

Ringversuch zur
Immissionsmessung 2012



Auswertung des Ringversuchs für CO und SO₂

RINGVERSUCH ZUR IMMISSIONSMESSUNG 2012

Auswertung des Ringversuchs für CO und SO₂

Marina Fröhlich
Nicole Klösch
Andreas Wolf

REPORT
REP-0497

Wien, 2014

Projektleitung

Marina Fröhlich

Durchführung des Ringversuchs

Marina Fröhlich

Michael Reisenhofer

Andreas Wolf

AutorInnen

Marina Fröhlich

Nicole Klösch

Andreas Wolf

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Manuela Kaitna

Umschlagbild

© 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, 2014

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-307-3

INHALT

	ZUSAMMENFASSUNG	5
	SUMMARY	6
1	EINLEITUNG	7
2	ABLAUF DES RINGVERSUCHS	8
3	KONZENTRATIONSVERLAUF	11
4	AUSWERTUNG DER DATEN	13
4.1	z-score Auswertung	13
4.2	E_n-Nummer Auswertung	16
4.3	Bias und Messunsicherheit	19
5	BEWERTUNG DER ERGEBNISSE	27
6	AUSBLICK	30
7	LITERATURVERZEICHNIS	31
	ANHANG A: VALIDIERUNG DER REFERENZWERTE	32
	ANHANG B: BERICHTETE WERTE	34
	ANHANG C: FRAGEBÖGEN ZUM RINGVERSUCH	55

ZUSAMMENFASSUNG

Im Oktober 2012 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. Es wurde der Ringversuch an der Ringanlage des Umweltbundesamtes für die Komponenten Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenstoffmonoxid (CO) durchgeführt.

Ringversuch zur Immissionsmessung

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 inter-comparison exercises“, AQUILA Dokument N37.

Auswerteverfahren

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.

Bewertungskriterien

Die Ergebnisse des Ringversuchs 2012 sind insgesamt zufriedenstellend und geben ein repräsentatives Bild vom Stand der Immissionsmesstechnik der TeilnehmerInnen.

Ergebnisse des Ringversuchs

Bei SO₂ wurden die vorgegebenen Leistungskriterien von allen Messgeräten, außer einem (Bewertung a3), bei allen Konzentrationen eingehalten. Für die Komponente CO hatten alle Messgeräte, außer zwei (Bewertung a3 und a5), die Bewertung a1 erhalten und wurden somit als vollkommend zufriedenstellend beurteilt.

Die Ergebnisse der teilnehmenden Organisationen bei CO mit Interferenzen sind sehr zufriedenstellend.

SUMMARY

interlaboratory comparison Middle of October 2012 the Umweltbundesamt, as national EU reference laboratory, organised an interlaboratory comparison for air quality network operators. The test was undertaken at the intercomparison facility of the Umweltbundesamt in Vienna for the pollutants sulphur dioxide (SO₂) and carbon monoxide (CO).

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 The results of evaluation in 2012 are all in all satisfactory and give a representative picture of the state-of-the art ambient air quality monitoring of all participants.

For SO₂ and CO almost all participants at all concentrations complied with the required performance criteria.

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 erheben z. B. zehn Messnetze Immissionsdaten – so sind die Anforderungen an die Daten, die Messnetze und die Qualitätssicherung ident zu den Anforderungen eines einzigen nationalen Messnetzes.

Ziele eines Ringversuchs

Vom 15. bis 19. Oktober 2012 wurden die Messsysteme der zehn teilnehmenden Organisationen an der Ringanlage des Umweltbundesamtes in Strebersdorf getestet. Es wurden Messungen für die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenstoffmonoxid (CO) durchgeführt.

gemessene Luftschadstoffe

Das Umweltbundesamt hat im Juni 2010 im ERLAP – dem europäischen Referenzlabor für Luftschadstoffe im Joint Research Centre in Ispra – an einem Ringversuch für nationale Referenzlabore mit identem Programm erfolgreich teilgenommen. Durch die Teilnahme des Umweltbundesamtes am Ringversuch konnten die Ergebnisse mit denen des ERLAP-Ringversuchs verknüpft werden.

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.

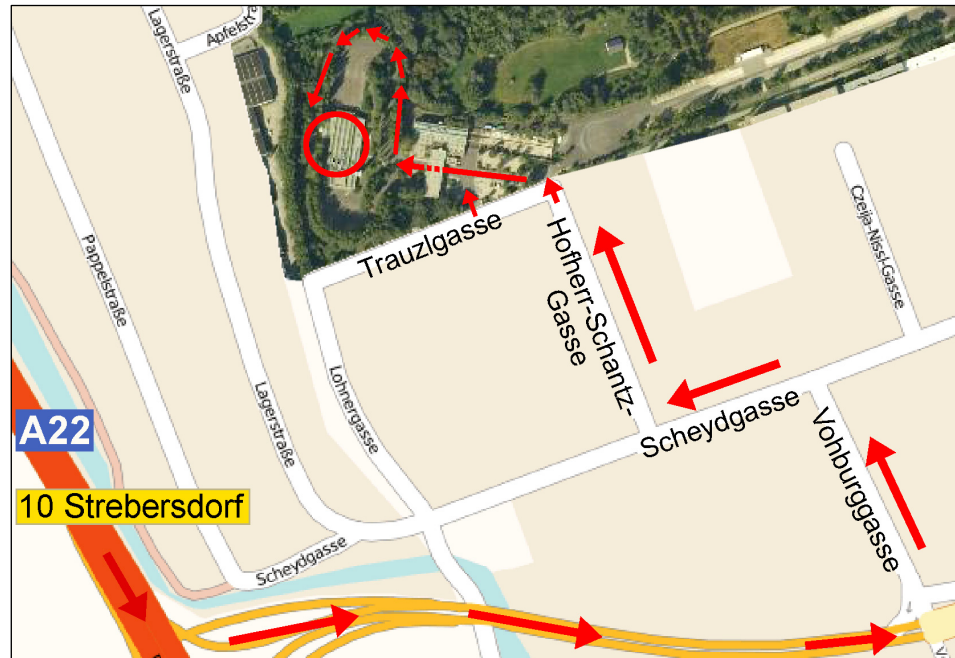
Aufbau des Berichtes

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 Mitwirkenden ausgefüllten Fragebögen wiedergegeben.

2 ABLAUF DES RINGVERSUCHS

Der Ringversuch fand 2012 an der Ringanlage des Umweltbundesamtes in der Bundesanstalt für Verkehr, Trauzlgasse 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, Oberösterreich, der LfU Bozen sowie des Hintergrundmessnetzes des Umweltbundesamtes teil (siehe Tabelle 1).

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

Organisationen	Platznummer	Acronym in den Auswertungen
Umweltbundesamt – Referenzwert 1	1	A
Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien	2	B
Umweltbundesamt – Messnetz	3	C
Amt der Niederösterreichischen Landesregierung	4	D
Amt der Tiroler Landesregierung	5	E
Amt der Salzburger Landesregierung	6	F
Amt der Burgenländischen Landesregierung	7	G
Amt der Kärntner Landesregierung	8	H
LfU Bozen	9	I
Amt der Steiermärkischen Landesregierung	10	J
Amt der Oberösterreichischen Landesregierung	11	K
Umweltbundesamt – Referenzwert 2	12	L

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 Messbeginn 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. Die Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien hat bei der Komponente SO₂ mit zwei Messgeräten teilgenommen, diese werden in den Tabellen und Grafiken mit B1 (Horiba APSA 370) und B2 (API M100E) bezeichnet.

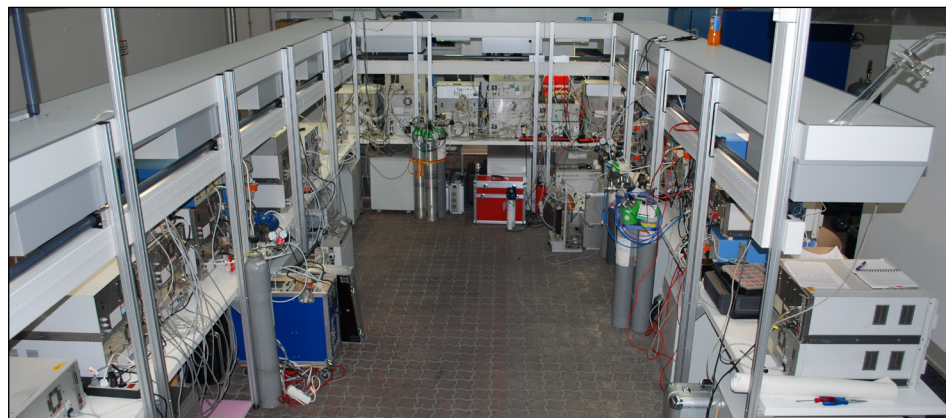
An den Arbeitsplätzen 1 und 12 wurden die Referenzmessgeräte des Umweltbundesamtes aufgebaut – Platz 1 zur Ermittlung des Referenzwertes, Platz 12 zur Überprüfung der Homogenität der über die Ringversuchsanlage angebotenen Gasmischungen. Die Ergebnisse der Messungen waren in Form von Halbstundenmittelwerten,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

Organisationen	Gerätetyp SO ₂	Gerätetyp CO
Umweltbundesamt – Referenz	TE 43CTL	APMA 360
Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien	APSA 370 M100E	APMA 370
Umweltbundesamt – Messnetz	TE 43i-TLE	APMA 360
Amt der Niederösterreichischen Landesregierung	APSA 360	APMA 360
Amt der Tiroler Landesregierung	TE 43i	API 300E
Amt der Salzburger Landesregierung	TE 43i	APMA 370
Amt der Burgenländischen Landesregierung	APSA 370	APMA 370
Amt der Kärnten Landesregierung	TE 43i	TEI 48i
LfU Bozen	TE 43i-TLE	APMA 370
Amt der Steiermärkischen Landesregierung	APSA 370 S/N G0B00GMW	APMA 370
Amt der Oberösterreichischen Landesregierung	APSA 360	APMA 370

Ablauf und Aufbau des Ringversuchs

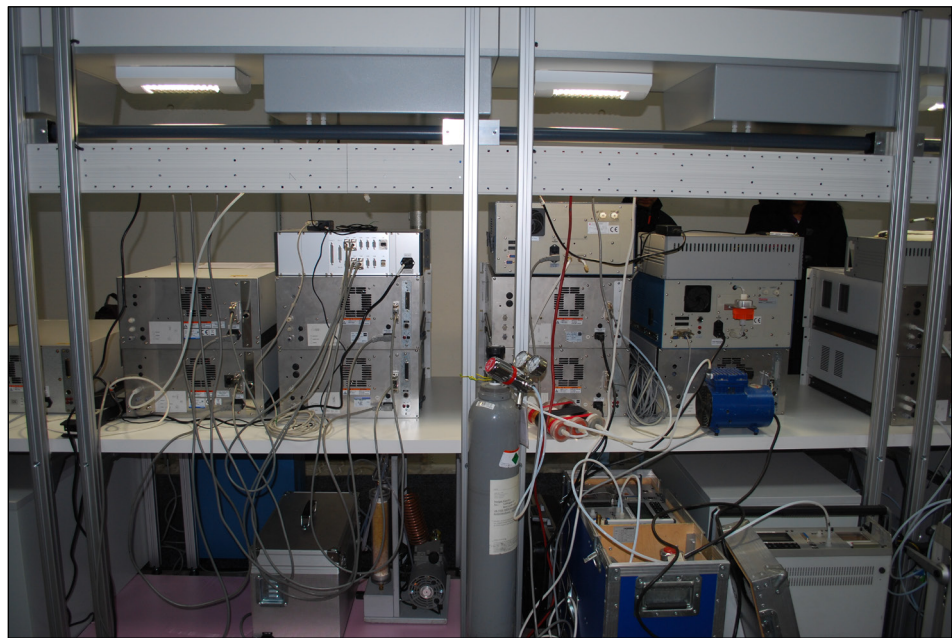
*Tabelle 2:
Teilnehmende
Organisationen
und verwendete
Gerätetypen.*

Während des Ringversuchs waren die Messgasleitungen der Messgeräte an die Ringleitung angeschlossen, welche jeweils 1,5 bzw. 2,5 Stunden (je nach Konzentration) mit unterschiedlichen Konzentrationen von SO₂ bzw. CO beschickt wurde. Den detaillierten zeitlichen Ablauf des Ringversuchs gibt Tabelle 3 wieder.



*Abbildung 2:
Arbeitsplätze an
der Ringanlage.
© Umweltbundesamt*

*Abbildung 3:
Die Anordnung der
Arbeitsplätze
gewährleistet freie
Zugangsmöglichkeit zu
allen Anschlüssen an
den Geräterückseiten.
© Umweltbundesamt*



*Abbildung 4:
Verdünnungseinheit.
© Umweltbundesamt*



3 KONZENTRATIONSVERLAUF

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

Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf und verwendete Konzentrationslevels der Luftschadstoffe.

Beginn	Bezeichnung	Dauer (h)		Null-gas	CO (in ppm)	SO ₂ (in ppb)	Stör-komponente
15.10.2012 10:00			Aufbau Einlaufen Kalibrierung				
15.10.2012 16:00			Begrüßung/ Besprechung				
15.10.2012 18:00							
15.10.2012 18:00	CO 0	02:00	Start CO	0			
15.10.2012 20:00	CO 1	02:00			70		
15.10.2012 22:00	CO 2	02:00			58		
16.10.2012 00:00	CO 3	02:00			39		
16.10.2012 02:00	CO 4	02:00			20		
16.10.2012 04:00	CO 5	02:00			10		
16.10.2012 06:00	CO 6	02:00			8		
16.10.2012 08:00	CO 7	02:00			5		
16.10.2012 10:00	CO 8	02:00			2		
16.10.2012 12:00	CO 0	01:30		0			
16.10.2012 13:30	CO IF 1	02:00		0			A (NO)
16.10.2012 15:30	CO IF 2	02:00			10		A (NO)
16.10.2012 17:30	CO IF 3	01:30		0			
16.10.2012 19:00	CO IF 4	02:00		0			B (N ₂ O)
16.10.2012 21:00	CO IF 5	02:00			10		B (N ₂ O)
16.10.2012 23:00	CO IF 6	01:30		0			
17.10.2012 00:30	CO IF 7	02:00		0			C (H ₂ O)
17.10.2012 02:30	CO IF 8	02:00			10		C (H ₂ O)
17.10.2012 04:30	CO IF 9	02:00			58		C (H ₂ O)
17.10.2012 06:30	CO 0	01:30	Ende CO	0			
17.10.2012 16:00	SO ₂ 0	02:00	Start SO ₂	0			
17.10.2012 18:00	SO ₂ 1	02:00				197	
17.10.2012 20:00	SO ₂ 2	02:00				141	
17.10.2012 22:00	SO ₂ 3	02:00				89	
18.10.2012 00:00	SO ₂ 4	02:00				45	
18.10.2012 02:00	SO ₂ 5	02:00				23	
18.10.2012 04:00	SO ₂ 0 (II)	02:00		0			
18.10.2012 06:00	SO ₂ IF 1	02:00		0			D (NO)
18.10.2012 08:00	SO ₂ IF 2	02:00				89	D (NO)
18.10.2012 10:00	SO ₂ IF 3	02:00				92	D (NO)
18.10.2012 12:00	SO ₂ IF 4	01:30		0			

18.10.2012 13:30	SO ₂ IF 5	02:00		0		E (NO)
18.10.2012 15:30	SO ₂ IF 6	02:00			93	E (NO)
18.10.2012 17:30	SO ₂ IF 7	02:00		0		
18.10.2012 19:30	SO ₂ IF 8	02:00		0		F (NH ₃)
18.10.2012 21:30	SO ₂ IF 9	02:00			90	F (NH ₃)
18.10.2012 23:30	SO ₂ IF 10	02:30		0		
19.10.2012 02:00	SO ₂ IF 11	02:00		0		G (H ₂ O)
19.10.2012 04:00	SO ₂ IF 12	02:00			89	G (H ₂ O)
19.10.2012 06:00	SO ₂ IF 0	01:30	Ende SO ₂	0		
19.10.2012 07:30		03:00	Ende/Kalibrierung			
			Schlussbesprechung/ Abbau			

Herstellung der Gasmischungen

Die Gasmischungen für den Ringversuch wurden durch Verdünnung von konzentrierten Gasen von 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.

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

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.

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.

Ermittlung des Schwellenwertes

zulässige Messunsicherheit

Gas	δ _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

Tabelle 4:
Berechnung der zulässigen Standardabweichung für die Konformitätsbewertung.

Das z-score wird nach ISO 13528 folgendermaßen berechnet:

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

Berechnung des z-score

- 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
 - a* Steigung der Geraden, die die maximale, zulässige Standardabweichung für eine Komponente beschreibt
 - b* Achsenabschnitt der Geraden, die die maximale, zulässige Standardabweichung für eine Komponente beschreibt
- Ist |z'| < 2, so wird das Ergebnis als „zufriedenstellend“, für 2 ≤ |z'| < 3 als „fraglich“ und für |z'| ≥ 3 als „ungenügend“ bewertet.

**z-score
Ergebnisse**

In den folgenden Abbildungen wird das ermittelte z-score für jede Komponente, jeden Teilnehmer/jede Teilnehmerin und jeden Konzentrationsdurchgang dargestellt. Die Messungen der Komponenten unter Anwesenheit von Interferenzen dienen der Charakterisierung der Messgeräte; sie sind nicht Teil des Kompetenznachweises im engeren Sinn. Es ist erkennbar, dass das z-score bei den Konzentrationen der SO₂-Messungen für alle TeilnehmerInnen innerhalb des Bereiches von -2 bis +2 lag und damit als „zufriedenstellend“ bewertet wurde.

Bei den SO₂-Messungen mit Interferenzen waren bei zwei Teilnehmenden drei Ergebnisse mit „fraglich“ (-2,04; 2,54; 2,98) und ein Ergebnis mit „ungenügend“ (5,01) zu bewerten.

Das z-score bei den Konzentrationen der CO-Messungen lag bei einem Teilnehmer knapp außerhalb des Bereiches von -2 bis +2 und wurde damit als „fraglich“ bewertet.

Es ist erkennbar, dass das z-score bei den Konzentrationen der CO-Messungen mit Interferenzen für alle TeilnehmerInnen innerhalb des Bereiches von -2 bis +2 lag und damit als „zufriedenstellend“ bewertet werden konnte.

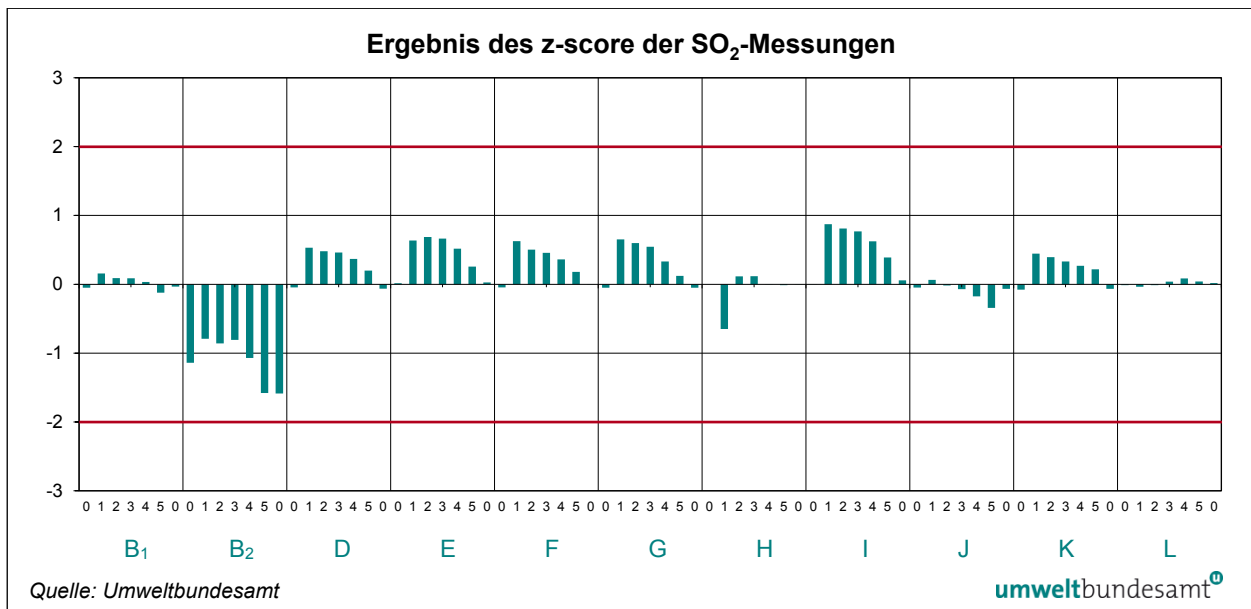


Abbildung 5: Ergebnis des z-score der SO₂-Messungen.

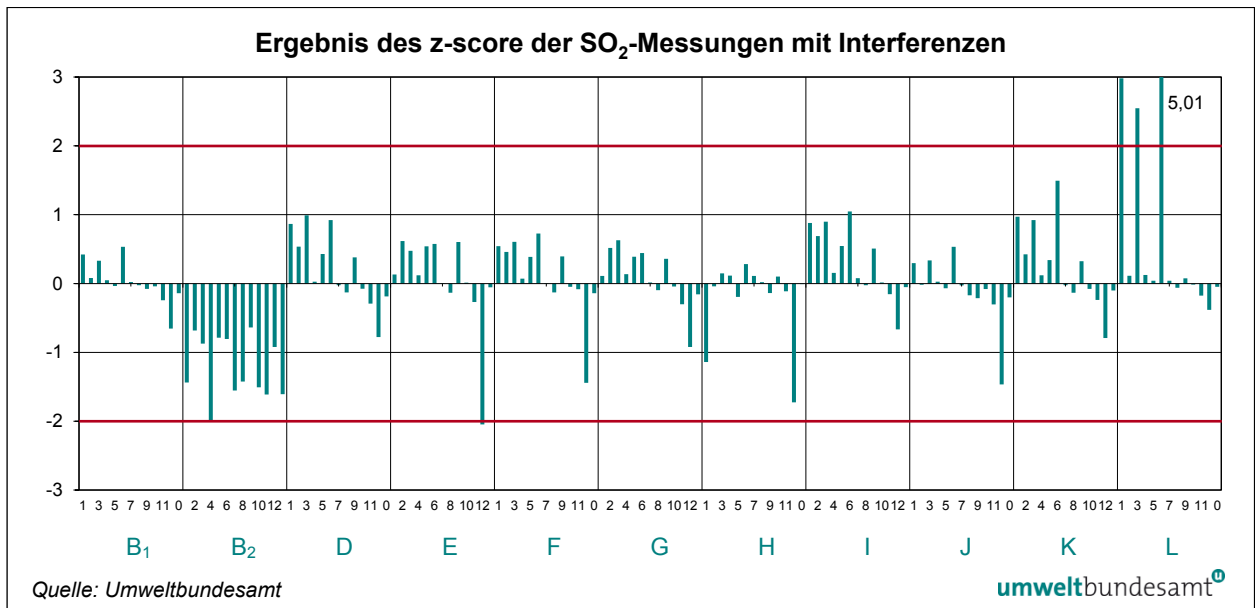


Abbildung 6: Ergebnis des z-score der SO₂-Messungen mit Interferenzen.

