



Ringversuche der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES)

Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol
vom 12. bis 14. September 2017

[LANUV-Fachbericht 97](#)

Ringversuche der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES)

Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol
vom 12. bis 14. September 2017

[LANUV-Fachbericht 97](#)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2020

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 Telefax 02361 305-3215 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Bearbeiter	Thorsten Zang (LANUV)
Bildnachweis	LANUV
ISSN	1864-3930 (Print), 2197-7690 (Internet), LANUV-Fachberichte
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • Telefonansagedienst (02 01) 1 97 00 • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Inhalt

1.	Einleitung.....	4
1.1.	Ziele des Ringversuches.....	4
1.2.	Zeitplan.....	4
1.3.	Teilnehmerliste	6
1.4.	Übersicht über die eingesetzten Messverfahren	6
1.5.	Erläuterung Bewertungsteil und ergänzende Prüfgasangebote.....	8
1.6.	Vergleich der Vorgabewerte mit den Teilnehmermedien.....	8
1.6.1.	Schwefeldioxid.....	10
1.6.2.	Kohlenmonoxid.....	10
1.6.3.	Benzol	11
2.	Zusammenfassung und Diskussion.....	12
3.	Bewertungsteil.....	13
3.1.	Bewertung nach dem z'-score Verfahren	13
3.2.	Ermittlung der Vorgabekonzentration (Sollkonzentration) und der Unsicherheit der Eignungsbekanntgabe	13
3.3.	Prüfgasangebote	15
3.4.	Kenngrößen der Teilnehmermesswerte	15
3.5.	z'-score Auswertung Schwefeldioxid.....	16
3.6.	z'-score Auswertung Kohlenmonoxid	20
3.7.	z'-score Auswertung Benzol	24
4.	Ergänzende Prüfgasangebote und Auswertungen	27
4.1.	Prüfgasangebote	27
4.2.	Kenngrößen der Teilnehmermesswerte	28
4.3.	Messunsicherheiten der Teilnehmer – E _n -Zahlen.....	29
4.4.	Störkomponenten	33
4.4.1.	Schwefeldioxid.....	33
4.4.2.	Kohlenmonoxid.....	36
4.4.3.	Benzol	40
4.5.	Wiederholbarkeit und robuste Auswertung	41
4.5.1.	Schwefeldioxid.....	41
4.5.2.	Kohlenmonoxid.....	43
4.5.3.	Benzol	45
4.6.	ORSA-Sammler.....	46
4.6.1.	Benzol	48
4.6.2.	Toluol.....	49
4.6.3.	o-Xylol	50
4.6.4.	m- / p-Xylol	51
4.6.5.	Ethylbenzol	52
4.7.	Ergänzende organische Komponenten	53
5.	Anhang.....	59
5.1.	Messwerte und Standardunsicherheiten	59
5.2.	Ergänzende org. Komponenten	65

1 Einleitung

In der Zeit vom 12. bis 14. September 2017 fand im LANUV NRW ein Ringversuch der staatlichen Immissionsmessstellen der Bundesländer (STIMES) statt. Der Ringversuch beinhaltete die Messkomponenten Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol. Folgende Messverfahren waren beteiligt:

Tabelle 1: Anzahl der Teilnehmer

Anzahl der Teilnehmer	Verfahren	Anzahl
18	UV-Fluoreszenz Schwefeldioxid	20
	Nondispersive IR (CO)	19
	Benzol Prozess-GC	6
	Absorptionsröhren Benzol	7

1.1 Ziele des Ringversuches

- Vergleich der Messergebnisse für verschiedene Prüfgaskonzentrationen im Bereich der Grenzwerte und typischer Außenluftbedingungen
- Vorgabe von Referenzwerten mit definierter Unsicherheit
- Wiederholbarkeit der Messergebnisse
- Vergleich der Messunsicherheiten der Teilnehmer
- Überprüfung der Querempfindlichkeiten für ausgewählte Komponenten

1.2 Zeitplan

Dienstag, den 12.09.2017

Uhrzeit				
Von	Bis	Was?	Wo?	Prüfgas
08:00		Anreise und Aufbau der Geräte im Technikum Kontrollkalibrierung Teilnehmer	Technikum	
14:00	15:30	Nullgas		
14:30	15:30	Begrüßung und Eingangsbesprechung Nachtangebot N1 - Störkomponenten	Saal A 24 Technikum	
16:00	17:00	Nullgas		PG 1
17:15	18:00	350 µg/m ³ SO ₂ + 10 mg/m ³ CO		PG 2
18:15	19:00	SO ₂ 350 µg/m ³ 10 mg/m ³ CO + 19 mmol/mol H ₂ O		PG 3
19:15	20:00	SO ₂ 350 µg/m ³ + 500 nmol/mol NO		PG 4
20:15	21:00	SO ₂ 350 µg/m ³ + 10 µg/m ³ BTEX		PG 5
21:15	22:00	350 µg/m ³ SO ₂ + 10 mg/m ³ CO		PG 6
22:15	23:00	10 mg/m ³ CO + 500 µmol/mol CO ₂		PG 7
23:15	00:00	10 mg/m ³ CO + 1 µmol/mol NO		PG 8
00:15	01:00	10 mg/m ³ CO + 50 nmol/mol N ₂ O		PG 9
01:15	02:00	350 µg/m ³ SO ₂ + 10 mg/m ³ CO		PG 10
		Mehrfachbestimmung		
02:15	03:00	15 µg/m ³ SO ₂ + 1 mg/m ³ CO		PG 11
03:15	04:00	15 µg/m ³ SO ₂ + 1 mg/m ³ CO		PG 12
04:15	05:00	15 µg/m ³ SO ₂ + 1 mg/m ³ CO		PG 13
05:15	06:00	Nullgas		PG 14

Mittwoch, den 13.09.2017

Uhrzeit				
Von	Bis	Was?	Wo?	Prüfgas
08:15	09:00	Kalibrierzeit, Nullgas auf der Leitung		
		Bewertungsangebote mit z'-Score Auswertung		
09:00	09:45	350 µg/m ³ SO ₂ + 10 mg/m ³ CO		PG 15
10:00	10:45	140 µg/m ³ SO ₂ + 5 mg/m ³ CO		PG 16
11:00	11:45	75 µg/m ³ SO ₂ + 3 mg/m ³ CO		PG 17
12:00	12:45	30 µg/m ³ SO ₂ + 2 mg/m ³ CO		PG 18
13:00	13:45	15 µg/m ³ SO ₂ + 1 mg/m ³ CO		PG 19
14:00	14:15	Zwischenergebnis / Besprechung	Technikum / Saal A 24	
14:00	17:00	Benzol 5 µg/m ³		PG 20
17:15	20:15	Benzol 3 µg/m ³		PG 21
		Nachtangebot N2 - Mehrfachbestimmung		
20:30	21:30	Benzol 1 µg/m ³		PG 22
21:30	22:30	Benzol 1 µg/m ³		PG 23
22:30	23:30	Benzol 1 µg/m ³		PG 24
		Störkomponenten		
23:45	00:45	Nullgas		PG 25
01:00	02:00	Benzol 5 µg/m ³		PG 26
02:15	03:15	Benzol 5 µg/m ³ + 19 mmol/mol H ₂ O		PG 27
03:30	04:30	Benzol 5 µg/m ³ + 180 µg/m ³ Ozon		PG 28
04:45	05:45	Benzol 5 µg/m ³		PG 29

Donnerstag, den 14.09.2017

Uhrzeit				
Von	Bis	Was?	Wo?	Prüfgas
07:00	08:45	Kalibrierzeit - Nullgas auf der Leitung		
		Bewertungsangebote mit z'-Score Auswertung		
09:00	12:00	Benzol 1 µg/m ³		PG 30
12:15	15:15	Benzol 2 µg/m ³		PG 31
13:15	14:15	Abschlussbesprechung	Saal A 24	
17:30		Ende der Arbeiten im Technikum		

1.3 Teilnehmerliste

Tabelle 2: Teilnehmerliste

Beschreibung	Straße	PLZ	Ort
Staatliches Umweltamt Luxemburg (ADENV)	1, Avenue Rock´n´Roll	L-4361	Esch-Sur-Alzette
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL)	Altwahnsdorf 12	1445	Radebeul
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim	Goslarsche Straße 3	31134	Hildesheim
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)	Rheingastr. 186	65203	Wiesbaden
Institut für Hygiene und Umwelt	Marckmannstraße 129a	20539	Hamburg
LANUV NRW Fachbereich 42	Wallneyer Straße 6	45133	Essen
LANUV NRW Fachbereich 43	Wallneyer Straße 6	45133	Essen
Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Außenstelle Magdeburg	Wallonerberg 6-7	39104	Magdeburg
Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg	Seeburger Chaussee 2	14476	Potsdam
Landesamt für Umwelt, Rheinland-Pfalz (LfU)	Rheinallee 97-101	55118	Mainz
Landeslabor Berlin-Brandenburg	Müllroser Chaussee 50	15236	Frankfurt Oder
Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz	Don-Bosco-Str. 1	66119	Saarbrücken
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW)	Großoberfeld 3	76135	Karlsruhe
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern	Goldberger Straße 12	18273	Güstrow
Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Abt. 2 - Umweltwirtschaft, Klima- und Ressourcenschutz	Contrescarpe 72	28195	Bremen
Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz	Brückenstraße 6	10179	Berlin
Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Göschwitzer Straße 41	7745	Jena
Umweltbundesamt Außenstelle Langen	Paul-Ehrlich-Straße 29	63225	Langen

1.4 Übersicht über die eingesetzten Messverfahren

Tabelle 3: Liste der Messverfahren

Teiln.-Nr	Ringl.-Nr	Messverfahren
TN01	10	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN01	10	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN02	3	SO ₂ -Analysator AF22 M der Fa. Environnement
TN03		SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN03		CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN04	4	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i
TN04	4	CO- Messgerät Model API 300T
TN04	4	
TN05	16	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN05	16	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN06	1	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN06	1	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba

Teiln.-Nr	Ringl.-Nr	Messverfahren
TN07	20	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i
TN07	20	
TN07	20	Probenahme auf Aktivkohle und Lösungsmitteldesorption
TN08	12	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN08	12	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN08	12	BTEX-Analysator Synspec GC 955
TN09	6	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN09	6	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN09	6	CHROMATOSUD AirmoBTX HC-1000
TN10	11	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN10	11	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN10	11	CHROMATOSUD AirmoBTX HC-1000
TN11	14	SO ₂ -Analysator AF 22 e Environnement
TN11	14	CO-Analysator Environnement CO 12 e
TN13	17	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i
TN13	17	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN13	17	BTEX-Analysator AMA GC 5000 Der Fa. AMA Instruments
TN14	1	SO ₂ -Analysator AF21 M der Fa. Environnement
TN14	1	CO-Analysator Thermo Modell 42 i
TN14	1	Probenahme auf Aktivkohle und Lösungsmitteldesorption
TN15	15	SO ₂ -Analysator Horiba APSA 360
TN15	15	CO-Analysator Horiba APMA 360
TN15	15	
TN17	21	CO-Analysator Environnement CO 12 e
TN17	21	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN17	21	BTEX-Analysator AMA GC 5000 Der Fa. AMA Instruments
TN18	4	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba
TN18	4	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN18	4	BTEX-Analysator Synspec GC 955
TN19		SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i
TN19		CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN19		
TN20	19	
TN20	19	
TN20	19	
TN21	7	Probenahme auf Aktivkohle und Lösungsmitteldesorption
TN22	17	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i
TN22	17	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba
TN22	17	BTEX-Analysator AMA GC 5000 Der Fa. AMA Instruments
TN23	20	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i
TN23	20	

1.5 Erläuterung Bewertungsteil und ergänzende Prüfgasangebote

Der vorliegende Bericht dient zur Dokumentation der Ergebnisse dieses STIMES-Ringversuches. Der Bericht ist in zwei Teile unterteilt.

1. Einen Bewertungsteil (siehe Kapitel 3)
2. Ergänzende Auswertungen (Ergänzungsteil, siehe Kapitel 4)

Die Angebote des Bewertungsteiles dienen der Feststellung der Eignung eines Teilnehmerverfahrens zur Quantifizierung der interessierenden Komponenten. In Anlehnung an die Anforderungen der 39. BImSchV erfolgt die Beurteilung der Eignung anhand der Teilnehmermesswerte durch eine z'-score Auswertung. Über die erfolgreiche Teilnahme an einem Ringversuch wird zusätzlich zu diesem Bericht ein Teilnahmezertifikat ausgestellt.

Ergänzend zur reinen Eignungsbekanntgabe finden im Rahmen des STIMES-Arbeitskreises umfangreiche weitere Untersuchungen, wie z. B. die Bestimmung von Querempfindlichkeiten u. A. Untersuchungen statt. Diese dienen nicht zur generellen Eignungsbeurteilung eines Teilnehmerverfahrens, sondern zur Ermittlung weiterer Informationen über die Teilnehmerverfahren. Die Festlegung der zusätzlich dosierten Angebote erfolgt in Abstimmung mit den Teilnehmern aus dem STIMES-Arbeitskreis.

1.6 Vergleich der Vorgabewerte mit den Teilnehmermedianen

Zum Vergleich der Vorgabewerte (Sollwerte) mit den Medianen der Teilnehmer werden für die Bewertungsangebote die Mediane gegen die Vorgabewerte aufgetragen und der funktionale Zusammenhang mit Hilfe der linearen Regression ermittelt. Steigung und Achsenabschnitt wurden auf, im statistischen Sinne signifikante, Unterschiede von 1 bzw. 0 hin durch Berechnung der folgenden Prüfgrößen untersucht.

Für die Steigung

$$PG_s = \frac{m-1}{s_m}$$

m = Steigung der Kalibriergeraden

s_m = Standardfehler der Steigung

und für den Achsenabschnitt

$$PG_b = \frac{b-0}{s_b}$$

b = Achsenabschnitt

s_b = Standardfehler des Achsenabschnittes

Diese Prüfgrößen wurden mit dem Tabellenwerte der t-Verteilung für eine Wahrscheinlichkeit von 95% verglichen. Auf diese Weise lassen sich systematische (Achsenabschnitt) oder relative Unterschiede zwischen Sollwert und Median einfach feststellen.

Zusammengefasst ergibt sich:

Tabelle 4: Vergleich mit dem Median

Komponente	m	b	s _m	s _b	PG _m	PG _b	t _{0,95}
Benzol	1,003	-0,1	0,02784	0,09	0,1	0,7	4,30
CO	0,998	0,02	0,00061	0,00	2,5	5,1	3,18
SO ₂	0,991	0,5	0,00115	0,19	7,5	2,8	-3,18

Die Unterschiede sind zwar zum Teil statistisch signifikant, aber weit unter den Nachweisgrenzen der Verfahren. Somit können keine Unterschiede zwischen robuster Medianauswertung und den Sollwerten festgestellt werden.

Tabelle 5: Daten Vorgabewert und Median

Prüfgasangebot	Komponente	Einheit	Vorgabewert	Median
PG30	Benzol	µg/m ³	1,2	1,2
PG31	Benzol	µg/m ³	2,4	2,3
PG21	Benzol	µg/m ³	3,1	3,0
PG20	Benzol	µg/m ³	4,7	4,7
PG15	CO	mg/m ³	13,58	13,60
PG16	CO	mg/m ³	6,73	6,75
PG17	CO	mg/m ³	4,05	4,06
PG18	CO	mg/m ³	2,69	2,71
PG19	CO	mg/m ³	1,33	1,35
PG15	SO ₂	µg/m ³	333,7	331,2
PG16	SO ₂	µg/m ³	134,9	134,7
PG17	SO ₂	µg/m ³	69,6	69,6
PG18	SO ₂	µg/m ³	26,8	27,0
PG19	SO ₂	µg/m ³	13,4	13,6

1.6.1 Schwefeldioxid

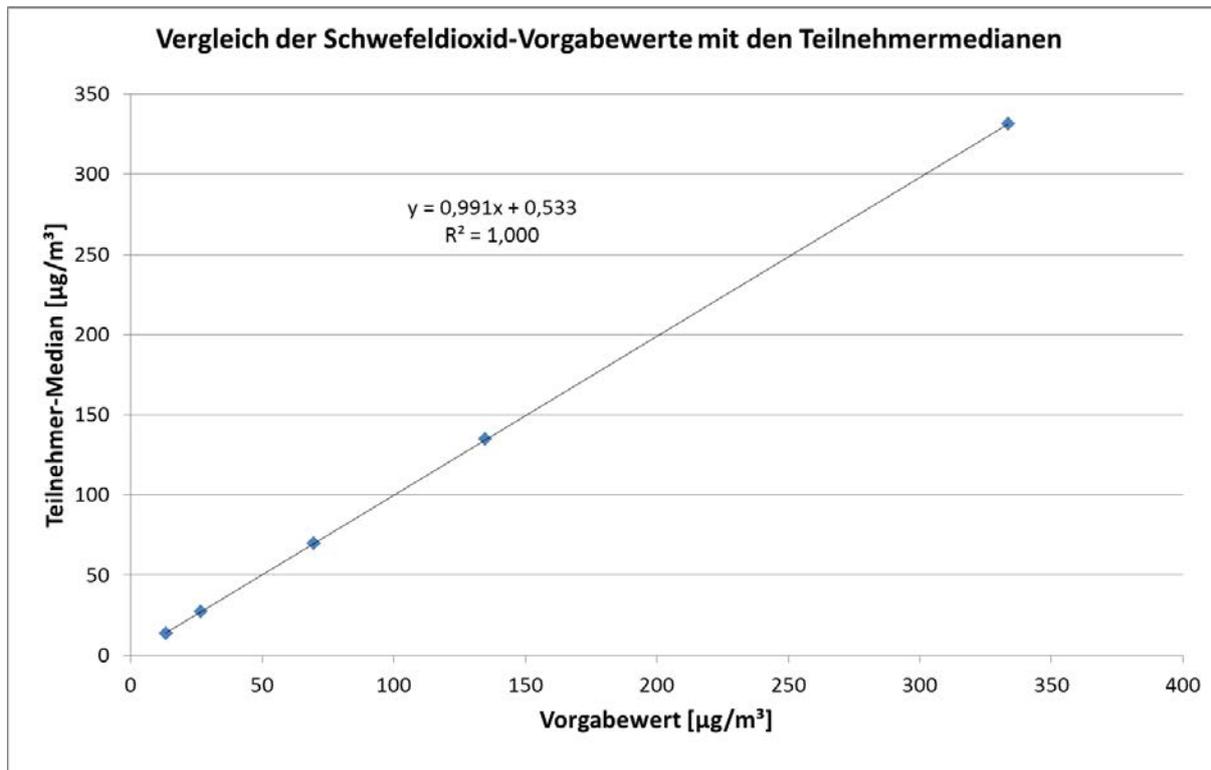


Abbildung 1: Vergleich der Schwefeldioxid-Vorgabewerte mit den Teilnehmermedianen

1.6.2 Kohlenmonoxid

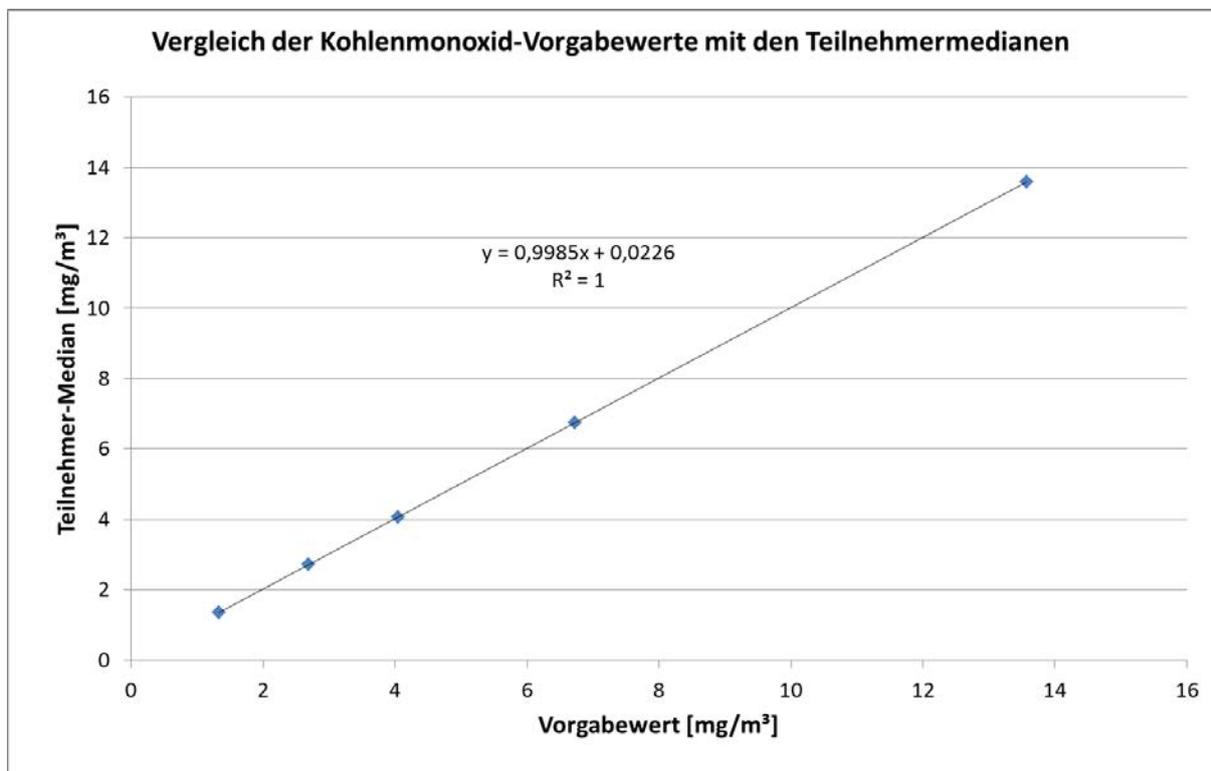


Abbildung 2: Vergleich der Kohlenmonoxid-Vorgabekonzentration mit den Teilnehmermedianen

1.6.3 Benzol

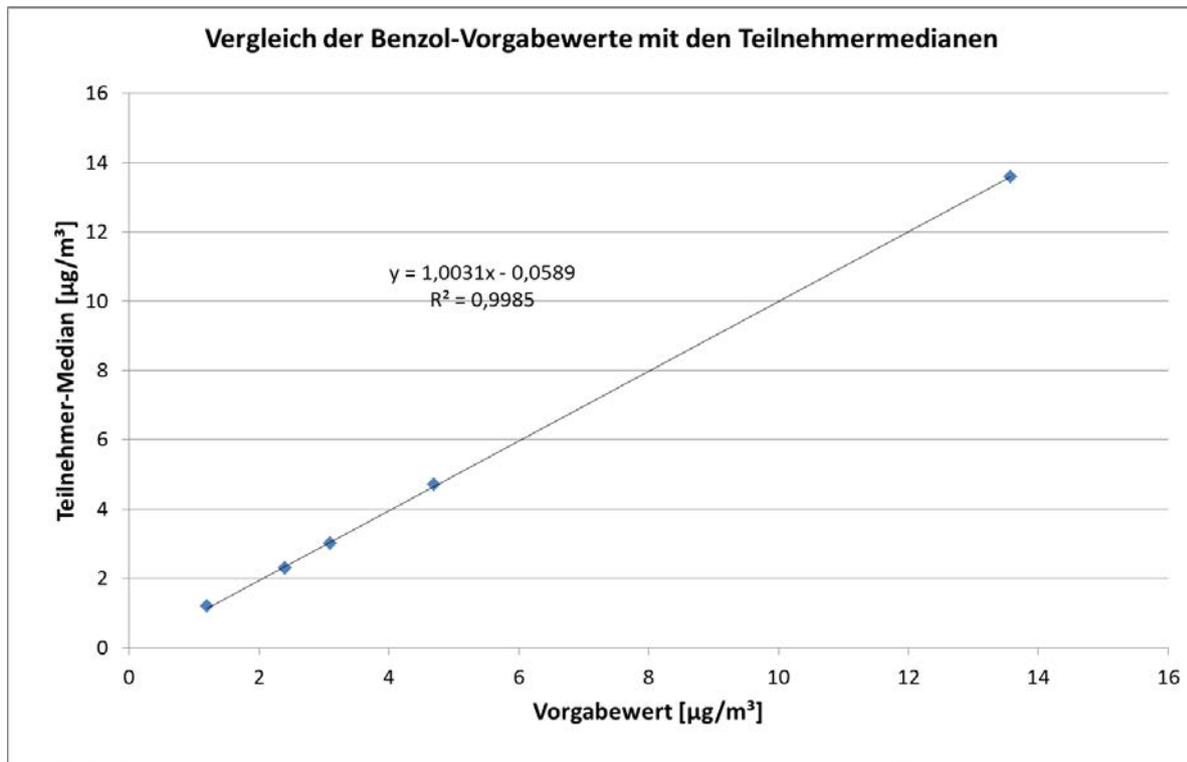


Abbildung 3: Vergleich der Benzol-Vorgabewerte mit den Teilnehmermedianen

2 Zusammenfassung und Diskussion

Die Vorgabewerte (Sollwerte) und Teilnehmermediane weisen eine sehr gute Übereinstimmung auf. Vorgabewerte und Mediane sind zwar teilweise im statistischen Sinne unterscheidbar, die Unterschiede liegen aber im Bereich der Nachweisgrenzen.

Für die Komponenten Schwefeldioxid und Benzol halten alle Teilnehmerverfahren die Kriterien der z'-score Auswertung ein. Bei der Komponente Kohlenmonoxid erfüllt ein Verfahren die Anforderungen nicht. Die z'-scores bei den übrigen Angeboten sind überwiegend kleiner als eins.

Bis auf einen Teilnehmer gaben alle Teilnehmer zusätzlich zum Konzentrationswert eine Messunsicherheit an. Für die Komponenten Schwefeldioxid und Benzol hatten die Teilnehmer keine Probleme bei der Schätzung der Messunsicherheiten, wie die Auswertung der En-Zahlen zeigt (siehe 4.3). Lediglich bei der Komponente Kohlenmonoxid wiesen drei der achtzehn teilnehmenden Verfahren En-Zahlen größer drei bei mehr als einem der Prüfgasangebote auf.

Weiterhin wurden ausgewählte Störkomponenten nach DIN EN 14212 (Schwefeldioxid), DIN EN 14626 (Kohlenmonoxid) und DIN EN 14662-3 (Benzol) dosiert und die Querempfindlichkeiten ermittelt. Diese wurden gegen die Anforderungen an die Verfahren zur Eignungsprüfung aus der jeweiligen CEN-Norm verglichen und bewertet.

Für die Komponente Schwefeldioxid erfüllt nur ein Teilnehmerverfahren die Anforderungen zur Querempfindlichkeit gegenüber Wasserdampf nicht. Bei der Störkomponente Stickstoffmonoxid werden die Anforderungen von allen Teilnehmerverfahren erfüllt. Zur Ermittlung der Querempfindlichkeit gegenüber aromatischen Kohlenwasserstoffen wurde statt der in der DIN EN 14212 vorgegebenen Konzentration von 10 nmol/mol m-Xylol (ca. 47 mg/m³) ein Gemisch von etwa je 10 µg/m³ BTEX verwendet, da diese Konzentrationen in der Außenluft realistischer sind. Hier zeigten sich keine Querempfindlichkeiten bei der Messung von Schwefeldioxid.

Für die Komponente Kohlenmonoxid wurden die Querempfindlichkeiten auf Wasserdampf, NO, CO₂ und N₂O getestet. Alle Kriterien der DIN EN 14626 konnten von den Teilnehmerverfahren eingehalten werden.

