					6	
03.12.2010 01:00	CO 3	02:00					6	
03.12.2010 03:00	CO 4	02:00					6	
03.12.2010 05:00	CO 5	01:00					6	
03.12.2010 06:00	Ende/Kalibrierung		X					
03.12.2010 09:00	Abbau		X					

Durch die Computerprobleme der Gasmischanlage nach CO 2 wurden die Konzentrationsdurchgänge CO 3 bis CO 5 nicht wie geplant durchgeführt, die Konzentration blieb konstant (in der Tabelle gelb markiert).

Die Gasmischungen für den Ringversuch wurden durch Verdünnung von konzentrierten Gasen von NO, SO₂ und CO mit Nullluft über thermische Massendurchflussregler (MFC) hergestellt. Mit dieser Methode kann die erforderliche Bandbreite der Konzentrationen der Komponenten angeboten und die Stabilität der Gasmischungen über die erforderliche Zeit gewährleistet werden. Ozonhaltige Gasmischungen wurden mittels Ozongenerator hergestellt, NO₂ durch Gasphasentitration von NO mit O₃.

Herstellung der Gasmischungen

Durch ein Computerproblem in der Steuerung der Gasmischanlage wurden für die Komponente CO nur zwei der fünf vorgesehenen Konzentrationen generiert. Da dieser Fehler in der Nacht von Donnerstag auf Freitag auftrat, konnte er nicht noch während der Messungen behoben werden.

Gleichzeitig kam es zu einem Stromausfall auf einigen Messplätzen, sodass einige TeilnehmerInnen und auch das Referenzmessgerät des Umweltbundesamt keine Daten liefern konnten. Aus diesen Gründen wurde CO nicht ausgewertet und der Ringversuch für Kohlenstoffmonoxid wird im Herbst 2011 nachgeholt.

4 AUSWERTUNG DER DATEN

Das "Protocol for intercomparison exercises", AQUILA Dokument N37 über die Organisation und Auswertung von Ringversuchen für nationale Referenzlaboratorien, 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 (z') wird überprüft, ob die Differenz zwischen einer gemessenen Konzentration und dem Referenzwert (Bias) einen allgemeinen Schwellenwert nicht überschreitet. Der Schwellenwert wird aus den Qualitätsanforderungen an die Messmethoden, wie sie in den europäischen Normen ÖNORM EN 14211, ÖNORM EN 14212, ÖNORM EN 14625 und ÖNORM EN 14626 beschrieben sind, 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_p) für jede Komponente durch lineare Interpolation berechnet. Die Interpolation erfolgt durch die maximal zulässige Abweichung von 2,5 % am Kalibrierpunkt (75 % des Zertifizierungsbereiches) und einer Abweichung in Höhe der Nachweisgrenze am Nullpunkt.

Tabelle 4: Berechnung der zulässigen Standardabweichung für die Konformitätsbewertung.

Gas	σ _p =a·c+b	
	a	b
		nmol/mol
SO ₂	0,022	1
CO	0,024	100
O ₃	0,020	1
NO	0,024	1
NO ₂	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 einem Konzentrationsdurchgang einer Komponente
- X Referenzwert des jeweiligen Konzentrationsdurchgangs 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

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

In den folgenden Abbildungen wird das ermittelte z-score für jede Komponente, jeden Teilnehmer/jede Teilnehmerin und jeden Konzentrationsdurchgang dargestellt. Es ist erkennbar, dass das z-score bei allen Konzentrationen für alle TeilnehmerInnen innerhalb des Bereiches von -2 bis $+2$ lag und damit als „zufriedenstellend“ bewertet wurde. Besonders gut ausgefallen sind die Ergebnisse aller TeilnehmerInnen für Ozon.

**zufriedenstellendes
 z-score**

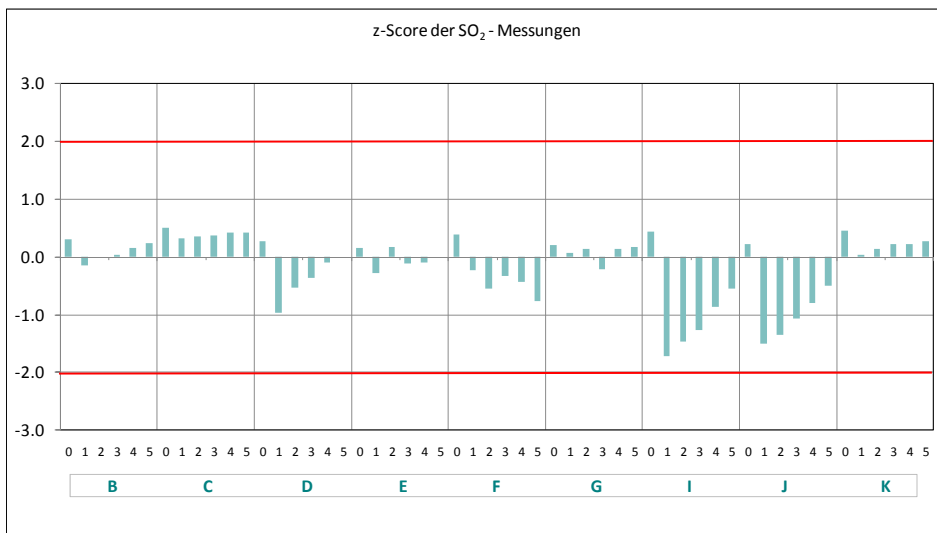


Abbildung 5: Ergebnis des z-score der SO₂-Messungen.

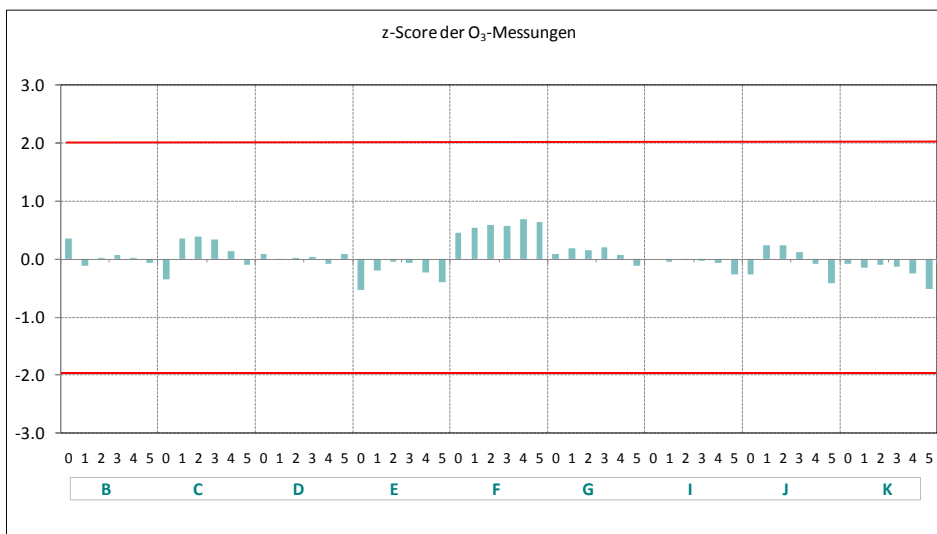


Abbildung 6: Ergebnis des z-score der O₃-Messungen.

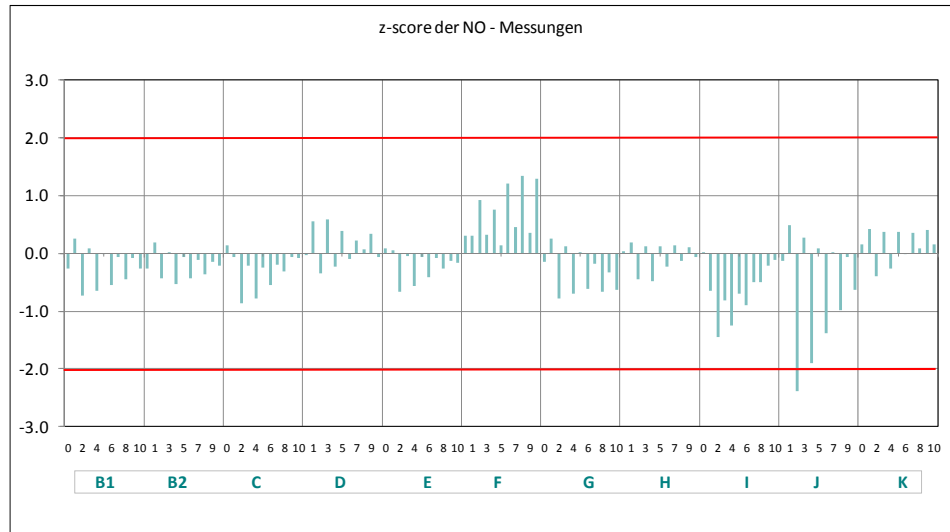


Abbildung 7: Ergebnis des z-score der NO-Messungen.

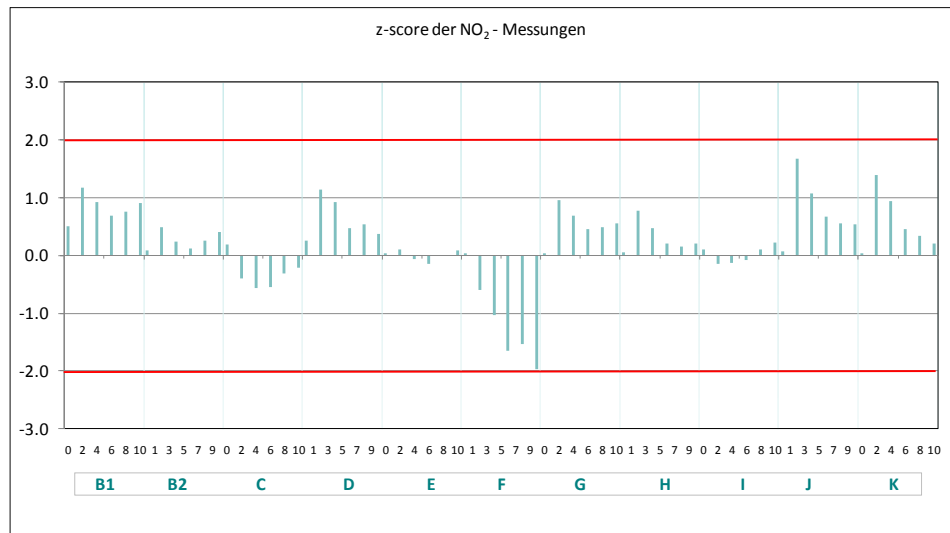


Abbildung 8 Ergebnis des z-score der NO₂-Messungen.

Für NO und NO₂ ergibt die Auswertung deutlich höherer Werte für das z-score als für O₃ und SO₂ (siehe Abbildung 7 und Abbildung 8). Ein Ergebnis für NO wurde mit „fraglich“ bewertet. Es handelt sich dabei um die Messung von 186 ppb NO bei gleichzeitiger Anwesenheit von 227 ppb NO₂. Bei allen anderen Messdaten war der z-score sowohl für NO als auch für NO₂ jeweils „zufriedenstellend“.

4.2 E_n-Nummer Auswertung

Die zweite statistische Kenngröße ist die E_n-Nummer. Diese prüft, ob die Differenz zwischen der gemessenen Konzentration und dem Referenzwert (Bias) einen für jeden Teilnehmer/jede Teilnehmerin individuellen Schwellenwert nicht überschreitet. Dabei werden die erweiterten Messunsicherheiten der gemessenen Konzentration 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.

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

- x_i Mittelwert der Ergebnisse eines Teilnehmenden i bei einem Konzentrationsdurchgang einer Komponente
- X Referenzwert des jeweiligen Konzentrationsdurchgangs einer Komponente
- x_i - X Differenz zwischen Mittelwert der Ergebnisse eines Teilnehmenden und dem Referenzwert (Bias)
- U_X Erweiterte Messunsicherheit des Referenzwertes
- U_i Erweiterte Messunsicherheit des Mittelwertes x_i

Ermittlung des Schwellenwertes

Berechnung der E_n-Nummer

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

$$|E_n| \leq 1$$

erweiterte Messunsicherheiten

In den folgenden Abbildungen wird die ermittelte E_n-Nummer für jede Komponente, jeden Teilnehmer/jede Teilnehmerin und jeden Konzentrationsdurchgang dargestellt.

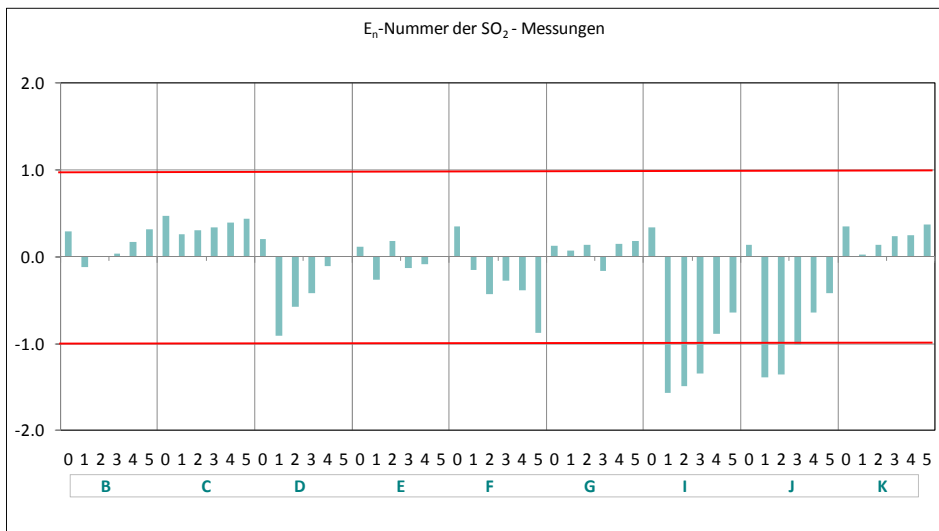


Abbildung 9: Ergebnis der E_n-Nummer für SO₂-Messungen.

Bei SO₂ lag bei zwei Teilnehmenden die E_n-Nummer insgesamt 5-mal außerhalb des festgelegten E_n-Bereichs. Alle anderen Ergebnisse haben dem E_n-Kriterium entsprochen.

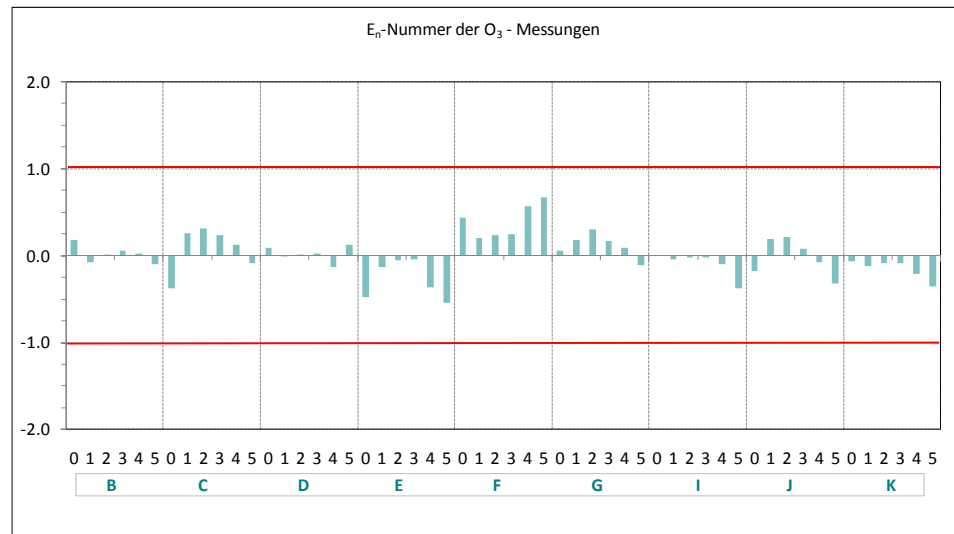


Abbildung 10: Ergebnis der E_n-Nummer für O₃-Messungen.

Bei Ozon wird das E_n-Kriterium bei allen Ergebnissen eingehalten.

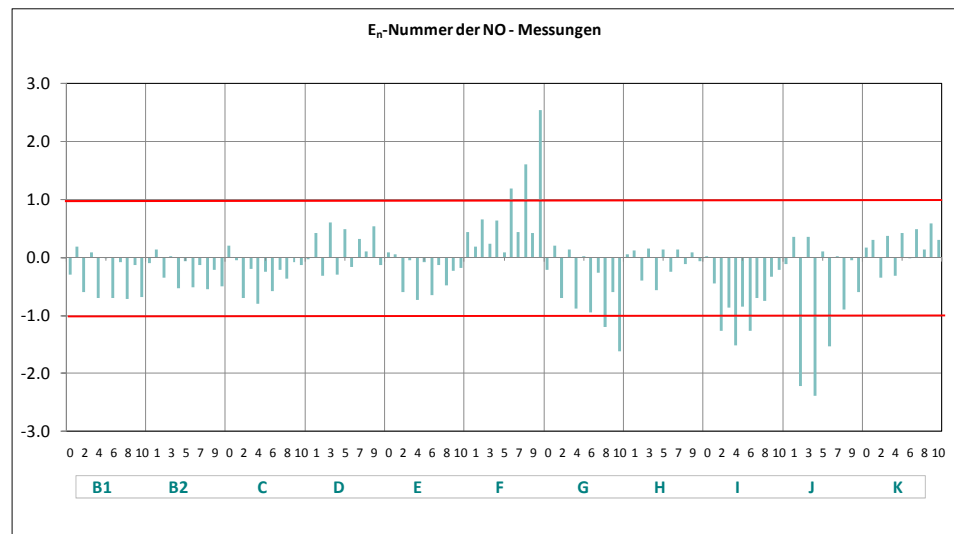


Abbildung 11: Ergebnis der E_n-Nummer für NO-Messungen.

Bei NO wurden insgesamt 11 Konzentrationen von vier Teilnehmenden mit nicht zufriedenstellenden Resultaten gemessen. Bei zwei Teilnehmern/Teilnehmerinnen kam es zu Überschreitungen der E_n-Nummer bei geringen Konzentrationen von NO, bei den beiden anderen bei hohen Konzentrationen. In allen Fällen, in denen das E_n-Kriterium überschritten wurde, waren in der Gas Mischung sowohl NO als NO₂ vorhanden.

Bei NO₂ wurden von zwei Teilnehmenden insgesamt 5 Überschreitungen des E_n-Kriteriums verzeichnet.

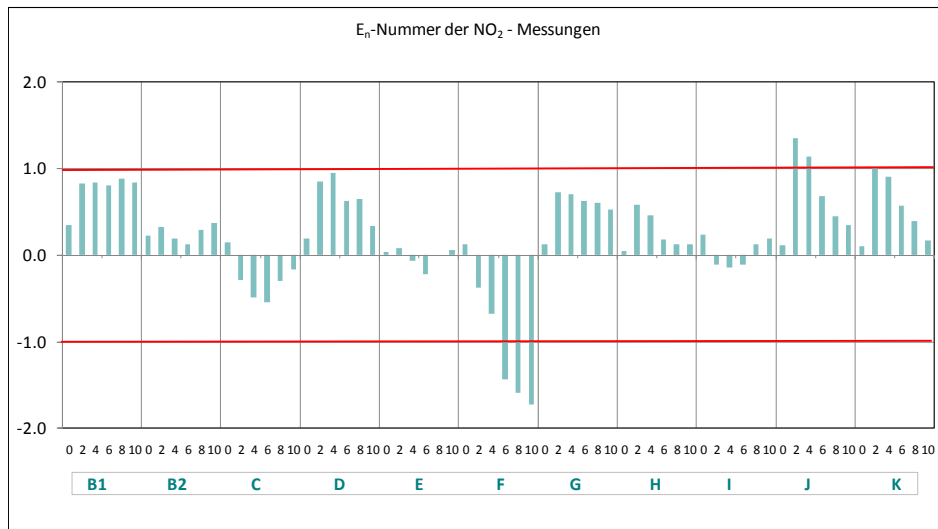


Abbildung 12: Ergebnis der E_n -Nummer für NO_2 -Messungen.

4.3 Bias und Messunsicherheit

Werden die Abweichung vom Referenzwert (Bias) mit der erweiterten kombinierten Messunsicherheit von TeilnehmerIn und Referenzwert (siehe Formel 2) als Fehlerindikatoren aufgetragen, so muss jeder Fehlerindikator die x-Achse einschließen oder zumindest berühren. Weicht das Messergebnis nicht vom Referenzwert ab, so kommt es auf der x-Achse zu liegen.

Da die Messunsicherheit des Referenzwertes für alle TeilnehmerInnen gleich ist, reflektiert die unterschiedliche Größe der Fehlerindikatoren die geschätzte Messunsicherheit der Ergebnisse.

Die Auswirkung von Über- und Unterschätzungen 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 „wahre Wert“ wird verfehlt.

Bei SO_2 (siehe Abbildung 13) erreichten zwei TeilnehmerInnen bei den höheren Konzentrationen keine Übereinstimmung mit dem Referenzwert, beide unterschätzten diese Konzentrationen.

Für Ozon (siehe Abbildung 14) liegen sehr gute Ergebnisse vor, auch die für die Ergebnisse angegebenen Messunsicherheiten unterscheiden sich nur geringfügig, einer der Teilnehmer hat die Messunsicherheit leicht überschätzt.

Die Abbildung 15 und Abbildung 16 zeigen, dass die Bestimmung von NO und NO_2 zu den schwierigeren Aufgaben der Immissionsmessung gehört. Alle Ergebnisse für Gasmischungen, die nur NO enthalten, sind zufriedenstellend. Sobald NO und NO_2 vorhanden sind, treten deutliche Abweichungen auf.

