



Ringversuche der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES)

Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol
vom 17. bis 19. September 2019

LANUV-Fachbericht 111

Ringversuche der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES)

Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid und Benzol
vom 17. bis 19. September 2019

[LANUV-Fachbericht 111](#)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
Recklinghausen 2021

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
Bearbeitung	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 • 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	7
1.5.	Erläuterung Bewertungsteil und ergänzende Prüfgasangebote	8
2	Zusammenfassung der Ergebnisse	9
3	Bewertungsteil	10
3.1	Ermittlung der Vorgabekonzentration (Sollkonzentration) und der Unsicherheit der Eignungsbekanntgabe	10
3.2	Bewertung nach dem z-score Verfahren.....	10
3.3	Prüfgasangebote	11
3.4	Kenngößen der Teilnehmermesswerte	11
3.5	z-score Auswertung Schwefeldioxid	12
3.6	z-score Auswertung Kohlenmonoxid.....	19
3.7	z-score Auswertung Benzol	26
4	Ergänzende Prüfgasangebote und Auswertungen.....	32
4.1	Messunsicherheiten der Teilnehmer – E _n -Zahlen.....	32
4.1.1	En-Zahlen Schwefeldioxid	33
4.1.2	En-Zahlen Kohlenmonoxid.....	35
4.1.3	En-Zahlen Benzol	37
4.2	Vorgabewerte zu den ergänzenden Prüfgasangeboten	39
4.3	Kenngößen der Teilnehmermesswerte	40
4.4	Störkomponenten für Schwefeldioxid in Anlehnung an DIN EN 14212	41
4.4.1	Wasserdampf nach DIN EN 14212	41
4.4.2	Querempfindlichkeit gegenüber Stickstoffmonoxid	44
4.5	Transferstandards der Teilnehmer	47
4.6	Wiederholmessungen	50
4.6.1	Schwefeldioxid.....	50
4.6.2	Kohlenmonoxid.....	51
4.6.3	Benzol	51
4.7	Vergleichsmessungen ORSA-Röhrchen	52
4.7.1	Benzol	52
5	Anhang	56
5.1	ORSA-Vergleichsmessungen	56
5.2	Ergänzende Prüfgasangebote	61
5.2.1	Schwefeldioxid.....	61
5.2.2	Kohlenmonoxid.....	62
5.2.3	Benzol	62
5.2.4	Toluol	63
5.2.5	o-Xylol	63
5.2.6	m-/p-Xylol	63
5.2.7	Ethylbenzol.....	64

1 Einleitung

In der Zeit vom 17. bis 19. September 2019 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
19	UV-Fluoreszenz Schwefeldioxid	19
	Nondispersive IR (CO)	20
	Benzol Prozess-GC	9
	Absorptionsröhren Benzol	2

Ergänzend zum Ringversuchsangebot wurden beprobte ORSA-Röhrchen für BTEX-Vergleichsmessungen an neun interessierte Teilnehmer verteilt.

1.1. Ziele des Ringversuches

- Vergleich der Messergebnisse für verschiedene Prüfgaskonzentrationen im Bereich der Grenzwerte und typischer Außenluftbedingungen
- Vorgabe von Referenzwerten mit definierter Unsicherheit
- Feuchtigkeitseinfluss bei Schwefeldioxid-Konzentrationen im Bereich der Grenzwerte und typischer Außenluftbedingungen
- Vergleich der Messunsicherheiten der Teilnehmer
- Überprüfung der Querempfindlichkeiten der Schwefeldioxid-Messungen gegenüber Wasserdampf und Stickstoffmonoxid in Anlehnung an DIN EN 14212

1.2. Zeitplan

Dienstag, den 17.09.2019

Uhrzeit			
Von	Bis	Was?	Prüfgas
08:00		Anreise und Aufbau der Geräte im Technikum Kontrollkalibrierung Teilnehmer	
14:00	16:00	Nullgas	
14:30	15:30	Begrüßung und Eingangsbesprechung	
		Nachtangebot N1 - Querempfindlichkeiten	
16:00	17:00	Nullgas	PG 1
17:15	18:00	350 µg/m ³ SO ₂	PG 2
18:15	19:00	SO ₂ 350 µg/m ³ + 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 30 µg/m ³	PG 5
21:15	22:00	SO ₂ 30 µg/m ³ + 19 mmol/mol H ₂ O	PG 6
22:15	23:00	SO ₂ 30 µg/m ³ + 500 nmol/mol NO	PG 7
23:15	00:00	SO ₂ 30 µg/m ³ + 5 mmol/mol H ₂ O	PG 8

Uhrzeit			
Von	Bis	Was?	Prüfgas
00:15	01:00	SO ₂ 30 µg/m ³ + 50 nmol/mol NO	PG 9
01:15	02:00	SO ₂ 30 µg/m ³	PG 10
		Wiederholbarkeit	
02:15	03:00	75 µg/m ³ SO ₂ + 3 mg/m ³ CO	PG 11
03:15	04:00	75 µg/m ³ SO ₂ + 3 mg/m ³ CO	PG 12
04:15	05:00	75 µg/m ³ SO ₂ + 3 mg/m ³ CO	PG 13
05:15	09:30	Nullgas	

Mittwoch, den 18.09.2019

Uhrzeit			
Von	Bis	Was?	Prüfgas
08:00	09:30	Kalibrierzeit, Nullgas auf der Leitung	
		Bewertungsangebote mit z-score Auswertung	
09:45	10:30	350 µg/m ³ SO ₂ + 10 mg/m ³ CO	PG 14
10:45	11:30	140 µg/m ³ SO ₂ + 5 mg/m ³ CO	PG 15
11:45	12:30	75 µg/m ³ SO ₂ + 3 mg/m ³ CO	PG 16
12:45	13:30	30 µg/m ³ SO ₂ + 2 mg/m ³ CO	PG 17
13:45	14:30	15 µg/m ³ SO ₂ + 1 mg/m ³ CO	PG 18
14:30	15:00	Zwischenergebnis / Besprechung	
14:45	17:45	Benzol 1 µg/m ³	PG 19
18:00	20:00	Benzol 2 µg/m ³	PG 20
		Nachtangebot N2 - Mehrfachbestimmung	
20:15	21:15	Benzol 4 µg/m ³	PG 21
21:30	22:30	Benzol 4 µg/m ³	PG 22
22:45	23:45	Benzol 4 µg/m ³	PG 23
00:00	02:00	Benzol 2 µg/m ³	PG 24
02:15	04:15	Benzol 2 µg/m ³	PG 25
04:30	06:30	Benzol 2 µg/m ³	PG 26

Donnerstag, den 19.09.2019

Uhrzeit			
Von	Bis	Was?	Prüfgas
08:00	09:30	Kalibrierzeit - Nullgas auf der Leitung	
		Bewertungsangebote mit z-score Auswertung	
09:45	11:45	Benzol 5 µg/m ³	PG 27
12:00	14:00	Benzol 3 µg/m ³	PG 28
13:15	14:15	Abschlussbesprechung	
17:30		Ende der Arbeiten im Technikum	

1.3. Teilnehmerliste

Tabelle 2: Teilnehmerliste

Messstelle	Straße und Hausnr.	Postleitzahl	Stadt
LANUV FB 43	Wallneyer Straße 6	45133	Essen
LANUV FB 42	Wallneyer Straße 6	45133	Essen
Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz Saarbrücken	Don-Bosco-Str. 1	66119	Saarbrücken
Umweltbundesamt Außenstelle Langen	Paul-Ehrlich-Straße 29	63225	Langen
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern	Goldberger Straße 12	18273	Güstrow
Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz	Göschwitzer Straße 41	07745	Jena
Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Außenstelle Magdeburg	Wallonerberg 6-7	39104	Magdeburg
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	Rheingastr. 186	65203	Wiesbaden
Staatliches Umweltamt Luxemburg (ADENV)	1, Avenue Rock´n´Roll	L-4361	Esch-Sur-Alzette
Landesamt für Umwelt, Rheinland-Pfalz	Rheinallee 97-101	55118	Mainz
Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft	Altwahnsdorf 12	01445	Radebeul
Institut für Hygiene und Umwelt	Marckmannstraße 129a	20539	Hamburg
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim	Goslarsche Straße 3	31134	Hildesheim
Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz	Brückenstraße 6	10179	Berlin
Landesamt für Umwelt Brandenburg	Seeburger Chaussee 2	14476	Potsdam
Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg	Großoberfeld 3	76135	Karlsruhe
Bayerisches Landesamt für Umwelt	Bürgermeister-Ulrich-Straße 160	86179	Augsburg

1.4. Übersicht über die eingesetzten Messverfahren

Tabelle 3: Eingesetzte Messverfahren

Teilnehmer	Messplatz Nr.	Analysemethoden		
		SO ₂	CO	Benzol
TN01	14	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	-
TN02	23	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	BTEX-Analysator Synspec GC 955
TN04	1	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	-
TN06	9, 10	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	-
TN07	21	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	BTEX-Analysator AMA GC 5000 der Fa. AMA Instruments
TN08	24	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i	CO-Analysator Horiba APMA 360	BTEX-Analysator AMA GC 5000 der Fa. AMA Instruments
TN10	1	SO ₂ -Analysator AF22 M der Fa. Environnement	CO-Analysator Thermo Modell 48 i	BTEX Probenahme auf Aktivkohle und Lösungs- mitteldesorption
TN13	4	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	BTEX-Analysator Synspec GC 955
TN16	7	SO ₂ -Analysator APSA 360 der Fa. Horiba	CO-Analysator Horiba APMA 360	k. A.
TN18	15	-	CO-Analysator Horiba APMA 360	-
TN19	11	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	BTEX CHROMATOSUD AirmoBTX HC-1000
TN20	18, 19	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	-
TN21	12, 13	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	BTEX CHROMATOSUD AirmoBTX HC-1000
TN22	17	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i	CO-Analysator Thermo Modell 48 i	BTEX-Analysator AMA GC 5000 Der Fa. AMA Instruments
TN23	8	SO ₂ -Analysator Teledyne	CO-Analysator Serinus30 Ecotech	BTEX Probenahme auf Aktivkohle und Lösungs- mitteldesorption
TN24	17	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO-Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	BTEX-Analysator AMA GC 5000 Der Fa. AMA Instruments
TN25	8	SO ₂ -Analysator Teledyne	CO-Messgerät Model API 300T	-
TN26	5, 6	SO ₂ -Analysator Thermo Modell 43i	CO-Messgerät Model API 300T	BTEX-Analysator AMA GC 5000 Der Fa. AMA Instruments
TN28	3	SO ₂ -Analysator AF22 M der Fa. Environnement		-

Teilnehmer	Messplatz Nr.	Analysemethoden		
		SO ₂	CO	Benzol
TN29	20	SO ₂ -Analysator APSA 370 der Fa. Horiba	CO Analysator APMA 370 der Fa. Horiba	-
TN30	15	-	CO-Analysator Horiba APMA 360	-

1.5. Erläuterung Bewertungsteil und ergänzende Prüfgasangebote

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

- 1) Einen Bewertungsteil (Kapitel 3)
- 2) Ergänzende Angebote und Auswertungen (Kapitel 4)

Die Beurteilung der Eignung erfolgt anhand der Teilnehmermesswerte durch eine z-score Auswertung. Über die erfolgreiche Teilnahme an einem Ringversuch wird zusätzlich zu diesem Bericht ein Teilnahmezertifikat ausgestellt.

Neben der reinen Eignungsbekanntgabe finden im Rahmen des STIMES-Arbeitskreises umfangreiche weitere Untersuchungen statt. Dazu gehört z. B. die Bestimmung des Einflusses von Störkomponenten (Querempfindlichkeiten). Die Festlegung der zusätzlich dosierten Angebote erfolgt in Abstimmung mit den Teilnehmern aus dem STIMES-Arbeitskreis. Die Ergebnisse aus diesem Zusatzangebot sind nicht Bestandteil der generellen Eignungsbeurteilung. Sie können den Teilnehmern aber wichtige Zusatzinformationen liefern.

2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Standardabweichung der Teilnehmermesswerte für die Bewertungsangebote lag für die Komponenten Stickstoffdioxid zwischen 3,5 und 6 % und für die Komponente Kohlenmonoxid bei 3,5 % bis 7,6 %. Für die Komponente Benzol lag die relative Standardabweichung zwischen 4,9 % und 8,9 %. Somit sind die Standardabweichungen der Teilnehmermesswerte in Bezug auf den Ringversuch von 2017 leicht gestiegen.

Im Rahmen dieses Ringversuches erfolgte die Ermittlung des zugewiesenen Wertes und der Standardabweichung der Eignungsbekanntgabe erstmalig mittels der robusten Q-Methode und des Hampel-Schätzers. Auch erfolgte eine z-score Auswertung anstelle der bisherigen z'-score Auswertung. Die Standardabweichungen der Eignungsbekanntgabe, die zur Ermittlung der Toleranzbereiche bei der z-score Auswertung dienen, sind daher in der Regel niedriger als die Standardabweichungen für Messstellenringversuche. Im Vergleich zur Auswertung in den Vorjahren ergeben sich für CO und Benzol keine Unterschiede der erfolgreichen Teilnahmen. Lediglich beim SO₂ macht sich dies mit drei zusätzlichen nicht erfolgreichen Teilnahmen bemerkbar. Diese Teilnehmer hätten bei der bisherigen Auswertung jedoch nur äußerst knapp bestanden.

Für die Komponente Schwefeldioxid erfüllen vier Teilnehmer, wie in Abschnitt 3.2 beschrieben, die Anforderungen der z-score Bewertung nicht. Die Abschnitte 3.5 bis 3.7 zeigen die Ergebnisse der Teilnehmer mit den z-score Auswertungen. Die z-scores liegen mit wenigen Ausnahmen für alle Angebote und Teilnehmer unterhalb 2. Dies unterstreicht die hohe Ergebnisqualität der Teilnehmer. Fast alle Teilnehmer haben die Anforderungen des Bewertungsteils erfüllt und somit den Ringversuch bestanden.

Als ergänzende Auswertung wurde für alle Prüfgasangebote aus dem Bewertungsteil mittels der von den Teilnehmern angegebenen Unsicherheiten die E_n-Zahlen nach DIN ISO 13528 berechnet (siehe Kapitel 4.1). Die überwiegende Anzahl der Teilnehmer konnte Angaben zur Messunsicherheit machen. Bis auf wenige Ausnahmen überschreitet keine der berechneten E_n-Zahlen einen Betrag von 1.

Als ergänzende Prüfgasangebote wurden bei diesem Ringversuch die Angebote PG 1 bis PG 13 zur Ermittlung der Querempfindlichkeiten von Schwefeldioxid-Messgeräten dosiert.

Im Abschnitt 4.5 werden die Transferstandards der Teilnehmer vergleichend dargestellt.

In Abschnitt 4.7 befindet sich eine Übersicht über die Ergebnisse der BTEX-Vergleichsmessungen der ORSA-Röhrchen. Die Röhrchen wurden zur Vergleichsmessung für BTEX an interessierte Teilnehmer des Ringversuches verteilt. Die Analyse erfolgte dann in den Laboratorien der Teilnehmer bzw. wurde von den Teilnehmern an externe Auftragnehmer vergeben.

3 Bewertungsteil

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

Die Bestimmung des zugewiesenen Wertes und der zugehörigen Standardunsicherheit für die Beurteilung der Ringversuchsteilnehmer erfolgt mit dem robusten Verfahren der DIN ISO 13528 Q-Methode/Hampel-Schätzer (Anhang C.5). Die Berechnung erfolgt mittels der Software PROLab Plus®.

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 Standardabweichung zur Beurteilung der Eignungsprüfung bzw. des Ringversuches wird mit dem robusten Verfahren der DIN ISO 13528 Q-Methode/Hampel-Schätzer (Anhang C.5) ermittelt. Die Berechnung der robusten Standardabweichung s^* aus den Teilnehmerdaten erfolgt mittels der Software PROLab Plus®.

Die Berechnung der Unsicherheit des zugewiesenen Wertes aus der robusten Standardauswertung der Teilnehmermesswerte erfolgt dann mit

$$u(x_{pt}) = 1,25 \cdot \frac{s^*}{\sqrt{p}}$$

$u(x_{pt})$	Unsicherheit des zugewiesenen Wertes
s^*	robuste Standardabweichung der Teilnehmerwerte
p	Anzahl der Teilnehmerwerte für den Schätzwert

3.2 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 Wertes (Sollwert) und der Standardabweichung für die Eignungsbeurteilung. Alle Angebote des Bewertungsteils werden zunächst robust ausgewertet und auf Plausibilität geprüft. Werden die Kriterien der DIN ISO 13528 erfüllt, so erfolgt die Berechnung des z-scores für jedes Bewertungsangebot.

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-Beträge größer als 2 erzielt haben, empfohlen, ihr Analysenverfahren zu überprüfen. Um für eine Ringversuchskomponente die Bewertung "erfolgreiche Teilnahme" zu erhalten, müssen 80 % der Bewertungsangebote als zufriedenstellend bewertet sein.

$$z = \frac{x - X}{\sigma_{pt}^2}$$

z	z-score
x	Konzentration einzelner Teilnehmer
X	zugewiesener Wert (Sollwert)
σ_{pt}^2	Standardabweichung der Eignungsbeurteilung

3.3 Prüfgasangebote

Tabelle 4: Prüfgasangebote Bewertungsteil

Prüfgasangebot	Komponente	Einheit	zugewiesener Wert	σ_{pt}	u_{xpt}
PG14	SO ₂	µg/m ³	307,4	7,3	2,1
PG15	SO ₂	µg/m ³	126,5	2,5	0,7
PG16	SO ₂	µg/m ³	68,7	1,5	0,4
PG17	SO ₂	µg/m ³	28,8	0,7	0,2
PG18	SO ₂	µg/m ³	12,9	0,6	0,2
PG14	CO	mg/m ³	9,74	0,17	0,05
PG15	CO	mg/m ³	4,31	0,09	0,03
PG16	CO	mg/m ³	2,66	0,08	0,02
PG17	CO	mg/m ³	2,12	0,06	0,02
PG18	CO	mg/m ³	0,92	0,06	0,02
PG19	Benzol	µg/m ³	1,1	0,1	0,0
PG20	Benzol	µg/m ³	2,1	0,1	0,0
PG27	Benzol	µg/m ³	4,3	0,3	0,1
PG28	Benzol	µg/m ³	3,2	0,2	0,1

3.4 Kenngrößen der Teilnehmermesswerte

Aus den Messwerten der Teilnehmer wurden neben Median, arithmetischen Mittelwert und Standardabweichung s auch die relative Standardabweichung berechnet.