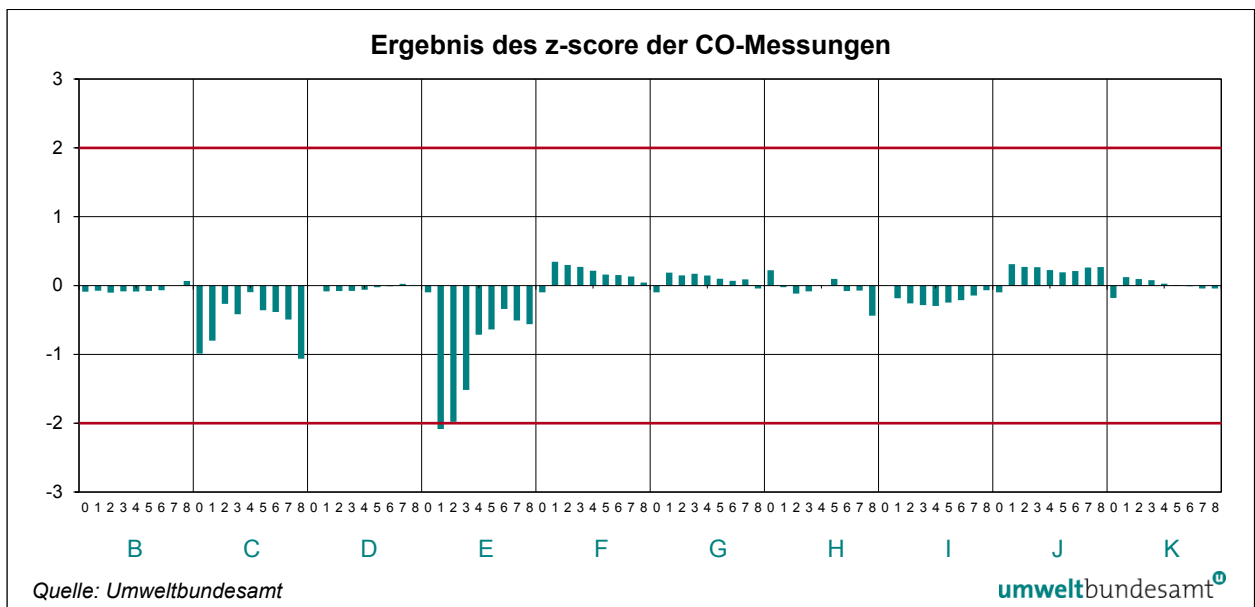


Abbildung 7: Ergebnis des z-score der CO-Messungen.

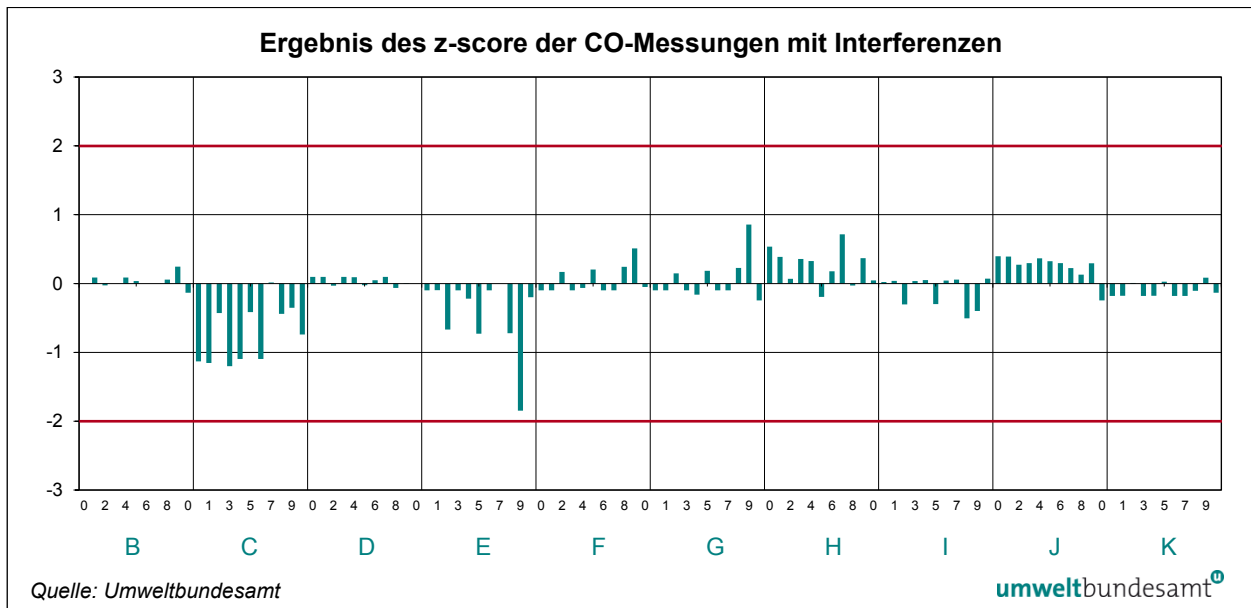


Abbildung 8: Ergebnis des z-score der CO-Messungen mit Interferenzen.

4.2 E_n-Nummer Auswertung

Ermittlung des Schwellenwertes

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.

Berechnung der E_n-Nummer

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

x_i Mittelwert der Ergebnisse eines Teilnehmenden *i* bei 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_{x_i} Erweiterte Messunsicherheit des Mittelwertes *x_i*

erweiterte Messunsicherheiten

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

$$|E_n| \leq 1$$

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

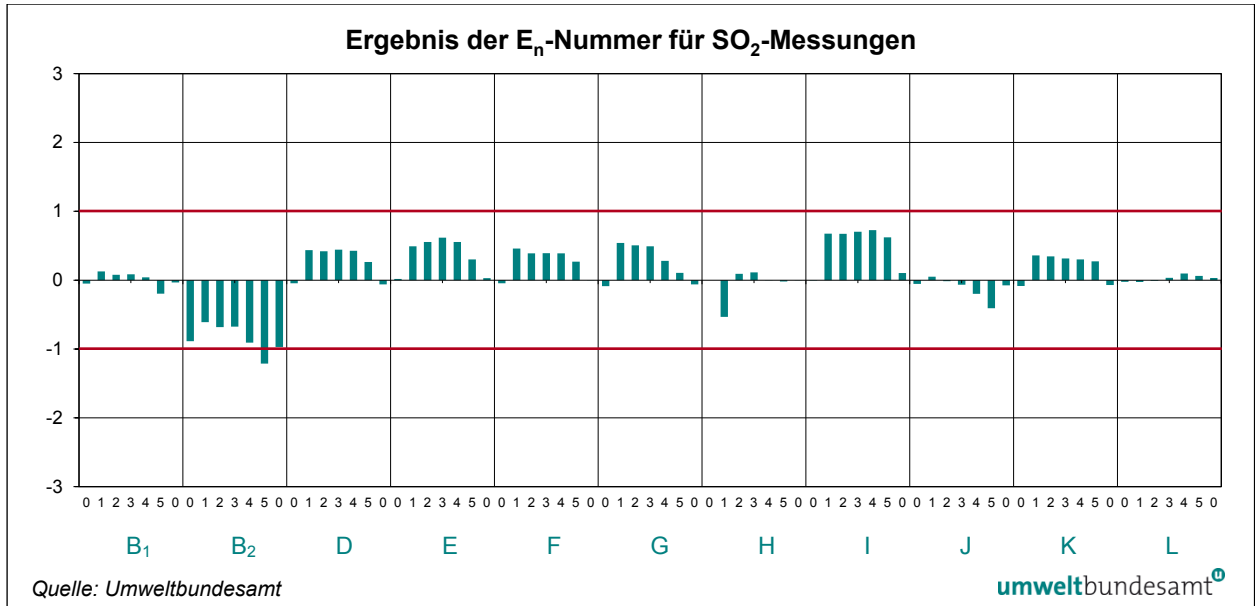


Abbildung 9: Ergebnis der E_n -Nummer für SO_2 -Messungen.

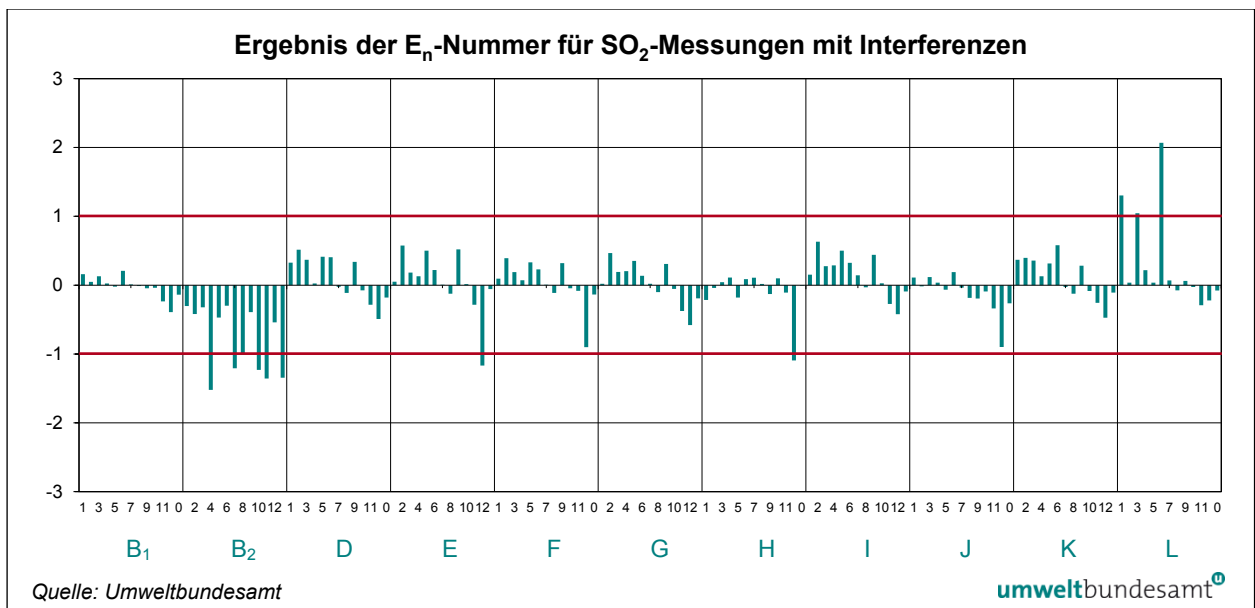


Abbildung 10: Ergebnis der E_n -Nummer für SO_2 -Messungen mit Interferenzen.

Bei SO_2 lag ein Messgerät außerhalb des festgelegten E_n -Bereichs, bei SO_2 mit Interferenzen lagen 4 Messgeräte zum Teil außerhalb des festgelegten E_n -Bereichs.

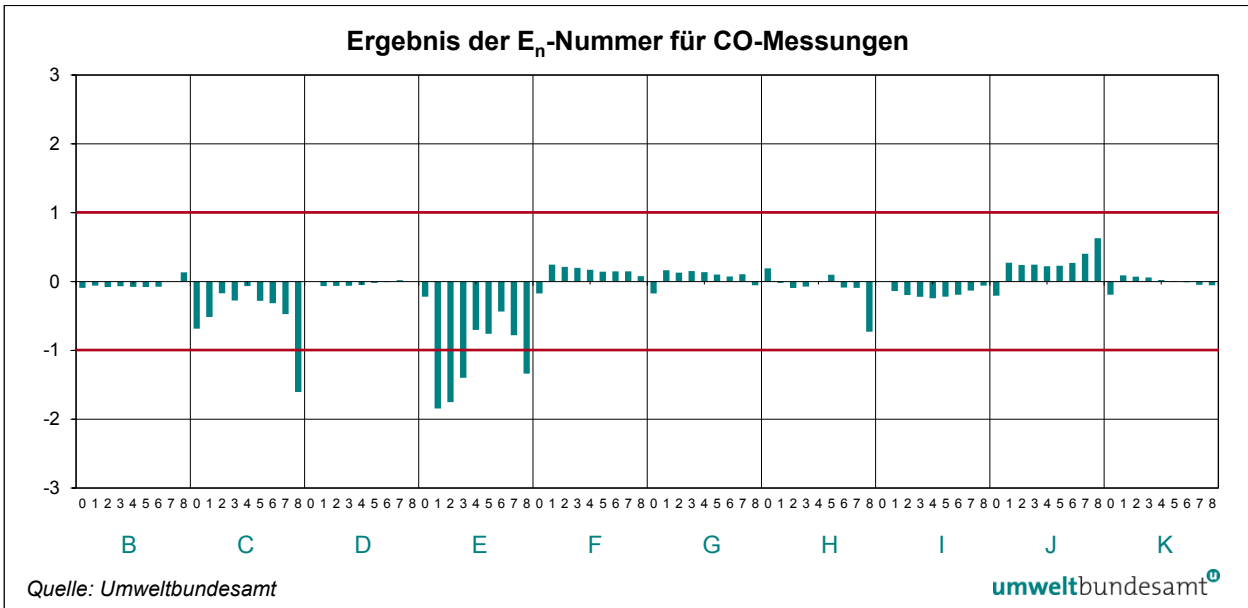


Abbildung 11: Ergebnis der E_n -Nummer für CO-Messungen.

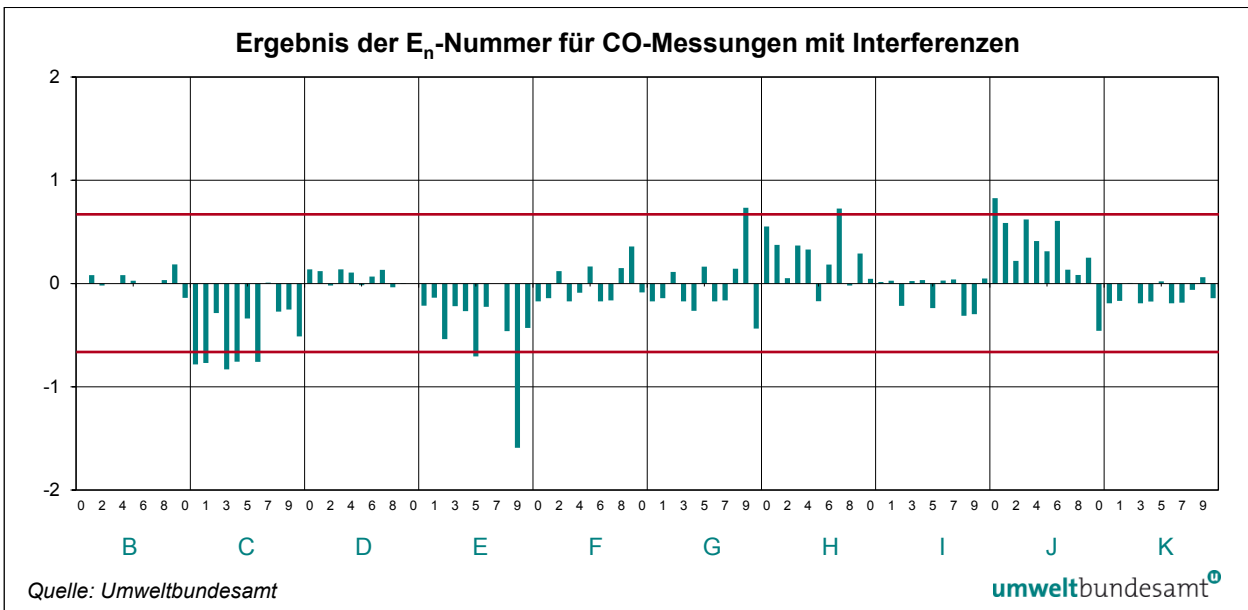


Abbildung 12: Ergebnis der E_n -Nummer für CO-Messungen mit Interferenzen.

Bei CO wird das E_n -Kriterium von zwei Teilnehmenden überschritten. Bei CO mit Interferenzen wurde das E_n -Kriterium nur ein einziges Mal nicht eingehalten.

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 SO₂ (siehe Abbildung 13) erreichte ein Messgerät bei niedriger Konzentration keine Übereinstimmung mit dem Referenzwert; die Konzentration wurde unterschätzt.

In Abbildung 14 und Abbildung 15 haben drei Messgeräte für SO₂ mit Interferenzen die Konzentration unterschätzt, wobei eines davon durchgehend die Nullgas-Konzentration unterschätzt hat.

Bei niedriger CO-Konzentration (2 ppm) erreichte ein Messgerät keine Übereinstimmung mit dem Referenzwert und unterschätzte diesen (siehe Abbildung 16). Ein anderes Messgerät unterschätzte die höheren Konzentrationen von 39–70 ppm.

In Abbildung 18 ist für CO mit Interferenz erkennbar, dass ein Messgerät die Konzentration von 58 ppm unterschätzte.

***Fehlerindikatoren
zur Darstellung der
Messunsicherheit***

***Ergebnisse der
Auswertungen***

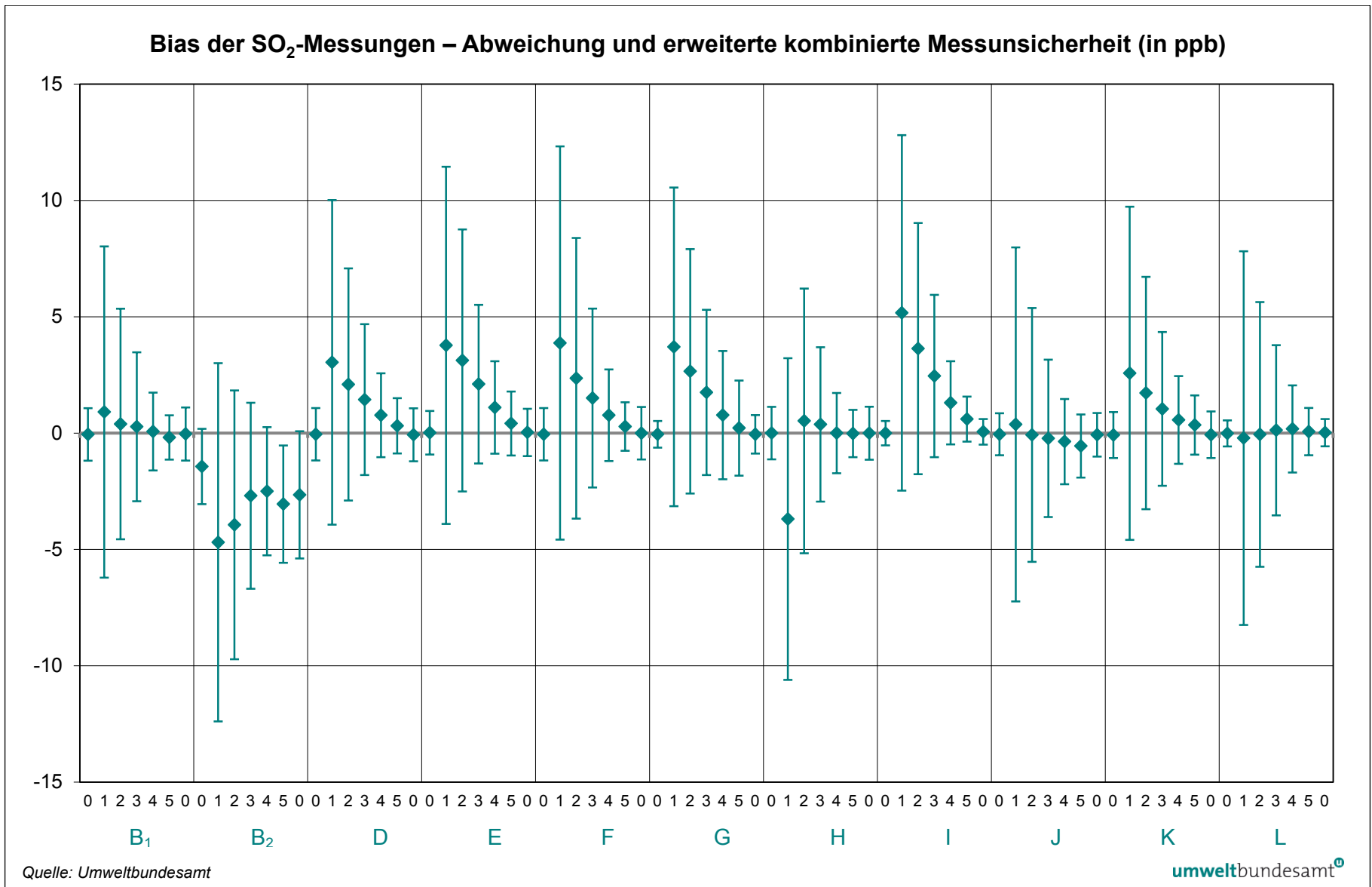


Abbildung 13: Bias der SO₂-Messungen – Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in ppb).

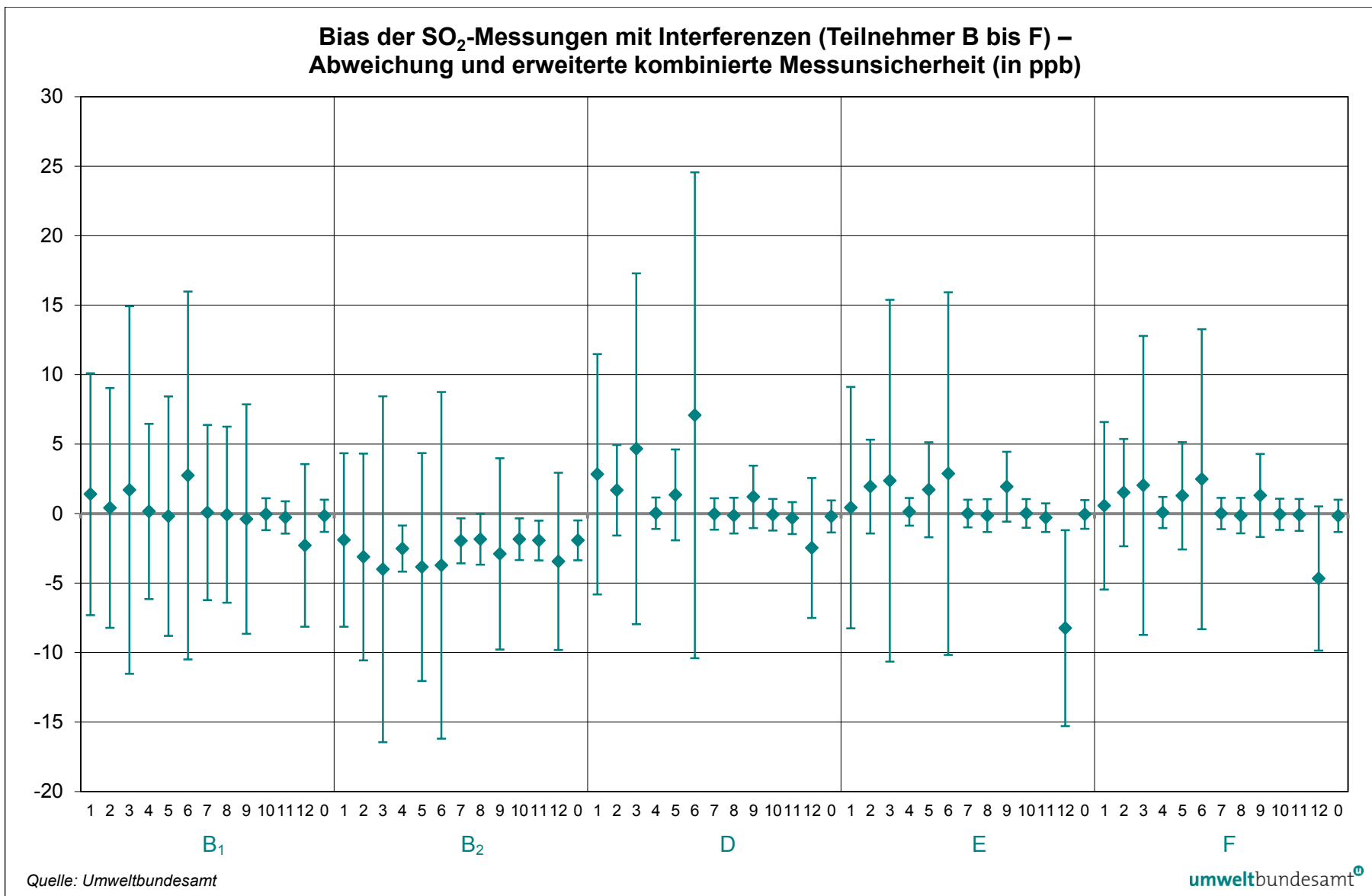


Abbildung 14: Bias der SO₂-Messungen mit Interferenzen (Teilnehmer B bis F) – Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in ppb).