**Fehlerindikatoren
zur Darstellung der
Messunsicherheit**

**Ergebnisse der
Auswertungen**

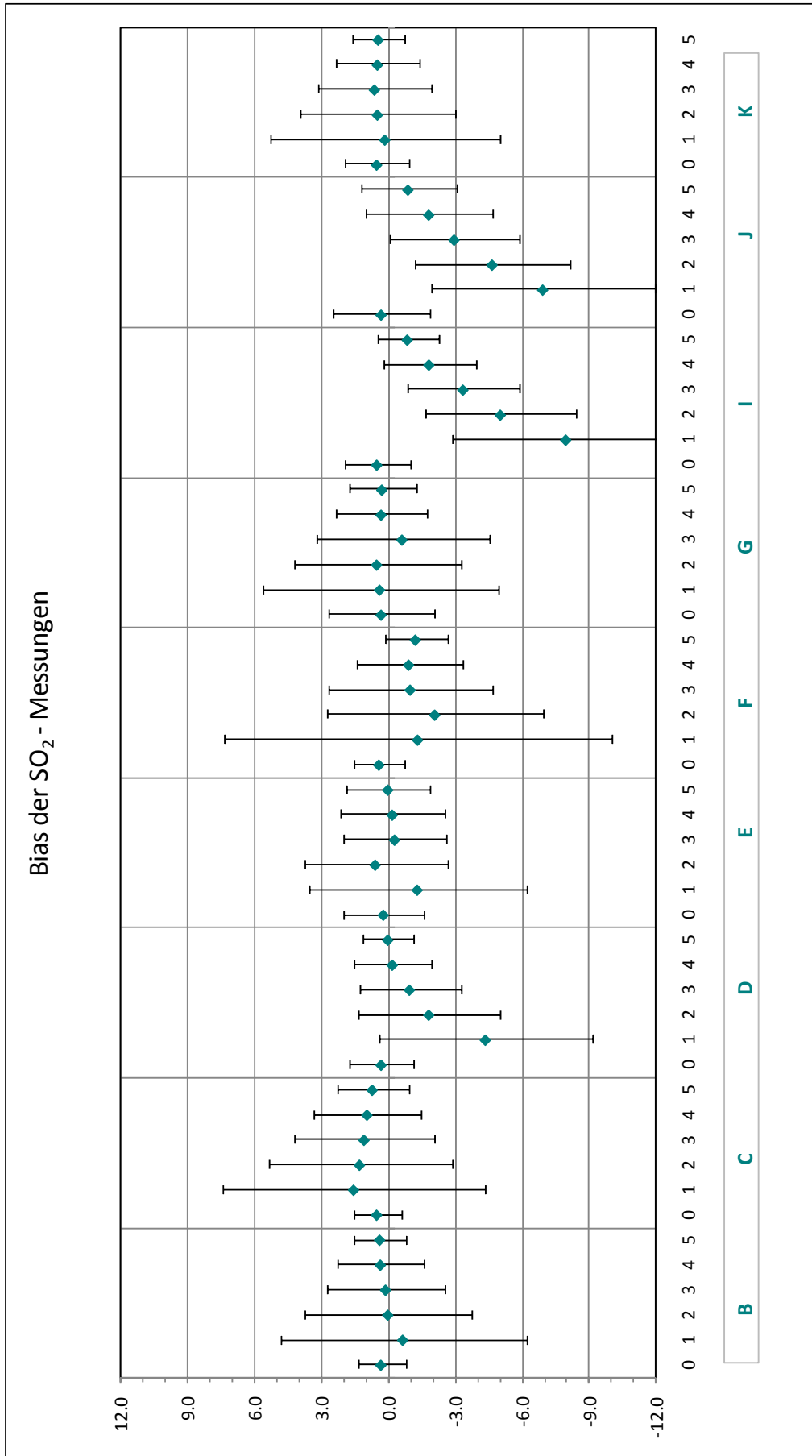


Abbildung 13: Bias der SO₂-Messungen – Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in ppb).

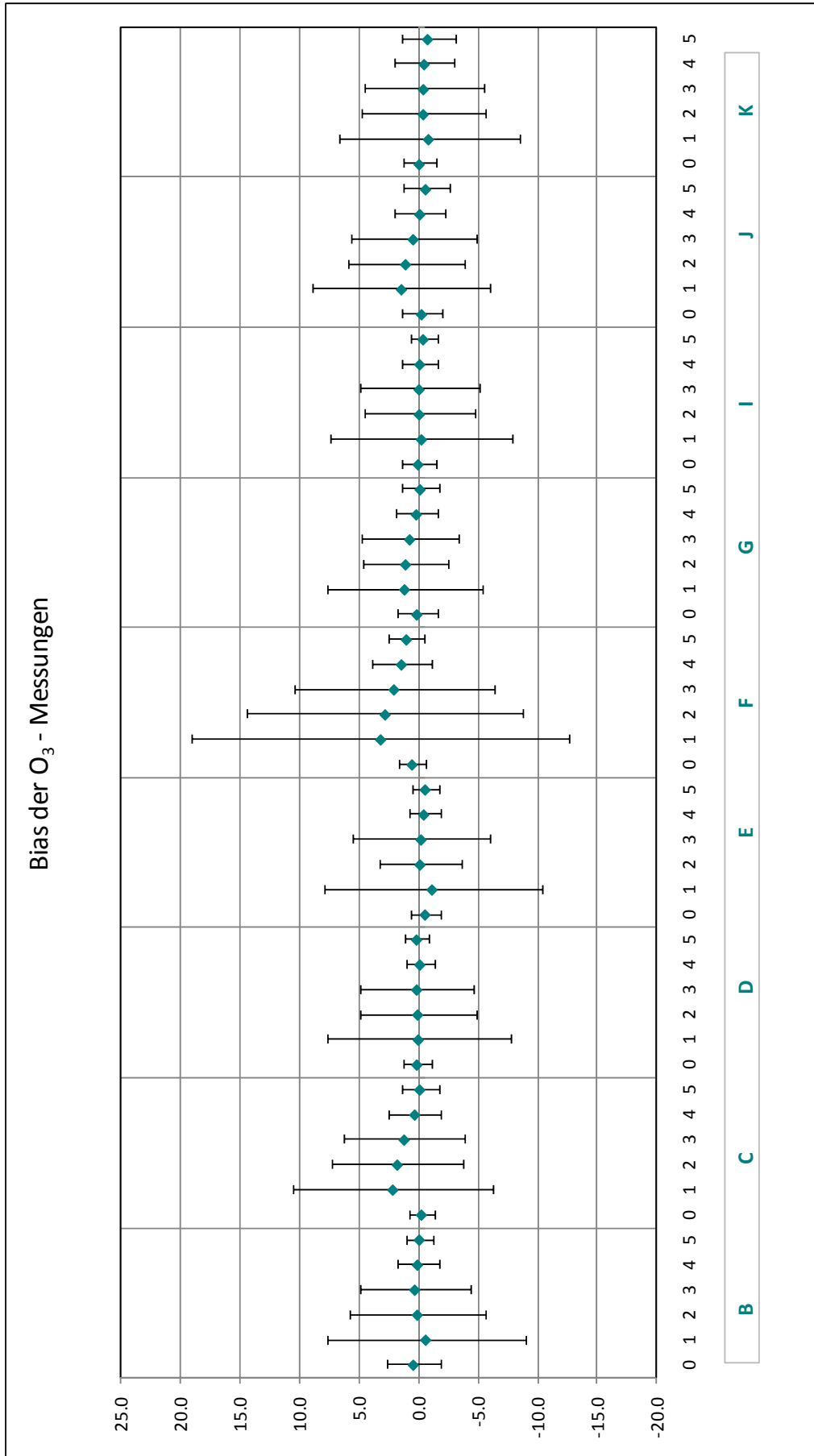


Abbildung 14: Bias der O₃-Messungen – Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in ppb).

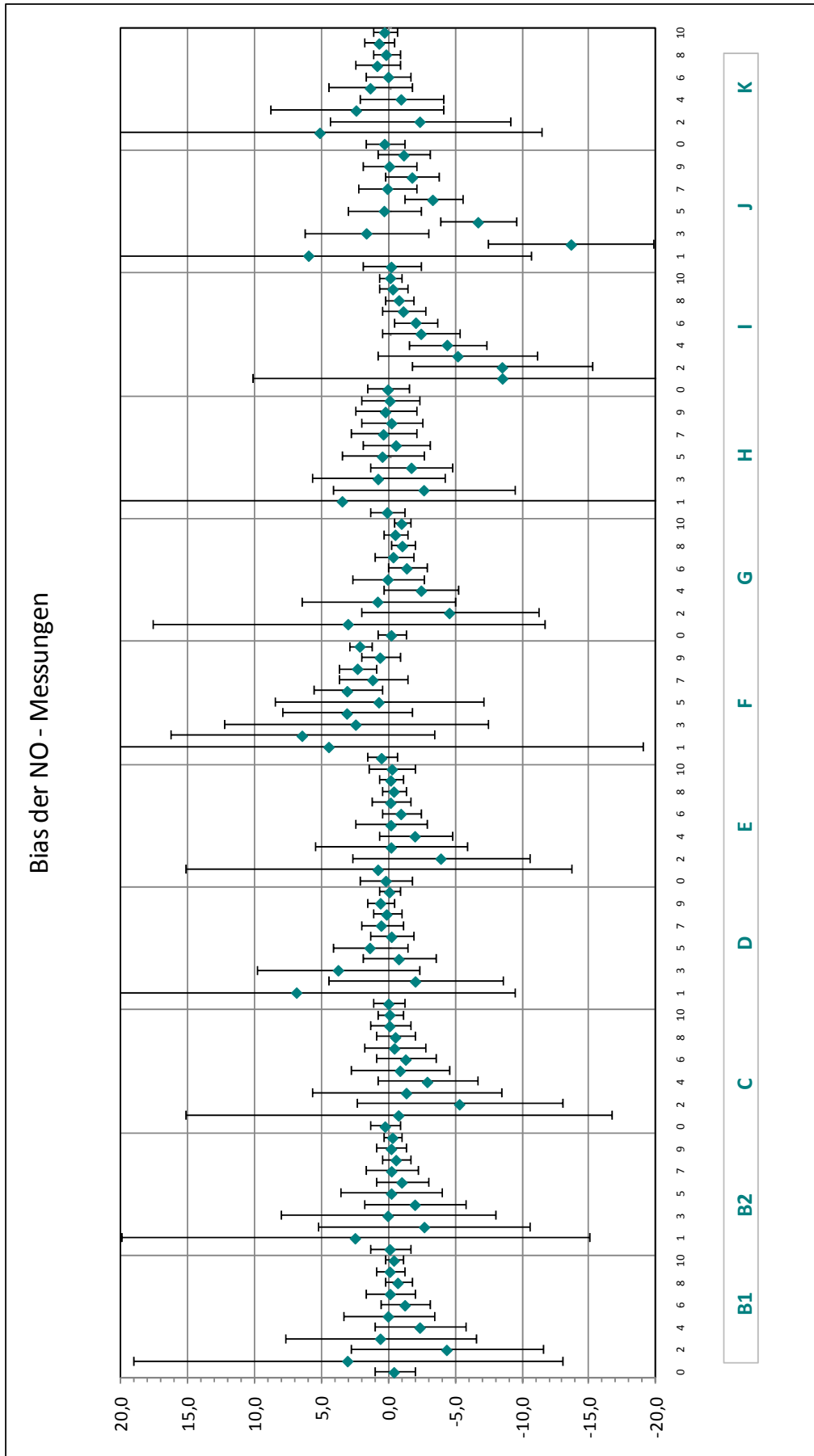


Abbildung 15: Bias der NO-Messungen – Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in ppb).

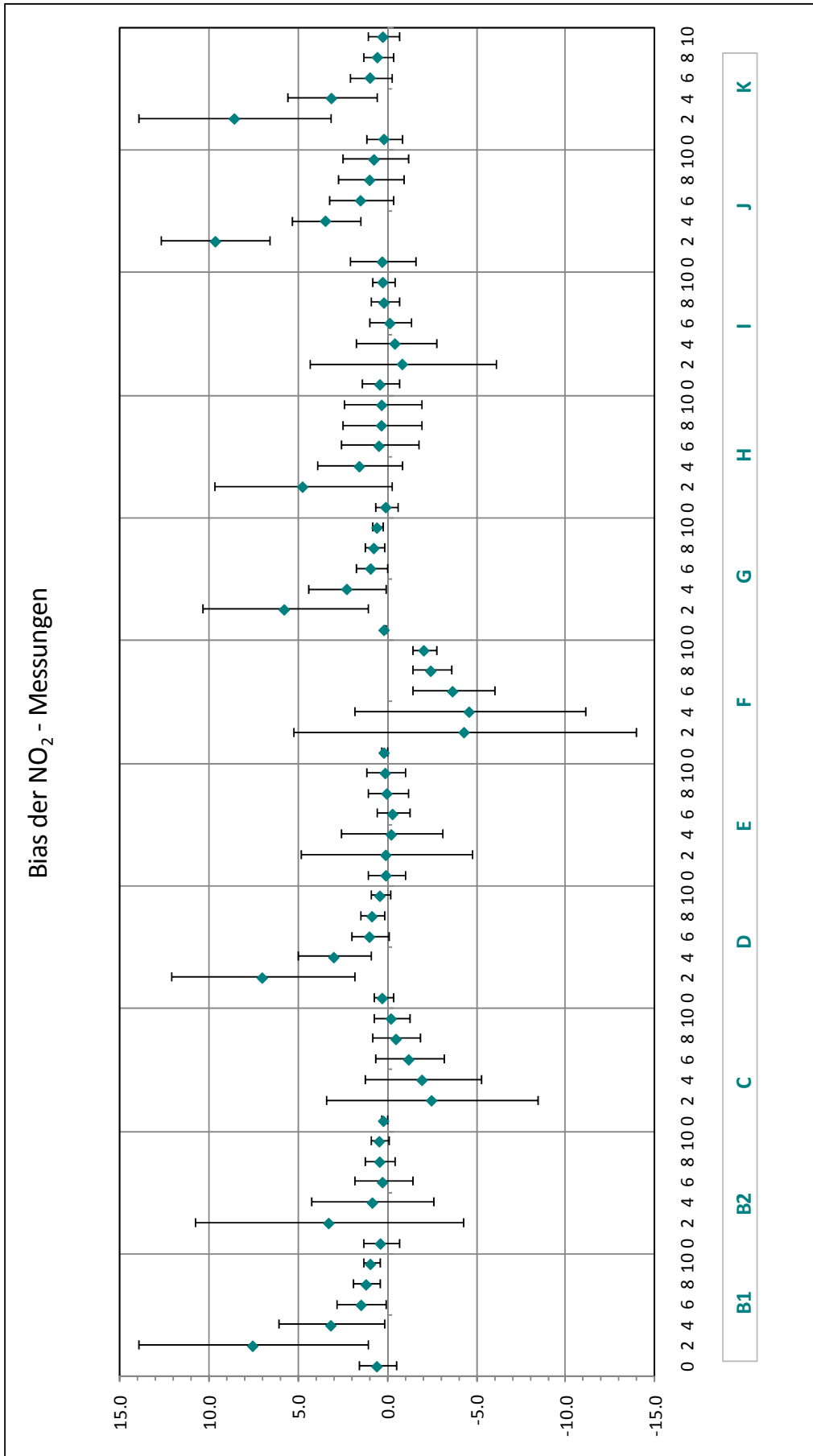


Abbildung 16: Bias der NO₂-Messungen – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in ppb).

4.4 Weitere Auswertungen zu NO/NO₂/NO_x

Für NO und NO₂ wurden daher weitere Auswertungen durchgeführt, um die Ursachen der Abweichungen zu finden. Die NO₂-Konzentration kann mit der Referenzmessmethode, der Chemiluminiszenz, nicht direkt gemessen werden. Sie ergibt sich aus der Subtraktion der Messergebnisse für NO von den Messergebnissen von NO_x, wobei für die NO_x-Messung ein Konverter benötigt wird.

Die Gasmischungen mit den Nummern 1, 3, 5, 7 und 9 enthielten NO, NO₂ nur in Spuren bzw. Restmengen, in den Gasmischungen 2, 4, 6, 8 und 10 waren sowohl NO als auch NO₂ vorhanden. Die Ergebnisse für NO₂ in den Gasmischungen 1, 3, 5, 7 und 9 wurden nicht für die Bewertung (siehe Kapitel 5) herangezogen.

Für die Suche nach der Ursache der Abweichungen wurde aus den ursprünglich gemessenen Werten von NO und NO₂ die Summe NO_x gebildet und die zugehörige Messunsicherheit aus den Angaben für NO und NO₂ ermittelt. Für jede Teilnehmerin/jeden Teilnehmer und alle Konzentrationen sind der Bias für NO, NO₂ und NO_x sowie die zugehörigen kombinierten Messunsicherheiten in den folgenden Abbildungen dargestellt.

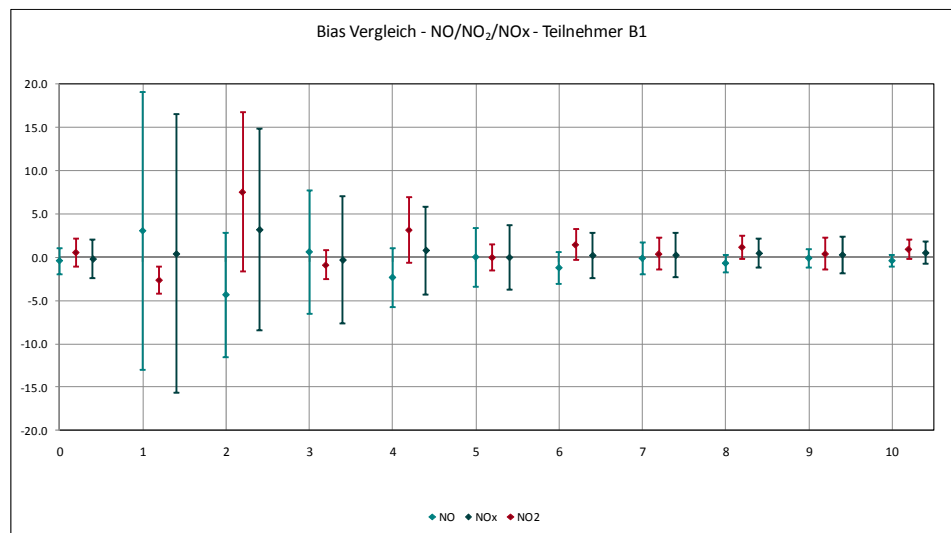


Abbildung 17: BiasVergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmer B1 (in ppb).

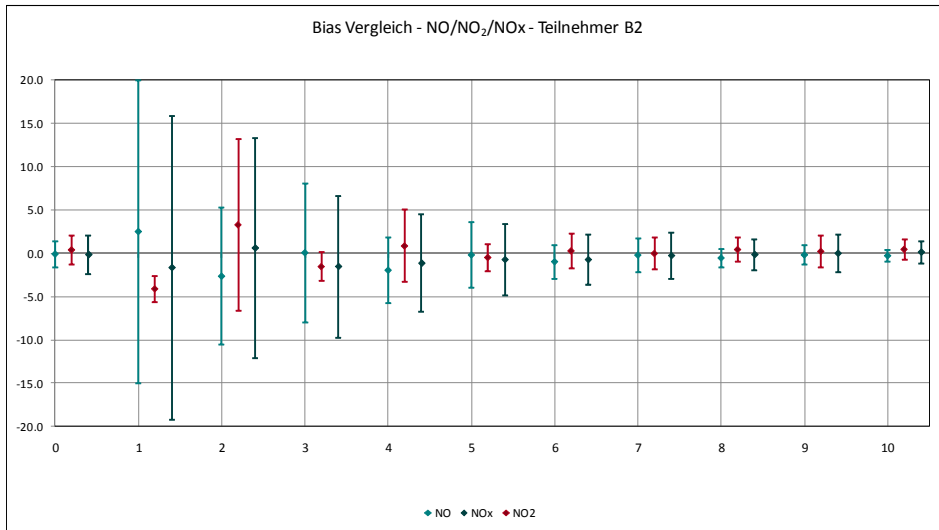


Abbildung 18: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmer B2 (in ppb).

Die Ergebnisse zeigen für beide Messgeräte nur sehr geringe Abweichungen vom Referenzwert, besonders für NO (wenn kein NO₂ anwesend ist) und NO_x. Sobald auch NO₂ in der Gasmischung vorhanden ist, kommt es zu einem leichten NO-Minderbefund.

Messgeräte B1/B2:

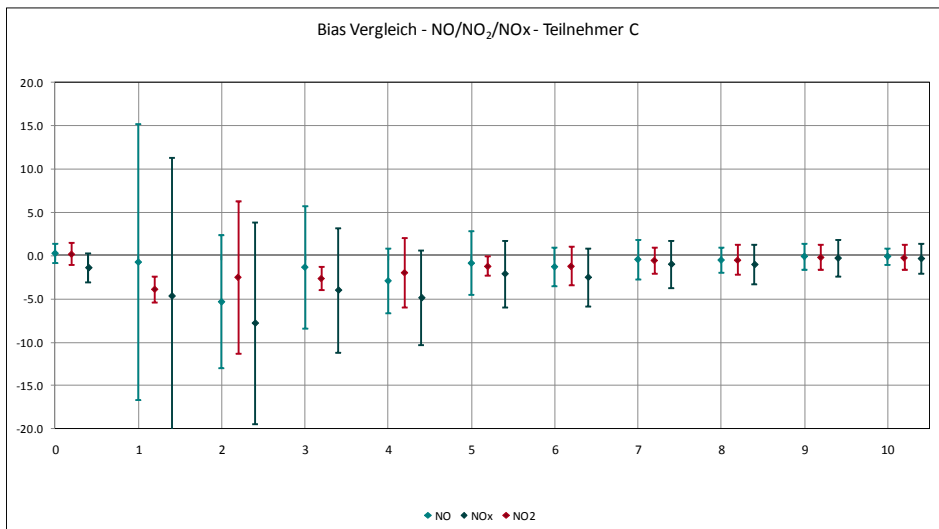


Abbildung 19: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmer C (in ppb).

Messgerät C:

Bei Teilnehmer C sind die Ergebnisse für NO als auch NO_x etwas zu niedrig, auch für NO₂ ergeben sich etwas zu geringe Werte, die erweiterte Messunsicherheit schließt die x-Achse jedoch ein.

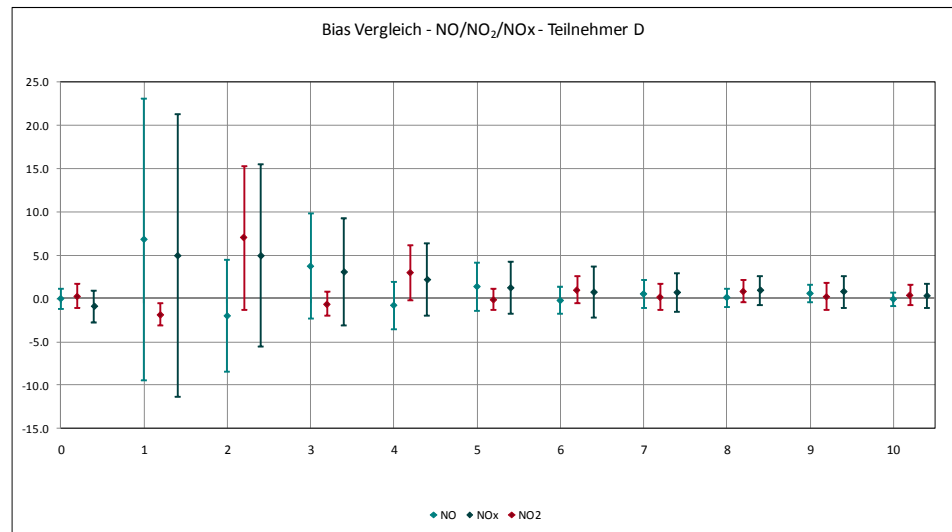


Abbildung 20: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin D (in ppb).