Tabelle 5: Kenngrößen der Teilnehmermesswerte für die Angebote des Bewertungsteiles

Prüfgasangebot	Komponente	Einheit	Median	Mittelwert	s	Srel.
PG14	SO ₂	µg/m ³	309,0	304,5	11,55	3,76 %
PG15	SO ₂	µg/m ³	126,9	125,1	4,74	3,75 %
PG16	SO ₂	µg/m ³	69,0	68,0	2,62	3,82 %
PG17	SO ₂	µg/m ³	28,7	28,5	1,21	4,19 %
PG18	SO ₂	µg/m ³	13,0	12,9	0,77	5,94 %
PG14	CO	mg/m ³	9,70	9,68	0,34	3,53 %
PG15	CO	mg/m ³	4,29	4,25	0,18	4,24 %
PG16	CO	mg/m ³	2,64	2,62	0,13	4,86 %
PG17	CO	mg/m ³	2,11	2,09	0,11	5,12 %

Prüfgasan- gebot	Kompo- nente	Einheit	Median	Mittel- wert	s	Srel.
PG18	CO	mg/m ³	0,93	0,91	0,07	7,64 %
PG19	Benzol	µg/m ³	1,1	1,1	0,09	8,18 %
PG20	Benzol	µg/m ³	2,1	2,1	0,19	8,85 %
PG27	Benzol	µg/m ³	4,4	4,4	0,23	5,40 %
PG28	Benzol	µg/m ³	3,3	3,2	0,16	4,93 %

3.5 z-score Auswertung Schwefeldioxid

Tabelle 6: z-score Auswertung Schwefeldioxid

Teilneh- mer	PG14 µg/m ³	z- score	PG15 µg/m ³	z- score	PG16 µg/m ³	z- score	PG17 µg/m ³	z- score	PG18 µg/m ³	z- score
TN01	302,8	-0,6	124,6	-0,8	67,6	-0,7	28,5	-0,4	12,9	0
TN02	287,7	-2,7	117,9	-3,5	64,1	-3	26,6	-3,2	12	-1,5
TN04	313,1	0,8	128,2	0,7	69,3	0,4	28,9	0,2	13	0,1
TN06	309	0,2	128	0,6	70,3	1,1	30,5	2,6	14,9	3,2
TN07	289	-2,5	118,7	-3,2	64,2	-3	26,6	-3,2	12,8	-0,2
TN08	309,3	0,3	126,9	0,2	69,1	0,3	29	0,3	13,3	0,6
TN10	314,3	0,9	129,1	1	70,4	1,1	29,5	1,1	13,7	1,3
TN13	304,7	-0,4	125,8	-0,3	68,5	-0,1	29,1	0,5	13,6	1,1
TN16	310,3	0,4	127,5	0,4	69,4	0,5	29,1	0,5	13,2	0,5
TN19	313,3	0,8	128	0,6	69,1	0,3	28,5	-0,4	12,3	-1
TN20	314,8	1	129,5	1,2	69,9	0,8	28,8	0,1	12,8	-0,2
TN21	268,5	-5,3	110,4	-6,5	59,9	-5,8	25,1	-5,4	11,2	-2,7
TN22	306,2	-0,2	125,4	-0,4	68,1	-0,4	28,4	-0,5	12,8	-0,2
TN23	310,5	0,4	127	0,2	68,8	0,1	28,3	-0,7	12	-1,5
TN24	306,2	-0,2	125,7	-0,3	68,1	-0,4	28,4	-0,5	12,7	-0,4
TN25	306,9	-0,1	126,9	0,2	69,2	0,3	29,2	0,6	13,1	0,3
TN26	298,3	-1,2	122,6	-1,6	67,1	-1,1	28,5	-0,4	13,1	0,4
TN28	310,4	0,4	127,8	0,5	69,9	0,8	29,3	0,8	13,3	0,6
TN29	309,7	0,3	126,8	0,1	69	0,2	28,7	-0,1	13	0,1
zugewie- sener Wert	307,4		126,5		68,7		28,8		12,9	
σ _{pt}	7,3		2,5		1,5		0,7		0,6	
Anzahl	19		19		19		19		19	

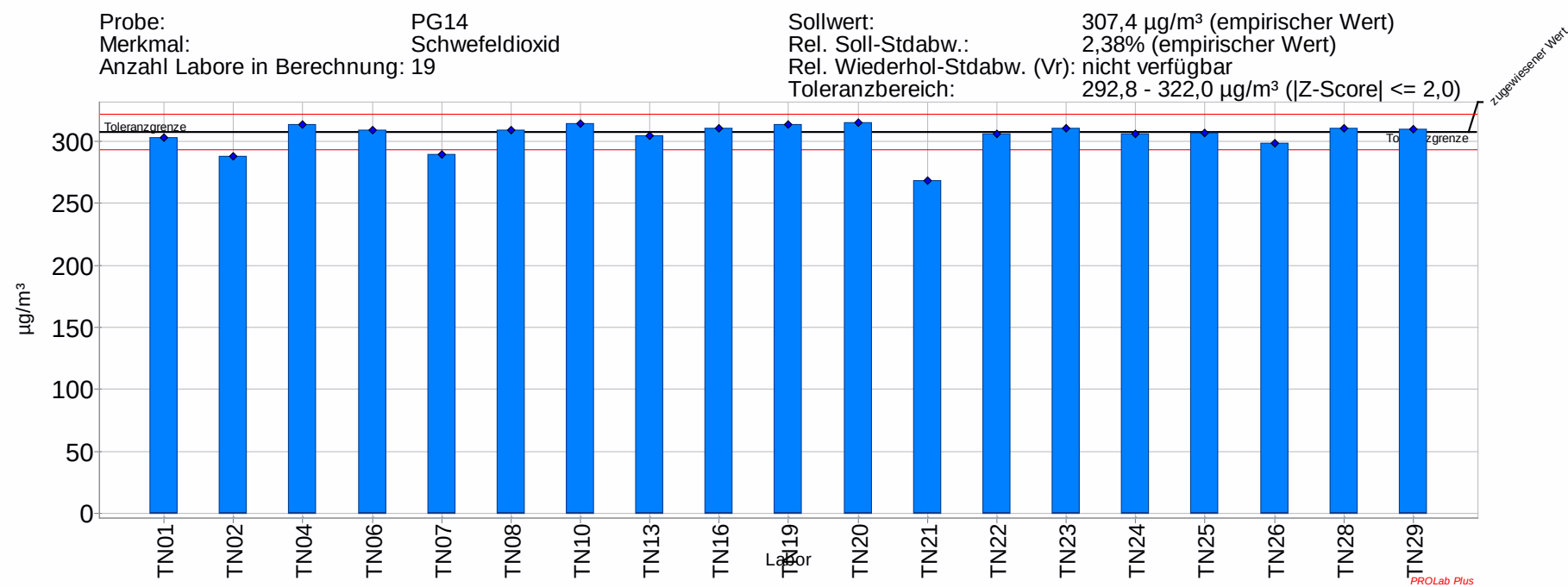


Abbildung 1: Prüfgasangebot 14 - Komponente Schwefeldioxid

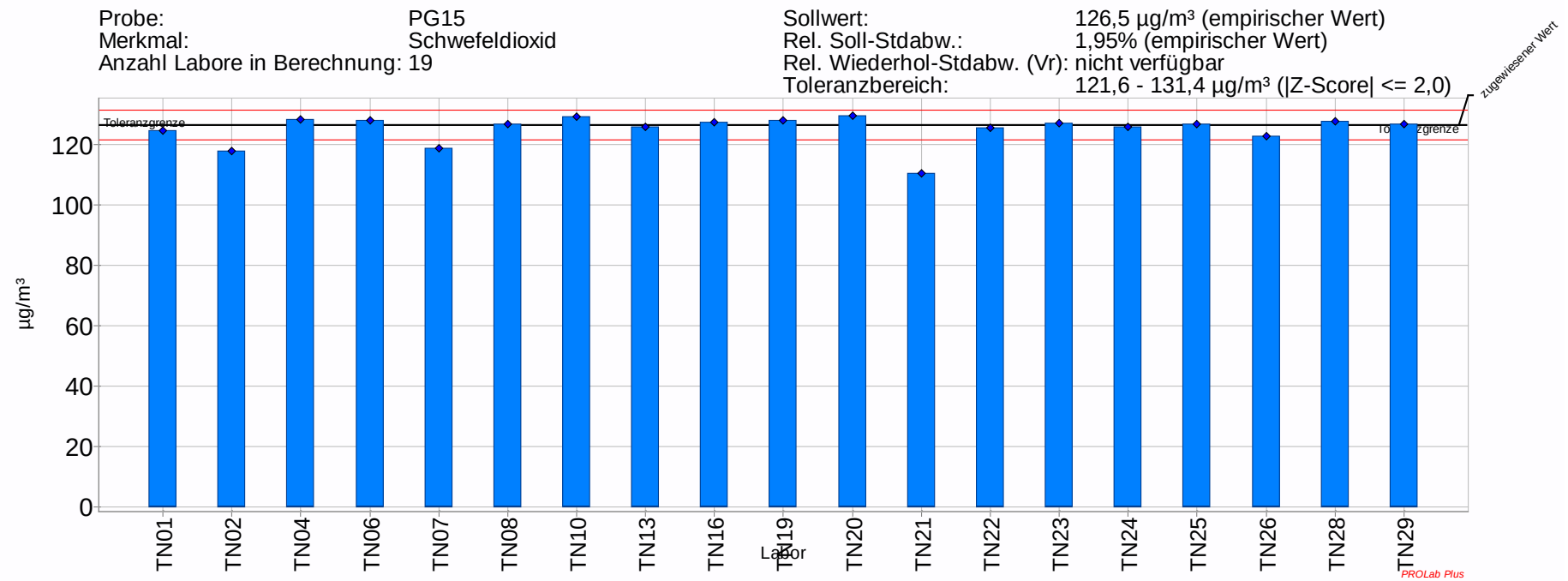


Abbildung 2: Prüfgasangebot 15 - Komponente Schwefeldioxid

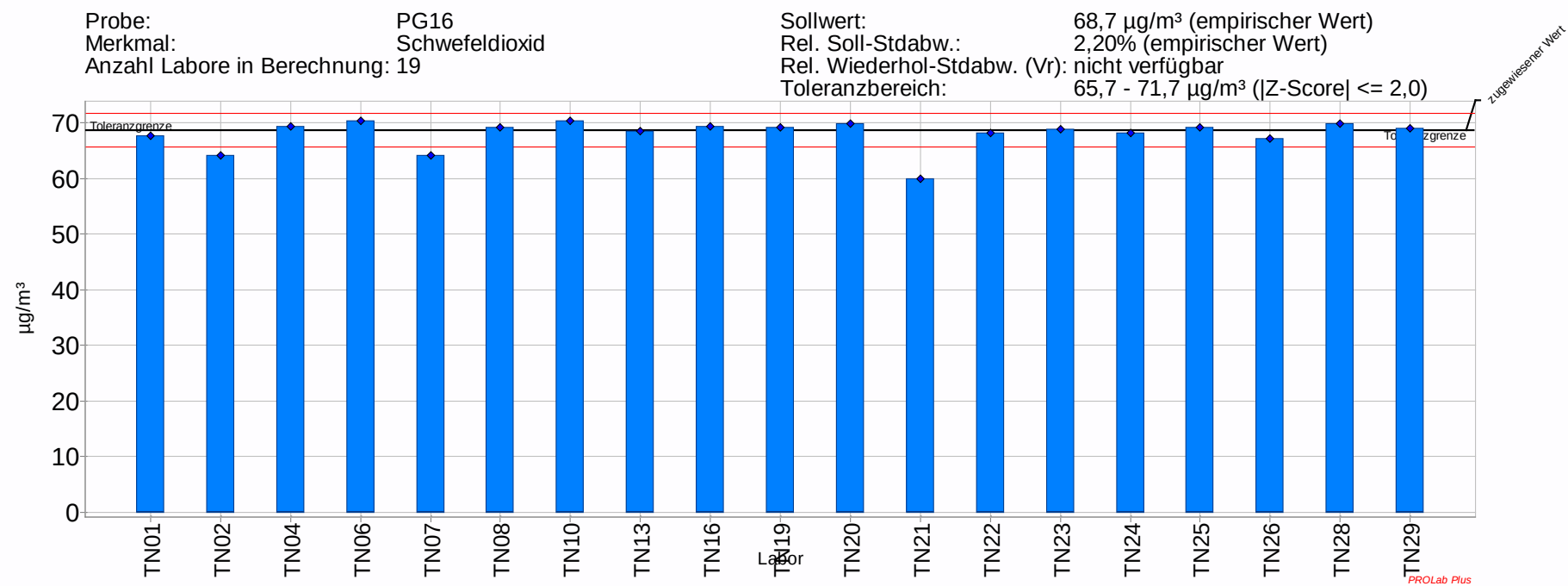


Abbildung 3: Prüfgasangebot 16 - Komponente Schwefeldioxid

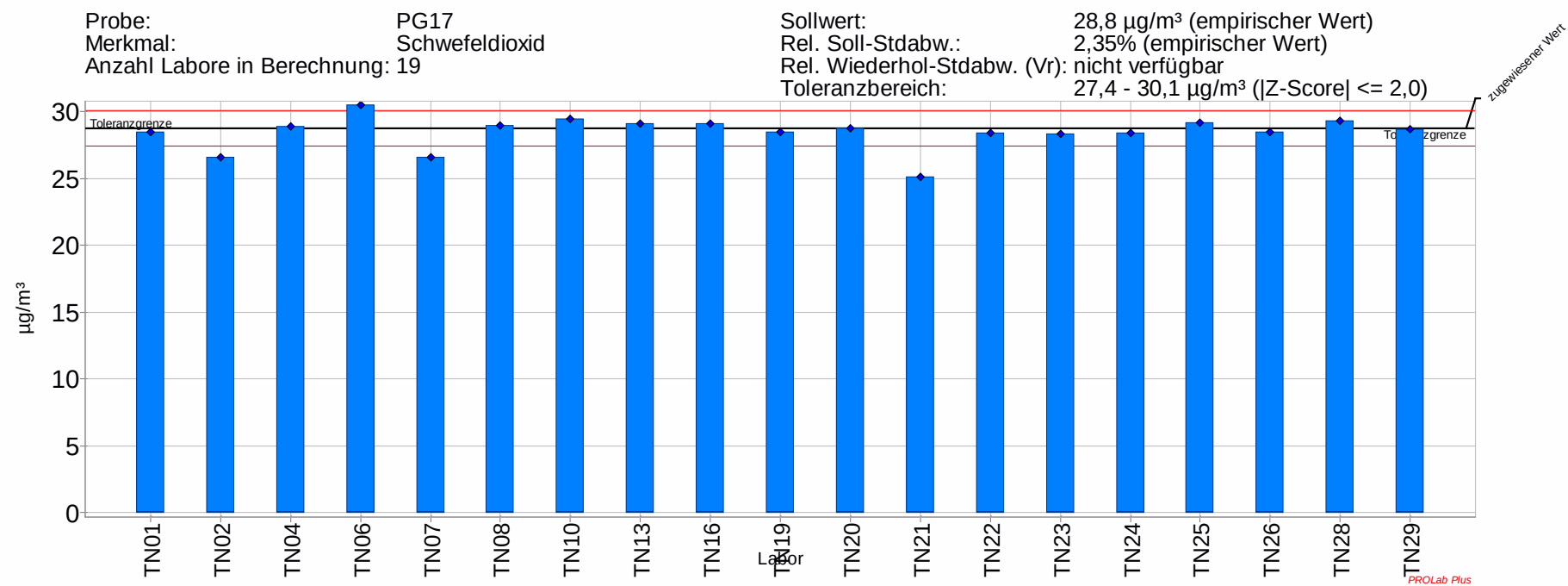


Abbildung 4: Prüfgasangebot 17 - Komponente Schwefeldioxid

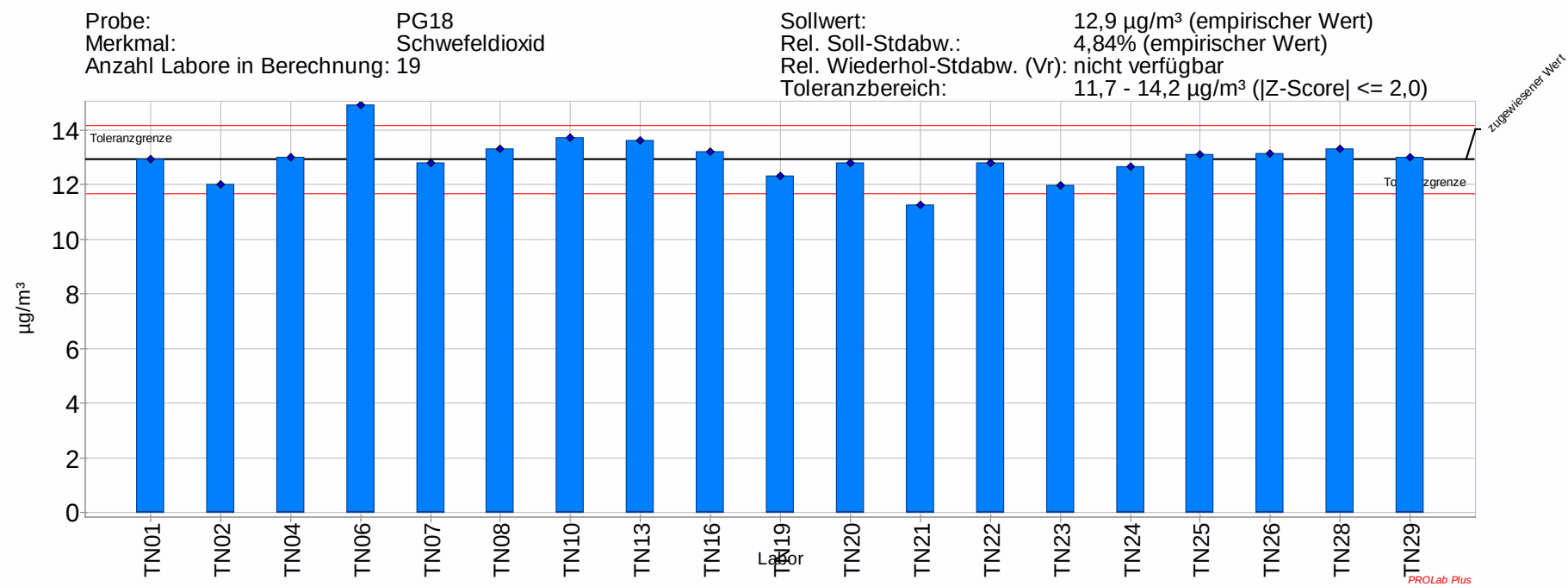
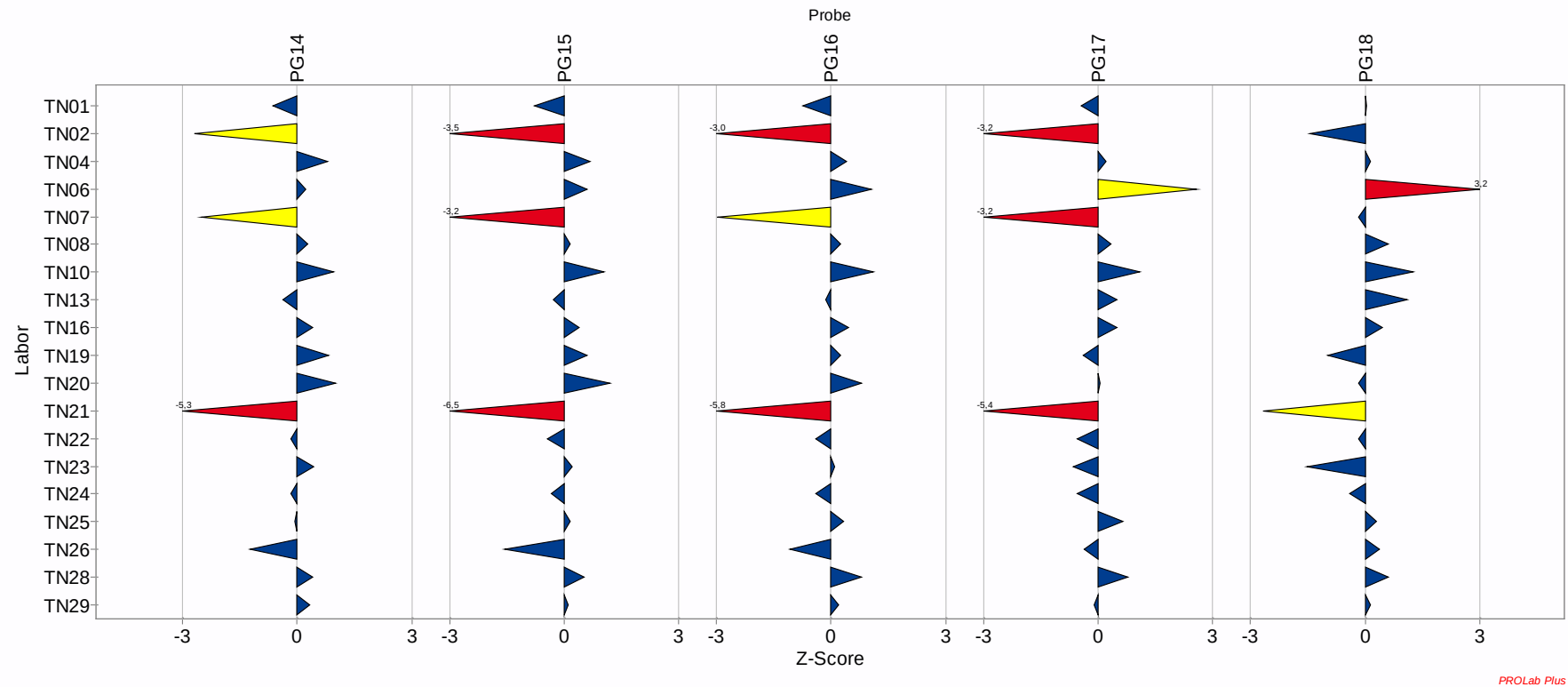