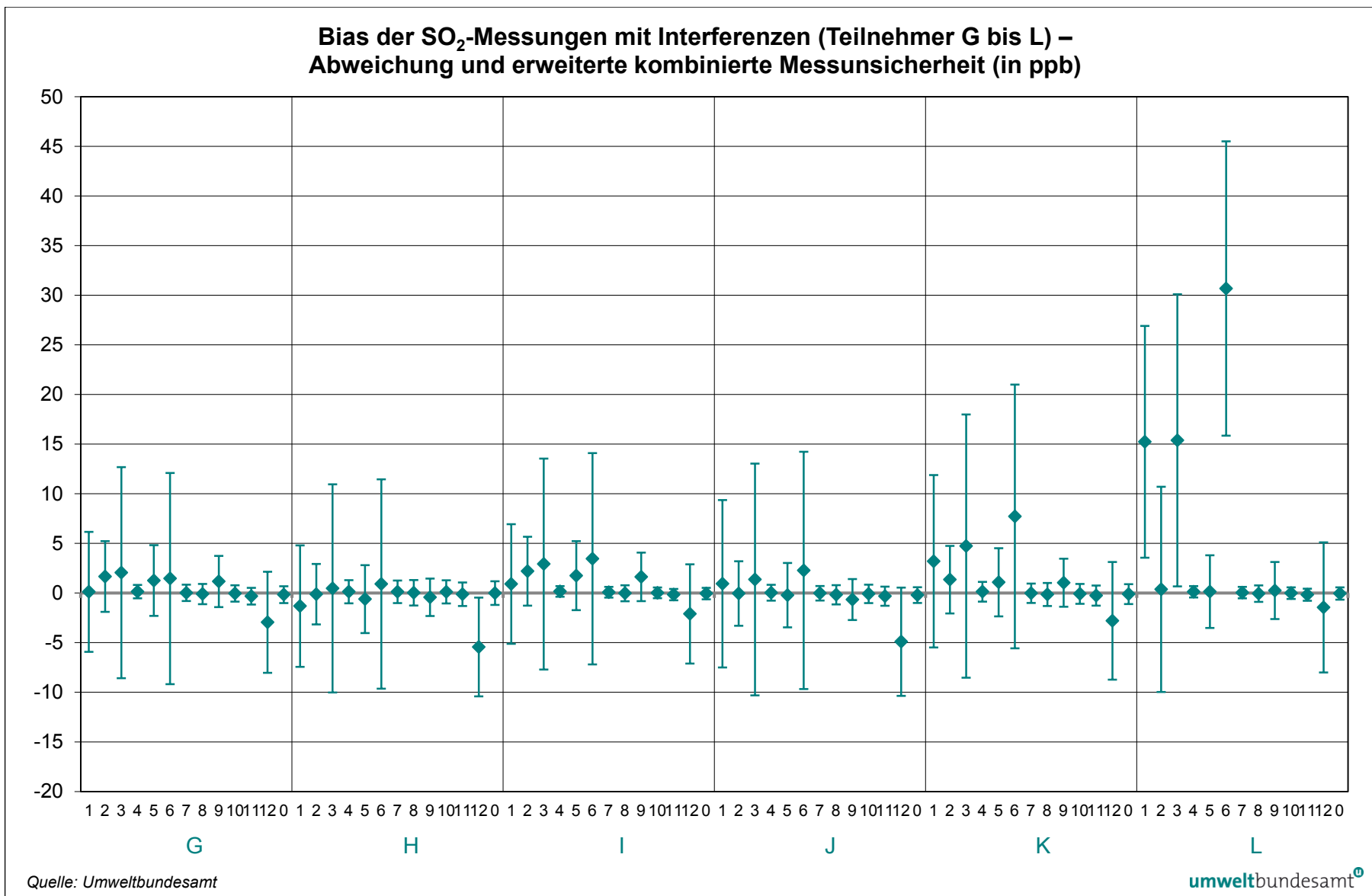


Abbildung 15: Bias der SO₂-Messungen mit Interferenzen (Teilnehmer G bis L) – Abweichung und erweiterte kombinierte Messunsicherheit (in ppb).

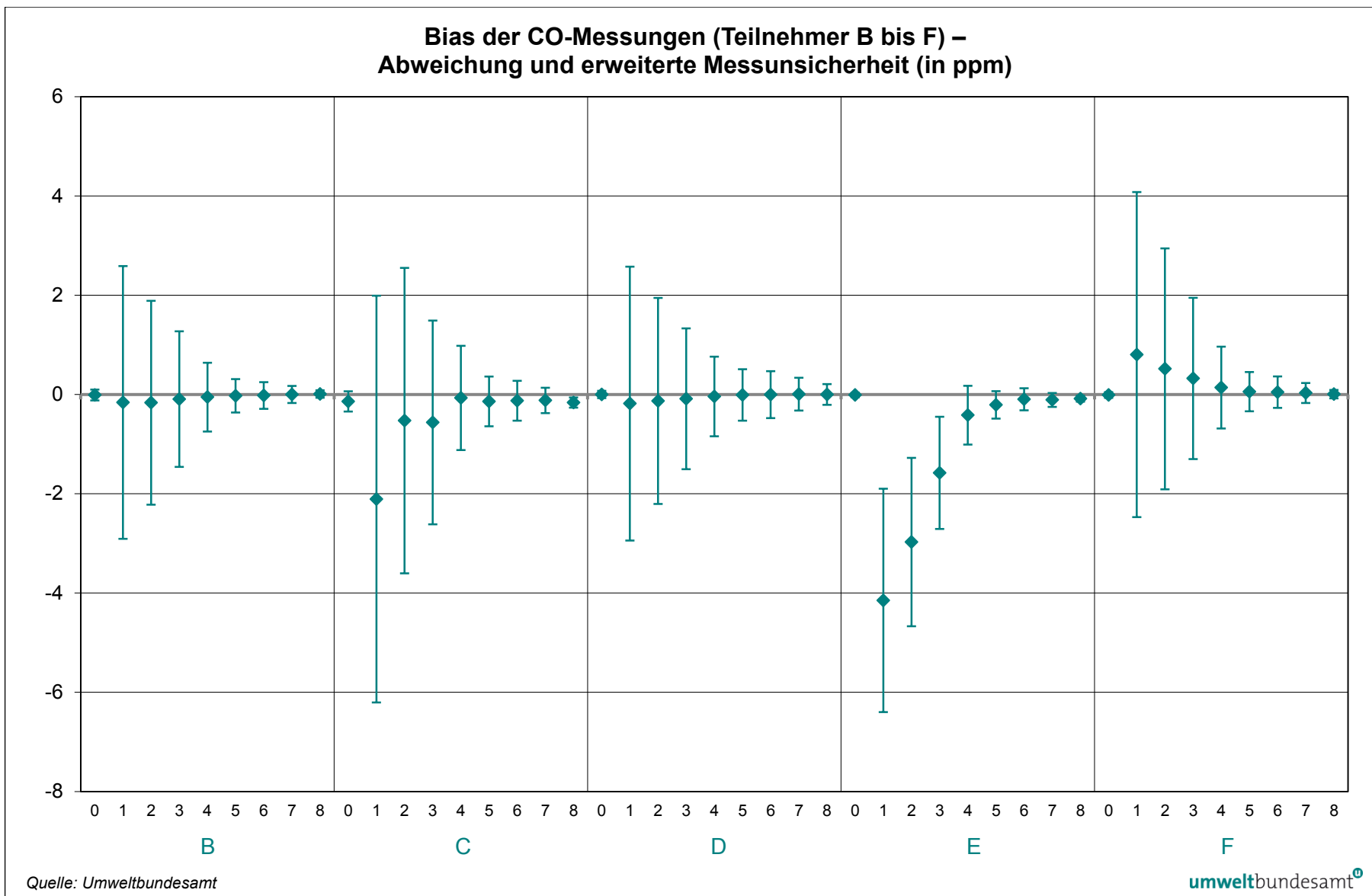
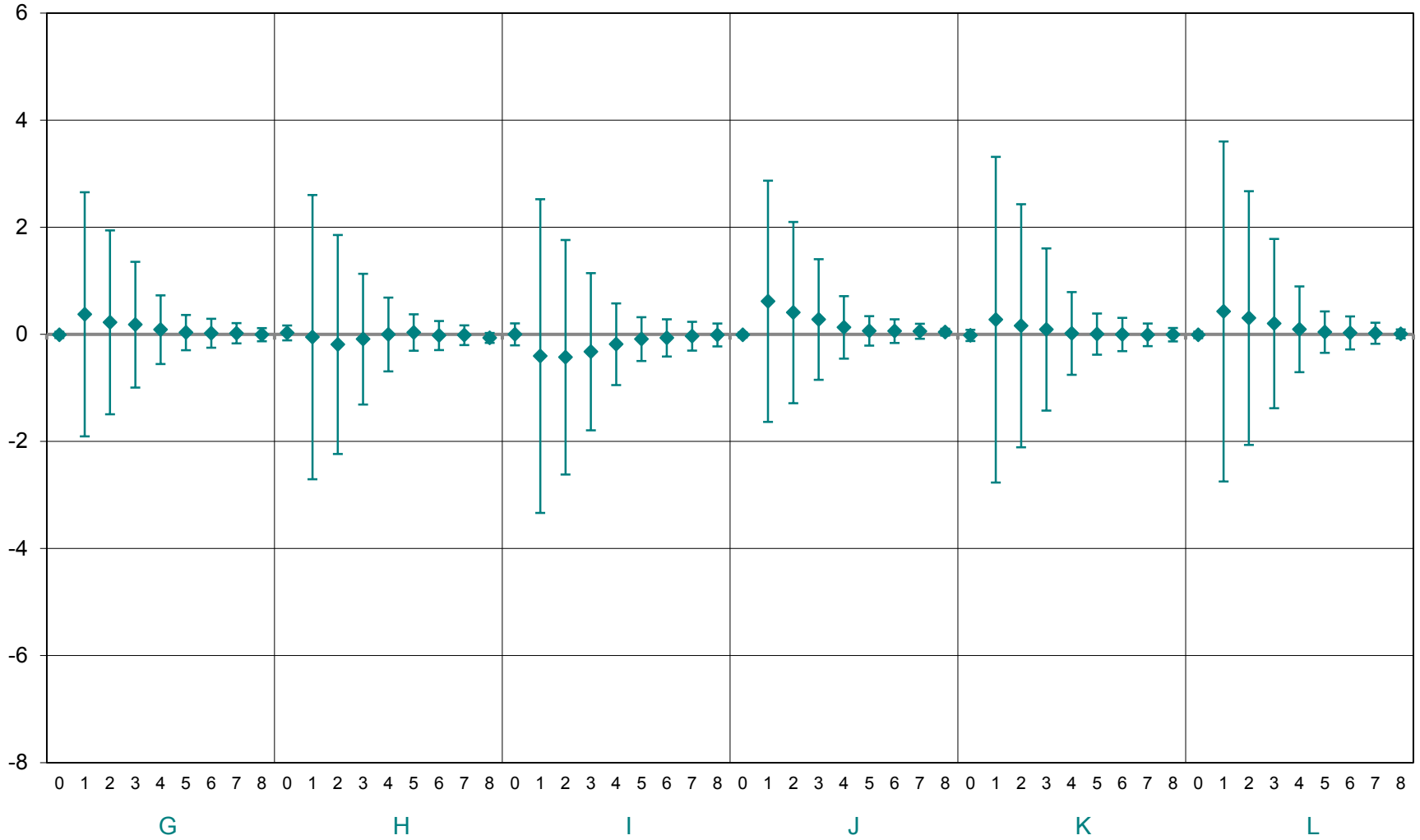


Abbildung 16: Bias der CO-Messungen (Teilnehmer B bis F) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in ppm)

Bias der CO-Messungen (Teilnehmer G bis L) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in ppm)



Quelle: Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

Abbildung 17: Bias der CO-Messungen (Teilnehmer G bis L) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in ppm)

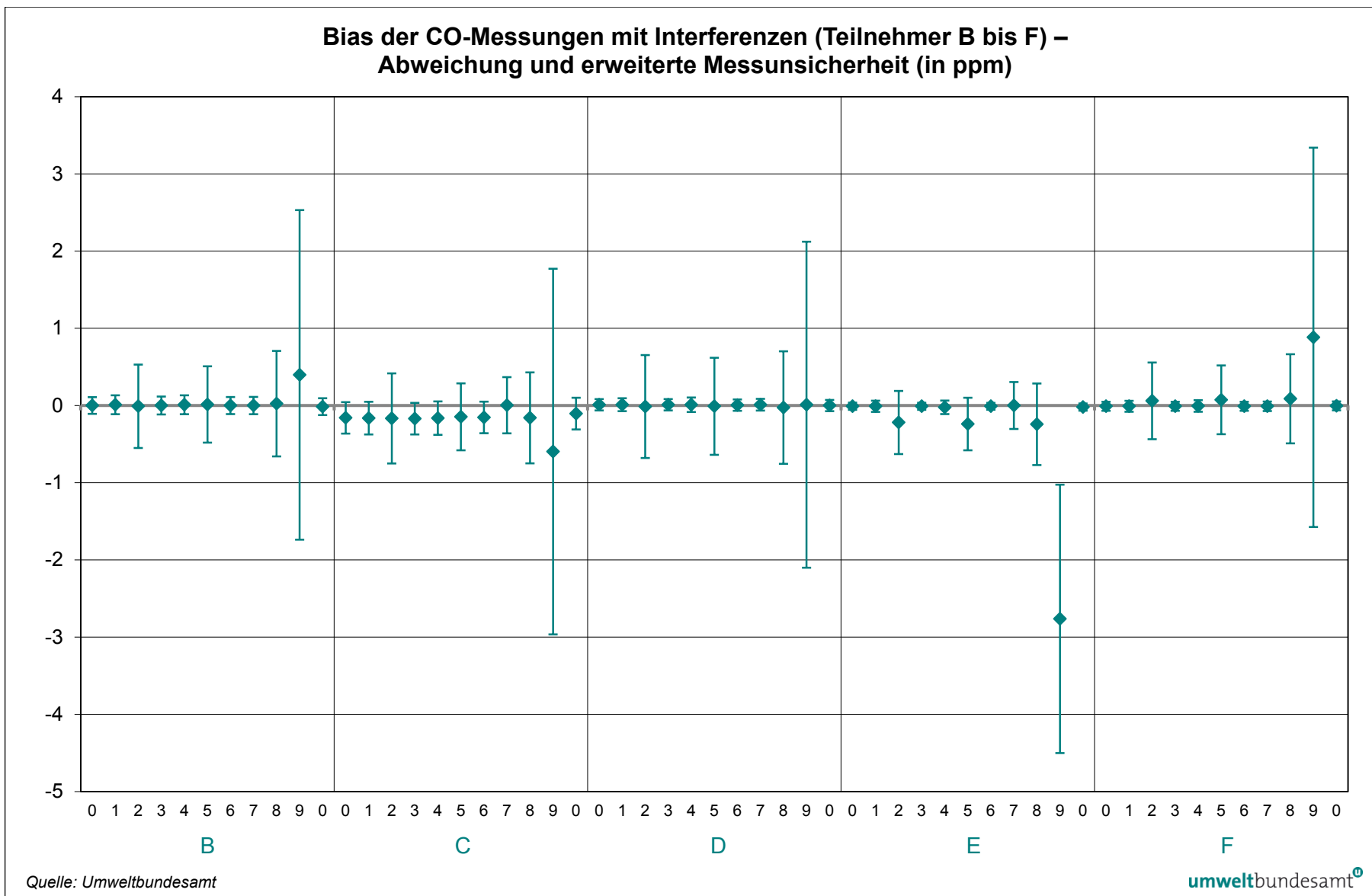


Abbildung 18: Bias der CO-Messungen mit Interferenzen (Teilnehmer B bis F) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in ppm)

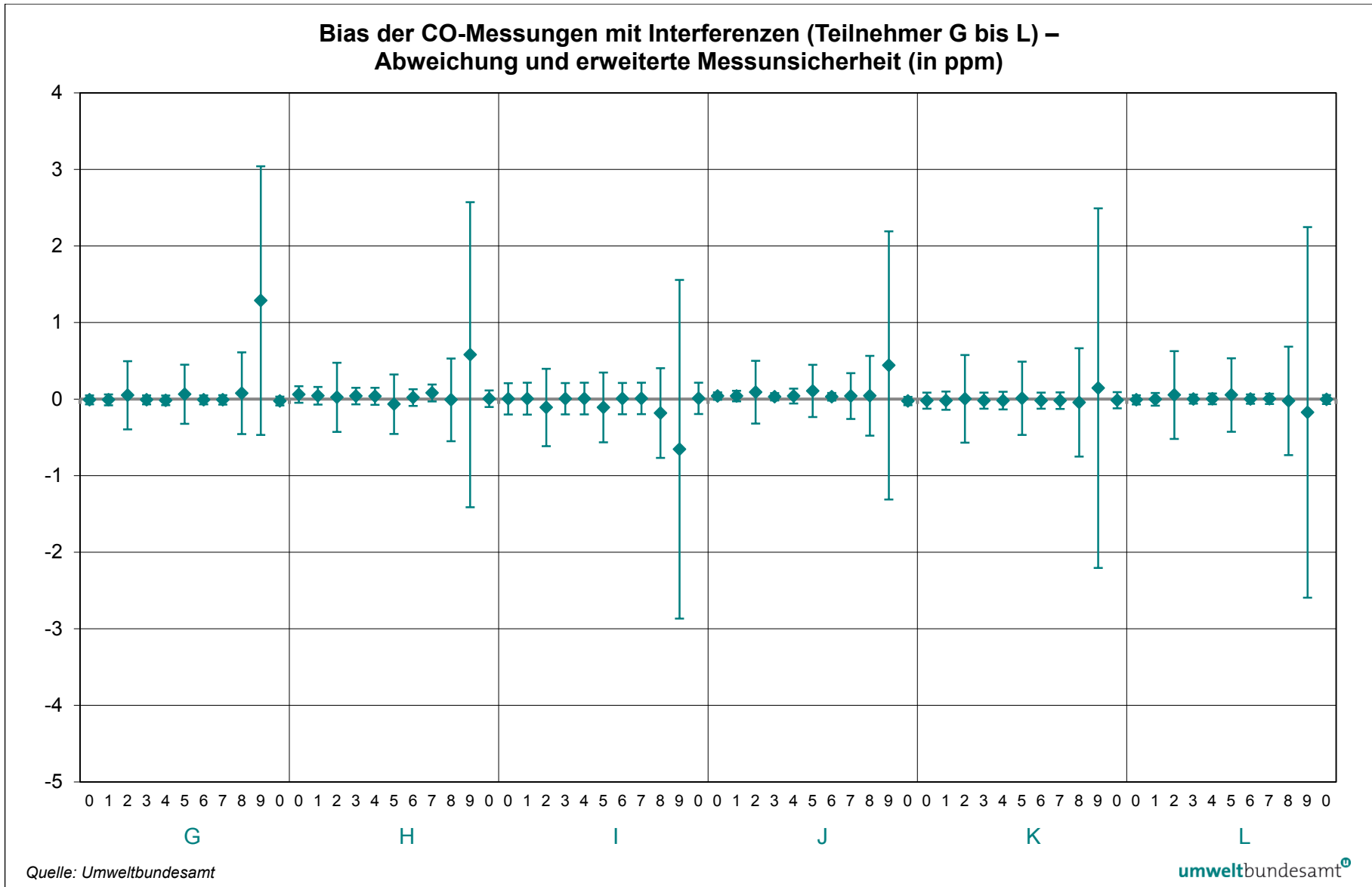


Abbildung 19: Bias der CO-Messungen mit Interferenzen (Teilnehmer G bis L) – Abweichung und erweiterte Messunsicherheit (in ppm)

5 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Für die Beurteilung der Qualität der Ergebnisse ist ein Beurteilungsschema vorgegeben (siehe Abbildung 20).

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.

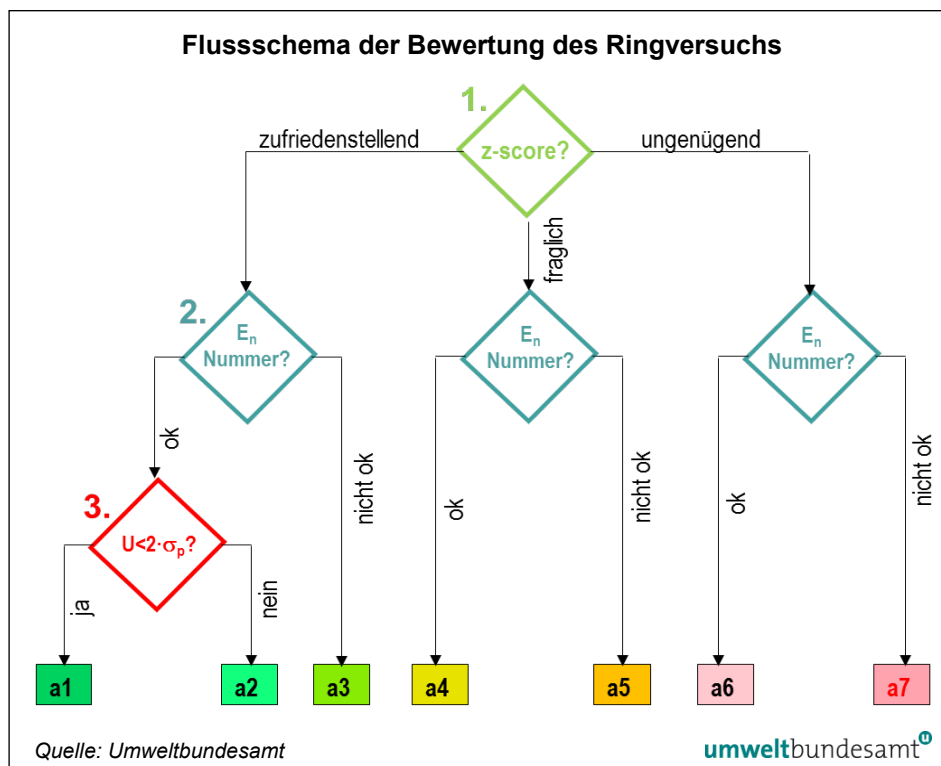


Abbildung 20:
Flussschema der
Bewertung des
Ringversuchs.

- 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 2012 sind für alle Komponenten und Konzentrationen in den folgenden Tabellen dargestellt.