Messgerät D Sowohl NO_x als auch die NO-Konzentration werden in etwa der gleichen Größe überschätzt. Bei Anwesenheit von NO₂ sinkt jedoch die ermittelte NO-Konzentration und die Konzentration von NO₂ wird folglich überschätzt.

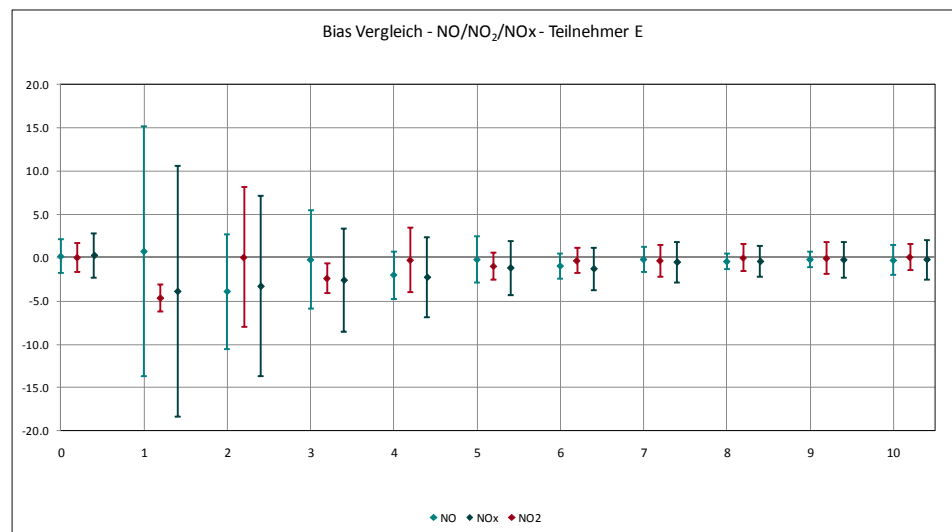


Abbildung 21: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin E (in ppb).

Messgerät E Es erfolgte eine geringfügige Unterschätzung von NO und NO_x – die daraus ermittelte NO₂-Konzentration zeigt jedoch praktisch keine Abweichung vom Referenzwert.

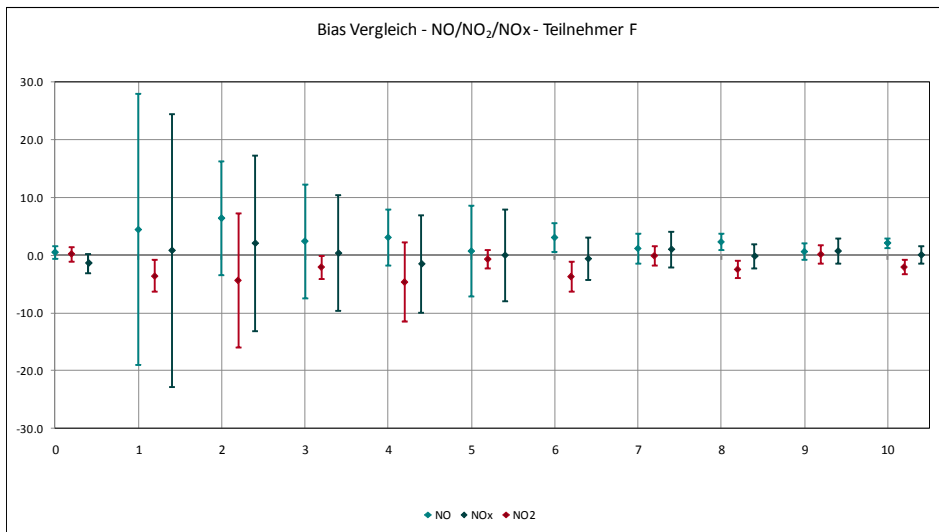


Abbildung 22: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin F (in ppb).

Etwas zu hohe Ergebnisse für NO führen zu einem Minderbefund von NO₂ in den Gasmischungen. Da die für NO₂ abgeschätzte Messunsicherheit sehr klein ist, überlappt sie für die Mischungen 6, 8 und 10 nicht mit der x-Achse, obwohl die absolute Abweichung gering ist.

Messgerät F

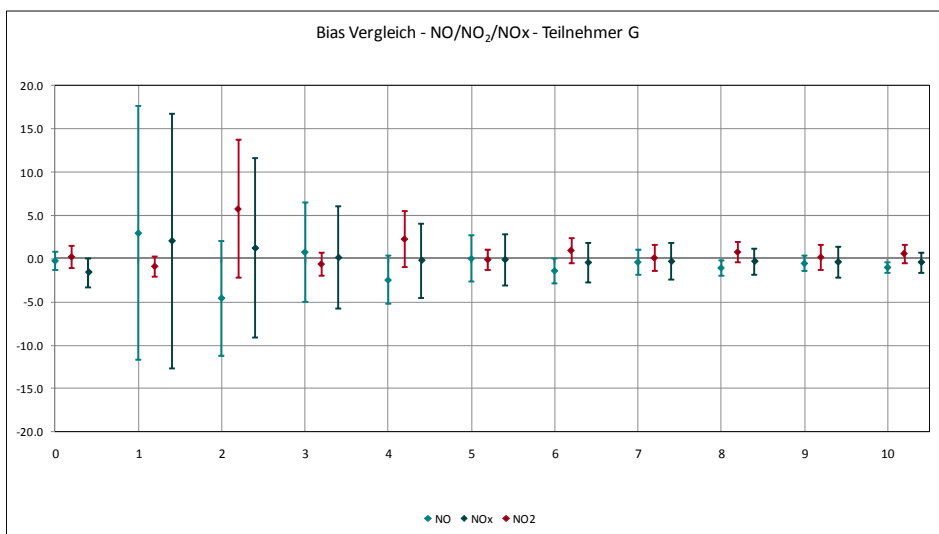


Abbildung 23: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin G (in ppb).

Sowohl die NO_x- als auch die NO-Konzentration werden in etwa der gleichen Größe überschätzt. Bei Anwesenheit von NO₂ sinkt jedoch die ermittelte NO-Konzentration und die Konzentration von NO₂ wird geringfügig überschätzt.

Messgerät G

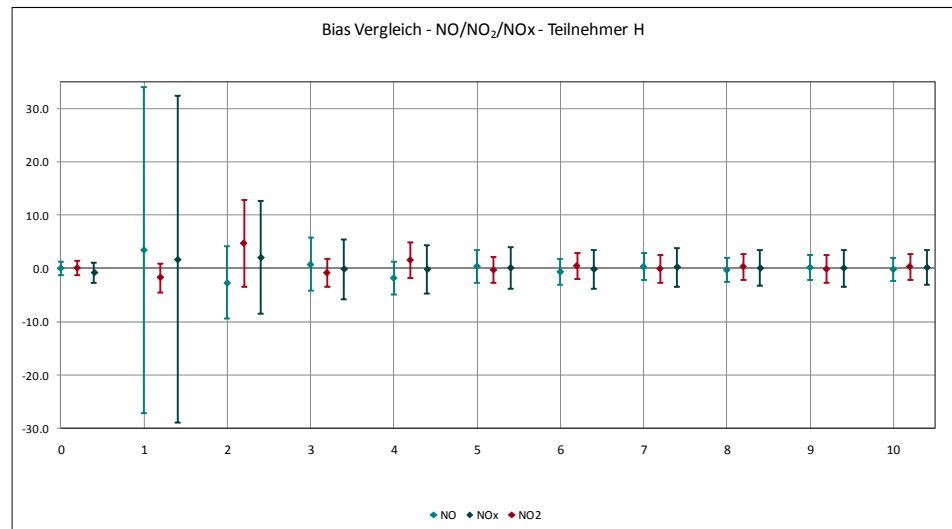


Abbildung 24: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin H (in ppb).

Messgerät H Die Ergebnisse zeigen nur geringfügige Abweichungen für alle drei Komponenten. Die Messunsicherheit für die höchste NO Konzentration ist zu groß angesetzt.

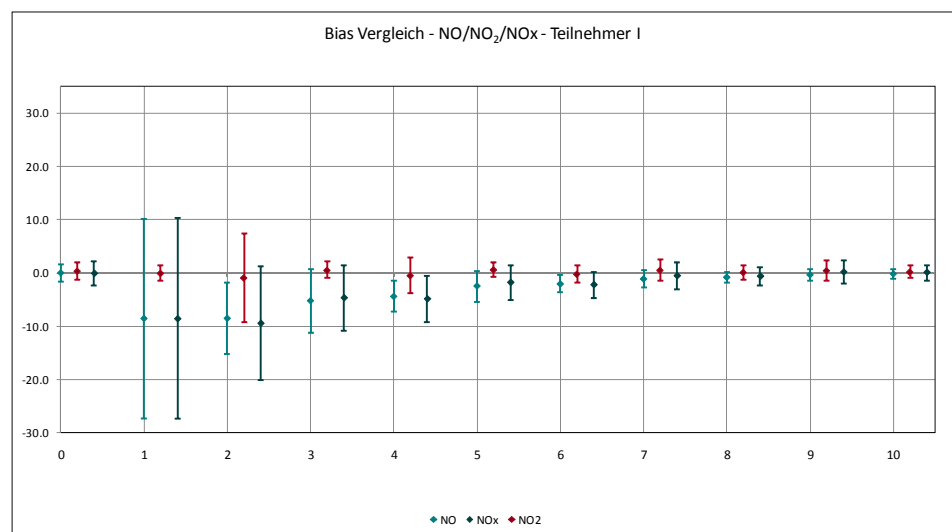


Abbildung 25: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin I (in ppb).

Messgerät I Es ergaben sich Minderbefunde für NO und NO_x in etwa gleicher Größe, die daraus berechnete NO₂-Konzentration weicht jedoch kaum vom Referenzwert ab. Beim Konzentrationsdurchgang 2 schließt die Messunsicherheit für NO den Referenzwert nicht ein.

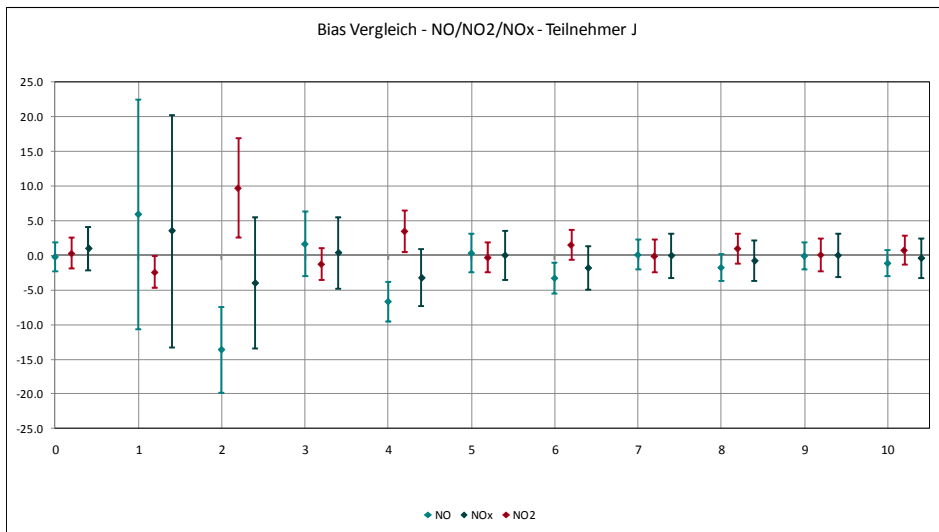


Abbildung 26: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin J (in ppb).

Teilnehmerin J zeigt sehr unterschiedliche Ergebnisse, je nachdem ob nur NO oder NO/NO₂ vorliegt. NO/NO_x ohne NO₂ liefern gute, etwas zu hohe Ergebnisse. Bei Anwesenheit von NO₂ fällt der NO_x-Wert ein wenig, der NO-Wert stark, ab. Daraus ergibt sich eine erhebliche Überschätzung von NO₂. Bei hohen Konzentrationen wird sowohl für NO als auch für NO₂ der Referenzwert verfehlt.

Messgerät J

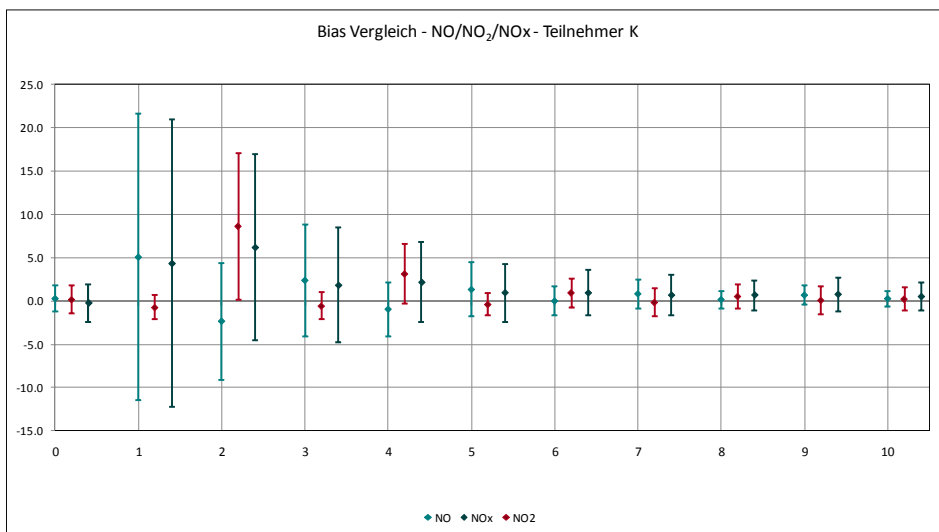


Abbildung 27: Bias Vergleich der NO/NO₂/NO_x-Messungen für Teilnehmerin K (in ppb).

Auch hier werden NO und NO_x überschätzt. Sobald NO₂ anwesend ist, fällt der NO-Wert ab, der NO_x-Wert bleibt zu hoch. Daraus ergibt sich eine Überschätzung von NO₂, die noch knapp durch die Messunsicherheit kompensiert wird.

Messgerät K

Ursachenanalyse Einige der möglichen Ursachen für die unterschiedlichen Abweichungen der Messwerte – je nachdem ob NO/NO₂-Mischungen vorhanden sind oder ausschließlich NO vorliegt, sind:

- Der Konverterwirkungsgrad ist nicht exakt eingestellt.
- Der NO₂-Anteil des Kalibriergases wird über- oder unterschätzt.
- Die Gaslaufzeiten des NO- und des NO_x-Kanals im Messgerät sind nicht exakt abgestimmt, es werden Mischungen der Gase der beiden Kanäle gemessen.
- Ein Schaltventil im Gasweg ist undicht.

Diese, zum Teil auch für Gerätetypen spezifischen, möglichen Ursachen werden derzeit näher untersucht.

5 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Für die Beurteilung der Qualität der Ergebnisse ist ein Beurteilungsschema vorgegeben (siehe Abbildung 28).

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-score 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 Teilnehmerinnen/Teilnehmern berichtete Messunsicherheit kleiner als die Vorgabe, so wird das bestmögliche Resultat im Ringversuch erzielt.

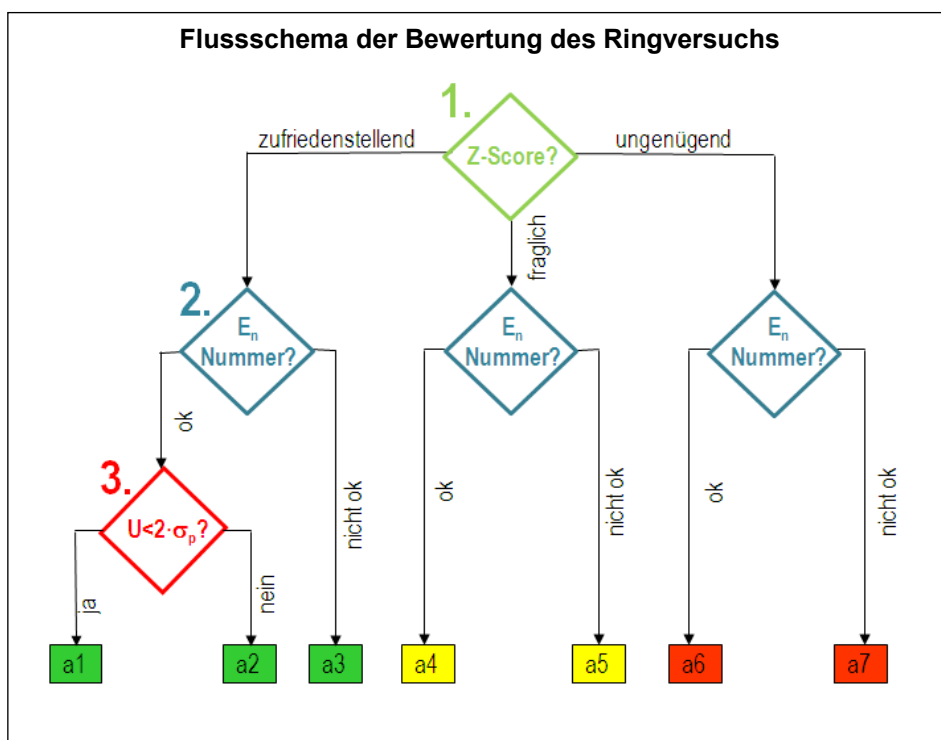


Abbildung 28: Flussschema der Bewertung des Ringversuchs.

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

Beurteilungsschema

Die Ergebnisse der TeilnehmerInnen des Ringversuchs 2010 sind für alle Komponenten und Konzentrationen in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Evaluierung der Ergebnisse des Ringversuchs 2010.

	Lauf		B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Nummer	Konz.											
SO ₂ (nmol/mol)	0	0	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a3	a3	a1
	1	150	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a3	a3	a1
	2	102	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a3	a3	a1
	3	69	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a3	a3	a1
	4	45	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a1	a1	a1
	5	24	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a1	a1	a1
O ₃ (nmol/mol)	0	0	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a1	a1	a1
	1	219	a1		a1	a1	a1	a2	a1		a1	a1	a1
	2	162	a1		a1	a1	a1	a2	a1		a1	a1	a1
	3	105	a1		a1	a1	a1	a2	a1		a1	a1	a1
	4	49	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a1	a1	a1
	5	26	a1		a1	a1	a1	a1	a1		a1	a1	a1
NO (nmol/mol)	0	0	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	1	405	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	2	186	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a5	a1
	3	208	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	4	99	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a3	a1
	5	99	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1	a1	a1
	6	50	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a1	a1	a3	a3	a1
	7	50	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	8	25	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a3	a1	a1	a1	a1
	9	25	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	10	9	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a3	a1	a1	a1	a1
NO ₂ (nmol/mol)	0	0	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	2	227	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a3
	4	104	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a1	a1	a3	a1
	6	49	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1
	8	25	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1
	10	16	a1	a1	a1	a1	a1	a3	a1	a2	a1	a1	a1

Im Ringversuch 2010 haben die Teilnehmer B, C, D und E für alle Komponenten und Konzentrationen ausschließlich die Bewertung a1 erhalten, wurden somit als vollkommen zufriedenstellend beurteilt.

Teilnehmer H erhält beim Konzentrationsdurchgang 10 für NO₂ ganz knapp a2, da die ermittelte Messunsicherheit geringfügig (um 0,2 ppb) das Kriterium überschreitet. Dies sollte keinesfalls als Hinweis auf ein Problem angesehen werden.

Teilnehmer K überschreitet das Kriterium für die E_n -Nummer bei der höchsten NO_2 -Konzentration minimal ($E_n = 1,02$), was zur Bewertung a3 führt.

Teilnehmer G wird bei den Konzentrationsdurchgängen 8 und 10 von NO mit a3 bewertet, ganz deutlich eine Folge der Unterschätzung der Messunsicherheit, da die absoluten Abweichungen äußerst gering sind.

Teilnehmer F gibt große Messunsicherheiten für die Messergebnisse bei Ozon an, dadurch kommt es dreimal zu a2-Bewertungen. Die a2- und a3-Bewertungen für NO und NO_2 , jeweils bei geringeren Konzentrationen, werden durch relativ große Abweichungen vom Referenzwert und zu gering eingeschätzter Messunsicherheit verursacht.

Teilnehmerin I unterschätzt die Messunsicherheit von NO bei höheren Konzentrationen, daher wurde dreimal mit a3 bewertet. Bei SO_2 werden die höheren Konzentrationen deutlich unterschätzt, daher ebenfalls mit a3 bewertet.

Teilnehmer J unterschätzt ebenfalls die höheren SO_2 -Konzentrationen, daher war mit a3 zu bewerten. Bei den NO- und NO/ NO_2 -Gasmischungen ist zwar die Abweichung des NO_x -Wertes im Rahmen, allerdings verschieben sich die NO- und NO_2 -Anteile je nach Zusammensetzung sehr stark. Dies führt zu einer a5- und zwei a3-Bewertungen bei den hohen Konzentrationsdurchgängen 2, 4 und 6 für NO, bei 2 und 4 wird auch NO_2 mit nur a3 bewertet.

6 WIEDERHOLBARKEIT UND VERGLEICHBARKEIT

Da die Referenzmessmethoden für die einzelnen Komponenten gesetzlich festgelegt und in den europäischen Normen detailliert beschrieben sind, können aus den Ergebnissen eines Ringversuchs die Wiederholpräzision (r) und Vergleichspräzision (R) nach der ISO 5725-2 berechnet werden.

Die Ergebnisse für Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit sind nicht den einzelnen Teilnehmerinnen und Teilnehmern individuell zuzuordnen, es handelt sich um Aussagen über die gesamte Gruppe an einem Ringversuch. Mittels Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit können Ringversuche miteinander verglichen werden und Trends in der Qualität der Messung abgeleitet werden.