Bei der Komponente Benzol zeigte ein Teilnehmer erhöhte Querempfindlichkeit gegenüber Ozon. Die Querempfindlichkeit gegenüber Wasserdampf konnte nicht ermittelt werden, da aufgrund einer unerwünschten Kondensation während der Dosierung die Dosierung (PG27) nicht wie geplant durchgeführt werden konnte.

Weiterhin wurden die Angebote der wiederholt dosierten Konzentrationen zusammengefasst. Die zusammengefassten Angebote wurden robust nach DIN ISO IEC 13528 Anhang C, mittels Q-Methode und Hampel-Schätzer, ausgewertet. Fast alle Teilnehmerverfahren erfüllen die Anforderungen der robusten Auswertung. Neben der Vergleichsstandardabweichung wurde die Wiederholstandardabweichung berechnet.

Die Vergleichsmessung von belegten Aktivkohleproben (belegte ORSA-Sammler) konnte erfolgreich robust ausgewertet werden. Bis auf einen Teilnehmer erfüllen alle die Anforderungen einer robusten z-score Auswertung.

3 Bewertungsteil

3.1 Bewertung nach dem z'-score Verfahren

Der z'-score (z'-Wert) ist ein standardisiertes Maß für die systematische Abweichungskomponente eines Laboratoriums, berechnet unter Verwendung des zugewiesenen Werts (Sollwert) und der Standardabweichung für die Eignungsbeurteilung.

Ein z'-score, der den Betrag von 3 überschreitet, bedeutet eine Überschreitung der Kontrollgrenzen und somit einen fehlerhaften Wert. Ein z'-score oberhalb des Betrages 2 stellt ein Warnsignal dar.

Der z'-score wird nach folgender Formel berechnet

$$z' = \frac{x - X}{\sigma}$$

z'	z'-score
x	Konzentration einzelner Teilnehmer
X	Vorgabewert (Sollwert)
σ	Standardabweichung für die Eignungsbeurteilung

Durch die Normierung auf die Präzisionsvorgabe gibt es für die z'-scores ein allgemeines Bewertungsschema:

$ z' \leq 2$	Ergebnis zufriedenstellend
$2 < z' < 3$	Ergebnis fraglich
$ z' \geq 3$	Ergebnis unzureichend

Grundsätzlich wird allen Teilnehmern, die z'-score-Beträge größer als 2 erzielt haben, empfohlen, ihr Analysenverfahren zu überprüfen. Um für eine Ringversuchskomponente die Bewertung "erfolgreiche Teilnahme" zu erhalten, muss für mindestens vier der fünf Konzentrationsstufen ein z'-score-Betrag kleiner gleich 2 erzielt werden, für höchstens eine Stufe darf der z'-score-Betrag auch den Wert 2 überschreiten, muss aber kleiner als 3 bleiben.

3.2 Ermittlung der Vorgabekonzentration (Sollkonzentration) und der Unsicherheit der Eignungsbekanntgabe

Vorgabewert der Konzentration für Prüfgasangebote ohne Störkomponenten wurde aus dem Mittelwert der Messwerte des Referenzverfahrens der beiden nationalen Referenzlaboratorien (LANUV NRW und UBA) berechnet. Durch den Einsatz zertifizierter Referenzmaterialien und rückführbarer Prüfmittel bei der Kalibrierung ist der Referenzwert auf international anerkannte Normale rückführbar. Bei den Angeboten mit Störkomponenten (z. B. feuchte Prüfgase) wurde der Vorgabewert aus den Messungen an trockenem Prüfgas, unter Kontrolle der Dosierstabilität aus den Rückmeldesignalen der Dosieranlage, berechnet. Die Plausibilität der Vorgabewerte wurde über den robusten Vergleich mit dem Teilnehmermedian jedes Prüfgasangebotes geprüft.

Die zulässige Unsicherheit eines Teilnehmermesswertes erfolgt in Anlehnung an die Durchführungsbestimmung für Messstellen im Sinne des § 29b BImSchG. Die Unsicherheit U_{Vorgabe} setzt sich zusammen aus der Unsicherheit des Referenzwertes und der zulässigen Unsicherheit des Teilnehmermesswertes U_{Lab} , bzw. in der Nähe des Nullpunktes der Unsicherheit des Nullpunktes U_0 .

Die zulässige Unsicherheit U_{Lab} des Teilnehmermesswertes leitet sich von den Qualitätszielen der EU-Luftqualitätsrichtlinie bzw. der 39. BImSchV ab. Sie entspricht der Hälfte der Präzisionsvorgabe der EU-Luftqualitätsrichtlinie also 7,5 % für SO_2 und CO, sowie 12,5 % für Benzol.

Für Messungen in der Nähe des Nullpunktes wird die Unsicherheit als beste Schätzung angenommen mit:

Komponente	U_0
Schwefeldioxid	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Kohlenmonoxid	0,19 mg/m^3
Benzol	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die erweiterte Unsicherheit des Vorgabewertes wird berechnet nach für $U_{\text{lab}} > U_0$

$$U_{\text{Vorgabe}} = \sqrt{U_{\text{ref}}^2 + U_{\text{lab}}^2}$$

und für $U_{\text{lab}} \leq U_0$

$$U_{\text{Vorgabe}} = \sqrt{U_{\text{ref}}^2 + U_0^2}$$

Die Standardabweichung für die Eignungsbeurteilung beträgt dann:

$$\sigma = U_{\text{Vorgabe}} / 2$$

Die Homogenität der Prüfgase wurde während des Ringversuches für jedes Prüfgasangebot erfasst und kontrolliert. Die maximal auftretende Inhomogenität in der Dosieranlage wurde durch umfangreiche Validierungsuntersuchungen ermittelt. Sie ist mit Sicherheit (95%) kleiner als maximal 0,7 %. Daher enthält die Unsicherheit des Referenzwertes U_{ref} neben der Unsicherheit des Referenzmessverfahrens noch einen Aufschlag für eine mögliche Inhomogenität von 0,7 % der dosierten Konzentration.

3.3 Prüfgasangebote

Tabelle 6: Prüfgasangebote Bewertungsteil

Prüfgasangebot	Komponente	Einheit	zugewiesener	U_{ref}	U_{lab}	σ
			Wert			
PG30	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,2	0,3	0,5	0,30
PG31	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,4	0,5	0,5	0,36
PG21	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,1	0,6	0,5	0,40
PG20	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,7	1,1	0,6	0,61
PG15	CO	mg/m^3	13,58	0,53	1,02	0,57
PG16	CO	mg/m^3	6,73	0,37	0,50	0,31
PG17	CO	mg/m^3	4,05	0,31	0,30	0,22
PG18	CO	mg/m^3	2,69	0,28	0,20	0,17
PG19	CO	mg/m^3	1,33	0,26	0,19	0,16
PG15	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	333,7	9,4	25,0	13,4
PG16	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	134,9	5,8	10,1	5,8
PG17	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	69,6	4,1	5,2	3,3
PG18	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	26,8	3,0	2,0	1,8
PG19	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,4	2,8	2,0	1,7

3.4 Kenngrößen der Teilnehmermesswerte

Aus den Messwerten der Teilnehmer wurden neben Median und Standardabweichung s auch der robuste Vorgabewert X^* und die robuste Standardabweichung s^* nach DIN ISO 13528 Anhang C (Q-Methode/Hampel-Schätzer) berechnet.

Tabelle 7: Kenngrößen der Teilnehmermesswerte für die Angebote des Bewertungsteiles

Prüfgasangebot	Komponente	Einheit	Median	s	$s \text{ rel}$	X^*	s^*
PG30	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,2	0,1	10,51%	1,2	0,0
PG31	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,3	0,1	4,29%	2,3	0,1
PG21	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,0	0,1	4,12%	3,0	0,1
PG20	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,7	0,2	3,44%	4,6	0,1
PG15	CO	mg/m^3	13,58	0,51	3,76%	13,57	0,22
PG16	CO	mg/m^3	6,75	0,27	4,00%	6,74	0,11
PG17	CO	mg/m^3	4,06	0,1	3,66%	4,06	0,07
PG18	CO	mg/m^3	2,71	0,1	4,73%	2,70	0,06
PG19	CO	mg/m^3	1,35	0,1	6,57%	1,34	0,04
PG15	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	331,2	7,0	2,10%	331,6	5,5
PG16	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	134,7	2,8	2,09%	134,6	2,4
PG17	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	69,6	1,6	2,30%	69,6	1,3
PG18	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	27,0	0,9	3,28%	27,0	1,0
PG19	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,6	0,6	4,75%	13,6	0,6

3.5 z'-score Auswertung Schwefeldioxid

Tabelle 8: z'-score Schwefeldioxid

Einheit	PG15	z'-Score	PG16	z'-Score	PG17	z'-Score	PG18	z'-Score	PG19	z'-Score
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
TN01	332,7	-0,1	135,1	0,0	70,0	0,1	27,0	0,1	13,6	0,1
TN02	336,3	0,2	137,5	0,4	72,0	0,7	29,0	1,2	15,3	1,1
TN03	329,1	-0,3	134,0	-0,2	69,3	-0,1	27,0	0,1	13,6	0,1
TN04	333,8	0,0	136,1	0,2	70,8	0,4	28,0	0,7	14,3	0,5
TN05	337,4	0,3	137,1	0,4	71,1	0,5	27,7	0,5	13,9	0,3
TN06	338,5	0,4	136,0	0,2	69,4	-0,1	26,6	-0,1	13,1	-0,2
TN07	330,4	-0,2	133,9	-0,2	69,4	-0,1	27,1	0,2	13,8	0,2
TN08	323,0	-0,8	130,8	-0,7	67,4	-0,7	26,0	-0,4	12,9	-0,3
TN09	328,2	-0,4	133,4	-0,3	69,1	-0,2	27,2	0,2	13,9	0,3
TN10	326,8	-0,5	132,3	-0,5	68,2	-0,4	26,1	-0,4	13,1	-0,2
TN11	332,0	-0,1	134,7	0,0	69,8	0,1	26,9	0,1	13,4	0,0
TN13	336,1	0,2	136,3	0,2	70,6	0,3	27,5	0,4	13,8	0,2
TN14	336,2	0,2	135,7	0,1	69,6	0,0	26,4	-0,2	12,9	-0,3
TN15	327,6	-0,5	132,8	-0,4	69,0	-0,2	27,0	0,1	13,7	0,2
TN17	307,4	-2,0	125,3	-1,7	64,8	-1,5	25,6	-0,7	12,9	-0,3
TN18	330,0	-0,3	133,9	-0,2	69,6	0,0	27,0	0,1	13,7	0,2
TN19	333,4	0,0	136,0	0,2	70,7	0,3	28,4	0,9	14,6	0,7
TN20	325,4	-0,6	131,3	-0,6	67,2	-0,7	25,4	-0,8	12,5	-0,5
TN22	336,5	0,2	136,9	0,3	70,6	0,3	27,5	0,4	13,8	0,2
TN23	328,2	-0,4	134,7	0,0	69,8	0,1	27,2	0,2	13,5	0,1
Sollwert	333,7		134,9		69,6		26,8		13,4	
Soll-Stdabw.	13,4		5,8		3,3		1,8		1,7	
Anzahl Einzelwerte	20		20		20		20		20	

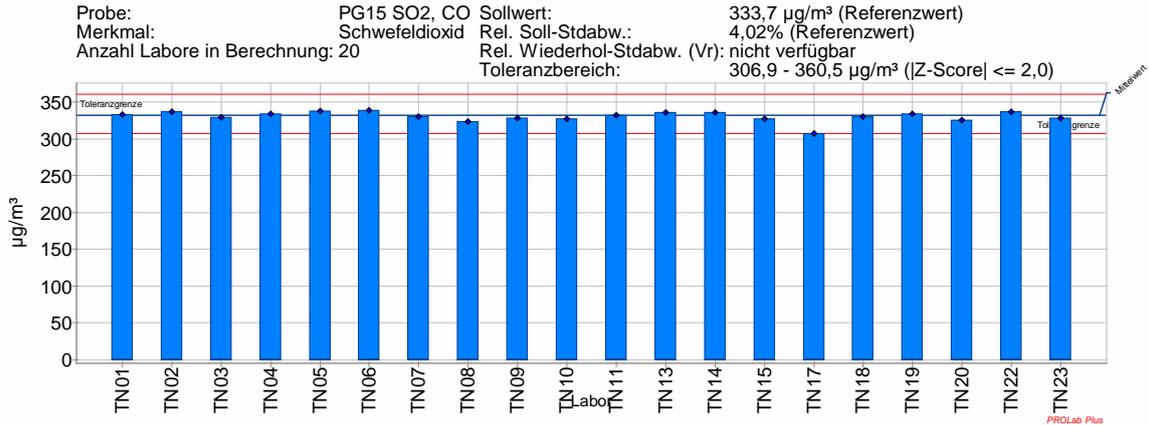


Abbildung 4: PG 15- Konzentrationen der Komponente Schwefeldioxid

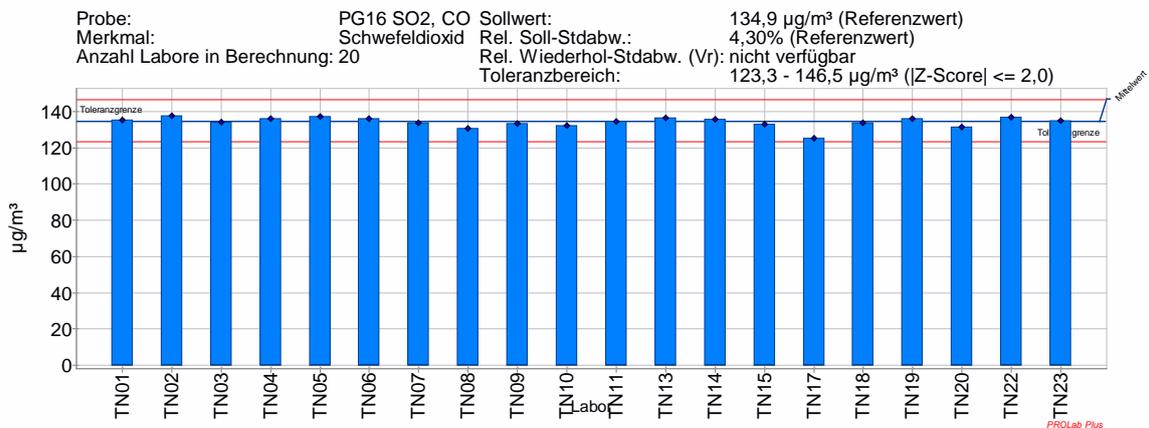


Abbildung 5: PG 16- Konzentrationen der Komponente Schwefeldioxid

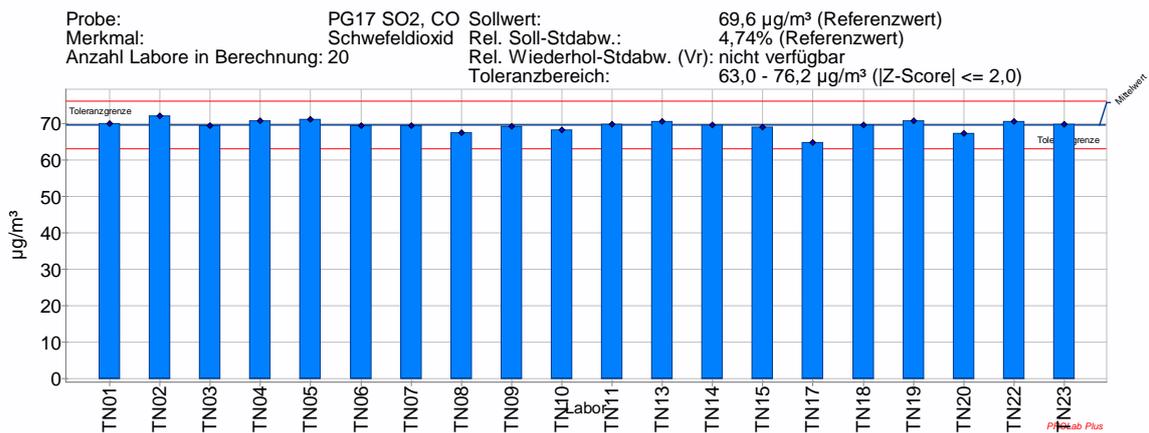


Abbildung 6: PG 17- Konzentrationen der Komponente Schwefeldioxid

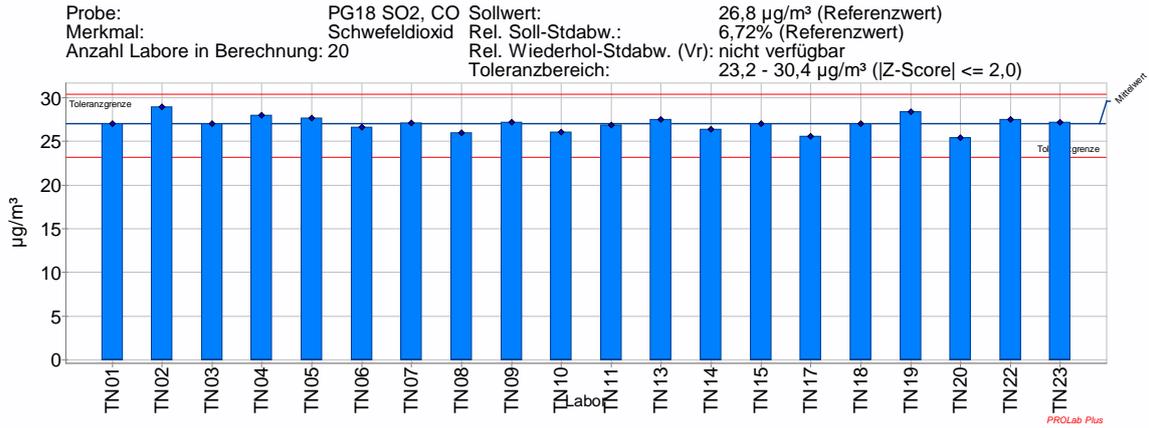


Abbildung 7: PG 18- Konzentrationen der Komponente Schwefeldioxid

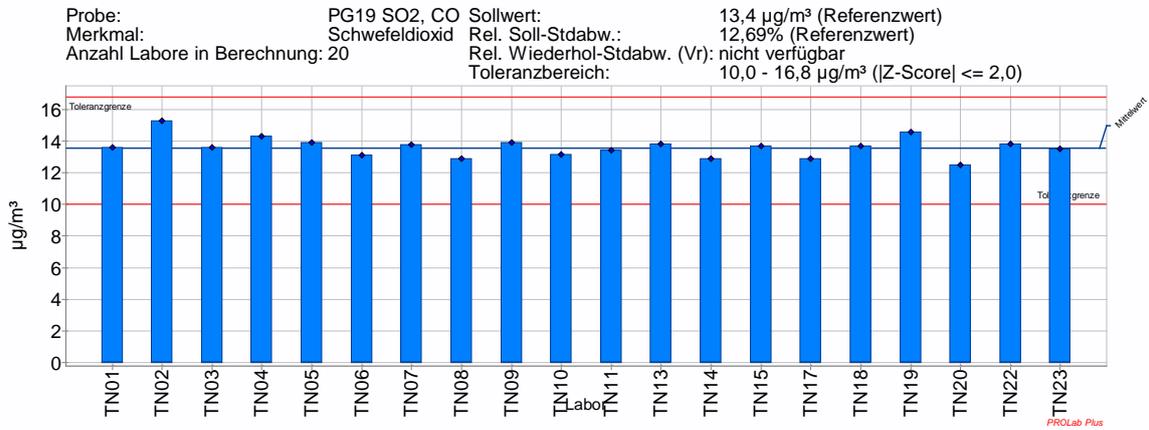
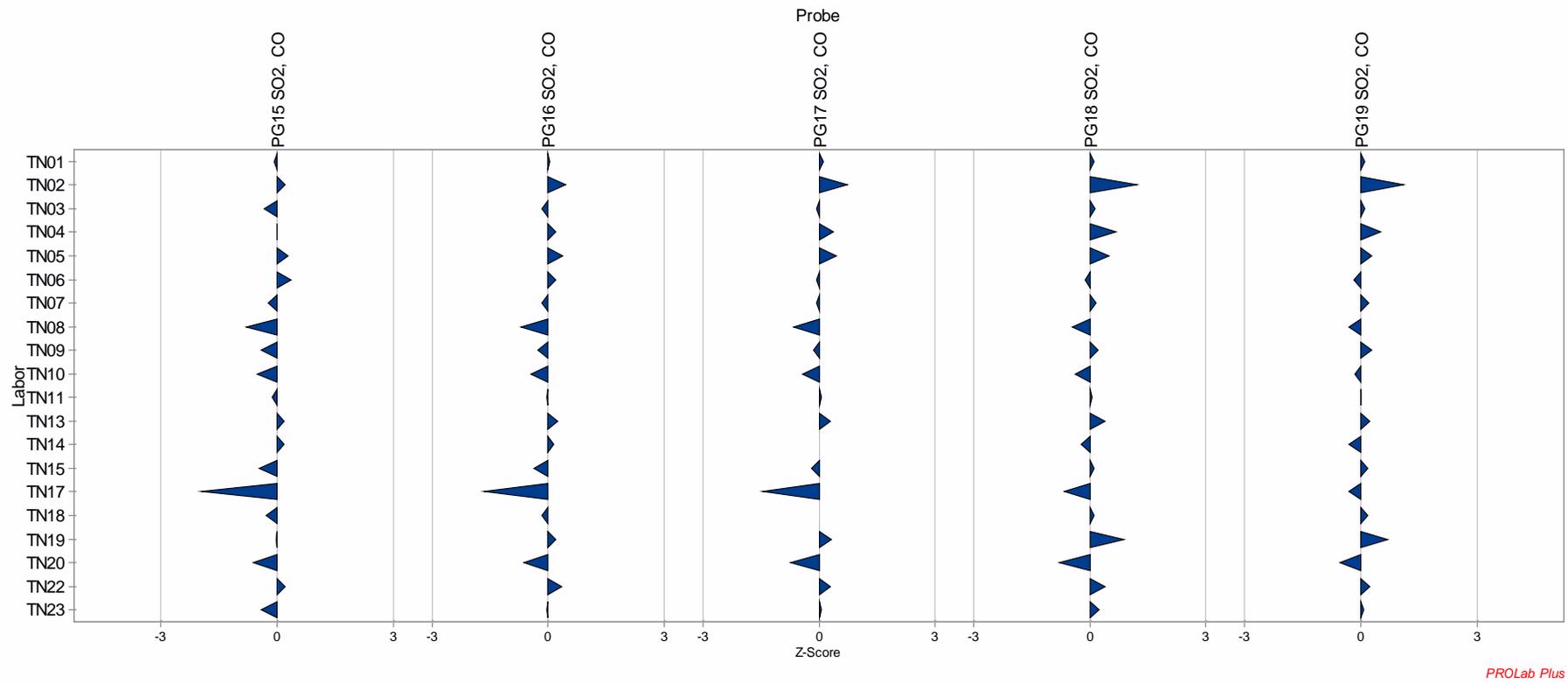


Abbildung 8: PG 19- Konzentrationen der Komponente Schwefeldioxid



PROLab Plus

Abbildung 9: z'-score Komponente Schwefeldioxid

3.6 z'-score Auswertung Kohlenmonoxid

Tabelle 9: z'-score Kohlenmonoxid

Einheit	PG15 mg/m ³	z'-Score	PG16 mg/m ³	z'-Score	PG17 mg/m ³	z'-Score	PG18 mg/m ³	z'-Score	PG19 mg/m ³	z'-Score
TN01	13,60	0,0	6,70	-0,1	4,00	-0,2	2,70	0,1	1,30	-0,2
TN03	13,77	0,3	6,85	0,4	4,10	0,2	2,49	-1,2	1,37	0,3
TN04	14,12	0,9	7,04	1,0	4,25	0,9	2,87	1,1	1,49	1,0
TN05	13,10	-0,8	6,50	-0,7	3,90	-0,7	2,60	-0,5	1,30	-0,2
TN06	13,58	0,0	6,75	0,1	4,06	0,0	2,71	0,1	1,35	0,1
TN07	13,67	0,2	6,84	0,4	4,12	0,3	2,75	0,4	1,37	0,3
TN08	13,25	-0,6	6,58	-0,5	3,95	-0,5	2,64	-0,3	1,31	-0,1
TN09	13,60	0,0	6,78	0,2	4,10	0,2	2,74	0,3	1,38	0,3
TN10	13,51	-0,1	6,72	0,0	4,05	0,0	2,71	0,1	1,35	0,1
TN11	13,61	0,1	6,77	0,1	4,08	0,1	2,72	0,2	1,35	0,1
TN13	13,41	-0,3	6,76	0,1	4,10	0,2	2,74	0,3	1,35	0,1
TN14	13,72	0,2	6,75	0,1	4,04	0,0	2,66	-0,2	1,28	-0,3
TN15	13,59	0,0	6,76	0,1	4,07	0,1	2,72	0,2	1,36	0,2
TN17	13,44	-0,2	6,69	-0,1	4,03	-0,1	2,70	0,1	1,35	0,1
TN18	13,50	-0,1	6,71	-0,1	4,04	0,0	2,70	0,1	1,34	0,1
TN19	11,57	-3,5	5,76	-3,1	4,06	0,0	2,70	0,1	1,36	0,2
TN20	13,90	0,6	7,10	1,2	4,40	1,6	3,00	1,8	1,60	1,7
TN22	13,51	-0,1	6,73	0,0	4,06	0,0	2,72	0,2	1,35	0,1
TN23	13,46	-0,2	6,54	-0,6	3,62	-2,0	2,37	-1,9	1,14	-1,2
Sollwert	13,58		6,73		4,05		2,69		1,33	
Soll-Stdabw.	0,57		0,31		0,22		0,17		0,16	
Anzahl Einzelwerte	19		19		19		19		19	