*Tabelle 5:
Evaluierung der
Ergebnisse der
SO₂-Messungen des
Ringversuchs 2012.*

	Lauf		B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Nummer	Konz.											
SO ₂ (nmol/mol)	0	0	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	1	197	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	2	141	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	3	89	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	4	45	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	5	23	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	6	0	a1	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	7	0	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1

*Tabelle 6:
Evaluierung der
Ergebnisse der
SO₂-Messungen mit
Interferenzen des
Ringversuchs 2012.*

	Lauf		B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Nummer	Konz.											
IF SO ₂ (nmol/mol)	1	0	a2	a1	a2	a2	a1	a1	a1	a1	a2	a2	a5
	2	89	a2	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a2
	3	92	a2	a2	a2	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a5
	4	0	a2	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	5	0	a2	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	6	93	a2	a2	a2	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a2	a7
	7	0	a2	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	8	0	a2	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	9	90	a2	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	10	0	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	11	0	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	12	89	a1	a1	a1	a5	a1	a1	a3	a1	a1	a1	a1
	13	0	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1

*Tabelle 7:
Evaluierung der
Ergebnisse der
CO-Messungen des
Ringversuchs 2012.*

	Lauf		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Nummer	Konz.											
CO (nmol/mol)	0	0	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	1	79	a1	a1	a1	a5	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	2	58	a1	a1	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	3	39	a1	a1	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	4	20	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	5	10	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	6	8	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	7	5	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	8	2	a1	a3	a1	a3	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1

		Lauf Nummer	Konz.	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
IF CO (nmol/mol)	0	0		a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	1	0		a1	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	2	10		a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	3	0		a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	4	0		a1	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	5	10		a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	6	0		a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	7	0		a1	a2	a1	a2	a1	a1	a1	a1	a2	a1	a1
	8	10		a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	9	58		a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1
	0	0		a1	a2	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1	a1

Tabelle 8:
Evaluierung der
Ergebnisse der
CO-Messungen mit
Interferenzen des
Ringversuchs 2012.

Im Ringversuch 2012 haben alle TeilnehmerInnen für SO₂ (außer Teilnehmer B2, ein bereits älteres Messgerät) und für CO (mit insgesamt nur 2 geringfügig schlechteren Bewertungen, sowie einer a5 Bewertung) ausschließlich die Bewertung a1 erhalten und wurden somit als vollkommen zufriedenstellend beurteilt (siehe Tabelle 5 und Tabelle 7).

Ergebnisse

Die Ergebnisse aller Messgeräte für CO sind auch bei Anwesenheit von Interferenzen sehr zufriedenstellend (siehe Tabelle 8).

Für SO₂ mit Interferenzen ist die Situation nicht ganz zufriedenstellend. Hier zeigen sich für das ältere Messgerät B2 Unterschätzungen bei sehr geringen Konzentrationen. Da die E_n-Nummer von zwei Teilnehmenden drei Mal außerhalb des festgelegten E_n-Bereichs lag, wurde mit a5 bewertet. Bei Teilnehmer L war ein ungenügendes Messergebnis bei SO₂ mit NO als Interferenz (z-score ungenügend und E_n-Nummer liegt außerhalb des festgelegten E_n-Bereichs) zu verzeichnen. Dies führte zu einer a7-Bewertung bei Konzentrationsdurchgang 6, einer Mischung von SO₂ und NO.

6 AUSBLICK

zufriedenstellende Ergebnisse

Die Ergebnisse des Ringversuchs 2012 sind insgesamt zufriedenstellend und geben ein repräsentatives Bild vom Stand der Immissionsmesstechnik der TeilnehmerInnen.

Für die Komponenten SO₂ und CO wurden die vorgegebenen Leistungskriterien von fast allen Messgeräten bei allen Konzentrationen eingehalten. Für die Komponenten SO₂ werden die vorgegebenen Leistungskriterien von allen Messgeräten, außer einem (Bewertung a3), bei allen Konzentrationen eingehalten. Für die CO-Komponente haben alle Messgeräte, außer zwei (Bewertung a3 und a5), die Bewertung a1 erhalten und wurden somit vollkommend zufriedenstellend beurteilt.

weiterer Ringversuch im Herbst 2013

Im Herbst 2013 wird für die Komponenten O₃ und im Anschluss daran ein auf die Messung von NO und NO₂ konzentrierter Ringversuch angeboten werden, einschließlich Bestimmung des Konverterwirkungsgrades und Beimischung von Interferenzen.

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.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Rechtsnormen und Leitlinien

- AQUILA N37: 2008: Protocol for intercomparison exercise. Organisation of intercomparison exercise for gaseous air pollution for EU national air quality reference laboratories and laboratories of the WHO EURO region.
- 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 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 Umweltbundesamtes verwendet. Diese sind alle auf international anerkannte Normale rückführbar. Durch die Teilnahme des Umweltbundesamtes 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 3 beschreibt das Prüfkriterium:

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

Alle Referenzwerte haben das Prüfkriterium erfüllt.

Tabelle 9:
Referenzwerte mit
Interferenzen (IF) und
Ergebnisse der robusten
Datenanalyse für SO₂.

Bezeichnung	Einheit	X	u _x	x*	s*	Bewertung
SO ₂ 0	ppb	0,1	0,26	0,2	0,00	OK
SO ₂ 1	ppb	197,2	2,83	198,6	3,77	OK
SO ₂ 2	ppb	140,8	2,00	142,1	2,49	OK
SO ₂ 3	ppb	89,3	1,29	90,1	1,69	OK
SO ₂ 4	ppb	45,4	0,66	45,6	1,24	OK
SO ₂ 5	ppb	23,2	0,37	23,0	1,21	OK
SO ₂ 0 (II)	ppb	0,1	0,27	0,4	0,00	OK
SO ₂ IF 1	ppb	1,6	3,01	2,6	1,80	OK
SO ₂ IF 2	ppb	89,3	1,30	90,1	1,80	OK
SO ₂ IF 3	ppb	91,5	5,17	93,4	2,78	OK
SO ₂ IF 4	ppb	0,0	0,27	0,4	0,00	OK
SO ₂ IF 5	ppb	89,9	1,29	90,2	1,94	OK
SO ₂ IF 6	ppb	93,3	5,18	96,1	3,61	OK
SO ₂ IF 7	ppb	0,0	0,27	0,3	0,00	OK
SO ₂ IF 8	ppb	0,2	0,40	0,2	0,09	OK
SO ₂ IF 9	ppb	90,0	1,43	90,4	1,67	OK
SO ₂ IF 10	ppb	0,1	0,27	0,2	0,00	OK
SO ₂ IF 11	ppb	0,3	0,28	0,1	0,12	OK
SO ₂ IF 12	ppb	88,9	2,23	84,9	2,17	OK
SO ₂ IF Nullgas	ppb	0,2	0,29	0,2	0,12	OK

Bezeichnung	Einheit	X	u_x	x^*	s^*	Bewertung
CO 0	ppm	0,0	0,02	0,0	0,00	OK
CO 1	ppm	78,7	1,12	78,4	1,13	OK
CO 2	ppm	58,1	0,84	57,8	1,13	OK
CO 3	ppm	39,1	0,56	38,9	0,63	OK
CO 4	ppm	19,8	0,28	19,8	0,19	OK
CO 5	ppm	9,5	0,14	9,5	0,10	OK
CO 6	ppm	7,6	0,11	7,6	0,07	OK
CO 7	ppm	4,9	0,07	4,9	0,06	OK
CO 8	ppm	2,0	0,03	2,0	0,07	OK
CO IF Nullgas	ppm	0,01	0,02	0,0	0,01	OK
CO IF 1	ppm	0,01	0,03	0,0	0,01	OK
CO IF 2	ppm	9,5	0,20	9,5	0,12	OK
CO IF 3	ppm	0,01	0,02	0,01	0,01	OK
CO IF 4	ppm	0,02	0,02	0,02	0,02	OK
CO IF 5	ppm	9,5	0,17	9,5	0,12	OK
CO IF 6	ppm	0,01	0,02	0,01	0,01	OK
CO IF 7	ppm	0,01	0,02	0,01	0,02	OK
CO IF 8	ppm	9,5	0,25	9,4	0,13	OK
CO IF 9	ppm	57,9	0,85	57,8	1,29	OK
CO IF Nullgas II	ppm	0,03	0,02	0,01	0,01	OK

Tabelle 10:
Referenzwerte mit
Interferenzen (IF) und
Ergebnisse der robusten
Datenanalyse für CO.

ANHANG B: BERICHTETE WERTE

Die Ergebnisse des Ringversuchs für SO₂ werden in der Einheit ppb und für 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 Umweltbundesamtes am Platz 1 der Ringversuchsanlage. Die Fehlerindikatoren zeigen die erweiterte Messunsicherheit des Messwertes der Teilnehmenden.

Ergebnisse für SO₂

Tabelle 11: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration Null (Nullgas) (in ppb).

Parameter: SO₂, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,2$ $s^* = 0,0$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		-0.01	-0.91	0.00	0.10	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.03
$x_{i,2}$		0.00	-1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.03
$x_{i,3}$		-0.01	-1.93	0.00	0.10	0.00	0.00	0.05	0.04	0.00	-0.10	0.05
\bar{X}_i	0.05	-0.01	-1.39	0.00	0.07	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	-0.03	0.04
S_i		0.01	0.51	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06	0.01
$u(x_i)$		0.50	0.77	0.50	0.39	0.50	0.12	0.50	0.04	0.37	0.42	0.11
$U(x_i)$		1.00	1.53	1.00	0.78	1.00	0.24	1.00	0.07	0.74	0.84	0.21

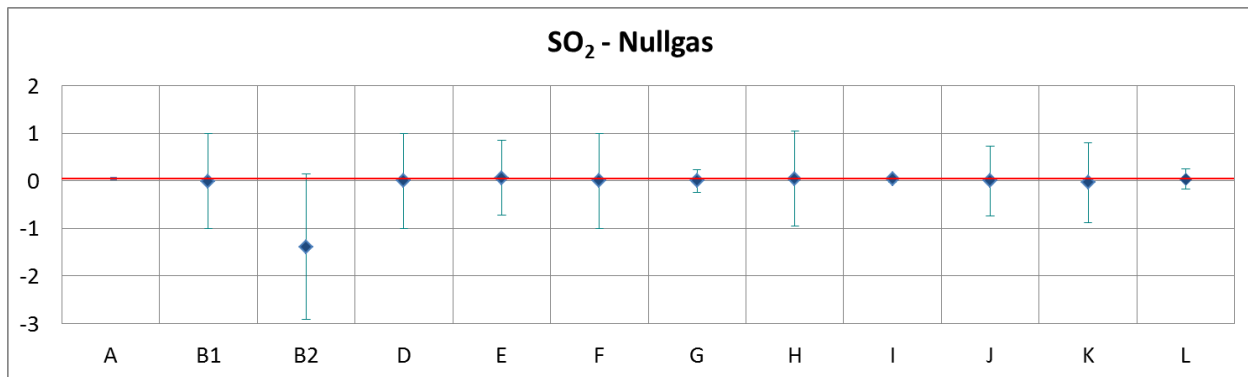


Abbildung 21: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für SO₂-Nullgas (in ppb).

Tabelle 12: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 1 (in ppb).

Parameter: SO₂, Konzentration 1 $x^* = 198,6$ $s^* = 3,77$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		197.40	191.60	199.70	199.90	200.00	200.10	193.00	201.62	196.70	198.70	196.16
$x_{i,2}$		198.20	192.90	200.30	201.30	201.50	201.00	193.40	202.58	197.80	199.90	197.08
$x_{i,3}$		198.60	192.90	200.60	201.60	201.60	201.50	194.00	202.79	198.10	200.60	197.60
X_i	197.16	198.07	192.47	200.20	200.93	201.03	200.87	193.47	202.33	197.53	199.73	196.95
S_i		0.61	0.75	0.46	0.91	0.90	0.71	0.50	0.62	0.74	0.96	0.73
$u(x_i)$		2.16	2.61	2.04	2.59	3.14	1.92	1.98	2.56	2.54	2.19	2.85
$U(x_i)$		4.31	5.21	4.07	5.18	6.27	3.85	3.96	5.13	5.08	4.38	5.70

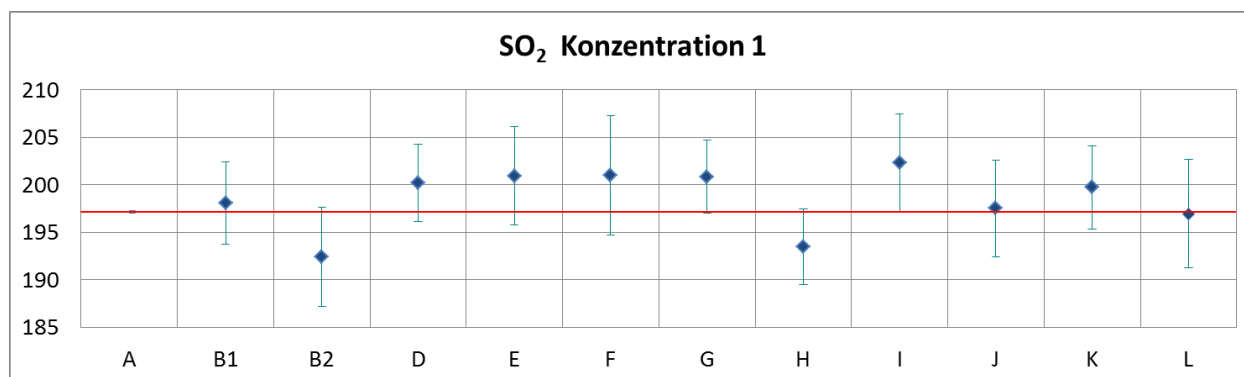


Abbildung 22: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 1 (in ppb).

Tabelle 13: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 2 (in ppb).

Parameter: SO₂, Konzentration 2 $x^* = 142,1$ $s^* = 2,49$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		141.10	137.40	143.00	143.70	142.80	143.40	141.00	144.42	140.60	142.40	140.60
$x_{i,2}$		141.30	136.40	143.00	144.20	143.30	143.50	141.50	144.44	140.90	142.50	140.73
$x_{i,3}$		141.20	136.80	142.70	143.90	143.40	143.50	141.50	144.47	140.70	142.70	140.93
X_i	140.81	141.20	136.87	142.90	143.93	143.17	143.47	141.33	144.44	140.73	142.53	140.75
S_i		0.10	0.50	0.17	0.25	0.32	0.06	0.29	0.03	0.15	0.15	0.17
$u(x_i)$		1.46	2.08	1.48	1.98	2.25	1.70	2.02	1.81	1.85	1.49	2.02
$U(x_i)$		2.92	4.16	2.97	3.96	4.51	3.40	4.04	3.62	3.70	2.98	4.04

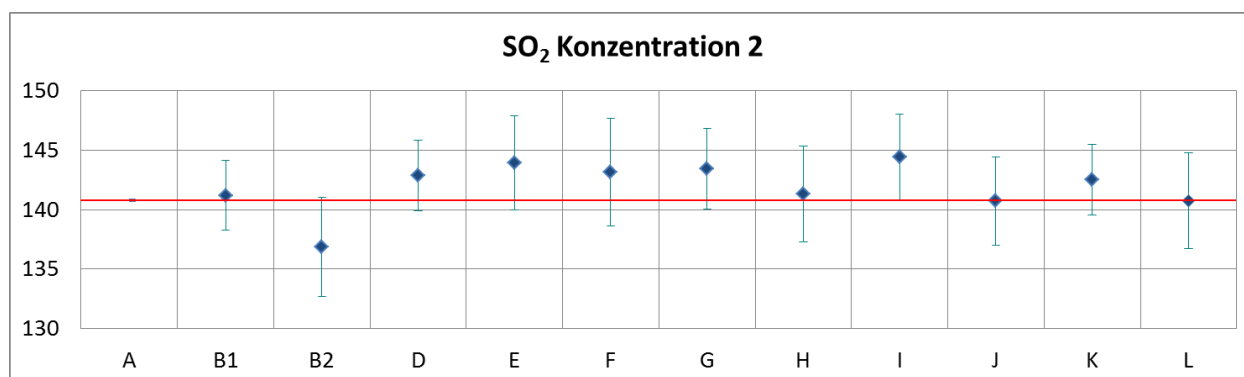


Abbildung 23: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 2 (in ppb).

Tabelle 14: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 3 (in ppb).

Parameter: SO₂, Konzentration 3 $x^* = 90,1$ $s^* = 1,69$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
x _{i,1}		89.60	86.80	90.70	91.30	90.80	91.09	89.50	91.71	89.10	90.50	89.43
x _{i,2}		89.40	86.50	90.70	91.50	90.80	90.94	89.70	91.65	89.00	90.30	89.32
x _{i,3}		89.70	86.50	90.80	91.40	90.80	91.10	89.80	91.88	89.10	90.20	89.51
X _i	89.29	89.57	86.60	90.73	91.40	90.80	91.04	89.67	91.75	89.07	90.33	89.42
S _i		0.15	0.17	0.06	0.10	0.00	0.09	0.15	0.12	0.06	0.15	0.09
u(x _i)		0.95	1.53	0.99	1.12	1.43	1.23	1.05	1.18	1.10	1.04	1.30
U(x _i)		1.91	3.06	1.98	2.24	2.86	2.45	2.10	2.36	2.20	2.08	2.60

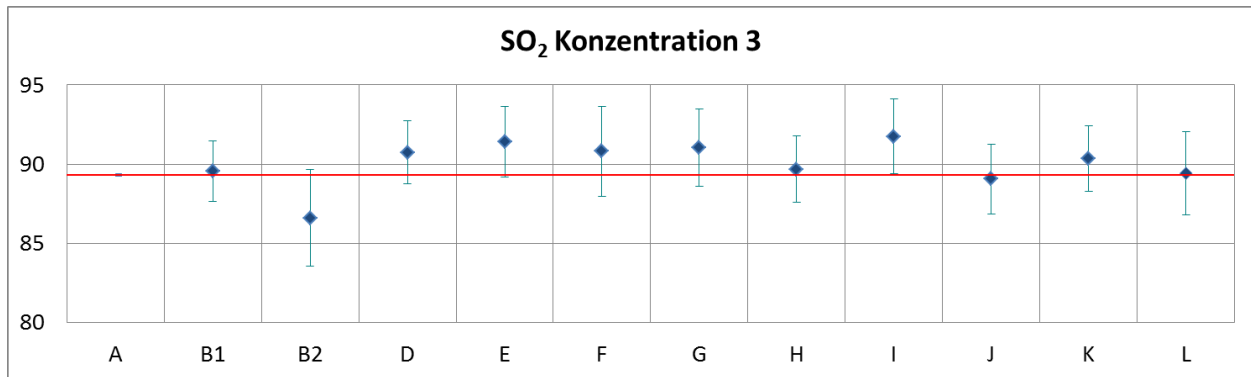


Abbildung 24: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 3 (in ppb).

Tabelle 15: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 4 (in ppb).

Parameter: SO₂, Konzentration 4 $x^* = 45,6$ $s^* = 1,24$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
x _{i,1}		45.50	43.30	46.10	46.40	46.30	46.20	45.40	46.72	45.00	46.00	45.57
x _{i,2}		45.40	42.70	46.20	46.40	46.10	46.17	45.30	46.61	45.00	45.90	45.51
x _{i,3}		45.40	42.60	46.10	46.60	46.00	46.05	45.40	46.67	45.00	45.90	45.55
X _i	45.37	45.43	42.87	46.13	46.47	46.13	46.14	45.37	46.67	45.00	45.93	45.54
S _i		0.06	0.38	0.06	0.12	0.15	0.08	0.06	0.05	0.00	0.06	0.03
u(x _i)		0.51	1.21	0.61	0.74	0.73	1.21	0.55	0.60	0.63	0.67	0.66
U(x _i)		1.02	2.41	1.22	1.48	1.45	2.42	1.10	1.20	1.26	1.34	1.32

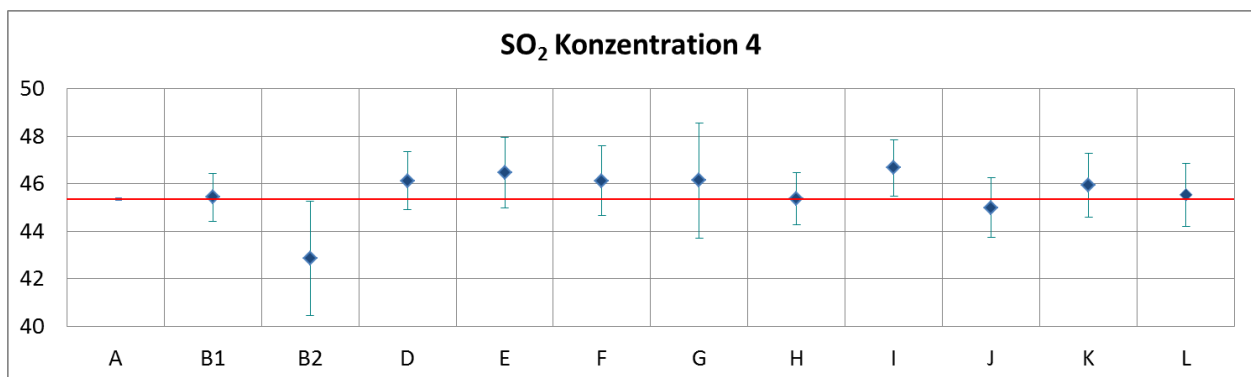


Abbildung 25: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 4 (in ppb).

Tabelle 16: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration 5 (in ppb).

Parameter: SO₂, Konzentration 5 $x^* = 23,0$ $s^* = 1,21$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		23.00	20.90	23.50	23.70	23.50	23.45	23.10	23.83	22.70	23.60	23.30
$x_{i,2}$		23.00	19.80	23.50	23.50	23.50	23.39	23.20	23.74	22.60	23.50	23.26
$x_{i,3}$		23.00	19.70	23.50	23.60	23.40	23.37	23.20	23.79	22.60	23.50	23.19
X_i	23.19	23.00	20.13	23.50	23.60	23.47	23.40	23.17	23.79	22.63	23.53	23.25
S_i		0.00	0.67	0.00	0.10	0.06	0.04	0.06	0.04	0.06	0.06	0.06
$u(x_i)$		0.30	1.20	0.46	0.58	0.37	0.95	0.35	0.31	0.57	0.52	0.35
$U(x_i)$		0.60	2.41	0.93	1.16	0.74	1.91	0.70	0.63	1.14	1.04	0.70

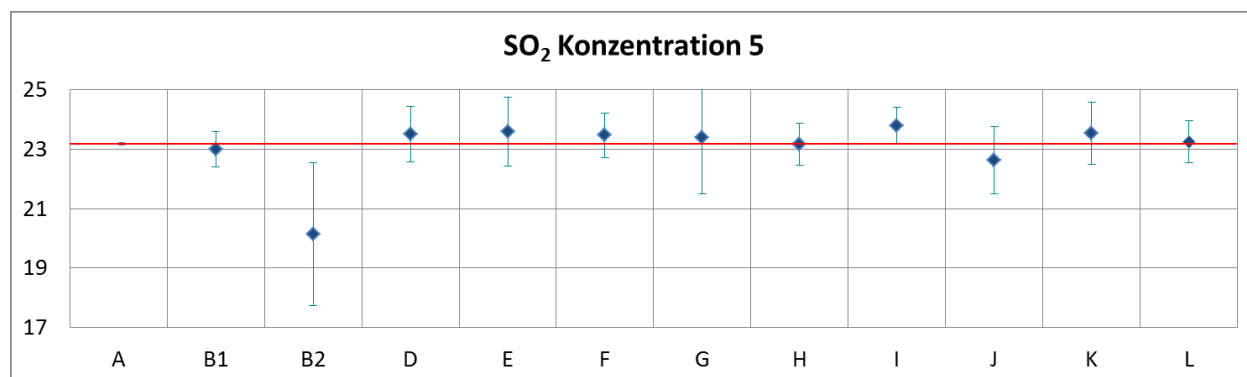


Abbildung 26: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 5 (in ppb).