Berechnungsformeln

Die Wiederholstandardabweichung s_r charakterisiert die Streuung der Ergebnisse eines einzelnen Teilnehmers/einer Teilnehmerin, die Vergleichsstandardabweichung s_R charakterisiert die Streuung der Ergebnisse aller TeilnehmerInnen.

$$s_R = \sqrt{s_r^2 + s_L^2} \quad \text{Formel 3}$$

s_R	Vergleichsstandardabweichung
s_r	Wiederholstandardabweichung
s_L	Standardabweichung zwischen den Teilnehmenden

Die Wiederholgrenze (r), der maximale Unterschied der Messwerte eines Teilnehmers/einer Teilnehmerin, wird ermittelt durch:

$$r = t_{95\%,v} \times \sqrt{2} \times s_r \quad \text{Formel 4}$$

s_r	Wiederholstandardabweichung
$t_{95\%,v}$	Studentfaktor, 95 % statistische Sicherheit
v	Zahl der Freiheitsgrade

Die Vergleichsgrenze (R), der maximale Unterschied der Messwerte der verschiedenen TeilnehmerInnen, wird nach folgender Formel ermittelt:

$$R = t_{95\%,v} \times \sqrt{2} \times s_R \quad \text{Formel 5}$$

s_R	Vergleichsstandardabweichung
$t_{95\%,v}$	Studentfaktor, 95 % statistische Sicherheit
v	Zahl der Freiheitsgrade

Werden Wiederholgrenze und Vergleichsgrenze eingehalten, so sind die Ergebnisse als gleichwertig zu betrachten.

In den Abbildung 29 bis Abbildung 33 werden die Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichung der Wiederhol- und Vergleichsgrenze grafisch gegenübergestellt. Die Grenzen werden in allen Fällen eingehalten.

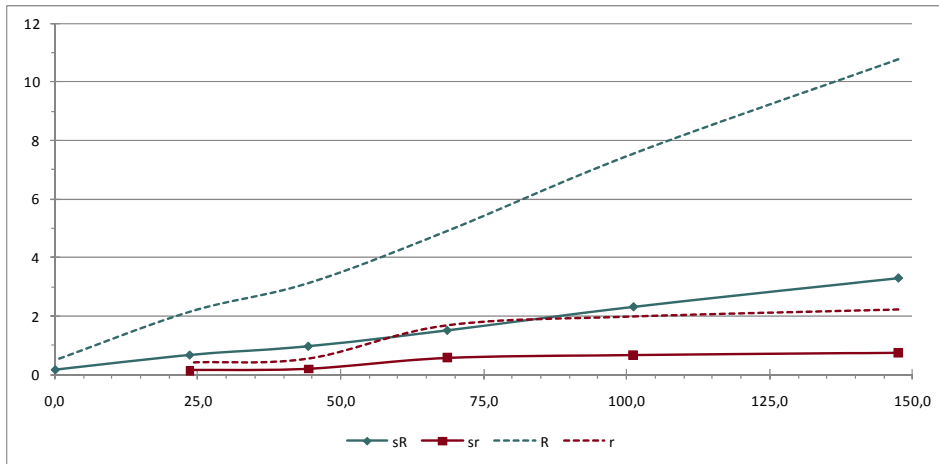


Abbildung 29: Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichung für SO₂.

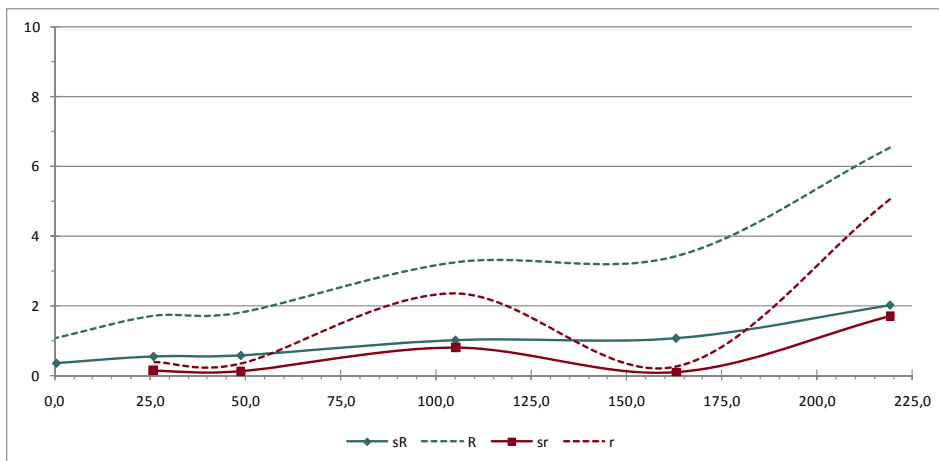


Abbildung 30: Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichung für O₃.

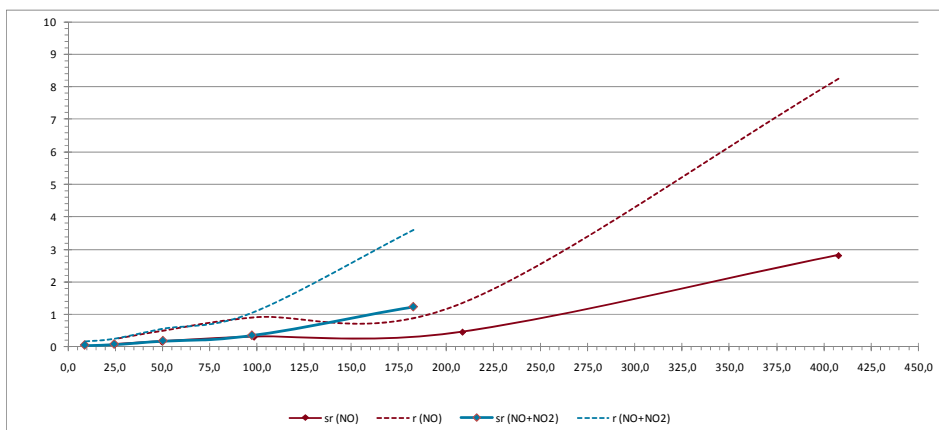


Abbildung 31: Wiederholstandardabweichung für NO und NO in Anwesenheit von NO₂.

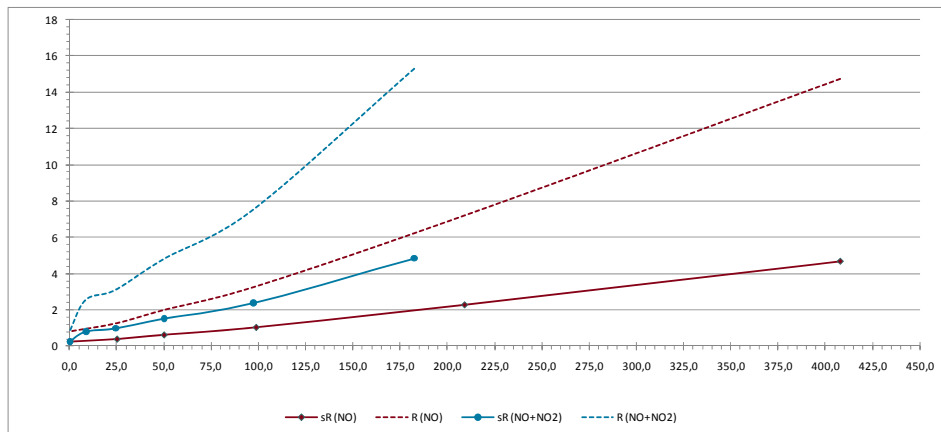


Abbildung 32: Vergleichsstandardabweichung für NO und NO in Anwesenheit von NO₂.

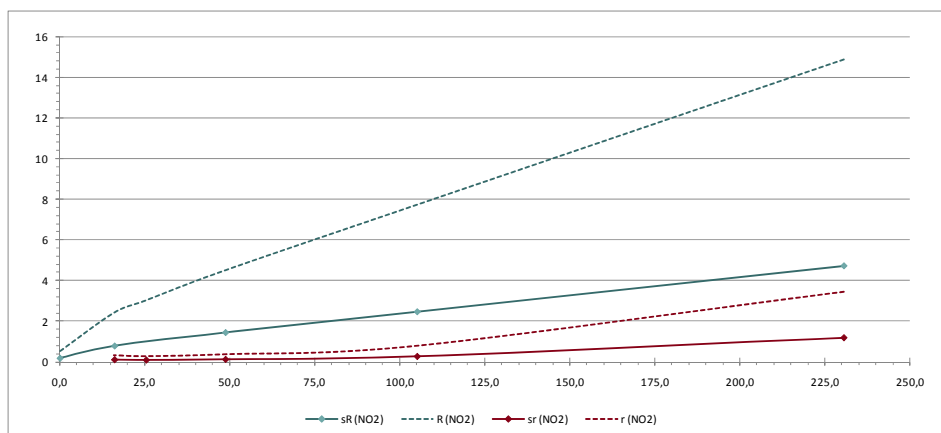


Abbildung 33: Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichung für NO₂.

In der folgenden Tabelle 6 sind die relativen Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichungen des Ringversuchs 2010 sowie bisherige Ringversuche, an denen österreichische Messnetzbetreiber teilgenommen haben, zusammengestellt. Ausgewertet wurden jeweils die Ergebnisse der österreichischen TeilnehmerInnen, zum Vergleich sind für den Ringversuch 2006 auch die Gesamtergebnisse angeführt, d. h. einschließlich der teilnehmenden italienischen Messnetze.

Relative Wiederhol- und Vergleichsstandardabweichungen sind, bezogen auf den Mittelwert der Ergebnisse aller TeilnehmerInnen, in Prozent angegeben. Sind die getesteten Konzentrationen zu unterschiedlich, wurden sie in eigenen Zeilen in die Tabelle integriert.

Insgesamt zeigt sich eine Verbesserung der Ergebnisse über die Jahre, wobei die Wiederholstandardabweichungen, also die mittlere Streuung der Ergebnisse der einzelnen TeilnehmerInnen seit dem Ringversuch 2006 wieder angestiegen ist. Die Vergleichsstandardabweichung, also die Variabilität der Ergebnisse der TeilnehmerInnen untereinander, hat sich jedoch deutlich verbessert.

Tabelle 6: Relative Wiederholstandard- und relative Vergleichsstandardabweichung einiger Ringversuche.

	Ringversuch 2010			Ringversuch 2006 (A)			Ringversuch 2006 (alle)			Ringversuch 2003		
	Konzentration (ppb)	s _r (%)	S _R (%)	Konzentration (ppb)	s _r (%)	S _R (%)	Konzentration (ppb)	s _r (%)	S _R (%)	Konzentration (ppb)	s _r (%)	S _R (%)
SO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199,5	0,4%	4,9%
SO ₂ 1	147,5	0,5%	2,2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129,3	0,3%	5,2%
SO ₂ 2	101,2	0,7%	2,3%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂ 3	68,6	0,8%	2,2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO ₂ 4	44,3	0,4%	2,2%	-	-	-	-	-	-	45,2	0,7%	5,9%
SO ₂ 5	23,6	0,6%	2,8%	-	-	-	-	-	-	20,5	1,6%	6,8%
SO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1	5,8%	24,3%
O ₃	-	-	-	394,6	0,1%	2,0%	394,6	0,4%	2,0%	-	-	-
O ₃ 1	219,2	0,8%	0,9%	200,8	0,4%	2,2%	200,8	0,5%	7,1%	-	-	-
O ₃ 2	163,0	0,8%	0,9%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O ₃ 3	105,1	0,8%	0,9%	99,7	1,1%	2,1%	99,7	1,4%	8,6%	-	-	-
O ₃ 4	48,8	0,2%	1,1%	58,9	2,0%	3,5%	58,9	3,8%	16,9%	-	-	-
O ₃ 5	25,9	0,5%	2,0%	20,0	3,3%	5,6%	20,0	5,3%	25,4%	-	-	-
NO	-	-	-	822,4	0,3%	1,0%	822,4	0,3%	4,8%	-	-	-
NO	-	-	-	514,3	0,6%	1,3%	514,3	1,9%	6,3%	524,3	1,9%	4,4%
NO	-	-	-	492,1	0,1%	0,7%	492,1	0,1%	4,4%	498,4	0,6%	3,4%
NO	-	-	-	452,8	0,1%	1,1%	452,8	0,5%	4,9%	468,4	2,6%	4,7%
NO 1	407,7	0,7%	1,2%	411,9	0,1%	1,2%	411,9	0,2%	5,3%	417,1	0,3%	3,9%
NO	-	-	-	308,1	0,2%	1,5%	308,1	0,8%	5,5%	-	-	-
NO 2	182,6	0,7%	2,7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO 3	208,9	0,2%	1,1%	-	-	-	-	-	-	278,9	0,9%	4,7%
NO 4	97,2	0,4%	2,5%	107,9	6,7%	7,2%	107,9	5,4%	10,6%	-	-	-
NO 5	98,7	0,3%	1,1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO 6	50,2	0,4%	3,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO 7	49,9	0,3%	1,3%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO 8	25,1	0,3%	1,6%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO 9	24,4	0,3%	4,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO 10	8,8	0,6%	9,2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO ₂	-	-	-	406,1	1,7%	3,4%	406,1	1,7%	10,4%	-	-	-
NO ₂ 2	230,7	0,5%	2,0%	207,8	0,4%	3,3%	207,8	0,5%	10,6%	247,5	0,9%	5,3%
NO ₂ 4	105,2	0,3%	2,3%	104,2	0,4%	4,9%	104,2	0,9%	10,5%	109,9	1,0%	7,7%
NO ₂ 6	48,8	0,3%	2,9%	62,2	0,9%	7,3%	62,2	1,8%	12,2%	58,5	1,2%	12,2%
NO ₂ 8	25,4	0,4%	3,8%	22,7	2,0%	19,6%	22,7	4,2%	25,8%	27,6	1,9%	23,2%
NO ₂ 10	16,1	0,7%	4,8%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	94,6%	137,4%

7 AUSBLICK

zufriedenstellende Ergebnisse

Die Ergebnisse des Ringversuchs 2010 sind insgesamt zufriedenstellend und geben ein repräsentatives Bild vom Stand der Immissionsmesstechnik der TeilnehmerInnen.

Für die Komponenten SO₂ und O₃ wurde die Einhaltung der geforderten Messunsicherheit zweifelsfrei belegt.

Verbesserungs- bedarf bei NO und NO₂

Nicht ganz zufriedenstellend ist die Situation bei NO und NO₂. Da bei NO₂ nach PM₁₀ die häufigsten Grenzwertüberschreitungen gemessen werden, muss der Qualitätssicherung und dem Nachweis der Qualität der Immissionsmessung hohe Priorität zugewiesen werden.

Daher ist es notwendig, die Ursachenanalyse der gefundenen Abweichungen in den NO/NO₂-Verhältnissen – auch wenn sie zulässige Kriterien nicht überschreiten – fortzusetzen. Ziel ist es, durch die Entwicklung geeigneter qualitätssichernder Maßnahmen die Abweichungen zu erklären und zu verhindern. Da die Abweichungen einzelner Messgeräte nur im Kollektiv quantifiziert werden können, geschieht die Überprüfung am effizientesten durch regelmäßige Ringversuche mit bekannten Konzentrationen unter kontrollierten Bedingungen.

Im Gegensatz zur den SO₂- und O₃-Messgeräten hat die Einführung einer einheitlichen Eignungsprüfung (gemäß den europäischen Normen für die Referenzmessmethoden) nicht die erhoffte Qualitätsverbesserung bewirkt.

weiter Ringversuch im Herbst 2011

Im Herbst 2011 soll daher nicht nur der Ringversuch für CO nachgeholt werden, sondern im Anschluss daran ein auf die Messung von NO und NO₂ konzentrierter Ringversuch angeboten werden, einschließlich Bestimmung des Konverterwirkungsgrades und Beimischung von Interferenzen.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- AQUILA – N37: Protocol for intercomparison exercise, final version December 2008 http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/fileadmin/H04/Air_Quality/N%2037%20final%20version%20IE%20organisation%20and%20evaluation.pdf
- ISO 5725-2:1994: Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method. International Organization for Standardization, Genf.
- ISO 5725-6:1994: Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 6: Use in practice of accuracy values. International Organization for Standardization, Genf
- ISO 13528:2005: Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. International Organization for Standardization, Genf.
- ISO/IEC 17043:2010: Conformity assessment – General requirements for proficiency testing. International Organization for Standardization, Genf.
- Messkonzept-VO zum IG-L (BGBl. II 358/1998 i. d. g. F.): 358. Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft. ÖNORM EN 14211:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14212:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Schwefeldioxid mit Ultraviolett-Fluoreszenz. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14625:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Ozon mit Ultraviolett-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 14626:2005: Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Kohlenmonoxid mit nicht-dispersiver Infrarot-Photometrie. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

ANHANG A: VALIDIERUNG DER REFERENZWERTE

Als Referenzwert wurden die Messwerte des Umweltbundesamt verwendet. Diese sind alle auf international anerkannte Normale rückführbar. Durch die Teilnahme des Umweltbundesamt an den Ringversuchen für Referenzlaboratorien des ERLAP ist eine direkte Verbindung zu diesen Ringversuchen hergestellt.

Die Referenzwerte wurden durch einen Vergleich mit den Ergebnissen einer robusten Datenanalyse aller TeilnehmerInnen nach ISO 13528, Anhang C, validiert.

Prüfkriterium Die Ergebnisse der robusten Datenanalyse, der Mittelwert x^* und die Standardabweichung s^* wurden mit dem Referenzwert (X) und dessen Messunsicherheit (u_x) verglichen. Formel 6 beschreibt das Prüfkriterium:

$$\frac{|x^* - X|}{\sqrt{\frac{(1,25 s^*)^2}{p} + u_x^2}} < 2 \quad \text{Formel 6}$$

Alle Referenzwerte haben das Prüfkriterium erfüllt, für CO wurden die vorhandenen Messwerte der TeilnehmerInnen herangezogen, ein Vergleich mit einem Referenzwert ist nicht möglich, da der Messplatz des Umweltbundesamt ebenfalls vom Stromausfall betroffen war.

Bei der Generierung der höchsten NO-Konzentration (NO 1) kam es zu Konzentrationsschwankungen, wie dies auch in den Messwerten aller TeilnehmerInnen ersichtlich ist. Dieser Konzentrationsdurchgang konnte daher nicht durch robuste Datenanalyse validiert werden.

Tabelle 7: Referenzwerte und Ergebnisse der robusten Datenanalyse für SO₂ und O₃.

Bezeichnung	Einheit	X	u _x	x*	s*	Bewertung	Bemerkungen
SO ₂ 0	ppb	-0,2	0,51	0,1	0,11	OK	
SO ₂ 1	ppb	149,6	1,83	146,7	4,08	OK	
SO ₂ 2	ppb	102,3	1,22	100,6	2,67	OK	
SO ₂ 3	ppb	69,3	0,90	68,3	1,75	OK	
SO ₂ 4	ppb	44,6	0,74	44,2	1,21	OK	
SO ₂ 5	ppb	23,7	0,48	23,5	0,81	OK	
O ₃ 0	ppb	0,4	0,51	0,4	0,41	OK	
O ₃ 1	ppb	218,7	2,70	218,9	1,36	OK	
O ₃ 2	ppb	162,4	1,63	162,9	1,07	OK	
O ₃ 3	ppb	104,7	1,78	105,0	0,75	OK	
O ₃ 4	ppb	48,7	0,53	48,7	0,56	OK	
O ₃ 5	ppb	26,0	0,40	25,7	0,48	OK	

Tabelle 8: Referenzwerte und Ergebnisse der robusten Datenanalyse für CO, NO und NO₂.

Bezeichnung	Einheit	X	u _x	x*	s*	Bewertung	Bemerkungen
CO 0	ppm			0,0	0,032	OK	1)
CO 1	ppm			8,36	0,323	OK	
CO 2	ppm			6,05	0,249	OK	
NO 0	ppb	0,2	0,30	0,3	0,00	OK	
NO 1	ppb	405,6	5,69	408,5	3,00	OK	
NO 2	ppb	186,3	2,61	182,3	3,09	OK	
NO 3	ppb	208,5	4,22	209,2	1,87	OK	
NO 4	ppb	99,2	1,02	97,1	1,86	OK	
NO 5	ppb	98,6	1,02	98,7	1,20	OK	
NO 6	ppb	50,9	0,58	49,9	0,78	OK	
NO 7	ppb	49,9	0,58	49,9	0,56	OK	
NO 8	ppb	24,7	0,38	24,2	0,51	OK	
NO 9	ppb	25,0	0,39	25,1	0,42	OK	
NO 10	ppb	8,9	0,30	8,7	0,30	OK	
NO ₂ 0	ppb	-0,2	0,63	0,1	0,15	OK	2)
NO ₂ 1	ppb	4,1	0,58	1,7	1,73	X	
NO ₂ 2	ppb	227,4	3,24	231,0	5,28	OK	3)
NO ₂ 3	ppb	2,1	0,66	0,9	1,00	OK	
NO ₂ 4	ppb	104,3	1,19	105,4	2,44	OK	3)
NO ₂ 5	ppb	0,7	0,57	0,3	0,45	OK	
NO ₂ 6	ppb	48,7	0,70	49,0	1,04	OK	3)
NO ₂ 7	ppb	0,2	0,75	0,1	0,31	OK	
NO ₂ 8	ppb	25,3	0,55	25,6	0,64	OK	3)
NO ₂ 9	ppb	-0,1	0,74	0,0	0,22	OK	
NO ₂ 10	ppb	16,0	0,50	16,3	0,40	OK	

1) Stromausfall bei einigen Teilnehmenden, Ausfall der Gasmischanlage I

2) Konzentrationsschwankungen der Gasmischanlage, keine Bewertung

3) Restkonzentration von NO₂, Ergebnisse von geringerer Bedeutung

ANHANG B: BERICHTETE WERTE

Die Ergebnisse des Ringversuchs für SO₂, O₃, und NO/NO₂ werden in der Einheit ppb und CO in ppm angegeben. Für alle Konzentrationsdurchgänge (außer bei Nullgas) werden die Messwerte, der Mittelwert (\bar{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 TeilnehmerInnen angegeben. x^* ist der aus der robusten Statistik erhaltene Mittelwert, seine Standardabweichung wird als s^* angegeben.

Der Referenzwert ist der Mittelwert der Messungen des Umweltbundesamt am Platz 1 der Ringversuchsanlage. Die Fehlerindikatoren zeigen die erweiterte Messunsicherheit des Messwertes der Teilnehmenden.

Ergebnisse für SO₂

Tabelle 9: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration Null (Nullgas).