Abbildung 5: Prüfgasangebot 18 - Komponente Schwefeldioxid



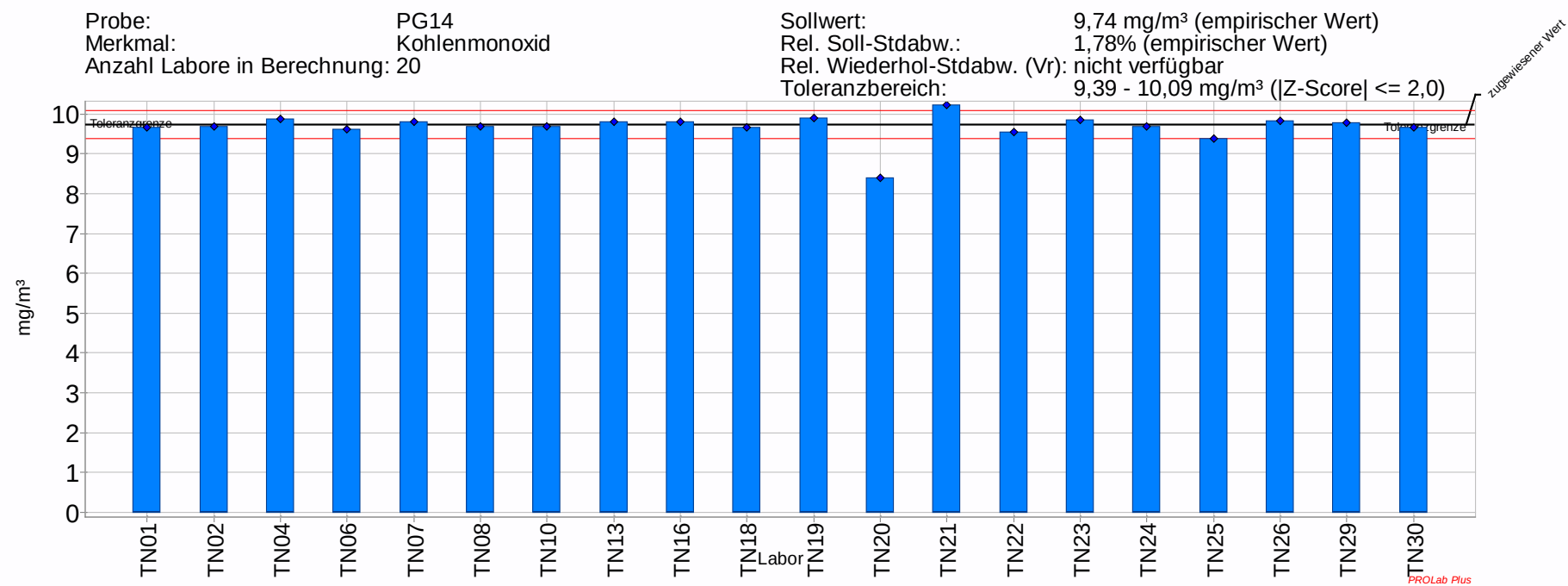
PROLab Plus

Abbildung 6: z-score Übersicht Schwefeldioxid

3.6 z-score Auswertung Kohlenmonoxid

Tabelle 7: z-score Auswertung Kohlenmonoxid

Teilnehmer	PG14 mg/m ³	z-score	PG15 mg/m ³	z-score	PG16 mg/m ³	z-score	PG17 mg/m ³	z-score	PG18 mg/m ³	z-score
TN01	9,67	-0,4	4,25	-0,6	2,61	-0,6	2,08	-0,6	0,91	-0,1
TN02	9,70	-0,2	4,30	-0,1	2,6	-0,7	2,1	-0,3	0,9	-0,3
TN04	9,87	0,7	4,35	0,5	2,7	0,5	2,11	-0,1	0,94	0,3
TN06	9,62	-0,7	4,21	-1,0	2,59	-0,9	2,06	-1,0	0,88	-0,6
TN07	9,80	0,3	4,32	0,2	2,67	0,2	2,13	0,2	0,94	0,3
TN08	9,70	-0,2	4,20	-1,1	2,5	-2,0	2,0	-1,9	0,8	-1,9
TN10	9,70	-0,2	4,26	-0,5	2,62	-0,5	2,07	-0,8	0,86	-0,9
TN13	9,81	0,4	4,34	0,4	2,69	0,4	2,15	0,5	0,97	0,8
TN16	9,80	0,3	4,30	-0,1	2,7	0,5	2,1	-0,3	0,9	-0,3
TN18	9,67	-0,4	4,27	-0,4	2,63	-0,4	2,1	-0,3	0,93	0,2
TN19	9,91	1,0	4,38	0,8	2,71	0,7	2,17	0,8	0,96	0,7
TN20	8,40	-7,7	3,70	-6,6	2,3	-4,6	1,8	-5,2	0,80	-1,9
TN21	10,22	2,8	4,51	2,2	2,78	1,6	2,22	1,7	0,98	1,0
TN22	9,54	-1,2	4,27	-0,4	2,65	-0,1	2,12	0,0	0,94	0,3
TN23	9,85	0,6	4,39	0,9	2,73	0,9	2,18	1,0	0,98	1,0
TN24	9,69	-0,3	4,27	-0,4	2,63	-0,4	2,11	-0,1	0,92	0,0
TN25	9,38	-2,1	3,83	-5,1	2,27	-5	1,81	-5,1	0,74	-2,9
TN26	9,82	0,5	4,37	0,7	2,71	0,7	2,20	1,3	1,04	2,0
TN29	9,79	0,3	4,31	0,1	2,66	0	2,12	0,0	0,94	0,3
TN30	9,67	-0,4	4,26	-0,5	2,63	-0,4	2,1	-0,3	0,93	0,2
zugewiesener Wert	9,74		4,31		2,66		2,12		0,92	
σ_{pt}	0,17		0,09		0,08		0,06		0,06	
Anzahl	20		20		20		20		20	

**Abbildung 7:** Prüfgasangebot 14 - Komponente Kohlenmonoxid

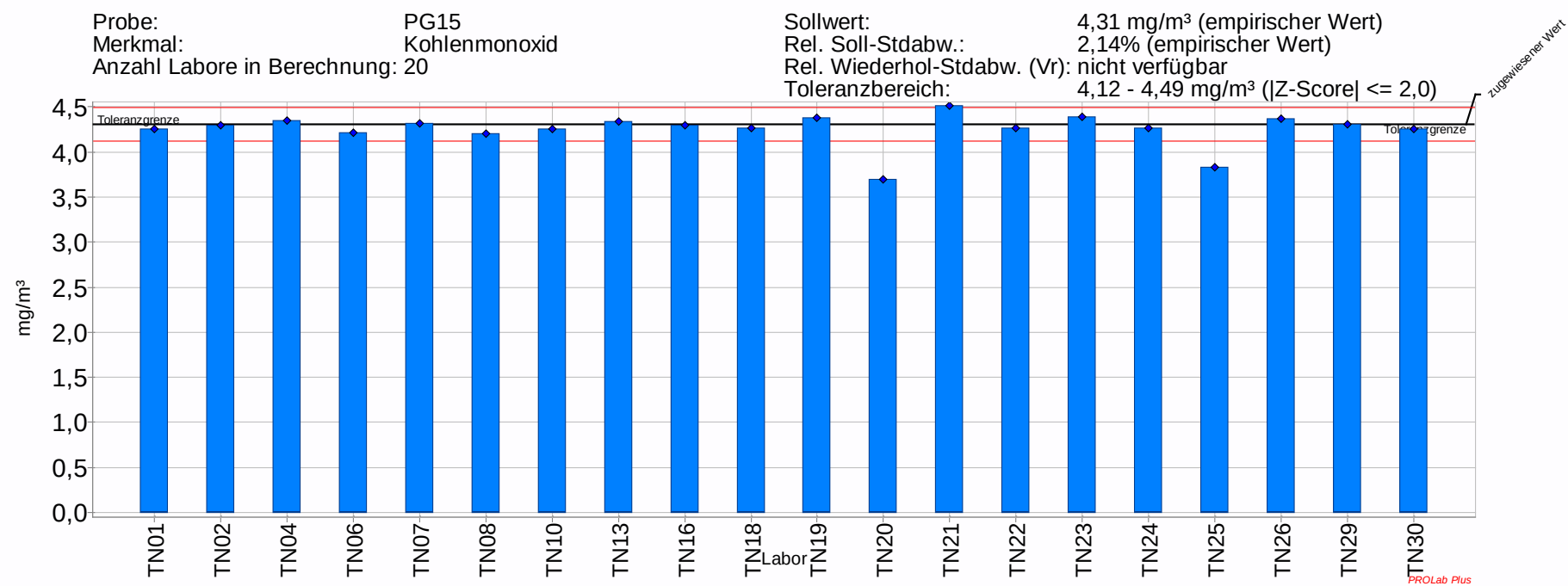


Abbildung 8: Prüfgasangebot 15 - Komponente Kohlenmonoxid

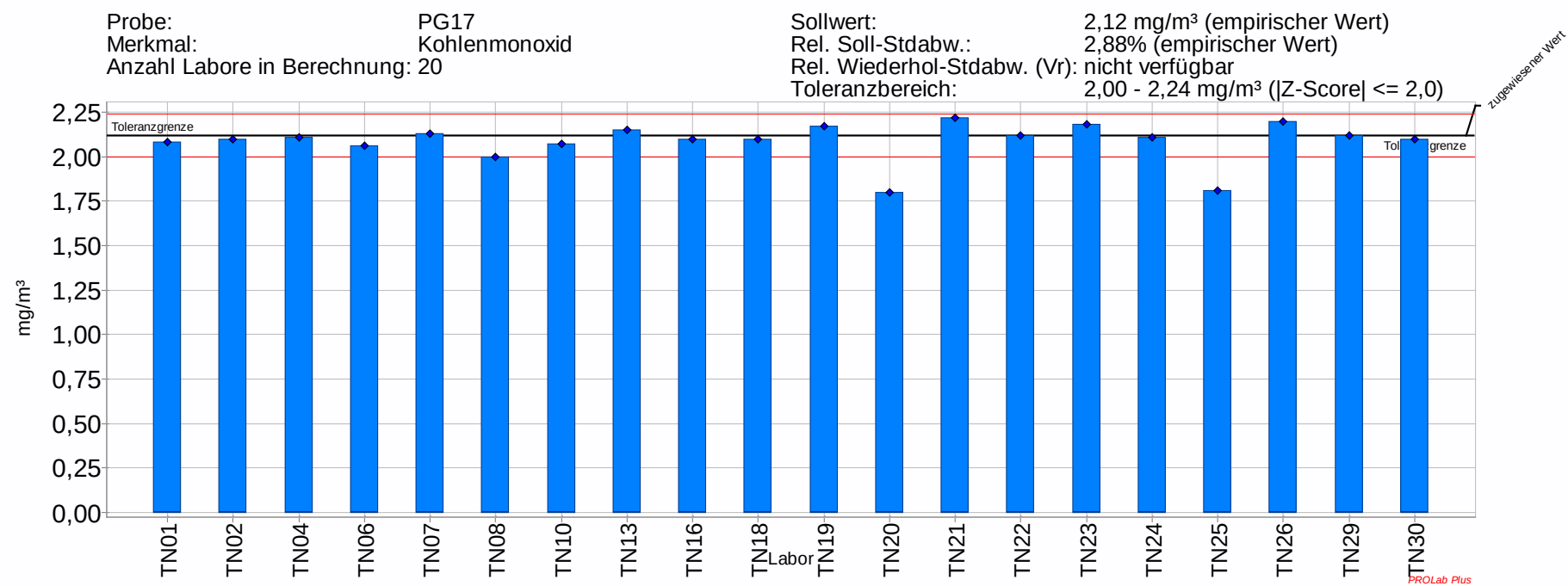


Abbildung 10: Prüfgasangebot 17 - Komponente Kohlenmonoxid

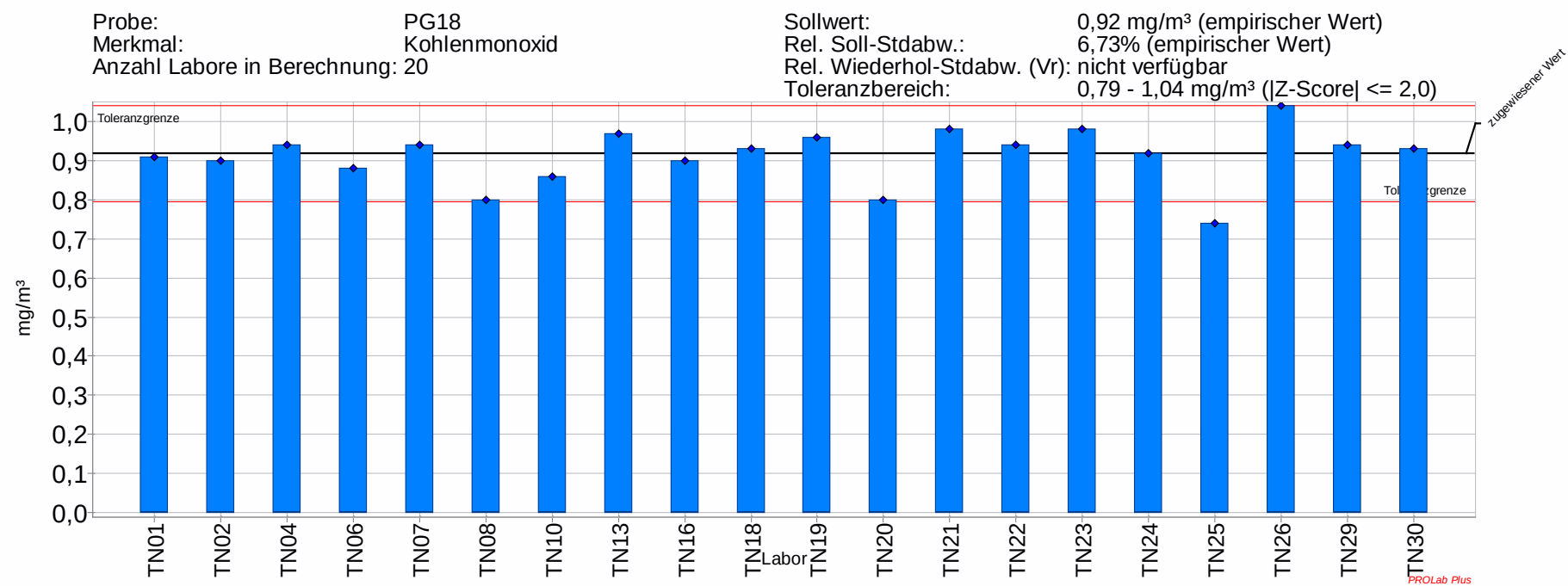


Abbildung 11: Prüfgasangebot 18 - Komponente Kohlenmonoxid

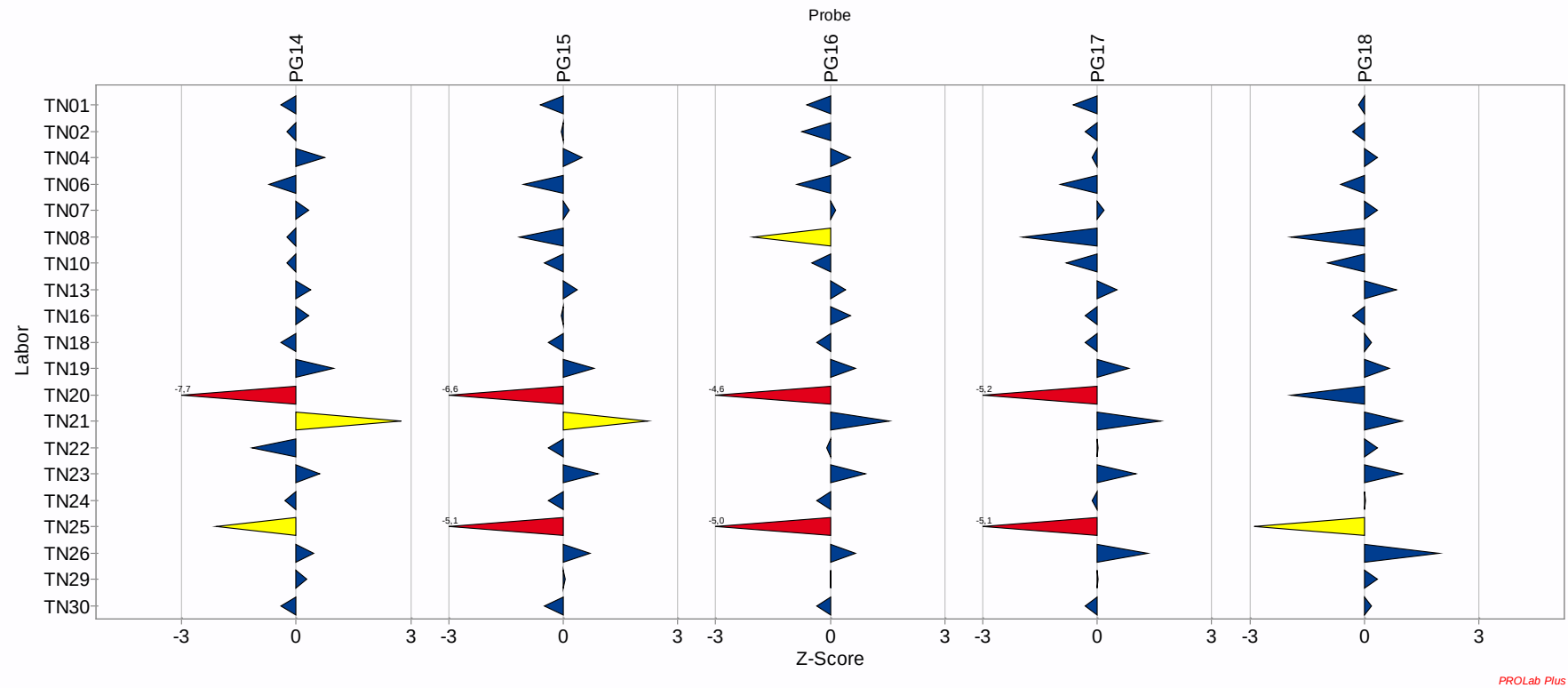
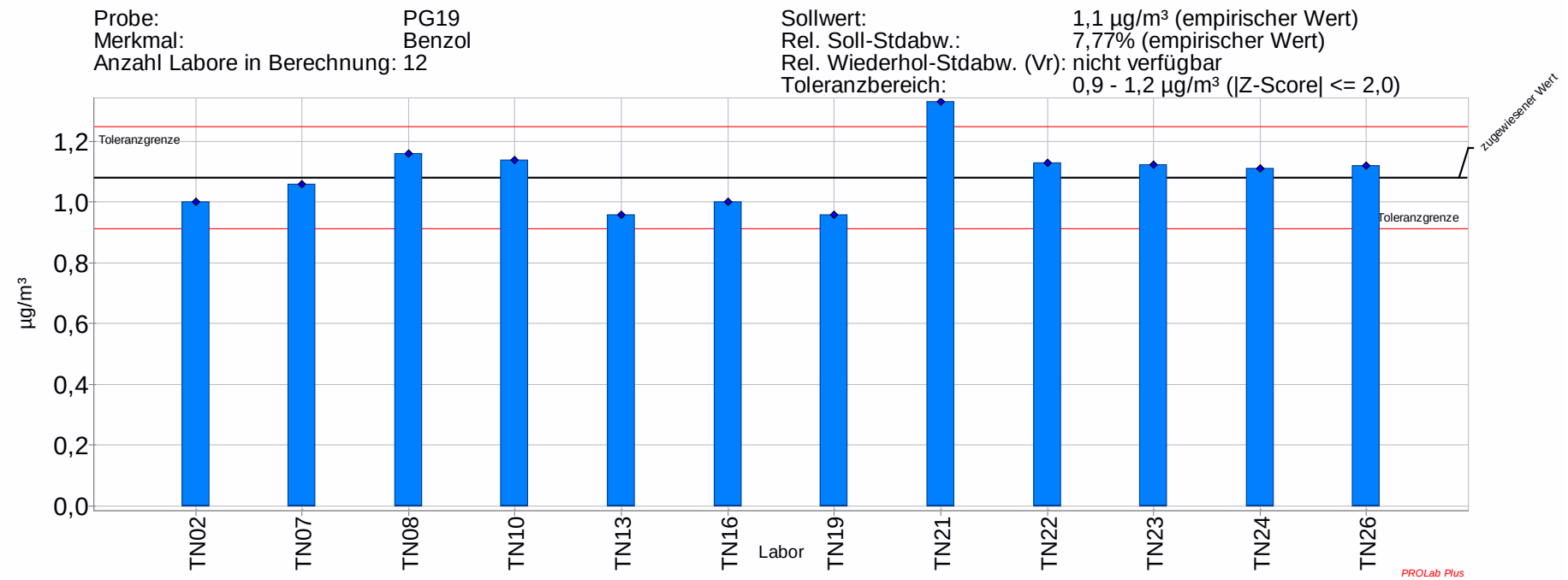


Abbildung 12: z-score Übersicht Kohlenmonoxid

3.7 z-score Auswertung Benzol

Tabelle 8: z-score Auswertung Benzol

Teilnehmer	PG19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z-score	PG20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z-score	PG27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z-score	PG28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	z-score
TN02	1,0	-1,0	2,1	-0,4	4,2	-0,6	3,2	-0,2
TN07	1,1	-0,3	2,3	1,3	4,8	1,9	3,2	-0,2
TN08	1,2	0,9	2,3	0,9	4,5	0,5	3,4	0,6
TN10	1,1	0,7	2,2	0,1				
TN13	1,0	-1,4	2,1	0,0	4,5	0,8	3,4	0,8
TN16	1,0	-1,0	2,0	-1,1	4,1	-1,0	3,1	-0,8
TN19	1,0	-1,4	2,0	-1,6	4,0	-1,3	2,9	-1,3
TN21	1,3	3,0	1,6	-4,7				
TN22	1,1	0,6	2,2	0,5	4,4	0,4	3,3	0,3
TN23	1,1	0,5	2,1	0,0	4,4	0,1	3,3	0,3
TN24	1,1	0,3	2,2	0,4	4,4	0,4	3,4	0,6
TN26	1,1	0,5	2,1	-0,1	4,2	-0,7	3,2	-0,2
zugewiesener Wert	1,1		2,1		4,3		3,2	
σ_{pt}	0,1		0,1		0,3		0,2	
Anzahl	12		12		10		10	

**Abbildung 13:** Prüfgasangebot 19 - Komponente Benzol

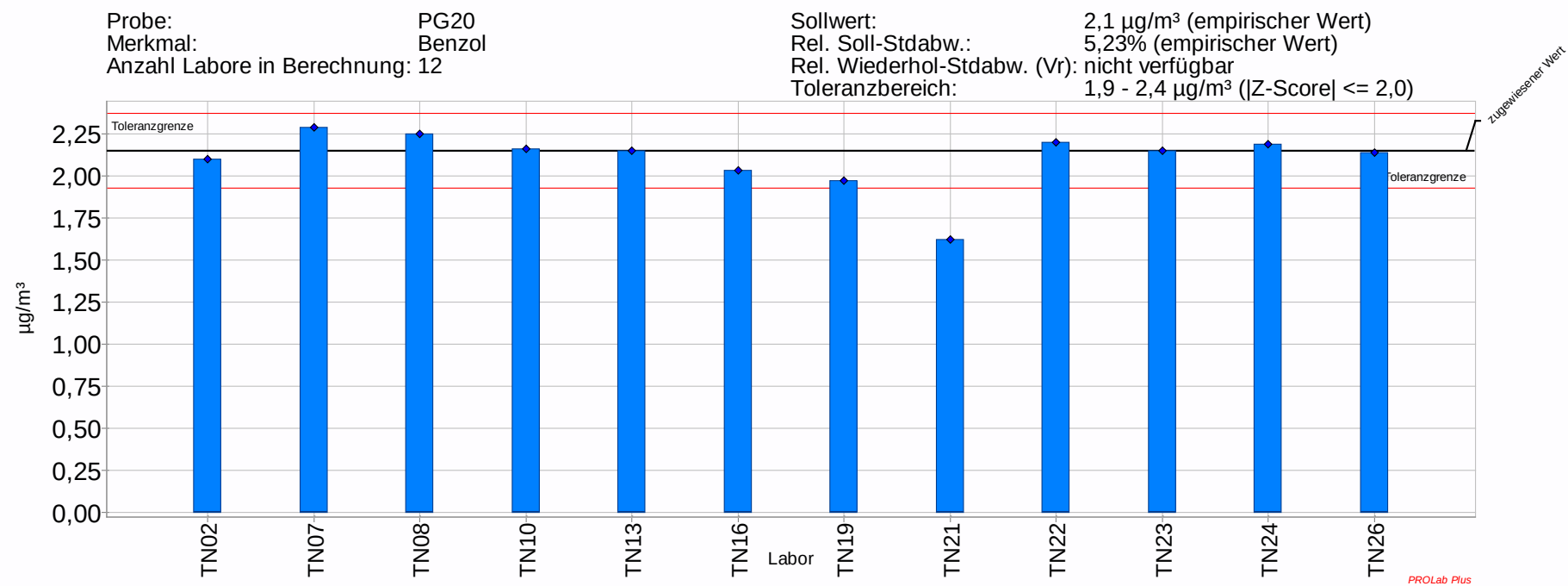


Abbildung 14: Prüfgasangebot 20 - Komponente Benzol

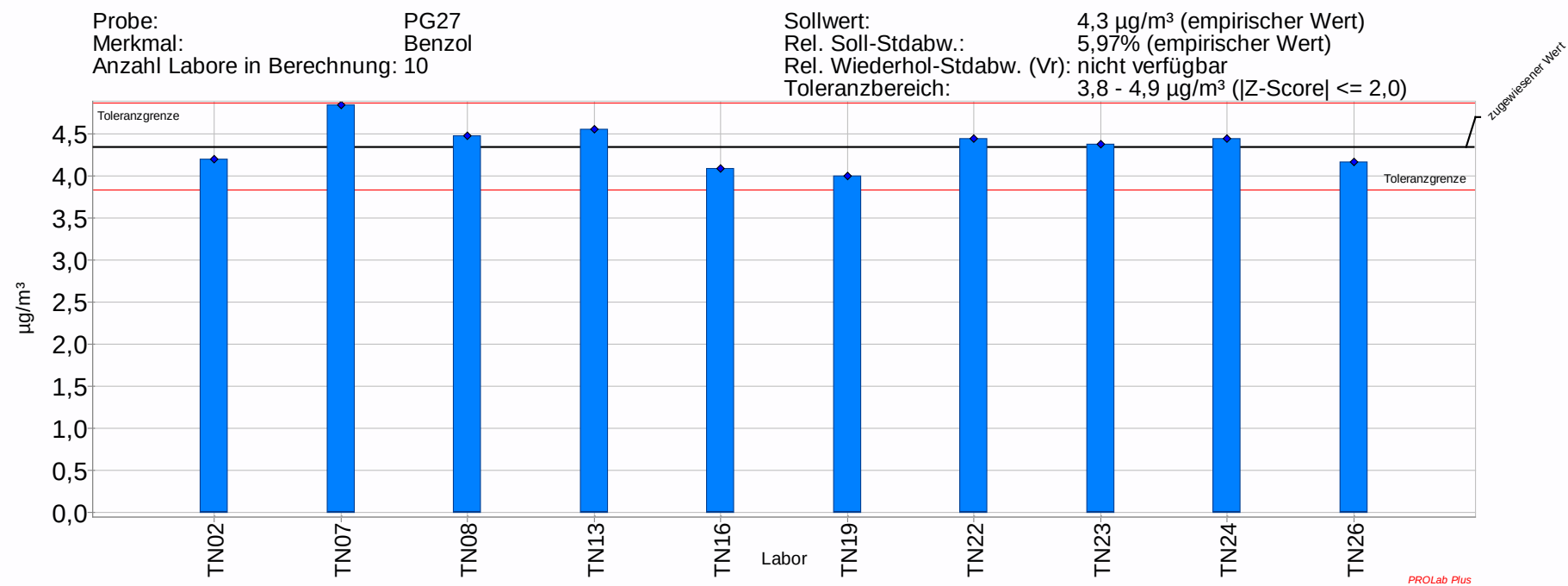


Abbildung 15: Prüfgasangebot 27 - Komponente Benzol

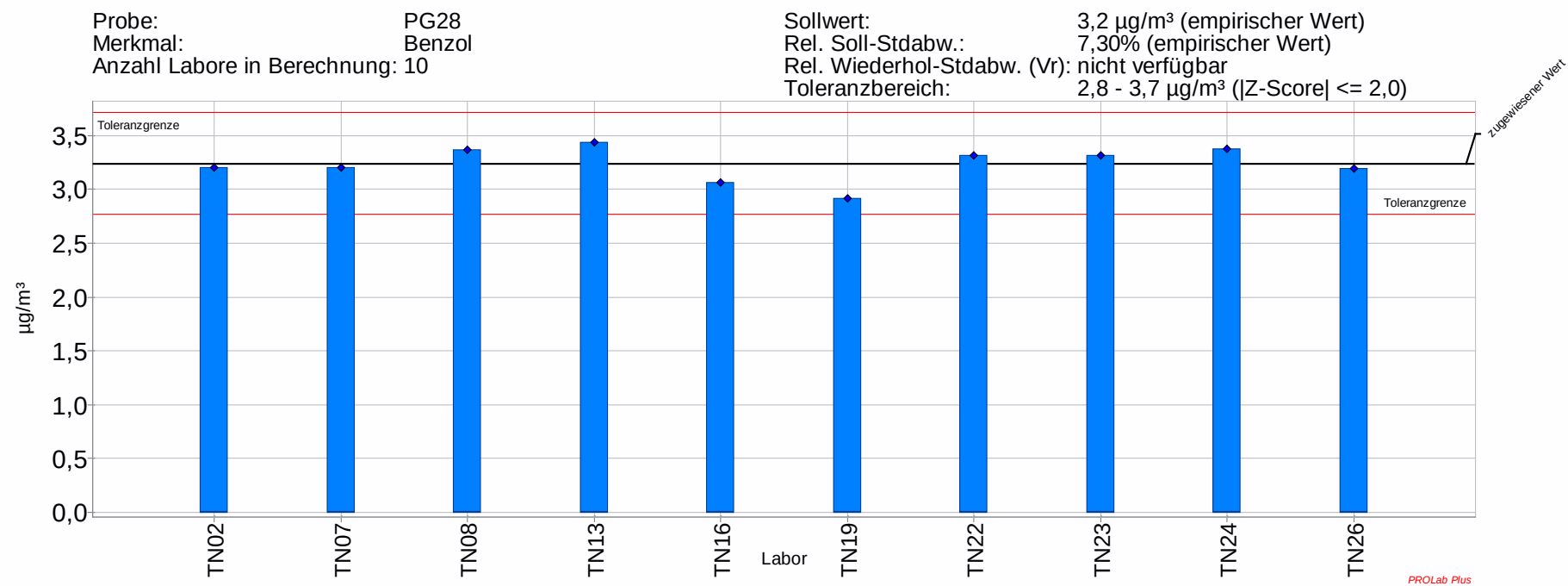


Abbildung 16: Prüfgasangebot 28 - Komponente Benzol

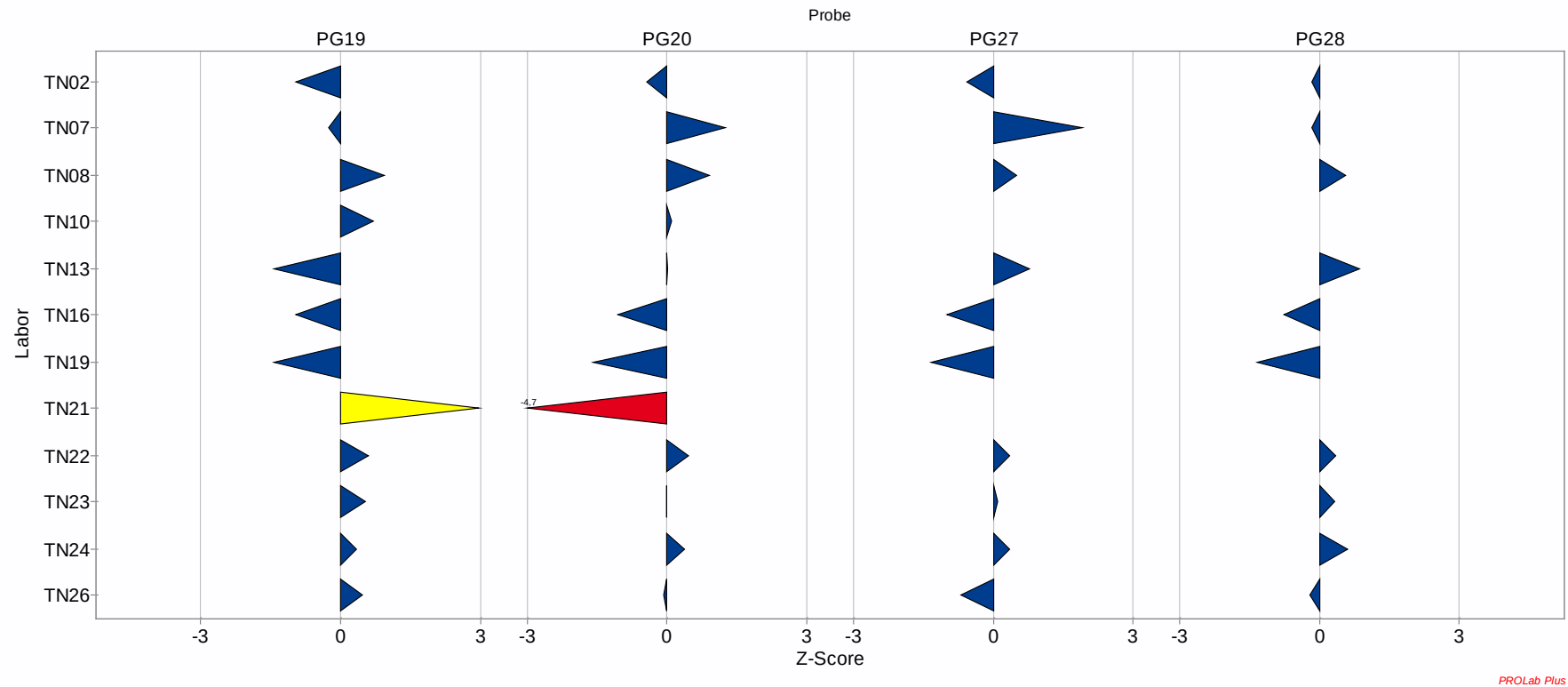


Abbildung 17: z-score Übersicht Benzol

4 Ergänzende Prüfgasangebote und Auswertungen

4.1 Messunsicherheiten der Teilnehmer – E_n-Zahlen

Zusätzlich zu den Messergebnissen der Angebote des Bewertungsteils wurden die Messunsicherheiten der Teilnehmer erfasst und, wo sie vorlagen, bewertet. Die Ermittlung der Messunsicherheit und die Angabe der erweiterten Messunsicherheit zu jedem Messergebnis sind Bestandteil der europäischen Richtlinien zur Bestimmung der anorganischen Gase. Daher wird zusätzlich zum z-score für die Beurteilung des Messwertes dessen Unsicherheit herangezogen und hierzu die sog. E_n-Zahl berechnet:

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_x^2 + U(x_{pt})^2}}$$

x Konzentration des Teilnehmers

X zugewiesener Wert (Sollwert)

U_x erweiterte Unsicherheit des Teilnehmerwertes

U(x_{pt}) erweiterte Unsicherheit des zugewiesenen Wertes (Sollwert)

Da zur Berechnung der E_n-Zahl erweiterte Unsicherheiten verwendet werden, ist hier die Grenze von 1 für kritische Werte üblich.

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 9: Präzisionsanforderungen an Null- und Prüfgase aus den CEN-Richtlinien

Gas	σ _p =a·c+b	
	a	b
		nmol/mol
SO ₂	0,022	1
CO	0,024	100
O ₃	0,020	1
NO	0,024	1
NO ₂	0,020	1

4.1.1 E_n-Zahlen Schwefeldioxid**Tabelle 10:** E_n-Zahlen und Standardunsicherheiten für die SO₂-Bewertungsangebote

Prüfgas Teilneh- mer	PG14		PG15		PG16		PG17		PG18	
	E _n	u(x) [µg/m ³]	E _n	u(x) [µg/m ³]	E _n	u(x) [µg/m ³]	E _n	u(x) [µg/m ³]	E _n	u(x) [µg/m ³]
TN01	-0,1	33	-0,1	14,1	-0,1	8,3	-0,1	4,8	-0,1	3,9
TN02	-2,8	3,2	-2,8	1,5	-2,2	1,1	-1,5	0,8	-0,9	0,8
TN04	0,4	5,1	0,1	4,2	0	2,9	-0,1	2,1	-0,1	1,7
TN06	0	12,4	0,1	5,8	0,2	3,5	0,4	1,8	0,7	1
TN07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN08	0	8,3	0	3,4	0	1,9	-0,1	1	-0,1	0,7
TN10	0,5	5,1	0,2	4,2	0,2	3	0,1	2,1	0,1	1,8
TN13	-0,3	6,7	-0,3	2,2	-0,1	2,3	0	1,6	0	1,6
TN16	0,1	9,2	0	3,8	0	2,1	0	1,1	-0,2	0,7
TN19	0,4	4,7	0,2	2,2	0	1,8	-0,3	1,3	-0,5	1,3
TN20	0,2	11,3	0,2	4,7	0,1	2,5	-0,2	1,1	-0,7	0,5
TN21	-5,8	2,8	-6	1,2	-5,6	0,7	-4,7	0,4	-3,1	0,3
TN22	-0,1	13,4	-0,2	5,7	-0,2	3,3	-0,2	1,8	-0,2	1,5
TN23	0,1	5,9	0	2,8	-0,1	1,8	-0,4	1,2	-0,8	1
TN24	-0,1	13,4	-0,1	5,7	-0,2	3,3	-0,2	1,8	-0,3	1,5
TN25	-0,2	5,9	-0,1	2,7	0	1,8	0	1,2	-0,2	1
TN26	-0,5	10	-0,5	4,3	-0,4	2,7	-0,2	1,8	-0,1	1,6
TN28	0,1	4,1	0,1	2,3	0,2	1,7	0	1,3	-0,1	1,1
TN29	0	6	-0,1	3,1	0	2,3	-0,1	1,8	-0,1	1,7

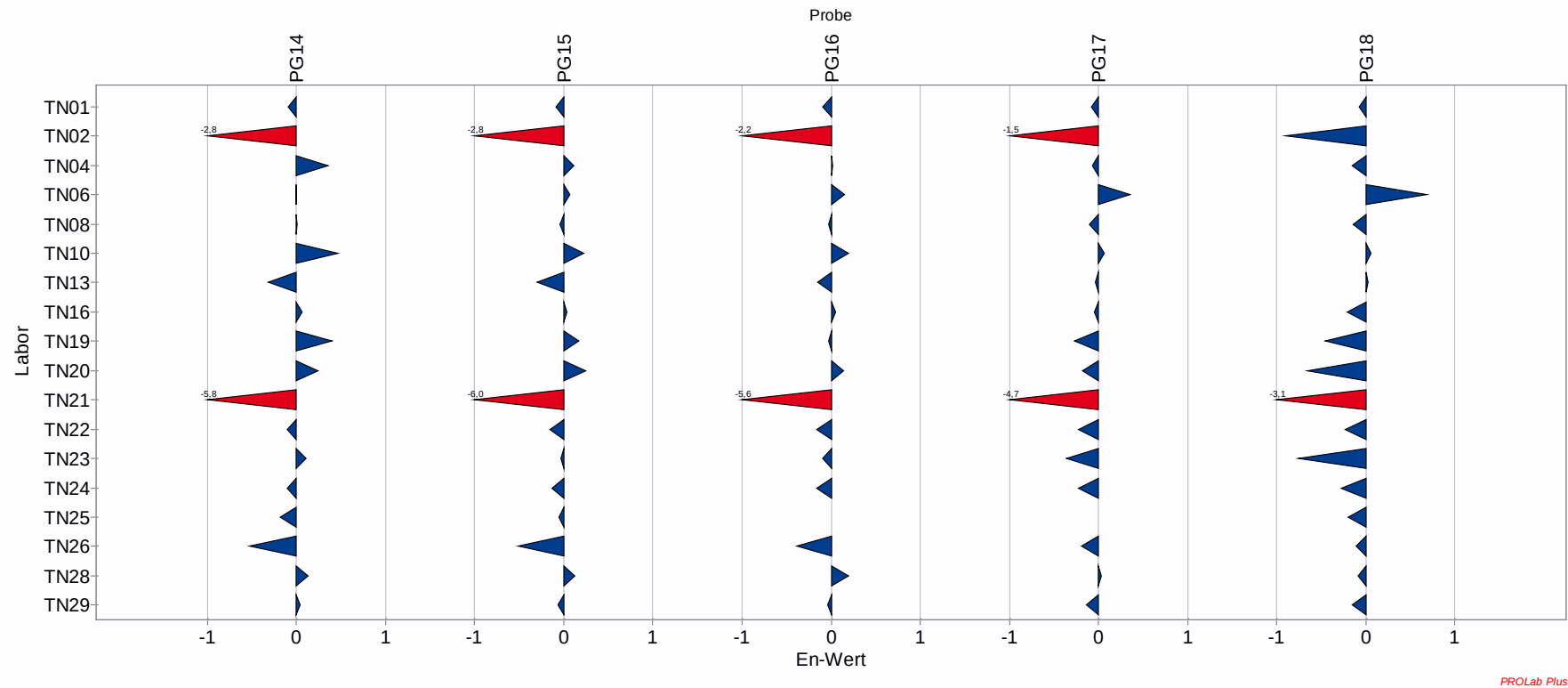


Abbildung 18 En-Zahlen Schwefeldioxid

4.1.2 E_n-Zahlen Kohlenmonoxid

Tabelle 11: E_n-Zahlen und Standardunsicherheiten für die CO-Bewertungsangebote

Prüfgas Teilneh- mer	PG14		PG15		PG16		PG17		PG18	
	E _n	u(x) mg/m ³	E _n	u(x) mg/m ³	E _n	u(x) mg/m ³	E _n	u(x) mg/m ³	E _n	u(x) mg/m ³
TN01	-0,2	0,26	-0,3	0,12	-0,4	0,07	-0,3	0,06	-0,4	0,04
TN02	-0,3	0,14	-0,1	0,07	-0,8	0,04	-0,2	0,04	-0,6	0,03
TN04	0,1	0,26	0,1	0,2	0,1	0,18	0	0,17	0	0,16
TN06	-0,2	0,4	-0,3	0,17	-0,4	0,1	-0,3	0,1	-0,3	0,1
TN07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TN08	-0,2	0,21	-0,6	0,09	-1,4	0,06	-1,4	0,04	-2,6	0,02
TN10	-0,2	0,26	-0,1	0,2	-0,2	0,18	-0,1	0,17	-0,2	0,16
TN13	0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,08	0,2	0,08	0,2	0,07
TN16	0	0,17	-0,1	0,07	0,2	0,05	-0,2	0,04	-0,8	0,02
TN18	-0,5	0,13	-0,3	0,07	-0,5	0,05	-0,2	0,04	-0,1	0,04
TN19	0,1	0,5	0,1	0,4	0	0,3	0,1	0,3	0	0,3
TN20	-5	0,13	-3,7	0,08	-2,6	0,07	-2,2	0,07	-1,1	0,06
TN21	0,5	0,42	0,5	0,19	0,4	0,13	0,4	0,11	0,3	0,07
TN22	-0,2	0,58	-0,1	0,38	0	0,34	0	0,33	0	0,31
TN23	0,1	0,19	0,2	0,16	0,1	0,18	0,2	0,19	0,1	0,22
TN24	-0,1	0,58	-0,1	0,38	-0,1	0,34	0	0,33	0	0,31
TN25	-0,9	0,22	-1	0,25	-0,8	0,26	-0,6	0,27	-0,3	0,29
TN26	0,1	0,14	0,4	0,06	0,3	0,04	1,2	0,03	1,9	0,02
TN29	0	0,62	0	0,38	0	0,34	0	0,33	0	0,31
TN30	-0,5	0,13	-0,4	0,07	-0,5	0,05	-0,2	0,04	-0,1	0,04

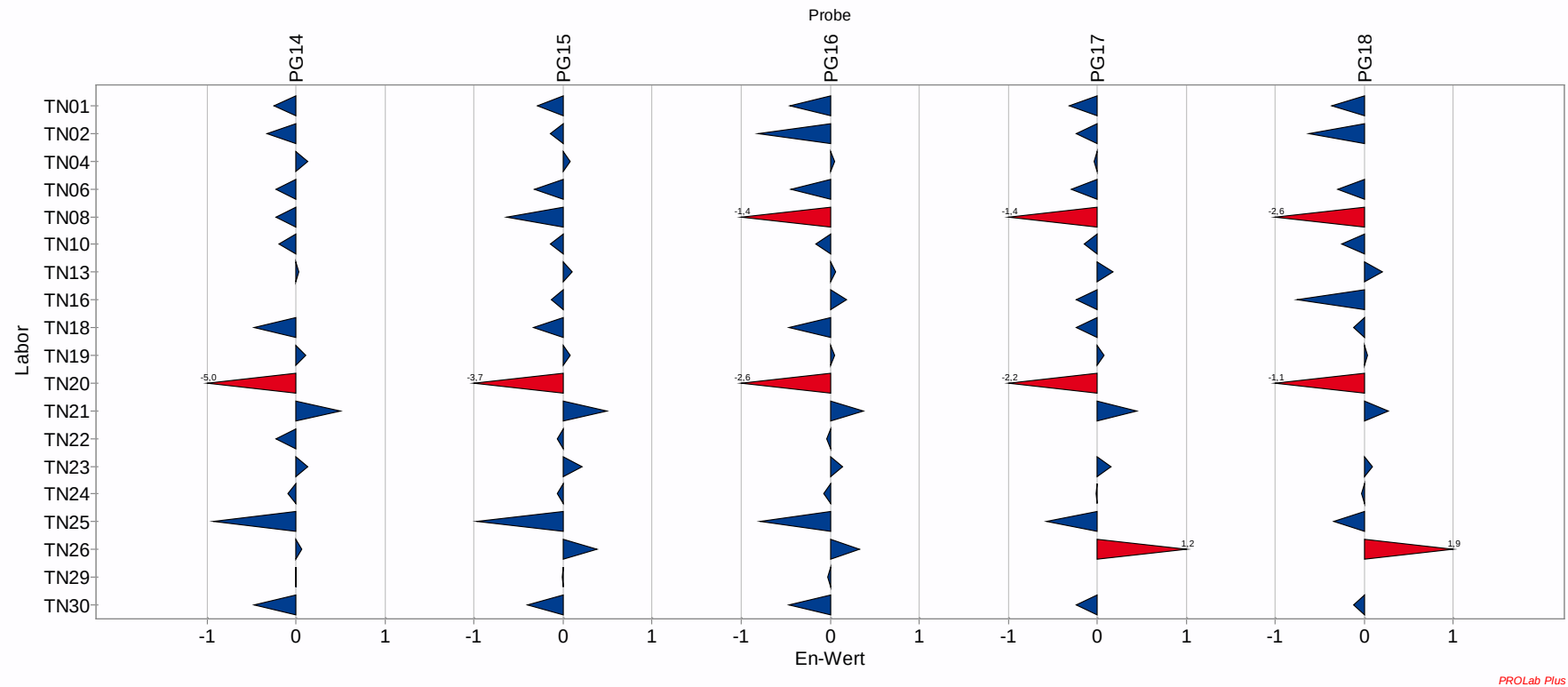


Abbildung 19: E_n -Zahlen Kohlenmonoxid

4.1.3 E_n-Zahlen Benzol

Tabelle 12: E_n-Zahlen und Standardunsicherheiten für die Benzol-Bewertungsangebote

Prüfgas Teilnehmer	PG19		PG20		PG27		PG28	
	E _n	u(x) [µg/m³]	E _n	u(x) [µg/m³]	E _n	u(x) [µg/m³]	E _n	u(x) [µg/m³]
TN02	-0,4	0,1	-0,2	0,1	-0,2	0,1	0,0	0,1
TN07	-	-	-	-	-	-	-	-
TN08	0,6	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,6	0,1
TN10	0,5	0,1	0,1	0,1				
TN13	-1,0	0,0	0,1	0,1	0,7	0,2	0,7	0,1
TN16	-0,2	0,2	-0,5	0,1	-0,6	0,1	-0,5	0,1
TN19	-0,5	0,1	-0,4	0,2	-0,3	0,4	-0,4	0,3
TN21	0,2	0,8	-0,4	0,6				
TN22	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2
TN23	0,8	0,0	0,2	0,0	0,1	0,4	0,4	0,1
TN24	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,2
TN26	0,4	0,1	0,1	0,1	-0,3	0,1	0,0	0,1

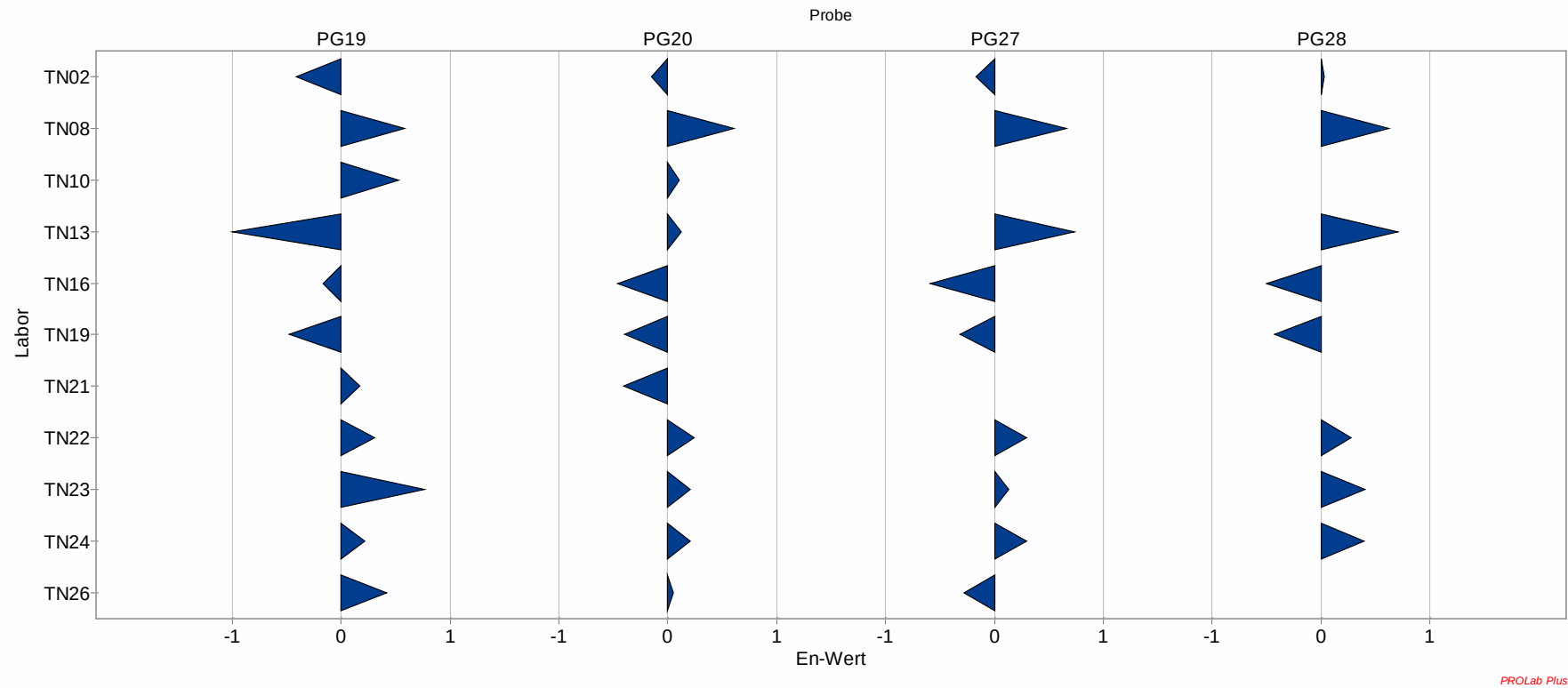


Abbildung 20: E_n -Zahlen Benzol

4.2 Vorgabewerte zu den ergänzenden Prüfgasangeboten

Die Vorgabewerte X in der Tabelle 13 wurden mittels eines robusten Verfahrens aus Anhang C der DIN ISO 13528 (hier: Q-Methode/Hampel-Schätzer) berechnet. Bei PG 3 und PG 4 sowie PG 6 bis PG 9 wurde bei den Angeboten mit Störkomponenten der Mittelwert aus den jeweils umschließenden Angeboten (bracketing) ohne die Störkomponenten berechnet.

Tabelle 13: Vorgabewerte der Ergänzungsangebote

Probe	Merkmal	Zugewiesener Wert X	Einheit
P008	SO ₂	29,9	µg/m ³
PG1	CO	0,00	mg/m ³
PG1	SO ₂	0,2	µg/m ³
PG2	SO ₂	315,3	µg/m ³
PG3	SO ₂	315,3	µg/m ³
PG4	SO ₂	315,3	µg/m ³
PG5	SO ₂	30,1	µg/m ³
PG6	SO ₂	29,9	µg/m ³
PG7	SO ₂	29,9	µg/m ³
PG8	SO ₂	29,9	µg/m ³
PG9	SO ₂	29,9	µg/m ³
PG10	SO ₂	29,6	µg/m ³
PG11	CO	2,71	mg/m ³
PG11	SO ₂	63,6	µg/m ³
PG12	CO	2,72	mg/m ³
PG12	SO ₂	64	µg/m ³
PG13	CO	2,72	mg/m ³
PG13	SO ₂	64,1	µg/m ³
PG21	Benzol	3,6	µg/m ³
PG22	Benzol	3,7	µg/m ³
PG23	Benzol	3,7	µg/m ³
PG24	Benzol	2,1	µg/m ³
PG25	Benzol	2,1	µg/m ³
PG26	Benzol	2,1	µg/m ³

4.3 Kenngrößen der Teilnehmermesswerte

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

Tabelle 14: Kenngrößen der Teilnehmermesswerte für die Angebote des Ergänzungsteils

Angebot	Komponente	Einheit	s	s rel.	Median	X^*	S^*
PG1	SO ₂	µg/m ³	0,7	-	0,1	0,2	0,6
PG2	SO ₂	µg/m ³	7,8	2,5%	316,4	315,3	7,1
PG3	SO ₂	µg/m ³	13,0	4,1%	283,9	282,4	7,1
PG4	SO ₂	µg/m ³	8,1	2,6%	326	324,8	7,1
PG5	SO ₂	µg/m ³	1,4	4,5 %	30,3	30,1	1,1
PG6	SO ₂	µg/m ³	2,3	7,6 %	28,1	28,1	1,1
PG7	SO ₂	µg/m ³	3,2	10,8 %	37,2	36,8	1,1
PG8	SO ₂	µg/m ³	2,3	7,7 %	28,6	28,4	1,1
PG9	SO ₂	µg/m ³	1,7	5,5 %	30,6	30,4	1,1
PG10	SO ₂	µg/m ³	1,5	5,2 %	29,8	29,6	1,1
PG11	SO ₂	µg/m ³	1,7	2,7 %	63,8	63,6	1,6
PG12	SO ₂	µg/m ³	1,7	2,7 %	64,1	64	1,7
PG13	SO ₂	µg/m ³	1,7	2,7 %	64,1	64,1	1,5
PG1	CO	mg/m ³	0,04	-	0,00	0,00	0,02
PG11	CO	mg/m ³	0,11	4,09 %	2,71	2,71	0,06
PG12	CO	mg/m ³	0,11	4,16 %	2,72	2,72	0,07
PG13	CO	mg/m ³	0,11	4,18 %	2,72	2,72	0,07
PG21	Benzol	µg/m ³	0,2	5,74 %	3,7	3,6	0,2
PG22	Benzol	µg/m ³	0,3	7,42 %	3,7	3,7	0,2
PG23	Benzol	µg/m ³	0,3	7,42 %	3,7	3,7	0,2
PG24	Benzol	µg/m ³	0,2	7,82 %	2,2	2,1	0,1
PG25	Benzol	µg/m ³	0,1	6,53 %	2,1	2,1	0,2
PG26	Benzol	µg/m ³	0,2	10,44 %	2,1	2,1	0,2

4.4 Störkomponenten für Schwefeldioxid in Anlehnung an DIN EN 14212

Dosiert wurden ausgewählte Störkomponenten aus der DIN EN 14212. Die Prüfgase PG 3 und PG 4 wurden wie im Rahmen der Eignungsprüfung nach DIN EN 14212 ausgewertet. Zusätzlich wurde SO₂ in Außenluftkonzentration dosiert, da die Konzentrationen der DIN EN 14212 einen pessimalen und unüblichen Fall abbilden. Die Bewertungskriterien aller Angebote wurden der DIN EN 14212 entnommen.

4.4.1 Wasserdampf nach DIN EN 14212

Zur Ermittlung der Querempfindlichkeit wurden die Schwefeldioxid-Messwerte des Prüfgasangebotes PG 2 für das trockene Prüfgas verwendet. Bei dem PG 3 handelt es sich um Prüfgas, welches mit Wasserdampf auf etwa 80 % relative Feuchte befeuchtet wurde. Die Differenz der Teilnehmermesswerte von PG 3 und PG 2 ergibt dann die Querempfindlichkeit in µg/m³. Der Wechsel von völlig trockenem Prüfgas zu fast gesättigter Feuchte erfolgte innerhalb weniger Minuten, sodass ein unüblicher Sprung in der Wasserdampfkonzentration auftrat. Daher kam es zu einem verlängerten Einlaufverhalten der Messgeräte. Daher wird die Querempfindlichkeit der Dosierung des PG 3 nicht bewertet.

Tabelle 15: Schwefeldioxid-Konzentration ca.
350 µg/m³ - Störkomponente Wasserdampf
ca. 19 mmol/mol

Teilnehmer	PG 2 µg/m ³	PG3 µg/m ³	Differenz µg/m ³
TN01	309,7	278,5	-31,2
TN02	293,5	268,0	-25,5
TN04	319,2	285,9	-33,3
TN06	312,0	278,0	-34,0
TN07	300,0	263,5	-36,5
TN08	318,9	292,6	-26,3
TN10	319,9	295,6	-24,3
TN13	311,0	282,7	-28,3
TN16	317,9	274,6	-43,3
TN19	320,0	285,0	-35,0
TN20	323,1	280,9	-42,2
TN21	324,4	240,4	-84,0
TN22	316,5	285,3	-31,2
TN23	315,2	286,0	-29,2
TN24	316,4	286,8	-29,6
TN25	313,7	283,9	-29,8
TN26	306,2	273,4	-32,8
TN28	321,2	299,2	-22,0
TN29	315,1	285,6	-29,5

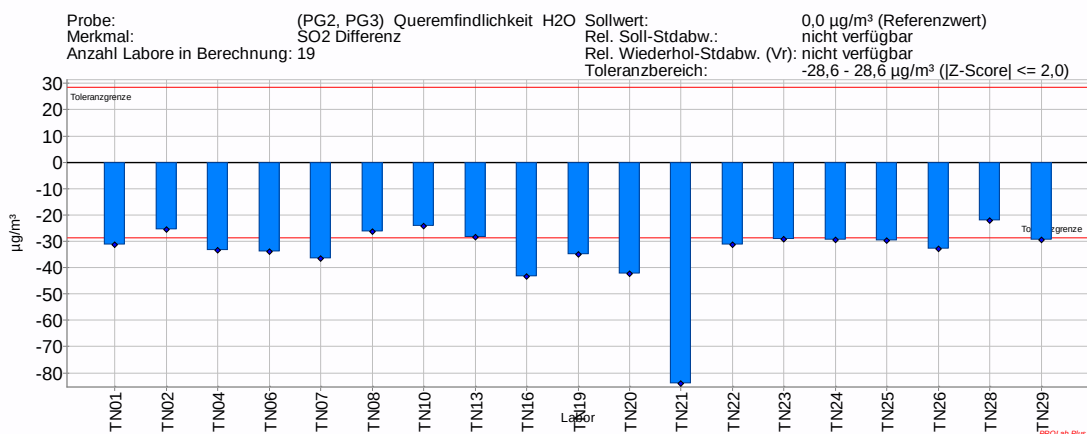


Abbildung 21: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 350 µg/m³ - Störkomponente Wasserdampf ca. 19 mmol/mol

Die Prüfgas-Angebote PG 5 und PG 10 wurden gemittelt und dienen als P008 zur Berechnung der Querempfindlichkeiten der Angebote PG 6 und PG 8.