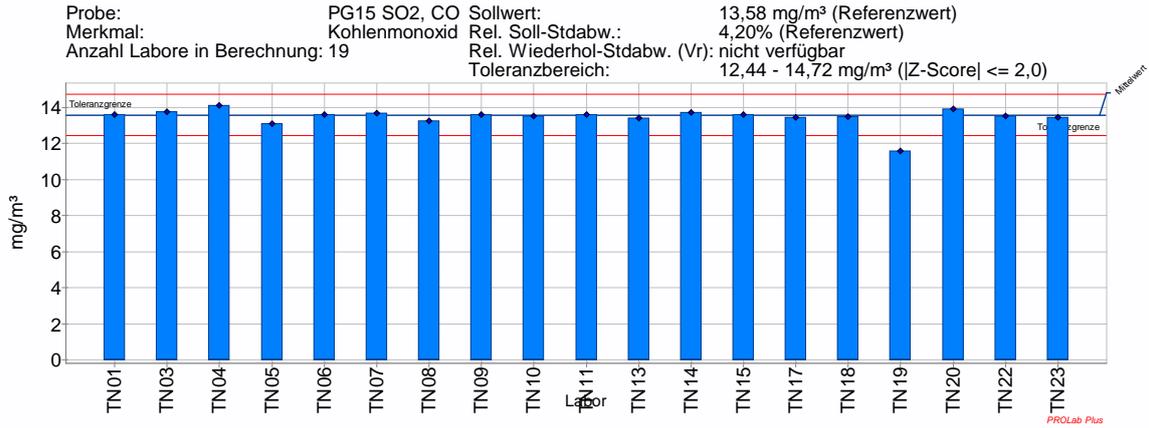


Abbildung 10: PG 15- Konzentrationen der Komponente Kohlenmonoxid

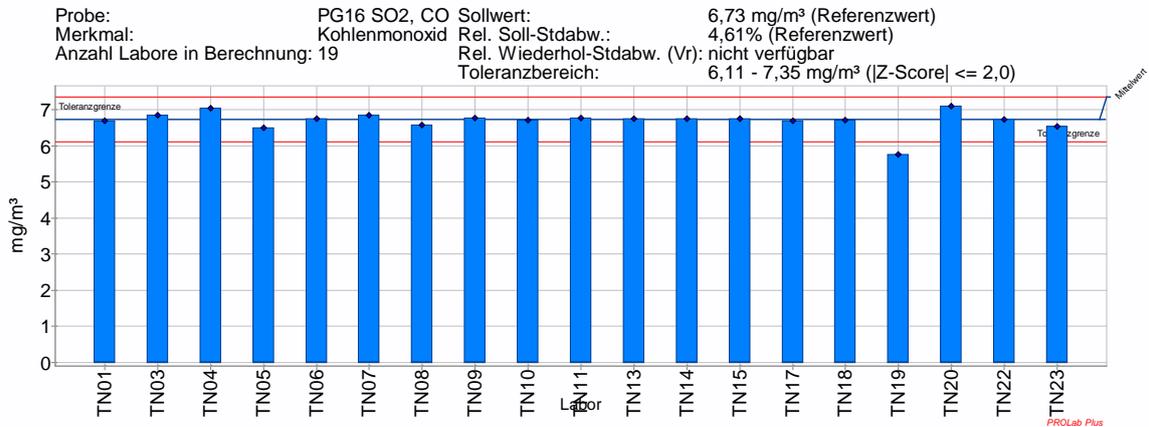


Abbildung 11: PG 16- Konzentrationen der Komponente Kohlenmonoxid

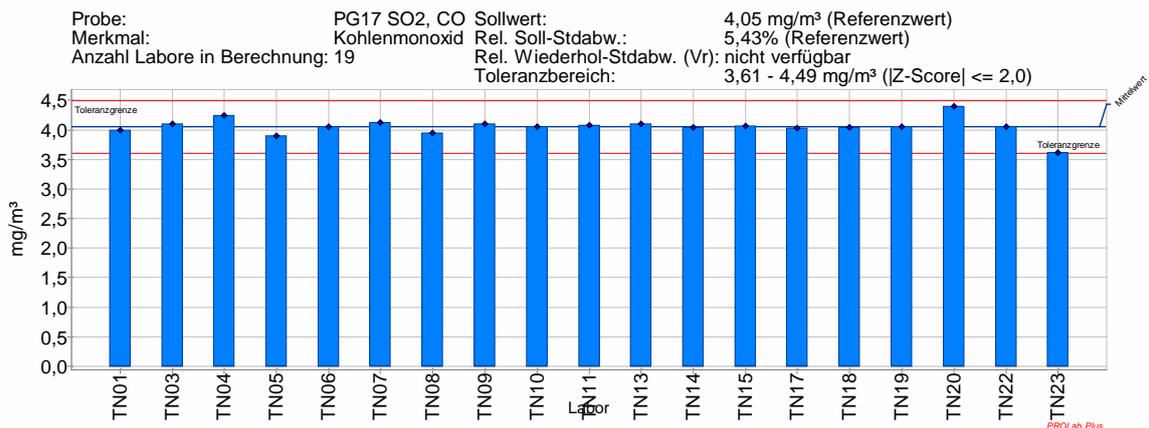


Abbildung 12: PG 17- Konzentrationen der Komponente Kohlenmonoxid

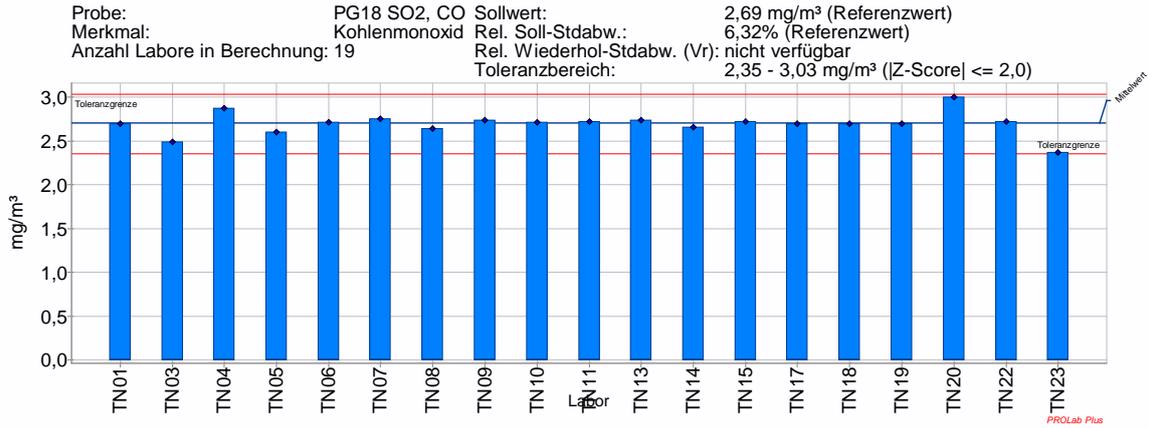


Abbildung 13: PG 18- Konzentrationen der Komponente Kohlenmonoxid

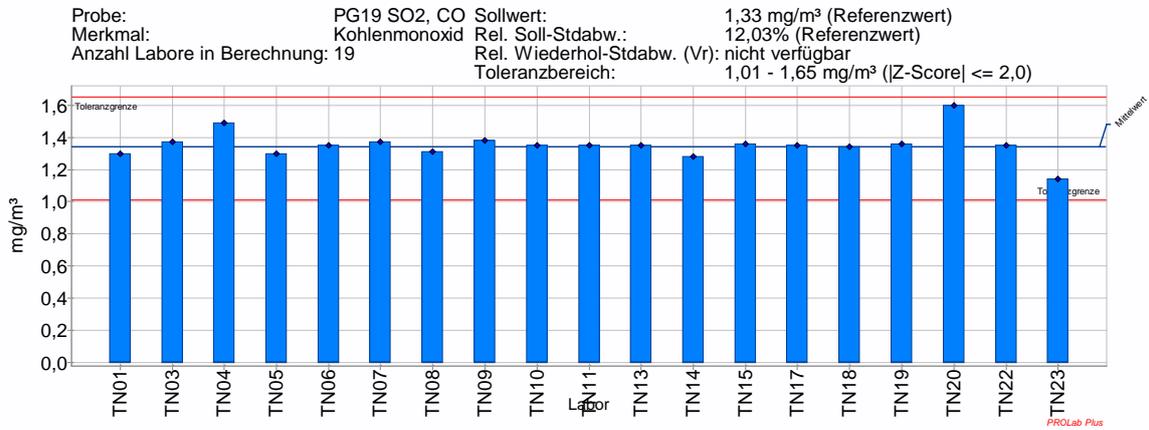
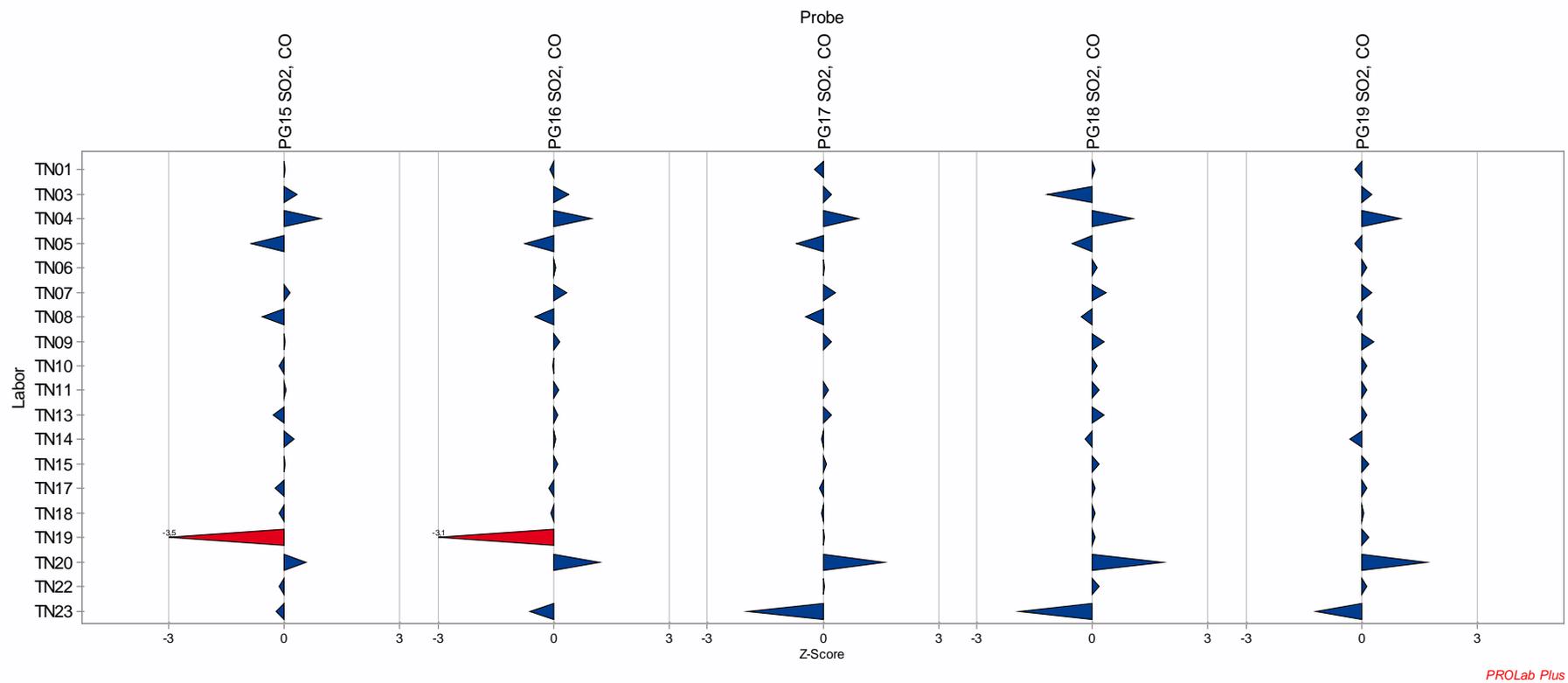


Abbildung 14: PG 19- Konzentrationen der Komponente Kohlenmonoxid



PROLab Plus

Abbildung 15: z'-score Komponente Kohlenmonoxid

3.7 z'-score Auswertung Benzol

Tabelle 10: z'-score Benzol

Einheit	PG30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z'-Score	PG31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z'-Score	PG21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z'-Score	PG20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z'-Score
TN07	1,2	0,0	2,3	-0,3	2,9	-0,5	4,5	-0,2
TN08	1,2	0,0	2,3	-0,2	3,1	0,0	4,7	0,0
TN09	1,2	0,0	2,3	-0,2	3,0	-0,2	4,5	-0,3
TN10	0,9	-1,1	2,1	-0,7	2,7	-0,9	4,2	-0,9
TN13	1,2	0,0	2,4	0,0	3,1	0,0	4,7	0,0
TN14	1,2	-0,1	2,3	-0,2	3,0	-0,1	4,7	-0,1
TN15	1,2	-0,1	2,3	-0,3	3,0	-0,3	4,5	-0,2
TN17	1,2	0,0	2,3	-0,1	3,2	0,3	4,7	0,0
TN18	0,9	-0,9	2,1	-0,7	3,0	-0,1	4,8	0,1
TN19	1,3	0,4	2,4	0,1	3,1	0,0	4,6	-0,2
TN20	1,2	0,0	2,3	-0,2	3,1	0,0	4,7	0,0
TN21	1,1	-0,4	2,2	-0,5	3,0	-0,1	4,5	-0,3
TN22	1,3	0,1	2,4	0,0	3,1	0,1	4,7	0,1
Sollwert	1,2		2,4		3,1		4,7	
Soll-Stdabw.	0,3		0,4		0,4		0,6	
Anzahl Einzelwerte	13		13		13		13	

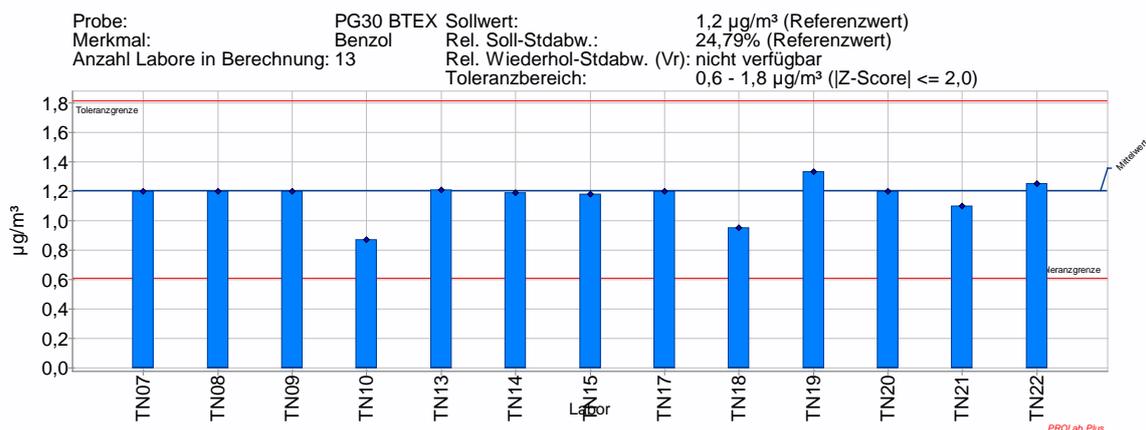


Abbildung 16: PG 30- Konzentrationen der Komponente Benzol

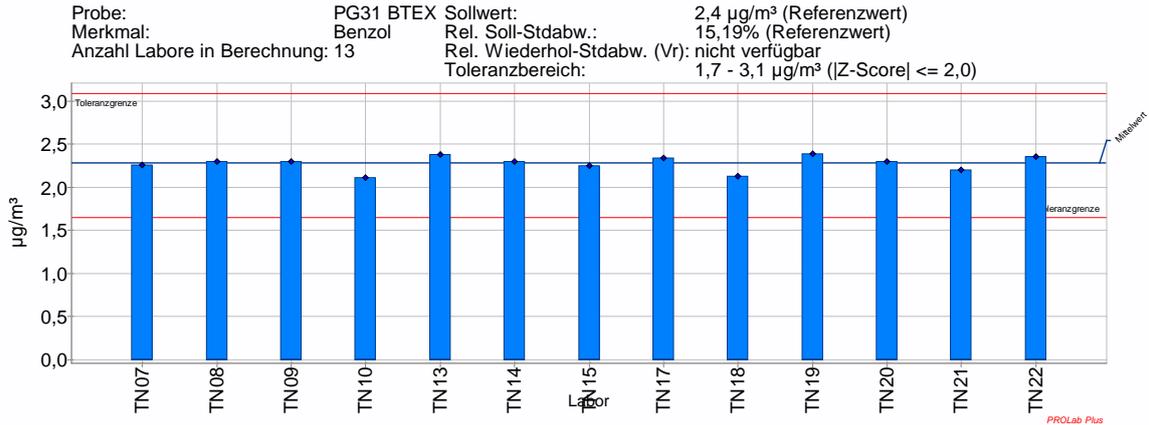


Abbildung 17: PG 31- Konzentrationen der Komponente Benzol

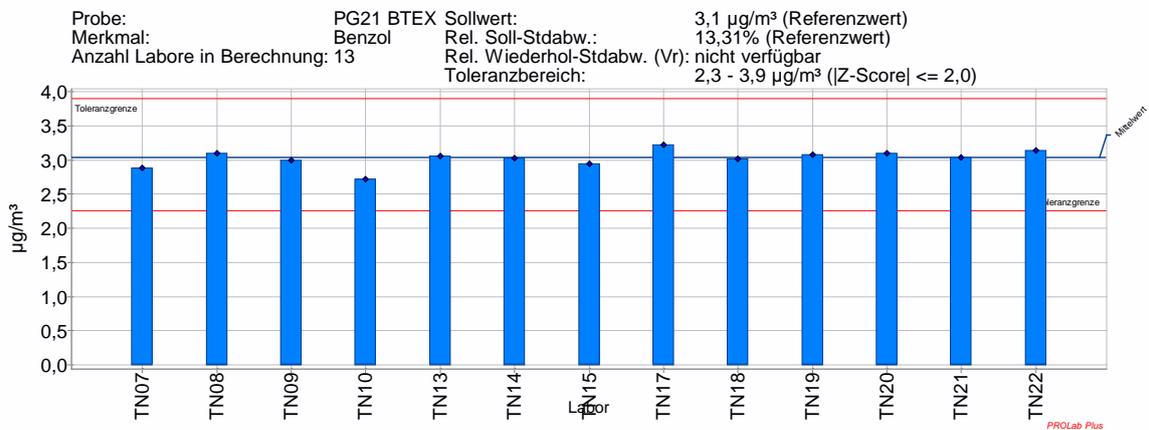


Abbildung 18: PG 21- Konzentrationen der Komponente Benzol

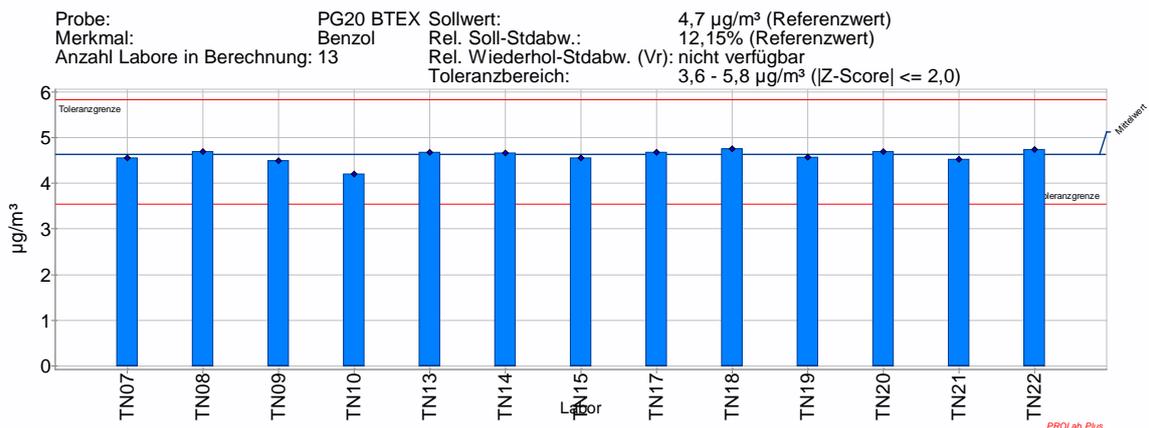


Abbildung 19: PG 20- Konzentrationen der Komponente Benzol

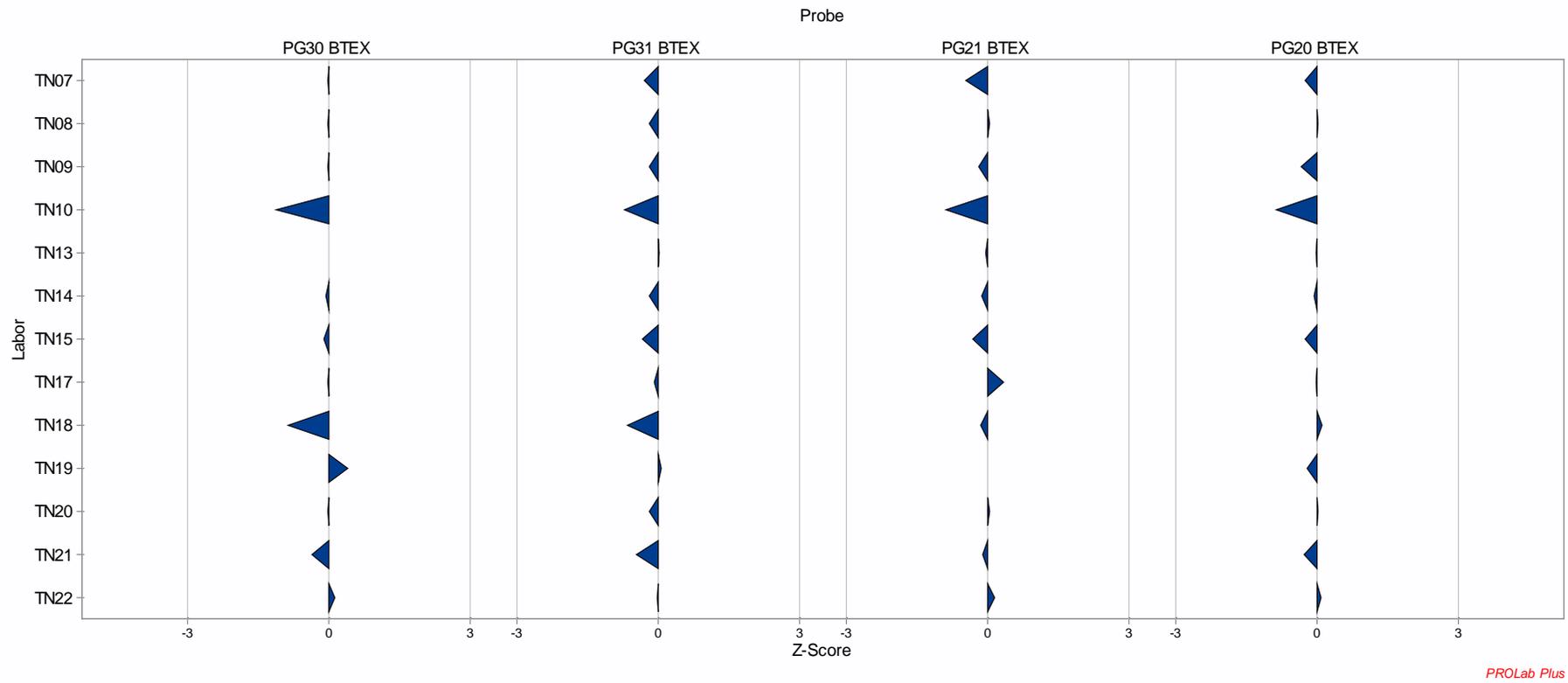


Abbildung 20: Prüfgasangebot 31 Komponente Benzol

4 Ergänzende Prüfgasangebote und Auswertungen

4.1 Prüfgasangebote

Tabelle 11: Prüfgasangebote Ergänzungsteil

Probe	Komponente	Einheit	zugewiesener Wert
PG1	SO ₂	µg/m ³	0,2
PG2	SO ₂	µg/m ³	331,7
PG3	SO ₂	µg/m ³	331,5
PG4	SO ₂	µg/m ³	331,5
PG5	SO ₂	µg/m ³	331,5
PG6	SO ₂	µg/m ³	332,0
PG7	SO ₂	µg/m ³	0,5
PG8	SO ₂	µg/m ³	15,9
PG9	SO ₂	µg/m ³	0,1
PG10	SO ₂	µg/m ³	330,9
PG11	SO ₂	µg/m ³	13,5
PG12	SO ₂	µg/m ³	13,5
PG13	SO ₂	µg/m ³	13,4
PG14	SO ₂	µg/m ³	0,2
PG15	SO ₂	µg/m ³	333,7
PG16	SO ₂	µg/m ³	134,9
PG17	SO ₂	µg/m ³	69,6
PG18	SO ₂	µg/m ³	26,8
PG19	SO ₂	µg/m ³	13,4
PG1	CO	mg/m ³	0,01
PG2	CO	mg/m ³	13,55
PG3	CO	mg/m ³	13,52
PG4	CO	mg/m ³	0,01
PG5	CO	mg/m ³	0,01
PG6	CO	mg/m ³	13,54
PG7	CO	mg/m ³	13,53
PG8	CO	mg/m ³	13,53
PG9	CO	mg/m ³	13,53
PG10	CO	mg/m ³	13,51
PG11	CO	mg/m ³	1,34
PG12	CO	mg/m ³	1,33
PG13	CO	mg/m ³	1,33
PG14	CO	mg/m ³	0,00
PG15	CO	mg/m ³	13,58
PG16	CO	mg/m ³	6,73
PG17	CO	mg/m ³	4,05
PG18	CO	mg/m ³	2,69
PG19	CO	mg/m ³	1,33
PG23	Benzol	µg/m ³	1,2
PG24	Benzol	µg/m ³	1,2

Probe	Komponente	Einheit	zugewiesener Wert
PG30	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,2
PG31	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,4
PG21	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,1
PG20	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,7
PG26	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,6
PG29	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,6
PG28	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,6
PG22	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,2
PG25	Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,0

4.2 Kenngrößen der Teilnehmermesswerte

Aus den Messwerten der Teilnehmer wurden neben Median und Standardabweichung s auch der robuste Vorgabewert X^* und die robuste Standardabweichung s^* nach DIN ISO 13528 Anhang C berechnet.