Parameter: SO₂, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,1$ $s^* = 0,11$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
\bar{x}_i	-0.2	0.1	0.3	0.1	0.0	0.2	0.1		0.3	0.1	0.3
$u(x_i)$	0.51	0.15	0.13	0.51	0.75	0.26	1.06		0.51	0.95	0.50
$U(x_i)$	1.03	0.30	0.26	1.02	1.50	0.52	2.12		1.03	1.91	1.00

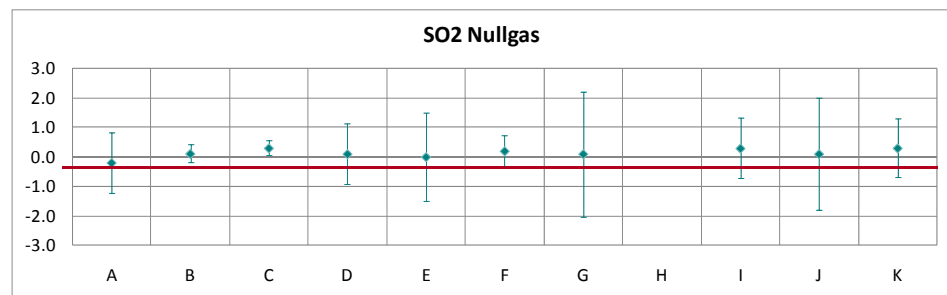


Abbildung 34: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für SO₂-Nullgas (in ppb).

Tabelle 10: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 1.

Parameter: SO₂, Konzentration 1 $x^* = 146,7$ $s^* = 4,08$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	148.7	147.7	150.1	145.2	147.4	148.0	149.0		141.0	141.7	148.8
$x_{i,2}$	149.8	149.1	151.2	145.1	148.1	148.6	150.0		141.7	142.9	149.9
$x_{i,3}$	150.1	149.8	151.9	145.2	149.2	148.0	150.7		142.0	143.2	150.3
X_i	149.5	148.9	151.1	145.2	148.2	148.2	149.9		141.6	142.6	149.7
S_i	0.74	1.07	0.91	0.06	0.91	0.35	0.85		0.51	0.79	0.78
$u(x_i)$	1.83	2.06	2.30	1.52	1.60	3.93	1.89		1.77	1.70	1.80
$U(x_i)$	3.67	4.12	4.60	3.05	3.20	7.86	3.78		3.54	3.40	3.61

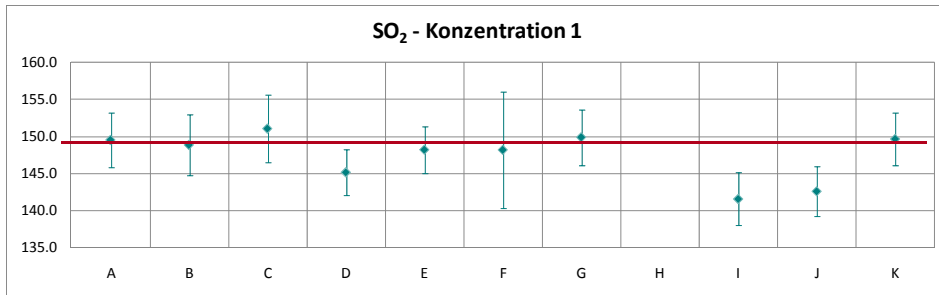


Abbildung 35: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 1 (in ppb).

Tabelle 11: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 2.

Parameter: SO₂, Konzentration 2 $x^* = 100,6$ $s^* = 2,67$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	101.9	101.7	103.0	100.2	101.5	99.8	102.3		97.0	97.3	102.3
$x_{i,2}$	102.5	102.4	103.8	100.5	104.9	100.4	102.9		97.2	97.6	102.8
$x_{i,3}$	102.4	102.7	103.8	100.6	102.1	100.3	103.1		97.5	97.9	103.1
X_i	102.27	102.27	103.53	100.43	102.83	100.17	102.77		97.23	97.60	102.73
S_i	0.32	0.51	0.46	0.21	1.81	0.32	0.42		0.28	0.30	0.40
$u(x_i)$	1.22	1.41	1.66	1.01	1.03	2.08	1.43		1.17	1.23	1.24
$U(x_i)$	2.43	2.82	3.32	2.02	2.07	4.16	2.86		2.34	2.45	2.48

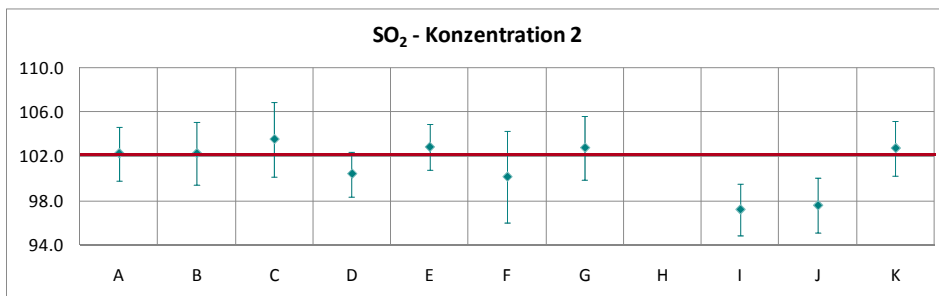


Abbildung 36: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 2 (in ppb).

Tabelle 12: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 3.

Parameter: SO₂, Konzentration 3 $x^* = 68,3$ $s^* = 1,75$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	69.2	69.4	70.4	68.3	69.0	67.4	69.6		65.8	66.3	69.9
$x_{i,2}$	69.6	69.6	70.6	68.6	69.3	68.8	67.0		66.3	66.6	70.2
$x_{i,3}$	69.3	69.4	70.3	68.3	68.9	68.9	69.6		66.0	66.3	69.8
X_i	69.4	69.5	70.4	68.4	69.1	68.4	68.7		66.0	66.4	70.0
S_i	0.21	0.12	0.15	0.17	0.21	0.84	1.50		0.25	0.17	0.21
$u(x_i)$	0.90	0.96	1.28	0.69	0.71	1.61	1.71		0.87	1.15	0.88
$U(x_i)$	1.80	1.91	2.55	1.38	1.42	3.22	3.42		1.74	2.30	1.76

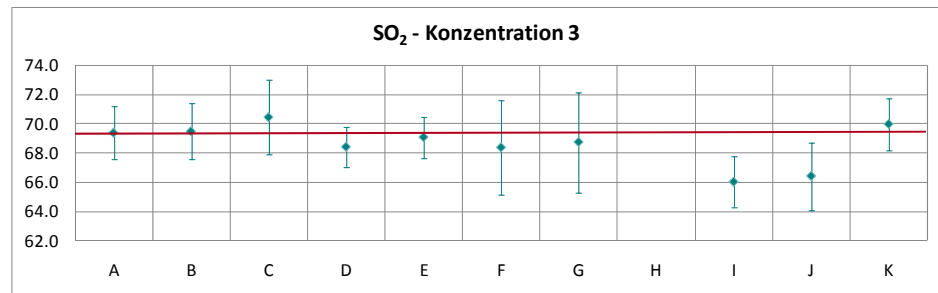


Abbildung 37: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 3 (in ppb).

Tabelle 13: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 4.

Parameter: SO₂, Konzentration 4 $x^* = 44,2$ $s^* = 1,21$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	44.6	44.8	45.5	44.3	44.3	43.6	44.8		42.5	42.7	44.9
$x_{i,2}$	44.7	45.1	45.7	44.7	44.6	43.9	45.1		43.2	42.9	45.3
$x_{i,3}$	44.6	45.0	45.5	44.3	44.4	43.6	44.9		42.7	42.8	45.1
X_i	44.6	45.0	45.6	44.4	44.4	43.7	44.9		42.8	42.8	45.1
S_i	0.06	0.15	0.12	0.23	0.15	0.17	0.15		0.33	0.10	0.20
$u(x_i)$	0.74	0.62	0.93	0.47	0.90	0.93	0.68		0.73	1.21	0.59
$U(x_i)$	1.48	1.24	1.87	0.94	1.79	1.86	1.37		1.46	2.42	1.17

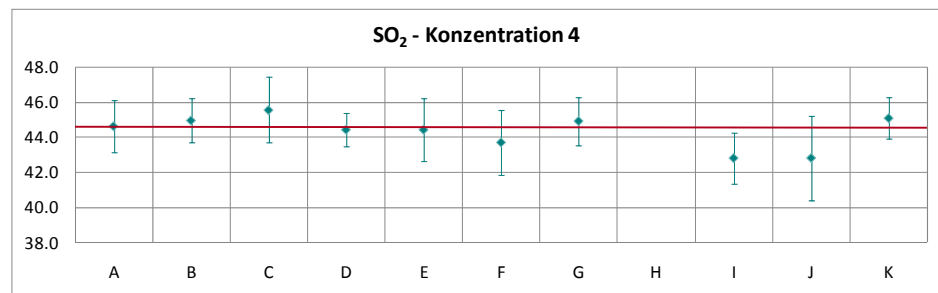


Abbildung 38: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 4 (in ppb).

Tabelle 14: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 5.

Parameter: SO₂, Konzentration 5 $x^* = 23,5$ $s^* = 0,81$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	23.8	24.2	24.5	24.0	23.8	22.5	24.1		23.0	22.9	24.3
$x_{i,2}$	23.6	24.0	24.3	23.6	23.6	22.4	23.9		22.7	22.7	24.0
$x_{i,3}$	23.8	24.1	24.5	23.6	23.8	22.6	24.0		23.0	22.9	24.2
X_i	23.7	24.1	24.4	23.7	23.7	22.5	24.0		22.9	22.8	24.2
S_i	0.12	0.10	0.12	0.23	0.12	0.10	0.10		0.17	0.12	0.15
$u(x_i)$	0.48	0.33	0.63	0.29	0.81	0.51	0.58		0.48	0.95	0.34
$U(x_i)$	0.97	0.66	1.26	0.59	1.62	1.02	1.16		0.96	1.91	0.67

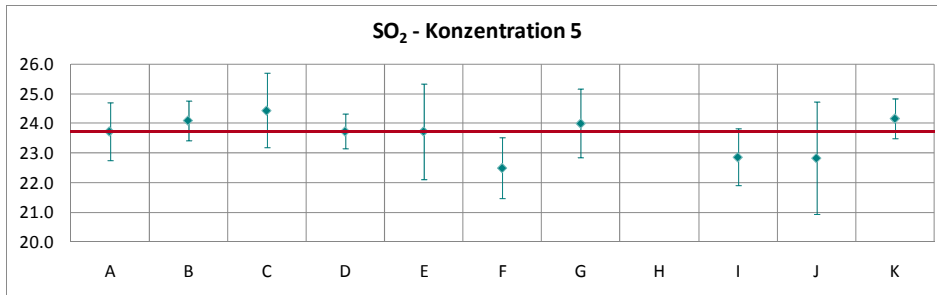


Abbildung 39: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 5 (in ppb).

Ergebnisse für CO

Die Messergebnisse für CO wurden aufgrund eines Stromausfalls bei einigen Messplätzen und des Ausfalls der Gasmischanlage nach dem 2. Konzentrationsdurchgang nicht ausgewertet. Es werden an dieser Stelle nur die vorliegenden Messwerte präsentiert, als Referenzwert wurde der von den Teilnehmerinnen/Teilnehmern erhobene Mittelwert aus der Berechnung der robusten Statistik verwendet.

Tabelle 15: Ergebnisse für CO bei Konzentration Null (Nullgas).

Parameter: CO, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,0$ $s^* = 0,032$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	0.04	0.05		0.03	-0.02	0.06	0.02		0.07	0.08	
$u(x_i)$		0.070		0.064	0.075	0.014	0.270		0.050	0.001	
$U(x_i)$		0.130		0.128	0.150	0.028	0.540		0.100	0.002	

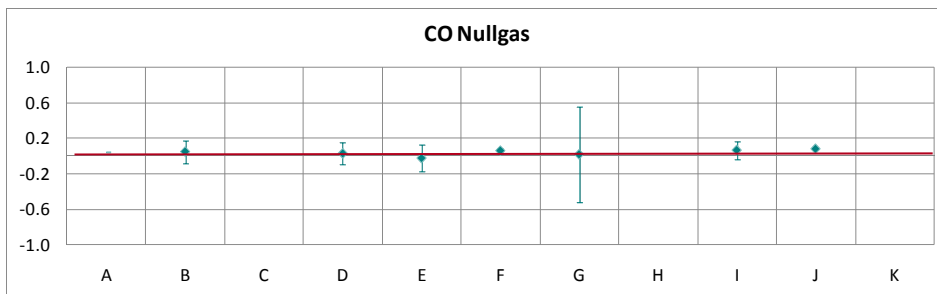


Abbildung 40: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für CO-Nullgas (in ppm).

Tabelle 16: Ergebnisse für CO bei Konzentration 1.

Parameter: CO, Konzentration 1 $x^* = 8,36$ $s^* = 0,323$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$		8.22		8.29	7.91	8.48	8.73		8.25	8.67	
$x_{i,2}$		8.21		8.31	7.91	8.48	8.73		8.25	8.67	
$x_{i,3}$		8.21		8.30	7.90	8.48	8.73		8.24	8.66	
\bar{X}_i	8.36	8.22		8.29	7.91	8.48	8.73		8.25	8.67	
S_i		0.006		0.010	0.006	0.000	0.000		0.005	0.006	
$u(x_i)$		0.120		0.083	0.071	0.173	0.079		0.084	0.084	
$U(x_i)$		0.250		0.166	0.142	0.345	0.158		0.169	0.168	

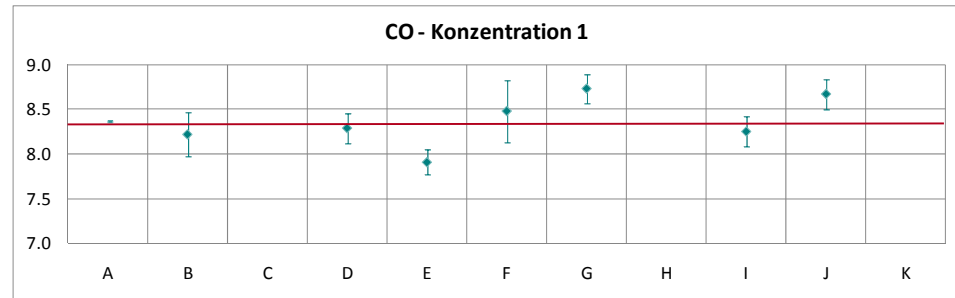


Abbildung 41: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 1 (in ppm).

Tabelle 17: Ergebnisse für CO bei Konzentration 2.

Parameter: CO, Konzentration 2 $x^* = 6,05$ $s^* = 0,249$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$		5.83		5.86	6.54	6.03	6.19		5.86	6.18	
$x_{i,2}$		5.83		5.85	6.54	6.04	6.19		5.87	6.18	
$x_{i,3}$		5.83		5.85	6.54	6.04	6.18		5.87	6.18	
\bar{X}_i	6.05	5.83		5.85	6.54	6.04	6.19		5.87	6.18	
S_i		0.000		0.006	0.000	0.006	0.006		0.002	0.000	
$u(x_i)$		0.090		0.062	0.074	0.123	0.057		0.060	0.060	
$U(x_i)$		0.170		0.123	0.149	0.246	0.114		0.120	0.121	

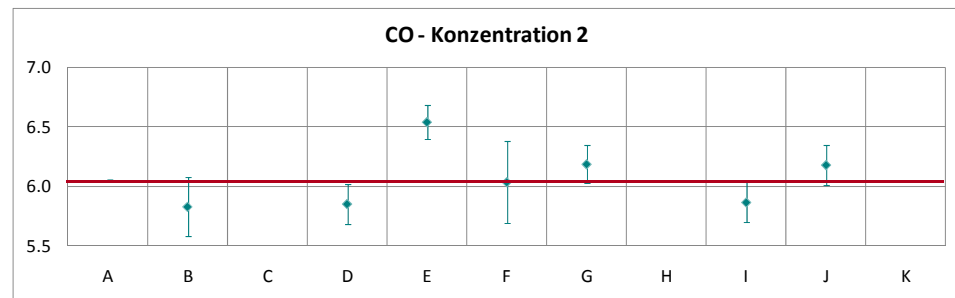


Abbildung 42: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 2 (in ppm).

Ergebnisse für O₃

Tabelle 18: Ergebnisse für O₃ bei Konzentration Null (Nullgas).

Parameter: O₃, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,4$ $s^* = 0,41$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	0.4	0.8	0.1	0.5	-0.2	0.9	0.5		0.4	0.1	0.3
$u(x_i)$	0.51	1.01	0.22	0.30	0.37	0.28	0.67		0.51	0.71	0.50
$U(x_i)$	1.02	2.01	0.44	0.61	0.75	0.57	1.34		1.02	1.41	1.00

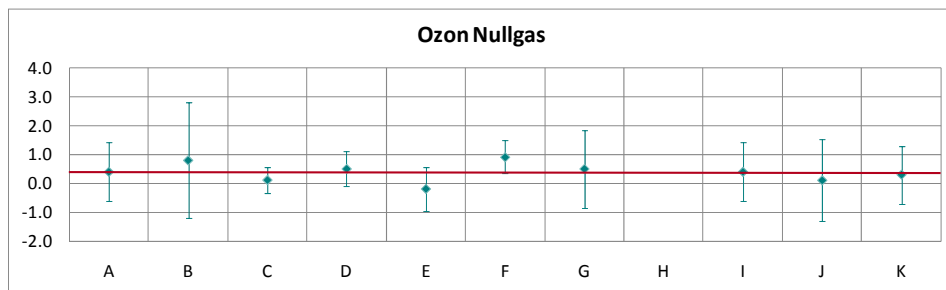


Abbildung 43: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für O₃-Nullgas (in ppb).

Tabelle 19: Ergebnisse für O₃ bei Konzentration 1.

Parameter: O₃, Konzentration 1 $x^* = 218,9$ $s^* = 1,36$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	217.1	215.9	219.0	217.0	215.3	220.0	218.0		216.6	218.2	215.9
$x_{i,2}$	219.1	218.6	221.3	219.0	218.0	222.3	220.3		218.9	220.5	218.3
$x_{i,3}$	219.9	219.6	222.2	220.0	219.2	223.3	221.2		219.7	221.6	219.2
X_i	218.7	218.0	220.8	218.7	217.5	221.9	219.8		218.4	220.1	217.8
S_i	1.42	1.91	1.65	1.53	2.00	1.69	1.65		1.61	1.73	1.71
$u(x_i)$	2.70	3.14	3.24	2.75	3.69	7.45	1.79		2.69	2.56	2.66
$U(x_i)$	5.41	6.29	6.48	5.49	7.37	14.91	3.58		5.39	5.11	5.32

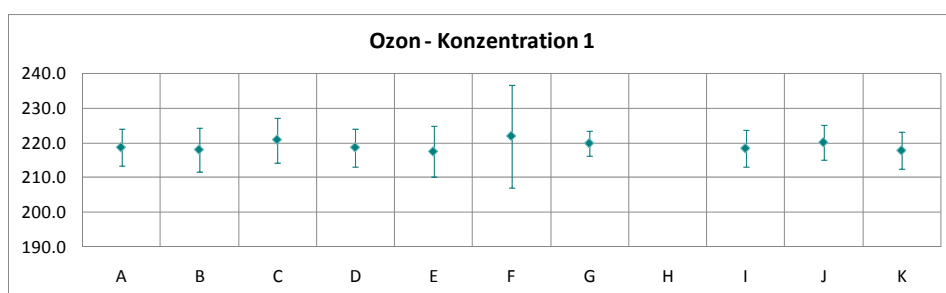


Abbildung 44: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die O₃-Konzentration 1 (in ppb).

Tabelle 20: Ergebnisse für O₃ bei Konzentration 2.

Parameter: O₃, Konzentration 2 $x^* = 162,9$ $s^* = 1,07$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	162.5	162.5	164.2	162.4	162.3	165.2	163.5		162.4	163.5	162.1
$x_{i,2}$	162.4	162.5	164.2	162.5	162.3	165.2	163.5		162.3	163.5	162.0
$x_{i,3}$	162.3	162.4	164.1	162.4	162.1	165.2	163.4		162.2	163.4	161.8
X_i	162.4	162.5	164.2	162.4	162.2	165.2	163.5		162.3	163.5	162.0
S_i	0.09	0.06	0.06	0.06	0.12	0.00	0.06		0.10	0.06	0.15
$u(x_i)$	1.63	2.34	2.23	1.80	0.46	5.56	0.69		1.63	1.81	2.05
$U(x_i)$	3.26	4.69	4.47	3.61	0.93	11.11	1.38		3.26	3.63	4.10

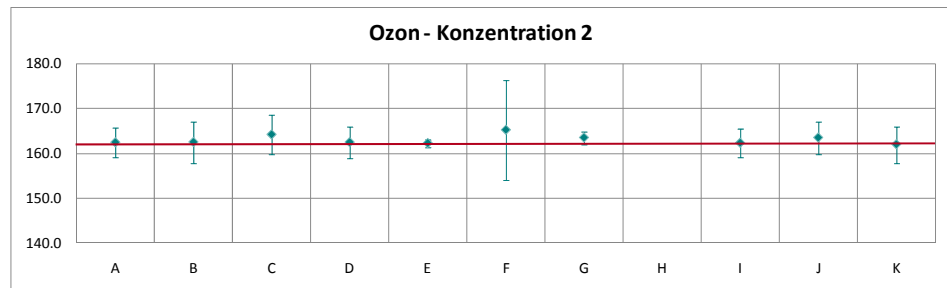


Abbildung 45: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die O₃-Konzentration 2 (in ppb).

Tabelle 21: Ergebnisse für O₃ bei Konzentration 3.

Parameter: O₃, Konzentration 3 $x^* = 105,0$ $s^* = 0,75$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	105.1	105.4	106.2	105.3	104.7	107.2	105.8		105.0	105.5	104.6
$x_{i,2}$	105.3	105.5	106.4	105.3	105.0	107.2	105.9		105.1	105.6	104.7
$x_{i,3}$	103.7	104.0	105.0	103.8	103.6	105.8	104.5		103.7	104.2	103.4
X_i	104.7	105.0	105.9	104.8	104.4	106.7	105.4		104.6	105.1	104.2
S_i	0.82	0.84	0.76	0.87	0.74	0.81	0.78		0.78	0.78	0.72
$u(x_i)$	1.78	1.51	1.79	1.58	2.26	3.81	1.04		1.78	1.97	1.76
$U(x_i)$	3.55	3.03	3.58	3.17	4.51	7.63	2.07		3.55	3.93	3.52

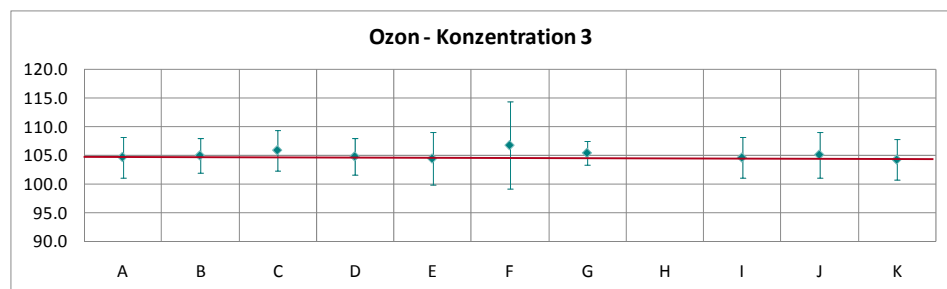


Abbildung 46: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die O₃-Konzentration 3 (in ppb).