Tabelle 16: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ - Störkomponente Wasserdampf ca. 19 mmol/mol

Teilnehmer	P008 µg/m ³	PG6 µg/m ³	Differenz µg/m ³	Kriterien erfüllt?
TN01	29,8	27,4	-2,3	Ja
TN02	27,9	28,0	0,1	Ja
TN04	30,4	28,6	-1,8	Ja
TN06	28,8	26,5	-2,3	Ja
TN07	28,6	27,1	-1,4	Ja
TN08	31,0	29,8	-1,2	Ja
TN10	29,6	28,4	-1,2	Ja
TN13	30,5	28,3	-2,2	Ja
TN16	31,0	27,1	-3,9	Ja
TN19	30,4	28,1	-2,3	Ja
TN20	29,5	27,2	-2,3	Ja
TN21	25,4	19,6	-5,8	Ja
TN22	30,6	29,2	-1,4	Ja
TN23	29,8	28,4	-1,4	Ja
TN24	30,1	28,5	-1,6	Ja
TN25	28,4	26,7	-1,7	Ja
TN26	30,1	27,8	-2,3	Ja
TN28	32,2	31,2	-1,0	Ja
TN29	30,1	29,0	-1,1	Ja

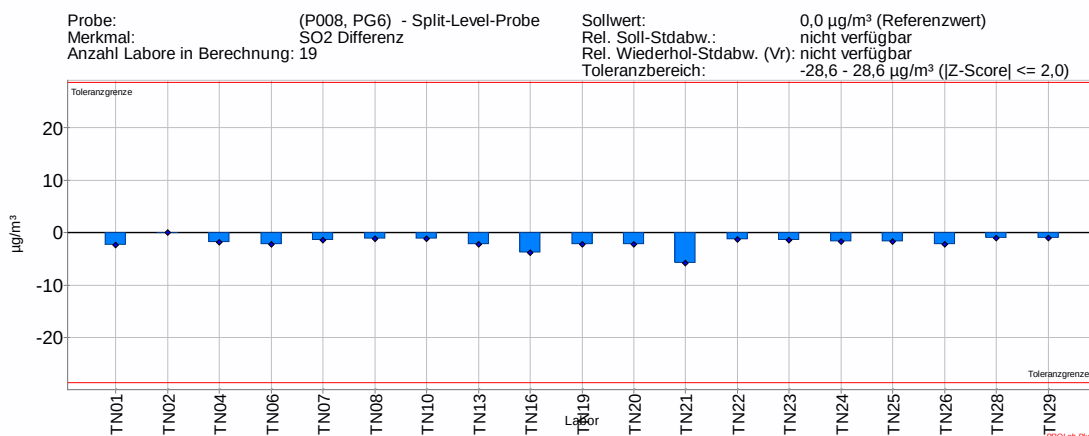


Abbildung 22: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ - Störkomponente Wasserdampf ca. 19 mmol/mol

Tabelle 17: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ - Störkomponente Wasserdampf ca. 5 mmol/mol

Teilnehmer	P008 µg/m ³	PG8 µg/m ³	Differenz µg/m ³	Kriterien erfüllt?
TN01	29,8	28,1	-1,6	Ja
TN02	27,9	26,8	-1,1	Ja
TN04	30,4	28,8	-1,6	Ja
TN06	28,8	27,2	-1,6	Ja
TN07	28,6	27,1	-1,4	Ja
TN08	31,0	29,5	-1,5	Ja
TN10	29,6	28,6	-1,0	Ja
TN13	30,5	29,0	-1,5	Ja
TN16	31,0	29,3	-1,7	Ja
TN19	30,4	28,6	-1,8	Ja
TN20	29,5	27,8	-1,7	Ja
TN21	25,4	19,5	-5,9	Ja
TN22	30,6	29,2	-1,4	Ja
TN23	29,8	29,0	-0,8	Ja
TN24	30,1	28,7	-1,4	Ja
TN25	28,4	27,1	-1,3	Ja
TN26	30,1	28,4	-1,7	Ja
TN28	32,2	31,1	-1,1	Ja
TN29	30,1	28,4	-1,7	Ja

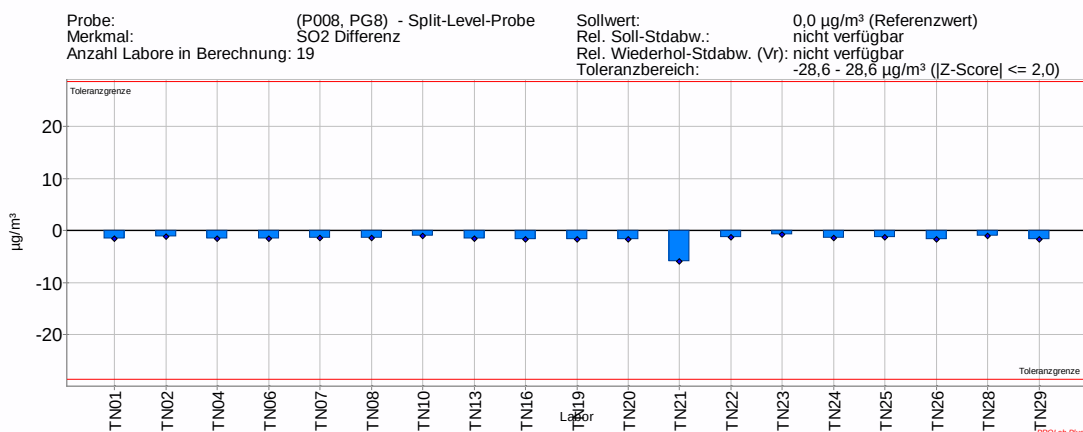


Abbildung 23: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ - Störkomponente Wasserdampf ca. 5 mmol/mol

4.4.2 Querempfindlichkeit gegenüber Stickstoffmonoxid

Für das Angebot PG 4 mit 350 µg/m³ SO₂ und 500 nmol/mol NO wurde anhand von PG 2 die Querempfindlichkeit ermittelt. Um die relevante Querempfindlichkeit bei üblichen Außenluftkonzentrationen für Schwefeldioxid zu ermitteln, wurden die trockenen Angebote PG 5 und PG 10 zu P008 (ca. 30 µg/m³ SO₂) zusammengefasst. P008 diente dann zur Ermittlung der Querempfindlichkeit für PG 7 (500 nmol/mol NO) und PG 9 (50 nmol/mol NO).

Tabelle 18: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 350 µg/m³ - Störkomponente NO ca. 500 nmol/mol

Teilnehmer	PG2 µg/m ³	PG4 µg/m ³	Differenz µg/m ³	Kriterien erfüllt?
TN01	309,7	320,2	10,6	Ja
TN02	293,5	302,7	9,2	Ja
TN04	319,2	329,7	10,5	Ja
TN06	312,0	322,0	10,0	Ja
TN07	300,0	307,5	7,5	Ja
TN08	318,9	330,1	11,2	Ja
TN10	319,9	327,3	7,4	Ja
TN13	311,0	322,3	11,3	Ja
TN16	317,9	333,3	15,4	Nein
TN19	320,0	330,8	10,8	Ja
TN20	323,1	330,5	7,4	Ja
TN21	324,4	331,0	6,6	Ja
TN22	316,5	326,4	9,9	Ja
TN23	315,2	322,5	7,3	Ja
TN24	316,4	326,0	9,6	Ja
TN25	313,7	320,8	7,1	Ja
TN26	306,2	315,2	9,0	Ja
TN28	321,2	328,8	7,6	Ja
TN29	315,1	325,0	9,9	Ja

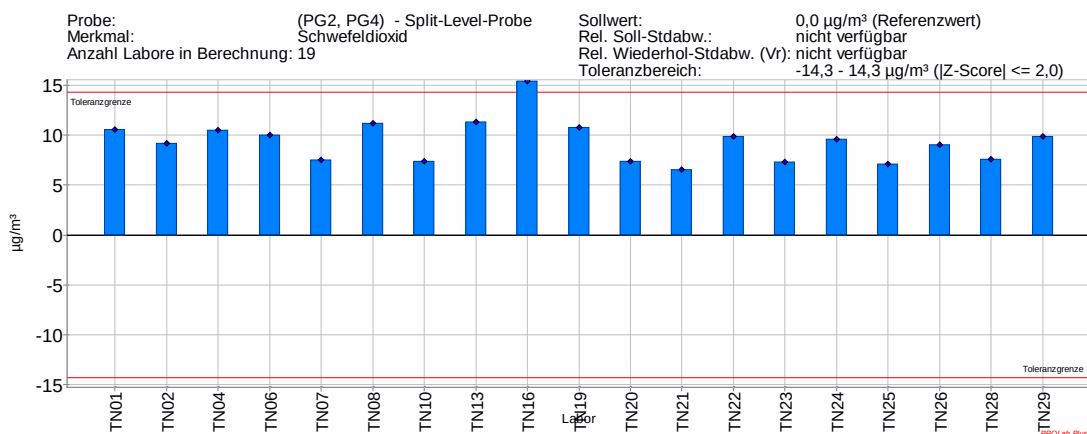


Abbildung 24: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 350 µg/m³ - Störkomponente NO ca. 500 nmol/mol

Tabelle 19: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ - Störkomponente
 NO ca. 500 nmol/mol

Teilnehmer	P008 µg/m³	PG7 µg/m³	Differenz µg/m³	Kriterien erfüllt?
TN01	29,8	37,8	8,1	Ja
TN02	27,9	35,6	7,7	Ja
TN04	30,4	38,6	8,2	Ja
TN06	28,8	37,0	8,2	Ja
TN07	28,6	33,7	5,2	Ja
TN08	31,0	39,9	8,9	Ja
TN10	29,6	33,7	4,1	Ja
TN13	30,5	39,8	9,3	Ja
TN16	31,0	44,7	13,8	Ja
TN19	30,4	37,8	7,4	Ja
TN20	29,5	37,8	8,3	Ja
TN21	25,4	30,9	5,5	Ja
TN22	30,6	37,4	6,8	Ja
TN23	29,8	33,7	3,9	Ja
TN24	30,1	39,2	9,1	Ja
TN25	28,4	31,5	3,1	Ja
TN26	30,1	37,1	7,0	Ja
TN28	32,2	37,2	5,0	Ja
TN29	30,1	37,0	6,9	Ja

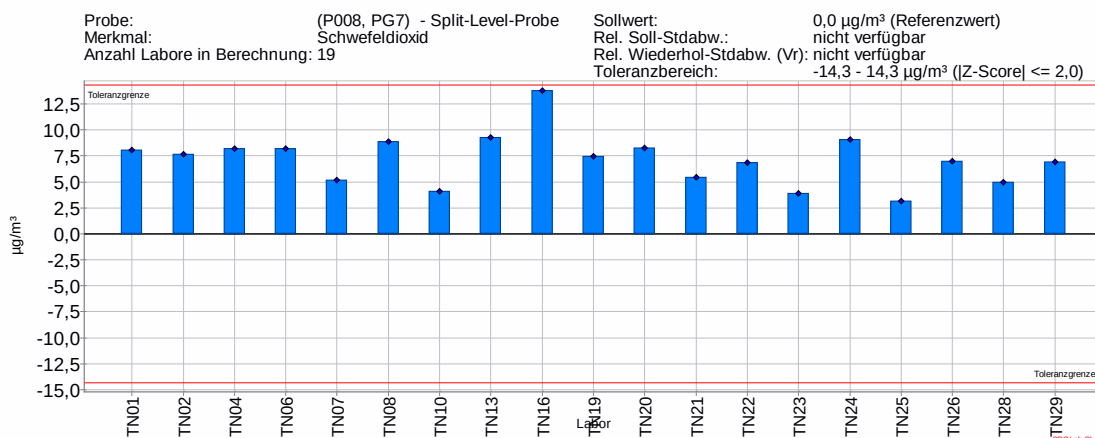


Abbildung 25: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ - Störkomponente NO ca. 500 nmol/mol

Tabelle 20: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ -
Störkomponente NO ca. 50 nmol/mol

Teilnehmer	P008 µg/m³	PG9 µg/m³	Differenz µg/m³	Kriterien erfüllt?
TN01	29,8	30,4	0,7	Ja
TN02	27,9	28,6	0,7	Ja
TN04	30,4	31,0	0,6	Ja
TN06	28,8	29,5	0,7	Ja
TN07	28,6	29,0	0,4	Ja
TN08	31,0	31,6	0,6	Ja
TN10	29,6	29,8	0,2	Ja
TN13	30,5	31,2	0,7	Ja
TN16	31,0	32,3	1,3	Ja
TN19	30,4	30,8	0,4	Ja
TN20	29,5	30,2	0,7	Ja
TN21	25,4	25,2	-0,2	Ja
TN22	30,6	31,1	0,6	Ja
TN23	29,8	30,3	0,5	Ja
TN24	30,1	30,8	0,7	Ja
TN25	28,4	27,8	-0,6	Ja
TN26	30,1	30,6	0,5	Ja
TN28	32,2	32,2	0,0	Ja
TN29	30,1	30,7	0,6	Ja

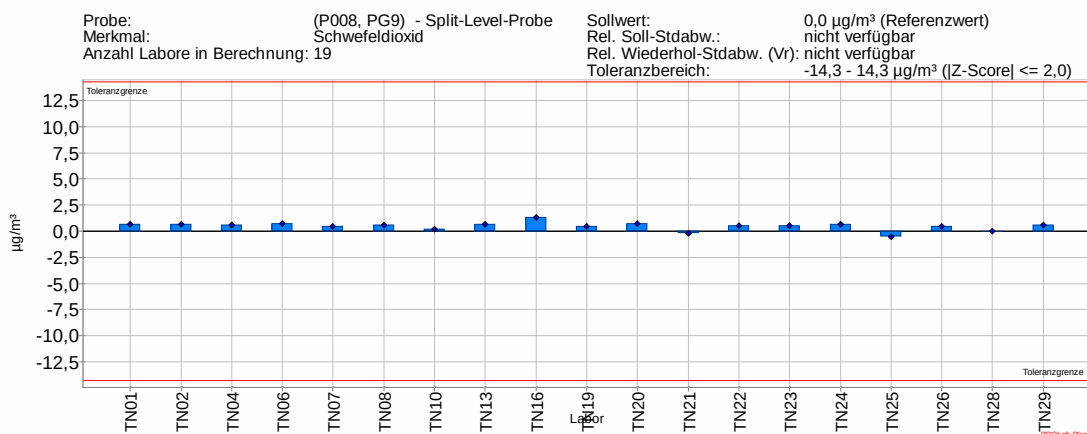


Abbildung 26: Schwefeldioxid-Konzentration ca. 30 µg/m³ - Störkomponente NO ca. 50 nmol/mol

4.5 Transferstandards der Teilnehmer

Als Ergänzungsangebot zum Ringversuch wurden Transferstandards der Teilnehmer durch Kollegen des niedersächsischen Messnetzes an Messgeräten des LANUV vermessen. Die Ergebnisse dieser Vergleichsmessungen wurden den Teilnehmern vorab nicht berichtet. Die Messgeräte wurden vom LANUV NRW betrieben und vom LANUV mit einer externen Mehrpunkt-Kalibrierung kalibriert.

Tabelle 21: Vergleich von Schwefeldioxid Transferstandards

Messzeitpunkt	Bundesland	Sollkonz [µg/m³] bei 20°C	Messwert [µg/m³] bei 20°C	Abweichung Soll bei 20°C
18.9.19 9:30	MV	452,7	451,5	-0,26 %
18.9.19 9:48	MV	308,9	306,8	-0,68 %
18.9.19 10:18	HH	789,0	781,8	-0,91 %
18.9.19 10:41	ST	371,0	404,1	8,92 %
18.9.19 11:00	NI	273,0	278,6	2,05 %
18.9.19 11:39	SL	288,7	271,3	-6,00 %
18.9.19 12:07	UBA	535,3	548,1	2,38 %
18.9.19 12:42	HE	274,28	292,6	6,69 %
18.9.19 12:49	SN	295,58	298,1	0,85 %
18.9.19 14:15	NW	543,2	557,5	2,64 %
18.9.19 14:15	NW	548,4	557,5	1,67 %
Median				1,45 %
s				3,93 %

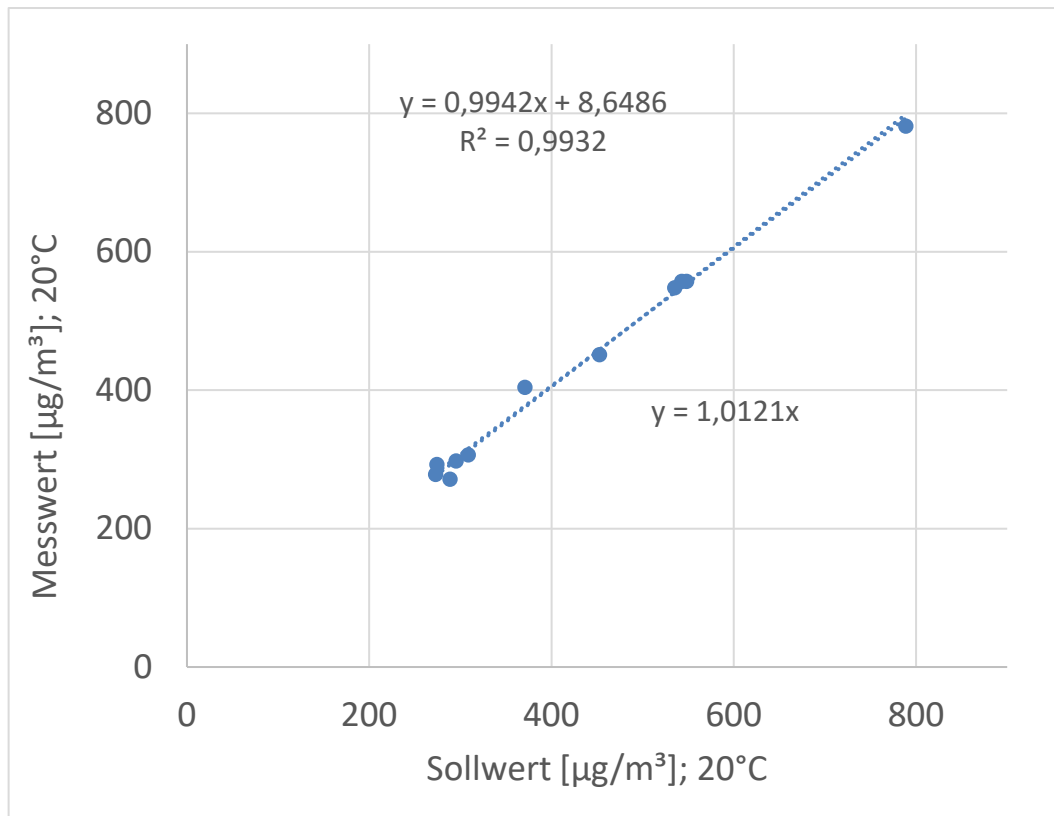


Abbildung 27: Vergleich der Soll- und Messwerte von Schwefeldioxid Transferstandards