Tabelle 17: Ergebnisse für SO₂ bei Konzentration Null (Nullgas II) (in ppb).

Parameter: SO₂, Konzentration Null (Nullgas II) $x^* = 0,4$ $s^* = 0,0$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.04	-1.33	0.00	0.10	0.10	0.05	0.10	0.15	0.00	0.00	0.11
$x_{i,2}$		0.03	-2.55	0.00	0.10	0.10	0.01	0.05	0.12	0.00	0.00	0.09
$x_{i,3}$		0.03	-3.87	0.00	0.10	0.00	0.00	0.05	0.11	0.00	0.00	0.07
X_i	0.07	0.03	-2.58	0.00	0.10	0.07	0.02	0.07	0.13	0.00	0.00	0.09
S_i		0.01	1.27	0.00	0.00	0.06	0.03	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
$u(x_i)$		0.50	1.34	0.50	0.43	0.49	0.31	0.50	0.03	0.38	0.42	0.11
$U(x_i)$		1.00	2.68	1.00	0.86	0.99	0.62	1.00	0.07	0.76	0.84	0.22

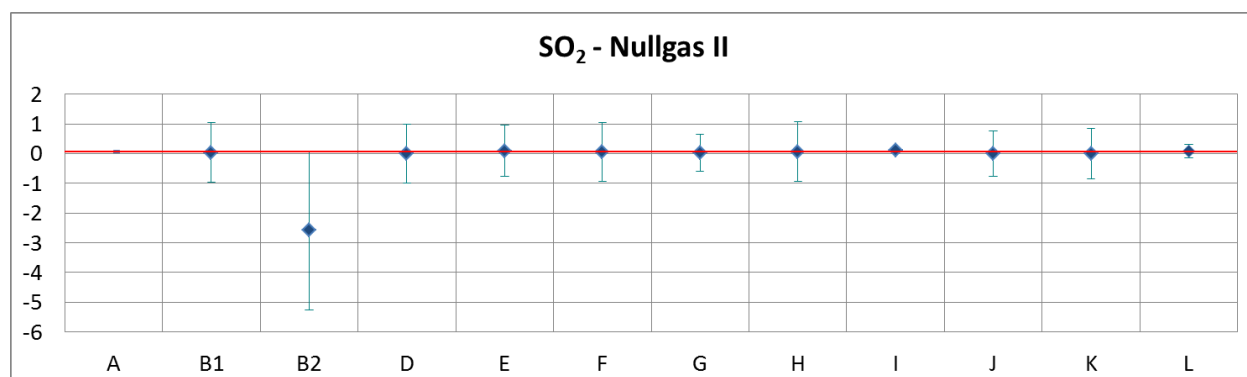


Abbildung 27: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration Null (Nullgas II) (in ppb).

Tabelle 18: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 1 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 1 $x^* = 2,6$ $s^* = 1,80$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		3.00	-0.24	4.50	2.10	2.20	1.73	0.30	2.59	2.60	4.90	16.92
$x_{i,2}$		3.00	-0.32	4.40	2.00	2.20	1.73	0.30	2.50	2.50	4.80	16.83
$x_{i,3}$		3.00	-0.32	4.40	2.00	2.10	1.70	0.25	2.46	2.50	4.70	16.75
X_i	1.60	3.00	-0.29	4.43	2.03	2.17	1.72	0.28	2.52	2.53	4.80	16.83
S_i		0.00	0.05	0.06	0.06	0.06	0.02	0.03	0.07	0.06	0.10	0.09
$u(x_i)$		3.14	0.82	3.10	3.13	0.03	0.21	0.52	0.06	2.95	3.13	5.00
$U(x_i)$		6.28	1.64	6.20	6.26	0.07	0.43	1.04	0.13	5.90	6.26	10.00

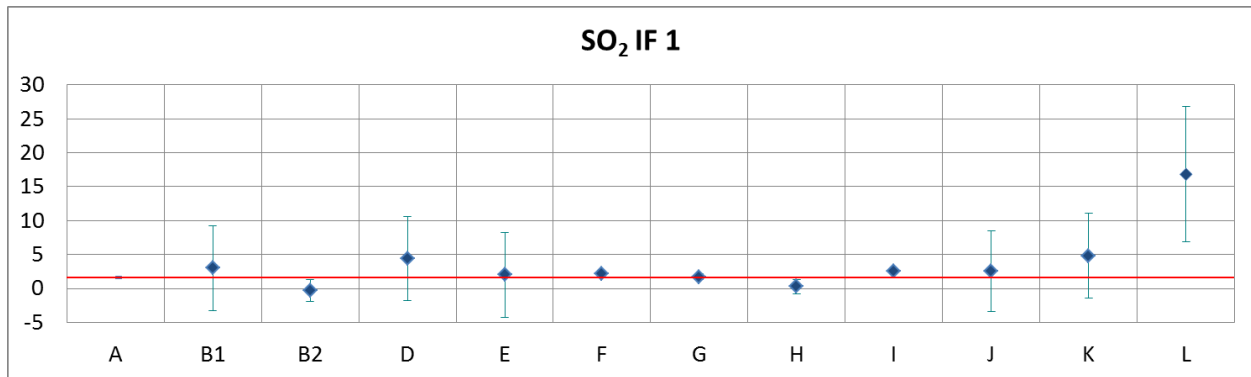


Abbildung 28: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für SO₂-Konzentration 1 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 19: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 2 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 2 $x^* = 90,1$ $s^* = 1,80$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		89.50	85.90	90.60	91.00	90.60	90.56	89.00	91.29	88.90	90.40	89.36
$x_{i,2}$		89.70	86.70	91.10	91.30	90.90	91.19	89.20	91.57	89.40	90.70	89.71
$x_{i,3}$		90.00	86.00	91.30	91.50	91.00	91.20	89.40	91.69	89.50	90.90	90.00
X_i	89.32	89.73	86.20	91.00	91.27	90.83	90.98	89.20	91.52	89.27	90.67	89.69
S_i		0.25	0.44	0.36	0.25	0.21	0.37	0.20	0.20	0.32	0.25	0.32
$u(x_i)$		4.12	3.49	0.99	1.08	1.43	1.23	0.80	1.16	0.98	1.10	1.31
$U(x_i)$		8.23	6.97	1.98	2.16	2.86	2.45	1.60	2.31	1.96	2.20	10.00

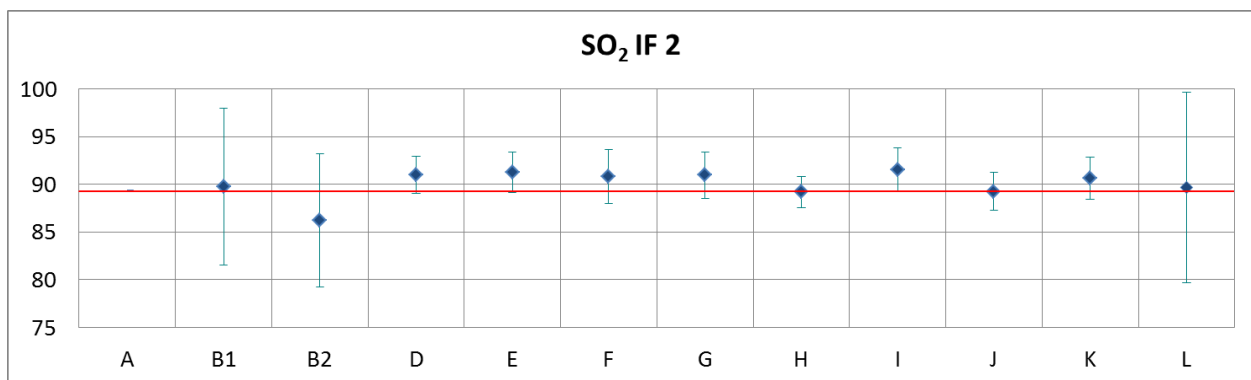


Abbildung 29: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 2 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 20: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 3 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 3 $x^* = 93,4$ $s^* = 2,78$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		93.20	87.20	96.10	93.90	93.80	93.53	92.00	94.57	93.00	96.20	106.77
$x_{i,2}$		93.20	87.50	96.10	93.90	93.50	93.57	91.90	94.42	92.70	96.20	107.05
$x_{i,3}$		93.30	87.90	96.40	93.90	93.40	93.66	92.10	94.38	93.00	96.40	106.94
X_i	91.54	93.23	87.53	96.20	93.90	93.57	93.59	92.00	94.45	92.90	96.27	106.92
S_i		0.06	0.35	0.17	0.00	0.21	0.07	0.10	0.10	0.17	0.12	0.14
$u(x_i)$		4.12	3.46	3.61	3.95	1.47	1.23	0.85	1.20	2.70	4.15	5.24
$U(x_i)$		8.24	6.92	7.23	7.90	2.95	2.45	1.70	2.41	5.40	8.30	10.47

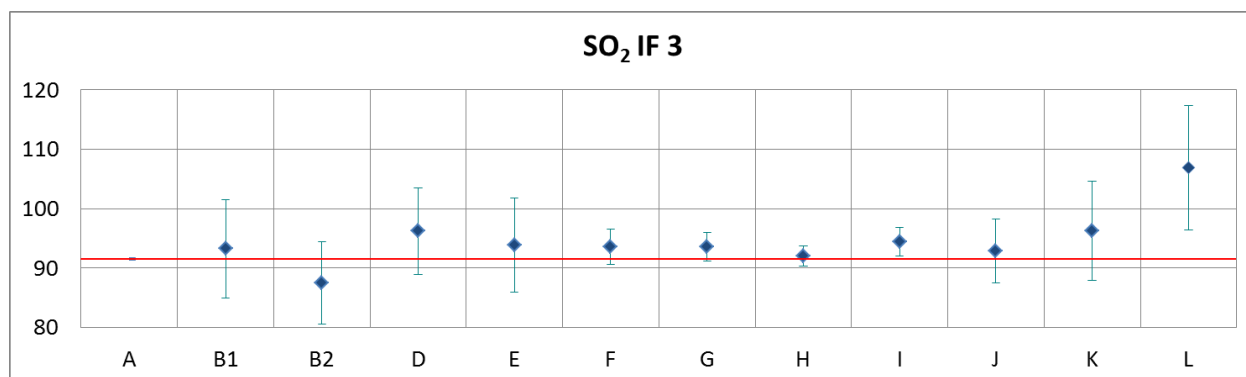


Abbildung 30: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 3 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 21: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 4 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 4 $x^* = 0,4$ $s^* = 0,00$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.15	-2.58	0.00	0.10	0.10	0.17	0.10	0.14	0.00	0.10	0.11
$x_{i,2}$		0.10	-2.52	0.00	0.10	0.00	0.05	0.10	0.11	0.00	0.10	0.08
X_i	-0.03	0.13	-2.55	0.00	0.10	0.05	0.11	0.10	0.13	0.00	0.10	0.10
S_i		0.04	0.04	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
$u(x_i)$		3.14	0.79	0.50	0.42	0.49	0.21	0.52	0.04	0.30	0.42	0.11
$U(x_i)$		6.28	1.57	1.00	0.84	0.99	0.43	1.04	0.08	0.60	0.84	0.22

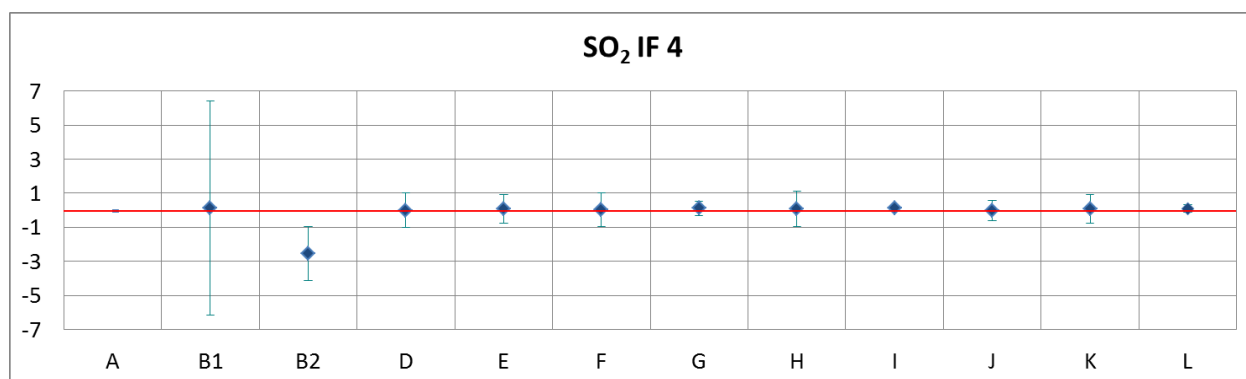


Abbildung 31: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 4 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 22: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 5 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 5 $x^* = 90,2$ $s^* = 1,94$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		89.60	85.30	91.10	91.30	91.00	90.97	89.00	91.47	89.50	90.80	89.81
$x_{i,2}$		89.70	86.00	91.20	91.50	91.10	91.28	89.40	91.63	89.60	90.90	89.98
$x_{i,3}$		89.70	86.70	91.30	91.90	91.30	91.07	89.30	91.68	89.80	91.10	90.17
X_i	89.85	89.67	86.00	91.20	91.57	91.13	91.11	89.23	91.59	89.63	90.93	89.99
S_i		0.06	0.70	0.10	0.31	0.15	0.16	0.21	0.11	0.15	0.15	0.18
$u(x_i)$		4.11	3.89	1.00	1.12	1.44	1.23	1.12	1.16	0.98	1.13	1.30
$U(x_i)$		8.22	7.78	2.00	2.24	2.87	2.45	2.24	2.33	1.96	2.26	2.59

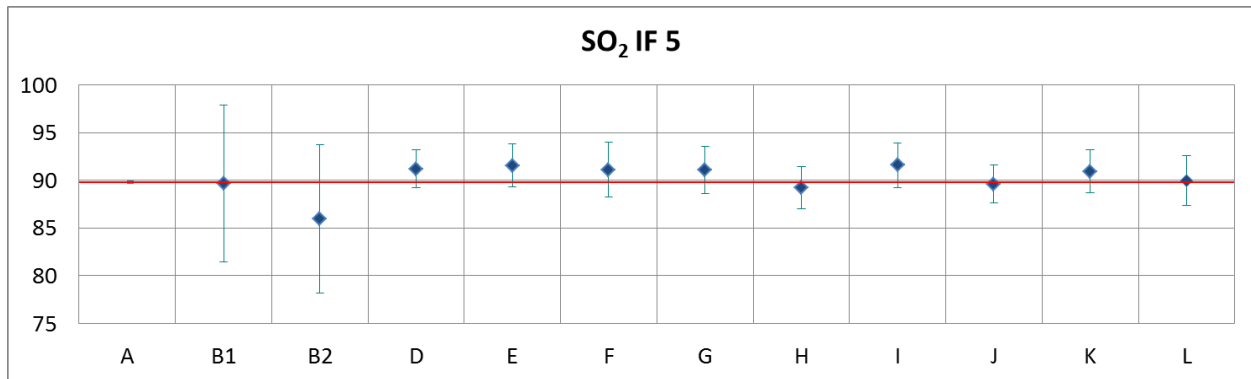


Abbildung 32: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 5 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 23: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 6 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 6 $x^* = 96,1$ $s^* = 3,61$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		96.00	89.60	100.20	96.10	96.00	94.70	94.30	96.74	95.40	101.10	123.80
$x_{i,2}$		96.10	89.40	100.50	96.30	95.70	94.75	94.20	96.79	95.80	100.90	124.04
$x_{i,3}$		96.10	89.80	100.50	96.20	95.70	94.89	94.20	96.78	95.60	101.10	124.15
X_i	93.32	96.07	89.60	100.40	96.20	95.80	94.78	94.23	96.77	95.60	101.03	124.00
S_i		0.06	0.20	0.17	0.10	0.17	0.10	0.06	0.03	0.20	0.12	0.18
$u(x_i)$		4.12	3.48	7.04	3.97	1.52	1.23	1.00	1.23	2.98	4.16	5.31
$U(x_i)$		8.25	6.95	14.09	7.94	3.04	2.45	2.00	2.46	5.96	8.32	10.61

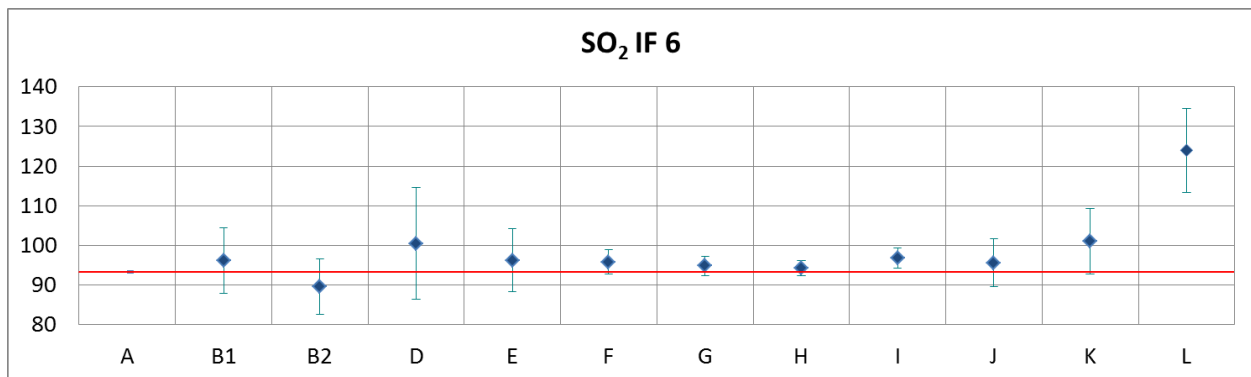


Abbildung 33: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 6 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 24: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 7 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 7 x* = 0,3 s* = 0,00

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
x _{i,1}		0.10	-2.03	0.00	0.00	0.10	0.05	0.15	0.13	0.00	0.00	0.10
x _{i,2}		0.10	-1.76	0.00	0.10	0.00	0.06	0.15	0.09	0.00	0.00	0.05
x _{i,3}		0.10	-2.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.15	0.09	0.00	0.00	0.05
X _i	0.03	0.10	-1.93	0.00	0.03	0.03	0.04	0.15	0.10	0.00	0.00	0.07
S _i		0.00	0.15	0.00	0.06	0.06	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03
u(x _i)		3.14	0.77	0.50	0.42	0.50	0.31	0.50	0.04	0.25	0.41	0.11
U(x _i)		6.28	1.53	1.00	0.84	0.99	0.62	1.00	0.08	0.50	0.82	0.22

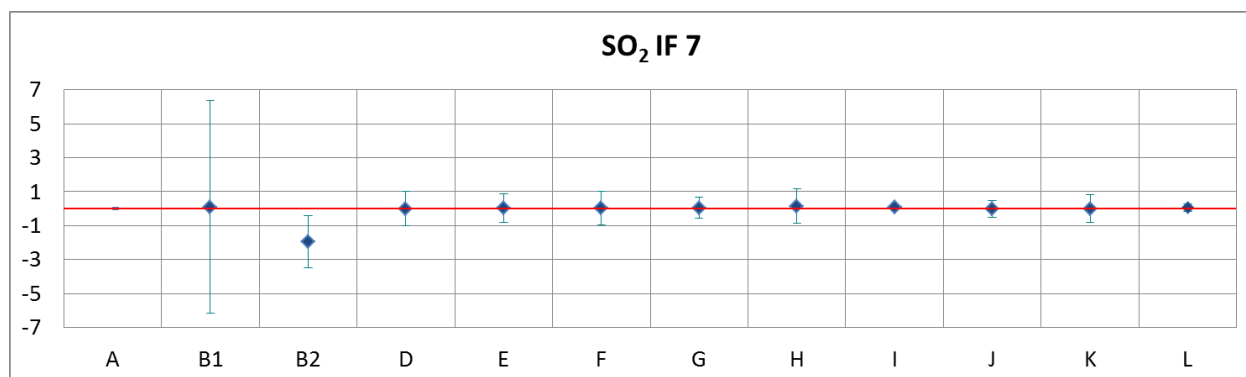


Abbildung 34: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 7 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 25: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 8.