Tabelle 22: Ergebnisse für O₃ bei Konzentration 4.

Parameter: O₃, Konzentration 4 $x^* = 48,7$ $s^* = 0,56$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	48.81	48.9	49.1	48.6	48.4	50.3	49		48.7	48.7	48.3
$x_{i,2}$	48.68	48.7	49	48.6	48.2	50.1	48.8		48.52	48.5	48.2
$x_{i,3}$	48.66	48.7	48.9	48.5	48.1	50	48.8		48.5	48.5	48.1
X_i	48.7	48.8	49.0	48.6	48.2	50.1	48.9		48.6	48.6	48.2
S_i	0.08	0.12	0.10	0.06	0.15	0.15	0.12		0.11	0.12	0.10
$u(x_i)$	0.53	0.70	0.96	0.23	0.39	1.12	0.69		0.53	0.92	1.13
$U(x_i)$	1.06	1.41	1.93	0.47	0.78	2.23	1.37		1.05	1.83	2.26

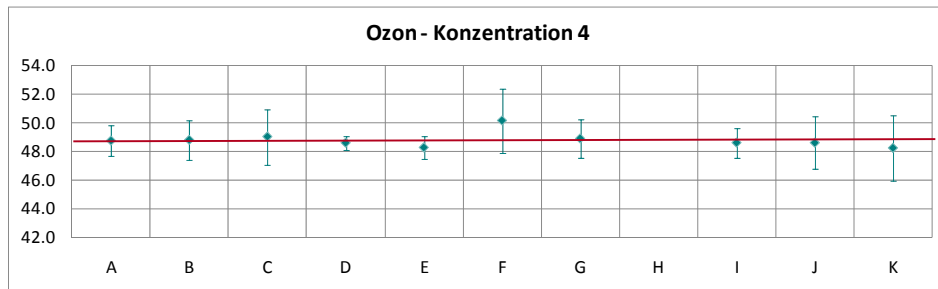


Abbildung 47: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die O₃-Konzentration 4 (in ppb).

Tabelle 23: Ergebnisse für O₃ bei Konzentration 5.

Parameter: O₃, Konzentration 5 $x^* = 25,7$ $s^* = 0,48$

	Teilnehmer										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	26.06	26	25.9	26.1	25.4	27	26		25.83	25.6	25.5
$x_{i,2}$	26.04	25.9	25.9	26.3	25.4	27.1	25.8		25.5	25.2	25.1
$x_{i,3}$	26.02	25.9	25.9	26.1	25.5	27	25.8		25.51	25.4	25.1
X_i	26.0	25.9	25.9	26.2	25.4	27.0	25.9		25.6	25.4	25.2
S_i	0.02	0.06	0.00	0.12	0.06	0.06	0.12		0.19	0.20	0.23
$u(x_i)$	0.40	0.37	0.65	0.31	0.40	0.63	0.68		0.40	0.90	1.05
$U(x_i)$	0.80	0.75	1.31	0.62	0.80	1.26	1.37		0.79	1.80	2.11

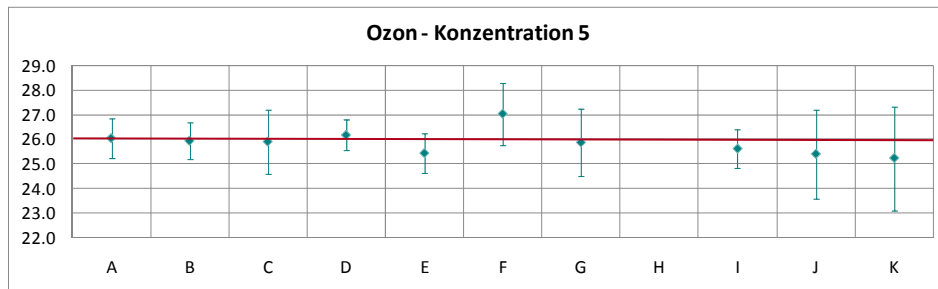


Abbildung 48: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die O₃-Konzentration 5 (in ppb).

Ergebnisse für NO

Tabelle 24: Ergebnisse für NO bei Konzentration Null (Nullgas).

Parameter: NO, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,3$ $s^* = 0,00$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	0.2	-0.2	0.1	0.5	0.2	0.4	0.7	0.0	0.3	0.3	0.0	0.5
$u(x_i)$	0.5	0.5	0.5	0.09	0.25	0.81	0.09	0.01	0.30	0.55	0.92	0.50
$U(x_i)$	1.09	1.03	1.03	0.18	0.50	1.62	0.19	0.02	0.60	1.09	1.84	1.00

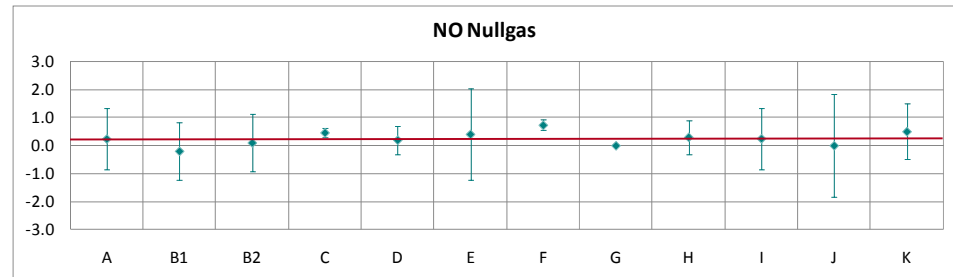


Abbildung 49: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Nullgas (in ppb).

Tabelle 25: Ergebnisse für NO bei Konzentration 1.

Parameter: NO, Konzentration 1 $x^* = 408,5$ $s^* = 3,00$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	403.8	406.6	406.3	402.8	411.2	404.3	408.3	406.8	407.0	395.0	409.5	408.7
$x_{i,2}$	404.1	407.3	406.6	403.4	412.0	405.0	408.8	407.1	407.5	395.7	409.8	409.1
$x_{i,3}$	408.9	411.9	411.2	408.2	414.0	409.7	412.9	411.8	412.5	400.5	415.2	414.2
$X_{i,1}$	405.6	408.6	408.0	404.8	412.4	406.3	410.0	408.6	409.0	397.1	411.5	410.7
$S_{i,1}$	2.86	2.88	2.75	2.94	1.44	2.94	2.52	2.80	3.04	2.99	3.21	3.07
$u(x_i)$	5.69	5.62	6.63	5.54	5.82	4.42	10.24	4.63	14.16	7.42	6.02	6.00
$U(x_i)$	11.39	11.23	13.26	11.08	11.64	8.84	20.47	9.25	28.32	14.85	12.05	12.00

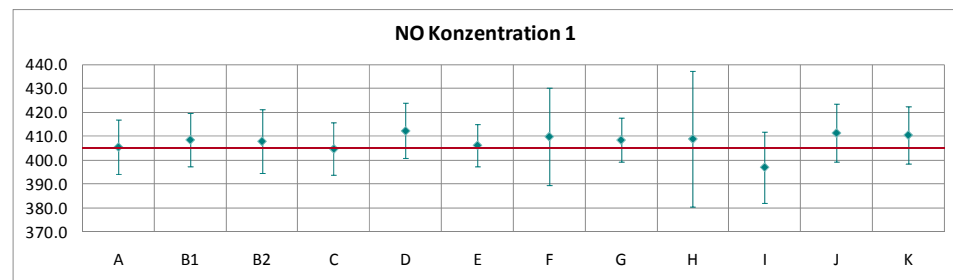


Abbildung 50: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 1 (in ppb).

Tabelle 26: Ergebnisse für NO bei Konzentration 2.

Parameter: NO, Konzentration 2 $x^* = 209,2$ $s^* = 1,87$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	187.36	183.1	184.2	182.57	184.8	183.50	194.2	183	184.9	179	174.3	185.2
$x_{i,2}$	186.02	181.7	184.8	180.7	184	182.30	193.2	181.6	183.5	177.6	172.4	183.8
$x_{i,3}$	185.52	181	181.8	179.68	184	181.30	190.7	180.6	182.5	176.8	171.3	182.8
X_i	186.30	181.93	183.60	180.98	184.27	182.37	192.70	181.73	183.63	177.80	172.67	183.93
S_i	0.95	1.07	1.59	1.47	0.46	1.10	1.80	1.21	1.21	1.11	1.52	1.21
$u(x_i)$	2.61	2.50	2.97	2.82	1.91	2.03	4.20	2.04	2.20	2.09	1.65	2.12
$U(x_i)$	5.21	5.00	5.94	5.65	3.82	4.06	8.40	4.07	4.40	4.19	3.30	4.24

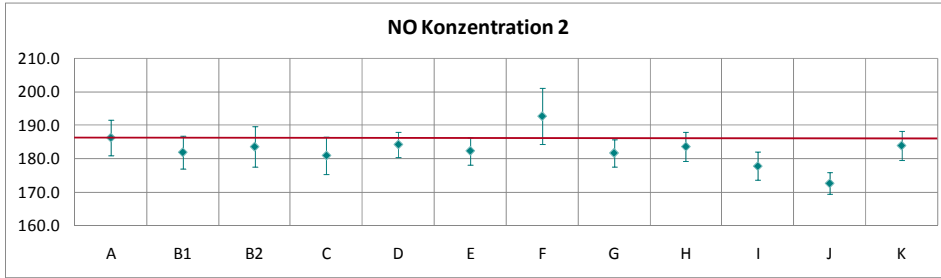


Abbildung 51: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 2 (in ppb).

Tabelle 27: Ergebnisse für NO bei Konzentration 3.

Parameter: NO, Konzentration 3 $x^* = 209,2$ $s^* = 1,87$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	207.9	208.7	208.1	206.1	212.0	208.0	211.3	208.9	209.2	202.9	209.9	210.5
$x_{i,2}$	208.9	209.4	208.9	207.7	212.5	208.6	211.2	209.8	209.2	203.8	210.3	211.3
$x_{i,3}$	208.5	209.0	208.4	207.4	212.0	208.1	210.1	209.0	209.2	203.1	210.0	210.7
X_i	208.5	209.0	208.5	207.1	212.2	208.2	210.9	209.2	209.2	203.3	210.1	210.8
S_i	0.51	0.35	0.40	0.86	0.29	0.32	0.67	0.49	0.00	0.47	0.21	0.42
$u(x_i)$	2.11	2.87	3.39	2.82	2.18	1.89	4.45	1.95	1.31	2.11	0.97	2.43
$U(x_i)$	4.22	5.75	6.77	5.63	4.36	3.78	8.90	3.90	2.62	4.22	1.95	4.86

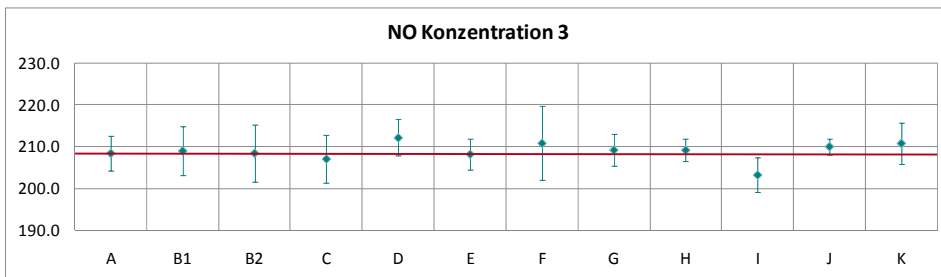


Abbildung 52: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 3 (in ppb).

Tabelle 28: Ergebnisse für NO bei Konzentration 4.

Parameter: NO, Konzentration 4 $x^* = 97,1$ $s^* = 1,86$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	99.5	97.1	97.5	96.6	98.4	97.5	102.8	97.1	98.0	95.1	92.9	98.5	
$x_{i,2}$	99.0	96.7	97.0	96.1	98.3	97.0	102.0	96.6	97.6	94.6	92.2	98.0	
$x_{i,3}$	99.1	96.6	97.0	96.0	98.4	97.0	101.9	96.4	96.7	94.6	92.3	98.1	
X_i	99.2	96.8	97.2	96.2	98.4	97.2	102.2	96.7	97.4	94.8	92.5	98.2	
S_i	0.25	0.26	0.29	0.33	0.06	0.29	0.49	0.36	0.67	0.28	0.38	0.26	
$u(x_i)$	1.02	1.33	1.58	1.54	0.91	0.90	2.19	0.95	1.15	1.02	0.97	1.17	
$U(x_i)$	2.05	2.66	3.16	3.08	1.83	1.80	4.37	1.90	2.30	2.05	1.94	2.34	

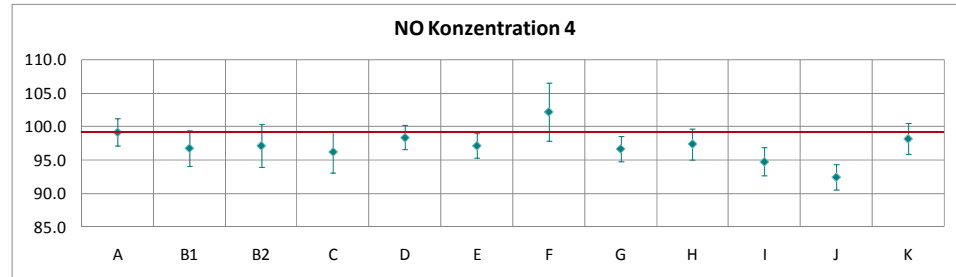


Abbildung 53: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 4 (in ppb).

Tabelle 29: Ergebnisse für NO bei Konzentration 5.

Parameter: NO, Konzentration 5 $x^* = 98,7$ $s^* = 1,20$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	98.6	98.6	98.5	97.8	99.9	98.4	100.4	98.7	99.1	96.2	99.0	100.0	
$x_{i,2}$	98.7	98.7	98.4	97.8	100.0	98.5	98.3	98.6	98.9	96.1	98.9	99.9	
$x_{i,3}$	98.7	98.6	98.3	97.7	100.1	98.4	99.3	98.7	99.2	96.3	98.9	100.0	
X_i	98.6	98.6	98.4	97.7	100.0	98.4	99.3	98.7	99.1	96.2	98.9	100.0	
S_i	0.02	0.06	0.10	0.08	0.10	0.06	1.05	0.06	0.15	0.12	0.06	0.06	
$u(x_i)$	1.02	1.36	1.60	1.52	0.93	0.88	3.78	0.90	1.13	1.02	0.92	1.17	
$U(x_i)$	2.04	2.71	3.20	3.04	1.86	1.76	7.57	1.80	2.26	2.04	1.85	2.34	

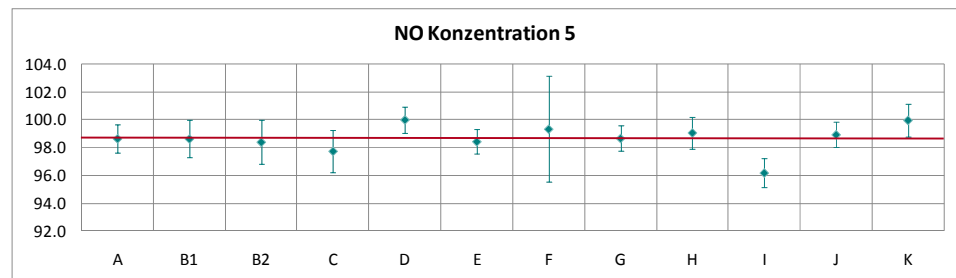


Abbildung 54: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 5 (in ppb).

Tabelle 30: Ergebnisse für NO bei Konzentration 6.

Parameter: NO, Konzentration 6 $x^* = 49,9$ $s^* = 0,78$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	51.0	49.8	50.0	49.8	51.2	50.1	53.9	49.7	50.5	49.0	47.7	51.0
$x_{i,2}$	51.0	49.7	49.9	49.6	50.4	50.0	53.9	49.5	50.3	48.9	47.6	50.9
$x_{i,3}$	50.8	49.5	49.8	49.5	50.4	49.8	54.1	49.4	50.2	48.7	47.5	50.8
X_i	50.9	49.7	49.9	49.6	50.7	50.0	54.0	49.5	50.3	48.9	47.6	50.9
S_i	0.13	0.15	0.10	0.18	0.46	0.15	0.12	0.15	0.15	0.17	0.10	0.10
$u(x_i)$	0.58	0.68	0.81	0.98	1.04	0.47	1.17	0.47	1.11	0.58	0.92	0.68
$U(x_i)$	1.16	1.37	1.61	1.92	1.05	0.90	2.29	0.89	2.18	1.16	1.83	1.20

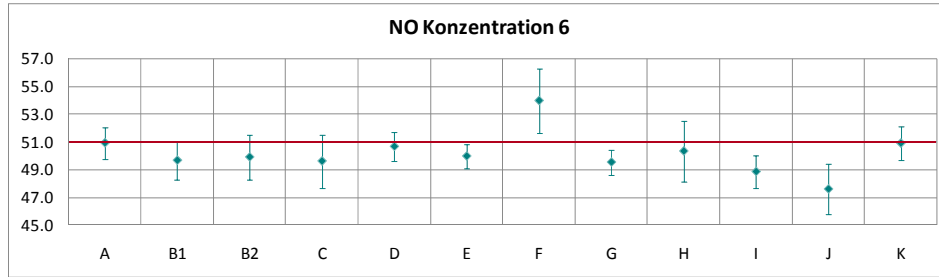


Abbildung 55: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 6 (in ppb).

Tabelle 31: Ergebnisse für NO bei Konzentration 7.

Parameter: NO, Konzentration 7 $x^* = 49,9$ $s^* = 0,56$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	49.8	49.8	49.6	49.4	50.4	49.7	51.6	49.5	50.5	48.8	50.0	50.7
$x_{i,2}$	50.0	49.8	49.5	49.4	50.3	49.7	50.8	49.5	50.1	48.7	49.9	50.7
$x_{i,3}$	49.9	49.6	49.8	49.5	50.5	49.7	50.7	49.5	50.1	48.7	49.9	50.7
X_i	49.9	49.7	49.6	49.4	50.4	49.7	51.0	49.5	50.2	48.8	49.9	50.7
S_i	0.07	0.12	0.15	0.04	0.10	0.00	0.49	0.00	0.23	0.05	0.06	0.00
$u(x_i)$	0.58	0.68	0.81	0.96	0.53	0.45	1.15	0.45	1.09	0.58	0.92	0.60
$U(x_i)$	1.16	1.37	1.61	1.92	1.05	0.90	2.29	0.89	2.18	1.16	1.83	1.20

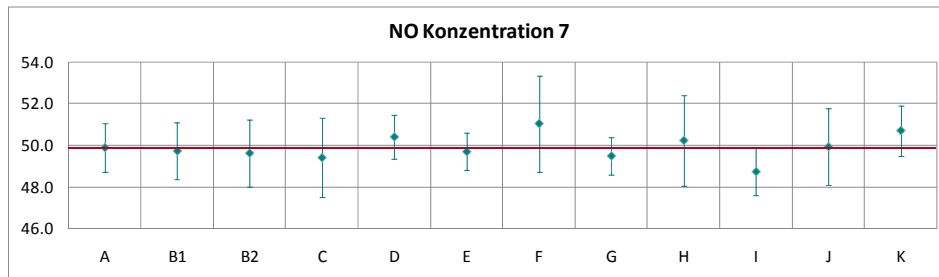


Abbildung 56: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 7 (in ppb).

Tabelle 32: Ergebnisse für NO bei Konzentration 8.

Parameter: NO, Konzentration 8 $x^* = 24,2$ $s^* = 0,51$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	24.8	24.0	24.1	24.2	24.8	24.3	26.8	23.7	24.6	23.9	23.0	24.9	
$x_{i,2}$	24.7	23.9	24.1	24.1	24.8	24.3	27.0	23.6	24.3	23.9	22.9	24.8	
$x_{i,3}$	24.6	24.0	24.1	24.1	24.8	24.2	27.1	23.6	24.4	23.8	22.8	24.8	
X_i	24.7	24.0	24.1	24.1	24.8	24.3	27.0	23.6	24.4	23.9	22.9	24.8	
S_i	0.09	0.06	0.00	0.04	0.00	0.06	0.15	0.06	0.15	0.07	0.10	0.06	
$u(x_i)$	0.38	0.33	0.39	0.63	0.37	0.22	0.59	0.22	1.09	0.38	0.92	0.34	
$U(x_i)$	0.76	0.66	0.78	1.26	0.75	0.44	1.18	0.44	2.18	0.76	1.83	0.68	

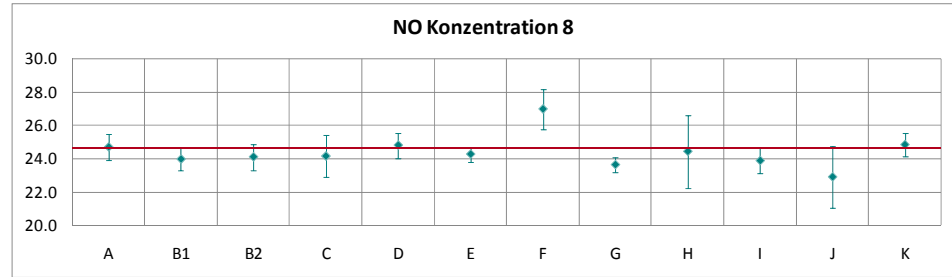


Abbildung 57: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 8 (in ppb).

Tabelle 33: Ergebnisse für NO bei Konzentration 9.