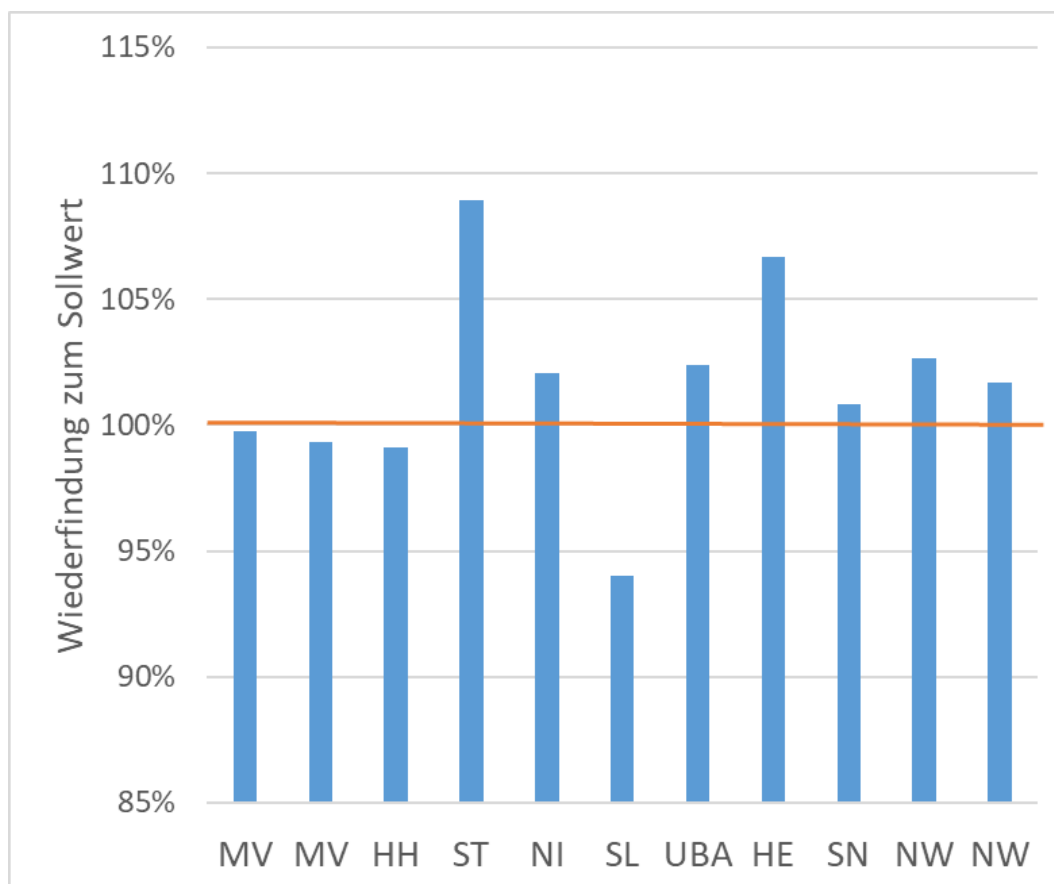
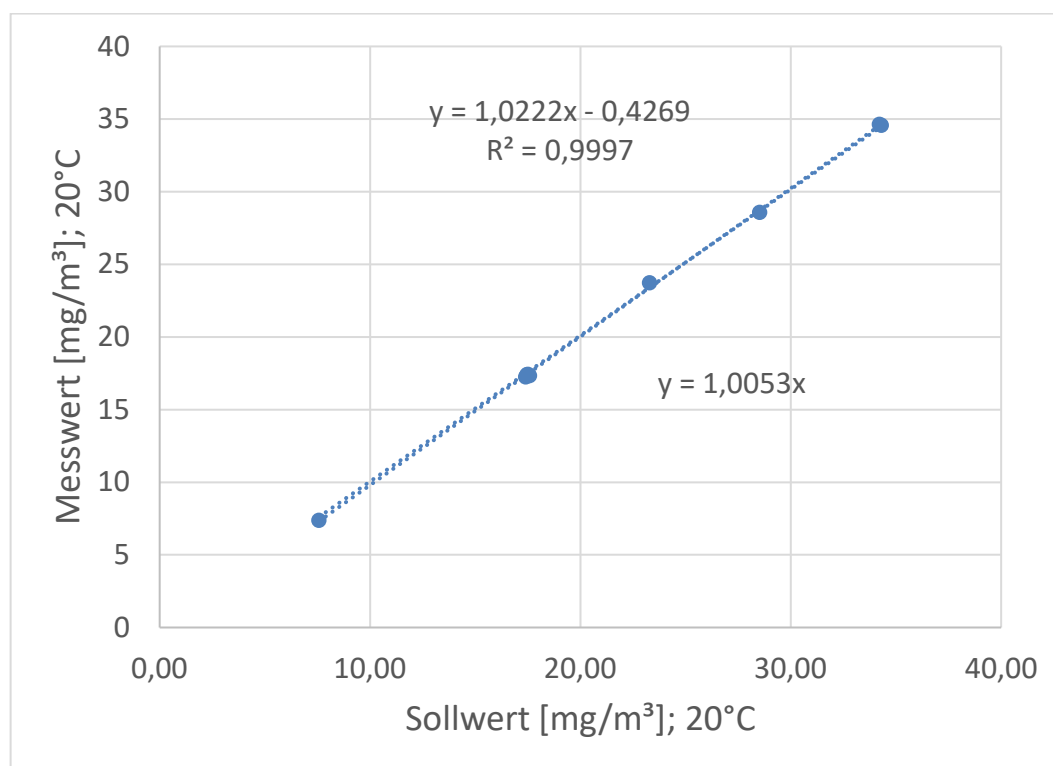


Abbildung 28: Relative Wiederfindung für Schwefeldioxid Transferstandards in Bezug zum Sollwert

Tabelle 22: Vergleich von Kohlenmonoxid Transferstandards

Messzeitpunkt	Bundesland	Sollkonz 20°C [mg/m³]	Messwert auf 20°C [mg/m³]	Abwei- chung Soll bei 20°C [%]
18.9.19 9:54	ST	23,29	23,74	1,94
18.9.19 10:31	BY	34,31	34,58	0,77
18.9.19 10:53	BY	34,21	34,65	-0,04
18.9.19 11:15	SN	7,57	7,40	-2,24
18.9.19 11:48	UBA	17,51	17,44	-0,39
18.9.19 12:13	SL	17,47	17,41	-0,31
18.9.19 12:34	NI	28,53	28,58	0,19
18.9.19 13:56	NW	17,40	17,27	-0,73
18.9.19 14:17	HE	17,58	17,35	-1,31
Median				-0,35
s				1,19

**Abbildung 29:** Vergleich der Soll- und Messwerte von Kohlenmonoxid Transferstandards

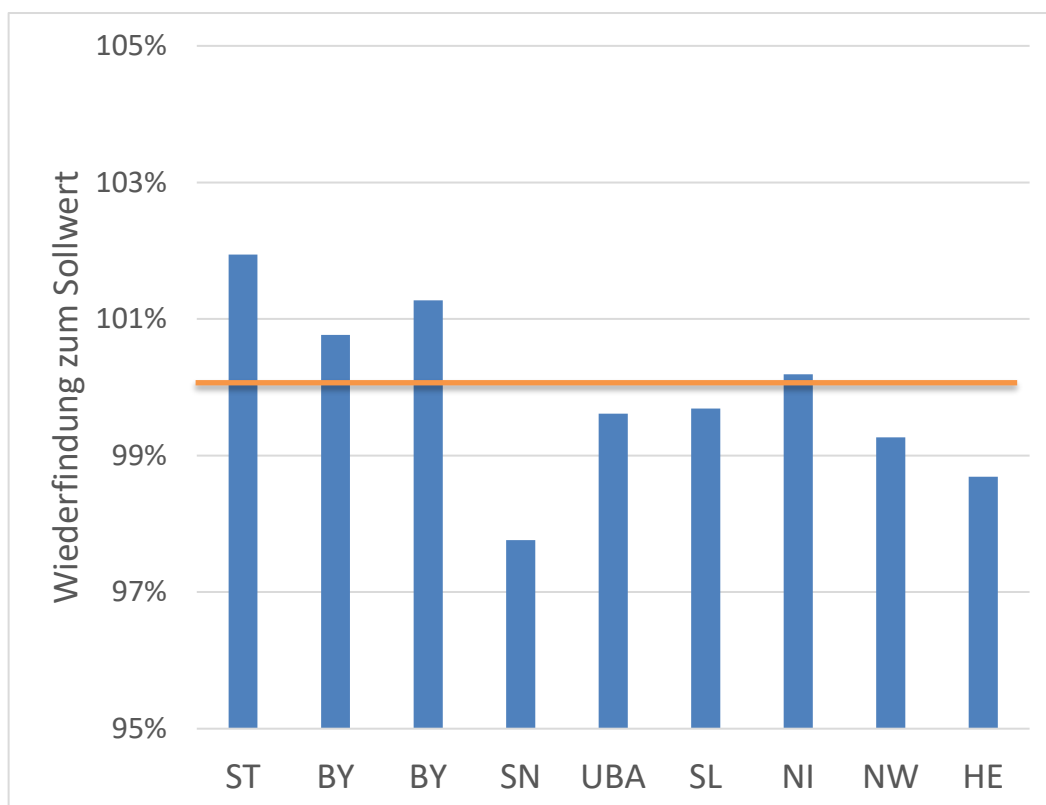
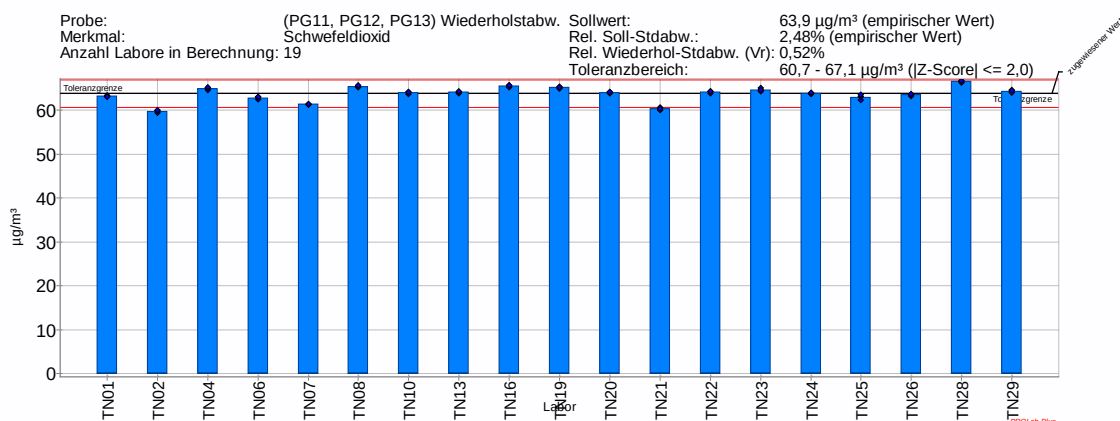


Abbildung 30: Relative Wiederfindung für Kohlenmonoxid Transferstandards in Bezug zum Sollwert

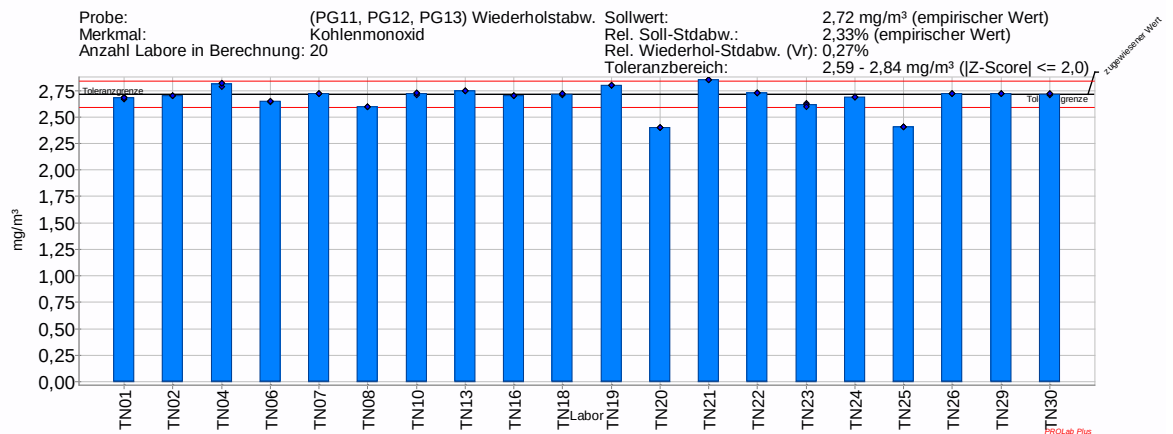
Messzeitpunkt	Bundesland	Sollkonz [ppb]	Messwert NO2 [ppb]	Abweichung in %
18.9.19 11:25	MV	139,0	138,0	-0,71
18.9.19 13:20	MV	71,0	71,3	0,46

4.6 Wiederholmessungen

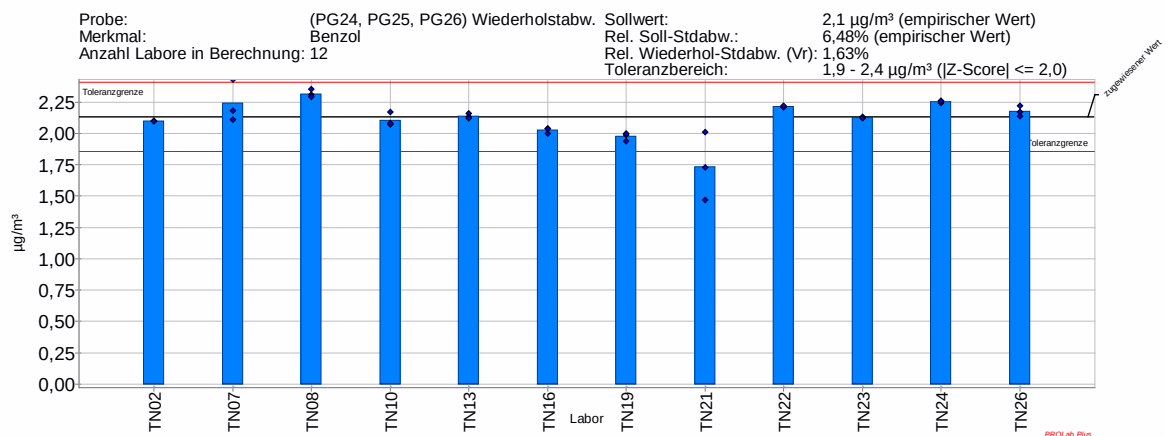
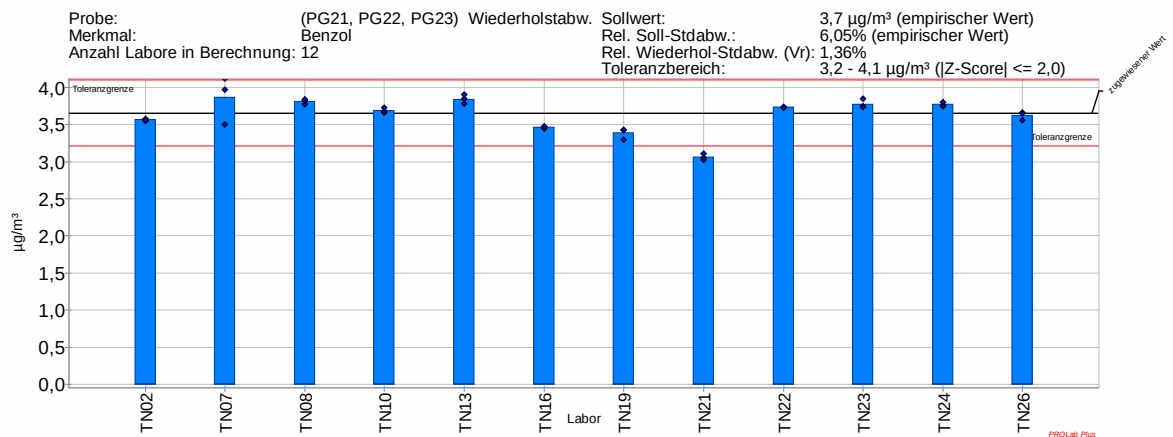
4.6.1 Schwefeldioxid