Parameter: IF SO₂, Konzentration 8 x* = 0,2 s* = 0,09

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
x _{i,1}		0.10	-1.57	0.10	0.00	0.00	0.11	0.20	0.19	0.00	0.10	0.15
x _{i,2}		0.10	-1.61	0.00	0.10	0.10	0.07	0.20	0.15	0.00	0.00	0.10
x _{i,3}		0.10	-1.82	0.00	0.00	0.00	0.05	0.20	0.13	0.00	0.00	0.10
X _i	0.18	0.10	-1.67	0.03	0.03	0.03	0.08	0.20	0.15	0.00	0.03	0.12
S _i		0.00	0.13	0.06	0.06	0.06	0.03	0.00	0.03	0.00	0.06	0.03
u(x _i)		3.14	0.82	0.50	0.43	0.50	0.31	0.50	0.04	0.27	0.42	0.11
U(x _i)		6.28	1.64	1.00	0.86	0.99	0.62	1.00	0.07	0.54	0.84	0.22

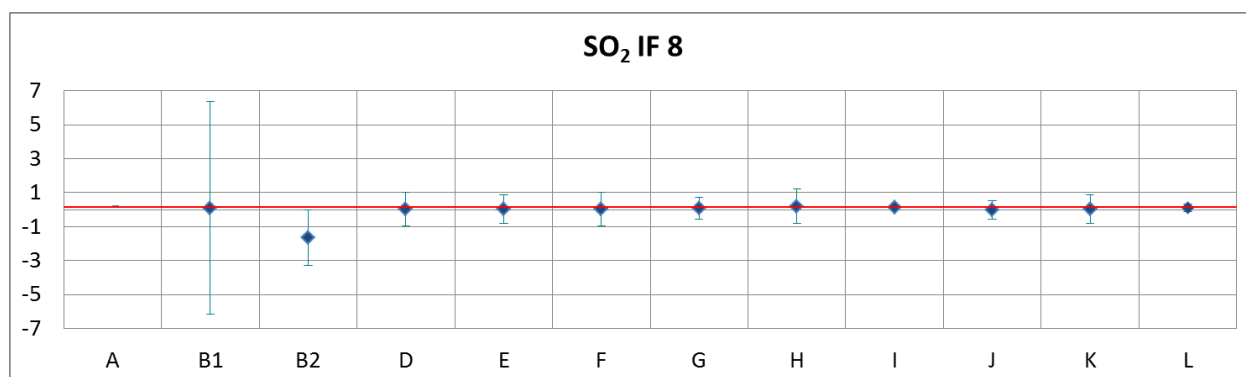


Abbildung 35: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 8 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 26: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 9 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 9 x* = 90,4 s* = 1,67

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
x _{i,1}		89.50	86.80	91.00	91.60	91.30	91.00	89.40	91.56	89.30	91.00	90.17
x _{i,2}		89.60	87.50	91.20	92.00	91.20	91.17	89.60	91.58	89.30	91.00	90.30
x _{i,3}		89.60	86.90	91.30	92.10	91.30	91.20	89.60	91.61	89.30	91.00	90.17
X _i	89.96	89.57	87.07	91.17	91.90	91.27	91.12	89.53	91.59	89.30	91.00	90.21
S _i		-0.40	-2.90	1.20	1.94	1.30	1.16	-0.43	1.62	-0.66	1.04	0.25
u(x _i)		4.11	3.42	1.05	1.19	1.44	1.23	0.85	1.15	0.95	1.14	1.38
U(x _i)		8.22	6.84	2.10	2.38	2.87	2.45	1.70	2.31	1.90	2.28	2.76

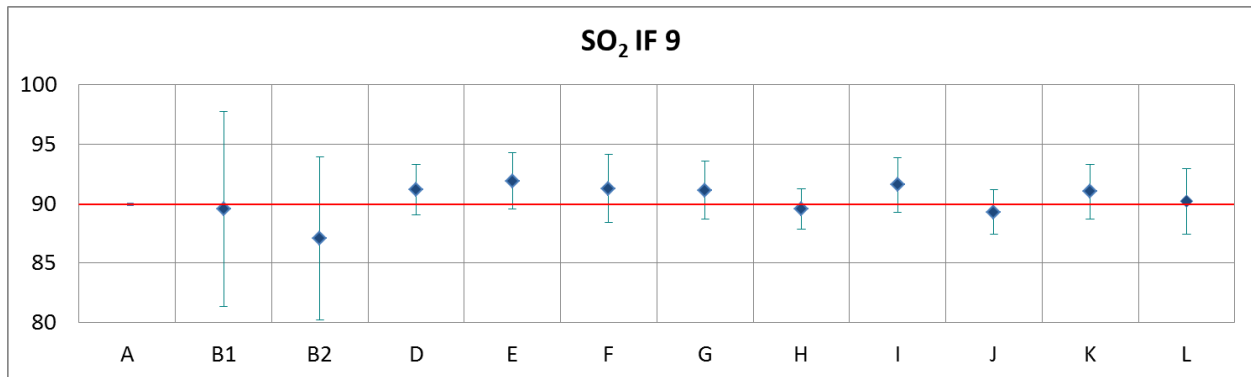


Abbildung 36: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 9 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 27: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 10 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 10 x* = 0,2 s* = 0,00

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
x _{i,1}		0.07	-1.49	0.00	0.20	0.10	0.07	0.20	0.13	0.00	0.00	0.09
x _{i,2}		0.03	-1.76	0.00	0.10	0.00	0.01	0.20	0.08	0.00	0.00	0.06
x _{i,3}		0.02	-2.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.20	0.09	0.00	0.00	0.06
X _i	0.09	0.04	-1.76	0.00	0.10	0.03	0.04	0.20	0.10	0.00	0.00	0.07
S _i		0.03	0.27	0.00	0.10	0.06	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02
u(x _i)		0.51	0.70	0.50	0.44	0.49	0.31	0.52	0.04	0.38	0.42	0.11
U(x _i)		1.01	1.40	1.00	0.88	0.99	0.62	1.04	0.08	0.76	0.84	0.22

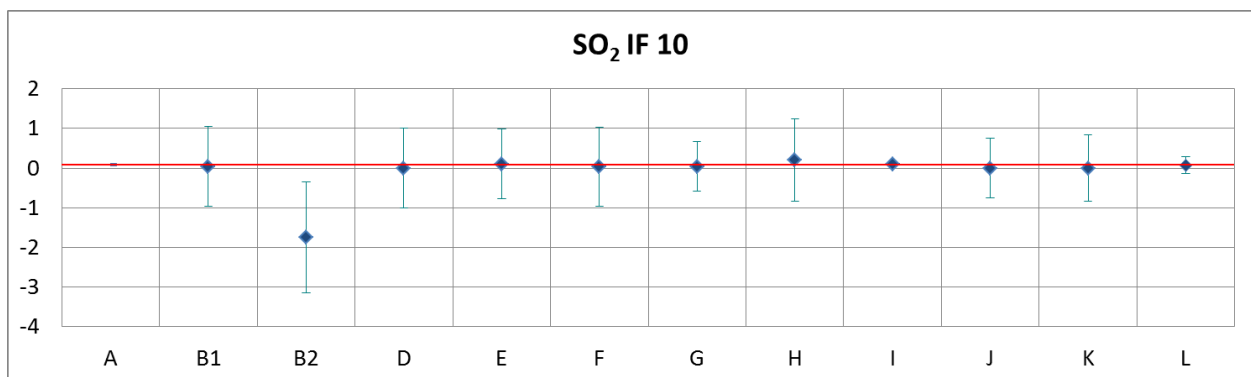


Abbildung 37: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 10 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 28: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 11 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 11 $x^* = 0,1$ $s^* = 0,12$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.07	-1.61	0.00	0.10	0.30	0.01	0.20	0.21	0.00	0.10	0.19
$x_{i,2}$		0.05	-1.83	0.00	0.00	0.20	0.02	0.20	0.16	0.00	0.00	0.14
$x_{i,3}$		0.04	-1.39	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.14	0.00	0.10	0.12
X_i	0.33	0.05	-1.61	0.00	0.03	0.23	0.01	0.20	0.17	0.00	0.07	0.15
S_i		0.02	0.22	0.00	0.06	0.06	0.01	0.00	0.04	0.00	0.06	0.04
$u(x_i)$		0.51	0.66	0.50	0.43	0.50	0.31	0.52	0.03	0.39	0.42	0.11
$U(x_i)$		1.01	1.31	1.00	0.86	1.00	0.62	1.04	0.07	0.78	0.84	0.21

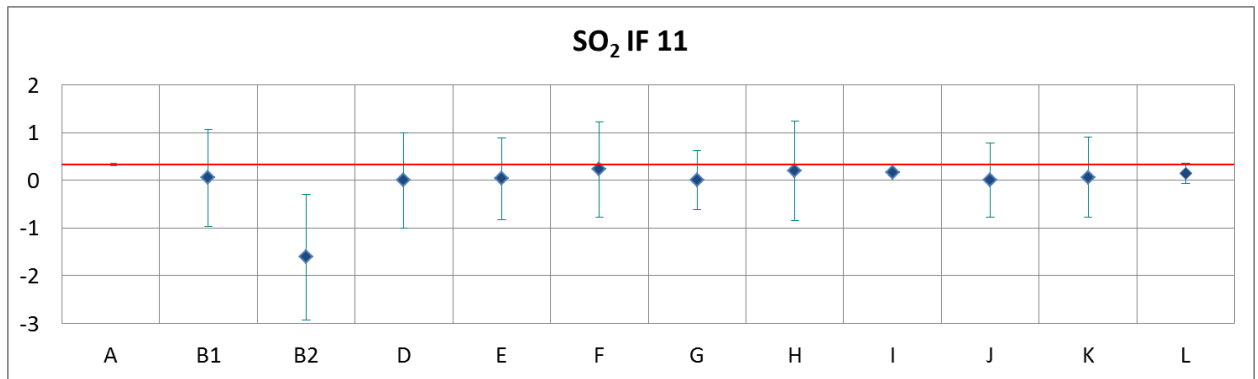


Abbildung 38: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 11 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 29: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration 12 (in ppb).

Parameter: IF SO₂, Konzentration 12 $x^* = 84,9$ $s^* = 2,17$

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		85.74	85.34	85.50	78.80	83.30	85.09	83.20	85.92	82.70	85.20	86.28
$x_{i,2}$		86.76	85.46	86.60	80.90	84.30	86.11	83.50	86.98	84.30	86.40	87.72
$x_{i,3}$		87.24	85.50	87.10	82.20	85.00	86.57	83.60	87.40	84.90	86.60	88.26
X_i	88.87	86.58	85.43	86.40	80.63	84.20	85.92	83.43	86.77	83.97	86.07	87.42
S_i		0.77	0.08	0.82	1.72	0.85	0.76	0.21	0.76	1.14	0.76	1.02
$u(x_i)$		1.89	2.28	1.17	2.73	1.33	1.23	1.10	1.13	1.57	1.95	2.40
$U(x_i)$		3.79	4.56	2.34	5.46	2.65	2.45	2.20	2.26	3.14	3.90	4.81

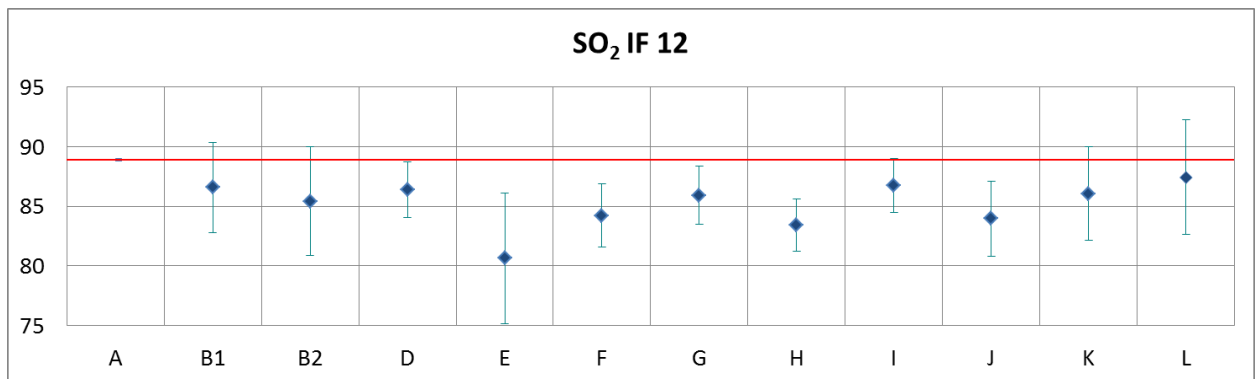


Abbildung 39: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration 12 mit Interferenzen (in ppb).

Tabelle 30: Ergebnisse für SO₂ mit Interferenzen bei Konzentration Null (Nullgas) (in ppb).

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

	Teilnehmer											
	A	B ₁	B ₂	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$	0.19	0.07	-1.87	0.00	0.20	0.10	0.03	0.20	0.18	0.00	0.10	0.18
$x_{i,2}$	0.23	0.03	-1.57	0.00	0.10	0.00	0.06	0.20	0.14	0.00	0.10	0.14
X_i	0.21	0.05	-1.72	0.00	0.15	0.05	0.05	0.20	0.16	0.00	0.10	0.16
S_i	0.03	0.03	0.21	0.00	0.07	0.07	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03
$u(x_i)$	0.29	0.50	0.66	0.50	0.43	0.50	0.31	0.52	0.03	0.27	0.41	0.11
$U(x_i)$	0.58	1.00	1.32	1.00	0.86	1.01	0.62	1.04	0.06	0.54	0.82	0.22

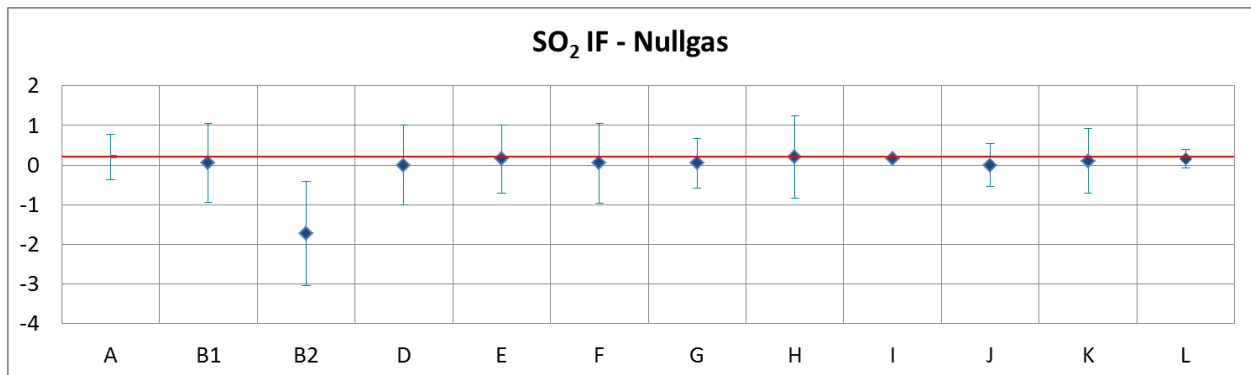


Abbildung 40: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die SO₂-Konzentration Null (Nullgas) mit Interferenzen (in ppb).

Ergebnisse für CO

Tabelle 31: Ergebnisse für CO bei Konzentration Null (Nullgas) (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,0$ $s^* = 0,00$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.00	-0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	-0.01	0.00
$x_{i,2}$		0.00	-0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	-0.01	0.00
$x_{i,3}$		0.00	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	-0.01	0.00
X_i	0.01	0.00	-0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	-0.01	0.00
S_i		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
$u(x_i)$		0.05	0.10	0.03	0.01	0.02	0.02	0.07	0.10	0.01	0.05	0.02
$U(x_i)$		0.10	0.20	0.06	0.02	0.04	0.04	0.13	0.20	0.02	0.10	0.04

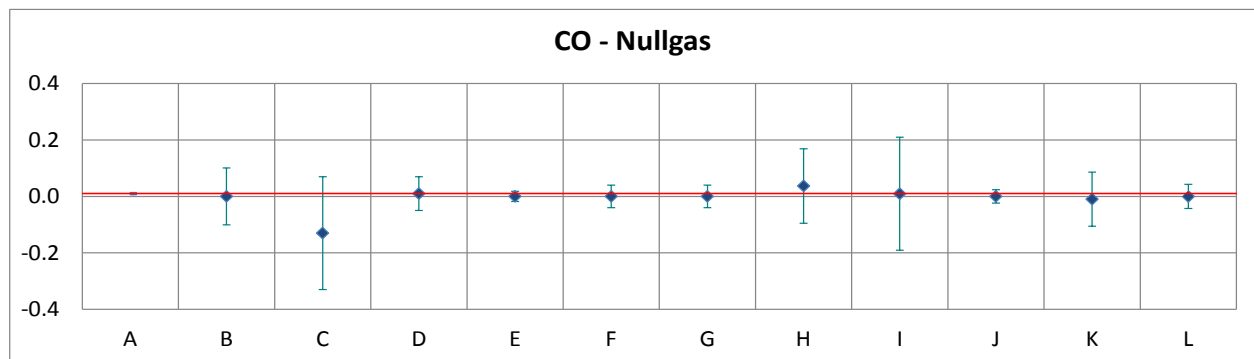


Abbildung 41: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für CO-Nullgas (in ppm).

Tabelle 32: Ergebnisse für CO bei Konzentration 1 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 1 $x^* = 78,4$ $s^* = 1,13$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		78.51		78.46	74.57	79.47	79.04	78.65	78.27	79.28	78.93	79.06
$x_{i,2}$		78.55	76.62	78.53	74.56	79.51	79.08	78.66	78.31	79.32	78.98	79.15
$x_{i,3}$		78.60	76.59	78.60	74.56	79.57	79.14	78.67	78.34	79.39	79.05	79.21
X_i	78.71	78.55	76.61	78.53	74.56	79.52	79.09	78.66	78.31	79.33	78.99	79.14
S_i		0.05	0.02	0.07	0.01	0.05	0.05	0.01	0.03	0.06	0.06	0.08
$u(x_i)$		0.80	1.72	0.81	0.11	1.19	0.21	0.71	0.94	0.12	1.03	1.13
$U(x_i)$		1.59	3.43	1.61	0.22	2.39	0.43	1.42	1.89	0.24	2.06	2.25

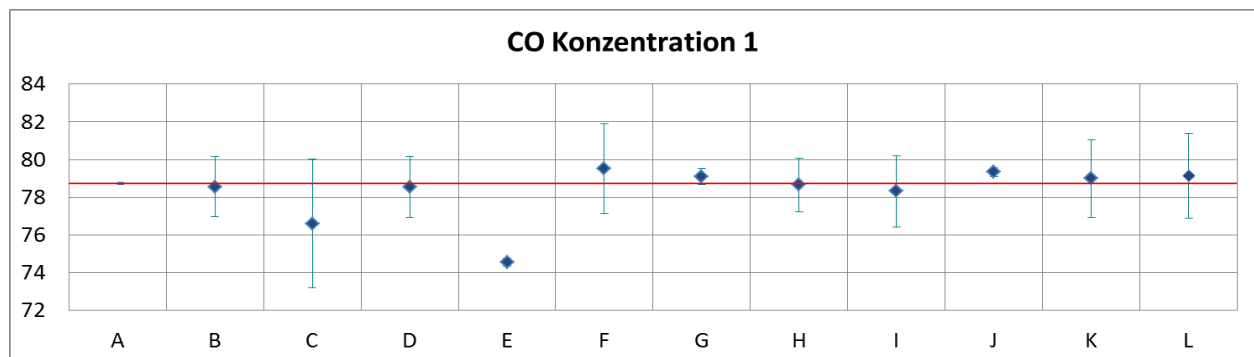


Abbildung 42: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 1 (in ppm).

Tabelle 33: Ergebnisse für CO bei Konzentration 2 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 2 $x^* = 57,8$ $s^* = 1,13$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		57.92	57.59	57.95	55.13	58.62	58.31	57.86	57.67	58.49	58.24	58.38
$x_{i,2}$		57.95	57.60	57.99	55.16	58.63	58.34	57.88	57.69	58.53	58.29	58.43
$x_{i,3}$		57.93	57.53	57.97	55.09	58.60	58.32	57.99	57.66	58.50	58.25	58.40
X_i	58.10	57.93	57.57	57.97	55.13	58.62	58.32	57.91	57.67	58.51	58.26	58.40
S_i		0.02	0.04	0.02	0.04	0.02	0.02	0.07	0.01	0.02	0.03	0.03
$u(x_i)$		0.60	1.29	0.61	0.15	0.88	0.20	0.59	0.71	0.14	0.77	0.84
$U(x_i)$		1.19	2.58	1.23	0.29	1.76	0.40	1.18	1.42	0.27	1.54	1.68

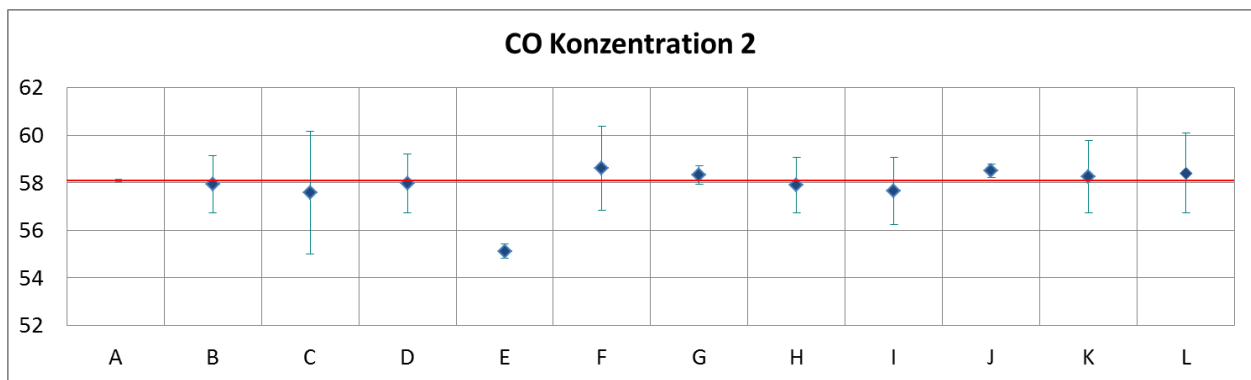


Abbildung 43: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 2 (in ppm).

Tabelle 34: Ergebnisse für CO bei Konzentration 3 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 3 $x^* = 38,9$ $s^* = 0,63$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		38.96	38.51	38.98	37.48	39.39	39.22	38.99	38.74	39.34	39.16	39.26
$x_{i,2}$		38.99	38.51	38.99	37.50	39.41	39.26	38.99	38.75	39.35	39.16	39.27
$x_{i,3}$		39.01	38.53	39.01	37.52	39.41	39.30	38.99	38.78	39.38	39.19	39.31
X_i	39.08	38.99	38.52	38.99	37.50	39.40	39.26	38.99	38.76	39.36	39.17	39.28
S_i		0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.04	0.00	0.02	0.02	0.02	0.03
$u(x_i)$		0.40	0.86	0.44	0.10	0.59	0.19	0.25	0.48	0.09	0.51	0.56
$U(x_i)$		0.79	1.73	0.88	0.19	1.18	0.37	0.50	0.96	0.17	1.03	1.12

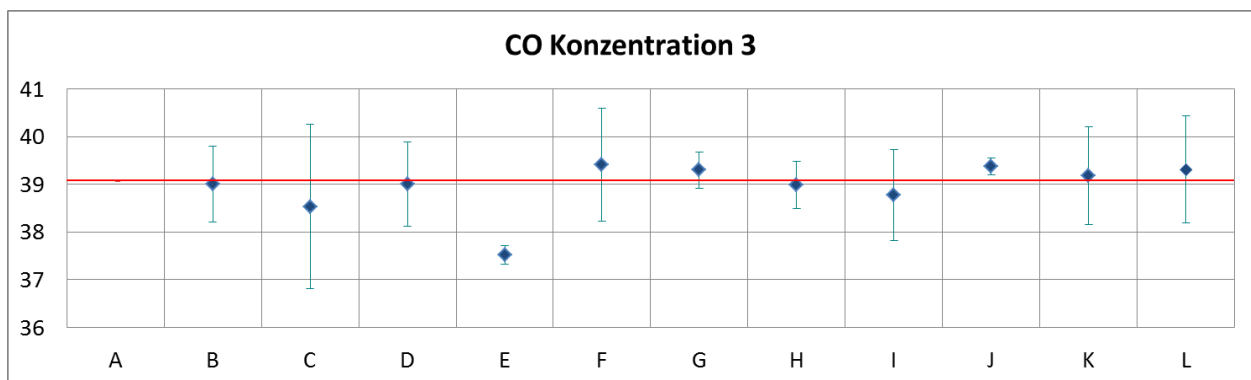


Abbildung 44: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 3 (in ppm).

Tabelle 35: Ergebnisse für CO bei Konzentration 4 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 4 $x^* = 19,8$ $s^* = 0,19$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		19.77	19.76	19.79	19.42	19.97	19.91	19.82	19.64	19.95	19.84	19.92
$x_{i,2}$		19.78	19.76	19.79	19.41	19.97	19.92	19.83	19.64	19.96	19.85	19.92
$x_{i,3}$		19.78	19.76	19.79	19.41	19.97	19.92	19.83	19.65	19.97	19.85	19.93
X_i	19.83	19.78	19.76	19.79	19.41	19.97	19.92	19.83	19.64	19.96	19.85	19.92
S_i		0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
$u(x_i)$		0.20	0.44	0.28	0.09	0.30	0.15	0.20	0.26	0.07	0.26	0.28
$U(x_i)$		0.40	0.89	0.57	0.18	0.60	0.30	0.40	0.51	0.15	0.53	0.57

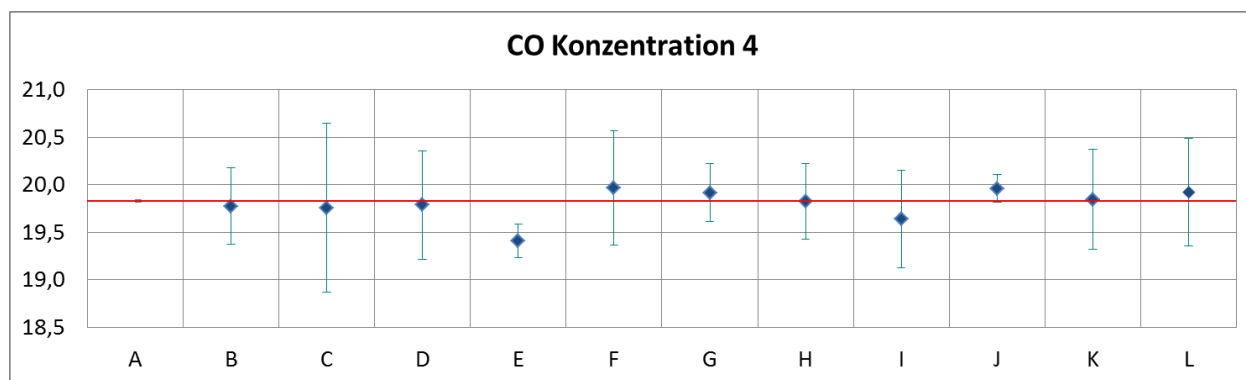


Abbildung 45: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 4 (in ppm).