Parameter: NO, Konzentration 9 $x^* = 25,1$ $s^* = 0,42$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	25.1	24.8	24.8	24.9	25.6	24.9	25.8	24.5	25.2	24.7	24.9	25.8	
$x_{i,2}$	25.0	24.9	24.7	24.9	25.6	24.8	25.7	24.5	25.2	24.7	24.9	25.6	
$x_{i,3}$	25.1	25.0	24.9	25.0	25.6	24.8	25.4	24.5	25.3	24.6	25.0	25.7	
X_i	25.0	24.9	24.8	24.9	25.6	24.8	25.6	24.5	25.2	24.7	24.9	25.7	
S_i	0.06	0.10	0.10	0.04	0.00	0.06	0.21	0.00	0.06	0.06	0.06	0.10	
$u(x_i)$	0.39	0.34	0.40	0.63	0.34	0.23	0.59	0.22	1.08	0.39	0.91	0.42	
$U(x_i)$	0.77	0.69	0.81	1.26	0.69	0.46	1.19	0.44	2.16	0.77	1.83	0.83	

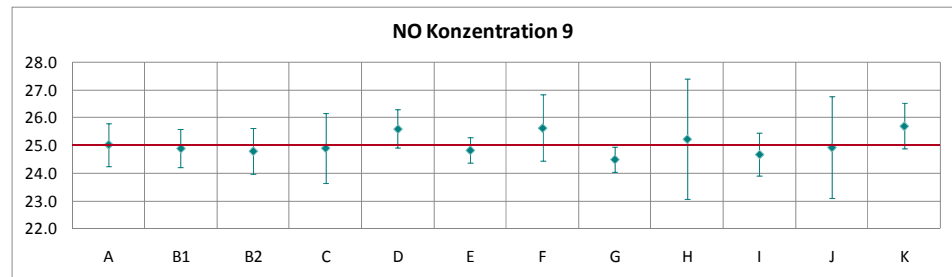


Abbildung 58: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 9 (in ppb).

Tabelle 34: Ergebnisse für NO bei Konzentration 10.

Parameter: NO, Konzentration 10 $x^* = 8,7$ $s^* = 0,30$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	8.9	8.5	8.6	8.8	8.8	8.6	10.9	7.9	8.8	8.7	7.7	9.2
$x_{i,2}$	9.0	8.5	8.6	8.7	8.8	8.6	11.0	7.9	8.8	8.7	7.7	9.2
$x_{i,3}$	8.8	8.4	8.5	8.8	8.8	8.6	11.1	7.9	8.7	8.7	7.8	9.1
X_i	8.9	8.5	8.6	8.8	8.8	8.6	11.0	7.9	8.8	8.7	7.7	9.2
S_i	0.09	0.06	0.06	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.06	0.02	0.06	0.06
$u(x_i)$	0.30	0.12	0.14	0.36	0.24	0.81	0.28	0.07	1.05	0.30	0.92	0.32
$U(x_i)$	0.61	0.23	0.28	0.72	0.47	1.62	0.56	0.14	2.10	0.61	1.83	0.63

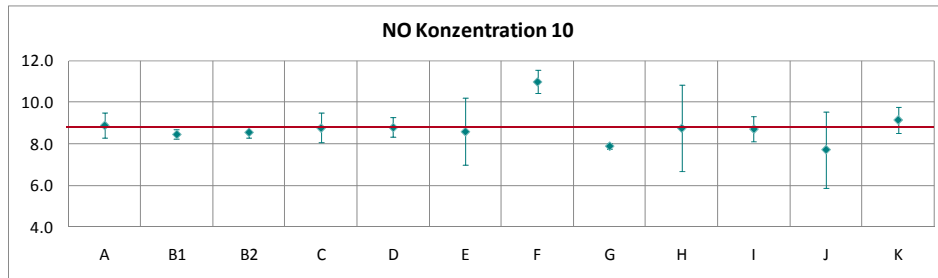


Abbildung 59: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO-Konzentration 10 (in ppb).

Ergebnisse für NO₂

Tabelle 35: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration Null (Nullgas).

Parameter: NO₂, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,1$ $s^* = 0,15$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	-0.2	0.4	0.2	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.1	0.0
$u(x_i)$	0.63	0.51	0.52	0.08	0.27	0.53	0.09	0.03	0.30	0.53	0.92	0.50
$U(x_i)$	1.26	1.03	1.03	0.16	0.54	1.06	0.18	0.06	0.60	1.07	1.85	1.00

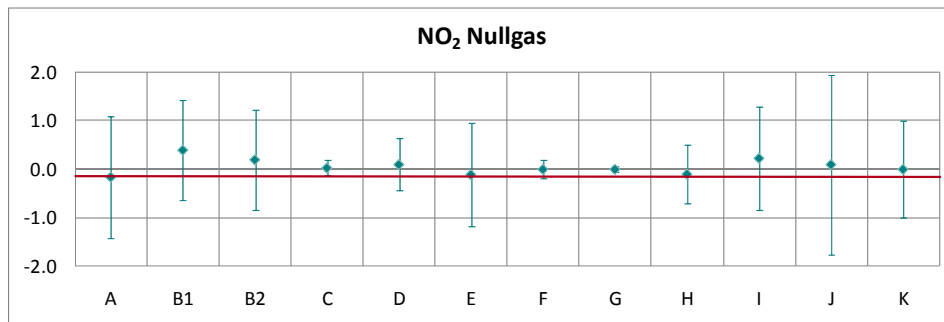


Abbildung 60: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Nullgas (in ppb).

Tabelle 36: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 1.

Parameter: NO₂, Konzentration 1 $x^* = 1,7$ $s^* = 1,73$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	4.0	1.4	0.0	0.2	2.0	-0.6	0.6	3.2	2.3	3.8	1.8	3.3	
$x_{i,2}$	4.2	1.5	0.0	0.4	2.4	-0.5	0.0	3.2	2.3	4.2	1.7	3.4	
$x_{i,3}$	4.3	1.6	0.0	0.1	2.5	-0.4	1.0	3.2	2.6	4.4	1.6	3.5	
X_i	4.1	1.5	0.0	0.2	2.3	-0.5	0.5	3.2	2.4	4.1	1.7	3.4	
S_i	0.17	0.10	0.00	0.18	0.26	0.09	0.50	0.00	0.17	0.29	0.10	0.10	
$u(x_i)$	0.58	0.51	0.52	0.50	0.25	0.53	1.24	0.04	1.22	0.49	0.98	0.40	
$U(x_i)$	1.16	1.03	1.03	1.00	0.51	1.06	2.47	0.08	2.44	0.97	1.97	0.80	

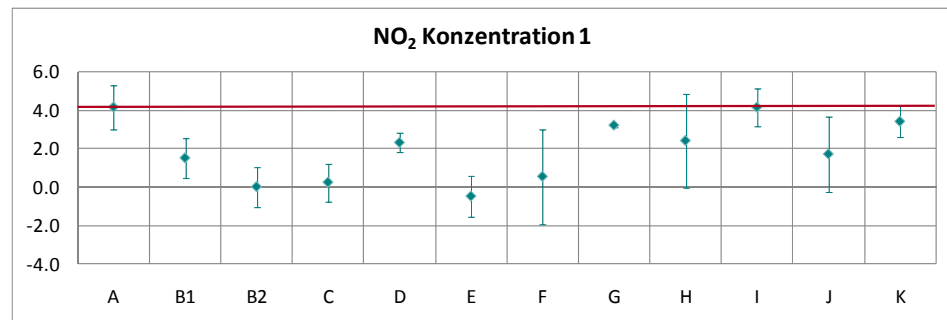


Abbildung 61: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 1 (in ppb).

Tabelle 37: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 2.

Parameter: NO₂, Konzentration 2 $x^* = 231,0$ $s^* = 5,28$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	226.1	233.4	229.5	224.2	233.2	226.6	222.1	232.0	230.7	225.0	235.6	234.5	
$x_{i,2}$	227.9	235.3	231.0	225.3	235.0	228.3	223.1	233.6	232.3	226.9	237.4	236.3	
$x_{i,3}$	228.2	236.1	231.5	225.2	235.0	229.2	224.0	233.9	233.4	227.7	238.1	237.1	
X_i	227.4	234.9	230.7	224.9	234.4	228.0	223.1	233.2	232.1	226.5	237.0	236.0	
S_i	1.11	1.39	1.04	0.59	1.04	1.32	0.95	1.02	1.36	1.39	1.29	1.33	
$u(x_i)$	3.24	3.23	3.75	2.95	2.58	2.40	4.81	2.32	2.50	2.62	1.53	2.69	
$U(x_i)$	6.48	6.46	7.50	5.91	5.15	4.80	9.63	4.64	5.00	5.23	3.06	5.38	

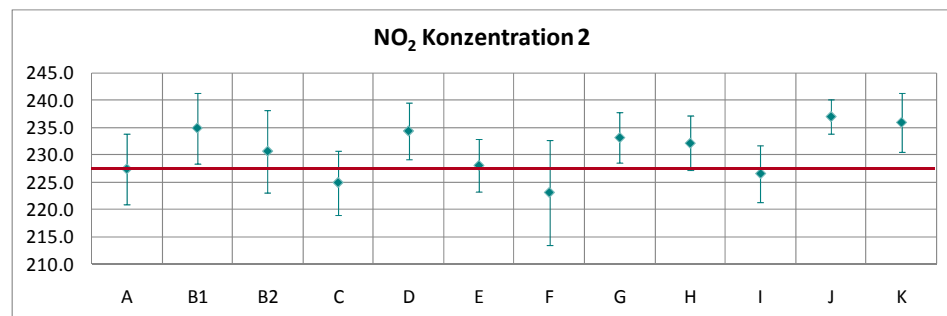


Abbildung 62: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 2 (in ppb).

Tabelle 38: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 3.

Parameter: NO₂, Konzentration 3 $x^* = 0,9$ $s^* = 1,00$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	2.2	1.3	0.5	-0.4	1.4	-0.3	0.0	1.5	1.3	2.8	0.8	1.5	
$x_{i,2}$	2.1	1.1	0.5	-0.7	1.5	-0.2	0.0	1.3	1.1	2.6	0.9	1.5	
$x_{i,3}$	2.0	1.1	0.5	-0.7	1.4	-0.3	0.0	1.4	1.2	2.5	0.7	1.5	
X_i	2.1	1.2	0.5	-0.6	1.4	-0.3	0.0	1.4	1.2	2.6	0.8	1.5	
S_i	0.12	0.12	0.00	0.12	0.06	0.05	0.00	0.10	0.10	0.12	0.10	0.00	
$u(x_i)$	0.66	0.51	0.52	0.12	0.23	0.53	0.75	0.11	1.12	0.39	0.93	0.40	
$U(x_i)$	1.32	1.03	1.03	0.25	0.46	1.06	1.49	0.21	2.24	0.78	1.86	0.80	

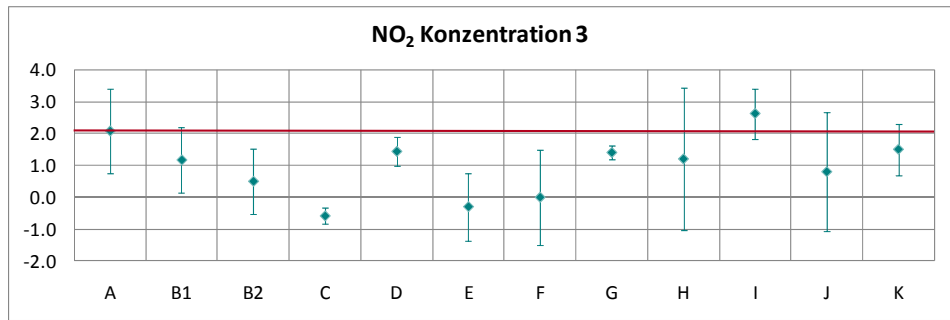


Abbildung 63: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 3 (in ppb).

Tabelle 39: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 4.

Parameter: NO₂, Konzentration 4 $x^* = 105,4$ $s^* = 2,44$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	104.1	107.2	104.9	102.1	107.2	103.8	100.2	106.2	105.7	103.6	107.5	107.2	
$x_{i,2}$	104.3	107.5	105.1	102.4	107.4	104.1	99.7	106.6	105.9	103.9	107.8	107.4	
$x_{i,3}$	104.5	107.7	105.4	102.5	107.3	104.3	99.2	106.9	106.0	104.1	108.0	107.7	
X_i	104.3	107.5	105.1	102.3	107.3	104.1	99.7	106.6	105.9	103.9	107.8	107.4	
S_i	0.21	0.25	0.25	0.21	0.10	0.25	0.50	0.35	0.15	0.25	0.25	0.25	
$u(x_i)$	1.19	1.48	1.71	1.62	1.03	1.41	3.23	1.09	1.18	1.12	0.95	1.24	
$U(x_i)$	2.37	2.95	3.42	3.25	2.05	2.82	6.46	2.17	2.36	2.24	1.90	2.48	

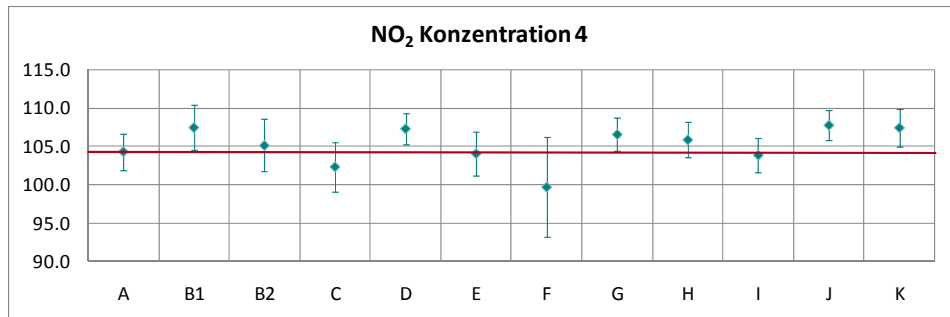


Abbildung 64: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 4 (in ppb).

Tabelle 40: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 5.

Parameter: NO₂, Konzentration 5 $x^* = 0,3$ $s^* = 0,45$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	0.8	0.8	0.2	-0.5	0.5	-0.2	0.0	0.6	0.5	1.4	0.4	0.4	
$x_{i,2}$	0.6	0.6	0.2	-0.6	0.6	-0.3	0.0	0.6	0.4	1.5	0.3	0.3	
$x_{i,3}$	0.7	0.7	0.2	-0.5	0.7	-0.2	0.0	0.5	0.3	1.2	0.5	0.3	
X_i	0.7	0.7	0.2	-0.5	0.6	-0.2	0.0	0.6	0.4	1.4	0.4	0.3	
S_i	0.10	0.10	0.00	0.05	0.10	0.05	0.00	0.06	0.10	0.12	0.10	0.06	
$u(x_i)$	0.57	0.51	0.52	0.05	0.20	0.53	0.52	0.07	1.09	0.35	0.93	0.30	
$U(x_i)$	1.14	1.03	1.03	0.10	0.41	1.06	1.04	0.13	2.18	0.69	1.86	0.60	

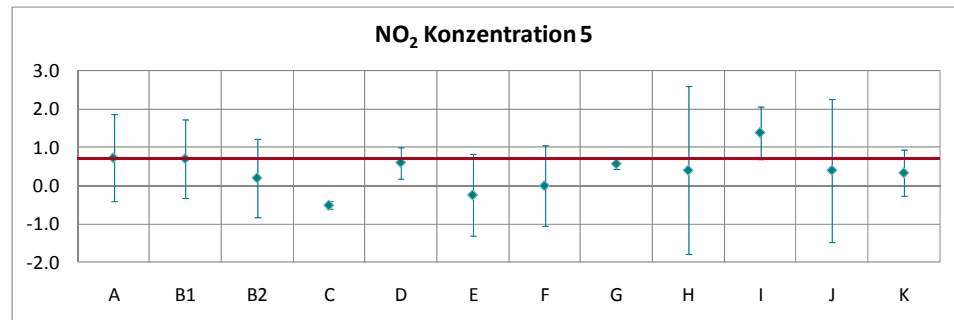


Abbildung 65: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 5 (in ppb).

Tabelle 41: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 6.

Parameter: NO₂, Konzentration 6 $x^* = 49,0$ $s^* = 1,04$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	48.9	50.1	48.8	47.3	49.7	48.3	45.0	49.4	49.0	48.5	50.0	49.5	
$x_{i,2}$	48.5	50.2	49.0	47.6	49.7	48.4	45.1	49.8	49.2	48.5	50.3	49.7	
$x_{i,3}$	48.6	50.1	49.0	47.5	49.6	48.4	44.9	49.6	49.2	48.6	50.2	49.7	
X_i	48.7	50.1	48.9	47.5	49.7	48.4	45.0	49.6	49.1	48.5	50.2	49.6	
S_i	0.21	0.06	0.12	0.16	0.06	0.06	0.10	0.20	0.12	0.05	0.15	0.12	
$u(x_i)$	0.70	0.69	0.79	0.99	0.51	0.68	1.06	0.49	1.10	0.59	0.92	0.63	
$U(x_i)$	1.16	1.37	1.61	1.92	1.05	0.90	2.29	0.89	2.18	1.16	1.83	1.20	

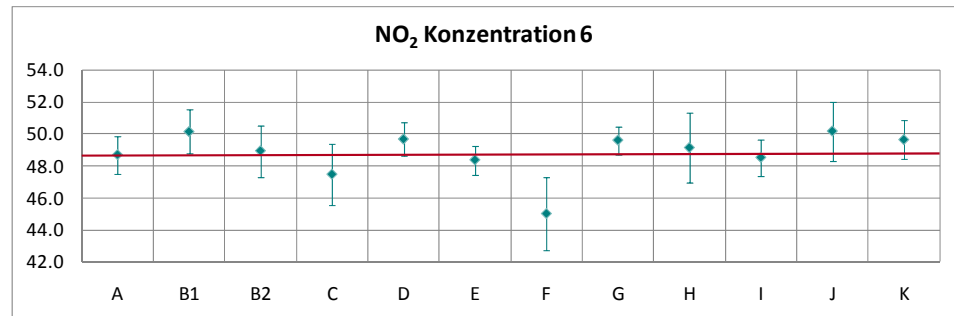


Abbildung 66: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 6 (in ppb).

Tabelle 42: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 7.

Parameter: NO₂, Konzentration 7 $x^* = 0,1$ $s^* = 0,31$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	0.3	0.6	0.1	-0.4	0.3	-0.2	0.0	0.2	0.1	0.7	0.1	0.0
$x_{i,2}$	0.1	0.5	0.1	-0.4	0.3	-0.2	0.0	0.2	0.1	0.8	0.0	0.0
$x_{i,3}$	0.1	0.5	0.1	-0.5	0.4	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0
X_i	0.2	0.5	0.1	-0.4	0.3	-0.2	0.0	0.2	0.1	0.7	0.0	0.0
S_i	0.09	0.06	0.00	0.06	0.06	0.06	0.00	0.00	0.06	0.07	0.06	0.00
$u(x_i)$	0.75	0.51	0.52	0.06	0.12	0.53	0.33	0.03	1.08	0.60	0.92	0.30
$U(x_i)$	1.51	1.03	1.03	0.12	0.23	1.06	0.66	0.06	2.16	1.21	1.83	0.60

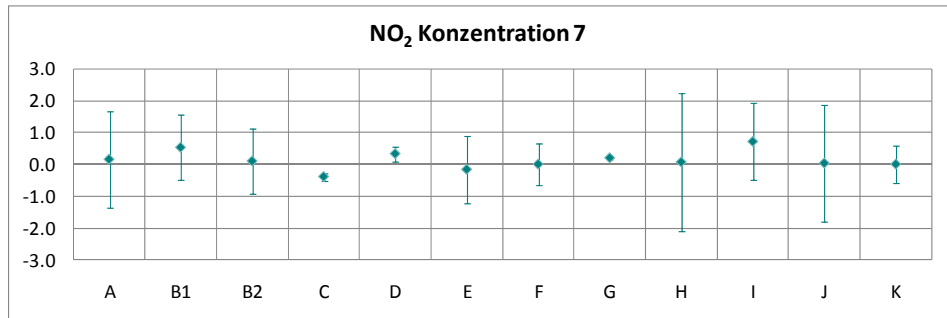


Abbildung 67: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die NO₂-Konzentration 7 (in ppb).

Tabelle 43: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 8.

Parameter: NO₂, Konzentration 8 $x^* = 25,6$ $s^* = 0,64$

	Teilnehmer											
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$x_{i,1}$	25.3	26.4	25.6	24.7	26.1	25.3	22.9	25.9	25.4	25.4	26.1	25.7
$x_{i,2}$	25.2	26.4	25.7	24.8	26.1	25.2	22.6	26.0	25.6	25.5	26.3	25.8
$x_{i,3}$	25.3	26.5	25.7	24.8	26.1	25.3	22.9	26.1	25.7	25.5	26.3	25.9
X_i	25.3	26.4	25.7	24.8	26.1	25.3	22.8	26.0	25.6	25.4	26.2	25.8
S_i	0.07	0.06	0.06	0.07	0.00	0.06	0.17	0.10	0.15	0.06	0.12	0.10
$u(x_i)$	0.55	0.36	0.42	0.66	0.34	0.57	0.55	0.26	1.09	0.40	0.92	0.42
$U(x_i)$	1.10	0.73	0.83	1.33	0.69	1.14	1.10	0.51	2.18	0.79	1.84	0.83

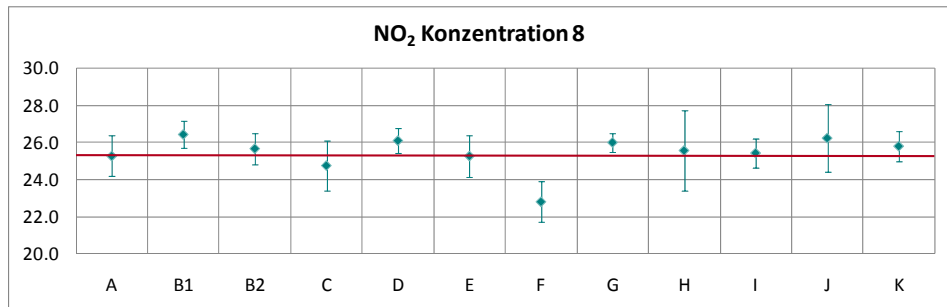


Abbildung 68: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 8 (in ppb).

Tabelle 44: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 9.

Parameter: NO₂, Konzentration 9 $x^* = 0,0$ $s^* = 0,22$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	-0.2	0.3	0.1	-0.3	0.2	-0.2	0.0	0.0	-0.2	0.4	0.0	0.0	
$x_{i,2}$	0.0	0.3	0.1	-0.3	0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.2	0.4	0.0	0.0	
$x_{i,3}$	-0.1	0.3	0.1	-0.3	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.3	0.4	-0.1	0.0	
X_i	-0.1	0.3	0.1	-0.3	0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.2	0.4	0.0	0.0	
S_i	0.06	0.00	0.00	0.01	0.06	0.06	0.00	0.06	0.06	0.02	0.06	0.00	
$u(x_i)$	0.74	0.51	0.52	0.01	0.15	0.53	0.27	0.07	1.06	0.59	0.92	0.30	
$U(x_i)$	1.49	1.03	1.03	0.02	0.31	1.06	0.53	0.13	2.12	1.18	1.84	0.60	

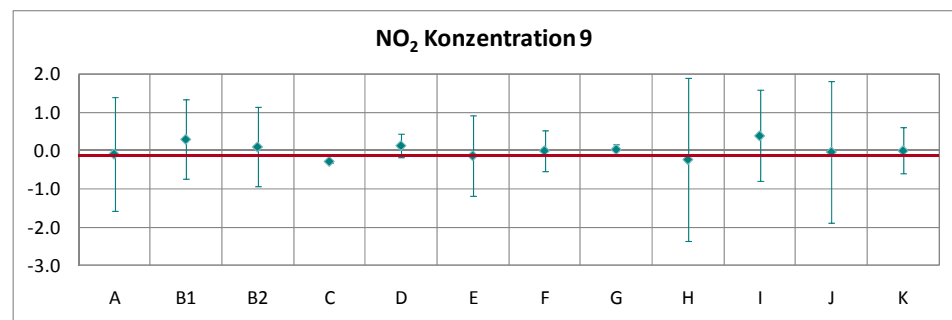


Abbildung 69: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 9 (in ppb).

Tabelle 45: Ergebnisse für NO₂ bei Konzentration 10.

Parameter: NO₂, Konzentration 10 $x^* = 16,3$ $s^* = 0,40$

	Teilnehmer												
	A	B1	B2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
$x_{i,1}$	16.0	16.9	16.4	15.7	16.2	16.1	14.0	16.5	16.2	16.2	16.7	16.0	
$x_{i,2}$	16.0	16.9	16.4	15.7	16.7	16.0	13.9	16.6	16.3	16.2	16.8	16.3	
$x_{i,3}$	16.0	16.9	16.4	15.8	16.2	16.1	13.8	16.5	16.3	16.2	16.6	16.3	
X_i	16.0	16.9	16.4	15.7	16.4	16.1	13.9	16.5	16.3	16.2	16.7	16.2	
S_i	0.03	0.00	0.00	0.07	0.29	0.06	0.10	0.06	0.06	0.03	0.10	0.17	
$u(x_i)$	0.50	0.23	0.27	0.51	0.27	0.54	0.33	0.02	1.08	0.33	0.92	0.44	
$U(x_i)$	1.00	0.46	0.53	1.02	0.55	1.09	0.67	0.32	2.16	0.65	1.84	0.88	

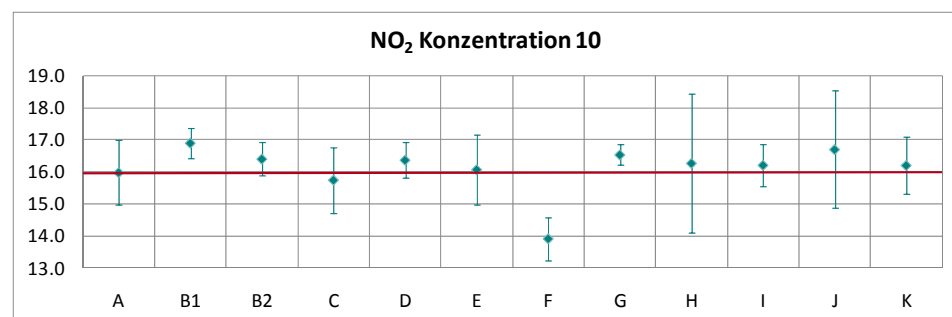


Abbildung 70: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für NO₂-Konzentration 10 (in ppb).

ANHANG C FRAGEBÖGEN ZUM RINGVERSUCH

Die Fragebögen, die vor dem Ringversuch von jedem Teilnehmer/jeder Teilnehmerin zwecks Dokumentation der eingesetzten Messgeräte und Kalibriermittel ausgefüllt wurden, sind nachfolgend wiedergegeben.

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Landesagentur für Umwelt Bozen (LfU Bozen)

Namen der Teilnehmer: Kerschbaumer Günther, Vigl Oswald

Kontakt:

Labor für physikalische Chemie Abt. 29.8
Amba Alagi Straße 5
39100 Bozen (Italien)

Telefonnummer: 0039-0471-417144 und 0039-0471-417169

E-mail: guenther.kerschbaumer@provinz.bz.it
oswald.vigl@provinz.bz.it

Rechnungsanschrift:

Verwaltungsamt für Umweltschutz 29.10
Amba Alagi Straße 35
39100 Bozen (Italien)

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	Gasflasche 817 ppb NO in N 2
Erweiterte Unsicherheit (U)	2 % Rückf. auf VSL PRM
Hersteller	Air Liquide, Werk Krefeld/Gelep (D)
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	keine

Verwendetes Nullgas: Nullluftpatrone (Silikagel, Purafil, AK)

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA 360, s.n 307002, APNA 370, s.n U6AGGWFS

Baujahr: 2003 bzw. 2009

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2: Zero/Span

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: ansatzweise

2. O₃**2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Hersteller: Gerät kommt direkt aus Messstelle und wurde keiner Span-Kalibrierung unterzogen

Modell:

Baujahr:

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

Verwendetes Nullgas: Nullluftpatrone (Silikagel, Purafil, AK)

2.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo

Modell: Thermo 49i s.n.0620817664

Baujahr: 2008

2.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 1 (Nur Zero)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:

3. SO₂

3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	Gasflasche
Erweiterte Unsicherheit (U)	5 % (laut Hersteller) / 2 % Rückf. auf VSL PRM
Hersteller	Messer Italia S.p.A.
Konzentration zertifiziert durch	Messer / LfU Bozen – Rückf. auf VSL PRM
Verdünnungsmethode	keine

Verwendetes Nullgas: Nullluftpatrone (Silikagel, Purafil, AK)

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo

Modell: Thermo 43i TLE

Baujahr: 2008

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2: Zero/Span

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:

4. CO**4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	CO 15 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	5 % (laut Hersteller) / 1 % Rückf. auf VSL PRM
Hersteller	Air Liquide, Werk Krefeld/Gelep (D)
Konzentration zertifiziert durch	Air Liquide / Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	keine

Verwendetes Nullgas: Nullluftpatrone (Silikagel, Purafil, AK)

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: Horiba APMA 370

Baujahr: 2009

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2: Zero/Span

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Umweltbundesamt GmbH

Name des Teilnehmers: Franz Zimmerl

Kontakt:

Telefonnummer: 01/31304-5859

E-mail: franz.zimmerl@umweltbundesamt.at

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	NO 168,5 ppb NO _x 168,8 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	2 %
Hersteller	Air Liquide
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wolf
Verdünnungsmethode	nein

Verwendetes Nullgas: NG-Patrone

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API 200EU

Modell: #123

Baujahr: 2008

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte:2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Wolf 2010

2. O₃

2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Hersteller: Thermo

Modell: TEI49CTL #65500-248

Baujahr:

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

Verwendetes Nullgas: Transfer-Nullgas

2.5. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: Thermo

Modell:TEI 49i #CM09400079

Baujahr: 2009

Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Wolf 2010

3. SO₂**3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	127,5 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	2 %
Hersteller	Air Liquide
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wolf
Verdünnungsmethode	nein

Verwendetes Nullgas: NG-Patrone

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo

Modell: TEI 43i #0835433469

Baujahr: 2009

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Wolf 2010

4. CO

4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	
Erweiterte Unsicherheit (U)	
Hersteller	
Konzentration zertifiziert durch	
Verdünnungsmethode	

Verwendetes Nullgas:

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?		
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?		

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller:

Modell:

Baujahr:

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte:

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Kärntner Landesregierung

Name des Teilnehmers: Ing. Franz Hohenwarter

Kontakt: Ing. Franz Hohenwarter

Telefonnummer: 0043-664-053631553

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

Rechnungsanschrift:

Amt der Kärntner Landesregierung
 Abteilung 15 Umwelt
 Ökologie und Umweltdaten
 QS-LGMK
 Flatschacher Straße 70
 9020 Klagenfurt am Wörthersee

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	524
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt
Verdünnungsmethode	Flasche

Verwendetes Nullgas: Pumpe mit Vorlagen integriert (Silikagel/Aktivkohle, Natronkalk, Molekularsieb).

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: TE 42 I

Baujahr:2006

1.4. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorlage Umweltbundesamt

2. O₃**2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: TE 49 Cps

Baujahr:2000

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	ja	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	nein	

Verwendetes Nullgas: Vorlagen Pumpe

2.6. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: TE 49 I

Baujahr: 2006

2.7. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte:2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorlage Umweltbundesamt

3. SO₂

3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	143 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	MCZ
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt
Verdünnungsmethode	Flasche

Verwendetes Nullgas:

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	ja	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	nein	

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: 43i

Baujahr: 2006

3.4. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorlage Umweltbundesamt

4. CO**4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	34,28
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	MCZ
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt
Verdünnungsmethode	Flasche

Verwendetes Nullgas: Vorlagen Mit Pumpe

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	ja	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	nein	

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: TE 48i

Baujahr: 2006

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte:2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorlage Umweltbundesamt

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. Waldschutz / Fb. Luftgüte

Namen der Teilnehmer: Thomas Oberhauser, Andreas Pöllmann

Kontakt: Luftgüte – Messdienst / Langer Weg 27 / 6020 Innsbruck

Telefonnummer: 0676-885084621

E-mail: andreas.poellmann@tirol.gv.at

Rechnungsanschrift:

Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Waldschutz
Fachbereich Luftgüte
Bürgerstraße 36
6020 Innsbruck

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	608 ppb NO / 1 ppb NO ₂
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Fa. Horiba (Flasche: Fa. Linde)
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien 09.02.2010
Verdünnungsmethode	TMD

Verwendetes Nullgas: Silikagel – Molekularsieb – Natronkalk – Aktivkohle

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	v/n	
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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA 370

Baujahr: 2009

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 (Null-, Endpunkt)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Weihnachts-
(messunsicherheits)stellen nach Wolf (2010)

2. O₃

2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Hersteller: Thermo

Modell: TE 42 iPS

Baujahr: 2006

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	v/n	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?		x

Verwendetes Nullgas: Silicagel – Molecularsieb – Natronkalk – Aktivkohle

2.8. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: Teledyne Instruments

Modell: API 400 E

Baujahr: 2008

2.9. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 (Null-Endpunkt)

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Weihnachts(messunsicherheits)stollen nach Wolf (2010)

3. SO₂**3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	150 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	CMK (Permeation)
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien 20.07.2010
Verdünnungsmethode	TMD

Verwendetes Nullgas:

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	v/n	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?		x

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet

Hersteller: Horiba

Modell: APSA 360

Baujahr: 1999

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 (Null- Endpunkt)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Weihnachts-
(messunsicherheits)stollen nach Wolf (2010)

4. CO

4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	8,6 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	CMK (Flasche: Linde)
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien 20.07.2010
Verdünnungsmethode	TMD

Verwendetes Nullgas: Hopcalite

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Teledyne Instruments

Modell: API 300E

Baujahr: 2007

4.4. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 (Null-Endpunkt)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Weihnachts- (messunsicherheits)stollen nach Wolf (2010)

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Land Salzburg

Name des Teilnehmers: Ing. Paul Göldner

Kontakt: Ing. Paul Göldner

Telefonnummern: 0664-8920843 und 0662-8042-4178

email: paul.goeldner@salzburg.gv.at

Rechnungsanschrift:

Land Salzburg
 Umweltschutz
 Abt.: 1602 Immissionsschutz
 Ulrich-Schreierstrasse 18
 5010 Salzburg

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	NO: 611 ppb, NO _x : 611,5 ppb
Erweiterte Unsicherheit (Uc, rel)	4 %
Hersteller	SIAD
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Keine

Verwendetes Nullgas: Nullluftkoffer 2, abgeglichen am 25.10.2010

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: API

Modell: 200E, #2405

Baujahr: 2008

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 Punkt

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorgaben
Umweltbundesamt

2. O₃**2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt:**

Hersteller: API

Modell: 703E, #164

Baujahr: 2008

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

Verwendetes Nullgas: über Kalibrator API 703E #164

2.10. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: API

Modell: 400E, #1791

Baujahr: 2008

2.11. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 Punkt

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorgaben Umweltbundesamt

3. SO₂

3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	169 ppb
Erweiterte Unsicherheit (Uc, rel)	4 %
Hersteller	Air Liquide
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Keine

Verwendetes Nullgas: Nullluftkoffer 2, abgeglichen am 25.10.2010

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APSA 360, #408066600223

Baujahr: 2000

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 Punkt

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorgaben Umweltbundesamt

4. CO**4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	15,80 ppb
Erweiterte Unsicherheit (Uc, rel)	4 %
Hersteller	SIAD
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Keine

Verwendetes Nullgas: Nullluftkoffer 2, abgeglichen am 25.10.2010

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APMA 360, #007008

Baujahr: 2000

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 Punkt

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorgaben Umweltbundesamt

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der steiermärkischen Landesregierung

Namen der Teilnehmer: Hr. Gerhard Schrempf, Hr. Martin Tantscher

Kontakt: w.o.

Telefonnummer: 0676-86660115 und 0676-86660311

E-mail: gerhard.schrempf@stmk.gv.at,
martin.tantscher@stmk.gv.at

Rechnungsanschrift:

Amt der steiermärkischen Landesregierung,
Fachabteilung 17C,
Landhausgasse 7
8010 Graz

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	NO: 682 ppb; NO _x : 684 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	MCZ GmbH
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Digitale Massendurchflussregler

Verwendetes Nullgas: Aktivkohle, Purafill, Silicagel-Trocknung

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo

Modell: 42i

Baujahr: 2007

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: zwei (2)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: gemäß Protokoll der QS-Sitzung vom 30.11.2010

2. O₃

2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Hersteller: Thermo

Modell: 49 CPS SN 76921-384

Baujahr: 2003

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

Verwendetes Nullgas: Aktivkohle, Purafill, Silicagel-Trocknung

2.12. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: HORIBA

Modell: APOA 370E

Baujahr: 2009

2.13. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: zwei (2)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: gemäß Protokoll der QS-Sitzung vom 30.11.2010

3. SO₂**3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	282,5 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Air Liquide
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Keine da ppb-Gas (SO ₂ in synth. Luft)

Verwendetes Nullgas: Aktivkohle, Purafill, Silicagel-Trocknung

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APSA 370E

Baujahr: 2008

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: zwei (2)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: gemäß Protokoll der QS-Sitzung vom 30.11.2010

4. CO

4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	34,91 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	MCZ GmbH
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Digitaler Massendurchflussregler

Verwendetes Nullgas: Aktivkohle, Purafill, Silicagel-Trocknung, CO-Scrubber (Typ Horiba)

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APMA 370E

Baujahr: 2009

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: zwei (2)

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: gemäß Protokoll der QS-Sitzung vom 30.11.2010

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO**29. November bis 3. Dezember 2010****Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards****Organisation:** MA22 Wiener Umweltschutzabteilung**Name der Teilnehmerin:** Ing. Christina Kellner**Kontakt:** 0676-8118-73777**Telefonnummer:** 0676-8118-73777**E-mail:** christina.kellner@wien.gv.at**Rechnungsanschrift:**

Wiener Umweltschutzabteilung MA22

Wolfganggasse 58–60 4.Stock

1120 Wien

1. NO/NO₂**1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	865 ppb/872,2 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Horiba Transferstandard/Messer
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	ja

Verwendetes Nullgas: interne Nullluft

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA 370

Baujahr: 2009

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $u_i = \text{Wurzel}(u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_{\text{r}}^2)$

2. O₃

2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Hersteller: Thermo

Modell: i-PS

Baujahr: 2009

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

Verwendetes Nullgas: Nullluftkoffer SMK

2.14. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: Horiba

Modell: APOA 360

Baujahr: 1999

2.15. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $u_i = \text{Wurzel}(u^2_{\text{kal}} + u^2_{\text{lin}} + u^2_r)$

3. SO₂

3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	138,9 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	ja

Verwendetes Nullgas: interne Nullluft

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APSA 360

Baujahr: 1998

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $u_i = \text{Wurzel}(u_{\text{kal}}^2 + u_{\text{lin}}^2 + u_{\text{r}}^2)$

4. CO**4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	23,17 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	ja

Verwendetes Nullgas: interne Nullluft

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APMA 370

Baujahr: 2008

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $u_i = \text{Wurzel}(u^2_{\text{kal}} + u^2_{\text{lin}} + u^2_{\text{r}})$

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Burgenländischen Landesregierung

Name des Teilnehmers: Michael Feracsak

Kontakt:

Telefonnummer: 02682-600-2835 und 0664-612-4785

E-mail: michael.feracsak@luft-bgld.at

Rechnungsanschrift:

Amt der Burgenländischen Landesregierung
Abteilung 5, Hauptreferat III – Natur- und Umweltschutz
Referat 2 Umweltschutz (Luftgüteüberwachung)
Europaplatz 1
7000 Eisenstadt

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	103, 194, 592, 961, 205
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8
Hersteller	Horiba, Linde-Gas
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	ja

Verwendetes Nullgas: Natronkalk-, Molekularsieb-, Aktivkohle-, Silikagelvorlagen

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA 360

Baujahr: 1999

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte:4

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Anleitung Umweltbundesamt (Wolf)

2. O₃

2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Hersteller: Thermo

Modell: 49C PS

Baujahr: 1999

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

Verwendetes Nullgas: Natronkalk-, Molekularsieb-, Aktivkohle-, Silikagelvorlagen

2.16. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: Thermo

Modell: 49C

Baujahr: 2005

2.17. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 4, LOF

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Anleitung-Umweltbundesamt (Wolf)

3. SO₂

3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	72, 137, 251, 305, 201, 164
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8
Hersteller	HORIBA, Linde-Gas
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Permeation, Gasflasche

Verwendetes Nullgas: Natronkalk-, Molekularsieb-, Aktivkohle-, Silikagelvorlagen

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APSA 360

Baujahr: 1999

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 4

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Anleitung-Umweltbundesamt (Wolf)

4. CO

4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	72, 53, 33, 19
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8
Hersteller	Horiba, Linde Gas
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	ja

Verwendetes Nullgas: Natronkalk-, Molekularsieb-, Aktivkohle-, Silikagelvorlagen

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APMA 360

Baujahr: 1997

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 4

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Anleitung-Umweltbundesamt (Wolf)

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO**29. November bis 3. Dezember 2010****Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards****Organisation:** Amt der NÖ Landesregierung**Namen der Teilnehmer:** Ing. Stefan Haslinger, Manfred Messinger**Kontakt:** Schwartzstraße 50, 2500 Baden**Telefonnummer:** 0664-4460801**E-mail:** stefan.haslinger@noel.gv.at**Rechnungsanschrift:**

Amt der NÖ Landesregierung
 BD4 Referat Luftgüteüberwachung
 Schwartzstraße 50
 2500 Baden

1. NO/NO₂**1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	470 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 % (k = 2)
Hersteller	Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Feb. 2010
Verdünnungsmethode	Kalibrator mit 200 ppm Flasche

Verwendetes Nullgas: interne Vorlagenbehälter Kalibrator

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APNA 370 MDK7MOVJ

Baujahr: 2008

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $U = 2 \text{ mal Wurzel } (0,01^2 \text{ mal } x^2 + 0,005^2 \text{ mal } x^2 + \text{Std}^2)$

2. O₃**2.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Hersteller: Thermo

Modell: 49 CPS Mobil 331

Baujahr: 2005

2.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

Verwendetes Nullgas: Vorlagenbehälter Kalibrator

2.18. Welcher Analysator wurde verwendet:

Hersteller: Horiba

Modell: APOA 370 H000F72T

Baujahr: 2006

2.19. Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: lt. Formel Kalibrierzertifikat Umweltbundesamt Feb. 2011

3. SO₂

3.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	231 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 % (k = 2)
Hersteller	Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Sept. 2010
Verdünnungsmethode	Permeation

Verwendetes Nullgas: Vorlagenbehälter Kalibrator

3.2. Vorgehen beim Ringversuch

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

3.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APSA 360 213003

Baujahr: 2002

3.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $U = 2 \text{ mal Wurzel } (0,01^2 \text{ mal } x^2 + 0,005^2 \text{ mal } x^2 + \text{Std}^2)$

4. CO**4.1. Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	
Erweiterte Unsicherheit (U)	
Hersteller	
Konzentration zertifiziert durch	
Verdünnungsmethode	

Verwendetes Nullgas:

4.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?		
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?		

4.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller:

Modell:

Baujahr:

4.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte:

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

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse:

Ringversuch für NO/NO₂, O₃, SO₂ und CO

29. November bis 3. Dezember 2010

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: NUA Umweltanalytik GmbH

Namen der Teilnehmer: Weinzettl

Kontakt: Weinzettl

Telefonnummer: 0664-2123204

E-mail: gerhard.weinzettl@nua.co.at

Rechnungsanschrift:

NUA Umweltanalytik GmbH

2344 Ma. Enzersdorf

Südstadtzentrum 4

1. NO/NO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	ca. 800 ppb NO
Erweiterte Unsicherheit (U)	2 %
Hersteller	Siad
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	ja

Verwendetes Nullgas: Horiba Standard, SK, Molsieb, Natronkalk

1.2. Vorgehen beim Ringversuch

	ja	nein
Kalibrierung des Messgerätes vor bzw. nach dem Ringversuch?	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

1.3. Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: ASGU 360

Baujahr: 2005

1.4. Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte:1

Art der Kalibrierfunktion (linear, nicht-linear, Eingabelung): lin.

Wie erfolgt die Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: lt Rezept v. Hrn A. Wolf

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04
Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Im Report „Ringversuch zur Immissionsmessung 2010“ sind die Resultate des ersten Ringversuchs in der neuen Anlage des Umweltbundesamt zusammengefasst. An diesem Ringversuch im Herbst 2010 nahmen 10 Betreiber von Immissionsmessstationen teil. Getestet wurde die Kompetenz bei der Messung von Ozon (O₃), Schwefeldioxid (SO₂) sowie der Stickoxide (NO und NO₂). Die Auswertungen erfolgten nach den Kriterien für die europäischen Luftgüterferenzlaboratorien. Die Ergebnisse aus der umfangreichen Testreihe liefern den Nachweis für die Messkompetenz der Messnetzbetreiber: Mehr als 88 % aller ausgewerteten Ergebnisse erfüllten alle Anforderungen mit der bestmöglichen Bewertung.

Das Umweltbundesamt betreibt seit Februar 2010 eine Ringversuchsanlage für Immissionsmessungen. Ringversuche werden in regelmäßigen Abständen durchgeführt.