4.6.2 Kohlenmonoxid



4.6.3 Benzol



4.7 Vergleichsmessungen ORSA-Röhrchen

4.7.1 Benzol

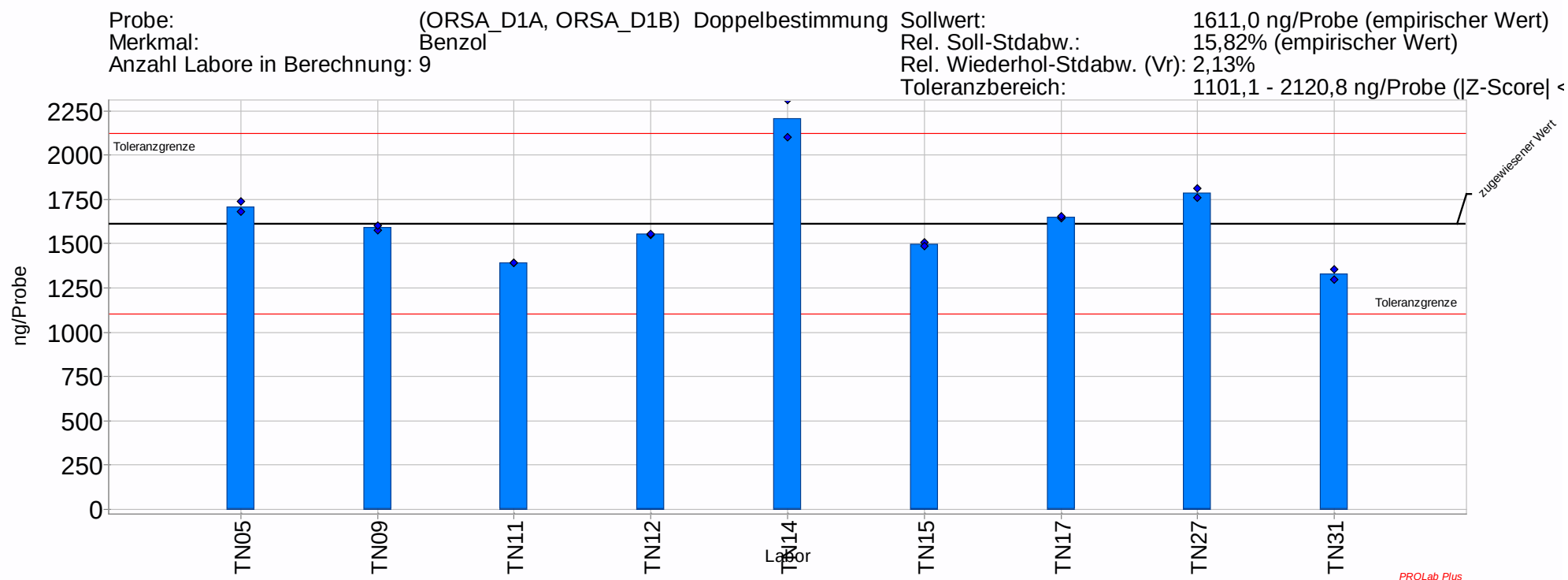


Abbildung 31: Robuste Auswertung Benzol - Probe ORSA Prüfgas 1

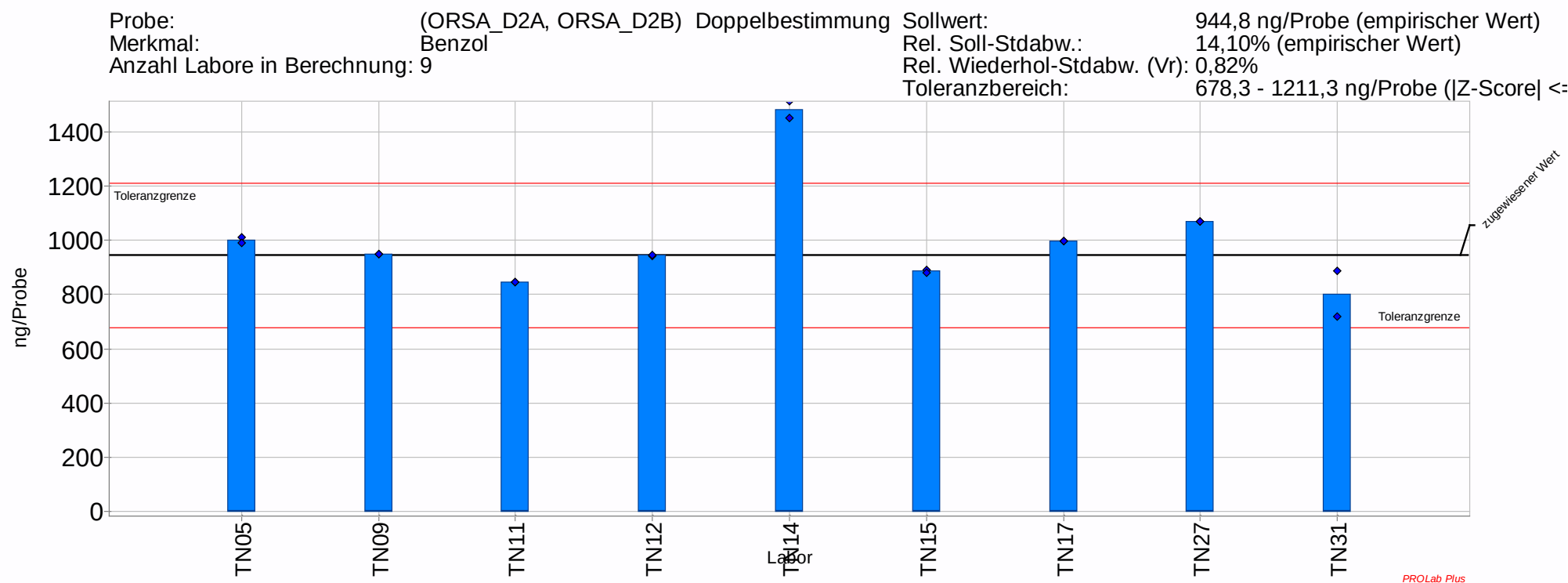


Abbildung 32: Robuste Auswertung Benzol - Probe ORSA Prüfgas 2

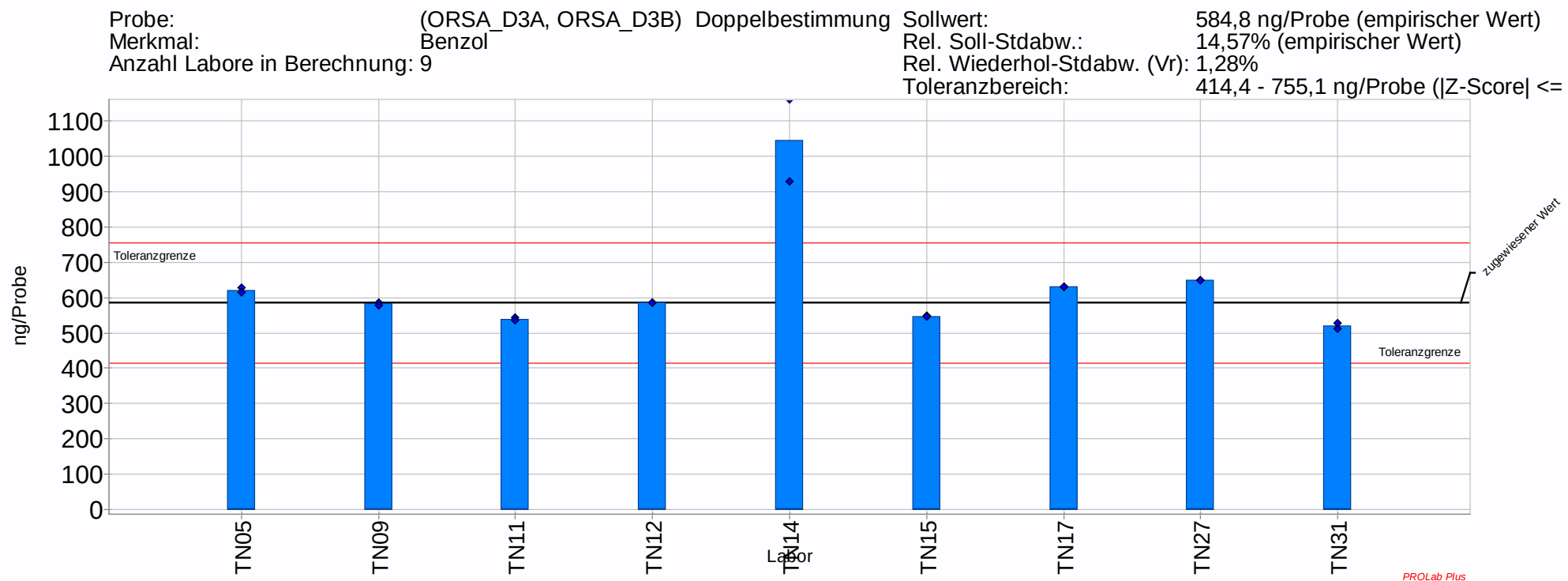


Abbildung 33: Robuste Auswertung Benzol – Probe ORSA Prüfgas 3

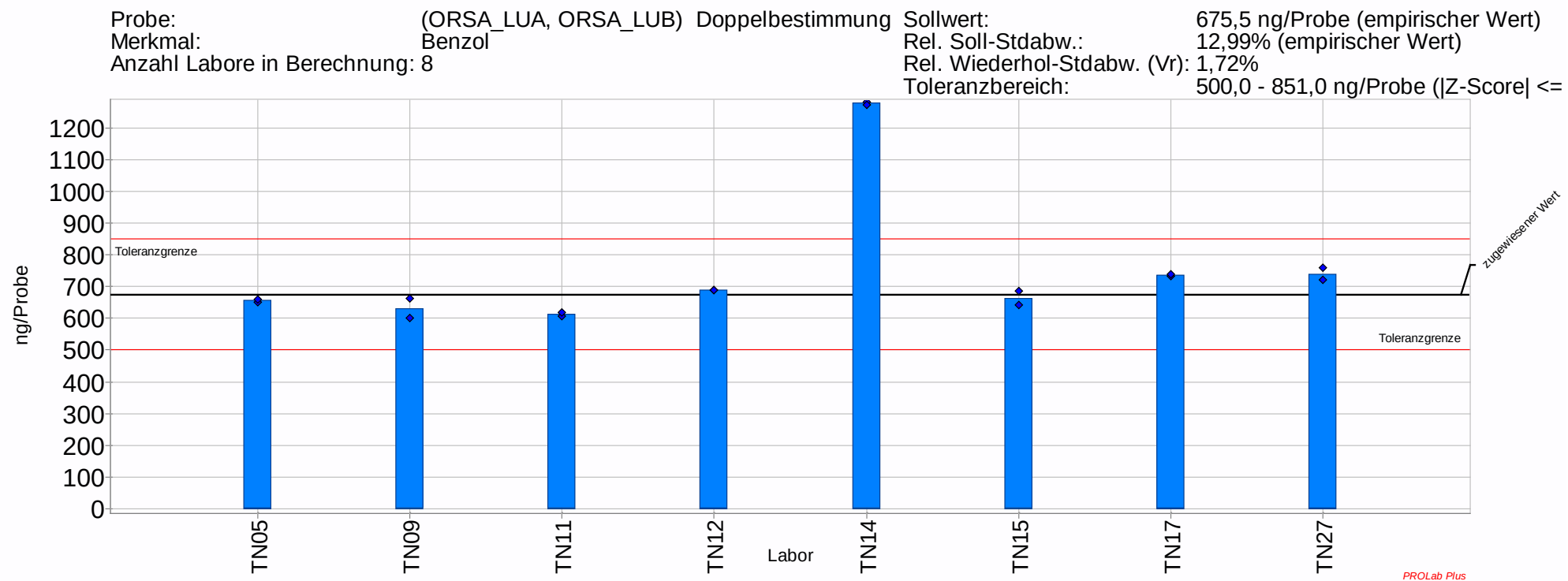


Abbildung 34: Robuste Auswertung Benzol – Probe ORSA LUBW Außenluft

5 Anhang

5.1 ORSA-Vergleichsmessungen

Tabelle 23: Messwerte und Kenngrößen - Probe 1A Prüfgas

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	1682	2180	1631	1324	
TN09	1579	2063	1529	1143	1733
TN11	1390				
TN12	1552	1970	1442	1173	1756
TN14	2101	2390	1806	1440	2161
TN15	1507	2060	1683	1223	1886
TN17	1646	2129	1591	1281	1948
TN27	1810	2490	1850	1560	2320
TN31	1358	1785	1410	1120	1697
zugewiesener Wert	1616,3	2133,5	1617,6	1283,1	1928,8
σ	271,4	240,3	214,9	200,4	325,6
Anzahl	9	8	8	8	7

Tabelle 24: Messwerte und Kenngrößen - Probe 1B Prüfgas

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	1738	2259	1753	1405	
TN09	1603	2090	1558	1174	1776
TN11	1390				
TN12	1555	1967	1441	1176	1756
TN14	2312	2600	1922	1552	2355
TN15	1487	2041	1698	1219	1886
TN17	1657	2157	1586	1292	1956
TN27	1760	2360	1690	1490	2180
TN31	1298	1716	1306	1035	1588
zugewiesener Wert	1606,5	2148,7	1619,3	1293	1928,2
σ	242,7	324	276,3	254,1	384,9
Anzahl	9	8	8	8	7

Tabelle 25: Messwerte und Kenngrößen - Probe Prüfgas 2A

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	1012	1315	1001	812	
TN09	949	1229	929	707	1054
TN11	847				
TN12	941	1191	874	740	1071
TN14	1452	1559	1154	944	1363
TN15	891	1244	1021	763	1175
TN17	998	1288	940	767	1158
TN27	1070	1450	1110	970	1360
TN31	886	1264	933	763	1156
zugewiesener Wert	959,2	1305,5	995,1	791,9	1190,9
σ	127,2	104,7	132,6	66,5	152,2
Anzahl	9	8	8	8	7

Tabelle 26: Messwerte und Kenngrößen - Probe Prüfgas 2B

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	990	1266	1002	790	
TN09	948	1224	927	695	1060
TN11	845				
TN12	947	1211	874	753	1071
TN14	1513	1613	1222	966	1423
TN15	882	1323	1037	769	1200
TN17	998	1294	942	753	1166
TN27	1070	1370	960	910	1320
TN31	720	1002	780	645	932
zugewiesener Wert	939,4	1281,3	962,1	783,4	1167,4
σ	153,3	139,9	142	112,1	258,1
Anzahl	9	8	8	8	7

Tabelle 27: Messwerte und Kenngrößen - Probe Prüfgas 3A

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	628	815	633	505	
TN09	587	770	582	443	670
TN11	543				
TN12	587	732	553	454	665
TN14	1161	1174	839	714	1023
TN15	548	770	640	474	749
TN17	631	817	602	481	742
TN27	650	860	620	550	800
TN31	529	744	575	486	713
zugewiesener Wert	587,9	790,2	601,8	488,9	748,8
σ	88,6	90,3	54,4	56,6	102,8
Anzahl	9	8	8	8	7

Tabelle 28: Messwerte und Kenngrößen - Probe Prüfgas 3B

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	614	844	626	502	
TN09	578	772	583	462	666
TN11	535				
TN12	586	736	555	452	666
TN14	929	941	658	578	781
TN15	546	784	645	481	752
TN17	631	818	601	489	738
TN27	650	860	620	680	820
TN31	513	723	547	440	667
zugewiesener Wert	583,5	809,6	604,3	494,3	727,1
σ	79,9	97,8	55	54,3	80,7
Anzahl	9	8	8	8	7

Tabelle 29: Messwerte und Kenngrößen - Probe Außenluft 4A

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	652	925	18	675	
TN09	600	839	16	556	260
TN11	606				
TN12	689	915		652	300
TN14	1282	1369	0	953	553
TN15	686	982	51	672	377
TN17	733	997	0	690	325
TN27	720	1070	70	810	400
zugewiesener Wert	669,4	995,1	25,8	692,6	369,1
σ	89,9	161,4	32,1	76	122,5
Anzahl	8	7	6	7	6

Tabelle 30: Messwerte und Kenngrößen - Probe Außenluft 4B

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	661	904	0	677	
TN09	661	914	< 15,0	595	281
TN11	619				
TN12	690	894		657	306
TN14	1273	1301	0	933	529
TN15	641	919	25	653	331
TN17	738	997	0	676	328
TN27	760	1060	70	810	370
zugewiesener Wert	681,5	941,4	17,9	667,2	342,2
σ	78,8	52,6	30,9	52,4	63,4
Anzahl	8	7	6	7	6

Tabelle 31: Messwerte und Kenngrößen - Probe Außenluft Blindwert

Teilnehmer	Benzol ng/Probe	Toluol ng/Probe	o-Xylol ng/Probe	m-/p-Xylol ng/Probe	Ethylbenzol ng/Probe
TN05	0	56	0	30	
TN09	< 15,0	40	< 15,0	24	< 15,0
TN11	21				
TN12		46		38	
TN14	0	0	0	0	0
TN15	46	81	26	50	57
TN17	0	0	0	0	0
TN27	25	40	20	40	20
zugewiesener Wert	15,2	37,6	9,2	26,1	19,1
σ	27,7	35	16,3	21,7	32,9
Anzahl	7	7	6	7	5

5.2 Ergänzende Prüfgasangebote

5.2.1 Schwefeldioxid

Teil- neh- mer	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5	PG6	PG7	PG8	PG9	PG10	PG11	PG12	PG13
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
TN01	0,5	309,7	278,5	320,2	30,2	27,4	37,8	28,1	30,4	29,4	63,4	63,1	63,1
TN02	0,3	293,5	268,0	302,7	28,4	28,0	35,6	26,8	28,6	27,5	59,4	59,9	60,1
TN04	1,2	319,2	285,9	329,7	30,7	28,6	38,6	28,8	31,0	30,1	64,6	65,1	65,2
TN06	-0,3	312,0	278,0	322,0	29,1	26,5	37,0	27,2	29,5	28,5	62,5	63,0	63,1
TN07	0,0	300,0	263,5	307,5	28,6	27,1	33,7	27,1	29,0	28,5	61,2	61,4	61,5
TN08	0,6	318,9	292,6	330,1	31,4	29,8	39,9	29,5	31,6	30,6	65,2	65,4	65,7
TN10	-0,4	319,9	295,6	327,3	30,2	28,4	33,7	28,6	29,8	29,0	63,7	64,1	64,1
TN13	1,0	311,0	282,7	322,3	30,9	28,3	39,8	29,0	31,2	30,2	63,8	64,2	64,3
TN16	0,4	317,9	274,6	333,3	31,1	27,1	44,7	29,3	32,3	30,8	65,3	65,7	65,7
TN19	0,0	320,0	285,0	330,8	30,5	28,1	37,8	28,6	30,8	30,2	65,0	65,4	65,3
TN20	0,1	323,1	280,9	330,5	29,9	27,2	37,8	27,8	30,2	29,1	63,8	64,1	64,1
TN21	-2,1	324,4	240,4	331,0	26,4	19,6	30,9	19,5	25,2	24,5	60,1	60,6	60,4
TN22	0,0	316,5	285,3	326,4	30,8	29,2	37,4	29,2	31,1	30,3	63,9	64,4	64,4
TN23	-0,6	315,2	286,0	322,5	29,9	28,4	33,7	29,0	30,3	29,7	64,4	65,1	64,6
TN24	0,0	316,4	286,8	326,0	30,4	28,5	39,2	28,7	30,8	29,9	63,7	63,9	64,0
TN25	-0,6	313,7	283,9	320,8	28,7	26,7	31,5	27,1	27,8	28,0	62,3	63,1	63,6
TN26	0,5	306,2	273,4	315,2	30,3	27,8	37,1	28,4	30,6	29,9	63,3	63,6	63,7
TN28	0,6	321,2	299,2	328,8	32,8	31,2	37,2	31,1	32,2	31,6	66,3	66,6	66,8
TN29	0,2	315,1	285,6	325,0	30,4	29,0	37,0	28,4	30,7	29,8	64,0	64,7	64,5

5.2.2 Kohlenmonoxid

	PG1	PG11	PG12	PG13
Teilnehmer	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³
TN01	-0,12	2,69	2,67	2,68
TN02	0,00	2,70	2,70	2,70
TN04	0,00	2,79	2,82	2,82
TN06	-0,04	2,64	2,65	2,65
TN07	0,00	2,72	2,72	2,72
TN08	0,00	2,60	2,60	2,60
TN10	-0,09	2,71	2,73	2,73
TN13	0,02	2,75	2,75	2,75
TN16	0,00	2,70	2,70	2,70
TN18	-0,01	2,71	2,72	2,72
TN19	0,00	2,80	2,80	2,80
TN20	0,00	2,40	2,40	2,40
TN21	0,00	2,85	2,85	2,85
TN22	0,00	2,73	2,73	2,73
TN23	-0,04	2,63	2,62	2,60
TN24	0,00	2,69	2,69	2,69
TN25	-0,06	2,41	2,41	2,41
TN26	0,02	2,72	2,72	2,72
TN29	0,01	2,72	2,72	2,72
TN30	0,00	2,71	2,72	2,72

5.2.3 Benzol

	PG21	PG22	PG23	PG24	PG25	PG26
Teilnehmer	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
TN02	3,5	3,6	3,6	2,1	2,1	2,1
TN07	3,5	4,1	4,0	2,1	2,4	2,2
TN08	3,8	3,8	3,8	2,3	2,3	2,4
TN10	3,7	3,7	3,7	2,2	2,1	2,1
TN13	3,8	3,9	3,9	2,2	2,1	2,1
TN16	3,5	3,5	3,5	2,0	2,0	2,0
TN19	3,4	3,4	3,3	2,0	1,9	2,0
TN21	3,1	3,0	3,0	1,7	2,0	1,5
TN22	3,7	3,7	3,7	2,2	2,2	2,2
TN23	3,7	3,7	3,8	2,1	2,1	2,1
TN24	3,8	3,8	3,8	2,3	2,2	2,3
TN26	3,6	3,7	3,6	2,2	2,2	2,1

5.2.4 Toluol

Teilnehmer	PG19	PG20	PG21	PG22	PG23	PG24	PG25	PG26	PG27	PG28
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
TN02	2,1	4,0	6,7	6,8	6,7	4,1	4,0	3,9	8,2	6,2
TN07	2,0	4,6	7,3	7,5	7,1	4,3	4,2	4,6	8,8	6,5
TN08	-	4,3	7,5	7,7	7,7	4,5	4,5	4,6	8,9	6,8
TN10	2,2	4,3	7,2	7,2	7,3	4,3	4,1	4,2	-	-
TN13	2,1	4,4	7,0	7,2	7,2	4,5	4,5	4,5	8,2	6,8
TN16	2,0	3,9	6,6	6,6	6,7	3,9	3,9	3,8	7,0	5,9
TN19	2,0	4,1	7,0	7,1	7,0	4,1	4,1	4,1	8,3	6,2
TN21	6,9	3,6	5,9	0,5	6,9	4,0	4,4	3,5	-	-
TN22	2,2	4,3	7,3	7,3	7,3	4,3	4,3	4,3	8,6	6,4
TN23	2,0	4,1	6,8	6,6	6,7	3,9	3,9	3,9	8,4	6,2
TN24	2,2	4,4	7,4	7,4	7,3	4,3	4,4	4,3	8,5	6,5
TN26	2,0	3,9	6,8	6,7	6,8	4,3	4,1	4,1	8,0	6,1

5.2.5 o-Xylol

Teilnehmer	PG19	PG20	PG21	PG22	PG23	PG24	PG25	PG26	PG27	PG28
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
TN02	0,9	1,7	2,9	2,9	2,9	1,7	1,7	1,7	3,6	2,7
TN07	0,8	1,8	2,8	2,6	2,8	1,7	1,5	1,4	3,0	2,1
TN08	1,1	2,1	3,6	3,6	3,6	2,2	2,2	2,3	4,2	-
TN10	1,0	1,8	3,1	3,1	3,2	1,8	1,8	1,7	-	-
TN13	0,7	1,5	2,9	2,9	3,0	1,6	1,6	1,6	3,6	2,6
TN16	0,7	1,4	2,4	2,8	2,8	1,4	1,4	1,3	3,3	2,5
TN19	0,9	1,8	3,2	3,0	3,1	1,9	1,8	1,9	3,6	2,8
TN21	1,5	2,0	3,4	3,1	4,2	1,8	2,4	1,8	-	-
TN22	1,1	2,0	3,5	3,5	3,5	2,0	2,0	2,0	4,1	3,1
TN23	0,9	1,8	2,9	3,0	2,9	1,8	1,7	1,7	3,6	2,7
TN24	1,0	2,1	3,5	3,5	3,4	2,0	2,0	2,0	4,1	3,1

5.2.6 m-/p-Xylol

Teilnehmer	PG19	PG20	PG21	PG22	PG23	PG24	PG25	PG26	PG27	PG28
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
TN02	0,9	1,8	3,0	3,1	3,2	1,9	1,9	1,8	3,8	2,9
TN07	1,6	2,5	4,1	3,8	3,7	2,4	2,2	2,5	4,4	3,3
TN08	1,2	2,3	3,8	3,8	3,9	2,3	2,3	2,3	4,5	3,4
TN10	1,0	1,9	3,2	3,2	3,2	1,9	1,8	1,8	-	-
TN13	0,7	1,6	3,0	3,1	3,2	1,7	1,7	1,7	3,9	2,8
TN16	0,7	1,5	2,6	3,0	3,0	1,6	1,5	1,5	3,5	2,6
TN19	0,9	1,8	3,1	3,1	3,0	1,8	1,8	1,8	3,6	2,7
TN21	1,8	1,5	3,5	3,3	2,8	2,1	0,7	1,9	-	-
TN22	1,1	2,0	3,5	3,5	3,5	2,0	2,0	2,0	4,1	3,1
TN23	0,9	1,9	3,1	3,1	3,1	1,8	1,7	1,8	3,8	2,8
TN24	1,0	2,1	3,5	3,5	3,4	2,0	2,0	2,0	4,1	3,1

TN26	1,0	1,9	3,2	3,2	3,2	1,9	1,9	1,9	3,7	2,8
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

5.2.7 Ethylbenzol

Teilnehmer	PG19 µg/m³	PG20 µg/m³	PG21 µg/m³	PG22 µg/m³	PG23 µg/m³	PG24 µg/m³	PG25 µg/m³	PG26 µg/m³	PG27 µg/m³	PG28 µg/m³
TN02	0,7	1,5	2,6	2,6	2,6	1,6	1,5	1,5	3,2	2,4
TN07	1,0	2,0	3,4	3,3	3,4	2,1	1,9	2,0	3,5	2,8
TN08	0,9	1,9	3,1	3,1	3,1	1,9	1,9	1,9	3,6	2,8
TN10	0,8	1,6	2,7	2,7	2,8	1,6	1,6	1,6	-	-
TN13	0,5	1,3	2,4	2,4	2,5	1,3	1,3	1,3	3,0	2,1
TN16	0,6	1,2	2,1	2,5	2,5	1,3	1,2	1,2	2,9	2,2
TN19	0,8	1,6	2,7	2,6	2,6	1,6	1,6	1,6	3,1	2,4
TN21	1,0	1,4	2,5	3,0	5,2	1,6	2,8	1,3	-	-
TN23	0,7	1,5	2,4	2,4	2,4	1,4	1,4	1,4	3,1	2,3

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

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

www.lanuv.nrw.de