Tabelle 36: Ergebnisse für CO bei Konzentration 5 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 5 $x^* = 9,5$ $s^* = 0,10$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		9.48	9.37	9.49	9.30	9.56	9.54	9.54	9.41	9.57	9.51	9.55
$x_{i,2}$		9.46	9.35	9.48	9.28	9.55	9.52	9.52	9.40	9.55	9.49	9.53
$x_{i,3}$		9.46	9.34	9.48	9.27	9.54	9.52	9.52	9.40	9.55	9.49	9.52
X_i	9.49	9.47	9.35	9.48	9.28	9.55	9.53	9.53	9.40	9.56	9.50	9.53
S_i		0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
$u(x_i)$		0.10	0.21	0.22	0.02	0.14	0.09	0.10	0.15	0.02	0.14	0.14
$U(x_i)$		0.20	0.42	0.44	0.04	0.29	0.18	0.20	0.30	0.04	0.27	0.27

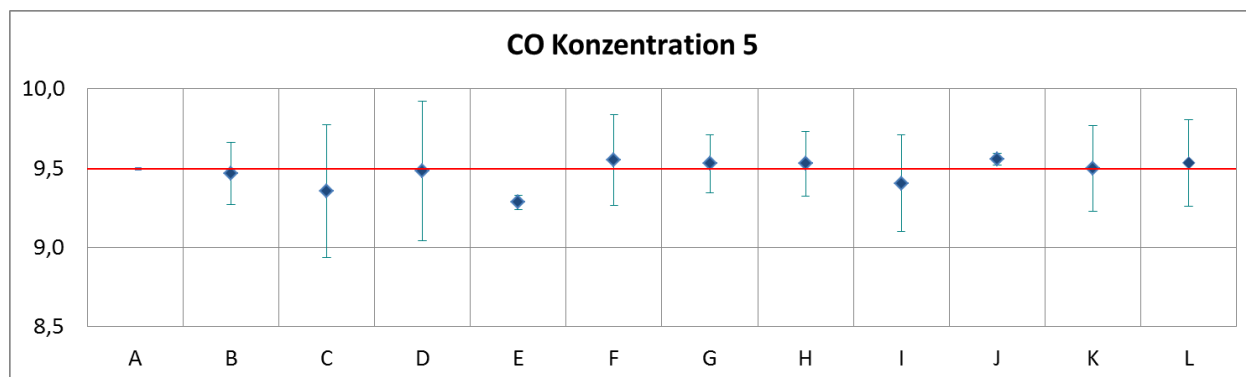


Abbildung 46: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 5 (in ppm).

Tabelle 37: Ergebnisse für CO bei Konzentration 6 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 6 $x^* = 7,6$ $s^* = 0,07$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		7.60	7.50	7.62	7.54	7.67	7.64	7.60	7.55	7.68	7.62	7.65
$x_{i,2}$		7.61	7.50	7.63	7.53	7.68	7.65	7.62	7.57	7.69	7.63	7.66
$x_{i,3}$		7.62	7.51	7.63	7.53	7.68	7.66	7.60	7.57	7.70	7.63	7.66
X_i	7.63	7.61	7.50	7.63	7.53	7.68	7.65	7.61	7.56	7.69	7.63	7.66
S_i		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$u(x_i)$		0.08	0.17	0.21	0.02	0.12	0.08	0.08	0.14	0.02	0.11	0.11
$U(x_i)$		0.16	0.34	0.42	0.04	0.23	0.16	0.16	0.27	0.04	0.22	0.22

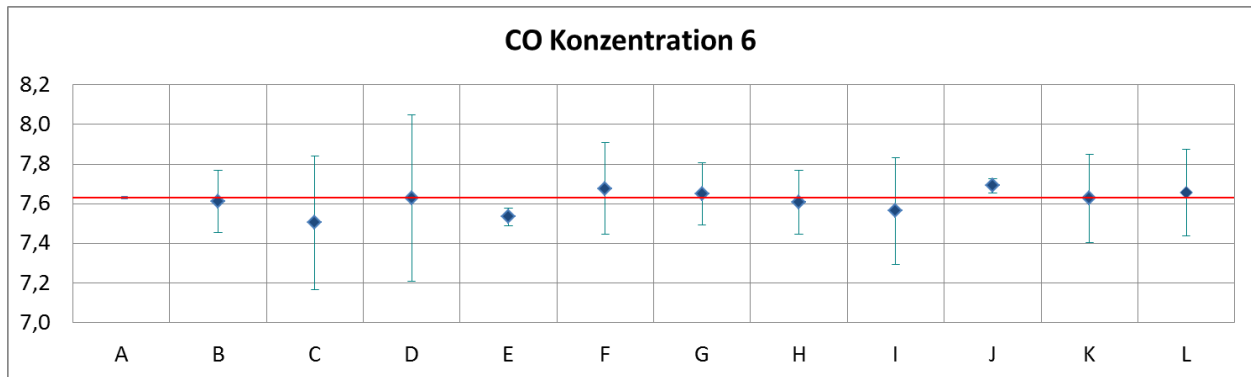


Abbildung 47: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 6 (in ppm).

Tabelle 38: Ergebnisse für CO bei Konzentration 7 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 7 $x^* = 4,9$ $s^* = 0,06$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		4.86	4.74	4.87	4.75	4.89	4.88	4.85	4.82	4.91	4.85	4.88
$x_{i,2}$		4.86	4.74	4.87	4.75	4.89	4.88	4.84	4.83	4.92	4.85	4.88
$x_{i,3}$		4.86	4.74	4.86	4.75	4.89	4.88	4.84	4.82	4.92	4.85	4.88
X_i	4.86	4.86	4.74	4.87	4.75	4.89	4.88	4.84	4.82	4.92	4.85	4.88
S_i		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
$u(x_i)$		0.05	0.11	0.15	0.01	0.07	0.06	0.06	0.12	0.01	0.08	0.07
$U(x_i)$		0.10	0.21	0.30	0.02	0.15	0.13	0.12	0.23	0.02	0.16	0.14

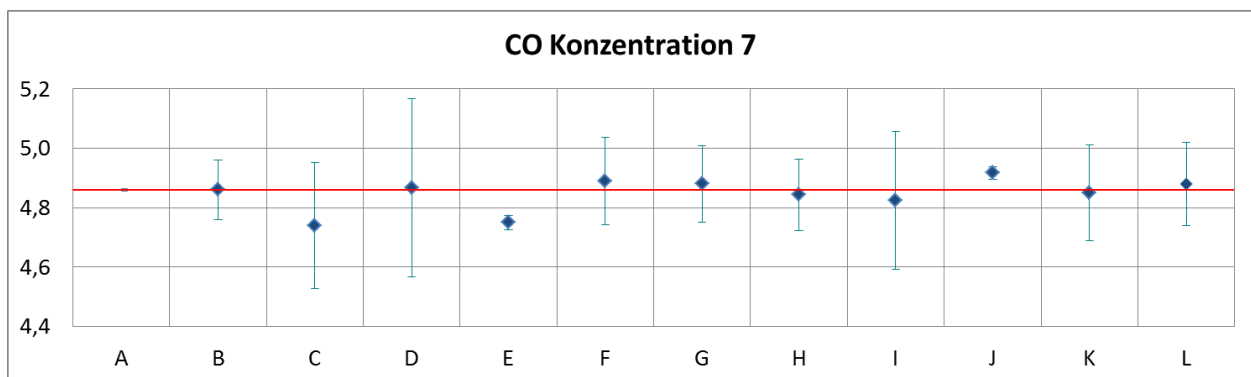


Abbildung 48: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 7 (in ppm).

Tabelle 39: Ergebnisse für CO bei Konzentration 8 (in ppm).

Parameter: CO, Konzentration 8 $x^* = 2,0$ $s^* = 0,07$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		2.02	1.85	2.01	1.92	2.02	2.00	1.95	2.00	2.05	2.01	2.02
$x_{i,2}$		2.02	1.85	2.01	1.93	2.01	2.00	1.94	2.00	2.05	2.00	2.02
$x_{i,3}$		2.02	1.84	2.01	1.93	2.02	2.01	1.94	2.00	2.05	2.00	2.01
X_i	2.01	2.02	1.85	2.01	1.93	2.02	2.00	1.94	2.00	2.05	2.00	2.02
S_i		0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
$u(x_i)$		0.02	0.04	0.10	0.01	0.03	0.05	0.04	0.10	0.01	0.06	0.03
$U(x_i)$		0.05	0.08	0.20	0.02	0.06	0.11	0.07	0.21	0.02	0.11	0.06

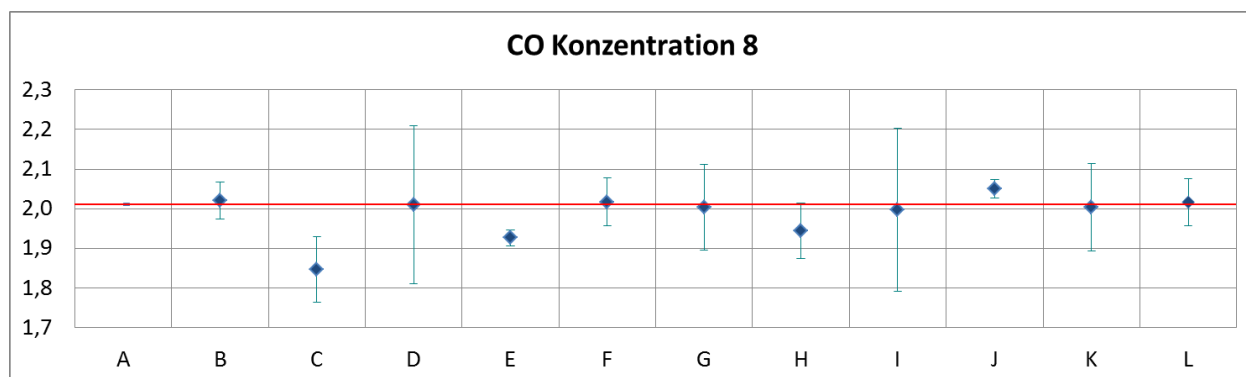


Abbildung 49: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 8 (in ppm).

Tabelle 40: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration Null (Nullgas) (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration Null (Nullgas) $x^* = 0,0$ $s^* = 0,01$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.01	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.05	-0.01	0.00
$x_{i,2}$		0.01	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.05	-0.01	0.00
X_i	0.01	0.01	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.05	-0.01	0.00
S_i		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$u(x_i)$		0.05	0.10	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.10	0.01	0.05	0.02
$U(x_i)$		0.10	0.20	0.06	0.02	0.04	0.04	0.10	0.20	0.02	0.10	0.04

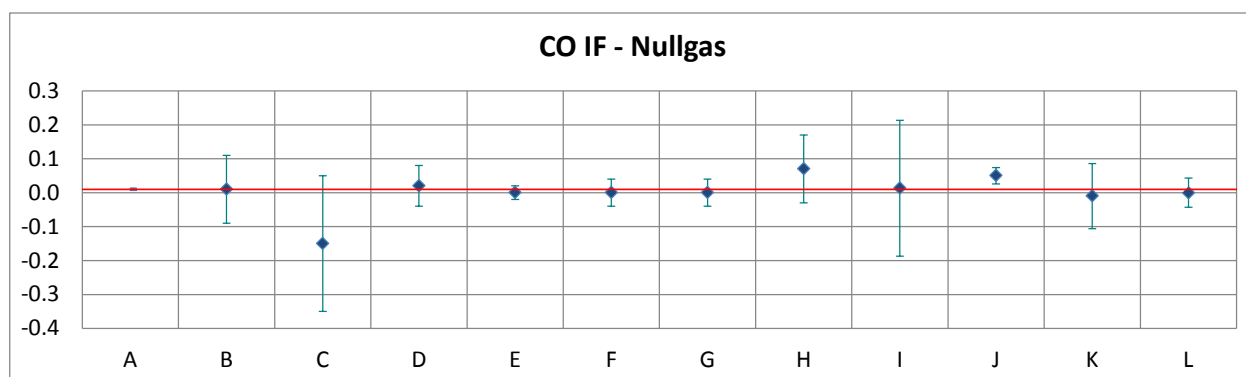


Abbildung 50: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration Null (Nullgas) mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 41: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 1 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 1 $x^* = 0,0$ $s^* = 0,01$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.02	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.05	-0.01	0.01
$x_{i,2}$		0.02	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.05	-0.01	0.01
$x_{i,3}$		0.02	-0.16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.05	-0.01	0.00
X_i	0.01	0.02	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.05	-0.01	0.01
S_i		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
$u(x_i)$		0.05	0.10	0.03	0.02	0.02	0.02	0.05	0.10	0.02	0.05	0.03
$U(x_i)$		0.11	0.20	0.06	0.04	0.04	0.04	0.10	0.20	0.04	0.10	0.06

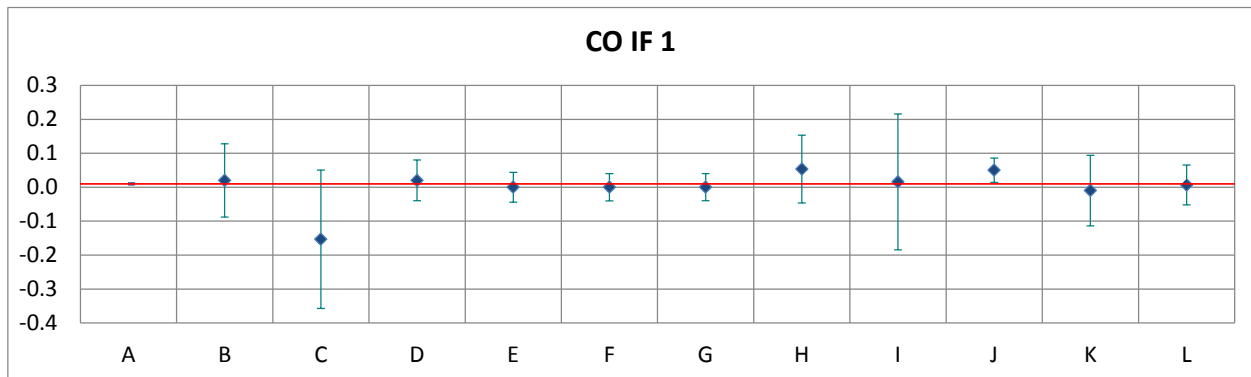


Abbildung 51: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 1 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 42: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 2 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 2 $x^* = 9,5$ $s^* = 0,12$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		9.49	9.34	9.49	9.29	9.56	9.55	9.53	9.39	9.59	9.51	9.56
$x_{i,2}$		9.49	9.33	9.49	9.28	9.56	9.55	9.52	9.39	9.59	9.50	9.55
$x_{i,3}$		9.49	9.33	9.48	9.27	9.56	9.55	9.52	9.39	9.59	9.50	9.55
X_i	9.50	9.49	9.33	9.49	9.28	9.56	9.55	9.52	9.39	9.59	9.50	9.55
S_i		0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
$u(x_i)$		0.18	0.21	0.27	0.03	0.14	0.09	0.10	0.15	0.03	0.20	0.20
$U(x_i)$		0.36	0.42	0.53	0.06	0.29	0.18	0.20	0.30	0.06	0.40	0.41

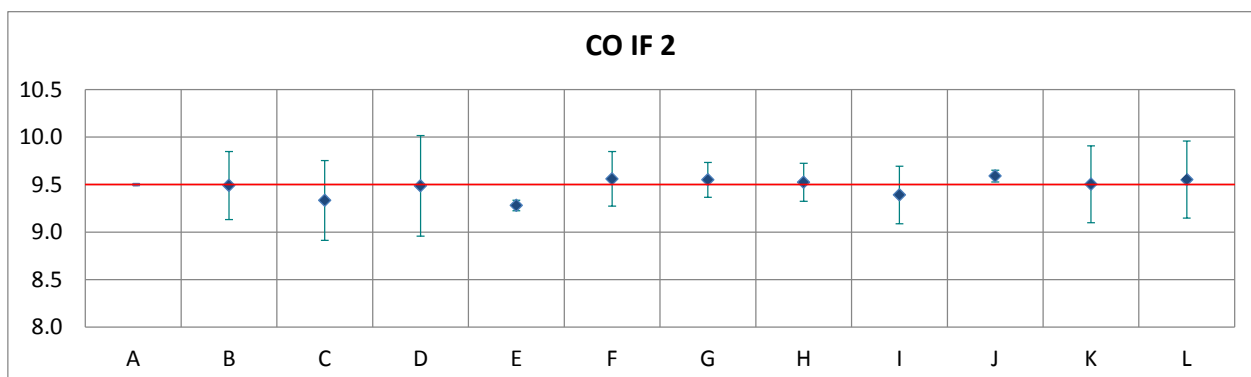


Abbildung 52: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 2 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 43: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 3 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 3 $x^* = 0,01$ $s^* = 0,01$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.01	-0.16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.04	-0.01	0.01
$x_{i,2}$		0.01	-0.16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.04	-0.01	0.01
X_i	0.01	0.01	-0.16	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.04	-0.01	0.01
S_i		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$u(x_i)$		0.05	0.10	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.10	0.01	0.05	0.02
$U(x_i)$		0.11	0.20	0.06	0.02	0.04	0.04	0.10	0.20	0.02	0.10	0.04

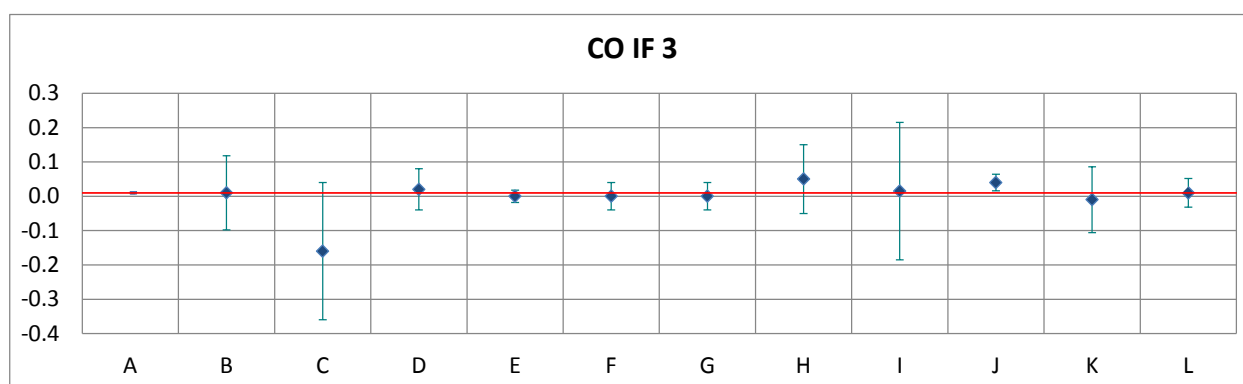


Abbildung 53: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 3 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 44: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 4 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 4 $x^* = 0,02$ $s^* = 0,02$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.05	-0.12	0.05	0.00	0.04	0.02	0.06	0.05	0.08	0.02	0.05
$x_{i,2}$		0.03	-0.15	0.03	0.00	0.01	0.00	0.06	0.02	0.06	0.00	0.02
$x_{i,3}$		0.02	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.05	-0.01	0.01
X_i	0.02	0.03	-0.14	0.03	0.00	0.02	0.01	0.06	0.03	0.06	0.00	0.03
S_i		0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02
$u(x_i)$		0.06	0.11	0.04	0.04	0.03	0.02	0.05	0.10	0.04	0.05	0.02
$U(x_i)$		0.11	0.21	0.08	0.07	0.06	0.04	0.10	0.20	0.08	0.10	0.05

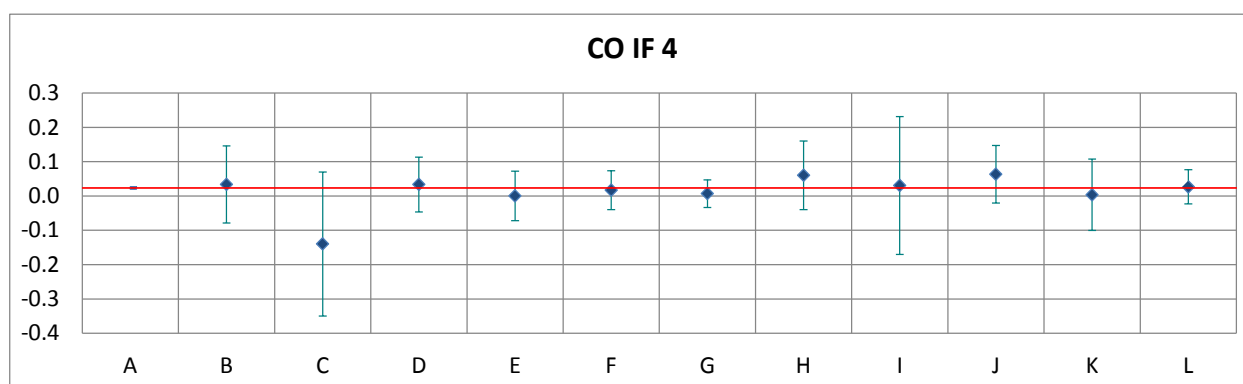


Abbildung 54: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 4 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 45: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 5 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 5 $x^* = 9,5$ $s^* = 0,12$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		9.55	9.42	9.53	9.30	9.61	9.60	9.48	9.43	9.65	9.55	9.59
$x_{i,2}$		9.55	9.38	9.52	9.29	9.61	9.60	9.46	9.43	9.64	9.54	9.59
$x_{i,3}$		9.54	9.36	9.52	9.29	9.60	9.59	9.46	9.42	9.63	9.54	9.58
X_i	9.53	9.55	9.39	9.52	9.29	9.61	9.60	9.47	9.42	9.64	9.54	9.59
S_i		0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$u(x_i)$		0.18	0.13	0.27	0.02	0.14	0.09	0.10	0.15	0.02	0.17	0.17
$U(x_i)$		0.36	0.27	0.53	0.03	0.29	0.18	0.19	0.30	0.03	0.34	0.34