Tabelle 12: Kenngrößen der Teilnehmermesswerte für die Angebote des Ergänzungsteiles

Probe	Komponente	Einheit	Median	s	s rel	X^*	s^*
PG1	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,1	0,6	-	0,2	0,4
PG2	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	331,6	6,7	2,01%	331,7	6,2
PG3	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	318,6	30,3	9,13%	318,7	7,1
PG4	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	338,3	6,1	1,85%	337,5	6,0
PG5	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	331,1	6,7	2,03%	331,6	6,1
PG6	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	331,4	6,8	2,03%	332	5,8
PG7	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,4	0,4	-	0,5	0,3
PG8	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15,9	5,6	-	15,9	5,9
PG9	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,1	0,4	-	0,1	0,2
PG10	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	330,6	6,9	2,09%	330,9	5,9
PG11	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,6	0,6	4,74%	13,5	0,7
PG12	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,6	0,6	4,72%	13,5	0,6
PG13	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,4	0,6	4,79%	13,4	0,7
PG14	SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,1	0,4	-	0,2	0,4
PG1	CO	mg/m^3	0,00	0,04	-	0,01	0,02
PG2	CO	mg/m^3	13,58	0,19	1,41%	13,55	0,17
PG3	CO	mg/m^3	13,56	0,20	1,48%	13,52	0,20
PG4	CO	mg/m^3	0,01	0,03	-	0,01	0,02
PG5	CO	mg/m^3	0,00	0,03	-	0,01	0,01
PG6	CO	mg/m^3	13,56	0,19	1,41%	13,54	0,19
PG7	CO	mg/m^3	13,59	0,20	1,51%	13,53	0,14
PG8	CO	mg/m^3	13,55	0,19	1,40%	13,53	0,19
PG9	CO	mg/m^3	13,51	0,21	1,57%	13,51	0,22
PG10	CO	mg/m^3	13,52	0,22	1,59%	13,51	0,22
PG11	CO	mg/m^3	1,35	0,07	5,58%	1,34	0,05
PG12	CO	mg/m^3	1,34	0,07	5,57%	1,33	0,06
PG13	CO	mg/m^3	1,34	0,07	5,62%	1,33	0,06

Probe	Komponente	Einheit	Median	s	s rel	X*	s*
PG14	CO	mg/m ³	0,01	0,05	-	0,00	0,03
PG23	Benzol	µg/m ³	1,2	0,2	13,62%	1,2	0,1
PG24	Benzol	µg/m ³	1,2	0,2	16,57%	1,1	0,1
PG26	Benzol	µg/m ³	4,6	0,2	4,05%	4,6	0,1
PG29	Benzol	µg/m ³	4,6	0,2	4,18%	4,6	0,1
PG28	Benzol	µg/m ³	4,5	0,2	3,43%	4,5	0,1
PG22	Benzol	µg/m ³	1,2	0,1	11,31%	1,2	0,1
PG25	Benzol	µg/m ³	0	0,1	-	0,1	0,1

4.3 Messunsicherheiten der Teilnehmer – E_n-Zahlen

Zusätzlich zu den Messergebnissen wurden die Messunsicherheiten der Teilnehmer erfasst und für die Bewertungsangebote die sog. En-Zahlen berechnet. Die Ermittlung der Messunsicherheit und die Angabe der erweiterten Messunsicherheit zu jedem Messergebnis ist Bestandteil der europäischen Richtlinien zur Bestimmung der anorganischen Gase. Daher wird zusätzlich zum z'-Score die En-Zahl berechnet:

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_x^2 + U_{ref}^2}}$$

mit

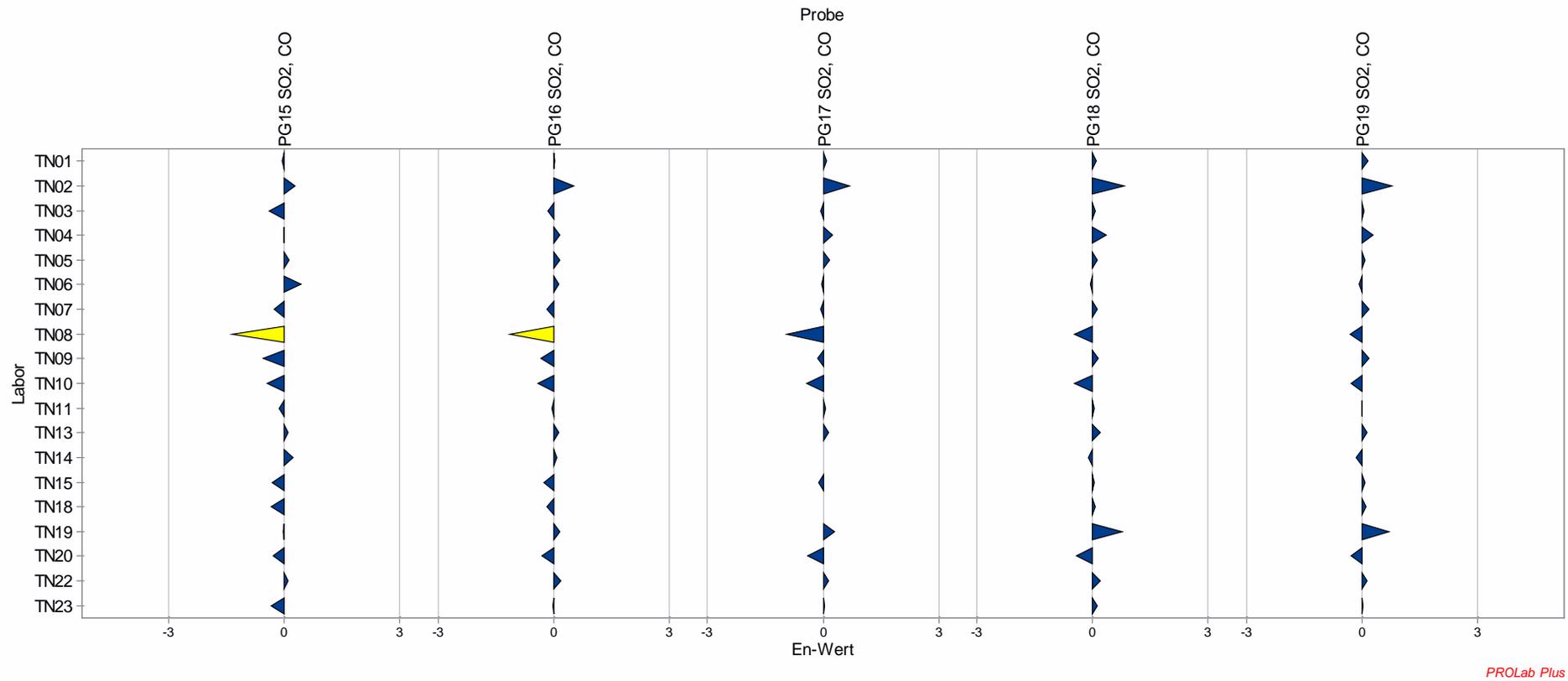
- x Konzentration des Teilnehmers
- X Vorgabewert (Sollwert)
- U_x erweiterte Unsicherheit des Teilnehmerwertes
- U_{ref} erweiterte Unsicherheit des Vorgabewertes (Sollwert)

Die vom Teilnehmer angegebene Unsicherheit kann zusätzlich auf Plausibilität geprüft werden, indem diese kleiner oder gleich der Unsicherheitsanforderungen für Prüfgase der europäischen Richtlinien σ_p sind:

Tabelle 13: Präzisionsanforderungen an Prüfgase aus den CEN-Richtlinien

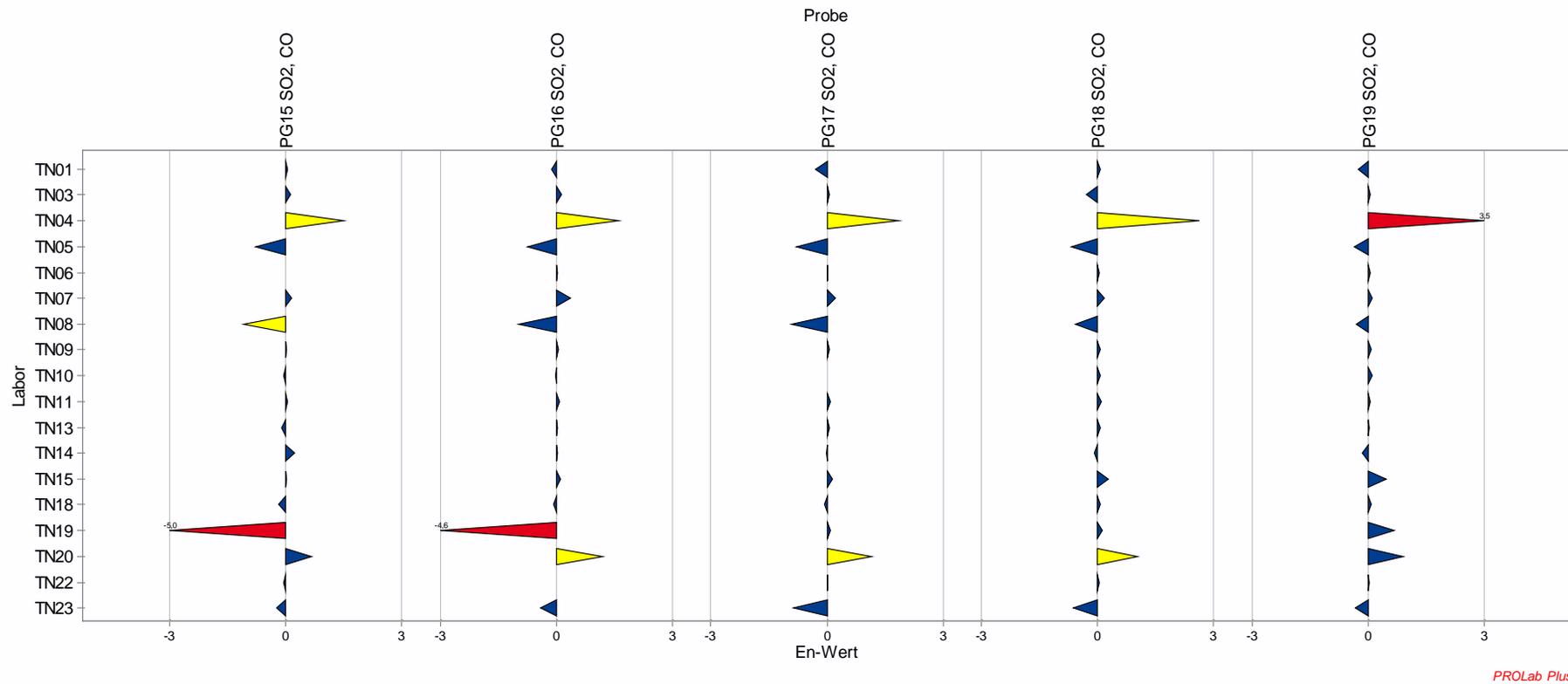
Gas	$\sigma_p = a + b$	
	a	b
	nmol/mol	
SO ₂	0.022	1
CO	0.024	100
O ₃	0.020	1
NO	0.024	1
NO ₂	0.020	1

Da zur Berechnung der E_n-Zahl erweiterte Unsicherheiten verwendet werden, ist hier die Grenze von 1 für kritische Werte üblich. Die erweiterte Unsicherheit der Teilnehmermesswerte wird durch die Multiplikation der Standardunsicherheiten der Teilnehmermesswerte mit einem Erweiterungsfaktor von 2 berechnet. Abbildung 21 bis Abbildung 23 zeigen die En-Zahlen für die Bewertungsangebote.



PROLab Plus

Abbildung 21: En-Zahlen für die Bewertungsangebote für die Komponente Schwefeldioxid



PROLab Plus

Abbildung 22: En-Zahlen für die Bewertungsangebote für die Komponente Kohlenmonoxid

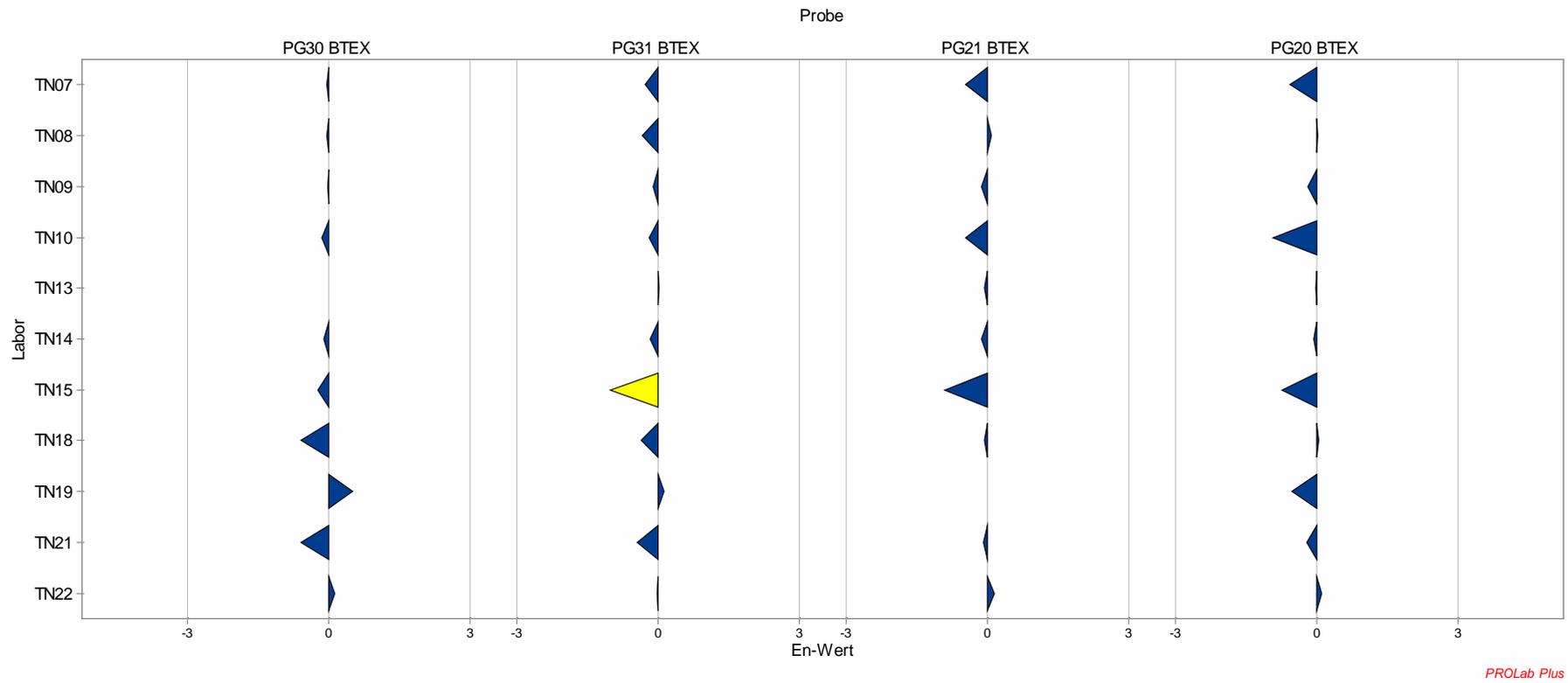


Abbildung 23: En-Zahlen für die Bewertungsangebote für die Komponente Benzol

4.4 Störkomponenten

4.4.1 Schwefeldioxid

Zur Bestimmung der Querempfindlichkeiten ausgewählter Störkomponenten wurden die in der DIN EN 14211 vorgegebenen Konzentrationen laut dem Dosierplan angeboten. Die Konzentration der Prüfgasangebote PG2, PG6 und PG10 wurden gemittelt und als Probe P001 zur Vorgabe der Sollkonzentrationen verwendet. Zur Ermittlung der Querempfindlichkeiten wurde die Differenz der Messwerte der Teilnehmer für das Prüfgasangebot PG3 (mit Wasserdampf) und P001 (Mittelwert ohne Wasserdampf gebildet und als Probe P007 mit den Anforderungen der DIN EN 14211 verglichen. Lediglich ein Verfahren erfüllt die Anforderungen nicht.

Tabelle 14: Querempfindlichkeit gegen Wasserdampf

Probe	P001	PG3	P007	Kriterien erfüllt?
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
TN01	333,0	316,4	-16,6	Ja
TN02	336,8	328,2	-8,6	Ja
TN03	330,1	318,3	-11,8	Ja
TN04	333,6	317,8	-15,8	Ja
TN05	338,0	316,7	-21,3	Ja
TN06	339,6	320,5	-19,1	Ja
TN07	328,4	321,8	-6,6	Ja
TN08	323,9	314,8	-9,1	Ja
TN09	330,0	318,8	-11,2	Ja
TN10	327,3	185,9	-141,4	Nein
TN11	331,3	323,0	-8,3	Ja
TN13	335,4	321,2	-14,2	Ja
TN14	334,5	325,7	-8,8	Ja
TN15	327,7	313,9	-13,8	Ja
TN17	308,8	300,4	-8,4	Ja
TN18	331,0	319,8	-11,2	Ja
TN19	333,0	324,0	-9,0	Ja
TN20	327,1	311,3	-15,8	Ja
TN22	337,4	325,0	-12,4	Ja
TN23	325,3	310,1	-15,1	Ja

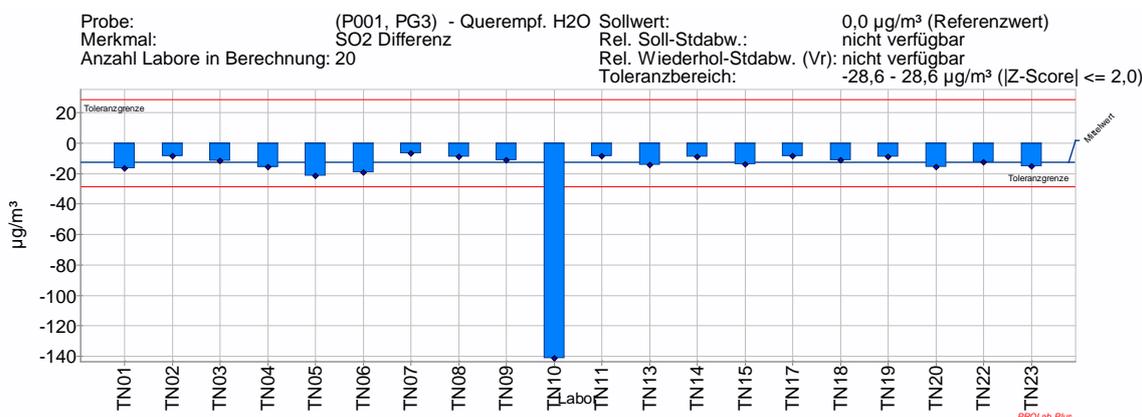


Abbildung 24: Querempfindlichkeit von SO₂ gegenüber Wasserdampf

Zur Bestimmung der Querempfindlichkeiten der Schwefeldioxid-Messverfahren gegenüber Stickstoffmonoxid wurde das Prüfgasangebot PG4 mit 500 nmol/mol Stickstoffmonoxid verwendet. Auch hier wurde die Differenz zur mittleren Konzentration der Probe P001 (ohne Störkomponenten) berechnet (P008) und mit den Anforderungen der CEN-Norm verglichen. Hier werden die Anforderungen von allen teilnehmenden Verfahren erfüllt.

Tabelle 15: Querempfindlichkeit gegen Stickstoffmonoxid

Probe	P001	PG4	P008	Kriterien erfüllt?
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	
TN01	333,0	338,5	5,5	Ja
TN02	336,8	340,0	3,2	Ja
TN03	330,1	339,6	9,5	Ja
TN04	333,6	341,7	8,1	Ja
TN05	338,0	344,2	6,2	Ja
TN06	339,6	346,9	7,3	Ja
TN07	328,4	330,5	2,1	Ja
TN08	323,9	332,6	8,7	Ja
TN09	330,0	338,0	8,0	Ja
TN10	327,3	328,4	1,2	Ja
TN11	331,3	335,0	3,7	Ja
TN13	335,4	340,7	5,3	Ja
TN14	334,5	337,1	2,6	Ja
TN15	327,7	340,7	13,0	Ja
TN17	308,8	322,1	13,3	Ja
TN18	331,0	337,7	6,7	Ja
TN19	333,0	342,4	9,4	Ja
TN20	327,1	334,7	7,6	Ja
TN22	337,4	344,0	6,6	Ja
TN23	325,3	329,9	4,6	Ja

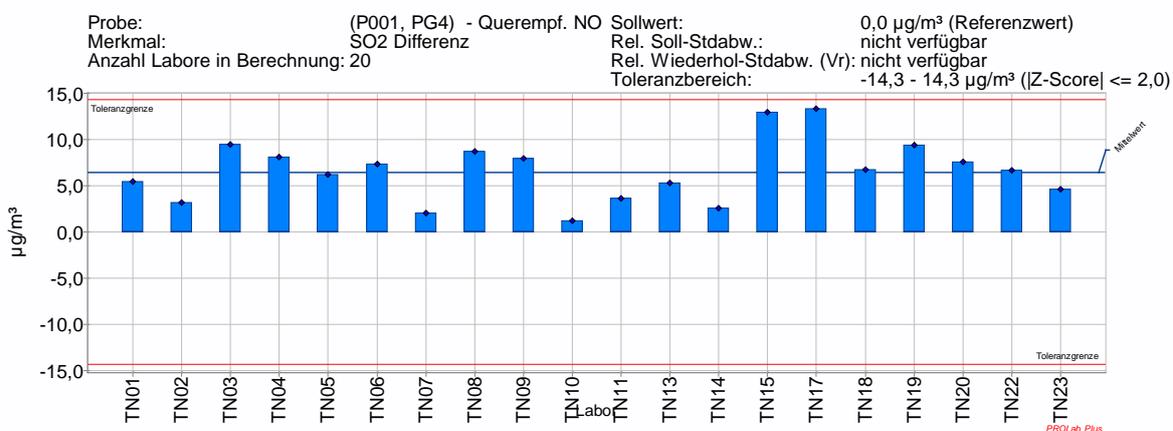


Abbildung 25: Querempfindlichkeit von SO₂ gegenüber Stickstoffmonoxid

Zur Bestimmung der Querempfindlichkeiten der Schwefeldioxid-Messverfahren gegenüber aromatischen Kohlenwasserstoffen wurde von den Vorgaben der DIN EN 14211 abgewichen, da dem Arbeitskreis die Konzentration der Störkomponente m-Xylol unrealistisch hoch erscheint. Stattdessen wurde das Prüfgasangebot PG5 mit je 10 µg/m³ BTEX dosiert. Auch hier wurde die Differenz zur mittleren Konzentration der Probe P001 (ohne Störkomponenten) berechnet (P009) und mit den Anforderungen der CEN-Norm verglichen.

Tabelle 16: Querempfindlichkeit gegen aromatische Kohlenwasserstoffe BTEX

Probe	P001	PG5	P009	Kriterien erfüllt?
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	
TN01	333,0	333,5	0,5	Ja
TN02	336,8	336,8	0,0	Ja
TN03	330,1	330,4	0,2	Ja
TN04	333,6	333,8	0,2	Ja
TN05	338,0	338,1	0,1	Ja
TN06	339,6	340,3	0,7	Ja
TN07	328,4	327,9	-0,6	Ja
TN08	323,9	324,7	0,8	Ja
TN09	330,0	329,7	-0,3	Ja
TN10	327,3	326,9	-0,4	Ja
TN11	331,3	331	-0,3	Ja
TN13	335,4	335,3	-0,1	Ja
TN14	334,5	333,7	-0,8	Ja
TN15	327,7	327,9	0,2	Ja
TN17	308,8	309	0,2	Ja
TN18	331,0	331,2	0,2	Ja
TN19	333,0	333,6	0,6	Ja
TN20	327,1	327,6	0,5	Ja
TN22	337,4	337,7	0,3	Ja
TN23	325,3	325,9	0,6	Ja

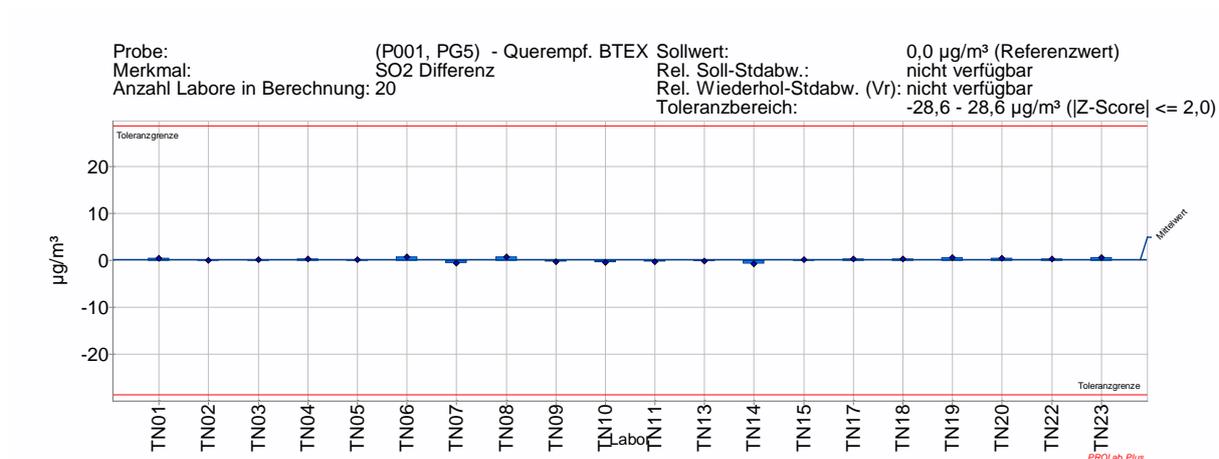


Abbildung 26: Querempfindlichkeit von SO₂ gegenüber m-Xylol

4.4.2 Kohlenmonoxid

Hier wurde analog wie bei Schwefeldioxid vorgegangen.

Tabelle 17: Querempfindlichkeit gegenüber Wasserdampf

Probe	P001	PG3	P007	Kriterien erfüllt?
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	
TN01	13,53	13,60	0,07	Ja
TN03	13,80	13,76	-0,04	Ja
TN04	14,03	14,00	-0,03	Ja
TN05	13,17	13,20	0,03	Ja
TN06	13,63	13,66	0,03	Ja
TN07	13,73	13,77	0,04	Ja
TN08	13,30	13,25	-0,05	Ja
TN09	13,63	13,63	0,00	Ja
TN10	13,57	13,58	0,01	Ja
TN11	13,55	13,62	0,07	Ja
TN13	13,37	13,32	-0,05	Ja
TN14	13,68	13,57	-0,11	Ja
TN15	13,55	13,48	-0,07	Ja
TN17	13,51	13,50	-0,01	Ja
TN18	13,52	13,50	-0,02	Ja
TN19	13,46	13,47	0,01	Ja
TN20	13,30	13,30	0,00	Ja
TN22	13,56	13,56	0,00	Ja
TN23	13,40	13,31	-0,09	Ja

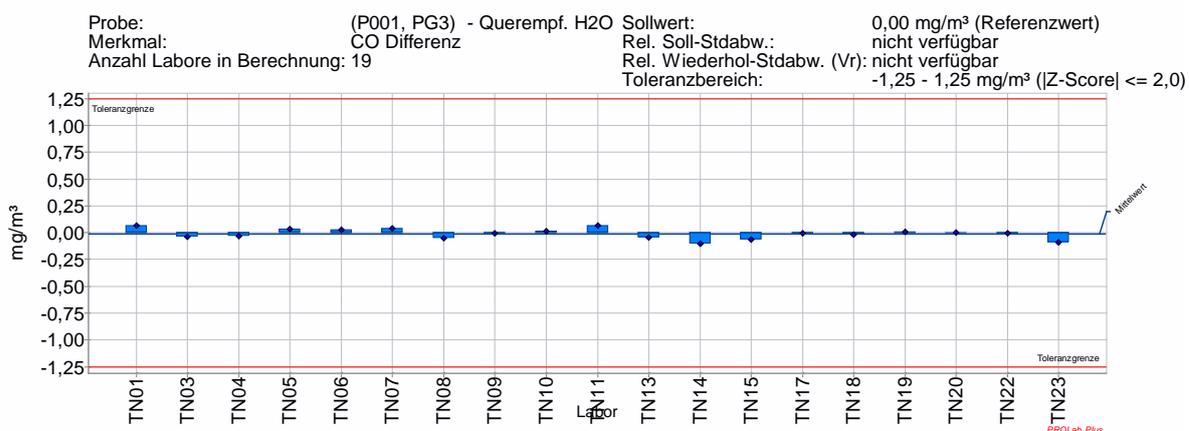


Abbildung 27: Querempfindlichkeit von CO gegenüber Wasserdampf

Tabelle 18: Querempfindlichkeit gegenüber Kohlendioxid

Probe	P001	PG7	P010	Kriterien erfüllt?
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	
TN01	13,53	13,60	0,07	Ja
TN03	13,80	13,82	0,02	Ja
TN04	14,03	14,12	0,09	Ja
TN05	13,17	13,20	0,03	Ja
TN06	13,63	13,65	0,02	Ja
TN07	13,73	13,60	-0,13	Ja
TN08	13,30	13,30	0,00	Ja
TN09	13,63	13,65	0,02	Ja
TN10	13,57	13,59	0,02	Ja
TN11	13,55	13,45	-0,10	Ja
TN13	13,37	13,34	-0,03	Ja
TN14	13,68	13,66	-0,02	Ja
TN15	13,55	13,56	0,01	Ja
TN17	13,51	13,51	0,00	Ja
TN18	13,52	13,54	0,02	Ja
TN19	13,46	13,48	0,02	Ja
TN20	13,30	13,30	0,00	Ja
TN22	13,56	13,59	0,03	Ja
TN23	13,40	13,60	0,20	Ja

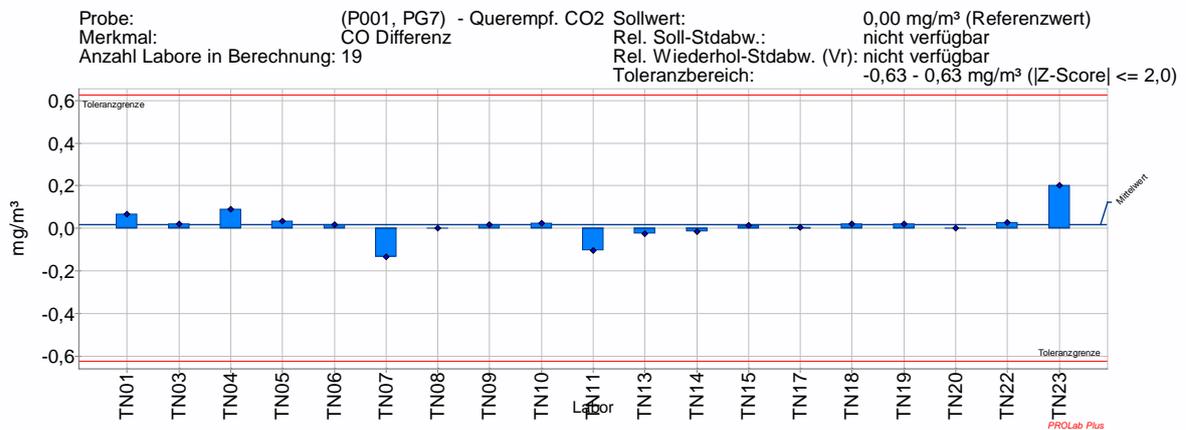


Abbildung 28: Querempfindlichkeit von CO gegenüber Kohlendioxid

Tabelle 19: Querempfindlichkeit gegenüber Stickstoffmonoxid

Probe	P001	PG8	P011	Kriterien erfüllt?
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	
TN01	13,53	13,60	0,07	Ja
TN03	13,80	13,80	0,00	Ja
TN04	14,03	14,00	-0,03	Ja
TN05	13,17	13,20	0,03	Ja
TN06	13,63	13,62	-0,01	Ja
TN07	13,73	13,70	-0,03	Ja
TN08	13,30	13,31	0,01	Ja
TN09	13,63	13,63	0,00	Ja
TN10	13,57	13,57	0,00	Ja
TN11	13,55	13,52	-0,03	Ja
TN13	13,37	13,35	-0,02	Ja
TN14	13,68	13,69	0,01	Ja
TN15	13,55	13,55	0,00	Ja
TN17	13,51	13,49	-0,02	Ja
TN18	13,52	13,52	0,00	Ja
TN19	13,46	13,44	-0,02	Ja
TN20	13,30	13,30	0,00	Ja
TN22	13,56	13,56	0,00	Ja
TN23	13,40	13,40	0,00	Ja

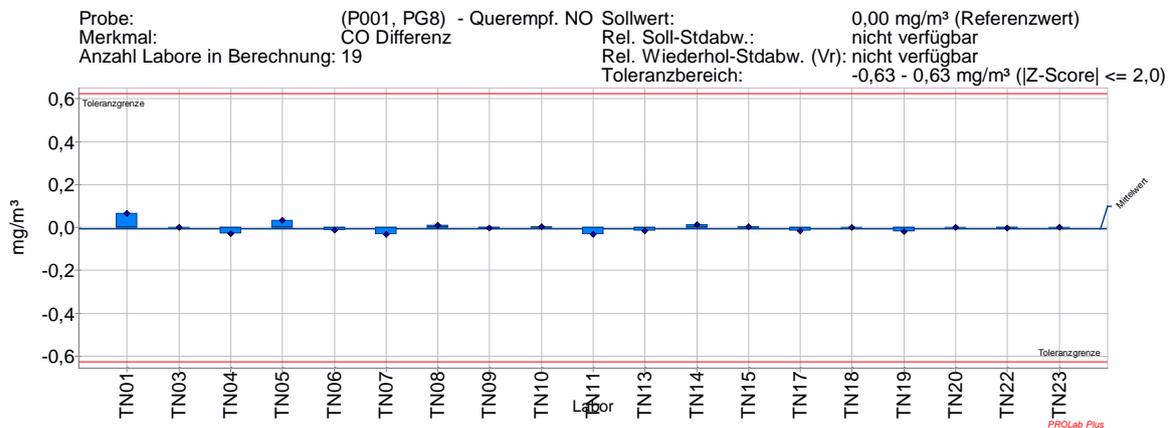


Abbildung 29: Querempfindlichkeit von CO gegenüber Stickstoffmonoxid

Tabelle 20: Querempfindlichkeit gegenüber Lachgas

Probe	P001	PG9	P012	Kriterien erfüllt?
	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	
TN01	13,53	13,40	-0,13	Ja
TN03	13,80	13,78	-0,02	Ja
TN04	14,03	13,99	-0,04	Ja
TN05	13,17	13,10	-0,07	Ja
TN06	13,63	13,59	-0,04	Ja
TN07	13,73	13,80	0,07	Ja
TN08	13,30	13,29	-0,01	Ja
TN09	13,63	13,61	-0,02	Ja
TN10	13,57	13,54	-0,03	Ja
TN11	13,55	13,51	-0,04	Ja
TN13	13,37	13,34	-0,03	Ja
TN14	13,68	13,70	0,02	Ja
TN15	13,55	13,54	-0,01	Ja
TN17	13,51	13,47	-0,04	Ja
TN18	13,52	13,51	-0,01	Ja
TN19	13,46	13,43	-0,03	Ja
TN20	13,30	13,20	-0,10	Ja
TN22	13,56	13,54	-0,02	Ja
TN23	13,40	13,40	0,00	Ja

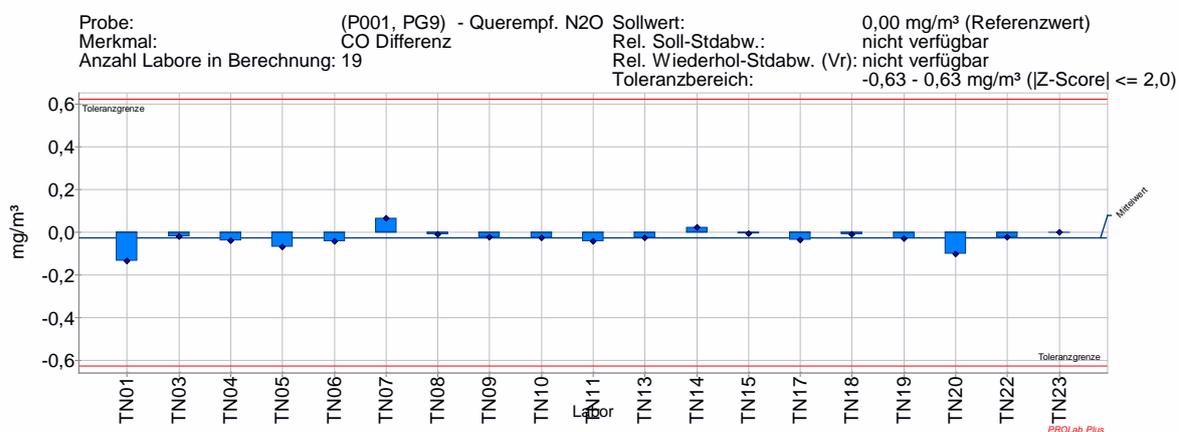


Abbildung 30: Querempfindlichkeit von CO gegenüber Lachgas

4.4.3 Benzol

Tabelle 21: Querempfindlichkeit gegenüber Ozon

Probe	P005	PG28	P006	Kriterien erfüllt?
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
TN08	4,7	4,5	-0,2	Ja
TN09	4,5	4,5	0	Ja
TN10	4,1	4,2	0	Ja
TN13	4,6	4,6	0	Ja
TN14	4,6	4,5	-0,1	Ja
TN15	4,6	4,5	0	Ja
TN17	4,4	4,5	0	Ja
TN18	4,8	4,8	0	Ja
TN19	4,6	4,3	-0,3	Nein
TN20	4,7	4,6	-0,1	Ja
TN22	4,7	4,6	-0,1	Ja

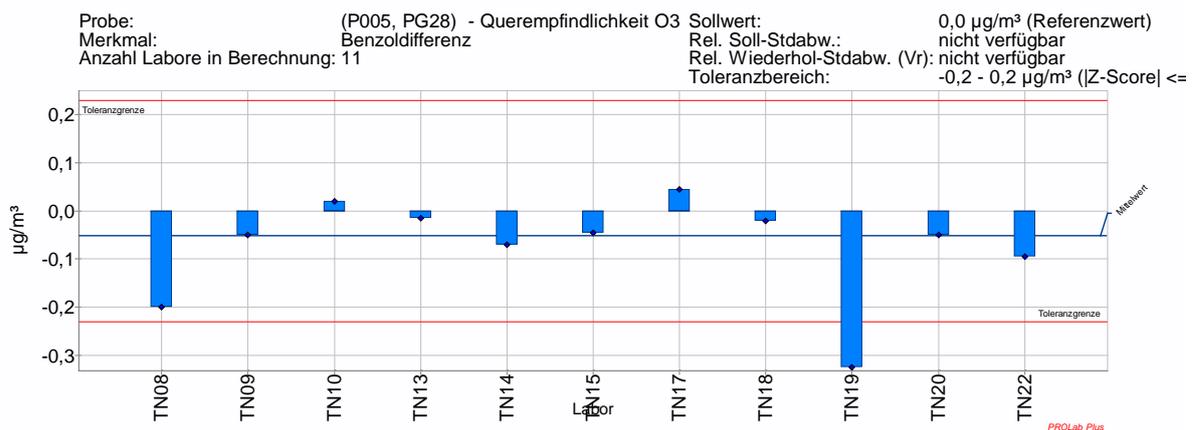


Abbildung 31: Querempfindlichkeit von Benzol gegenüber Ozon

4.5 Wiederholbarkeit und robuste Auswertung

Um die Wiederholstandardabweichung der teilnehmenden Verfahren zu ermitteln, wurden ausgewählte Konzentrationen mehrfach hintereinander bei gleichbleibender Dosierung angeboten. Die Daten dieser Angebote wurden unter einer neuen Probenbezeichnung zusammengefasst und robust nach DIN ISO IEC 13528 Anhang C, mittels Q-Methode und Hampel-Schätzer, ausgewertet. Neben der Vergleichsstandardabweichung wurde die Wiederholstandardabweichung berechnet.

4.5.1 Schwefeldioxid

Tabelle 22: Übersicht über die Wiederholungsmessungen für die Komponente SO₂

Probe	P001	Stdabw.	P002	Stdabw.	P003	Stdabw.
	µg/m ³					
TN01	333,0	0,4	0,0	0,0	13,5	0,2
TN02	336,8	0,3	1,0	0,4	14,5	0,1
TN03	330,1	1,5	-0,2	0,1	13,3	0,1
TN04	333,6	0,5	0,6	0,0	14,2	0,1
TN05	338,0	0,6	0,1	0,0	13,7	0,1
TN06	339,6	1,3	1,0	0,3	12,7	0,1
TN07	328,4	1,2	0,1	0,5	13,8	0,1
TN08	323,9	2,0	-0,2	0,4	12,6	0,1
TN09	330,0	1,3	0,8	0,1	13,6	0,1
TN10	327,3	1,1	0,0	0,1	13,0	0,2
TN11	331,3	0,6	0,0	0,0	13,8	0,1
TN13	335,4	0,4	0,1	0,1	13,8	0,0
TN14	334,5	0,6	-0,6	0,9	13,1	0,1
TN15	327,7	0,3	0,2	0,1	13,6	0,1
TN17	308,8	1,2	0,1	0,0	12,8	0,1
TN18	331,0	0,9	0,4	0,4	13,4	0,1
TN19	333,0	0,7	0,7	0,6	14,7	0,0
TN20	327,1	0,9	0,1	0,5	12,2	0,1
TN22	337,4	1,4	0,1	0,1	13,6	0,1
TN23	325,3	1,5	-0,2	0,1	13,6	0,5
Median	330,9		0,1		13,6	
Sollwert	331,5		0,2		13,5	
Mittelwert	331,5		0,2		13,5	
Soll-Stdabw.	6,0		0,4		0,6	
Vergleich-Stdabw.	6,0		0,4		0,6	
Wiederhol-Stdabw.	1,0		0,3		0,1	
Anzahl Einzelwerte	60		40		60	

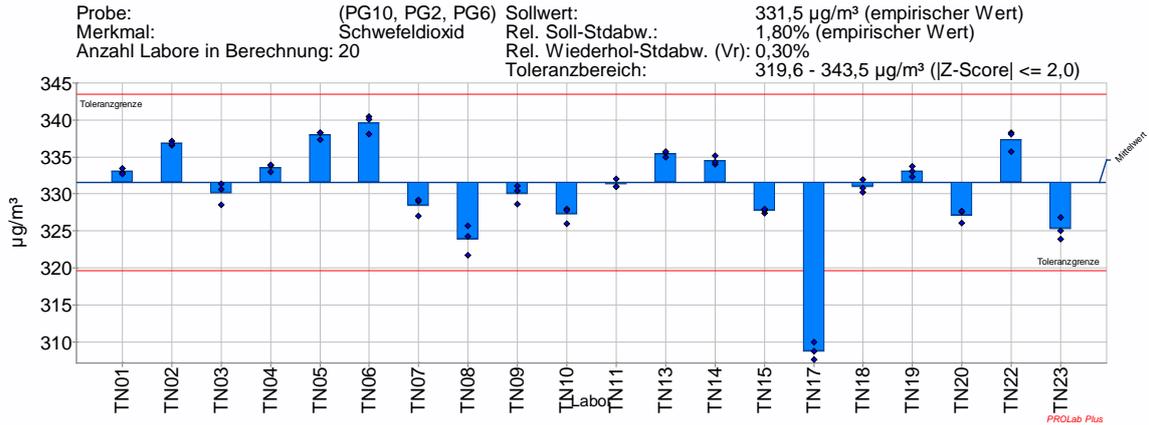


Abbildung 25: Probe P001 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG2, PG6 und PG10

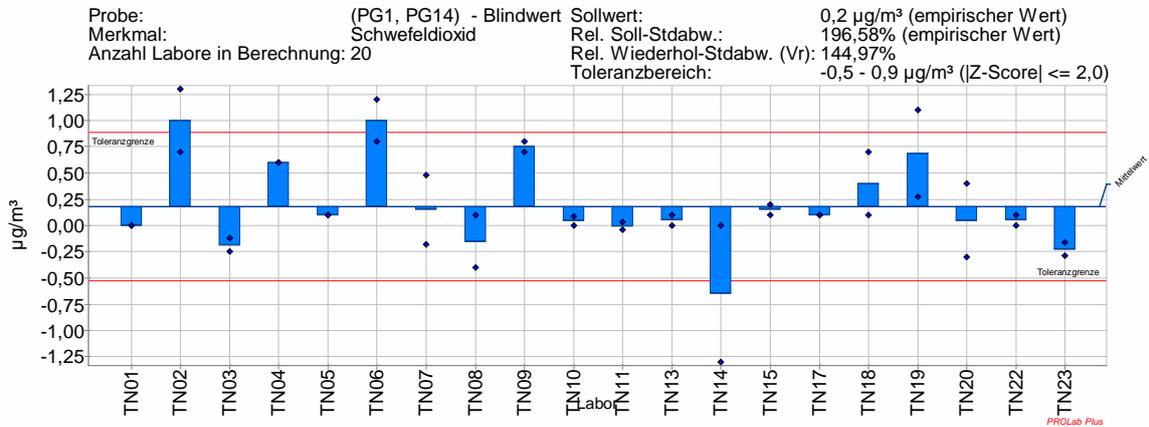


Abbildung 26: Probe P002 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG1 und PG14

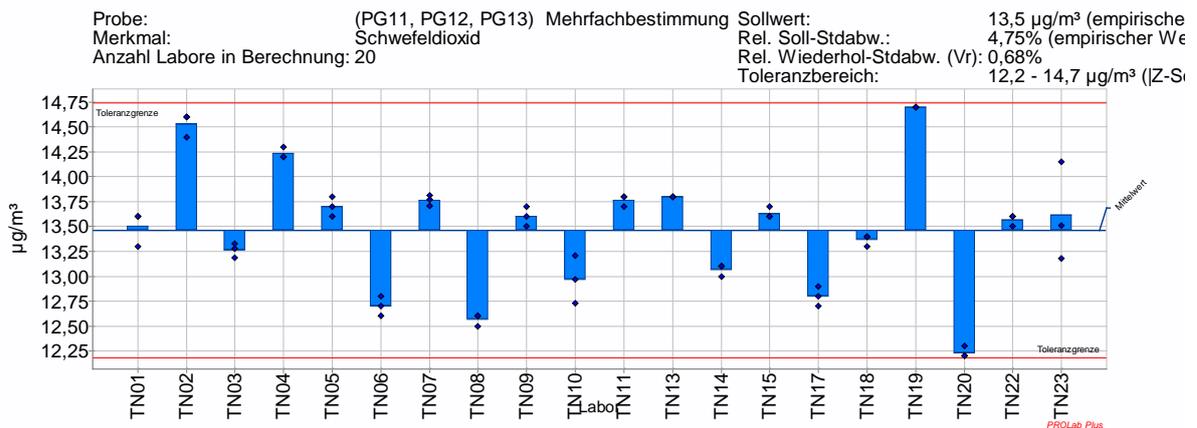


Abbildung 27: Probe P003 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG11, PG12 und PG13

4.5.2 Kohlenmonoxid

Tabelle 23: Übersicht über die Wiederholungsmessungen für die Komponente CO

Probe	P001 mg/m ³	Stdabw. mg/m ³	P002 mg/m ³	Stdabw. mg/m ³	P003 mg/m ³	Stdabw. mg/m ³
TN01	13,53	0,12	0,01	0,01	1,20	0,00
TN03	13,80	0,03	0,01	0,01	1,35	0,01
TN04	14,03	0,04	0,07	0,01	1,43	0,00
TN05	13,17	0,06	0,00	0,01	1,30	0,00
TN06	13,63	0,06	-0,02	0,04	1,29	0,01
TN07	13,73	0,06	-0,02	0,08	1,42	0,02
TN08	13,30	0,02	0,00	0,01	1,30	0,01
TN09	13,63	0,02	0,02	0,00	1,37	0,01
TN10	13,57	0,03	0,01	0,00	1,34	0,01
TN11	13,55	0,03	0,00	0,06	1,31	0,01
TN13	13,37	0,01	0,00	0,01	1,36	0,01
TN14	13,68	0,04	-0,03	0,06	1,38	0,01
TN15	13,55	0,02	0,01	0,01	1,35	0,00
TN17	13,51	0,04	0,01	0,00	1,34	0,01
TN18	13,52	0,02	0,00	0,00	1,34	0,00
TN19	13,46	0,04	0,03	0,00	1,34	0,01
TN20	13,30	0,10	-0,05	0,07	1,20	0,00
TN22	13,56	0,04	0,01	0,01	1,34	0,01
TN23	13,40	0,02	-0,13	0,01	1,13	0,01
Median	13,56		0,00		1,34	
Sollwert	13,53		0,00		1,33	
Mittelwert	13,53		0,00		1,33	
Soll-Stdabw.	0,20		0,03		0,06	
Vergleich-Stdabw.	0,20		0,03		0,06	
Wiederhol-Stdabw.	0,04		0,01		0,01	
Anzahl Einzelwerte	57		38		57	

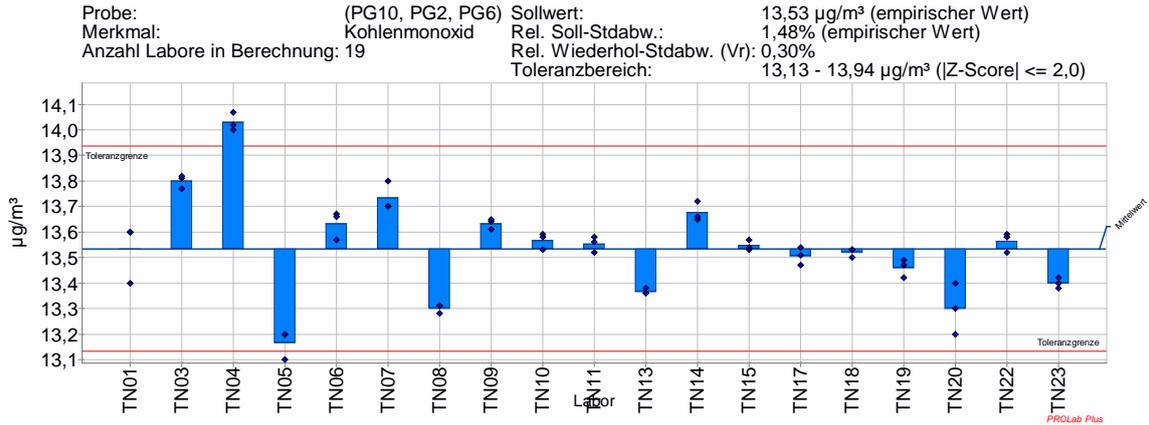


Abbildung 28: Probe P001 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG2, PG6 und PG10

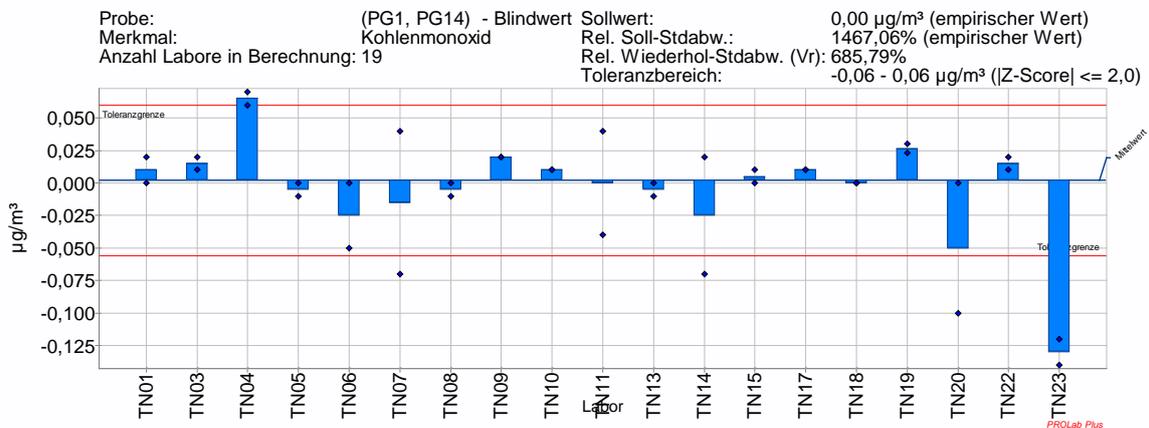


Abbildung 29: Probe P002 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG1 und PG14

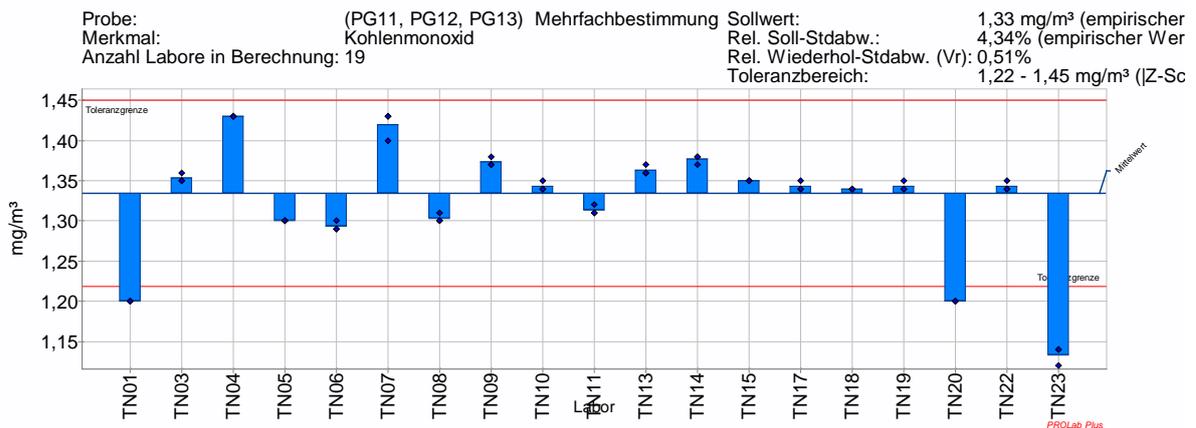


Abbildung 30: Probe P003 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG11, PG12 und PG13

4.5.3 Benzol

Tabelle 24: Übersicht über die Wiederholungsmessungen für die Komponente Benzol

Probe	P004 µg/m³	Stdabw. µg/m³	P005 µg/m³	Stdabw. µg/m³
TN08	1,2	0,0	4,7	0,0
TN09	1,2	0,0	4,5	0,1
TN10	0,9	0,1	4,1	0,0
TN13	1,2	0,0	4,6	0,0
TN14	1,2		4,6	0,0
TN15	1,1	0,0	4,6	0,0
TN17	0,9	0,1	4,4	0,0
TN18	1,0	0,0	4,8	0,0
TN19	1,4	0,0	4,6	0,1
TN20	1,2	0,0	4,7	0,1
TN21	1,3	0,1		
TN22	1,3	0,0	4,7	0,0
Median	1,2		4,6	
Sollwert	1,2		4,6	
Mittelwert	1,2		4,6	
Soll-Stdabw.	0,1		0,1	
Vergleich-Stdabw.	0,1		0,1	
Wiederhol-Stdabw.	0,0		0,0	
Anzahl Einzelwerte	33		22	

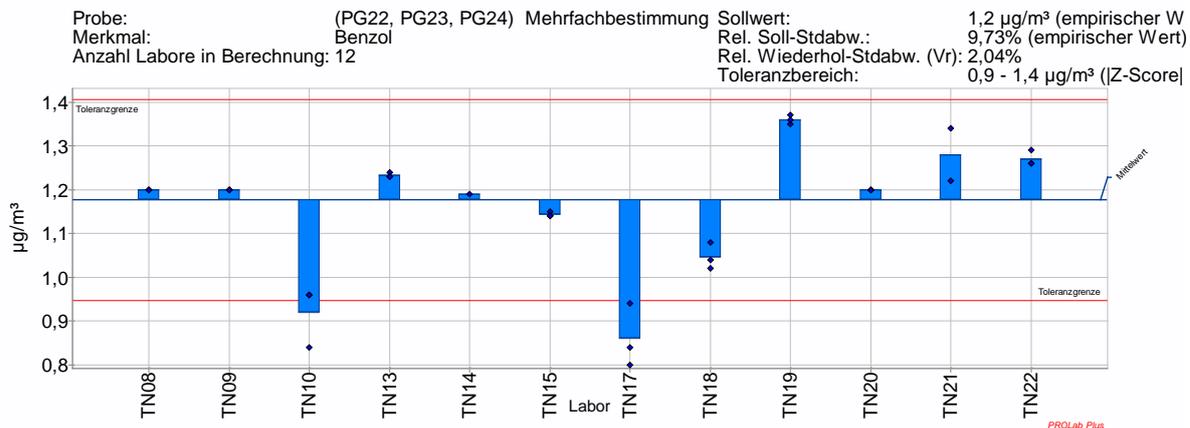


Abbildung 31: Probe P004 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG22, PG23 und PG24

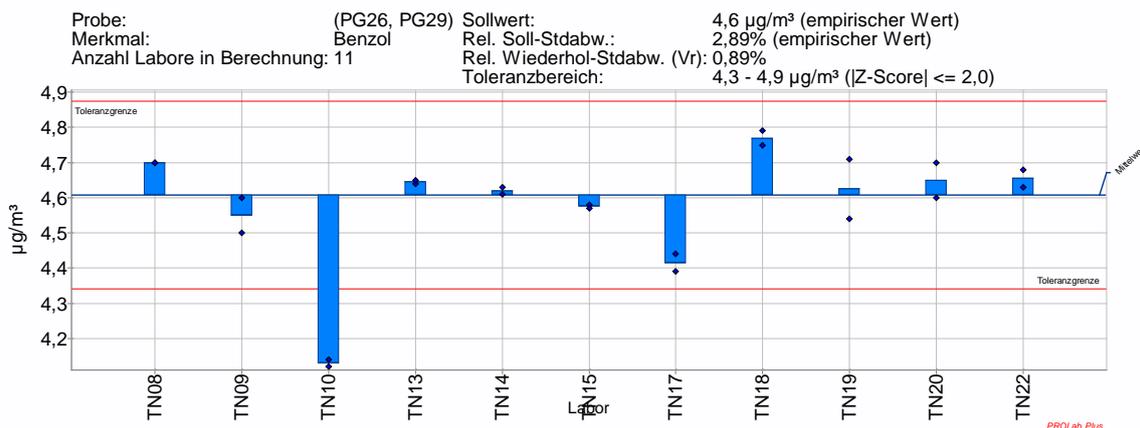


Abbildung 32: Probe P005 - Zusammengefasst aus den Messwerten der Angebote PG26 und PG29

4.6 ORSA-Sammler

Im Verlauf des Ringversuches wurde den Teilnehmern die Möglichkeit geboten, an Vergleichsmessungen von belegten Aktivkohleröhrchen (ORSA-Sammler) teilzunehmen. Die Teilnehmer dieser Vergleichsmessung erhielten je eine an Außenluft belegte Probe (A-Probe) und zwei mit Prüfgas dotierte Proben (D1 und D2). Die dotierten Proben sind hinsichtlich der Konzentrationen parallel identisch belegt worden. Die Auswertung erfolgte robust nach DIN ISO IEC 13528 Anhang C, mittels Q-Methode und Hampel-Schätzer. Im Falle der dotierten Proben wurden die mittels Diffusions-Dosierer rückführbaren Referenzwerte als Vorgabewert verwendet.

Tabelle 25: Messwerte und Kenngrößen für die A-Probe (Außenluft)

Komponente	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m- / p-Xy- lol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN04	576,1	745,3	435,7	147	-
TN07	457,2	614,8	140	417,1	139,7
TN08	510,6	719,5	85,1	336,6	139,2
TN14	541	636	112	329	127
TN15	804,5	795,5	155,5	557,5	239
TN21	487,7	525,1	119,1	425,5	173,6
Median	525,8	677,8	129,6	376,9	139,7
Sollwert	540,9	672,7	122,3	368,8	155,4
Mittelwert	540,9	672,7	122,3	368,8	155,4
Soll-Stdabw.	88	175,8	55,3	196	28,2
Vergleich-Stdabw.	88	175,8	55,3	196	28,2
Wiederhol-Stdabw.	36,7	43	47,2	49,3	10,5
Anzahl Einzelwerte	7	7	7	7	6

Tabelle 26: Messwerte und Kenngrößen für die dotierte Probe D1

Komponente	Benzol	Toluol	o-Xylol	m- / p-Xylol	Ethylbenzol
	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe
TN04	1488,0	1800,6	1391,8	1319,6	-
TN07	1324,6	1552,9	1283,7	1297,3	1162,9
TN08	1273,0	1415,0	1098,0	1106,0	1107,0
TN14	1439,0	1690,0	1246,0	1336,0	1220,0
TN15	3744,0	3554,0	2527,0	2844,0	2679,0
TN21	1125,2	1267,5	1054,8	1331,0	1213,3
Median	1381,8	1621,5	1264,8	1325,3	1213,3
Sollwert	1330,0	1613,0	1372,0	1349,0	1227,0
Mittelwert	1330,0	1545,2	1252,2	1308,9	1175,8
Soll-Stdabw.	336,6	382,9	324,8	55,8	124,1
Vergleich-Stdabw.	336,6	382,9	324,8	55,8	124,1
Anzahl Einzelwerte	6	6	6	6	5

Tabelle 27: Messwerte und Kenngrößen für die dotierte Probe D2

Komponente	Benzol	Toluol	o-Xylol	m- / p-Xylol	Ethylbenzol
	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe
TN04	1462,0	1795,6	1382,5	1457,1	-
TN07	1372,9	1643,5	1361,2	1379,1	1238,8
TN08	1547,0	1903,0	1462,0	1475,0	1437,0
TN14	1420,0	1604,0	1162,0	1233,0	1114,0
TN15	3131,0	3023,0	2185,0	2269,0	2334,0
TN21	1101,4	1259,2	1064,3	1326,6	1199,7
Median	1441,0	1719,5	1371,8	1418,1	1238,8
Sollwert	1330,0	1613,0	1372,0	1349,0	1227,0
Mittelwert	1380,7	1779,9	1369,9	1385,6	1300,6
Soll-Stdabw.	218,8	462,9	278,3	209,0	276,9
Vergleich-Stdabw.	218,8	462,9	278,3	209,0	276,9
Anzahl Einzelwerte	6	6	6	6	5

4.6.1 Benzol

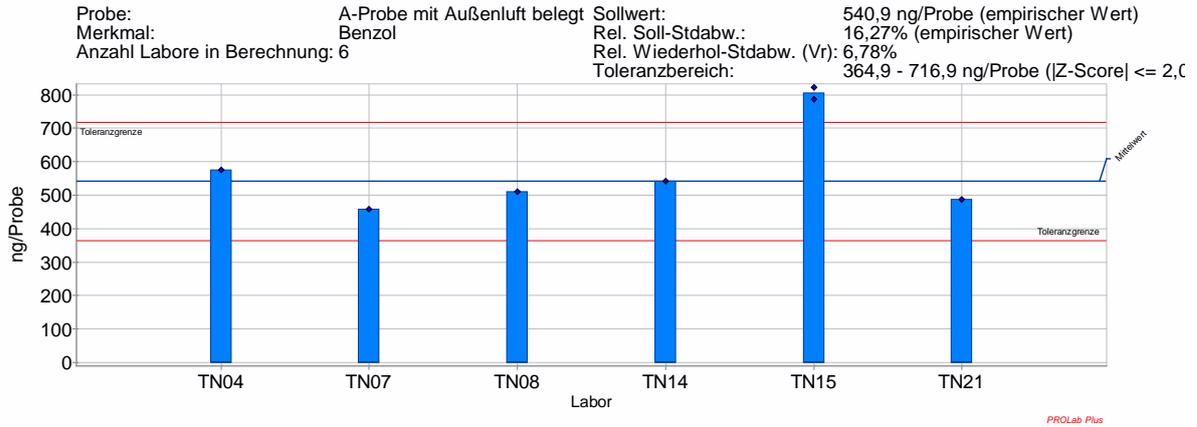


Abbildung 40: ORSA- Vergleichsmessungen an Außenluft - Komponente Benzol

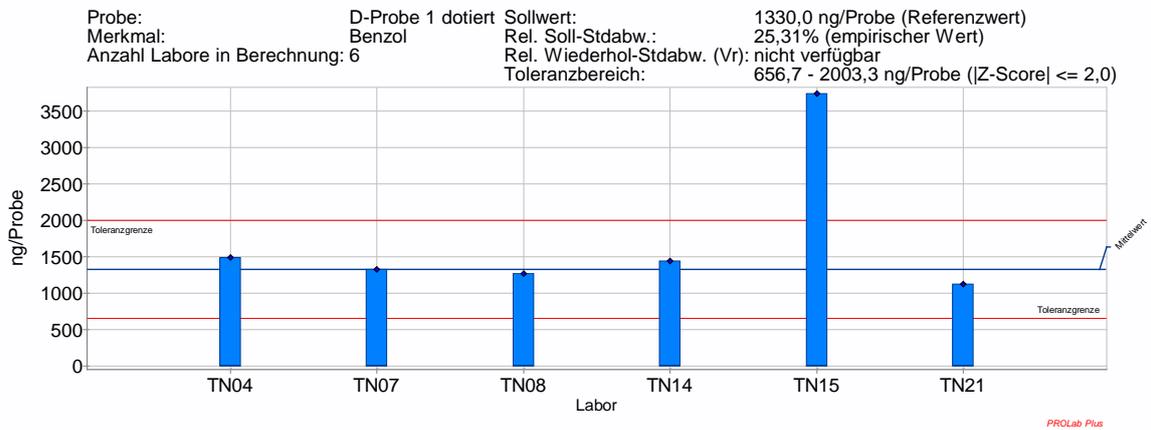


Abbildung 41: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D1 - Komponente Benzol

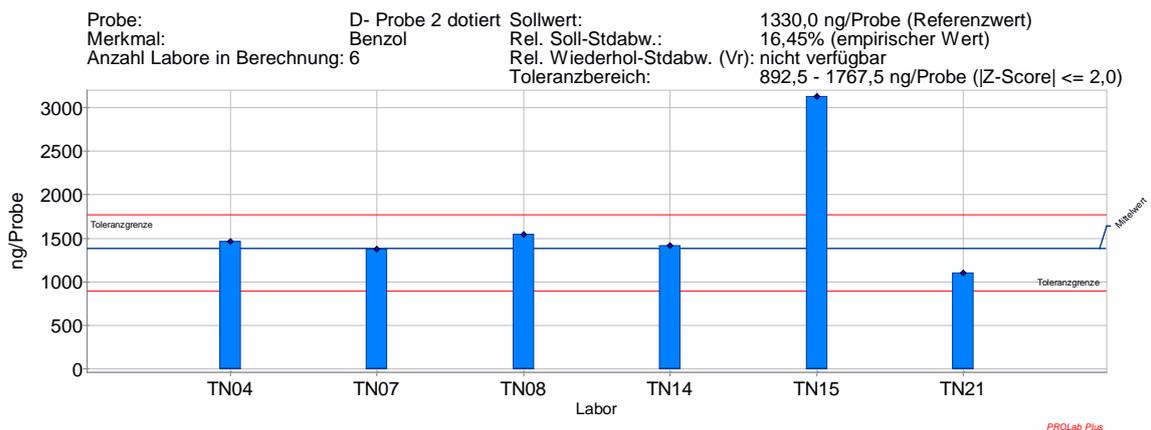


Abbildung 42: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D2 - Komponente Benzol

4.6.2 Toluol

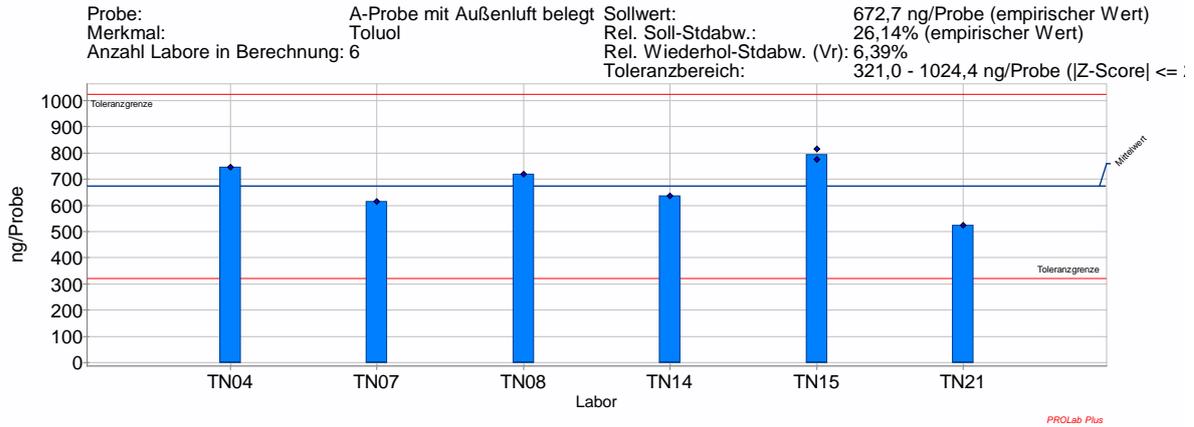


Abbildung 43: ORSA- Vergleichsmessungen an Außenluft - Komponente Toluol

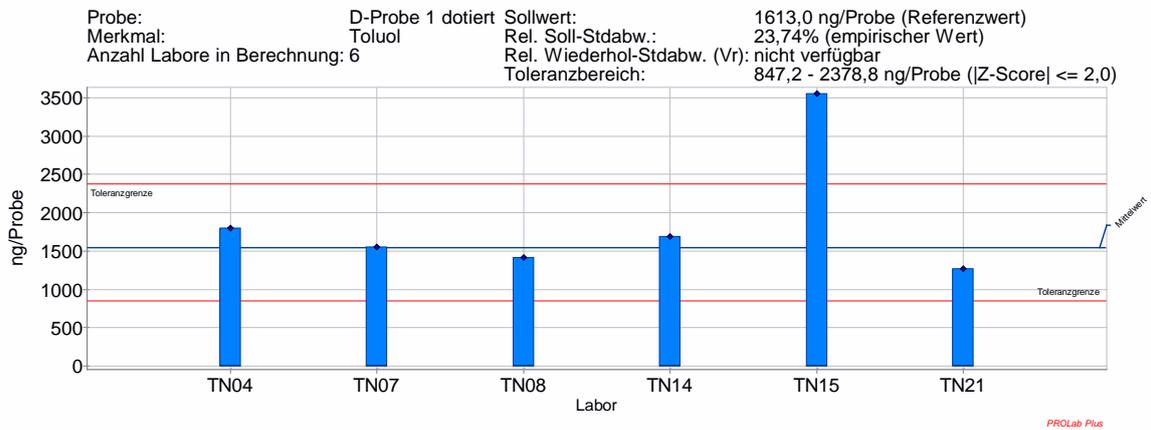


Abbildung 44: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D1 - Komponente Toluol

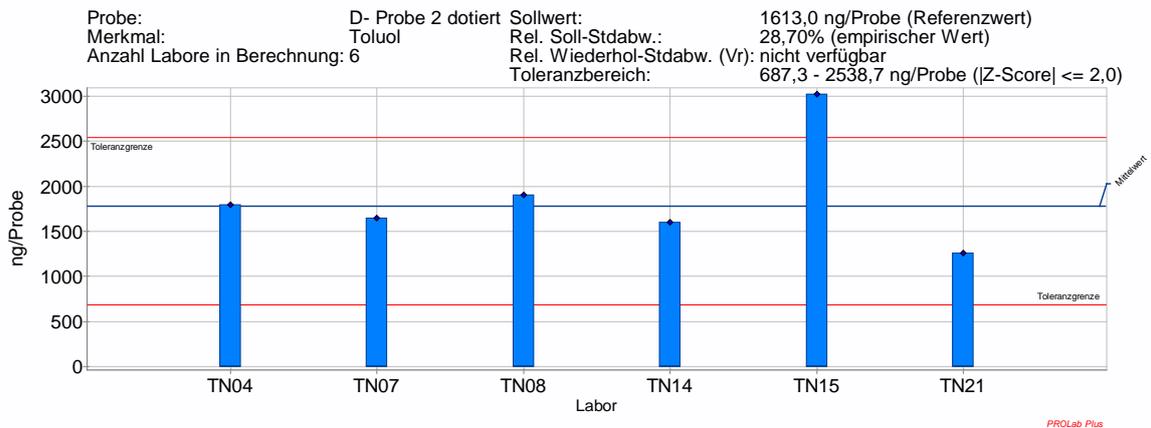


Abbildung 33: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D2 - Komponente Toluol

4.6.3 o-Xylol

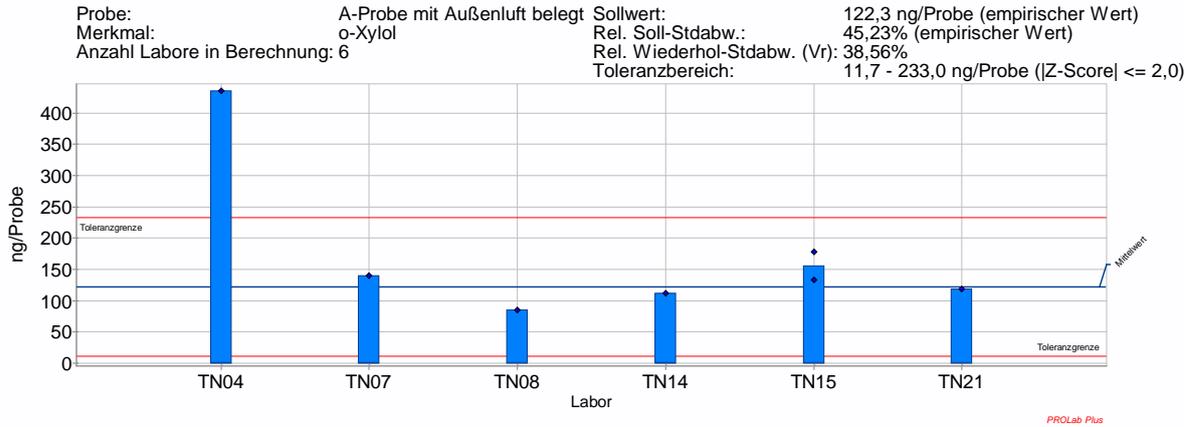


Abbildung 34: ORSA- Vergleichsmessungen an Außenluft - Komponente o-Xylol

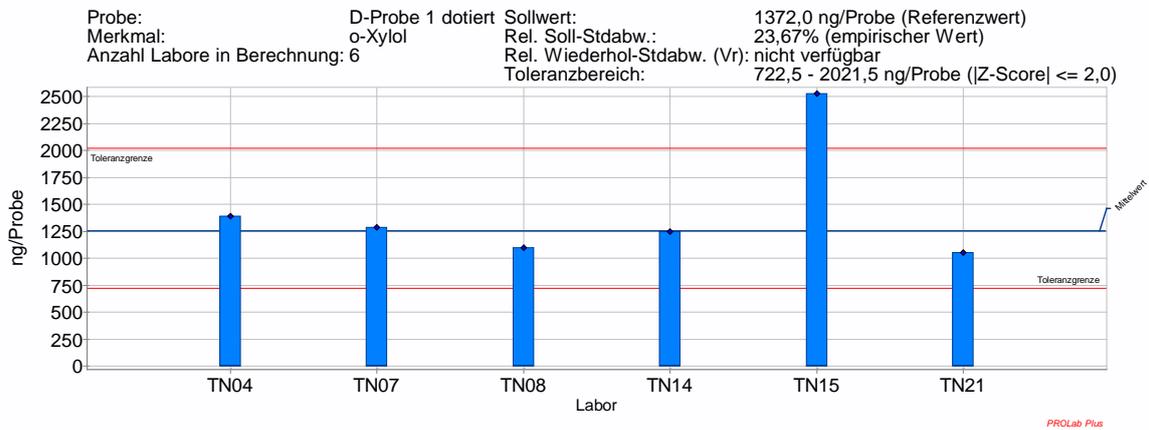


Abbildung 35: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D1 - Komponente o-Xylol

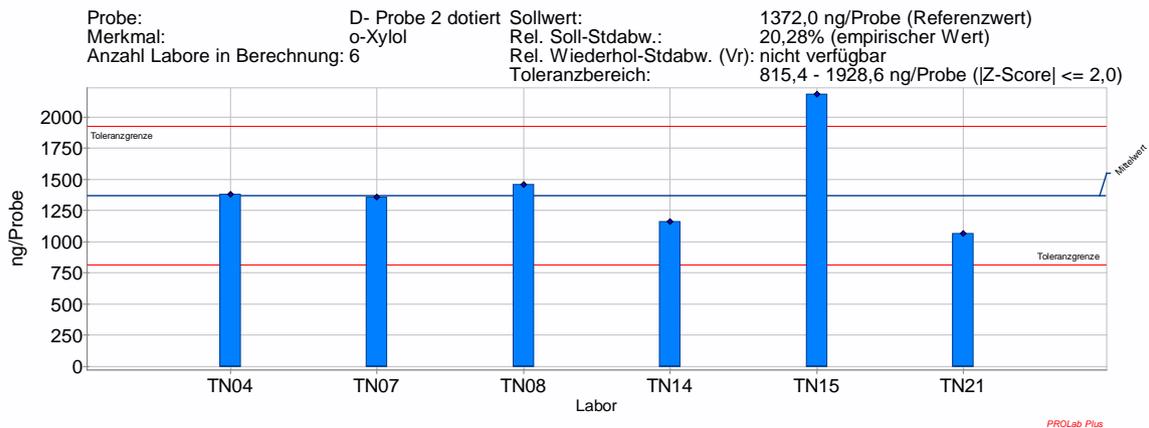


Abbildung 36: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D2 - Komponente o-Xylol

4.6.4 m- / p-Xylol

Probe: A-Probe mit Außenluft belegt
 Merkmal: m- / p-Xylol
 Anzahl Labore in Berechnung: 6
 Sollwert: 368,8 ng/Probe (empirischer Wert)
 Rel. Soll-Stdabw.: 53,13% (empirischer Wert)
 Rel. Wiederhol-Stdabw. (Vr): 13,36%
 Toleranzbereich: -23,1 - 760,7 ng/Probe ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)

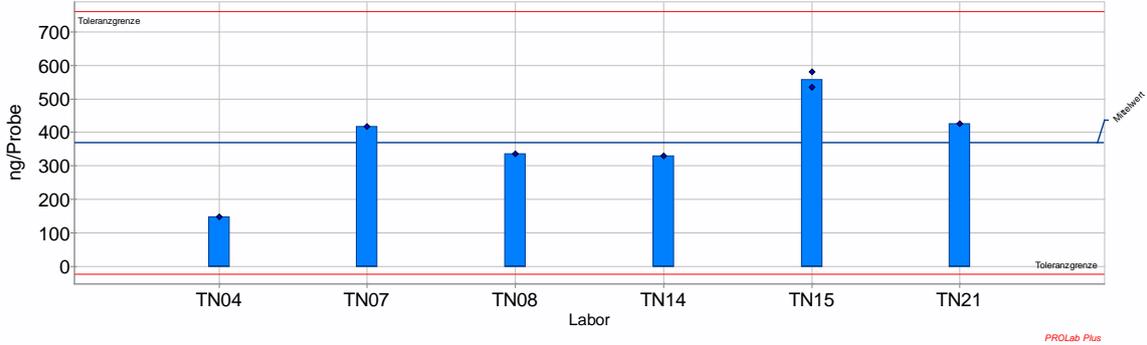


Abbildung 37: ORSA- Vergleichsmessungen an Außenluft - Komponente m- / p-Xylol

Probe: D-Probe 1 dotiert
 Merkmal: m- / p-Xylol
 Anzahl Labore in Berechnung: 6
 Sollwert: 1349,0 ng/Probe (Referenzwert)
 Rel. Soll-Stdabw.: 4,14% (empirischer Wert)
 Rel. Wiederhol-Stdabw. (Vr): nicht verfügbar
 Toleranzbereich: 1237,4 - 1460,6 ng/Probe ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)

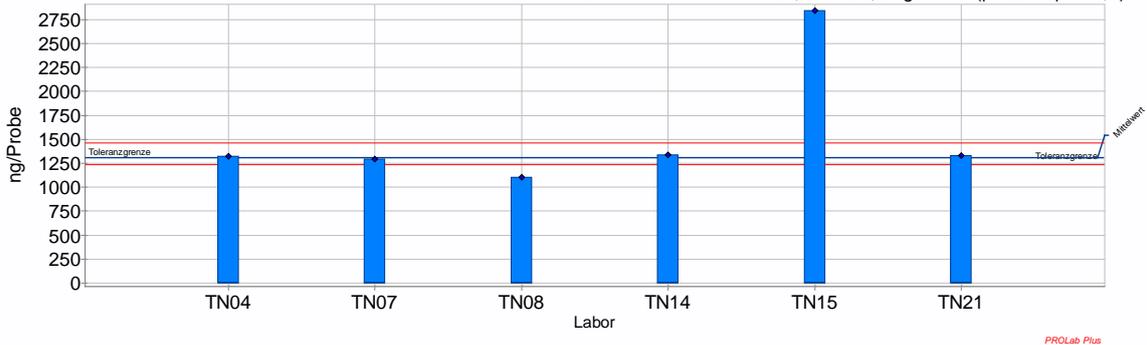


Abbildung 50: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D1 - Komponente m- / p-Xylol

Probe: D- Probe 2 dotiert
 Merkmal: m- / p-Xylol
 Anzahl Labore in Berechnung: 6
 Sollwert: 1349,0 ng/Probe (Referenzwert)
 Rel. Soll-Stdabw.: 15,49% (empirischer Wert)
 Rel. Wiederhol-Stdabw. (Vr): nicht verfügbar
 Toleranzbereich: 931,0 - 1767,0 ng/Probe ($|Z\text{-Score}| \leq 2,0$)

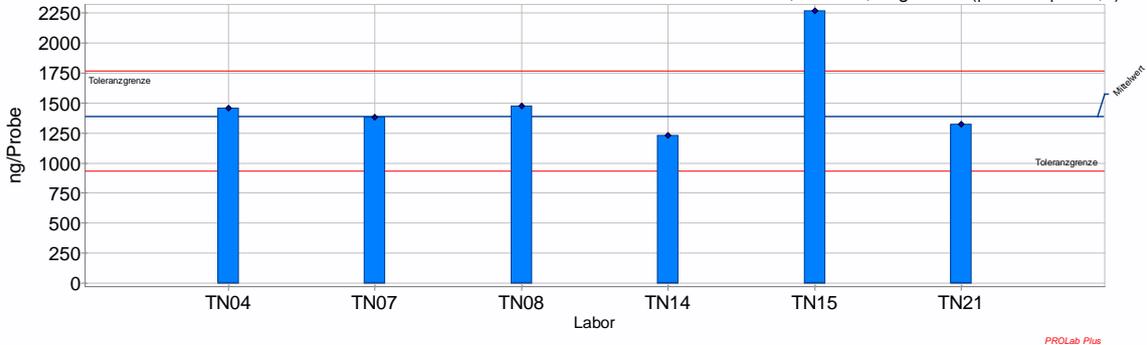


Abbildung 51: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D2 - Komponente m- / p-Xylol

4.6.5 Ethylbenzol

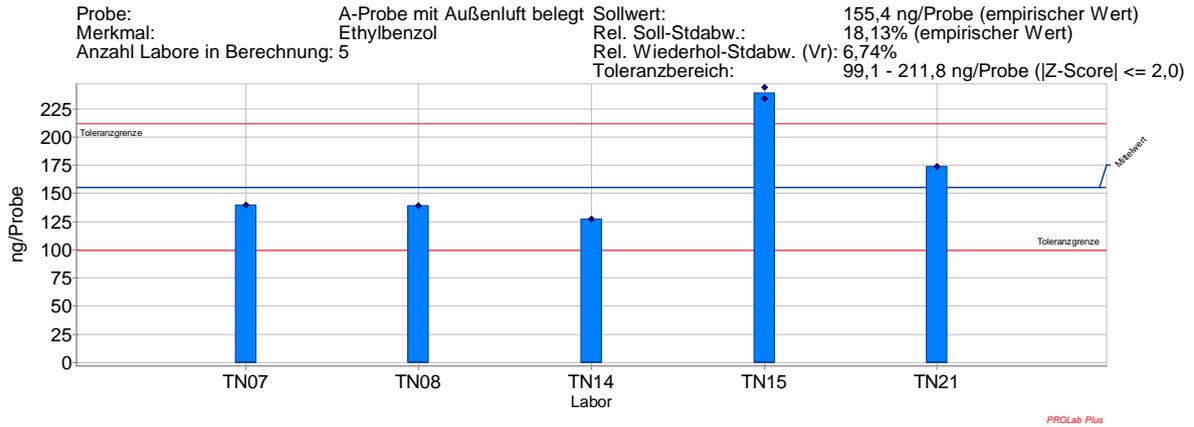


Abbildung 38: ORSA- Vergleichsmessungen an Außenluft - Komponente Ethylbenzol

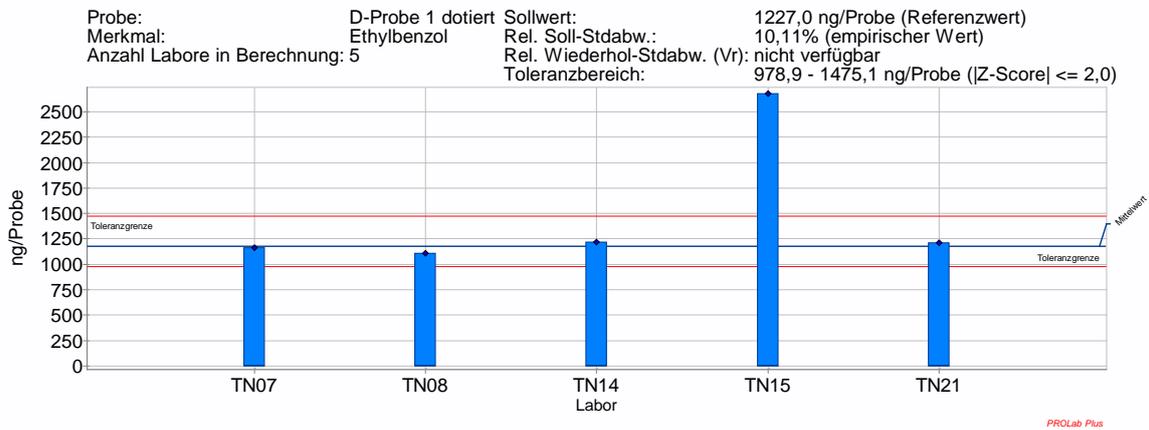


Abbildung 39: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D1 - Komponente Ethylbenzol

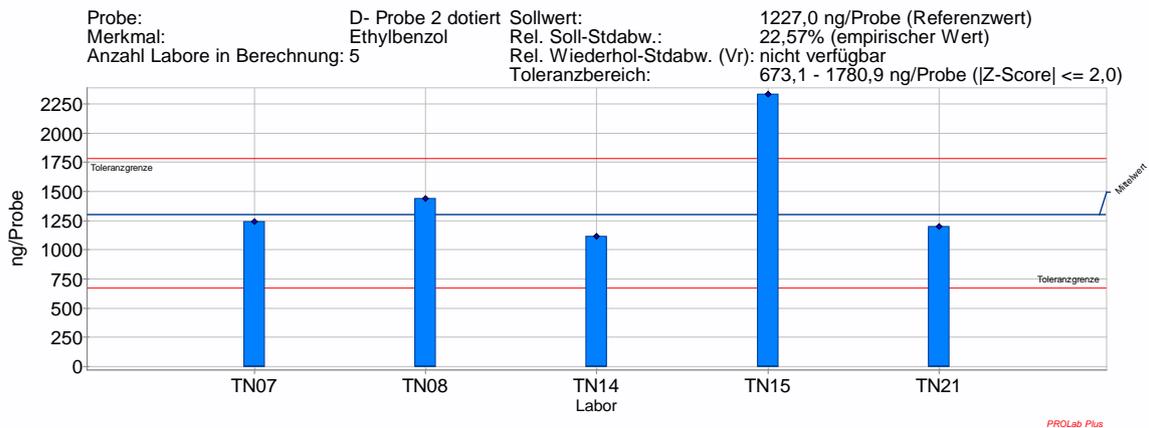


Abbildung 40: ORSA- Vergleichsmessungen Probe D2 - Komponente Ethylbenzol

4.7 Ergänzende organische Komponenten

Neben Benzol enthalten die Benzol Prüfgase die weiteren organische Komponenten Toluol, o-Xylol, m- / p-Xylol und Ethylbenzol. Die Konzentrationen aller Prüfgase finden sich im Anhang 5.2 in Tabelle 35 bis Tabelle 38. Die folgenden Abbildungen geben eine Übersicht über die Gehalte dieser ergänzenden Komponenten in den Prüfgasen PG30, PG31, PG20 und PG21.

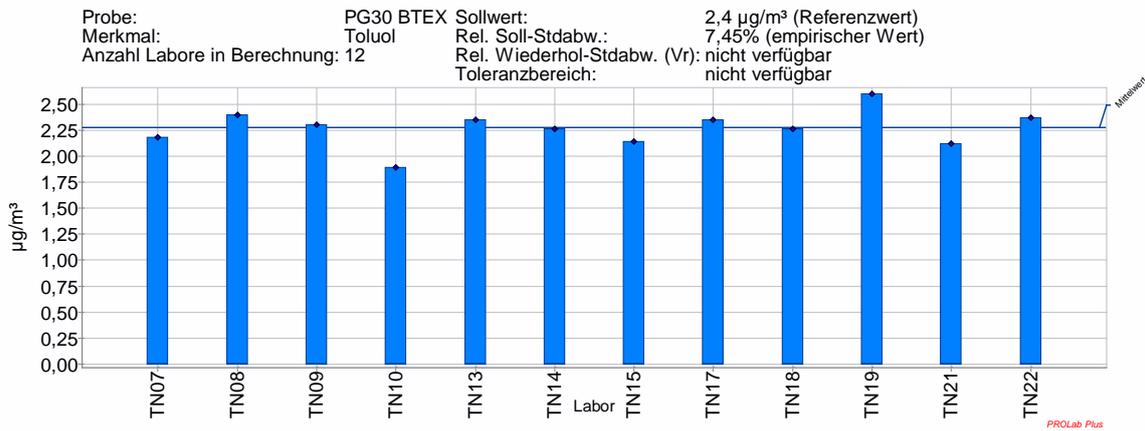


Abbildung 41: Toluol Konzentrationen Angebot PG30

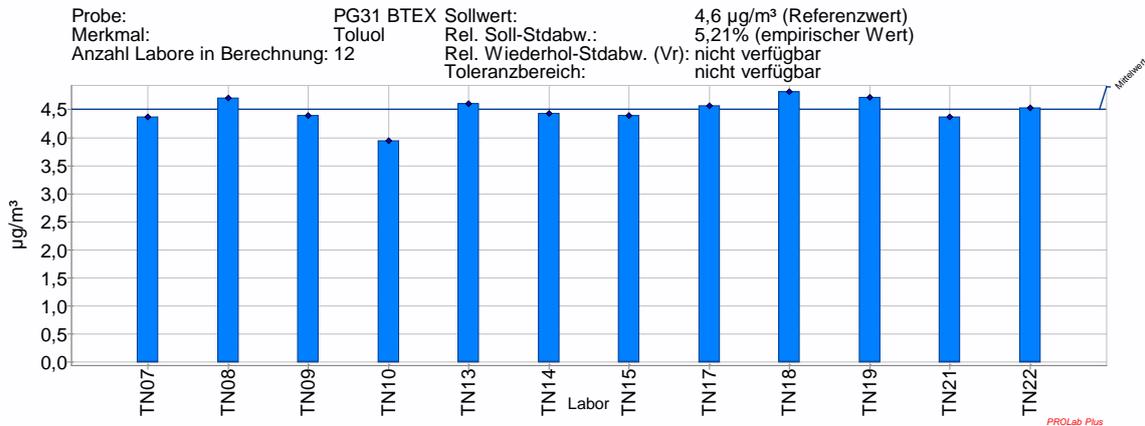


Abbildung 42: Toluol Konzentrationen Angebot PG31

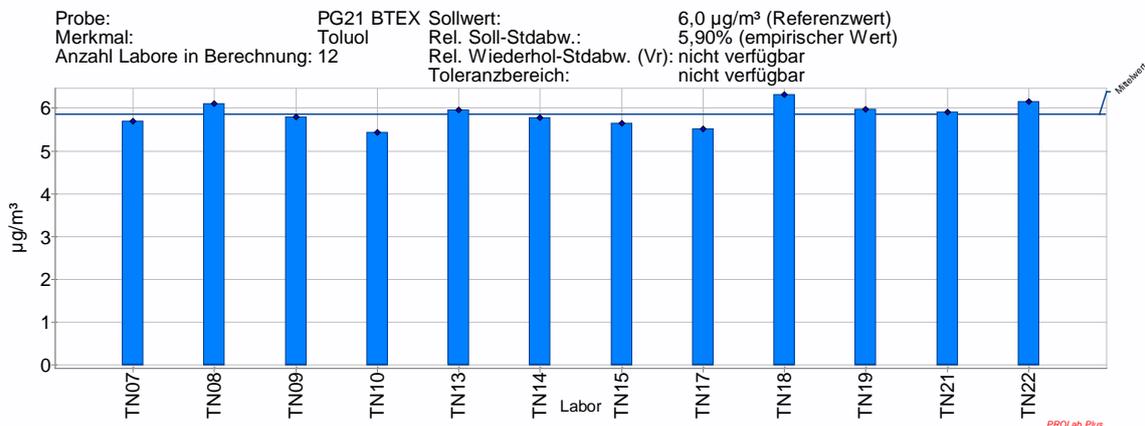


Abbildung 43: Toluol Konzentrationen Angebot PG21

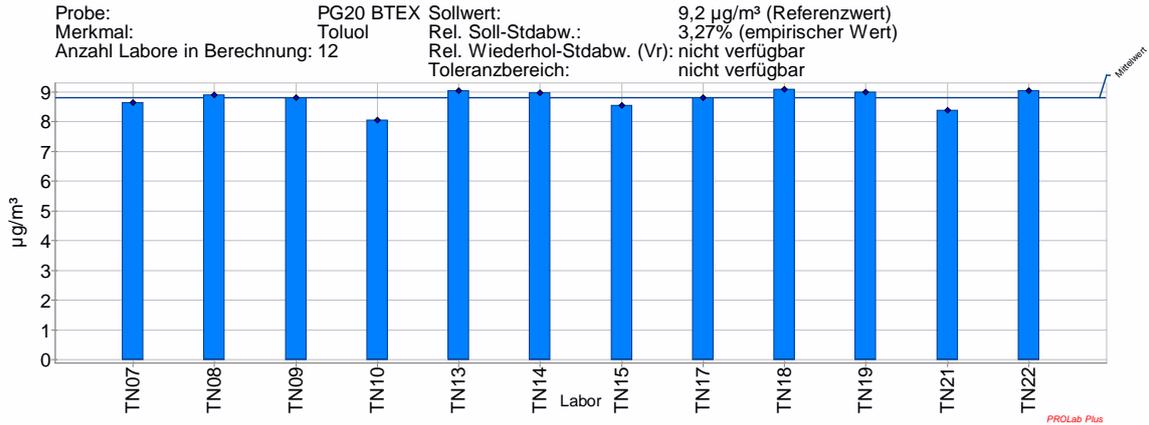


Abbildung 44: Toluol Konzentrationen Angebot PG20

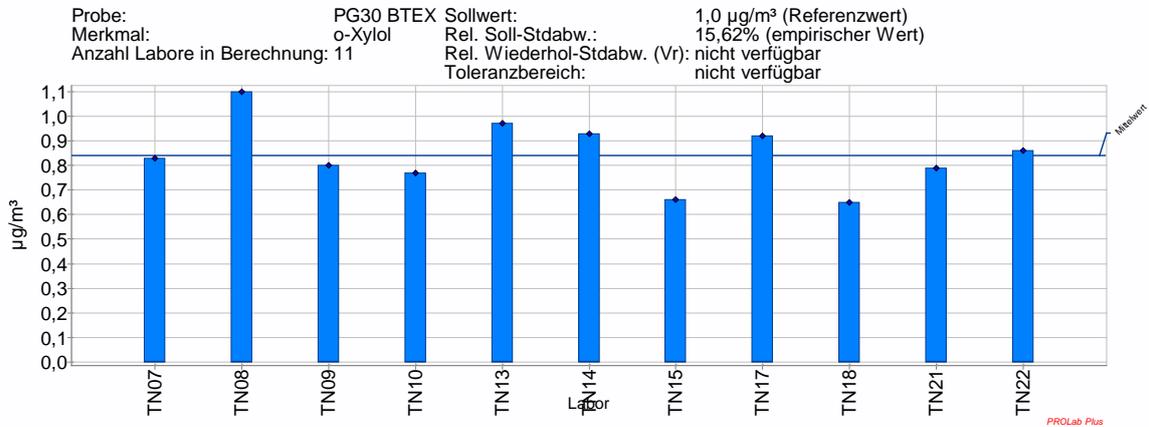


Abbildung 45: o-Xylol Konzentrationen Angebot PG30

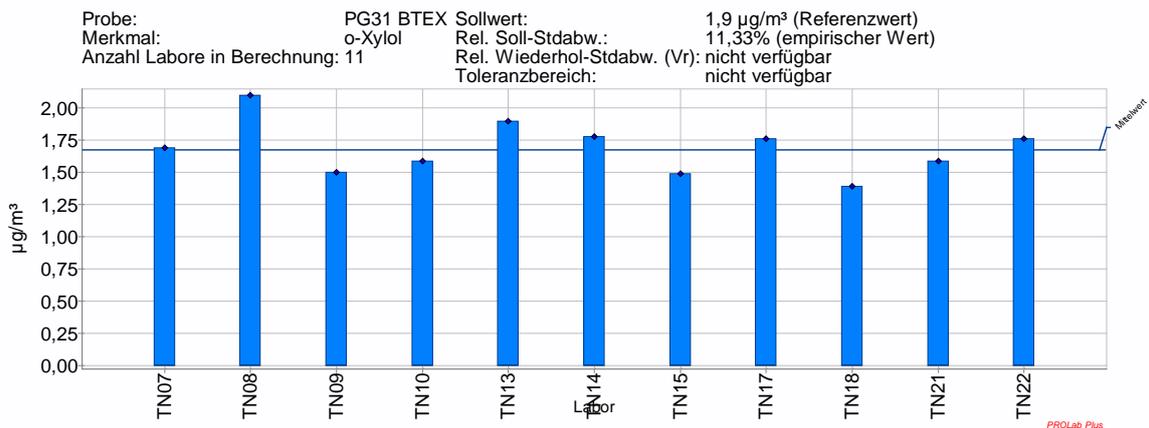


Abbildung 60: o-Xylol Konzentrationen Angebot PG31

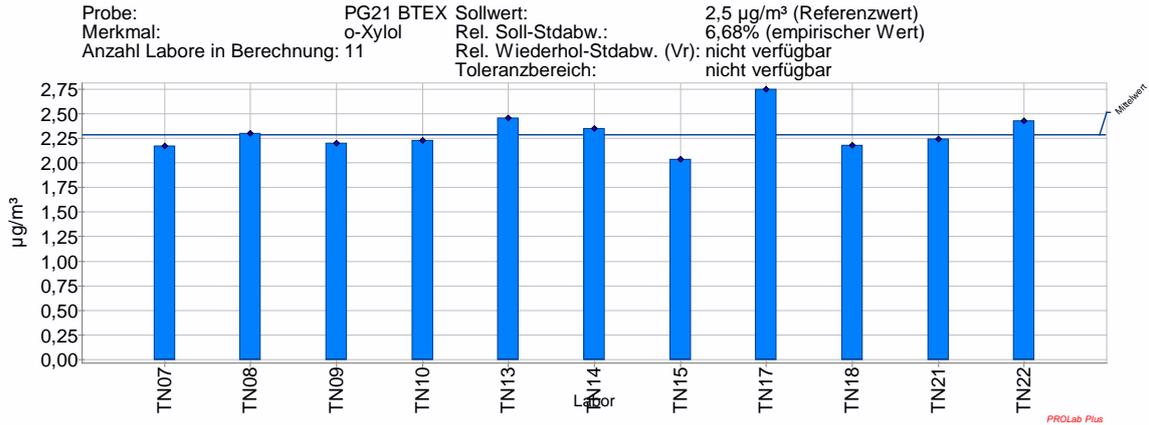


Abbildung 61: o-Xylol Konzentrationen Angebot PG21

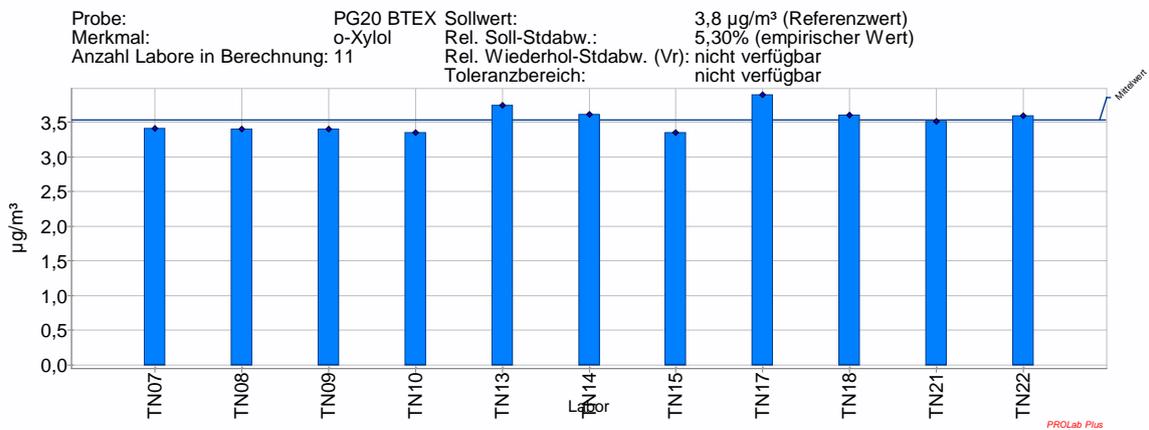


Abbildung 46: o-Xylol Konzentrationen Angebot PG20

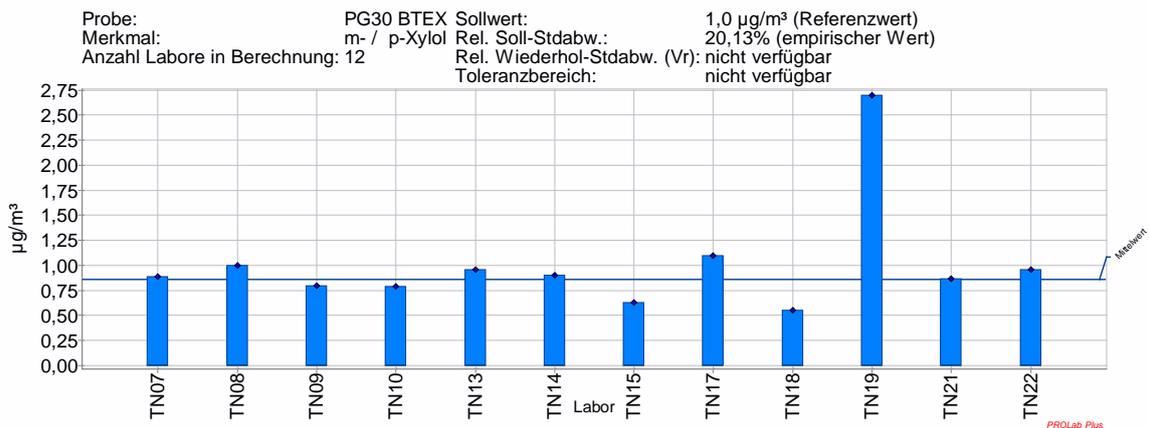


Abbildung 47: m- / p-Xylol Konzentrationen Angebot PG30

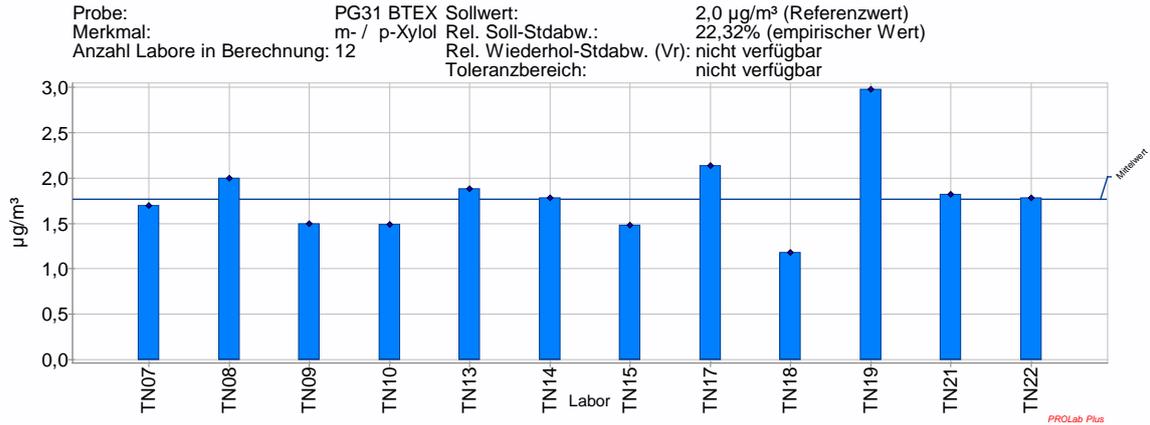


Abbildung 48: m- /p- -Xylol Konzentrationen Angebot PG31

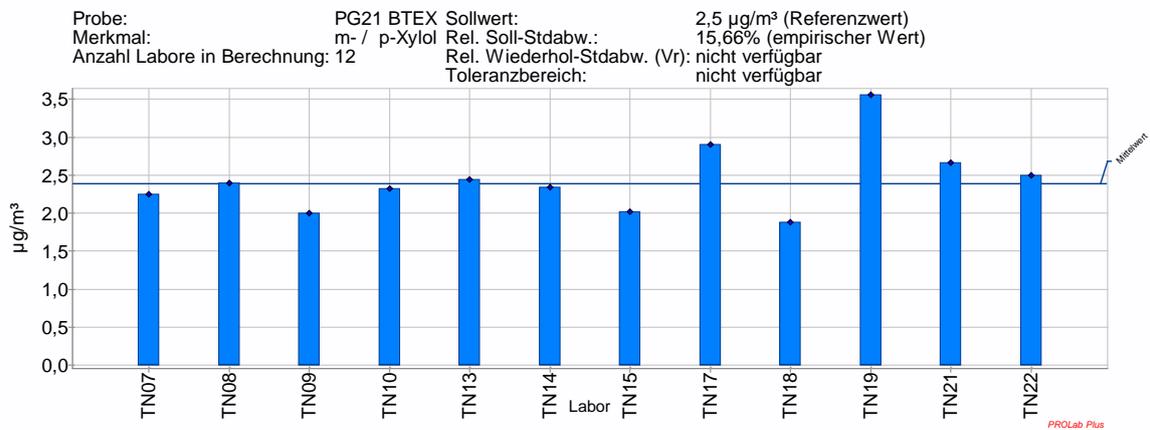


Abbildung 49: m- / p-Xylol Konzentrationen Angebot PG21

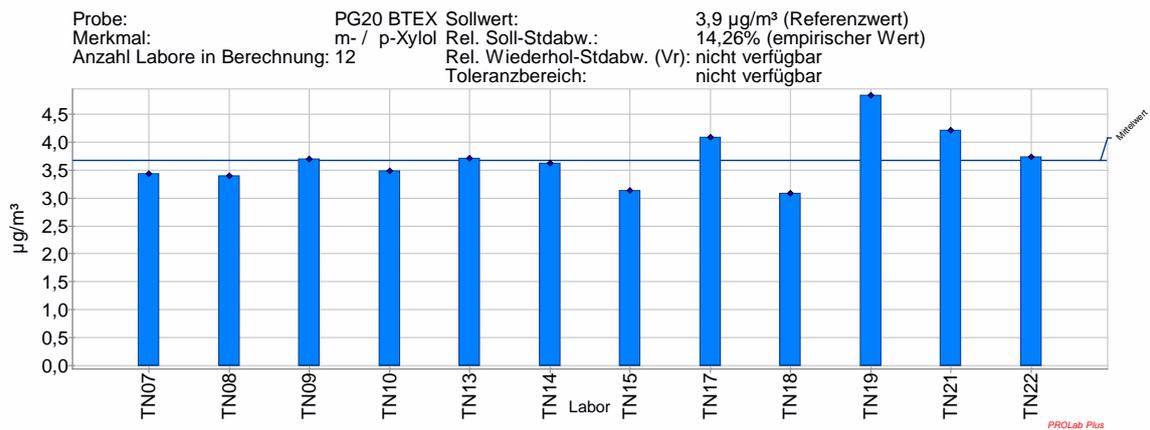


Abbildung 50: m- /p-Xylol Konzentrationen Angebot PG20

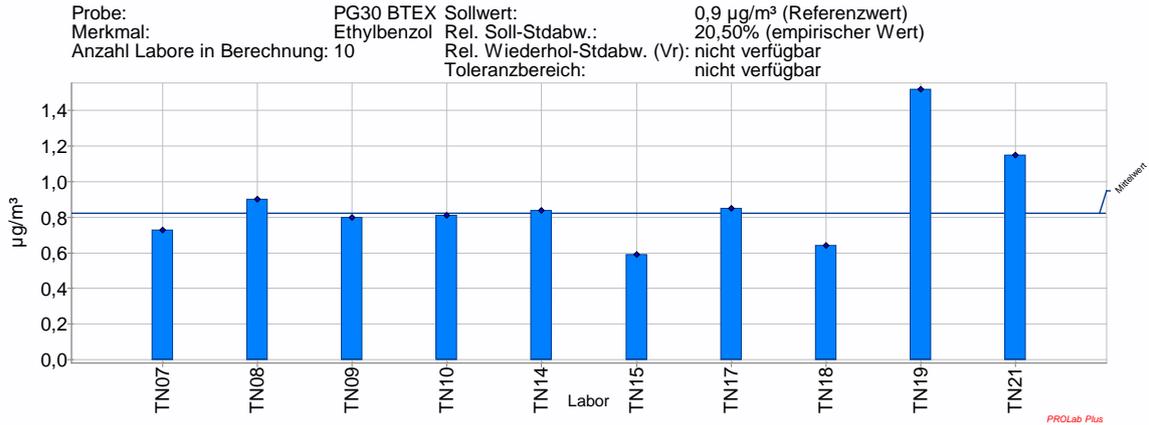


Abbildung 51: Ethylbenzol-Konzentrationen Angebot PG30

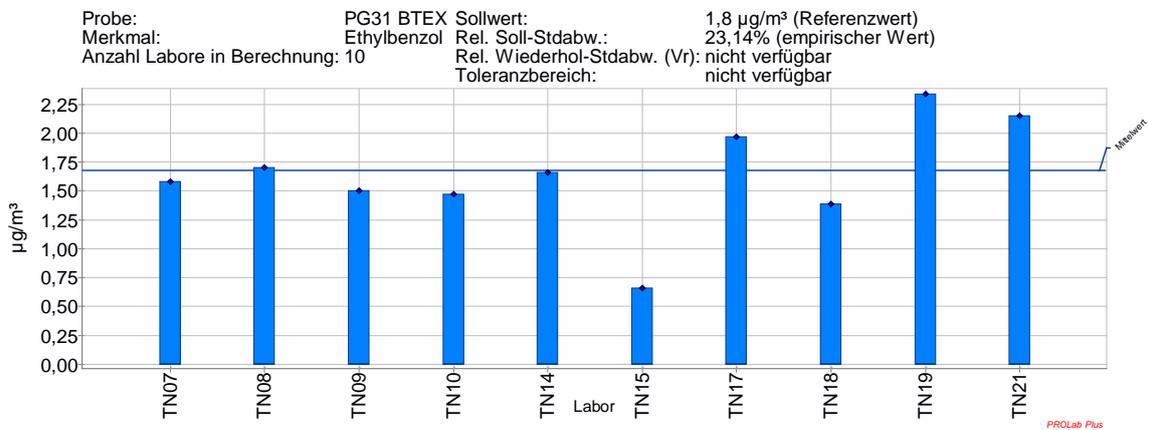


Abbildung 68: Ethylbenzol-Konzentrationen Angebot PG31

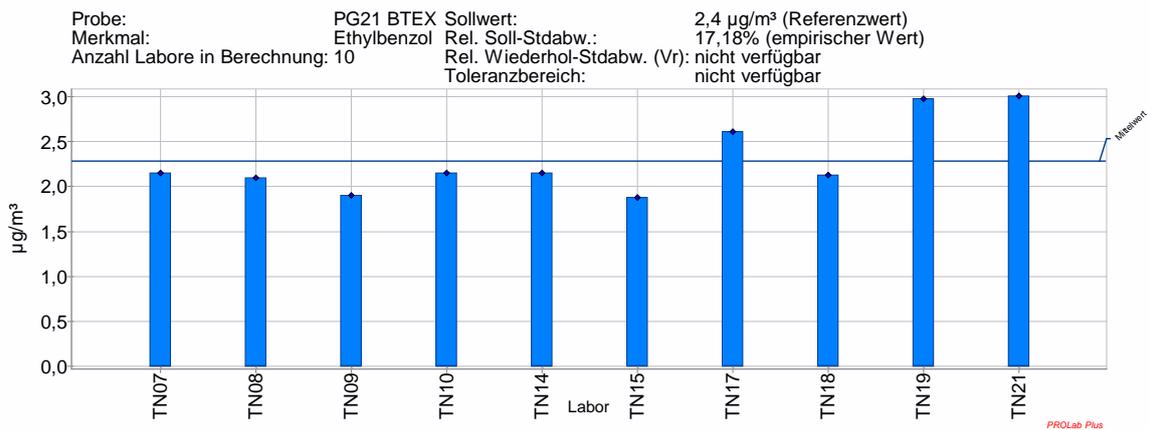


Abbildung 52: Ethylbenzol-Konzentrationen Angebot PG21

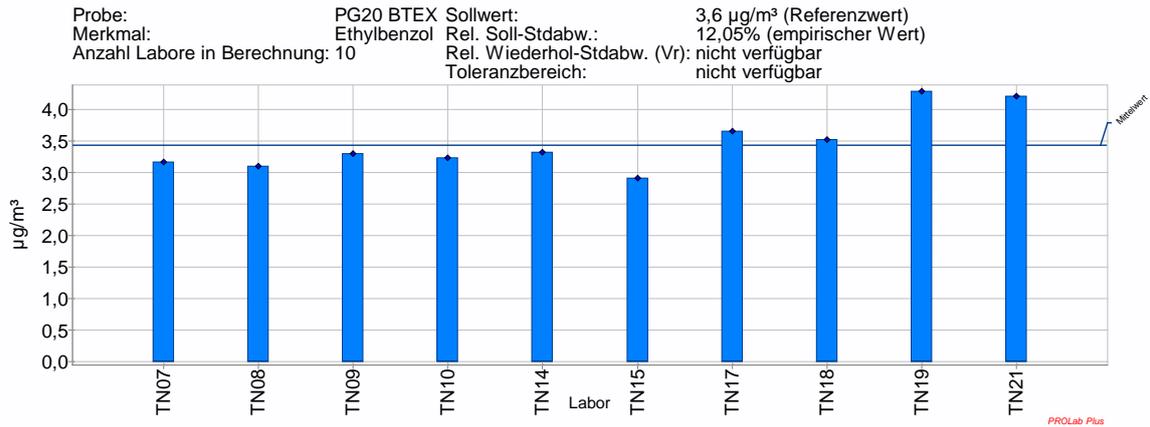


Abbildung 70: Ethylbenzol-Konzentrationen Angebot PG20

5 Anhang

5.1 Messwerte und Standardunsicherheiten

Tabelle 27: Messwerte der Teilnehmer für die Komponente Schwefeldioxid

Probe	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	PG13	PG14	PG15	PG16	PG17	PG18	PG19
	µg/m ³																		
TN01	0	332,7	316,4	338,5	333,5	333,5	0,2	14,4	0	332,9	13,6	13,6	13,3	0	332,7	135,1	70	27	13,6
TN02	1,3	337,1	328,2	340	336,8	336,8	1,2	10	0,9	336,6	14,4	14,6	14,6	0,7	336,3	137,5	72	29	15,3
TN03	-0,1	331,4	318,3	339,6	330,4	330,6	0,4	20,2	0	328,5	13,3	13,3	13,2	-0,3	329,1	134	69,3	27	13,6
TN04	0,6	333,8	317,8	341,7	333,8	333,9	0,9	19,8	0,6	333	14,2	14,3	14,2	0,6	333,8	136,1	70,8	28	14,3
TN05	0,1	338,3	316,7	344,2	338,1	338,3	0,3	13,5	0,1	337,3	13,7	13,8	13,6	0,1	337,4	137,1	71,1	27,7	13,9
TN06	1,2	340,5	320,5	346,9	340,3	340,1				338,1	12,6	12,8	12,7	0,8	338,5	136	69,4	26,6	13,1
TN07	-0,2	327	321,8	330,5	327,9	329,2	0,2	8,5	-0,4	329	13,7	13,8	13,8	0,5	330,4	133,9	69,4	27,1	13,8
TN08	0,1	325,7	314,8	332,6	324,7	324,3	0	16,3	-0,3	321,7	12,6	12,5	12,6	-0,4	323	130,8	67,4	26	12,9
TN09	0,8	331,1	318,8	338	329,7	330,4	0,9	17,1	0,7	328,6	13,5	13,6	13,7	0,7	328,2	133,4	69,1	27,2	13,9
TN10	0,1	328	185,9	328,4	326,9	327,8	0,8	11,7	0	326	13,2	13	12,7	0	326,8	132,3	68,2	26,1	13,1
TN11	0	331	323	335	331	332	0,2	8,6	0,1	331	13,8	13,8	13,7	0	332	134,7	69,8	26,9	13,4
TN13	0	335,5	321,2	340,7	335,3	335,7	0,4	14,4	0,1	335	13,8	13,8	13,8	0,1	336,1	136,3	70,6	27,5	13,8
TN14	-1,3	334	325,7	337,1	333,7	334,3				335,2	13	13,1	13,1	0	336,2	135,7	69,6	26,4	12,9
TN15	0,2	327,8	313,9	340,7	327,9	328	0,3	27,9	0,2	327,4	13,7	13,6	13,6	0,1	327,6	132,8	69	27	13,7
TN17	0,1	310	300,4	322,1	309	308,7	0,3	27,1	0	307,6	12,8	12,7	12,9	0,1	307,4	125,3	64,8	25,6	12,9
TN18	0,7	331,9	319,8	337,7	331,2	330,8	0,4	15,9	0,2	330,2	13,3	13,4	13,4	0,1	330	133,9	69,6	27	13,7
TN19	0,3	333,7	324	342,4	333,6	333,1	1,1	20	0,8	332,3	14,7	14,7	14,7	1,1	333,4	136	70,7	28,4	14,6
TN20	-0,3	327,6	311,3	334,7	327,6	327,7				326,1	12,2	12,3	12,2	0,4	325,4	131,3	67,2	25,4	12,5
TN22	0,1	338,3	325	344	337,7	338,1	0,5	17	0,1	335,7	13,6	13,6	13,5	0	336,5	136,9	70,6	27,5	13,8
TN23	-0,3	323,9	310,1	329,9	325,9	326,9	1,6	14,1	-0,4	325	14,2	13,5	13,2	-0,2	328,2	134,7	69,8	27,2	13,5

Tabelle 29: Standardmessunsicherheiten der Teilnehmermesswerte für die Komponente Schwefeldioxid

Probe	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	PG13	PG14	PG15	PG16	PG17	PG18	PG19
	u [µgm ³]																		
TN01	0,3	11,9	11,3	12,1	11,9	11,9	0,3	0,6	0,3	11,9	0,5	0,5	0,5	0,3	11,9	4,8	2,5	1	0,6
TN02	1	4,4	4,3	4,4	4,4	4,4	1	1,1	1	4,4	1,1	1,1	1,1	1	4,4	2,4	1,7	1,3	1,2
TN03	1,3	5,9	5,7	6	5,9	5,9	1,3	1,4	1,3	5,8	1,4	1,4	1,4	1,3	5,8	2,7	1,8	1,4	1,4
TN04	1,5	8	7,7	8,2	8	8	1,5	1,6	1,5	8	1,6	1,6	1,6	1,5	8	3,6	2,3	1,7	1,6
TN05	3,5	14,3	13,5	14,6	14,3	14,3	3,5	3,6	3,5	14,3	3,6	3,6	3,6	3,5	14,3	6,7	4,7	3,8	3,6
TN06	1,5	5,2	5,1	5,2	5,2	5,2				5,2	1,7	1,7	1,7	1,5	5,2	4,4	3	2	1,7
TN07	0,9	6,3	6,2	6,4	6,3	6,3	0,9	1	0,9	6,3	1	1	1	0,9	6,4	2,9	1,8	1,2	1
TN08	0,8	3,7	7,9	6,7	3,6	3,7	0,8	0,8	0,8	3,6	0,8	0,8	0,8	0,8	3,7	1,7	1,1	0,8	0,8
TN09	1,3	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	1,3	1,4	1,3	4,7	1,4	1,4	1,4	1,3	4,7	2,1	1,8	1,4	1,3
TN10	1,6	7,8	4,6	7,8	7,8	7,8	1,6	1,6	1,6	7,7	0,4	0,4	0,4	1,6	7,8	3,2	1,7	0,7	0,4
TN11	0,6	6,8	10,3	11,6	6,9	6,9	0,6	8,4	0,6	6,8	1,2	1,2	1,2	0,6	6,9	2,8	1,7	1,2	1,2
TN13	1,3	13,2	13	13,2	13,2	13,2	1,4	2,2	1,3	13,2	1,5	1,5	1,5	1,3	13,2	5,6	3,3	1,8	1,5
TN14	1,4	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2				5,2	1,7	1,7	1,7	1,5	5,2	4,4	3	2	1,7
TN15	1,6	9,6	9,3	10,1	9,7	9,7	1,6	1,8	1,6	9,7	1,6	1,6	1,6	1,6	9,7	4,2	2,6	1,8	1,6
TN17																			
TN18	1,6	5,3	5,3	7,8	5,3	5,3	1,6	1,6	1,6	5,3	1,6	1,6	1,6	1,6	5,3	2,6	1,9	1,6	1,6
TN19	0,8	7,4	7,2	7,6	7,4	7,4	0,8	0,9	0,8	7,4	0,8	0,8	0,8	0,8	7,4	3,1	1,7	1	0,8
TN20	1,6	14	13,8	14,6	14,4	14,4				14,4	1,6	1,6	1,6	1,6	14,4	5,8	2,9	1,6	1,6
TN22	1,3	13,2	13	13,2	13,2	13,2	1,4	2,2	1,3	13,2	1,5	1,5	1,5	1,3	13,2	5,6	3,3	1,8	1,5
TN23	1,7	8,1	7,7	8,2	8,1	8,1	1,7	1,7	1,7	8,1	1,7	1,7	1,7	1,7	8,2	3,6	2,3	1,8	1,7

Tabelle 28: Messwerte der Teilnehmer für die Komponente Kohlenmonoxid

Probe	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	PG13	PG14	PG15	PG16	PG17	PG18	PG19
	mg/m ³																		
TN01	0,02	13,60	13,60	0,00	0,00	13,60	13,60	13,60	13,40	13,40	1,20	1,20	1,20	0,00	13,60	6,70	4,00	2,70	1,30
TN03	0,02	13,81	13,76	0,01	0,00	13,82	13,82	13,80	13,78	13,77	1,36	1,35	1,35	0,01	13,77	6,85	4,10	2,49	1,37
TN04	0,07	14,07	14,00	0,06	0,05	14,02	14,12	14,00	13,99	14,00	1,43	1,43	1,43	0,06	14,12	7,04	4,25	2,87	1,49
TN05	-0,01	13,20	13,20	0,00	0,00	13,20	13,20	13,20	13,10	13,10	1,30	1,30	1,30	0,00	13,10	6,50	3,90	2,60	1,30
TN06	0,00	13,67	13,66			13,66	13,65	13,62	13,59	13,57	1,30	1,29	1,29	-0,05	13,58	6,75	4,06	2,71	1,35
TN07	-0,07	13,70	13,77	-0,02	-0,04	13,70	13,60	13,70	13,80	13,80	1,43	1,43	1,40	0,04	13,67	6,84	4,12	2,75	1,37
TN08	0,00	13,31	13,25	0,00	-0,01	13,31	13,30	13,31	13,29	13,28	1,31	1,30	1,30	-0,01	13,25	6,58	3,95	2,64	1,31
TN09	0,02	13,64	13,63	0,03	0,03	13,65	13,65	13,63	13,61	13,61	1,38	1,37	1,37	0,02	13,60	6,78	4,10	2,74	1,38
TN10	0,01	13,59	13,58	0,01	0,00	13,58	13,59	13,57	13,54	13,53	1,35	1,34	1,34	0,01	13,51	6,72	4,05	2,71	1,35
TN11	0,04	13,58	13,62	0,05	0,02	13,56	13,45	13,52	13,51	13,52	1,32	1,31	1,31	-0,04	13,61	6,77	4,08	2,72	1,35
TN13	0,00	13,38	13,32	0,00	0,00	13,36	13,34	13,35	13,34	13,36	1,37	1,36	1,36	-0,01	13,41	6,76	4,10	2,74	1,35
TN14	-0,07	13,65	13,57			13,66	13,66	13,69	13,70	13,72	1,37	1,38	1,38	0,02	13,72	6,75	4,04	2,66	1,28
TN15	0,00	13,53	13,48	0,00	0,00	13,54	13,56	13,55	13,54	13,57	1,35	1,35	1,35	0,01	13,59	6,76	4,07	2,72	1,36
TN17	0,01	13,54	13,50	0,01	0,01	13,51	13,51	13,49	13,47	13,47	1,35	1,34	1,34	0,01	13,44	6,69	4,03	2,70	1,35
TN18	0,00	13,53	13,50	0,01	0,01	13,53	13,54	13,52	13,51	13,50	1,34	1,34	1,34	0,00	13,50	6,71	4,04	2,70	1,34
TN19	0,03	13,49	13,47	0,02	0,02	13,47	13,48	13,44	13,43	13,42	1,35	1,34	1,34	0,02	11,57	5,76	4,06	2,70	1,36
TN20	0,00	13,40	13,30			13,30	13,30	13,30	13,20	13,20	1,20	1,20	1,20	-0,10	13,90	7,10	4,40	3,00	1,60
TN22	0,02	13,59	13,56	0,02	0,01	13,58	13,59	13,56	13,54	13,52	1,35	1,34	1,34	0,01	13,51	6,73	4,06	2,72	1,35
TN23	-0,12	13,40	13,31	-0,09	-0,08	13,42	13,60	13,40	13,40	13,38	1,14	1,14	1,12	-0,14	13,46	6,54	3,62	2,37	1,14

Tabelle 29: Standardmessunsicherheiten der Teilnehmermesswerte für die Komponente Kohlenmonoxid

Probe	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	PG13	PG14	PG15	PG16	PG17	PG18	PG19
	u mg/ m ³	u mg/m ³																	
TN01	0,06	0,19	0,19	0,06	0,06	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,06	0,06	0,06	0,06	0,19	0,11	0,08	0,07	0,06
TN03	0,31	0,78	0,78	0,31	0,31	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,32	0,32	0,32	0,31	0,78	0,48	0,38	0,35	0,32
TN04	0,00	0,17	0,20	0,01	0,00	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,02	0,02	0,02	0,00	0,17	0,09	0,05	0,03	0,02
TN05	0,03	0,30	0,30	0,03	0,03	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,04	0,04	0,04	0,03	0,30	0,15	0,09	0,07	0,04
TN06	0,15	0,30	0,30			0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,17	0,17	0,17	0,15	0,30	0,23	0,20	0,18	0,17
TN07	0,25	0,29	0,29	0,25	0,25	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,21	0,21	0,21	0,24	0,29	0,15	0,16	0,18	0,21
TN08	0,02	0,14	0,19	0,02	0,02	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,03	0,03	0,03	0,02	0,14	0,07	0,05	0,04	0,03
TN09	0,30	0,70	0,70	0,30	0,30	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,30	0,30	0,30	0,30	0,70	0,50	0,40	0,30	0,30
TN10	0,07	0,65	0,70	0,07	0,07	0,65	0,66	0,65	0,65	0,65	0,09	0,09	0,09	0,07	0,65	0,33	0,20	0,15	0,09
TN11	0,16	0,36	0,43	0,16	0,16	0,36	0,37	0,42	0,37	0,36	0,16	0,16	0,16	0,16	0,36	0,23	0,18	0,17	0,16
TN13	0,30	0,80	0,80	0,30	0,30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,33	0,33	0,33	0,30	0,80	0,46	0,38	0,34	0,31
TN14	0,15	0,30	0,30			0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,17	0,17	0,17	0,15	0,30	0,23	0,20	0,18	0,17
TN15	0,02	0,24	0,23	0,00	0,02	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,03	0,03	0,03	0,16	0,23	0,12	0,07	0,05	0,03
TN17																			
TN18	0,07	0,22	0,22	0,07	0,07	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,07	0,07	0,07	0,07	0,21	0,12	0,09	0,08	0,07
TN19	0,01	0,19	0,23	0,01	0,01	0,20	0,20	0,17	0,17	0,17	0,02	0,01	0,02	0,02	0,19	0,10	0,06	0,04	0,02
TN20	0,15	0,30	0,30			0,30	0,30	0,50	0,30	0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,23	0,15	0,15	0,15	0,15
TN22	0,30	0,80	0,80	0,30	0,30	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,33	0,33	0,33	0,30	0,80	0,46	0,38	0,34	0,31
TN23	0,30	0,24	0,24	0,30	0,30	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,28	0,28	0,28	0,30	0,24	0,23	0,25	0,26	0,28

Tabelle 30: Messwerte der Teilnehmer für die Komponente Benzol

Probe	D2	D3	A1	PG23	PG24	PG30	PG31	PG21	PG20	PG26	PG29	PG28	PG22	PG25
	ng/Probe	ng/Probe	ng/Probe	µg/m³										
TN04	1488,0	1462,0	576,1											
TN07	1324,6	1372,9	457,2			1,2	2,3	2,9	4,5					
TN08	1273,0	1547,0	510,6	1,2	1,2	1,2	2,3	3,1	4,7	4,7	4,7	4,5	1,2	0,0
TN09	-	-	-	1,2	1,2	1,2	2,3	3,0	4,5	4,5	4,6	4,5	1,2	0,2
TN10	-	-	-	1,0	0,8	0,9	2,1	2,7	4,2	4,1	4,1	4,2	1,0	0,0
TN13	-	-	-	1,2	1,2	1,2	2,4	3,1	4,7	4,6	4,7	4,6	1,2	0,0
TN14	1439,0	1420,0	541,0			1,2	2,3	3,0	4,7	4,6	4,6	4,5	1,2	0,0
TN15	3744,0	3131,0	804,5	1,1	1,1	1,2	2,3	3,0	4,5	4,6	4,6	4,5	1,1	0,0
TN17	-	-	-	0,8	0,8	1,2	2,3	3,2	4,7	4,4	4,4	4,5	0,9	0,3
TN18	-	-	-	1,0	1,0	0,9	2,1	3,0	4,8	4,8	4,8	4,8	1,1	0,0
TN19	-	-	-	1,4	1,4	1,3	2,4	3,1	4,6	4,5	4,7	4,3	1,4	0,2
TN20	-	-	-	1,2	1,2	1,2	2,3	3,1	4,7	4,6	4,7	4,6	1,2	0,0
TN21	1125,2	1101,4	487,7	1,2		1,1	2,2	3,0	4,5				1,3	
TN22	-	-	-	1,3	1,3	1,3	2,4	3,1	4,7	4,7	4,6	4,6	1,3	0,0

Tabelle 31: Standardmessunsicherheiten der Teilnehmermesswerte für die Komponente Benzol

Probe	D2	D3	A1	PG23	PG24	PG30	PG31	PG21	PG20	PG26	PG29	PG28	PG22	PG25
	u ng/Probe	u ng/Probe	u ng/Probe	u µg/m ³										
TN04														
TN07	1,5	6,5	2,1			0,1	0,2	0,2	0,1					
TN08	9,5	9,5	9,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
TN09				0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
TN10				1,1	1,2	1,2	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	1,1	0,0
TN13				0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
TN14	80,0	80,0	80,0			0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1
TN15	0,0	0,0		0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6
TN17				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TN18				0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,2
TN19				0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
TN20				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TN21	134,3	131,5	58,2	0,1		0,1	0,2	0,3	0,4				0,1	
TN22				0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

5.2 Ergänzende org. Komponenten

Tabelle 32: Übersicht über die Teilnehmermesswerte der Komponente Toluol

Probe	PG23	PG24	PG30	PG31	PG21	PG20	PG26	PG29	PG28	PG22	PG25
	µg/m ³										
TN07			2,2	4,4	5,7	8,6					
TN08	2,5	2,5	2,4	4,7	6,1	8,9	9,0	8,9	8,6	2,5	0,1
TN09	2,3	2,3	2,3	4,4	5,8	8,8	8,7	8,8	8,5	2,3	0,1
TN10	2,1	1,9	1,9	4,0	5,4	8,0	8,1	8,2	8,1	2,1	0,5
TN13	2,4	2,4	2,4	4,6	6,0	9,0	8,9	8,9	8,8	2,4	0,1
TN14			2,3	4,4	5,8	9,0	8,8	8,8	8,1	2,3	0,0
TN15	2,1	2,1	2,1	4,4	5,6	8,5	8,6	8,7	8,4	2,1	0,0
TN17	2,6	2,5	2,4	4,6	5,5	8,8	8,1	8,7	8,3	2,8	0,4
TN18	2,5	2,4	2,3	4,8	6,3	9,1	9,1	9,4	9,2	2,6	0,2
TN19	2,7	2,6	2,6	4,7	6,0	9,0	8,9	9,0	7,6	2,6	0,4
TN21	2,6		2,1	4,4	5,9	8,4				2,8	
TN22	2,4	2,3	2,4	4,5	6,2	9,0	8,9	9,0	8,9	2,5	0,0
Median	2,4	2,4	2,3	4,5	5,9	8,9	8,8	8,9	8,4	2,5	0,1
Sollwert	2,4	2,4	2,4	4,6	6,0	9,2	9,2	9,2	9,2	2,4	0,0
Mittelwert	2,4	2,4	2,3	4,5	5,9	8,8	8,7	8,8	8,4	2,5	0,2
Soll-Stdabw.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,6	0,3	0,2
Vergleich-Stdabw.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,6	0,3	0,2
Anzahl Einzelwerte	10	9	12	12	12	12	10	10	10	11	10

Tabelle 35: Übersicht über die Teilnehmermesswerte der Komponente o-Xylol

Probe	PG23	PG24	PG30	PG31	PG21	PG20	PG26	PG29	PG28	PG22	PG25
	µg/m ³										
TN07			0,8	1,7	2,2	3,4					
TN08	0,9	0,9	1,1	2,1	2,3	3,4	3,3	3,3	3,2	1,0	0,0
TN09	0,8	0,8	0,8	1,5	2,2	3,4	3,3	3,4	3,3	0,8	0,0
TN10	0,8	0,8	0,8	1,6	2,2	3,4	3,2	3,4	3,1	0,8	0,0
TN13	1,0	1,0	1,0	1,9	2,5	3,8	3,5	3,7	3,5	1,0	0,0
TN14			0,9	1,8	2,4	3,6	3,7	4,0	3,2	0,9	0,0
TN15	0,6	0,7	0,7	1,5	2,0	3,4	3,2	3,2	2,9	0,6	0,0
TN17	0,8	0,8	0,9	1,8	2,8	3,9	3,1	3,7	3,7	1,4	0,3
TN18	0,8	0,7	0,7	1,4	2,2	3,6	3,2	3,3	3,2	0,8	0,0
TN21	0,8		0,8	1,6	2,2	3,5				0,9	
TN22	0,9	0,9	0,9	1,8	2,4	3,6	3,6	3,6	3,6	0,9	0,0
Median	0,8	0,8	0,8	1,7	2,2	3,5	3,3	3,4	3,2	0,9	0,0
Sollwert	1,0	1,0	1,0	1,9	2,5	3,8	3,8	3,8	3,8	1,0	0,0
Mittelwert	0,8	0,8	0,8	1,7	2,3	3,5	3,3	3,5	3,3	0,9	0,0
Soll-Stdabw.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0
Vergleich-Stdabw.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0
Anzahl Einzelwerte	9,0	8,0	11,0	11,0	11,0	11,0	9,0	9,0	9,0	10,0	9,0

Tabelle 33: Übersicht über die Teilnehmermesswerte der Komponente m- / p-Xylol

Probe	PG23	PG24	PG30	PG31	PG21	PG20	PG26	PG29	PG28	PG22	PG25
	µg/m ³										
TN07			0,9	1,7	2,3	3,4					
TN08	1,0	1,0	1,0	2,0	2,4	3,4	3,4	3,4	3,3	1,0	0,0
TN09	0,8	0,8	0,8	1,5	2,0	3,7	3,6	3,7	3,5	0,8	0,0
TN10	0,9	0,7	0,8	1,5	2,3	3,5	3,2	3,4	3,3	0,9	0,0
TN13	1,0	1,0	1,0	1,9	2,4	3,7	3,5	3,7	3,5	1,0	0,0
TN14			0,9	1,8	2,3	3,6	3,6	3,7	3,1	0,9	0,0
TN15	0,7	0,7	0,6	1,5	2,0	3,1	3,2	3,2	2,7	0,3	0,0
TN17	1,3	1,3	1,1	2,1	2,9	4,1	3,5	3,8	3,6	1,8	0,3
TN18	0,7	0,6	0,6	1,2	1,9	3,1	2,6	2,8	2,7	0,8	0,1
TN19	2,1	2,1	2,7	3,0	3,6	4,8	4,8	4,8	4,0	2,1	1,1
TN21	0,9		0,9	1,8	2,7	4,2				1,1	
TN22	0,9	0,9	1,0	1,8	2,5	3,7	3,7	3,7	3,7	1,0	0,0
Median	0,9	0,9	0,9	1,8	2,4	3,7	3,5	3,7	3,4	1,0	0,0
Sollwert	1,0	1,0	1,0	2,0	2,5	3,9	3,9	3,9	3,9	1,0	0,0
Mittelwert	0,9	0,9	0,9	1,8	2,4	3,7	3,4	3,6	3,3	0,9	0,0
Soll-Stdabw.	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	0,2	0,0
Vergleich-Stdabw.	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	0,2	0,0
Anzahl Einzelwerte	10	9	12	12	12	12	10	10	10	11	10

Tabelle 34: Übersicht über die Teilnehmermesswerte der Komponente Ethylbenzol

Probe	PG23	PG24	PG30	PG31	PG21	PG20	PG26	PG29	PG28	PG22	PG25
	µg/m ³										
TN07			0,7	1,6	2,1	3,2					
TN08	0,9	0,9	0,9	1,7	2,1	3,1	3,1	3,1	3,0	0,9	0,0
TN09	0,8	0,8	0,8	1,5	1,9	3,3	3,2	3,3	3,1	0,8	0,0
TN10	0,8	0,7	0,8	1,5	2,1	3,2	3,0	3,3	3,3	0,8	0,3
TN14			0,8	1,7	2,1	3,3	3,4	3,3	2,8	0,8	0,0
TN15	0,6	0,6	0,6	0,7	1,9	2,9	2,9	3,0	2,6	0,6	0,0
TN17	1,1	1,1	0,8	2,0	2,6	3,6	3,3	3,5	3,2	0,9	0,5
TN18	0,7	0,7	0,6	1,4	2,1	3,5	3,1	3,2	3,1	0,8	0,0
TN19	1,6	1,5	1,5	2,3	3,0	4,3	4,1	4,1	3,1	1,6	0,7
TN21	1,4		1,1	2,1	3,0	4,2				1,2	
Median	0,9	0,8	0,8	1,6	2,1	3,3	3,2	3,3	3,1	0,8	0,0
Sollwert	0,9	0,9	0,9	1,8	2,4	3,6	3,6	3,6	3,6	0,9	0,0
Mittelwert	1,0	0,9	0,8	1,7	2,3	3,4	3,2	3,3	3,0	0,9	0,2
Soll-Stdabw.	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3
Vergleich-Stdabw.	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3
Anzahl Einzelwerte	8,0	7,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de