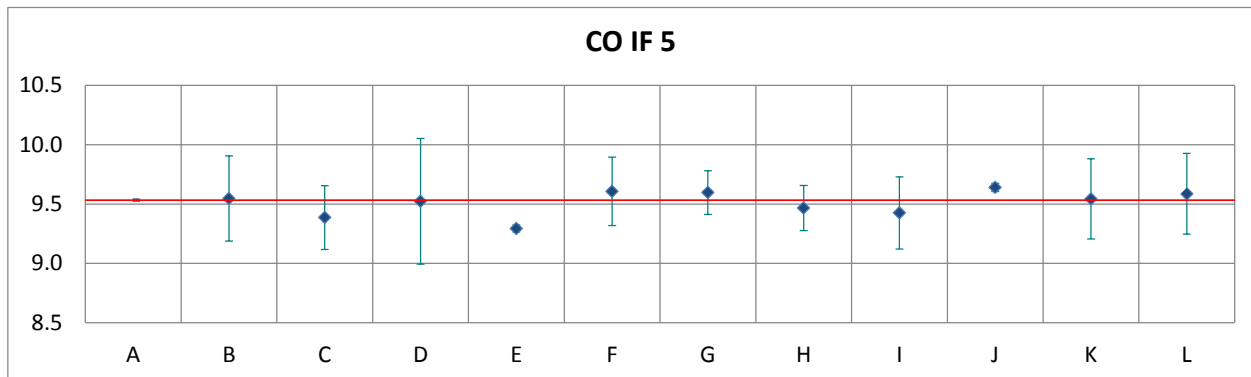


Abbildung 55: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 5 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 46: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 6 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 6 $x^* = 0,01$ $s^* = 0,01$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$	0.01	0.01	-0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	-0.01	0.01
$x_{i,2}$	0.01	0.01	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	-0.01	0.01
X_i	0.01	0.01	-0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	-0.01	0.01
S_i	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$u(x_i)$	0.02	0.05	0.10	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.10	0.01	0.05	0.02
$U(x_i)$	0.04	0.10	0.20	0.06	0.01	0.04	0.04	0.10	0.20	0.03	0.10	0.04

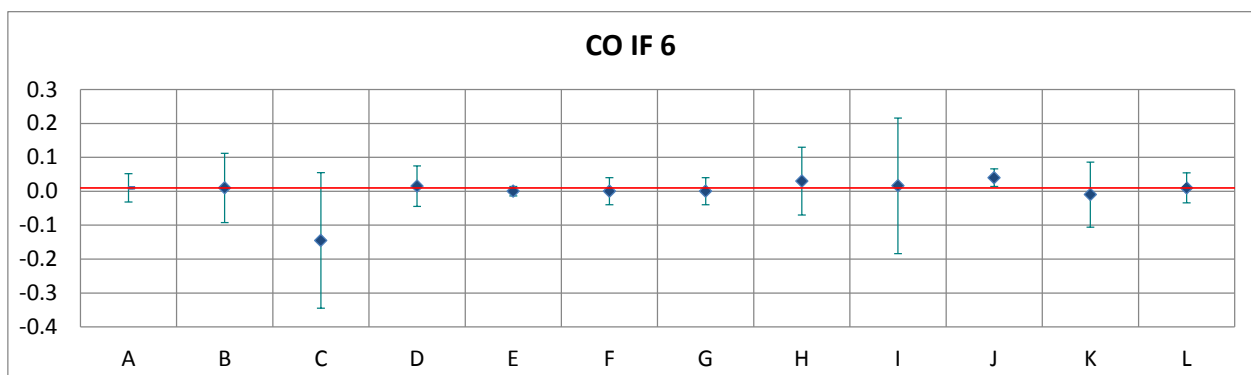


Abbildung 56: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 6 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 47: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 7 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 7 $x^* = 0,01$ $s^* = 0,02$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.02	0.05	-0.01	0.02
$x_{i,2}$		0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.02	0.05	-0.01	0.01
$x_{i,3}$		0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.02	0.05	-0.01	0.01
X_i	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.09	0.02	0.05	-0.01	0.01
S_i		0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
$u(x_i)$		0.05	0.18	0.03	0.15	0.02	0.02	0.05	0.10	0.15	0.05	0.02
$U(x_i)$		0.10	0.36	0.06	0.30	0.04	0.04	0.10	0.20	0.30	0.10	0.05

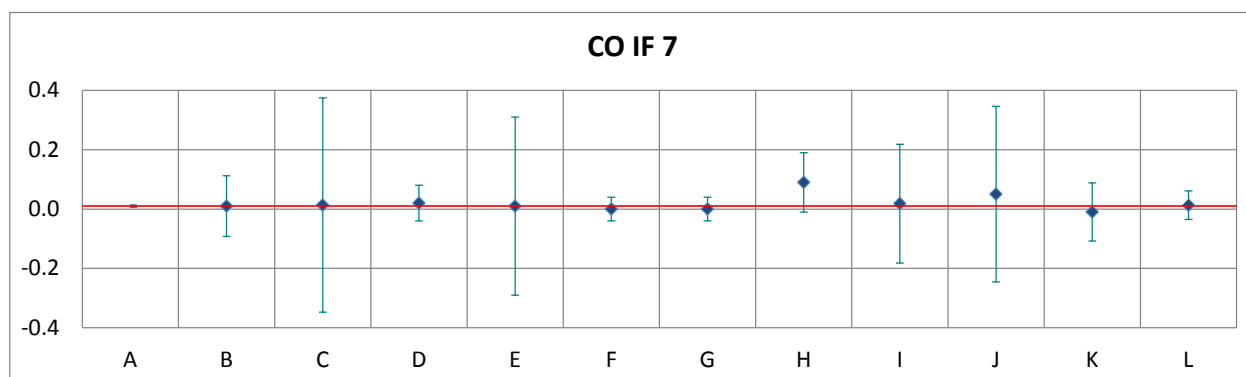


Abbildung 57: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 7 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 48: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 8 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 8 $x^* = 9,4$ $s^* = 0,13$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		9.49	9.31	9.44	9.23	9.55	9.54	9.44	9.29	9.51	9.42	9.45
$x_{i,2}$		9.48	9.29	9.43	9.21	9.54	9.53	9.45	9.27	9.50	9.41	9.43
$x_{i,3}$		9.46	9.28	9.41	9.19	9.53	9.52	9.44	9.25	9.48	9.40	9.41
X_i	9.45	9.48	9.29	9.43	9.21	9.54	9.53	9.44	9.27	9.50	9.41	9.43
S_i		0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02
$u(x_i)$		0.23	0.16	0.27	0.08	0.14	0.09	0.10	0.15	0.07	0.25	0.25
$U(x_i)$		0.46	0.31	0.53	0.17	0.29	0.18	0.20	0.30	0.14	0.50	0.50

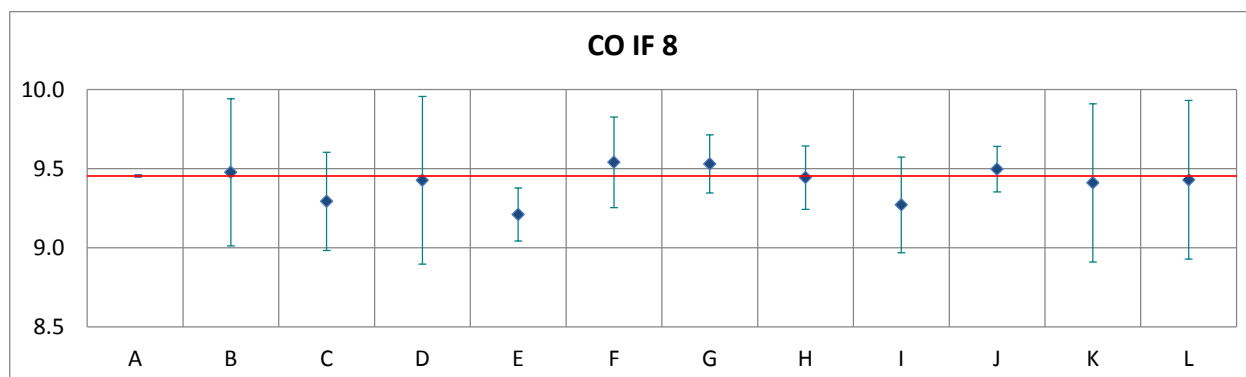


Abbildung 58: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 8 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 49: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration 9 (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration 9 $x^* = 57,8$ $s^* = 1,29$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		58.36	57.28	58.02	55.12	58.85	59.91	58.50	57.25	58.40	58.07	57.79
$x_{i,2}$		58.29	57.31	57.84	55.14	58.75	58.83	58.42	57.25	58.35	58.04	57.72
$x_{i,3}$		58.12	57.20	57.75	55.03	58.63	58.70	58.40	57.11	58.15	57.90	57.55
X_i	57.86	58.26	57.26	57.87	55.10	58.74	59.15	58.44	57.20	58.30	58.00	57.69
S_i		0.12	0.06	0.14	0.06	0.11	0.66	0.05	0.08	0.13	0.09	0.12
$u(x_i)$		0.64	0.82	0.62	0.16	0.88	0.20	0.51	0.70	0.19	0.81	0.86
$U(x_i)$		1.28	1.64	1.24	0.31	1.76	0.40	1.02	1.40	0.39	1.61	1.71

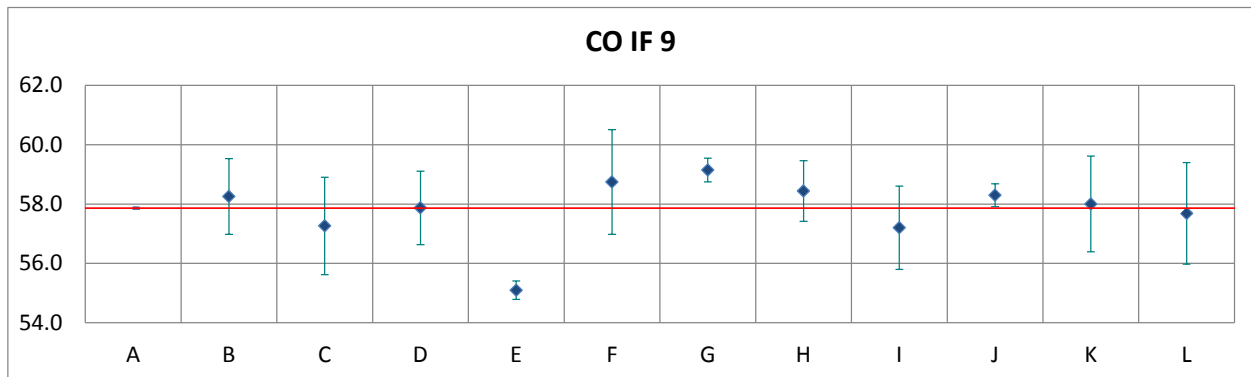


Abbildung 59: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration 9 mit Interferenzen (in ppm).

Tabelle 50: Ergebnisse für CO mit Interferenzen bei Konzentration Null (Nullgas II) (in ppm).

Parameter: IF CO, Konzentration Null (Nullgas II) $x^* = 0,01$ $s^* = 0,01$

	Teilnehmer											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$x_{i,1}$		0.01	-0.08	0.03	0.01	0.02	0.00	0.03	0.04	0.00	0.01	0.02
$x_{i,2}$		0.01	-0.08	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02
X_i	0.03	0.01	-0.08	0.03	0.01	0.02	0.00	0.03	0.03	0.00	0.01	0.02
S_i		0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$u(x_i)$		0.05	0.10	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.10	0.02	0.05	0.02
$U(x_i)$		0.10	0.20	0.06	0.02	0.04	0.04	0.10	0.20	0.04	0.10	0.04

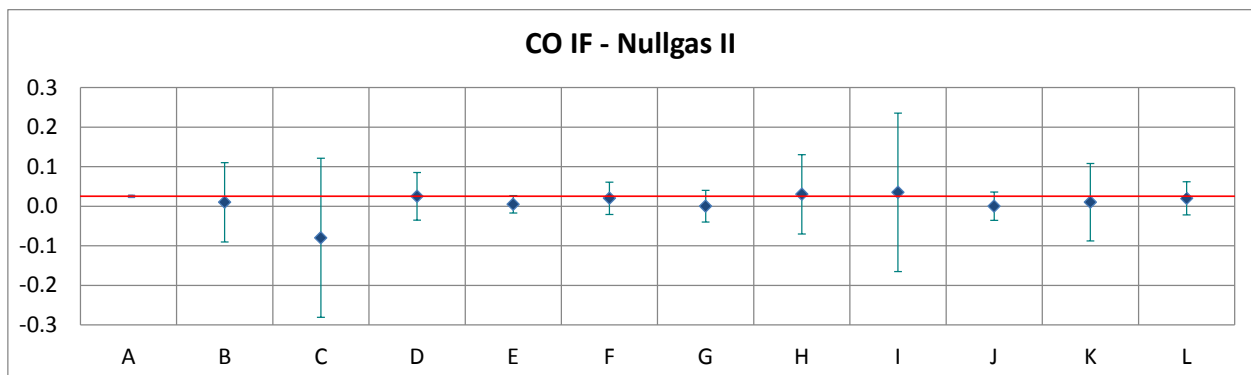


Abbildung 60: Mittelwert und erweiterte Messunsicherheit für die CO-Konzentration Null (Nullgas II) mit Interferenzen (in ppm).

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 CO und SO₂

15. Oktober bis 19. Oktober 2012

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: MA22 Wiener Umweltschutzabteilung

Name der Teilnehmerin: Ing. Christina Kellner

Kontakt: Ing. Christina Kellner

Telefonnummer: 0676 8118 73777

E-Mail: christina.kellner@wien.gv.at

Rechnungsanschrift: Wiener Umweltschutzabteilung MA 22
Wolfganggasse 58–60 4 Stock, 1120 Wien

1. SO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	159,8 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	0,16 %
Hersteller	Horiba Transferstandard
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	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	x

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Analysator 1: Hersteller: Horiba
 Modell: APSA370
 Baujahr: 2011

Analysator 2: Hersteller: API
 Modell: M100E
 Baujahr: 2007

1.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

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

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	16,15 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	0,16 %
Hersteller	Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	ja

Verwendetes Nullgas: interne Nullluft

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba
 Modell: Horiba APMA 370
 Baujahr: 2010

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2:

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

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

Ringversuch für CO und SO₂

15. Oktober bis 19. Oktober 2012

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

1. SO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	325 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Permeation

Verwendetes Nullgas: Vorlagenbehälter Kalibrator, Silikagel und Aktivkohle

1.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APSA 360

Baujahr: 2003

1.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 1

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: lt. Anleitung Umweltbundesamt

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	12 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,8 %
Hersteller	Kalibrator Horiba
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Kalibrator mit 200 ppm Flasche (Messer)

Verwendetes Nullgas: Vorlagenbehälter Kalibrator

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APMA 360

Baujahr: 2001

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 1

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: lt. Anleitung Umweltbundesamt

Ringversuch für SO₂ und CO

15. bis 19. Oktober 2012

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. SO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	149,0 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	± 3,09 ppb
Hersteller	MCZ
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien/21.02.2012
Verdünnungsmethode	TMD

Verwendetes Nullgas: Aktivkohle

1.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Instruments

Modell: TE 43 i

Baujahr: 2012

1.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Weihnachtsstollen-Rezept
(© Wolf Andreas)

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	8,46 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	± 0,193 ppm
Hersteller	MCZ
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien/20.02.2012
Verdünnungsmethode	TMD

Verwendetes Nullgas: Hopkalit

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Teledyne Instruments

Modell: API 300E

Baujahr: 2007

2.4 Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 (Null-Endpunkt)

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: Weihnachtsstollen-Rezept
(© Wolf Andreas)

Ringversuch für SO₂ und CO**15. bis 19. Oktober 2012****Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards****Organisation:** Amt der Salzburger Landesregierung**Name des Teilnehmers:** Ing. DI (FH) Paul Göldner**Kontakt:** Ing. DI (FH) Paul Göldner**Telefonnummern:** 0662-8042-4178 und Mobil 0664-8920843**E-mail:** paul.goeldner@salzburg.gv.at**Rechnungsanschrift:** Land Salzburg, Abt.5 Umweltschutz,
Ref.: Immissionsschutz
Ulrich-Schreier-Straße 18, PF 527, A-5010 Salzburg**1. SO₂****1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	169,5 ppb
Erweiterte Unsicherheit (Uc, rel)	3 %
Hersteller	SIAD
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien/Transferstandard
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	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo

Modell: 43i

Baujahr: 2011

1.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 Punkt

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorgaben Umweltbundesamt 2010

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	17,54 ppm
Erweiterte Unsicherheit (Uc, rel)	3 %
Hersteller	SIAD
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien/Transferstandard
Verdünnungsmethode	keine

Verwendetes Nullgas

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APMA 370

Baujahr: 2011

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2 Punkt

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorgaben Umweltbundesamt 2010

Ringversuch für SO₂ und CO

15. bis 19. Oktober 2012

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Burgenländischen Landesregierung

Name des Teilnehmers: Michael Fercsak

Kontakt: Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt

Telefonnummer: 02682 600 2834

E-mail: michael.fercsak@bgl.gv.at

Rechnungsanschrift: Amt der Burgenländischen Landesregierung
Abteilung 5/III – Natur- und Umweltschutz
(Luftgüteüberwachung)
Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt

1. SO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	265 ppb
Erweiterte Unsicherheit (Uc, rel)	1,8
Hersteller	HORIBA
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Permeation

Verwendetes Nullgas: Intern eingebaut
(Silikagel, Aktivkohle, Natronkalk, Molekularsieb)

1.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APSA370

Baujahr: 2011

1.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 1 + Lofit

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Umweltbundesamt, Abschätzung

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	15,37 ppm
Erweiterte Unsicherheit (Uc, rel)	1,8
Hersteller	HORIBA
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	

Verwendetes Nullgas: Intern eingebaut
(Silikagel, Aktivkohle, Natronkalk, Molekularsieb)

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APMA 370

Baujahr: 2011

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 1 + Lofit

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Umweltbundesamt, Abschätzung

Ringversuch für SO₂ und CO**15. bis 19. Oktober 2012****Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards****Organisation:** Amt der Kärntner Landesregierung**Name des Teilnehmers:** Ing. Franz Hohenwarter**Kontakt:** Ing. Franz Hohenwarter**Telefonnummer:** 0463/53618072**E-mail:** franz.hohenwarter@ktn.gv.at**Rechnungsanschrift:** Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8,
Flatschacherstraße 70, 9020 Klagenfurt**1. SO₂****1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?**

Konzentration	136,4 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	2,73 ppb
Hersteller	MCZ
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?	x	
Ergebnis der Kalibrierung zur Datenkorrektur verwendet?	x	

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: 43i

Baujahr: 2006

1.4 Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorlage Umweltbundesamt

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	18,17 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	0,363 ppm
Hersteller	MCZ
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt
Verdünnungsmethode	Flasche

Verwendetes Nullgas

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: TE 48i

Baujahr: 2006

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: laut Vorlage Umweltbundesamt

Ringversuch für SO₂ und CO

15. bis 19. Oktober 2012

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Landesagentur für Umwelt Bozen (LfU Bozen)

Namen der Teilnehmer: Günther Kerschbaumer, Oswald Vigl

Kontakt: Amba Alagistraße-39100 Bozen, Italien

Telefonnummer: 0039 0471 417144

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

Rechnungsanschrift: Landesagentur für Umwelt, Verwaltungsamt
Amba Alagistraße 35, 39100 Bozen/ITALIEN

1. SO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	193 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	1,5 %
Hersteller	VSL
Konzentration zertifiziert durch	50 ppm PRM VSL
Verdünnungsmethode	Horiba Kalibrator MCC1000

Verwendetes Nullgas: Nullluftgenerator API 701

1.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Thermo Elektron

Modell: 43i-TLE

Baujahr: 2007

1.4 Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2: Zero + Span

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $\sqrt{[(\text{dev. std})^2 + (u \text{ Gasflasche})^2 + (u \text{ wiederholbarkeit})^2 + (u \text{ LoF})^2 + (\text{Auflösung des Analysators})^2]}$

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	15 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	2,0 %
Hersteller	Air Liquide
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	keine

Verwendetes Nullgas: Filterpatrone (CO – Scrubber)

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: Horiba

Modell: APMA 370

Baujahr: 2008

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2: Zero + Span

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: $\sqrt{[(\text{dev.std})^2 + (u \text{ Kalibriersystem})^2 + (u \text{ wiederholbarkeit})^2 + (u \text{ LoF})^2 + (\text{Auflösung des Analysators})^2]}$

Ringversuch für SO₂ und CO

15. bis 19. Oktober 2012

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15

Namen der Teilnehmer: Andreas Murg, Martin Tantscher

Kontakt: Dipl.-Ing. (FH) Andreas Murg

Telefonnummern: +4367686664167 oder +433168774167

E-mail: andreas.murg@stmk.gv.at

Rechnungsanschrift: Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 15, Landhausgasse 7, 8010 Graz

1. SO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	270 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	siehe Kalibrierschein
Hersteller	MCZ – CMK (SN 0902-009)
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt Wien
Verdünnungsmethode	Dyn. Verdünnung

Verwendetes Nullgas: MCZ – Nullgas mit Porofil und Aktivkohle

1.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APSA 370 S/N G0B00GMW

Baujahr: 2008

1.4 Auswertung der Ergebnisse:

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: nach den Vorgaben des
Umweltbundesamtes

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	14,7 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	siehe Kalibrierschein
Hersteller	MCZ – CMK (SN 0902-010)
Konzentration zertifiziert durch	Umweltbundesamt
Verdünnungsmethode	Dyn. Verdünnung

Verwendetes Nullgas: MCZ-Nullgas mit Porofil und Aktivkohle

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APMA 370 SN V21PRF2S

Baujahr: 2010

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: nach der Vorlage des Umweltbundesamtes

Ringversuch für SO₂ und CO
15. bis 19. Oktober 2012

Fragebogen zu Messgeräten und Kalibrierstandards

Organisation: Amt der Oö Landesregierung

Namen der Teilnehmer: Stummer Manfred, Gabrysch Mario

Kontakt: Stummer Manfred, Gabrysch Mario

Telefonnummer: 0732/7720-13602 (Labor)

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

Rechnungsanschrift: Amt der Oö. Landesregierung,
 Goethestr. 86, 4021-Linz

1. SO₂

1.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	PGG SO ₂ 166,1 ppb
Erweiterte Unsicherheit (U)	im Kalibrierpunkt 3,15 ppb
Hersteller	HORIBA
Konzentration zertifiziert durch	Land Oö.
Verdünnungsmethode	dynamische Verdünnung (Permeation)

Verwendetes Nullgas: Nullluftaufbereitung mit Silikagel und Aktivkohle

1.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

1.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APSA 360

Baujahr: 2000

1.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: zwei (2)

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: ISO 6144, EUROLAB Leitfaden,
 QS-UW-SOP-2-013/GA

2. CO

2.1 Welcher Kalibrierstandard wurde für den Ringversuch benutzt?

Konzentration	PGG 17,5 ppm; Flasche 17,34 ppm
Erweiterte Unsicherheit (U)	PGG im Kalibrierpunkt 0,45 ppm
Hersteller	HORIBA, LINDE
Konzentration zertifiziert durch	Land Oö.
Verdünnungsmethode	dynamische Verdünnung

Verwendetes Nullgas: Nullluftaufbereitung mit Silikagel,
Aktivkohle und CO-Scrubber

2.2 Vorgehen beim Ringversuch

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

2.3 Welcher Analysator wurde verwendet?

Hersteller: HORIBA

Modell: APMA 370

Baujahr: 2009

2.4 Auswertung der Ergebnisse

Anzahl der Kalibrierpunkte: 2

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

Berechnung der Unsicherheit der Ergebnisse: ISO 6144, EUROLAB Leitfaden,
QS-UW-SOP-2-013/GA

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 2012“ sind die Resultate dieses Ringversuchs zusammengefasst. Getestet wurde die Kompetenz bei der Messung Schwefeldioxid (SO₂) und Kohlenstoffmonoxid (CO). 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.

Seit Februar 2010 betreibt das Umweltbundesamt eine Ringversuchsanlage für Immissionsmessungen, an der Ringversuche zu unterschiedlichen Luftschadstoffen in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden.