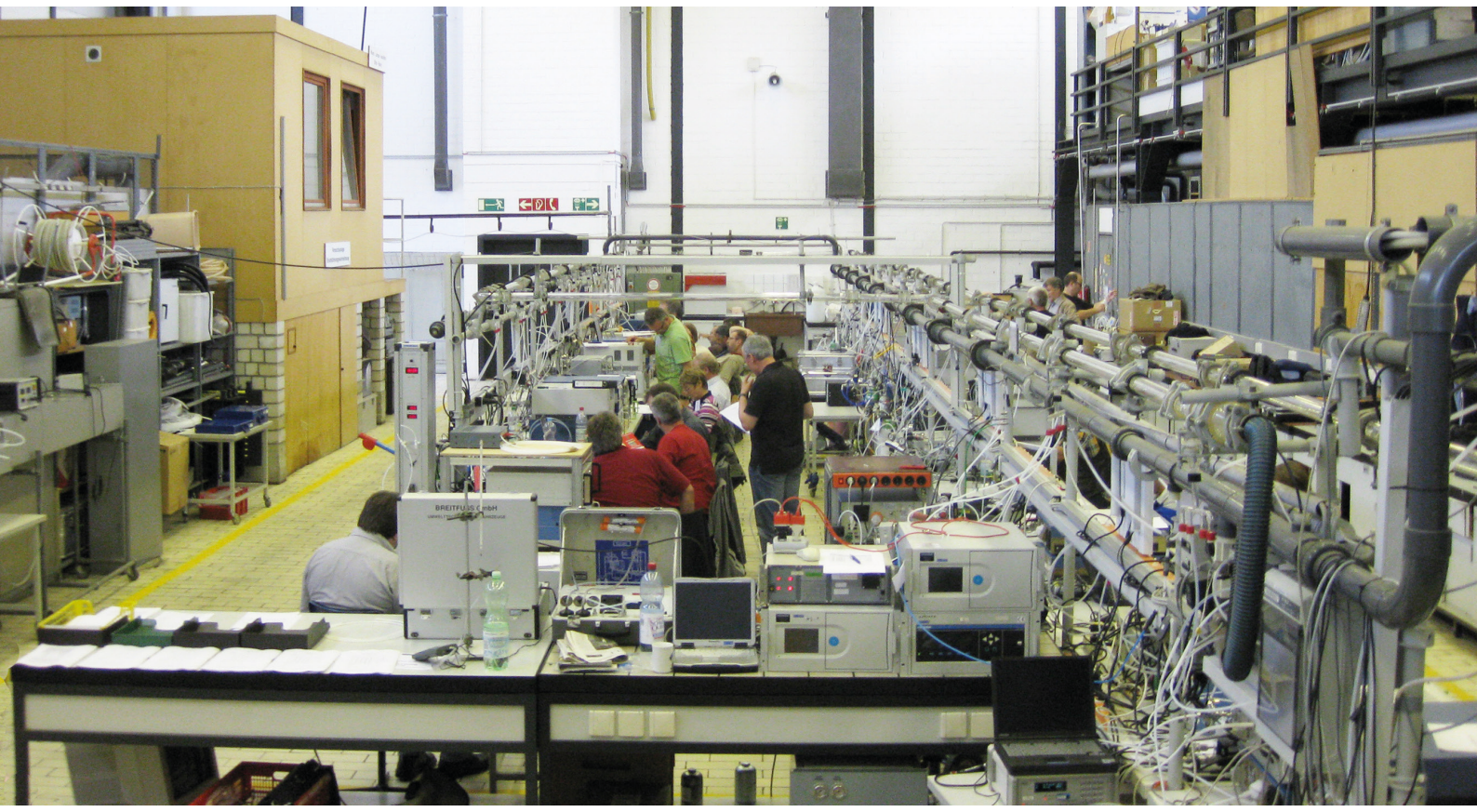




Ringversuche der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES)

Stickoxide und Ozon vom 28. bis 30. September 2010

LANUV-Fachbericht 64

Ringversuche der staatlichen Immissionsmessstellen (STIMES)

Stickoxide und Ozon vom 28. bis 30. September 2010

LANUV-Fachbericht 64

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2015



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, Alfred Wagner und Dr. Ulrich Pfeffer (LANUV)
Titelfoto	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 Tafeln 177 bis 179
Bereitschaftsdienst	Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Telefon 0201 714488

Inhalt

1.	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse	4
1.1.	Einleitung	4
1.2.	Ziele des Ringversuches	4
1.3.	Zeitplan	4
1.4.	Teilnehmerliste	6
1.5.	Übersicht über die eingesetzten Kalibrierverfahren	7
1.6.	Zusammenfassung und Diskussion	10
1.7.	Ermittlung von Sollwerten mit bekannter Messunsicherheit	10
1.8.	Vergleich der Vorgabewerte mit den Teilnehmermedianen	11
1.8.1.	Ozon	12
1.8.2.	Stickstoffdioxid	13
1.8.3.	Stickstoffmonoxid	14
2.	Auswertungen im Detail	14
2.1.	Ermittlung der Sollkonzentration und der Messunsicherheit des Vorgabewertes	14
2.2.	Bewertung nach dem z-score Verfahren	15
2.3.	Z-Score Auswertung Ozon	17
2.4.	Z-Score Auswertung Stickstoffdioxid	19
2.5.	Z-Score Auswertung Stickstoffmonoxid	21
2.6.	Robustes Auswerteverfahren	23
2.7.	Gasphasentitrationen	24
2.8.	Querempfindlichkeit gegenüber Wasserdampf	27
3.	Anhang	33
3.1.	Bewertung mit robustem Mittelwert und robuster Standardabweichung	33
3.1.1.	Ozon	33
3.1.2.	Stickstoffdioxid	35
3.1.3.	Stickstoffmonoxid	37
3.2.	Angebot N1 – Gasphasentitrationen	39
3.3.	Angebot N1 – Stickstoffdioxid	45
3.4.	Angebot N1 – Ozon	51
3.5.	Angebot N1 – Stickstoffmonoxid	58
3.6.	Angebot N2 – Stickstoffdioxid	64
3.7.	Angebot N2 – Stickstoffmonoxid	70

1. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

1.1. Einleitung

In der Zeit vom 28. bis 30. September 2010 fand im LANUV NRW ein Ringversuch der staatlichen Immissionsmessstellen der Bundesländer (STIMES) statt. Der Ringversuch beinhaltete die Messkomponenten Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Ozon. Folgende Messverfahren waren beteiligt:

Anzahl der Teilnehmer	Verfahren	Anzahl
19	Chemilumineszenz (NO und NO ₂)	25
	Saltzman (NO ₂)	1
	UV-Absorption (Ozon)	25

1.2. Ziele des Ringversuches

- Vergleich der Messergebnisse für verschiedene Prüfgaskonzentrationen im Bereich der Grenzwerte und typischer Außenluftbedingungen
- Vorgabe von Referenzwerten mit definierter Unsicherheit
- Feuchtigkeitseinfluss bei Stickstoffdioxid-Konzentrationen im Bereich der Grenzwerte und typischer Außenluftbedingungen
- Vergleich über die Gasphasentitration für solche Konzentrationen

1.3. Zeitplan

Dienstag, den 28.09.2010

Uhrzeit				
Von	Bis	Was?	Wo?	Prüfgas
08:00		Anreise und Aufbau der Geräte im Technikum	Technikum	
		Kontrollkalibrierung Teilnehmer		
14:00	16:00	Nullgas		
15:45	16:30	Begrüßung und Eingangsbesprechung	K3	
		Nachtangebot N1	Technikum	
16:30	17:15	NO ca. 100 ppb		PG 1
17:30	18:15	GPT 14 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 2
18:30	19:15	GPT 18 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 3
19:30	20:15	GPT 27 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 4
20:30	21:15	GPT 36 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 5
21:30	22:15	NO ca. 100 ppb		PG 6
22:30	23:15	GPT 14 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 7
23:30	00:15	GPT 18 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 8
00:30	01:15	GPT 27 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 9
01:30	02:15	GPT 36 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 10
02:30	03:15	Nullgas		PG 11
03:30	04:15	14 ppb Ozon		PG 12
04:30	05:15	18 ppb Ozon		PG 13

Dienstag, den 28.09.2010

Uhrzeit				
Von	Bis	Was?	Wo?	Prüfgas
05:30	06:15	27 ppb Ozon		PG 14
06:30	07:15	36 ppb Ozon		PG 15

Mittwoch, den 29.09.2010

Uhrzeit				
Von	Bis	Was?	Wo?	Prüfgas
08:00	09:00	Kalibrierzeit, Nullgas auf der Leitung		
09:00	09:45	NO ca. 250 ppb		PG 16
10:00	10:45	GPT 100 ppb NO ₂ / 150 ppb NO		PG 17
11:00	11:45	ca. 100 ppb Ozon		PG 18
12:00	12:45	GPT 60 ppb NO ₂		PG 19
13:00	13:45	ca. 60 ppb Ozon		PG 20
14:00	14:15	Zwischenergebnis / Besprechung	Technikum	
14:00	14:45	GPT 25 ppb NO ₂		PG 21
15:00	15:45	ca. 25 ppb Ozon		PG 22
16:00	16:45	Nullgas		
		Nachtangebot N₂		
		GPT bei 10 % relative Feuchte		
17:00	17:45	NO ca. 100 ppb		PG 23
18:00	18:45	GPT 14 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 24
19:00	19:45	GPT 18 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 25
20:00	20:45	GPT 27 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 26
21:00	21:45	GPT 36 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 27
		GPT bei 20 % relative Feuchte		
22:00	22:45	NO ca. 100 ppb		PG 28
23:00	23:45	GPT 14 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 29
00:00	00:45	GPT 18 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 30
01:00	01:45	GPT 27 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 31
02:00	02:45	GPT 36 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 32
		GPT bei 50 % relative Feuchte		
03:00	03:45	NO ca. 100 ppb		PG 33
04:00	04:45	GPT 14 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 34
05:00	05:45	GPT 18 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 35
06:00	06:45	GPT 27 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 36
07:00	07:45	GPT 36 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 37

Donnerstag, den 30.09.2010

Uhrzeit				
Von	Bis	Was?	Wo?	Prüfgas
08:00	08:45	Kalibrierzeit, Nullgas auf der Leitung		
		GPT bei 50 % relative Feuchte		
09:00	09:45	NO ca. 250 ppb		PG 39
10:00	10:45	GPT 100 ppb NO ₂ / 150 ppb NO		PG 40
		Trockene Prüfgase		
11:00	11:45	Nullgas		PG 41
12:00	12:45	GPT 14 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 42
13:00	13:45	GPT 36 ppb NO ₂ / 100 ppb NO _x		PG 43
13:15	14:00	Abschlussbesprechung	K3	
14:00		Nullgas		
17:00		Ende der Arbeiten im Technikum		

1.4. Teilnehmerliste

Messstelle	Straße	PLZ	Ort
Bayerisches Landesamt für Umwelt	Schloss Steinenhausen	95326	Kulmbach
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG)	Rheingastr. 186	65203	Wiesbaden
Institut für Hygiene und Umwelt	Marckmannstraße 129b	20539	Hamburg
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR), Dez. 74	Oelixdorfer Straße 2	25524	Itzehoe
Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz	Don Bosco Straße 1	66119	Saarbrücken
Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern	Goldberger Straße 12	18273	Güstrow
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG)	Rheinallee 97-101	55118	Mainz
Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Außenstelle Magdeburg	Wallonerberg 6-7	39104	Magdeburg
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) Baden-Württemberg	Großoberfeld 3	76231	Karlsruhe
Landesumweltamt Brandenburg (LUA)	Seeburger Chaussee 2	14476	Potsdam OT Großglienicke
LANUV NRW Fachbereich 42	Wallneyer Straße 6	45133	Essen

Messstelle	Straße	PLZ	Ort
LANUV NRW Fachbereich 43	Wallneyer Straße 6	45133	Essen
RIVM	Antonie van Leeuwenhoeklaan 9	NL-3720	BA Bilthoven
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz	Brückenstraße 6	10179	Berlin
Staatliche Betriebsgesell- schaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL)	Altwahnsdorf 12	01445	Radebeul
Staatliches Gewerbeauf- sichtsamt Hildesheim	Goslarsche Straße 3	31134	Hildesheim
Staatliches Umweltamt Luxemburg (ADENV)	16, Rue Eugène Ruppert	L-2453	Luxembourg
Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Göschwitzer Straße 41	07745	Jena
Umweltbundesamt Außenstelle Langen	Paul-Ehrlich-Straße 29	63225	Langen

1.5. Übersicht über die eingesetzten Kalibrierverfahren

Ringl.- Nr.	Teilnehmer	Messverfahren	Messgerät
9	HLUG Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie	UV-Absorption	API 400
6	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie	UV-Absorption	APOA 360
15	Bayerisches Landesamt für Umwelt	UV-Absorption	APOA 370
3	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg	UV-Absorption	APOA 370
8	LAU Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Außenstelle Magdeburg	UV-Absorption	APOA 370
1	LUA Landesumweltamt NRW FB 43	UV-Absorption	APOA 370
5	LUNG Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern	UV-Absorption	APOA 370
11	LUWG Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz	UV-Absorption	APOA 370
18	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin	UV-Absorption	APOA 370
10	Staatliches Umweltamt Luxemburg	UV-Absorption	APOA 370
12	BfUL Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen	UV-Absorption	ML 9811
15	Bayerisches Landesamt für Umwelt	UV-Absorption	MLU 400
1	LANUV NRW FB 43	UV-Absorption	O3 41M
2	LANUV NRW FB 42	UV-Absorption	O3 42M
13	Institut für Hygiene und Umwelt Hamburg	UV-Absorption	TE 49I
16	LLUR Itzehoe	UV-Absorption	TE 49C
12	BfUL Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen	UV-Absorption	TE 49I
20	Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz	UV-Absorption	TE 49I
3	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg	UV-Absorption	TE 49I
16	LLUR Itzehoe	UV-Absorption	TE 49I
22	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg	UV-Absorption	TE 49I
7	RIVM	UV-Absorption	TE 49I

Ringl.-Nr.	Teilnehmer	Messverfahren	Messgerät
14	Staatliche Gewerbeaufsicht Hildesheim ZUS LG	UV-Absorption	TE 49I
4	Umweltbundesamt Außenstelle Langen	UV-Absorption	TE 49I
22	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg	UV-Absorption	UV-Basis
2	LANUV NRW FB 42	Chemielumineszenz	AC 32M
1	LANUV NRW FB 43	Chemielumineszenz	AC 32M
14	Staatliche Gewerbeaufsicht Hildesheim ZUS LG	Chemielumineszenz	API 200A
7	RIVM	Chemielumineszenz	API 200E
9	HLUG Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie	Chemielumineszenz	APNA 360
4	Umweltbundesamt Außenstelle Langen	Chemielumineszenz	APNA 360
15	Bayerisches Landesamt für Umwelt	Chemielumineszenz	APNA 370
13	Institut für Hygiene und Umwelt Hamburg	Chemielumineszenz	APNA 370
3	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg	Chemielumineszenz	APNA 370
8	LAU Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Außenstelle Magdeburg	Chemielumineszenz	APNA 370
16	LLUR Itzehoe	Chemielumineszenz	APNA 370
5	LUNG Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern	Chemielumineszenz	APNA 370
11	LUWG Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz	Chemielumineszenz	APNA 370
18	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin	Chemielumineszenz	APNA 370

Ringl.-Nr.	Teilnehmer	Messverfahren	Messgerät
10	Staatliches Umweltamt Luxemburg	Chemielumineszenz	APNA 370
6	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Chemielumineszenz	APNA 370
12	BfUL Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen	Chemielumineszenz	CLD 700AL
1	LANUV NRW FB 43	Chemielumineszenz	CLD 700AL
22	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg	Chemielumineszenz	MLU 200A
12	BfUL Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen	Chemielumineszenz	TE 42C
16	LLUR Itzehoe	Chemielumineszenz	TE 42C
22	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg	Chemielumineszenz	TE 42C
20	Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz	Chemielumineszenz	TE 42I
3	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg	Chemielumineszenz	TE 42I
6	Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Chemielumineszenz	TE 42I
22	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg	Gries-Saltzman	Saltzman

1.6. Zusammenfassung und Diskussion

Die Standardabweichung der Teilnehmer für die Komponente Stickstoffmonoxid ist im Vergleich zum letzten STIMES-Ringversuch 2009 geringfügig gestiegen. Für die Komponenten Ozon und Stickstoffdioxid ist die Standardabweichung im Vergleich zu 2009 in etwa konstant.

Komponente	Konzentration	Standardabweichung
Stickstoffdioxid	94 ppb	2,0 ppb (2,1 %)
	59 ppb	1,8 ppb (3,1 %)
	27 ppb	1,6 ppb (6,0 %)
Ozon	90,4 ppb	0,8 ppb (0,9 %)
	56,5 ppb	0,8 ppb (1,4 %)
	24,6 ppb	0,4 ppb (1,6 %)
Stickstoffmonoxid	256 ppb	4,3 ppb (1,7 %)
	164 ppb	2,7 ppb (1,7 %)
	199 ppb	3,5 ppb (1,8 %)

Die Sollwerte und Teilnehmermediane weisen eine gute Übereinstimmung auf. Für die Komponenten Ozon und Stickstoffdioxid sind Sollwert und Median zwar im statistischen Sinne unterscheidbar, die Unterschiede liegen aber im Bereich der Nachweisgrenzen bzw. bei maximal 0,8 %.

Alle Teilnehmer erfüllen die Kriterien der z-score Auswertung. Die z-scores der Messverfahren sind überwiegend kleiner 1. Lediglich bei der Komponente Stickstoffdioxid gab es zwei Messergebnisse mit einem z-score zwischen 2 und 3.

Die Konverterwirkungsgrade der NO_x-Analysatoren liegen bei 100 ± 3 %. Der Quotient der Ozon- und der titrierten NO₂-Konzentration liegt ebenfalls bis auf Ausnahmen bei 100 ± 3 %. Der Konverterwirkungsgrad wird, als nicht zu vernachlässigende Unsicherheitsquelle für die NO₂-Konzentration, von den Teilnehmern zuverlässig überwacht.

Auch im Bereich der Außenluftkonzentrationen lässt sich dieses gute Ergebnis wiederholen. Der Quotient der Ozon- und der titrierten NO₂-Konzentration bricht bei diesen kleineren Konzentrationen ein. Dieses ist der Nachweisgrenze der Verfahren anzurechnen.

Im Nachtangebot N2 wurden feuchte Prüfgase (0 bis 50 % relative Feuchte) im Konzentrationsbereich von Außenluft von 14 bis 36 ppb NO₂ (entspricht 25 bis 70 µg/m³) dosiert. Bei fast allen Teilnehmerverfahren zeigte sich hier eine deutliche Querempfindlichkeit gegenüber Wasserdampf. Abhängig von der Ausgangskonzentration kam es zu mittleren Minderbefunden von 1 bis 2 ppb NO₂. Dies entspricht einem Minderbefund von rund 6 % NO₂ im Bereich des Grenzwertes.

Die zur z-score Auswertung verwendeten Angebote 17 bis 22 wurden zusätzlich einer robusten Auswertung nach 2.6 unterzogen. Insbesondere bei Ozon wurden deutlich geringere Standardabweichungen des Vorgabewertes ermittelt. Trotz der deutlich anspruchsvolleren Anforderungen werden diese von allen Teilnehmern eingehalten. Dies unterstreicht nochmals die hohe Ergebnisqualität der Teilnehmer.

1.7. Ermittlung von Sollwerten mit bekannter Messunsicherheit

Die Sollwerte und die zugeordneten Messunsicherheiten wurden wie unter 2.1 erläutert berechnet. Für die einzelnen Komponenten ergibt sich zusammengefasst:

Prüfgasangebot	Komponente	Sollwert [ppb]	s [ppb]	U _{ref} [ppb]	U _{lab} [ppb]	σ [ppb]
18	O ₃	90,4	0,8	1,9	6,8	3,5
20	O ₃	56,5	0,8	1,5	4,2	2,2
22	O ₃	24,6	0,4	1,1	2,0	1,2
16	NO ₂	2,5	1,6	1,2	2,0	1,2
17	NO ₂	93,9	2,1	3,0	7,0	3,8
19	NO ₂	59,5	1,8	2,3	4,5	2,5
21	NO ₂	26,6	1,6	1,6	2,0	1,3
16	NO	255,6	4,4	6,2	19,2	10,1
17	NO	163,5	2,7	4,4	12,3	6,5
19	NO	199,1	3,7	5,1	14,9	7,9
21	NO	231,4	4,4	5,8	17,4	9,1

1.8. Vergleich der Vorgabewerte mit den Teilnehmermedianen

Zum Vergleich der Sollwerte mit den Medianen werden die Mediane gegen die Sollwerte aufgetragen und der lineare Zusammenhang mit Hilfe der linearen Regression ermittelt. Steigung und Achsenabschnitt wurden im statistischen Sinne auf 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

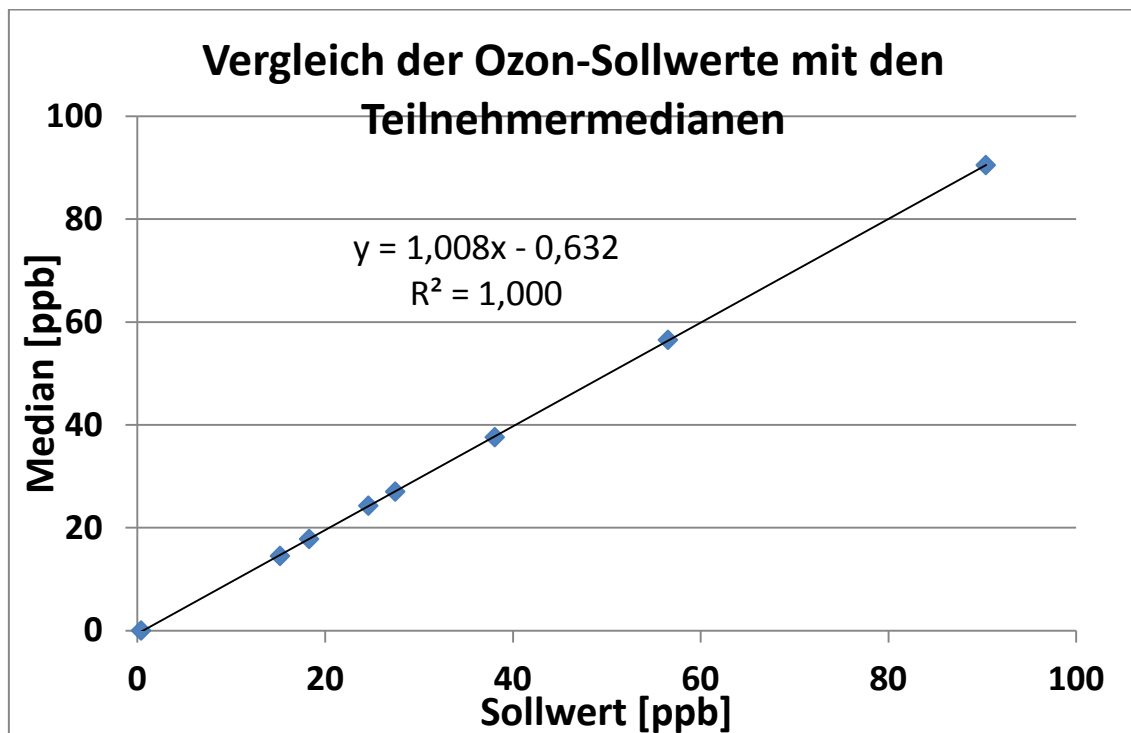
Komponente	m	b	s _m	s _b	PG _s	PG _b	t _{0,95}
Ozon	1,008	-0,632	0,002	0,10	3,75	6,64	2,45
NO ₂	0,999	-0,335	0,003	0,11	0,43	3,01	2,26
NO	0,998	-0,468	0,002	0,28	1,04	1,65	2,26

Zwar ist die Steigung für die Komponente Ozon statistisch von 1 unterscheidbar, die Unterschiede sind mit etwa 0,8 % jedoch gering. Analoge Aussagen ergeben sich für die Achsenabschnitte. Für Ozon und Stickstoffdioxid sind diese zwar statistisch von Null unterscheidbar, die Unterschiede betragen aber nur - 0,6 bzw. 0,3 ppb und liegen somit in der Größenordnung der Nachweisgrenzen.

1.8.1. Ozon

Der Vergleich Referenzwerte (Sollwerte) mit den Medianen der Teilnehmer zeigt eine gute Übereinstimmung. Die Steigung der Ausgleichgeraden beträgt 1,008 und der Achsenabschnitt - 0,63 ppb.

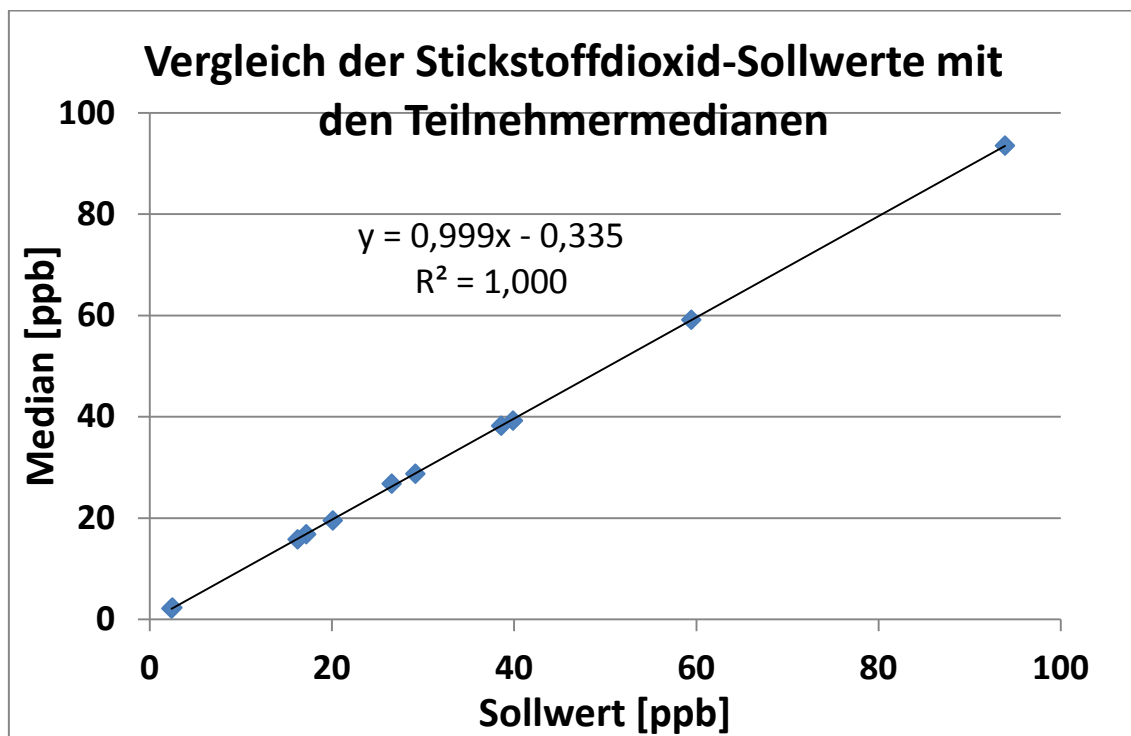
PG	Median [ppb]	Sollwert [ppb]
11	0,0	0,4
12	14,5	15,2
13	17,8	18,3
14	27,0	27,5
15	37,6	38,1
18	90,6	90,4
20	56,5	56,5
22	24,3	24,6



1.8.2. Stickstoffdioxid

Der Vergleich Referenzwerte (Sollwerte) mit den Medianen der Teilnehmer zeigt eine gute Übereinstimmung. Die Steigung der Ausgleichsgeraden beträgt 0,999 und der Achsenabschnitt - 0,34 ppb.

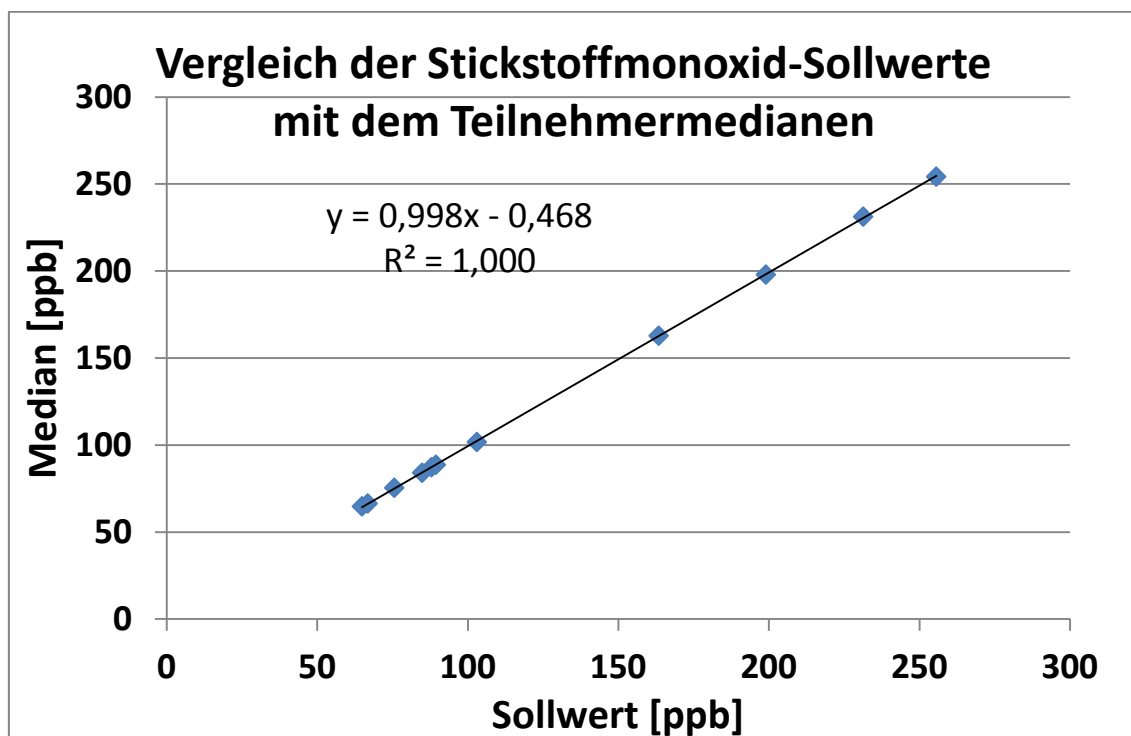
PG	Median [ppb]	Sollwert [ppb]
1,6	2,1	2,4
2,7	16,8	17,2
3,8	19,5	20,1
4,9	28,7	29,2
5,10	39,2	39,9
16	2,3	2,5
17	93,5	93,9
19	59,2	59,5
21	26,8	26,6
42	15,8	16,3
43	38,2	38,6



1.8.3. Stickstoffmonoxid

Der Vergleich Referenzwerte (Sollwerte) mit den Medianen der Teilnehmer zeigt eine gute Übereinstimmung. Die Steigung der Ausgleichsgeraden beträgt 0,998 und der Achsenabschnitt - 0,47 ppb.

Sollwert [ppb]	Median [ppb]	s [ppb]	s [%]
28,5	28,8	0,51	1,78%
96,8	97,7	1,50	1,55%
241,0	241,3	3,89	1,61%
483,7	481,6	22,98	4,75%
239,3	241,0	2,85	1,19%
145,4	146,0	2,27	1,56%
180,5	182,0	2,70	1,50%



2. Auswertungen im Detail

2.1. Ermittlung der Sollkonzentration und der Messunsicherheit des Vorgabewertes

Die Sollkonzentration, d. h. der Vorgabewert der Konzentration wurde für alle trockenen Prüfgase aus dem Mittelwert der Messwerte des Referenzverfahrens der beiden nationalen Referenzlaboratorien (LANUV und UBA) berechnet. Bei den Angeboten mit Störkomponenten (feuchte Prüfgase) wurde der Vorgabewert aus den Messungen an trockenem Prüfgas, unter Kontrolle der Dosierstabilität aus den Rückmeldesignalen der Dosieranlage, vorgenommen. Die Plausibilität der Vorgabewerte wurde über den robusten Vergleich mit dem Teilnehmermedian jedes Prüfgasangebotes vorgenommen.

Die zulässige Unsicherheit eines Teilnehmermesswertes erfolgt in Anlehnung an die Durchführungsbestimmung für Messstellen im Sinne des § 26 BImSchG. Die Unsicher-

heit U_{Vorgabe} setzt sich zusammen aus der Unsicherheit des Referenzwertes und der zulässigen Unsicherheit des Teilnehmersmesswertes U_{Lab} , bzw. in der Nähe des Nullpunktes der Unsicherheit des Nullpunktes U_0 .

Die zulässige Unsicherheit U_{lab} des Teilnehmersmesswertes leitet sich von den Qualitätszielen der EU-Tochterraichtlinien ab. Sie beträgt für die Komponente Benzol 12,5 % des Sollwertes. Dies entspricht der Hälfte der Präzisionsvorgabe der EU-Tochterraichtlinie.

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

Komponente	U_0
Stickstoffdioxid	2 ppb
Stickstoffmonoxid	2 ppb
Ozon	2 ppb

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 zulässige Standardunsicherheit des Teilnehmersmesswertes 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.

2.2. 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. 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 in nach folgender Formel berechnet

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

z	z-score
x	Konzentration einzelner Teilnehmer in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
X	Vorgabewert (Sollwert) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
σ	Standardabweichung des Vorgabewertes

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

$|z_i| \leq 2$ Ergebnis zufriedenstellend

$2 < |z_i| < 3$ Ergebnis fraglich

$|z_i| \geq 3$ 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 zwei der drei 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.

Stehen in begründeten Einzelfällen nur die Ergebnisse für zwei Konzentrationsstufen für eine Auswertung zur Verfügung, so sind die Ursachen hierfür während des Ringversuchs schriftlich zu dokumentieren und bei der Ringversuchsleitung zu hinterlegen. Die Teilnahme soll dann bei Anerkennung der Gründe als erfolgreich bewertet werden, wenn beide z-score-Beträge kleiner oder gleich 2 sind.

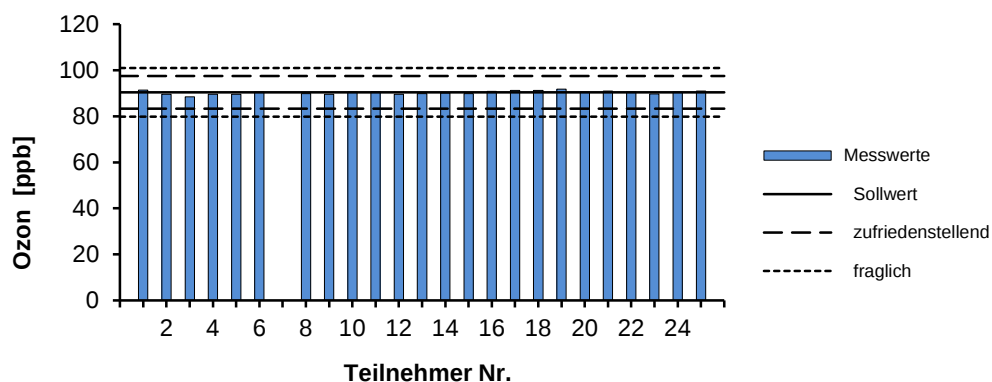
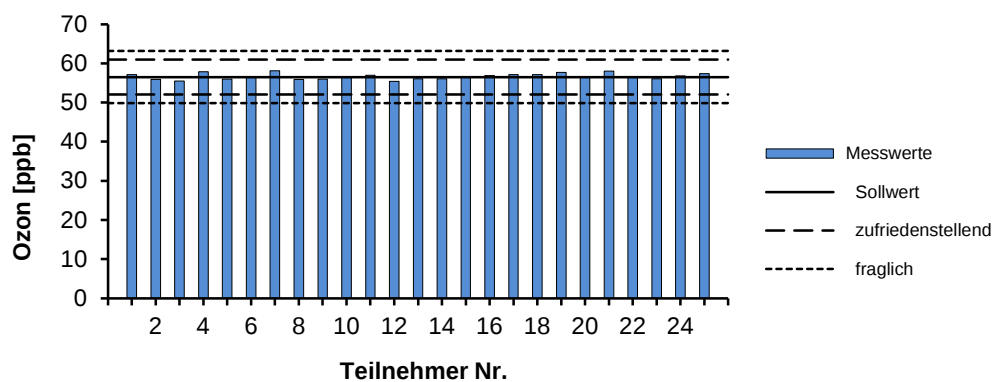
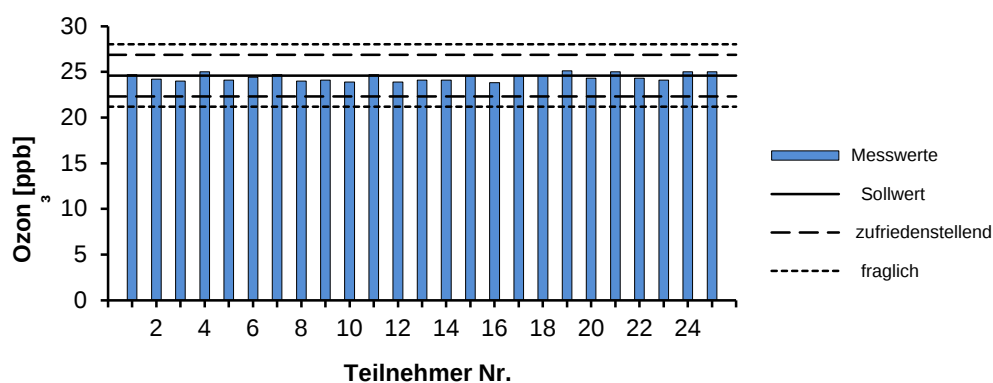
Die Prüfgasangebote für Stickstoffdioxid (PG 17, 19 und 21), Ozon (PG 18, 20 und 22) sowie für Stickstoffmonoxid (PG 16, 17 und 19) wurden nach dem z-score Verfahren bewertet. Die Sollkonzentration wurde aus den Messwerten der nationalen Referenzlaboratorien ermittelt. Die zulässige Messunsicherheit wurde hierbei in Anlehnung an die Durchführungsbestimmungen für Ringversuche nach § 26 BImSchG für Messstellen berechnet. Alle teilnehmenden Messverfahren erfüllen die Anforderungskriterien, wobei in der überwiegenden Zahl der Fälle z-scores kleiner 1 erzielt wurden.

2.3. Z-Score Auswertung Ozon

	PG18		PG20		PG22		Bewertung
	X	90,4 ppb	X	56,5 ppb	X	24,6 ppb	
	u_{Lab}	6,8 ppb	u_{Lab}	4,2 ppb	u_{Lab}	2,0 ppb	
	u_{ref}	1,9 ppb	u_{ref}	1,5 ppb	u_{ref}	1,1 ppb	
	σ	3,53 ppb	σ	2,23 ppb	σ	1,14 ppb	
TN	Messwert [ppb]	Z_i	Messwert [ppb]	Z_i	Messwert [ppb]	Z_i	Teilnahme erfolgreich
1	91,4	0,28 +	57,1	0,27 +	24,7	0,09 +	ja
2	89,6	-0,23 +	55,9	-0,27 +	24,2	-0,35 +	ja
3	88,5	-0,54 +	55,5	-0,45 +	24,0	-0,53 +	ja
4	89,6	-0,23 +	57,9	0,63 +	25,0	0,35 +	ja
5	89,6	-0,23 +	56,0	-0,22 +	24,1	-0,44 +	ja
6	90,6	0,06 +	56,4	-0,04 +	24,4	-0,18 +	ja
7	A		58,1	0,72 +	24,7	0,09 +	ja
8	89,9	-0,14 +	55,9	-0,27 +	24,0	-0,53 +	ja
9	89,6	-0,23 +	56,0	-0,22 +	24,1	-0,44 +	ja
10	90,6	0,06 +	56,4	-0,04 +	23,9	-0,61 +	ja
11	90,7	0,08 +	57,0	0,22 +	24,7	0,09 +	ja
12	89,5	-0,25 +	55,4	-0,49 +	23,9	-0,61 +	ja
13	89,8	-0,17 +	56,1	-0,18 +	24,1	-0,44 +	ja
14	90,1	-0,08 +	56,1	-0,18 +	24,1	-0,44 +	ja
15	89,9	-0,14 +	56,5	0,00 +	24,5	-0,09 +	ja
16	90,8	0,11 +	56,9	0,18 +	23,8	-0,70 +	ja
17	91,3	0,25 +	57,1	0,27 +	24,5	-0,09 +	ja
18	91,3	0,25 +	57,1	0,27 +	24,6	0,00 +	ja
19	91,8	0,40 +	57,7	0,54 +	25,1	0,44 +	ja
20	90,6	0,06 +	56,5	0,00 +	24,3	-0,26 +	ja
21	91,0	0,17 +	58,0	0,67 +	25,0	0,35 +	ja
22	90,5	0,03 +	56,5	0,00 +	24,3	-0,26 +	ja
23	89,7	-0,20 +	56,1	-0,18 +	24,1	-0,44 +	ja
24	90,6	0,06 +	56,8	0,13 +	25,0	0,35 +	ja
25	91,0	0,17 +	57,4	0,40 +	25,0	0,35 +	ja

 u_{Lab} : 7,5 % u_0 : 2 ppb

A = Anerkannter Ausfall
 + = Ergebnis zufriedenstellend
 ~ = Ergebnis fraglich
 - = Ergebnis unzureichend

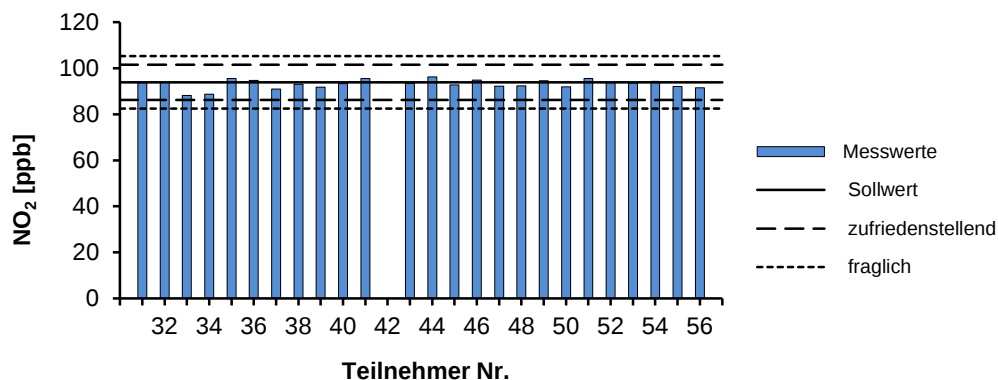
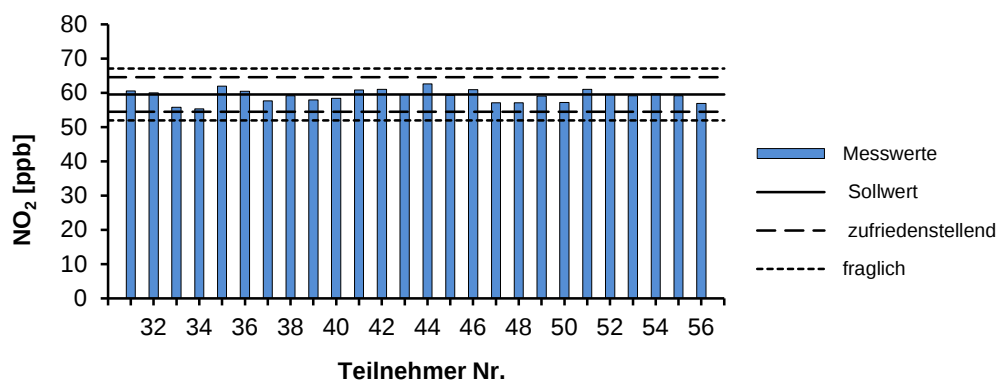
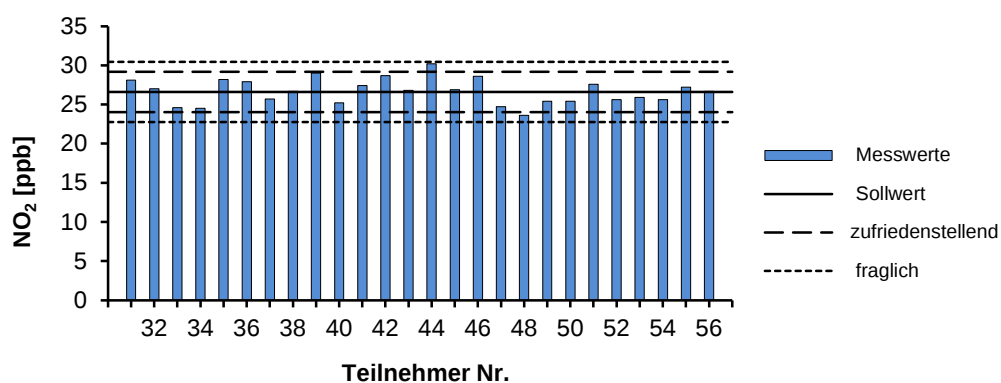
Prüfgas 18**Prüfgas 20****Prüfgas 22**

2.4. Z-Score Auswertung Stickstoffdioxid

	PG17		PG19		PG21		Bewertung
	X	93,9 ppb	X	59,5 ppb	X	26,6 ppb	
	u _{Lab}	7,0 ppb	u _{Lab}	4,5 ppb	u ₀	2,0 ppb	
	u _{ref}	3,0 ppb	u _{ref}	2,3 ppb	u _{ref}	1,6 ppb	
	□	3,81 ppb	□	2,53 ppb	□	1,28 ppb	
TN	Messwert [ppb]	Z _i	Messwert [ppb]	Z _i	Messwert [ppb]	Z _i	Teilnahme erfolgreich
31	93,8	-0,03 +	60,5	0,40 +	28,1	1,17 +	ja
32	93,9	0,00 +	60,0	0,20 +	27,0	0,31 +	ja
33	88,2	-1,50 +	55,8	-1,46 +	24,6	-1,56 +	ja
34	88,7	-1,36 +	55,3	-1,66 +	24,5	-1,64 +	ja
35	95,5	0,42 +	61,9	0,95 +	28,2	1,25 +	ja
36	94,7	0,21 +	60,4	0,36 +	27,9	1,02 +	ja
37	90,9	-0,79 +	57,6	-0,75 +	25,7	-0,70 +	ja
38	93,1	-0,21 +	59,1	-0,16 +	26,7	0,08 +	ja
39	91,8	-0,55 +	57,9	-0,63 +	29,0	1,88 +	ja
40	93,3	-0,16 +	58,4	-0,43 +	25,2	-1,09 +	ja
41	95,6	0,45 +	60,8	0,51 +	27,4	0,62 +	ja
42	A		61,0	0,59 +	28,7	1,64 +	ja
43	93,5	-0,10 +	59,5	0,00 +	26,8	0,16 +	ja
44	96,2	0,60 +	62,6	1,23 +	30,2	2,81 ~	ja
45	92,7	-0,31 +	59,2	-0,12 +	26,9	0,23 +	ja
46	94,8	0,24 +	60,9	0,55 +	28,6	1,56 +	ja
47	92,2	-0,45 +	57,1	-0,95 +	24,7	-1,48 +	ja
48	92,3	-0,42 +	57,1	-0,95 +	23,6	-2,34 ~	ja
49	94,6	0,18 +	59,0	-0,20 +	25,4	-0,94 +	ja
50	92,0	-0,50 +	57,2	-0,91 +	25,4	-0,94 +	ja
51	95,6	0,45 +	61,0	0,59 +	27,6	0,78 +	ja
52	93,7	-0,05 +	59,5	0,00 +	25,6	-0,78 +	ja
53	93,6	-0,08 +	59,1	-0,16 +	25,9	-0,55 +	ja
54	94,3	0,10 +	59,7	0,08 +	25,6	-0,78 +	ja
55	92,1	-0,47 +	59,1	-0,16 +	27,2	0,47 +	ja
56	91,5	-0,63 +	56,9	-1,03 +	26,7	0,08 +	ja

u_{Lab} : 7,5 %u₀ : 2 ppb

A = Anerkannter Ausfall
 + = Ergebnis zufriedenstellend
 ~ = Ergebnis fraglich
 - = Ergebnis unzureichend

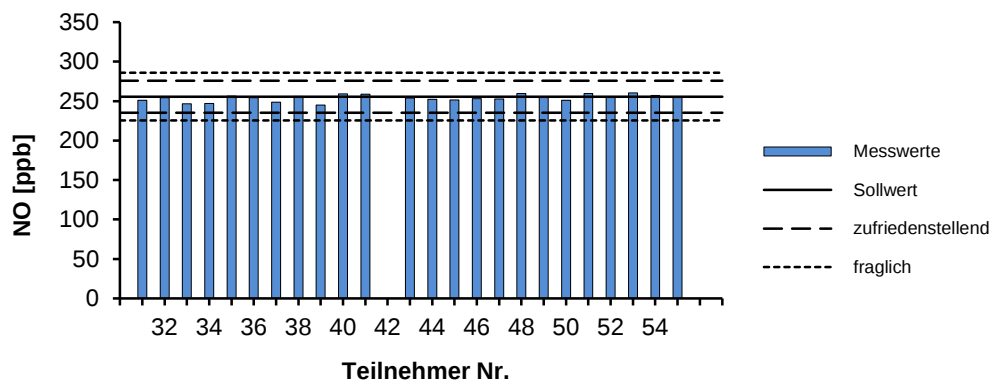
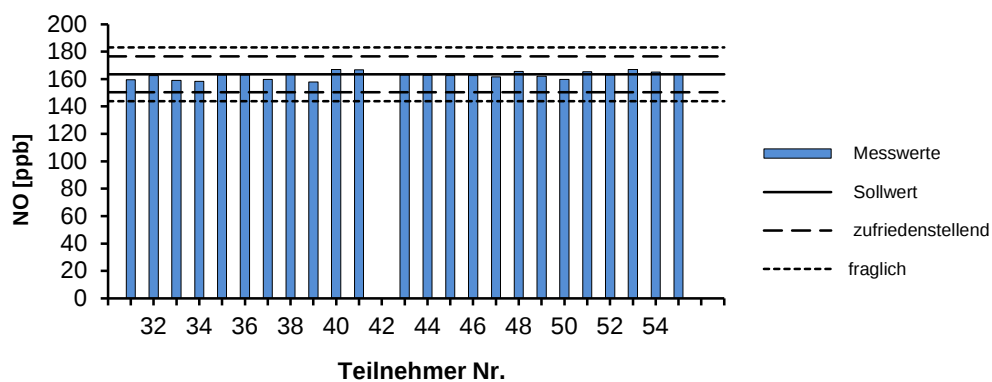
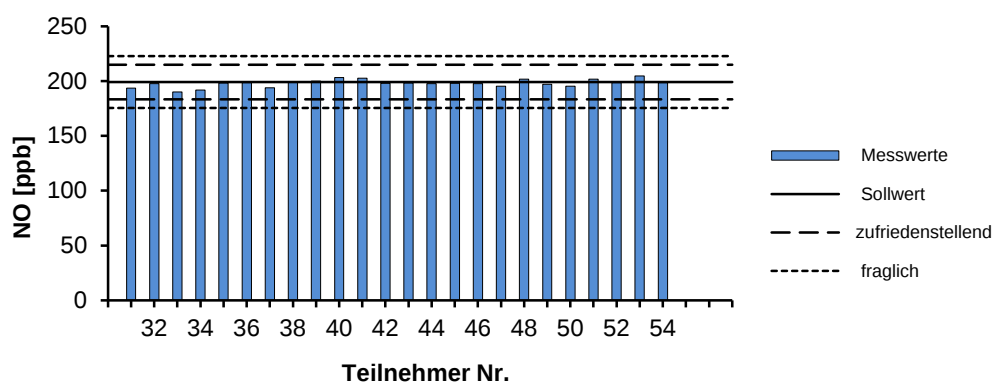
Prüfgas 17**Prüfgas 19****Prüfgas 21**

2.5. Z-Score Auswertung Stickstoffmonoxid

	PG16		PG17		PG19		Bewertung
	X	255,6 ppb	X	163,5 ppb	X	199,1 ppb	
	u_{Lab}	19,2 ppb	u_{Lab}	12,3 ppb	u_0	14,9 ppb	
	u_{ref}	6,2 ppb	u_{ref}	4,4 ppb	u_{ref}	5,1 ppb	
	σ	10,09 ppb	σ	6,53 ppb	σ	7,87 ppb	
TN	Messwert [ppb]	Z_i	Messwert [ppb]	Z_i	Messwert [ppb]	Z_i	Teilnahme erfolgreich
31	251,0	-0,46 +	159,4	-0,63 +	193,6	-0,70 +	ja
32	254,2	-0,14 +	162,4	-0,17 +	197,6	-0,19 +	ja
33	246,7	-0,88 +	158,9	-0,70 +	190,0	-1,16 +	ja
34	246,9	-0,86 +	158,2	-0,81 +	191,7	-0,94 +	ja
35	256,5	0,09 +	162,9	-0,09 +	198,1	-0,13 +	ja
36	254,4	-0,12 +	163,0	-0,08 +	198,6	-0,06 +	ja
37	248,7	-0,68 +	159,7	-0,58 +	193,7	-0,69 +	ja
38	256,0	0,04 +	164,0	0,08 +	199,0	-0,01 +	ja
39	245,0	-1,05 +	157,8	-0,87 +	199,9	0,10 +	ja
40	259,1	0,35 +	166,9	0,52 +	203,1	0,51 +	ja
41	259,0	0,34 +	166,7	0,49 +	202,7	0,46 +	ja
42					198,0	-0,14 +	-
43	253,9	-0,17 +	163,0	-0,08 +	198,1	-0,13 +	ja
44	252,4	-0,32 +	162,8	-0,11 +	197,5	-0,20 +	ja
45	251,3	-0,43 +	162,4	-0,17 +	197,9	-0,15 +	ja
46	253,3	-0,23 +	162,5	-0,15 +	197,5	-0,20 +	ja
47	252,9	-0,27 +	161,5	-0,31 +	195,4	-0,47 +	ja
48	259,5	0,39 +	165,6	0,32 +	201,6	0,32 +	ja
49	255,7	0,01 +	162,1	-0,21 +	196,9	-0,28 +	ja
50	250,9	-0,47 +	159,8	-0,57 +	195,2	-0,50 +	ja
51	259,6	0,40 +	165,4	0,29 +	201,8	0,34 +	ja
52	255,2	-0,04 +	162,9	-0,09 +	198,6	-0,06 +	ja
53	260,6	0,50 +	167,0	0,54 +	204,7	0,71 +	ja
54	257,3	0,17 +	165,1	0,25 +	198,6	-0,06 +	ja
55	255,3	-0,03 +	163,9	0,06 +	A		ja

 u_{Lab} : 7,5 % u_0 : 2 ppb

- A = Anerkannter Ausfall
 + = Ergebnis zufriedenstellend
 ~ = Ergebnis fraglich
 - = Ergebnis unzureichend

Prüfgas 16**Prüfgas 17****Prüfgas 19**

2.6. Robustes Auswerteverfahren

Ergänzend wurden die Prüfgasangebote für Stickstoffdioxid (PG 17, 19 und 21), Ozon (PG 18, 20 und 22) sowie für Stickstoffmonoxid (PG 16, 17 und 19) mit dem robusten Verfahren nach Anhang C der DIN ISO 13528 ausgewertet. Die detaillierte z-score-Auswertung der Prüfgasangebote findet sich unter 3.1 im Anhang. Auch hier bestätigt sich die erfolgreiche Durchführung für alle Teilnehmer. Bei Ozon zeigt sich anhand der erheblich kleineren robusten Standardabweichung gegenüber der Unsicherheit σ aus 2.3, dass die Messungen auch höheren Qualitätsanforderungen als 7,5 % bzw. 2 ppb genügen.

Der Algorithmus C der DIN ISO 13528 liefert robuste Mittelwerte und Standardabweichungen aus allen Daten der Teilnehmer.

Für jedes Prüfgasangebot werden die Messwerte der Teilnehmer bezeichnet als:

$$x_i = x_1, x_2, \dots, x_p$$

$$i = 1, 2, \dots, p$$

Robuster Mittelwert und robuste Standardabweichung werden iterativ bestimmt. Zunächst erfolgt die Berechnung der Anfangswerte:

$$x^* = \tilde{x}$$

x^* = robuster Mittelwert

$\tilde{x}$ = Median von x_i

$$s^* = 1,483 \cdot \tilde{x}(|x_i - x^*|)$$

Für die Iteration werden nach jedem Schritt folgende Hilfsgrößen berechnet:

$$\delta = 1,5 \cdot s^*$$

Für alle x_i

$$x_i^* = \begin{cases} x^* - \delta & \text{wenn } x_i < x^* - \delta \\ x^* + \delta & \text{wenn } x_i > x^* + \delta \\ x_i & \text{andernfalls} \end{cases}$$

Die neue Schätzung für den robusten Mittelwert und die robuste Standardabweichung lautet dann:

$$x^* = \sum x_i^* / p$$

$$s^* = 1,134 \cdot \sqrt{\sum (x_i^* - x^*)^2 / (p - 1)}$$

Diese Werte werden dann solange für den nächsten Iterationsschritt verwendet, bis bei der Schätzung Konvergenz auftritt. Diese darf angenommen werden, wenn in der dritten signifikanten Dezimalstelle der robusten Standardabweichung und der gleichwertigen Dezimalstelle des robusten Mittelwertes keine Änderung mehr eintritt.

2.7. Gasphasentitrationen

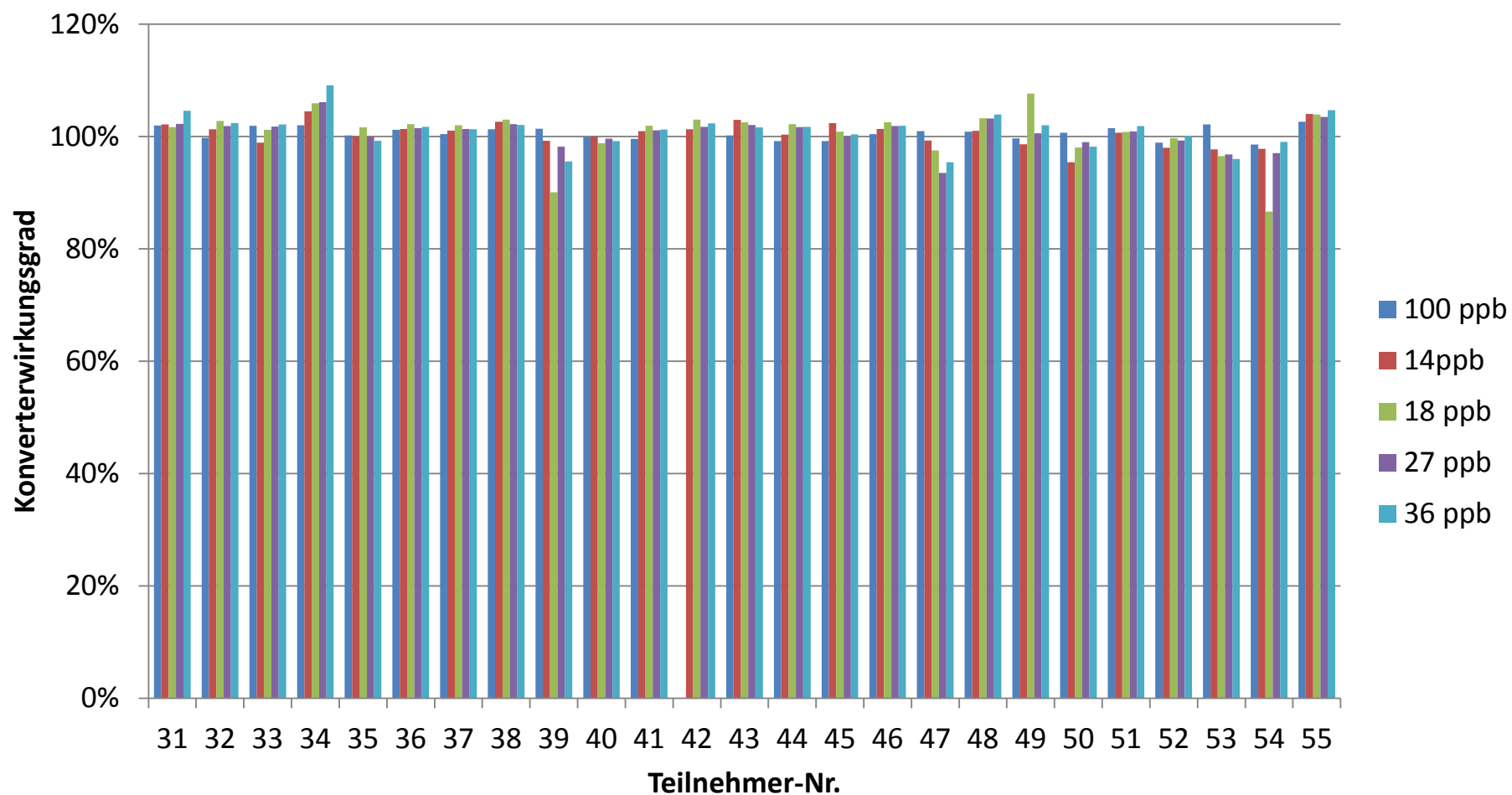
Aus den Prüfgasangeboten 16 – 18 wurden in Anlehnung an die DIN EN 14211 die Konverterwirkungsgrade (KWG) der Teilnehmermessgeräte bestimmt. Bei dem Teilnehmer mit der Kennung 56 handelt es sich um das Saltzman-Verfahren. Hier kann naturgemäß kein Konverterwirkungsgrad berechnet werden. Die Konverterwirkungsgrade der Teilnehmer liegen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, bei 100 % $\pm$ 2 % und befinden sich somit sehr gut im für den Routineeinsatz geforderten Bereich.

Zusätzlich wurde der Quotient zwischen erzeugten NO₂ und der zugeordneten Ozonkonzentration berechnet. Mit einigen wenigen Ausnahmen liegen die Werte auch hier im Bereich 100 % $\pm$ 3 %. Damit zeigt sich die gute Übereinstimmung der von den Teilnehmern bestimmten NO₂- und Ozonkonzentrationen.

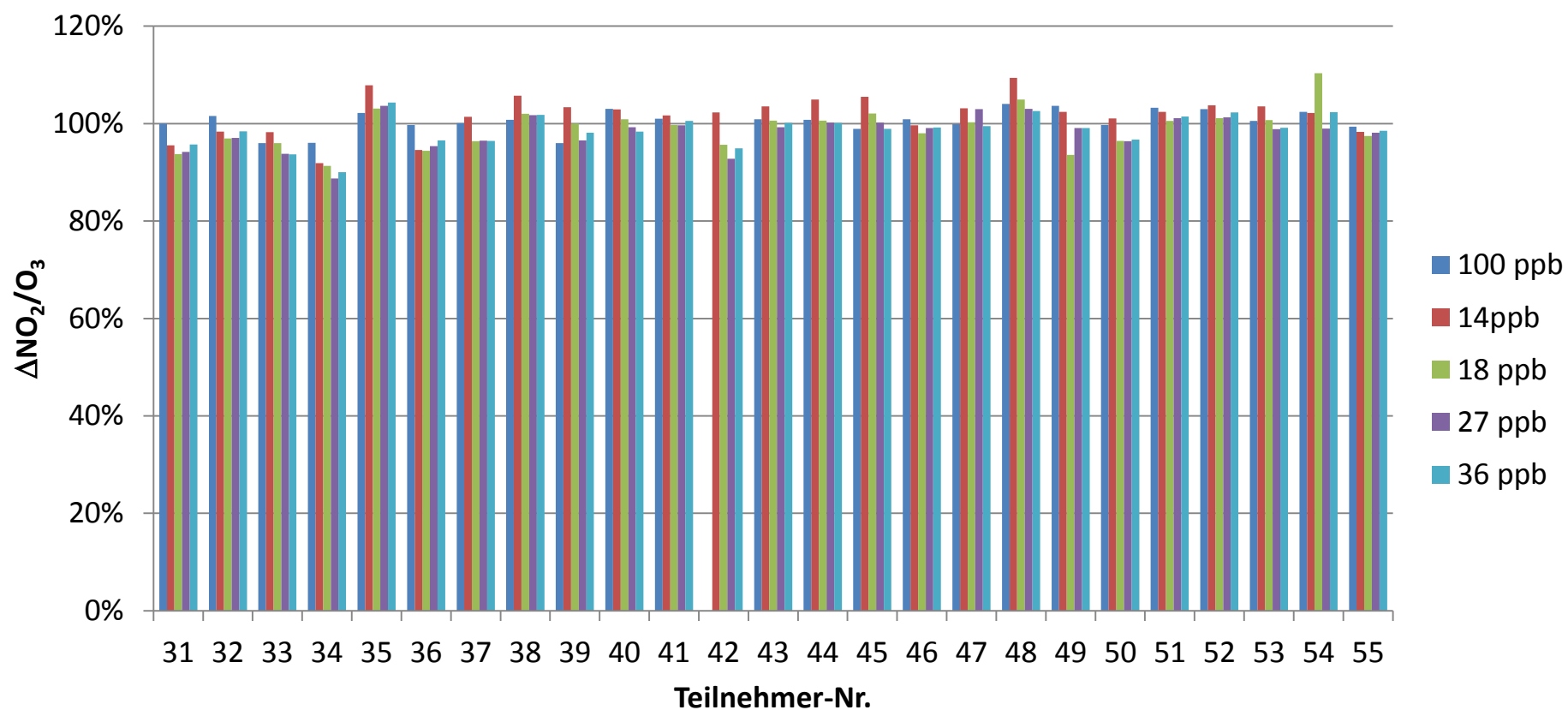
Teilnehmer-Nr.	NO ₂ [ppb] PG17	NO ₂ -Rest PG16 [ppb]	Δ NO ₂	O ₃ PG 18	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	93,8	4,0	89,8	89,8	100 %	102 %
32 / 6	93,9	1,9	92,0	90,6	102 %	100 %
33 / 23	88,2	2,1	86,1	89,7	96 %	102 %
34 / 22	88,7	1,8	86,9	90,5	96 %	102 %
35 / 1	95,5	2,1	93,4	91,4	102 %	100 %
36 / 24	94,7	4,4	90,3	90,6	100 %	101 %
37 / 3	90,9	2,3	88,6	88,5	100 %	100 %
38 / 15	93,1	2,3	90,8	90,1	101 %	101 %
39 / 4	91,8	5,8	86,0	89,6	96 %	101 %
40 / 5	93,3	1,0	92,3	89,6	103 %	100 %
41 / 20	95,6	2,9	92,7	91,8	101 %	100 %
42 / 7	-	-	-	-	-	-
43 / 8	93,5	2,8	90,7	89,9	101 %	100 %
44 / 9	96,2	5,9	90,3	89,6	101 %	99 %
45 / 10	92,7	3,1	89,6	90,6	99 %	99 %
46 / 2	94,8	4,4	90,4	89,6	101 %	100 %
47 / 11	92,2	1,7	90,5	90,6	100 %	101 %
48 / 13	92,3	-0,8	93,1	89,5	104 %	101 %
49 / 21	94,6	0,7	93,9	90,6	104 %	100 %
50 / 17	92,2	1,7	90,5	90,8	100 %	101 %
51 / 16	95,6	2,8	92,8	89,9	103 %	101 %
52 / 21	93,7	0,4	93,3	90,6	103 %	99 %
53 / 18	93,6	2,0	91,6	91,1	101 %	102 %
54 / 19	94,3	0,8	93,5	91,3	102 %	99 %
55 / 2	92,1	3,1	89,0	89,6	99 %	103 %

Von besonderem Interesse war bei diesem Ringversuch die Messung von Stickstoffdioxid im Konzentrationsbereich von Außenluft. Mit den Prüfgasangeboten PG1 bis PG15 über die Methode der Gasphasentitration Stickstoffdioxid-Konzentrationen von 14 ppb bis 36 ppb erzeugt. Auch für diese Gasphasentitrations lässt sich der Konverterwirkungsgrad und der Quotient aus titrierten NO₂ und Ozon berechnen. Bedingt durch die geringen Konzentrationen schwanken die ermittelten Kennzahlen hier und sind als Einzelwert natürlich nicht so aussagekräftig wie die in der DIN EN 14211 vorgegebenen Konzentrationen, aber ein genereller Trend lässt sich dennoch erkennen. Während der Konverterwirkungsgrad auch bei der Prüfung mit kleineren Konzentrationen kaum Probleme verursacht, schwankt das Verhältnis von titriertem NO₂ zu Ozon.

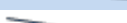
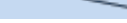
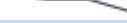
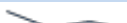
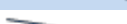
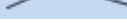
Vergleich des Konverterwirkungsgrades der Teilnehmerverfahren für verschiedene Stickstoffdioxid-Konzentrationen



Vergleich des NO_2/O_3 -Verhältnisses der Teilnehmerverfahren für verschiedene Stickstoffdioxid-Konzentrationen



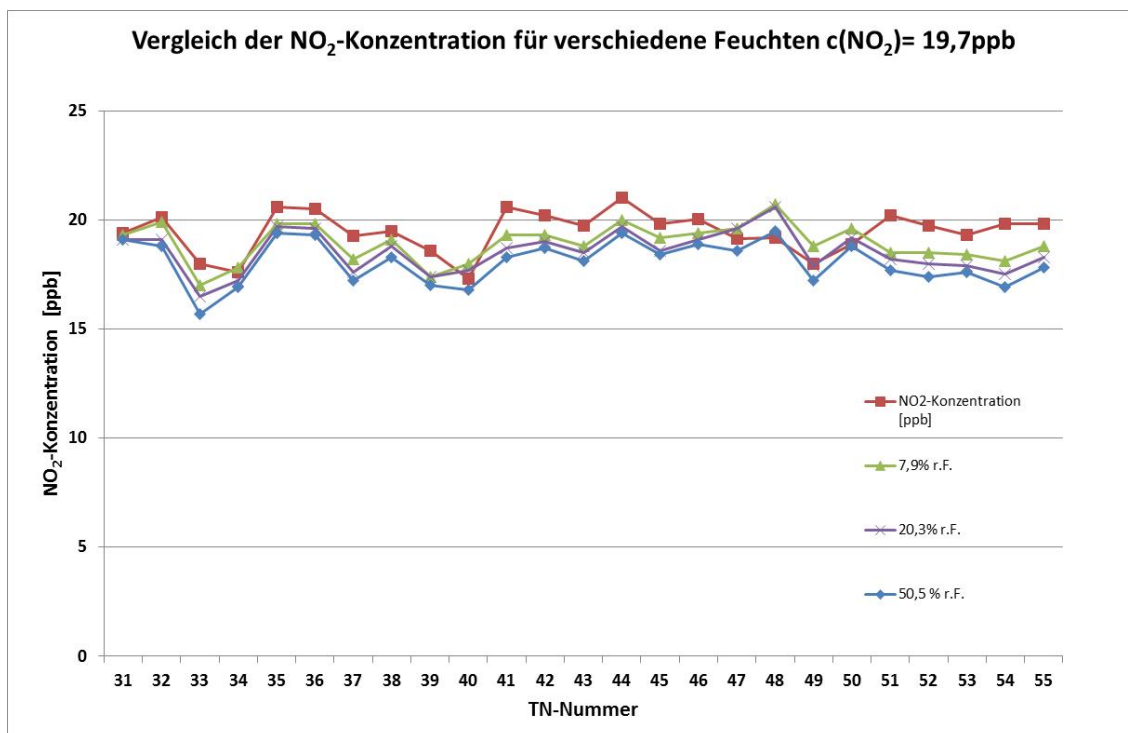
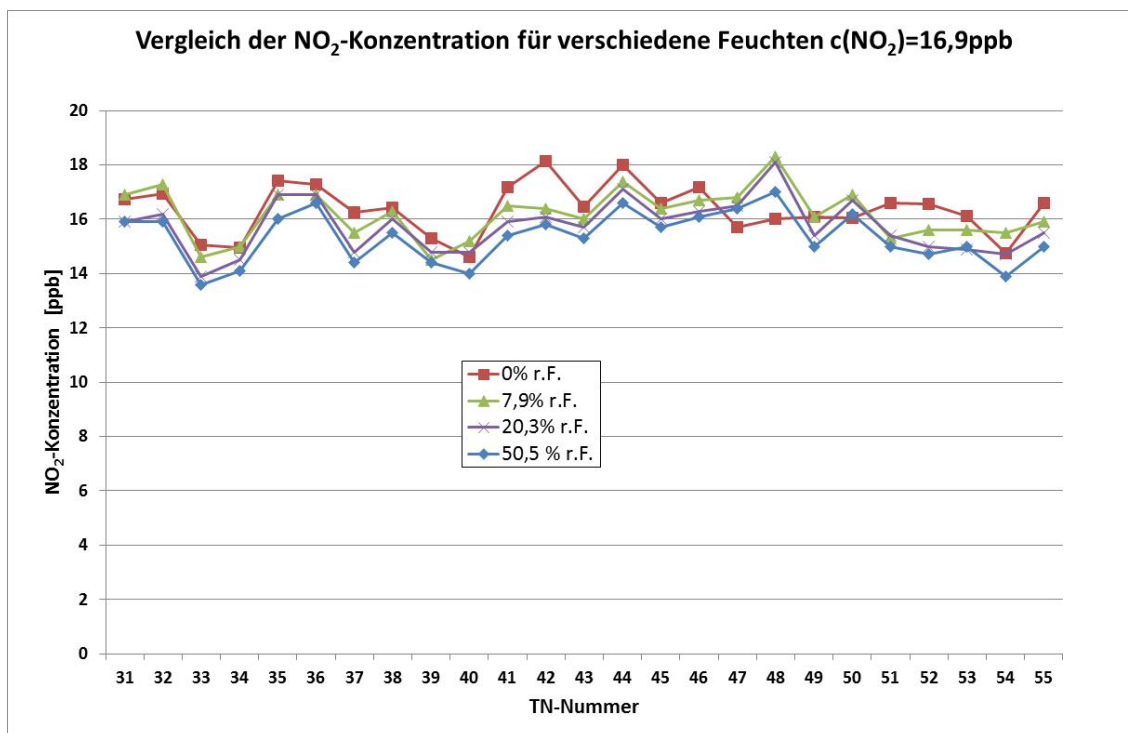
2.8. Querempfindlichkeit gegenüber Wasserdampf

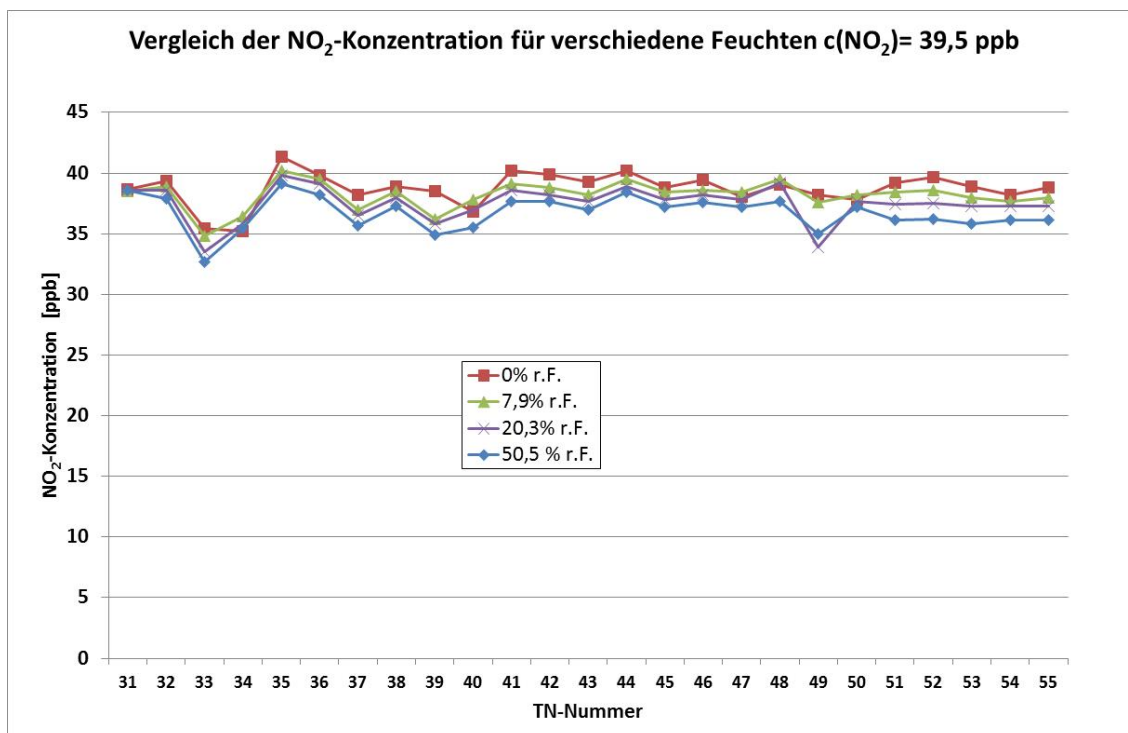
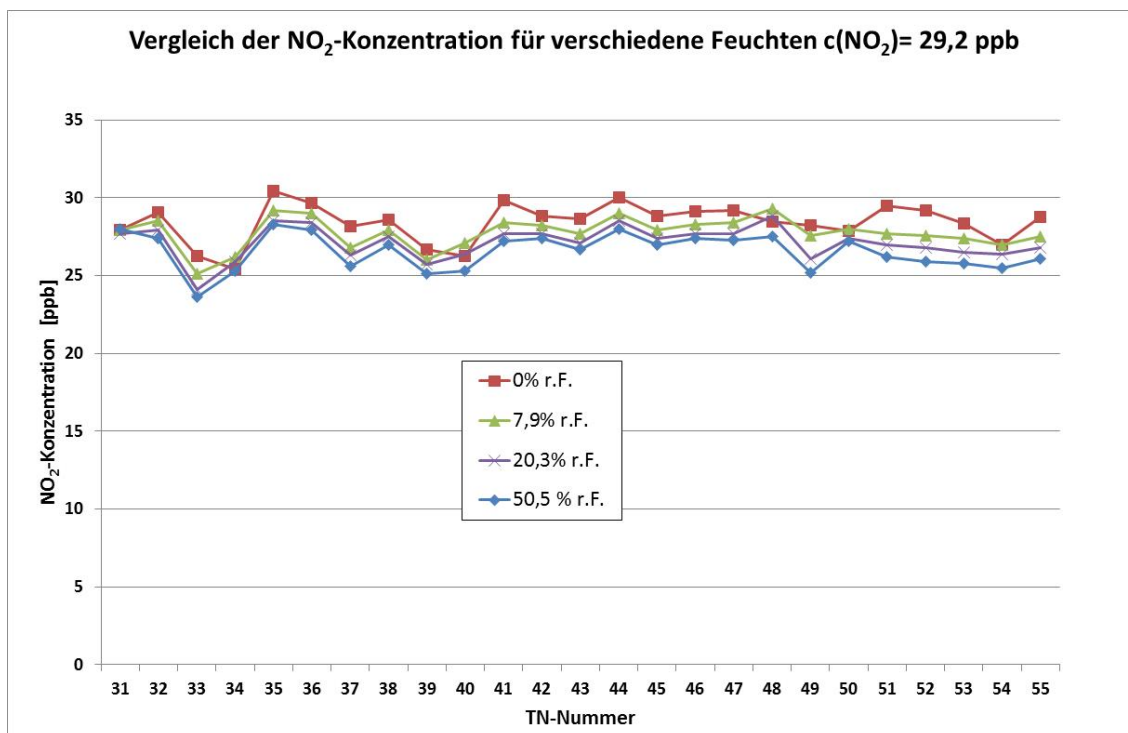
Feuchte [%]	0% r.F.	7,9% r.F.	20,3% r.F.	50,5 % r.F.	
TN-Nr	NO ₂ -Konzentration [ppb]				
31	16,7 ppb	16,9 ppb	15,9 ppb	15,9 ppb	
32	16,9 ppb	17,3 ppb	16,2 ppb	15,9 ppb	
33	15,1 ppb	14,6 ppb	13,9 ppb	13,6 ppb	
34	15,0 ppb	15,0 ppb	14,5 ppb	14,1 ppb	
35	17,4 ppb	16,9 ppb	16,9 ppb	16,0 ppb	
36	17,3 ppb	16,9 ppb	16,9 ppb	16,6 ppb	
37	16,3 ppb	15,5 ppb	14,8 ppb	14,4 ppb	
38	16,4 ppb	16,3 ppb	16,0 ppb	15,5 ppb	
39	15,3 ppb	14,5 ppb	14,8 ppb	14,4 ppb	
40	14,6 ppb	15,2 ppb	14,8 ppb	14,0 ppb	
41	17,2 ppb	16,5 ppb	15,9 ppb	15,4 ppb	
42	18,2 ppb	16,4 ppb	16,1 ppb	15,8 ppb	
43	16,5 ppb	16,0 ppb	15,7 ppb	15,3 ppb	
44	18,0 ppb	17,4 ppb	17,1 ppb	16,6 ppb	
45	16,6 ppb	16,4 ppb	16,0 ppb	15,7 ppb	
46	17,2 ppb	16,7 ppb	16,3 ppb	16,1 ppb	
47	15,7 ppb	16,8 ppb	16,5 ppb	16,4 ppb	
48	16,0 ppb	18,3 ppb	18,1 ppb	17,0 ppb	
49	16,1 ppb	16,1 ppb	15,4 ppb	15,0 ppb	
50	16,1 ppb	16,9 ppb	16,7 ppb	16,2 ppb	
51	16,6 ppb	15,3 ppb	15,4 ppb	15,0 ppb	
52	16,6 ppb	15,6 ppb	15,0 ppb	14,7 ppb	
53	16,1 ppb	15,6 ppb	14,9 ppb	15,0 ppb	
54	14,7 ppb	15,5 ppb	14,7 ppb	13,9 ppb	
55	16,6 ppb	15,9 ppb	15,5 ppb	15,0 ppb	
Median	16,5 ppb	16,3 ppb	15,9 ppb	15,4 ppb	
Vorgabewert	16,9 ppb				

Feuchte [%]	0% r.F.	7,9% r.F.	20,3% r.F.	50,5 % r.F.	
TN-Nr	NO ₂ -Konzentration [ppb]				
31	19,4 ppb	19,3 ppb	19,1 ppb	19,1 ppb	
32	20,1 ppb	19,9 ppb	19,1 ppb	18,8 ppb	
33	18,0 ppb	17,0 ppb	16,5 ppb	15,7 ppb	
34	17,6 ppb	17,8 ppb	17,2 ppb	16,9 ppb	
35	20,6 ppb	19,8 ppb	19,7 ppb	19,4 ppb	
36	20,5 ppb	19,8 ppb	19,6 ppb	19,3 ppb	
37	19,3 ppb	18,2 ppb	17,6 ppb	17,2 ppb	
38	19,5 ppb	19,1 ppb	18,8 ppb	18,3 ppb	
39	18,6 ppb	17,4 ppb	17,4 ppb	17,0 ppb	
40	17,3 ppb	18,0 ppb	17,7 ppb	16,8 ppb	
41	20,6 ppb	19,3 ppb	18,7 ppb	18,3 ppb	
42	20,2 ppb	19,3 ppb	19,0 ppb	18,7 ppb	
43	19,8 ppb	18,8 ppb	18,5 ppb	18,1 ppb	
44	21,0 ppb	20,0 ppb	19,7 ppb	19,4 ppb	
45	19,8 ppb	19,2 ppb	18,6 ppb	18,4 ppb	
46	20,1 ppb	19,4 ppb	19,1 ppb	18,9 ppb	
47	19,2 ppb	19,6 ppb	19,6 ppb	18,6 ppb	
48	19,2 ppb	20,7 ppb	20,6 ppb	19,5 ppb	
49	18,0 ppb	18,8 ppb	17,9 ppb	17,2 ppb	
50	18,9 ppb	19,6 ppb	19,2 ppb	18,8 ppb	
51	20,2 ppb	18,5 ppb	18,2 ppb	17,7 ppb	
52	19,8 ppb	18,5 ppb	18,0 ppb	17,4 ppb	
53	19,3 ppb	18,4 ppb	17,9 ppb	17,6 ppb	
54	19,8 ppb	18,1 ppb	17,5 ppb	16,9 ppb	
55	19,8 ppb	18,8 ppb	18,3 ppb	17,8 ppb	
Median	19,8 ppb	19,1 ppb	18,6 ppb	18,3 ppb	
Vorgabewert	20,1 ppb				

Feuchte [%]	0% r.F.	7,9% r.F.	20,3% r.F.	50,5 % r.F.	
TN-Nr	NO ₂ Konzentration [ppb]				
31	28,0 ppb	27,9 ppb	27,7 ppb	28,0 ppb	
32	29,1 ppb	28,5 ppb	27,9 ppb	27,4 ppb	
33	26,3 ppb	25,1 ppb	24,1 ppb	23,6 ppb	
34	25,4 ppb	26,2 ppb	25,9 ppb	25,3 ppb	
35	30,5 ppb	29,2 ppb	28,5 ppb	28,3 ppb	
36	29,7 ppb	29,0 ppb	28,4 ppb	27,9 ppb	
37	28,2 ppb	26,8 ppb	26,3 ppb	25,6 ppb	
38	28,6 ppb	27,9 ppb	27,5 ppb	27,0 ppb	
39	26,7 ppb	26,0 ppb	25,7 ppb	25,1 ppb	
40	26,3 ppb	27,1 ppb	26,4 ppb	25,3 ppb	
41	29,9 ppb	28,4 ppb	27,7 ppb	27,2 ppb	
42	28,9 ppb	28,2 ppb	27,7 ppb	27,4 ppb	
43	28,7 ppb	27,7 ppb	27,1 ppb	26,7 ppb	
44	30,1 ppb	29,0 ppb	28,5 ppb	28,0 ppb	
45	28,8 ppb	27,9 ppb	27,4 ppb	27,0 ppb	
46	29,2 ppb	28,3 ppb	27,7 ppb	27,4 ppb	
47	29,2 ppb	28,4 ppb	27,7 ppb	27,3 ppb	
48	28,5 ppb	29,3 ppb	28,8 ppb	27,5 ppb	
49	28,2 ppb	27,6 ppb	26,1 ppb	25,2 ppb	
50	27,9 ppb	28,0 ppb	27,4 ppb	27,2 ppb	
51	29,5 ppb	27,7 ppb	27,0 ppb	26,2 ppb	
52	29,2 ppb	27,6 ppb	26,8 ppb	25,9 ppb	
53	28,4 ppb	27,4 ppb	26,5 ppb	25,8 ppb	
54	27,0 ppb	27,0 ppb	26,4 ppb	25,5 ppb	
55	28,8 ppb	27,5 ppb	26,8 ppb	26,1 ppb	
Median	28,7 ppb	27,9 ppb	27,4 ppb	27,0 ppb	
Vorgabewert	29,2 ppb				

Feuchte [%]	0% r.F.	7,9% r.F.	20,3% r.F.	50,5 % r.F.	
TN-Nr	NO ₂ Konzentration [ppb]				
31	38,7 ppb	38,5 ppb	38,6 ppb	38,6 ppb	
32	39,3 ppb	38,9 ppb	38,6 ppb	37,9 ppb	
33	35,4 ppb	34,8 ppb	33,5 ppb	32,7 ppb	
34	35,2 ppb	36,4 ppb	35,8 ppb	35,4 ppb	
35	41,3 ppb	40,2 ppb	39,8 ppb	39,1 ppb	
36	39,8 ppb	39,5 ppb	39,1 ppb	38,2 ppb	
37	38,2 ppb	37,0 ppb	36,5 ppb	35,7 ppb	
38	38,9 ppb	38,5 ppb	38,0 ppb	37,3 ppb	
39	38,5 ppb	36,2 ppb	35,8 ppb	34,9 ppb	
40	36,8 ppb	37,8 ppb	37,0 ppb	35,5 ppb	
41	40,2 ppb	39,1 ppb	38,6 ppb	37,7 ppb	
42	39,9 ppb	38,8 ppb	38,2 ppb	37,7 ppb	
43	39,3 ppb	38,2 ppb	37,7 ppb	37,0 ppb	
44	40,2 ppb	39,5 ppb	38,9 ppb	38,4 ppb	
45	38,8 ppb	38,4 ppb	37,8 ppb	37,2 ppb	
46	39,4 ppb	38,6 ppb	38,2 ppb	37,6 ppb	
47	38,1 ppb	38,4 ppb	37,8 ppb	37,2 ppb	
48	39,0 ppb	39,5 ppb	39,2 ppb	37,7 ppb	
49	38,2 ppb	37,6 ppb	33,9 ppb	35,0 ppb	
50	37,8 ppb	38,2 ppb	37,7 ppb	37,2 ppb	
51	39,2 ppb	38,4 ppb	37,4 ppb	36,1 ppb	
52	39,7 ppb	38,6 ppb	37,5 ppb	36,2 ppb	
53	38,9 ppb	38,0 ppb	37,3 ppb	35,8 ppb	
54	38,2 ppb	37,7 ppb	37,3 ppb	36,1 ppb	
55	38,8 ppb	38,0 ppb	37,3 ppb	36,1 ppb	
Median	38,9 ppb	38,4 ppb	37,7 ppb	37,2 ppb	
Vorgabewert	39,5 ppb				





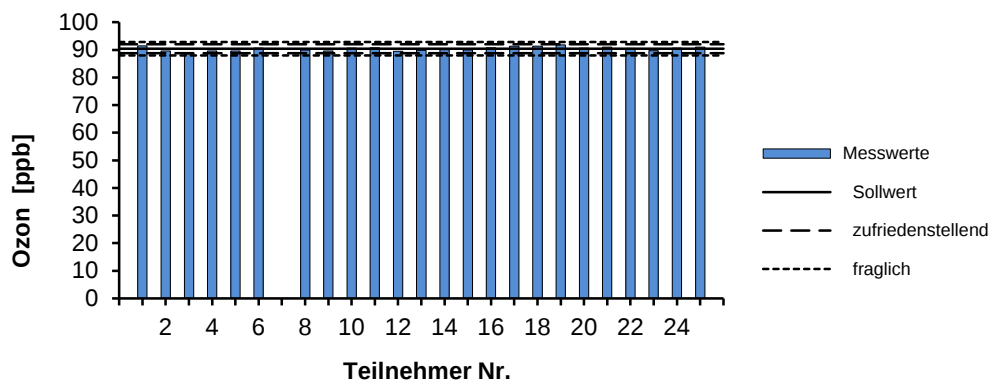
3. Anhang

3.1. Bewertung mit robustem Mittelwert und robuster Standardabweichung

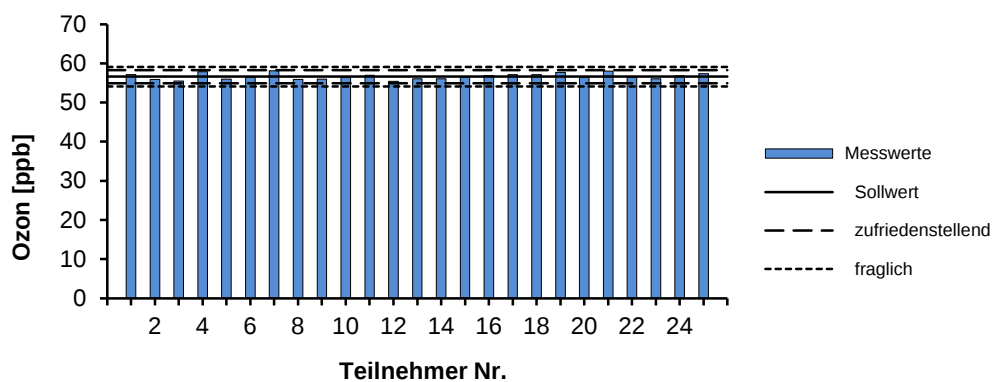
3.1.1. Ozon

	PG18		PG20		PG22		Bewertung
	X	90,4 ppb	X	56,6 ppb	X	24,4 ppb	
	u_{Lab}		u_{Lab}		u_{Lab}		
	u_{ref}	0,2 ppb	u_{ref}	0,2 ppb	u_{ref}	0,1 ppb	
	σ^*	0,80 ppb	σ^*	0,84 ppb	σ^*	0,46 ppb	
TN	Messwert [ppb]	z_i	Messwert [ppb]	z_i	Messwert [ppb]	z_i	Teilnahme erfolgreich
1	91,4	1,25 +	57,1	0,60 +	24,7	0,65 +	ja
2	89,6	-1,00 +	55,9	-0,83 +	24,2	-0,43 +	ja
3	88,5	-2,38 ~	55,5	-1,31 +	24,0	-0,87 +	ja
4	89,6	-1,00 +	57,9	1,55 +	25,0	1,30 +	ja
5	89,6	-1,00 +	56,0	-0,71 +	24,1	-0,65 +	ja
6	90,6	0,25 +	56,4	-0,24 +	24,4	0,00 +	ja
7	A		58,1	1,79 +	24,7	0,65 +	ja
8	89,9	-0,63 +	55,9	-0,83 +	24,0	-0,87 +	ja
9	89,6	-1,00 +	56,0	-0,71 +	24,1	-0,65 +	ja
10	90,6	0,25 +	56,4	-0,24 +	23,9	-1,09 +	ja
11	90,7	0,37 +	57,0	0,48 +	24,7	0,65 +	ja
12	89,5	-1,13 +	55,4	-1,43 +	23,9	-1,09 +	ja
13	89,8	-0,75 +	56,1	-0,60 +	24,1	-0,65 +	ja
14	90,1	-0,38 +	56,1	-0,60 +	24,1	-0,65 +	ja
15	89,9	-0,63 +	56,5	-0,12 +	24,5	0,22 +	ja
16	90,8	0,50 +	56,9	0,36 +	23,8	-1,30 +	ja
17	91,3	1,12 +	57,1	0,60 +	24,5	0,22 +	ja
18	91,3	1,12 +	57,1	0,60 +	24,6	0,43 +	ja
19	91,8	1,75 +	57,7	1,31 +	25,1	1,52 +	ja
20	90,6	0,25 +	56,5	-0,12 +	24,3	-0,22 +	ja
21	91,0	0,75 +	58,0	1,67 +	25,0	1,30 +	ja
22	90,5	0,12 +	56,5	-0,12 +	24,3	-0,22 +	ja
23	89,7	-0,88 +	56,1	-0,60 +	24,1	-0,65 +	ja
24	90,6	0,25 +	56,8	0,24 +	25,0	1,30 +	ja
25	91,0	0,75 +	57,4	0,95 +	25,0	1,30 +	ja

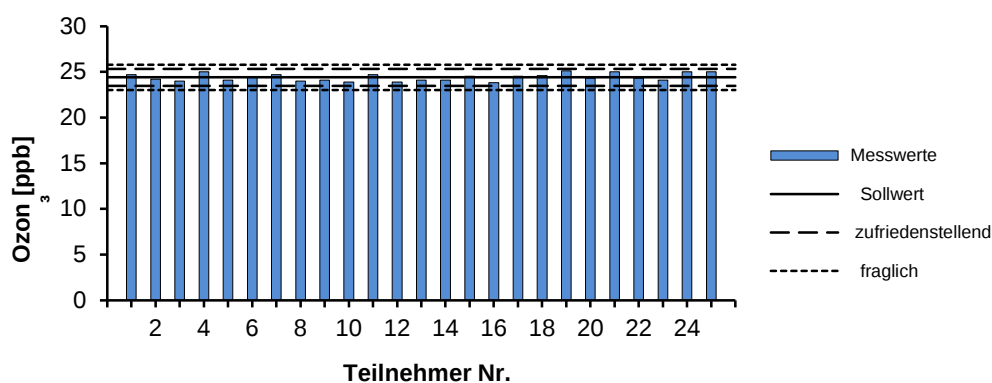
Prüfgas 18



Prüfgas 20

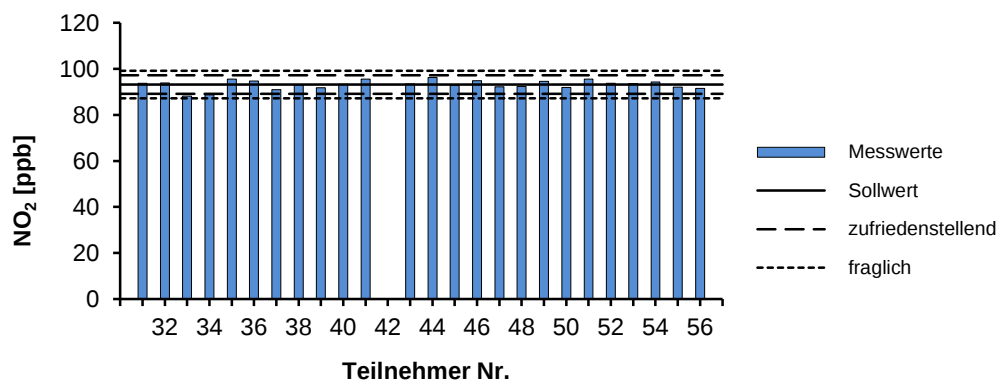
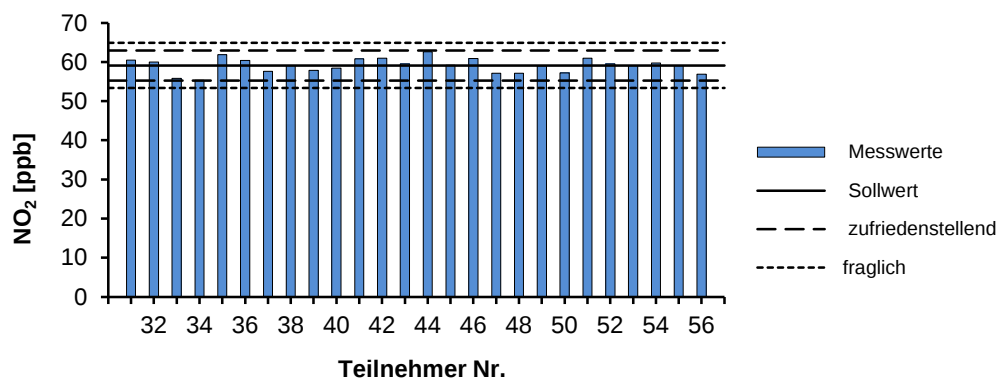
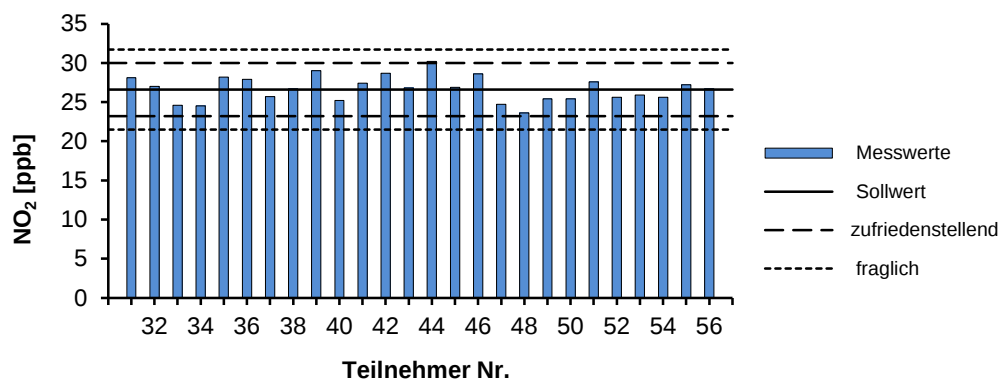


Prüfgas 22



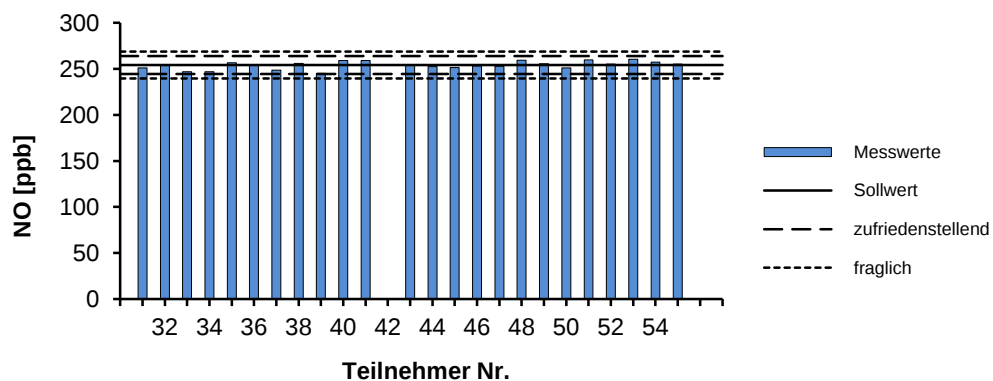
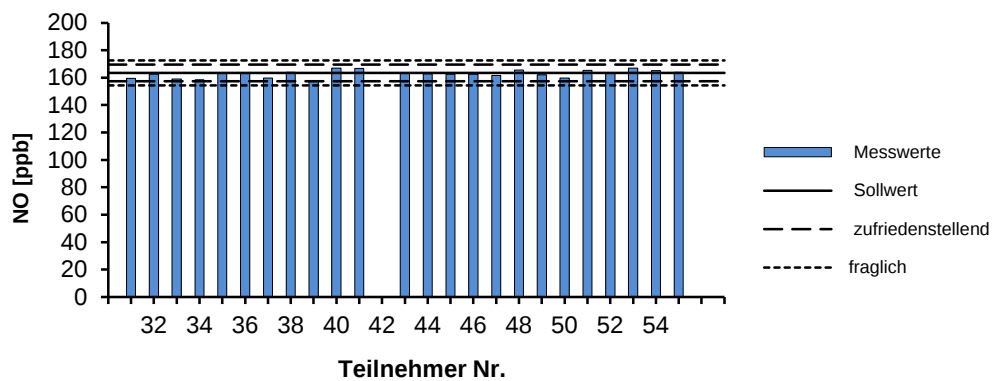
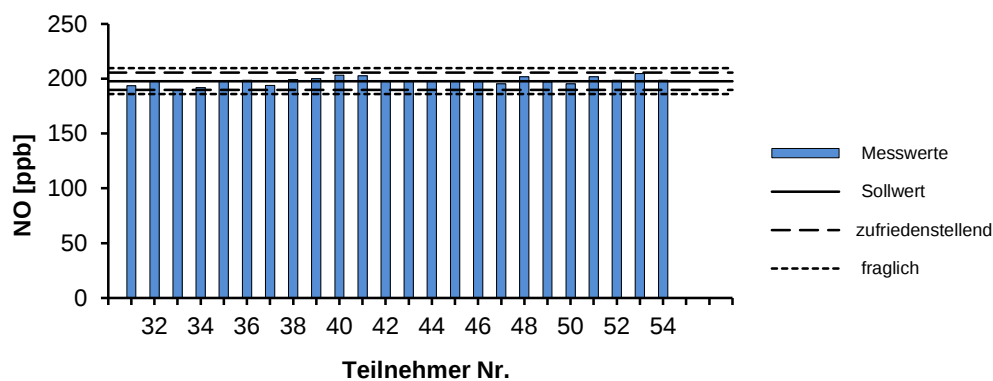
3.1.2. Stickstoffdioxid

	PG17		PG19		PG21		Bewertung
	X	93,2 ppb	X	59,1 ppb	X	26,6 ppb	
	u_{Lab}	-	u_{Lab}	-	u_0	-	
	u_{ref}	0,5 ppb	u_{ref}	0,5 ppb	u_{ref}	0,4 ppb	
	σ	2,00 ppb	σ	1,92 ppb	σ	1,70 ppb	
TN	Messwert [ppb]	z_i	Messwert [ppb]	z_i	Messwert [ppb]	z_i	Teilnahme erfolgreich
31	93,8	0,30 +	60,5	0,73 +	28,1	0,88 +	ja
32	93,9	0,35 +	60,0	0,47 +	27,0	0,24 +	ja
33	88,2	-2,50 ~	55,8	-1,72 +	24,6	-1,18 +	ja
34	88,7	-2,25 ~	55,3	-1,98 +	24,5	-1,24 +	ja
35	95,5	1,15 +	61,9	1,46 +	28,2	0,94 +	ja
36	94,7	0,75 +	60,4	0,68 +	27,9	0,76 +	ja
37	90,9	-1,15 +	57,6	-0,78 +	25,7	-0,53 +	ja
38	93,1	-0,05 +	59,1	0,00 +	26,7	0,06 +	ja
39	91,8	-0,70 +	57,9	-0,63 +	29,0	1,41 +	ja
40	93,3	0,05 +	58,4	-0,36 +	25,2	-0,82 +	ja
41	95,6	1,20 +	60,8	0,89 +	27,4	0,47 +	ja
42	A		61,0	0,99 +	28,7	1,24 +	ja
43	93,5	0,15 +	59,5	0,21 +	26,8	0,12 +	ja
44	96,2	1,50 +	62,6	1,82 +	30,2	2,12 ~	ja
45	92,7	-0,25 +	59,2	0,05 +	26,9	0,18 +	ja
46	94,8	0,80 +	60,9	0,94 +	28,6	1,18 +	ja
47	92,2	-0,50 +	57,1	-1,04 +	24,7	-1,12 +	ja
48	92,3	-0,45 +	57,1	-1,04 +	23,6	-1,76 +	ja
49	94,6	0,70 +	59,0	-0,05 +	25,4	-0,71 +	ja
50	92,0	-0,60 +	57,2	-0,99 +	25,4	-0,71 +	ja
51	95,6	1,20 +	61,0	0,99 +	27,6	0,59 +	ja
52	93,7	0,25 +	59,5	0,21 +	25,6	-0,59 +	ja
53	93,6	0,20 +	59,1	0,00 +	25,9	-0,41 +	ja
54	94,3	0,55 +	59,7	0,31 +	25,6	-0,59 +	ja
55	92,1	-0,55 +	59,1	0,00 +	27,2	0,35 +	ja
56	91,5	-0,85 +	56,9	-1,15 +	26,7	0,06 +	ja

Prüfgas 17**Prüfgas 19****Prüfgas 21**

3.1.3. Stickstoffmonoxid

	PG16			PG17		PG19		Bewertung		
	X	254,1 ppb		X	163,5 ppb		X		197,6 ppb	
	u _{Lab}	-		u _{Lab}	-		u _{Lab}		-	
	u _{ref}	1,2 ppb		u _{ref}	0,8 ppb		u _{ref}		1,0 ppb	
	σ	4,85 ppb		σ	3,02 ppb		σ	3,94 ppb		
TN	Messwert [ppb]	Z _i		Messwert [ppb]	Z _i		Messwert [ppb]	Z _i		Teilnahme erfolgreich
31	251,0	-0,64 +		159,4	-1,36 +		193,6	-1,02 +		ja
32	254,2	0,02 +		162,4	-0,36 +		197,6	0,00 +		ja
33	246,7	-1,53 +		158,9	-1,52 +		190,0	-1,93 +		ja
34	246,9	-1,48 +		158,2	-1,75 +		191,7	-1,50 +		ja
35	256,5	0,49 +		162,9	-0,20 +		198,1	0,13 +		ja
36	254,4	0,06 +		163,0	-0,17 +		198,6	0,25 +		ja
37	248,7	-1,11 +		159,7	-1,26 +		193,7	-0,99 +		ja
38	256,0	0,39 +		164,0	0,17 +		199,0	0,36 +		ja
39	245,0	-1,88 +		157,8	-1,89 +		199,9	0,58 +		ja
40	259,1	1,03 +		166,9	1,13 +		203,1	1,40 +		ja
41	259,0	1,01 +		166,7	1,06 +		202,7	1,29 +		ja
42							198,0	0,10 +		-
43	253,9	-0,04 +		163,0	-0,17 +		198,1	0,13 +		ja
44	252,4	-0,35 +		162,8	-0,23 +		197,5	-0,03 +		ja
45	251,3	-0,58 +		162,4	-0,36 +		197,9	0,08 +		ja
46	253,3	-0,16 +		162,5	-0,33 +		197,5	-0,03 +		ja
47	252,9	-0,25 +		161,5	-0,66 +		195,4	-0,56 +		ja
48	259,5	1,11 +		165,6	0,70 +		201,6	1,02 +		ja
49	255,7	0,33 +		162,1	-0,46 +		196,9	-0,18 +		ja
50	250,9	-0,66 +		159,8	-1,23 +		195,2	-0,61 +		ja
51	259,6	1,13 +		165,4	0,63 +		201,8	1,07 +		ja
52	255,2	0,23 +		162,9	-0,20 +		198,6	0,25 +		ja
53	260,6	1,34 +		167,0	1,16 +		204,7	1,80 +		ja
54	257,3	0,66 +		165,1	0,53 +		198,6	0,25 +		ja
55	255,3	0,25 +		163,9	0,13 +		A			ja

Prüfgas 16**Prüfgas 17****Prüfgas 19**

3.2. Angebot N1 – Gasphasentitrationen

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 2	NO ₂ -Rest [ppb] PG1	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 12	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	17,4	3,2	14,2	14,5	98 %	107 %
32 / 6	18	3,4	14,6	14,9	98 %	99 %
33 / 23	15,7	1,8	13,9	14,3	97 %	99 %
34 / 22	15,4	2,1	13,3	14,8	90 %	108 %
35 / 1	18,1	2,6	15,5	14,6	106 %	99 %
36 / 24	17,9	3,4	14,5	15,6	93 %	102 %
37 / 3	16,9	2,8	14,1	14,2	99 %	101 %
38 / 15	17	2,4	14,6	14,0	104 %	103 %
39 / 4	15,4	1,6	13,8	13,4	103 %	99 %
40 / 5	14,2	0,3	13,9	13,8	101 %	100 %
41 / 20	18,1	3,3	14,8	14,9	99 %	101 %
42 / 7	18,3	3,2	15,1	15,2	99 %	103 %
43 / 8	17,3	2,9	14,4	14,1	102 %	103 %
44 / 9	18,8	4	14,8	14,2	104 %	99 %
45 / 10	17	3,2	13,8	13,7	101 %	105 %
46 / 2	17,6	3,3	14,3	14,7	97 %	101 %
47 / 11	16,6	2,1	14,5	14,4	101 %	98 %
48 / 13	16,8	2,1	14,7	13,9	106 %	103 %
49 / 21	17	2,1	14,9	14,7	101 %	97 %
50 / 17	16,6	1,8	14,8	14,6	101 %	90 %
51 / 16	17,6	2,9	14,7	14,7	100 %	103 %
52 / 21	17,4	2,5	14,9	14,7	101 %	99 %
53 / 18	16,44	2,03	14,41	14,2	101 %	96 %
54 / 19	14,9	0	14,9	14,3	104 %	100 %
55 / 2	17,2	3,2	14	14,7	95 %	106 %
Mittelwert	16,9	2,5	14,5	14,4	100,2 %	100,8 %
Median	17,0	2,6	14,5	14,5	100,7 %	100,7 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 3	NO ₂ -Rest [ppb] PG1	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 13	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	19,7	3,2	16,5	17,6	94 %	105 %
32 / 6	20,5	3,4	17,1	18,0	95 %	103 %
33 / 23	18,1	1,8	16,3	17,4	94 %	102 %
34 / 22	18	2,1	15,9	17,8	89 %	111 %
35 / 1	20,6	2,6	18	18,0	100 %	103 %
36 / 24	20,7	3,4	17,3	18,7	93 %	103 %
37 / 3	19,5	2,8	16,7	17,8	94 %	103 %
38 / 15	19,7	2,4	17,3	17,3	100 %	103 %
39 / 4	18,9	1,6	17,3	17,0	102 %	79 %
40 / 5	17,3	0,3	17	17,0	100 %	99 %
41 / 20	20,9	3,3	17,6	18,1	97 %	102 %
42 / 7	20,4	3,2	17,2	18,4	93 %	105 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 3	NO ₂ -Rest [ppb] PG1	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 13	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
43 / 8	20	2,9	17,1	17,4	98 %	103 %
44 / 9	21,3	4	17,3	17,4	99 %	102 %
45 / 10	20,1	3,2	16,9	17,1	99 %	101 %
46 / 2	20,3	3,3	17	17,8	96 %	103 %
47 / 11	19,6	2,1	17,5	17,7	99 %	91 %
48 / 13	19,5	2,1	17,4	17,2	101 %	106 %
49 / 21	17	2,1	14,9	17,8	84 %	116 %
50 / 17	19,3	1,8	17,5	18,1	97 %	93 %
51 / 16	20,5	2,9	17,6	17,9	98 %	103 %
52 / 21	20,1	2,5	17,6	17,8	99 %	101 %
53 / 18	19,29	2,03	17,26	17,5	99 %	96 %
54 / 19	20,8	0	20,8	17,6	118 %	85 %
55 / 2	20	3,2	16,8	17,8	94 %	106 %
Mittelwert	19,7	2,5	17,2	17,7	97,3 %	101,0 %
Median	20,0	2,6	17,3	17,8	98,3 %	102,8 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 4	NO ₂ -Rest [ppb] PG1	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 14	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	28,1	3,2	24,9	26,6	94 %	105 %
32 / 6	29,3	3,4	25,9	27,2	95 %	103 %
33 / 23	26,5	1,8	24,7	26,6	93 %	102 %
34 / 22	25,5	2,1	23,4	27,1	86 %	111 %
35 / 1	30,7	2,6	28,1	27,4	103 %	99 %
36 / 24	29,8	3,4	26,4	28,1	94 %	102 %
37 / 3	28,4	2,8	25,6	27,0	95 %	102 %
38 / 15	28,8	2,4	26,4	26,3	100 %	102 %
39 / 4	26	1,6	24,4	26,0	94 %	100 %
40 / 5	26,4	0,3	26,1	26,3	99 %	99 %
41 / 20	30	3,3	26,7	27,4	97 %	101 %
42 / 7	28,5	3,2	25,3	28,3	89 %	103 %
43 / 8	28,8	2,9	25,9	26,6	97 %	102 %
44 / 9	30,3	4	26,3	26,5	99 %	102 %
45 / 10	29	3,2	25,8	26,4	98 %	100 %
46 / 2	29,3	3,3	26	26,8	97 %	102 %
47 / 11	28,5	2,1	26,4	27,0	98 %	94 %
48 / 13	28,8	2,1	26,7	26,5	101 %	104 %
49 / 21	28,5	2,1	26,4	27,1	97 %	102 %
50 / 17	28	1,8	26,2	27,4	96 %	97 %
51 / 16	29,8	2,9	26,9	27,0	100 %	102 %
52 / 21	29,5	2,5	27	27,1	100 %	100 %
53 / 18	28,29	2,03	26,26	27,0	97 %	96 %
54 / 19	26,4	0	26,4	26,9	98 %	104 %
55 / 2	28,9	3,2	25,7	26,8	96 %	105 %

Mittelwert	28,5	2,5	26,0	26,9	96,5 %	101,6 %
Median	28,8	2,6	26,2	27,0	97,4 %	101,9 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 5	NO ₂ -Rest [ppb] PG1	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 15	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	38,5	3,2	35,3	37,1	95 %	104 %
32 / 6	39,9	3,4	36,5	37,7	97 %	102 %
33 / 23	36,4	1,8	34,6	37,2	93 %	102 %
34 / 22	35,6	2,1	33,5	37,6	89 %	107 %
35 / 1	42	2,6	39,4	38,1	103 %	99 %
36 / 24	40,4	3,4	37	38,8	95 %	102 %
37 / 3	38,8	2,8	36	37,8	95 %	101 %
38 / 15	39,4	2,4	37	36,8	101 %	102 %
39 / 4	39,6	1,6	38	36,9	103 %	91 %
40 / 5	36,5	0,3	36,2	36,8	98 %	99 %
41 / 20	41	3,3	37,7	38,1	99 %	101 %
42 / 7	40	3,2	36,8	39,3	94 %	102 %
43 / 8	39,5	2,9	36,6	37,0	99 %	101 %
44 / 9	40,7	4	36,7	37,1	99 %	102 %
45 / 10	39,3	3,2	36,1	37,2	97 %	101 %
46 / 2	39,7	3,3	36,4	37,3	98 %	102 %
47 / 11	38,9	2,1	36,8	37,4	98 %	97 %
48 / 13	39,8	2,1	37,7	37,3	101 %	104 %
49 / 21	38,9	2,1	36,8	37,6	98 %	102 %
50 / 17	38,3	1,8	36,5	37,9	96 %	99 %
51 / 16	40,4	2,9	37,5	37,6	100 %	102 %
52 / 21	40,4	2,5	37,9	37,6	101 %	100 %
53 / 18	38,79	2,03	36,76	37,7	98 %	96 %
54 / 19	40,8	0	40,8	37,6	109 %	94 %
55 / 2	39,3	3,2	36,1	37,3	97 %	104 %
Mittelwert	39,3	2,5	36,8	37,6	98,1 %	100,6 %
Median	39,5	2,6	36,8	37,6	97,9 %	101,6 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 7	NO ₂ -Rest [ppb] PG6	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 12	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	16,1	2,6	13,5	14,5	93 %	98 %
32 / 6	16,6	1,9	14,7	14,9	99 %	103 %
33 / 23	15	0,8	14,2	14,3	99 %	99 %
34 / 22	14,5	0,6	13,9	14,8	94 %	101 %
35 / 1	17,5	1,5	16	14,6	110 %	101 %
36 / 24	17,3	2,3	15	15,6	96 %	101 %
37 / 3	16,1	1,4	14,7	14,2	104 %	101 %
38 / 15	16,3	1,3	15	14,0	107 %	102 %
39 / 4	15,5	1,6	13,9	13,4	104 %	100 %
40 / 5	14,5	0	14,5	13,8	105 %	100 %
41 / 20	17,3	1,8	15,5	14,9	104 %	101 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 7	NO ₂ -Rest [ppb] PG6	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 12	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
42 / 7	18	2	16	15,2	105 %	100 %
43 / 8	16,4	1,6	14,8	14,1	105 %	103 %
44 / 9	18	3	15	14,2	106 %	101 %
45 / 10	16,6	1,5	15,1	13,7	110 %	100 %
46 / 2	16,9	1,9	15	14,7	102 %	101 %
47 / 11	15,9	0,7	15,2	14,4	106 %	101 %
48 / 13	15,9	0,2	15,7	13,9	113 %	99 %
49 / 21	15,8	0,6	15,2	14,7	103 %	100 %
50 / 17	15,8	1,1	14,7	14,6	101 %	101 %
51 / 16	16,9	1,5	15,4	14,7	105 %	99 %
52 / 21	16,6	1	15,6	14,7	106 %	97 %
53 / 18	16,3	1,31	14,99	14,2	106 %	100 %
54 / 19	15,1	0,8	14,3	14,3	100 %	96 %
55 / 2	16,6	1,7	14,9	14,7	101 %	102 %
Mittelwert	16,3	1,4	14,9	14,4	103,3 %	100,2 %
Median	16,3	1,5	15,0	14,5	104,0 %	100,6 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 8	NO ₂ -Rest [ppb] PG6	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 13	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	19,1	2,6	16,5	17,6	94 %	99 %
32 / 6	19,7	1,9	17,8	18,0	99 %	102 %
33 / 23	17,9	0,8	17,1	17,4	98 %	100 %
34 / 22	17,2	0,6	16,6	17,8	93 %	101 %
35 / 1	20,6	1,5	19,1	18,0	106 %	101 %
36 / 24	20,3	2,3	18	18,7	96 %	101 %
37 / 3	19	1,4	17,6	17,8	99 %	101 %
38 / 15	19,3	1,3	18	17,3	104 %	103 %
39 / 4	18,3	1,6	16,7	17,0	98 %	101 %
40 / 5	17,3	0	17,3	17,0	102 %	98 %
41 / 20	20,3	1,8	18,5	18,1	102 %	102 %
42 / 7	20	2	18	18,4	98 %	101 %
43 / 8	19,5	1,6	17,9	17,4	103 %	102 %
44 / 9	20,7	3	17,7	17,4	102 %	103 %
45 / 10	19,5	1,5	18	17,1	105 %	101 %
46 / 2	19,8	1,9	17,9	17,8	101 %	102 %
47 / 11	18,7	0,7	18	17,7	102 %	104 %
48 / 13	18,9	0,2	18,7	17,2	109 %	101 %
49 / 21	19	0,6	18,4	17,8	103 %	99 %
50 / 17	18,5	1,1	17,4	18,1	96 %	103 %
51 / 16	19,9	1,5	18,4	17,9	103 %	99 %
52 / 21	19,4	1	18,4	17,8	103 %	99 %
53 / 18	19,3	1,31	17,99	17,5	103 %	97 %
54 / 19	18,8	0,8	18	17,6	102 %	88 %

55 / 2	19,6	1,7	17,9	17,8	101 %	102 %
Mittelwert	19,2	1,4	17,8	17,7	100,9 %	100,4 %
Median	19,3	1,5	18,0	17,8	101,7 %	101,1 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 9	NO ₂ -Rest [ppb] PG 6	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 14	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	27,8	2,6	25,2	26,6	95 %	99 %
32 / 6	28,8	1,9	26,9	27,2	99 %	101 %
33 / 23	26	0,8	25,2	26,6	95 %	101 %
34 / 22	25,3	0,6	24,7	27,1	91 %	101 %
35 / 1	30,2	1,5	28,7	27,4	105 %	101 %
36 / 24	29,5	2,3	27,2	28,1	97 %	101 %
37 / 3	27,9	1,4	26,5	27,0	98 %	101 %
38 / 15	28,4	1,3	27,1	26,3	103 %	102 %
39 / 4	27,4	1,6	25,8	26,0	99 %	96 %
40 / 5	26,1	0	26,1	26,3	99 %	100 %
41 / 20	29,7	1,8	27,9	27,4	102 %	101 %
42 / 7	29,2	2	27,2	28,3	96 %	100 %
43 / 8	28,5	1,6	26,9	26,6	101 %	102 %
44 / 9	29,8	3	26,8	26,5	101 %	101 %
45 / 10	28,6	1,5	27,1	26,4	103 %	100 %
46 / 2	29	1,9	27,1	26,8	101 %	101 %
47 / 11	29,9	0,7	29,2	27,0	108 %	93 %
48 / 13	28,1	0,2	27,9	26,5	105 %	102 %
49 / 21	27,9	0,6	27,3	27,1	101 %	99 %
50 / 17	27,7	1,1	26,6	27,4	97 %	101 %
51 / 16	29,2	1,5	27,7	27,0	103 %	100 %
52 / 21	28,9	1	27,9	27,1	103 %	99 %
53 / 18	28,43	1,31	27,12	27,0	100 %	98 %
54 / 19	27,6	0,8	26,8	26,9	100 %	90 %
55 / 2	28,6	1,7	26,9	26,8	100 %	102 %
Mittelwert	28,3	1,4	27,0	26,9	100,1 %	99,7 %
Median	28,5	1,5	27,1	27,0	100,4 %	100,7 %

Teilnehmer-Nr	NO ₂ [ppb] PG 10	NO ₂ -Rest [ppb] PG 6	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 15	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
31 / 14	38,3	2,6	35,7	37,1	96 %	99 %
32 / 6	39,6	1,9	37,7	37,7	100 %	100 %
33 / 23	35,9	0,8	35,1	37,2	94 %	101 %
34 / 22	34,8	0,6	34,2	37,6	91 %	101 %
35 / 1	41,6	1,5	40,1	38,1	105 %	100 %
36 / 24	40,2	2,3	37,9	38,8	98 %	101 %
37 / 3	38,3	1,4	36,9	37,8	98 %	101 %
38 / 15	39,2	1,3	37,9	36,8	103 %	102 %
39 / 4	36	1,6	34,4	36,9	93 %	105 %
40 / 5	36,2	0	36,2	36,8	98 %	100 %

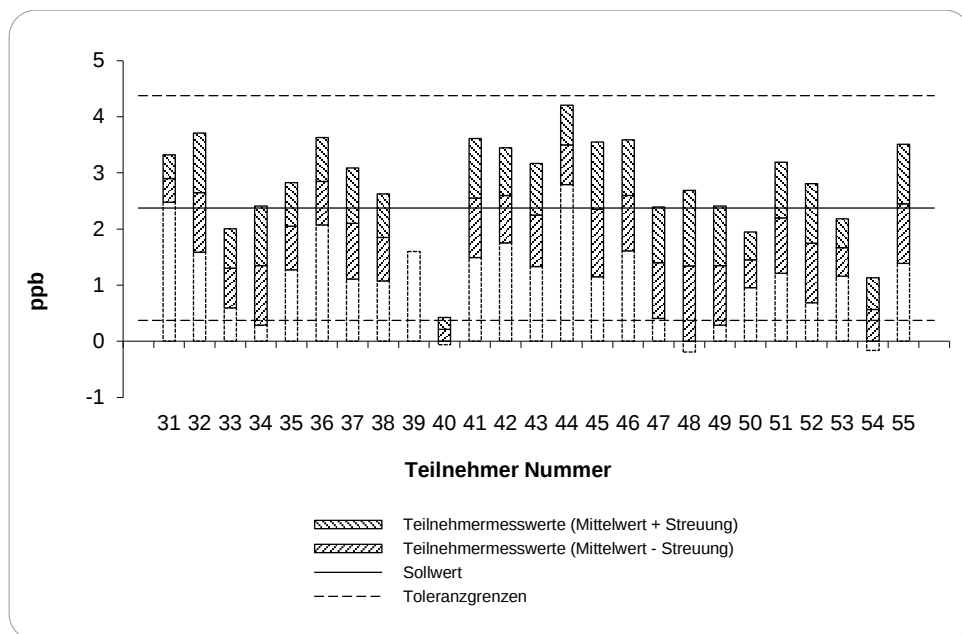
Teilnehmer- Nr	NO ₂ [ppb] PG 10	NO ₂ -Rest [ppb] PG6	Δ NO ₂ [ppb]	O ₃ [ppb] PG 15	Δ NO ₂ / O ₃	KWG
41 / 20	40,7	1,8	38,9	38,1	102 %	101 %
42 / 7	39,8	2	37,8	39,3	96 %	100 %
43 / 8	39,1	1,6	37,5	37,0	101 %	102 %
44 / 9	40,6	3	37,6	37,1	101 %	101 %
45 / 10	39	1,5	37,5	37,2	101 %	101 %
46 / 2	39,5	1,9	37,6	37,3	101 %	101 %
47 / 11	38,3	0,7	37,6	37,4	101 %	101 %
48 / 13	39	0,2	38,8	37,3	104 %	101 %
49 / 21	38,3	0,6	37,7	37,6	100 %	100 %
50 / 17	37,9	1,1	36,8	37,9	97 %	101 %
51 / 16	40,3	1,5	38,8	37,6	103 %	99 %
52 / 21	40	1	39	37,6	104 %	98 %
53 / 18	39,3	1,31	37,99	37,7	101 %	98 %
54 / 19	36,9	0,8	36,1	37,6	96 %	103 %
55 / 2	39,1	1,7	37,4	37,3	100 %	102 %
Mittelwert	38,7	1,4	37,3	37,6	99,4 %	100,8 %
Median	39,1	1,5	37,6	37,6	100,3 %	100,8 %

3.3. Angebot N1 – Stickstoffdioxid

Bezugswert 2,4 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG1 [ppb]	PG6 [ppb]				
31	3,2	2,6	2,9	2	0,4	14,6
32	3,4	1,9	2,7	2	1,1	40,0
33	1,8	0,8	1,3	2	0,7	54,4
34	2,1	0,6	1,4	2	1,1	78,6
35	2,6	1,5	2,1	2	0,8	37,9
36	3,4	2,3	2,9	2	0,8	27,3
37	2,8	1,4	2,1	2	1,0	47,1
38	2,4	1,3	1,9	2	0,8	42,0
39	1,6	1,6	1,6	2	0,0	0,0
40	0,3	0,0	0,2	2	0,2	141,4
41	3,3	1,8	2,6	2	1,1	41,6
42	3,2	2,0	2,6	2	0,8	32,6
43	2,9	1,6	2,3	2	0,9	40,9
44	4,0	3,0	3,5	2	0,7	20,2
45	3,2	1,5	2,4	2	1,2	51,2
46	3,3	1,9	2,6	2	1,0	38,1
47	2,1	0,7	1,4	2	1,0	70,7
48	2,1	0,2	1,2	2	1,3	116,8
49	2,1	0,6	1,4	2	1,1	78,6
50	1,8	1,1	1,5	2	0,5	34,1
51	2,9	1,5	2,2	2	1,0	45,0
52	2,5	1,0	1,8	2	1,1	60,6
53	2,0	1,3	1,7	2	0,5	30,5
54	0,0	0,8	0,4	2	0,6	141,4
55	3,2	1,7	2,5	2	1,1	43,3

Gesamtmittelwert : 1,9 ppb
 rel. Standardabweichung : 40,3 %
 Gesamtmedian : 2,1

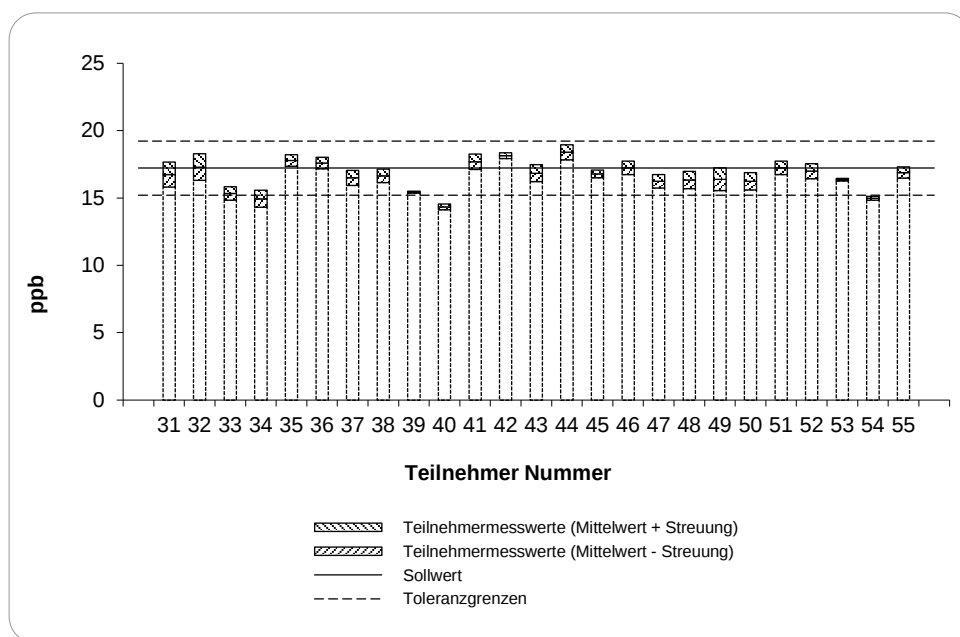


Bezugswert 17,2 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG2 [ppb]	PG7 [ppb]			[ppb]	[%]
31	17,4	16,1	16,8	2	0,9	5,5
32	18,0	16,6	17,3	2	1,0	5,7
33	15,7	15,0	15,4	2	0,5	3,2
34	15,4	14,5	15,0	2	0,6	4,3
35	18,1	17,5	17,8	2	0,4	2,4
36	17,9	17,3	17,6	2	0,4	2,4
37	16,9	16,1	16,5	2	0,6	3,4
38	17,0	16,3	16,7	2	0,5	3,0
39	15,4	15,5	15,5	2	0,1	0,5
40	14,2	14,5	14,4	2	0,2	1,5
41	18,1	17,3	17,7	2	0,6	3,2
42	18,3	18,0	18,2	2	0,2	1,2
43	17,3	16,4	16,9	2	0,6	3,8
44	18,8	18,0	18,4	2	0,6	3,1
45	17,0	16,6	16,8	2	0,3	1,7
46	17,6	16,9	17,3	2	0,5	2,9
47	16,6	15,9	16,3	2	0,5	3,0
48	16,8	15,9	16,4	2	0,6	3,9
49	17,0	15,8	16,4	2	0,8	5,2
50	16,7	15,8	16,3	2	0,6	3,9
51	17,6	16,9	17,3	2	0,5	2,9
52	17,4	16,6	17,0	2	0,6	3,3
53	16,4	16,3	16,4	2	0,1	0,6
54	14,9	15,1	15,0	2	0,1	0,9
55	17,2	16,6	16,9	2	0,4	2,5

Gesamtmittelwert : 16,6 ppb
rel. Standardabweichung : 6,1 %

Gesamtmedian : 16,8

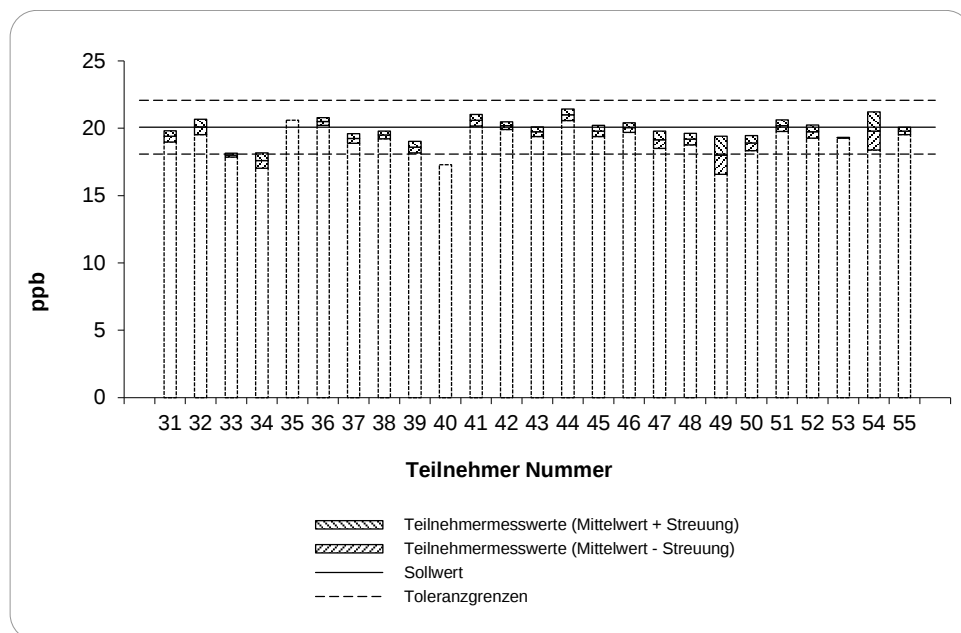


Bezugswert 20,1 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG3 [ppb]	PG8 [ppb]			[ppb]	[%]
31	19,7	19,1	19,4	2	0,4	2,2
32	20,5	19,7	20,1	2	0,6	2,8
33	18,1	17,9	18,0	2	0,1	0,8
34	18,0	17,2	17,6	2	0,6	3,2
35	20,6	20,6	20,6	2	0,0	0,0
36	20,7	20,3	20,5	2	0,3	1,4
37	19,5	19,0	19,3	2	0,4	1,8
38	19,7	19,3	19,5	2	0,3	1,5
39	18,9	18,3	18,6	2	0,4	2,3
40	17,3	17,3	17,3	2	0,0	0,0
41	20,9	20,3	20,6	2	0,4	2,1
42	20,4	20,0	20,2	2	0,3	1,4
43	20,0	19,5	19,8	2	0,4	1,8
44	21,3	20,7	21,0	2	0,4	2,0
45	20,1	19,5	19,8	2	0,4	2,1
46	20,3	19,8	20,1	2	0,4	1,8
47	19,6	18,7	19,2	2	0,6	3,3
48	19,5	18,9	19,2	2	0,4	2,2
49	17,0	19,0	18,0	2	1,4	7,9
50	19,3	18,5	18,9	2	0,6	3,0
51	20,5	19,9	20,2	2	0,4	2,1
52	20,1	19,4	19,8	2	0,5	2,5
53	19,3	19,3	19,3	2	0,0	0,0
54	20,8	18,8	19,8	2	1,4	7,1
55	20,0	19,6	19,8	2	0,3	1,4

Bezugswert 20,1 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

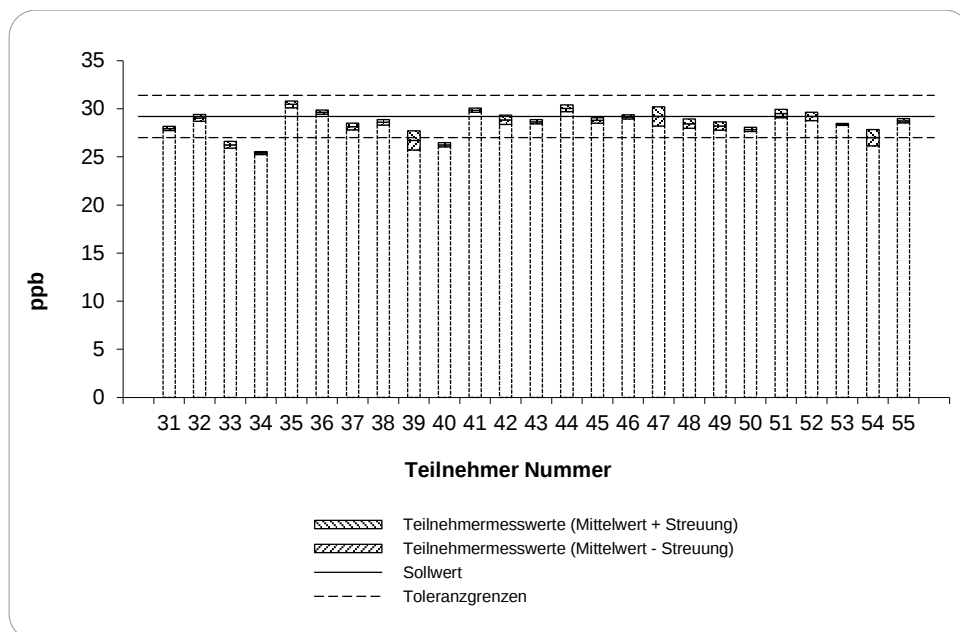
Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	Sw
	PG3 [ppb]	PG8 [ppb]			[ppb]	[%]
Gesamtmittelwert :				19,5	ppb	
rel. Standardabweichung :				4,9	%	
Gesamtmedian :				19,8		



Bezugswert 29,2 ppb Teilnehmer-Nr.
(36+(32+48))
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG4 [ppb]	PG9 [ppb]			[ppb]	[%]
31	28,1	27,8	28,0	2	0,2	0,8
32	29,3	28,8	29,1	2	0,4	1,2
33	26,5	26,0	26,3	2	0,4	1,3
34	25,5	25,3	25,4	2	0,1	0,6
35	30,7	30,2	30,5	2	0,4	1,2
36	29,8	29,5	29,7	2	0,2	0,7
37	28,4	27,9	28,2	2	0,4	1,3
38	28,8	28,4	28,6	2	0,3	1,0
39	26,0	27,4	26,7	2	1,0	3,7
40	26,4	26,1	26,3	2	0,2	0,8
41	30,0	29,7	29,9	2	0,2	0,7
42	28,5	29,2	28,9	2	0,5	1,7
43	28,8	28,5	28,7	2	0,2	0,7
44	30,3	29,8	30,1	2	0,4	1,2
45	29,0	28,6	28,8	2	0,3	1,0
46	29,3	29,0	29,2	2	0,2	0,7
47	28,5	29,9	29,2	2	1,0	3,4
48	28,8	28,1	28,5	2	0,5	1,7
49	28,5	27,9	28,2	2	0,4	1,5
50	28,0	27,7	27,9	2	0,2	0,8
51	29,8	29,2	29,5	2	0,4	1,4
52	29,5	28,9	29,2	2	0,4	1,5
53	28,3	28,4	28,4	2	0,1	0,3
54	26,4	27,6	27,0	2	0,8	3,1
55	28,9	28,6	28,8	2	0,2	0,7

Gesamtmittelwert : 28,4 ppb
rel. Standardabweichung : 4,4 %
Gesamtmedian : 28,7

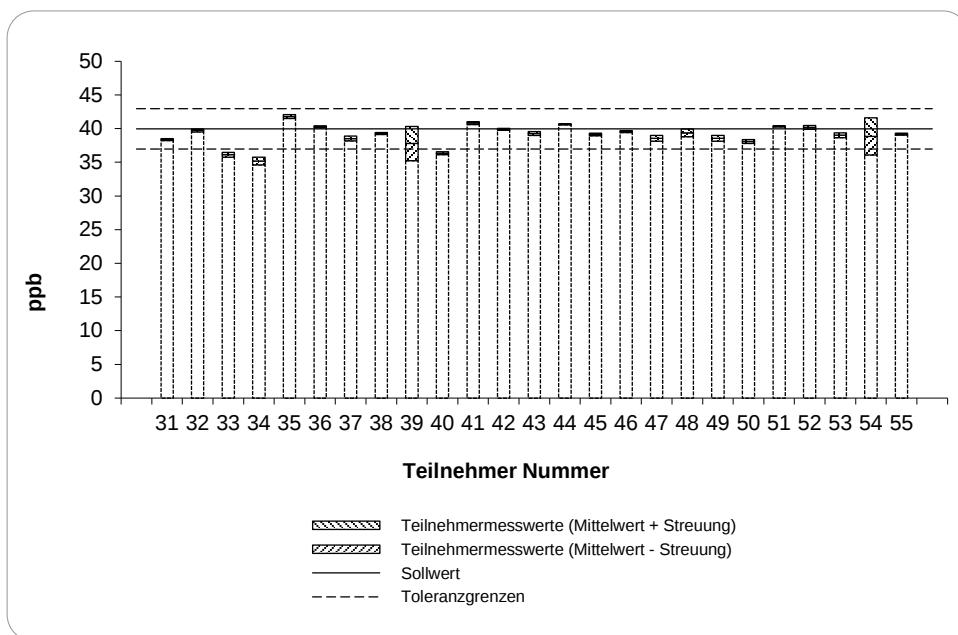


Bezugswert 39,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG5 [ppb]	PG10 [ppb]			[ppb]	[%]
31	38,5	38,3	38,4	2	0,1	0,4
32	39,9	39,6	39,8	2	0,2	0,5
33	36,4	35,9	36,2	2	0,4	1,0
34	35,6	34,8	35,2	2	0,6	1,6
35	42,0	41,6	41,8	2	0,3	0,7
36	40,4	40,2	40,3	2	0,1	0,4
37	38,8	38,3	38,6	2	0,4	0,9
38	39,4	39,2	39,3	2	0,1	0,4
39	39,6	36,0	37,8	2	2,5	6,7
40	36,5	36,2	36,4	2	0,2	0,6
41	41,0	40,7	40,9	2	0,2	0,5
42	40,0	39,8	39,9	2	0,1	0,4
43	39,5	39,1	39,3	2	0,3	0,7
44	40,7	40,6	40,7	2	0,1	0,2
45	39,3	39,0	39,2	2	0,2	0,5
46	39,7	39,5	39,6	2	0,1	0,4
47	38,9	38,3	38,6	2	0,4	1,1
48	39,8	39,0	39,4	2	0,6	1,4
49	38,9	38,3	38,6	2	0,4	1,1
50	38,3	37,9	38,1	2	0,3	0,7
51	40,4	40,3	40,4	2	0,1	0,2
52	40,4	40,0	40,2	2	0,3	0,7
53	38,8	39,3	39,0	2	0,4	0,9
54	40,8	36,9	38,9	2	2,8	7,1
55	39,3	39,1	39,2	2	0,1	0,4

Gesamtmittelwert : 39,0 ppb
 rel. Standardabweichung : 3,8 %

Gesamtmedian : 39,2



3.4. Angebot N1 – Ozon

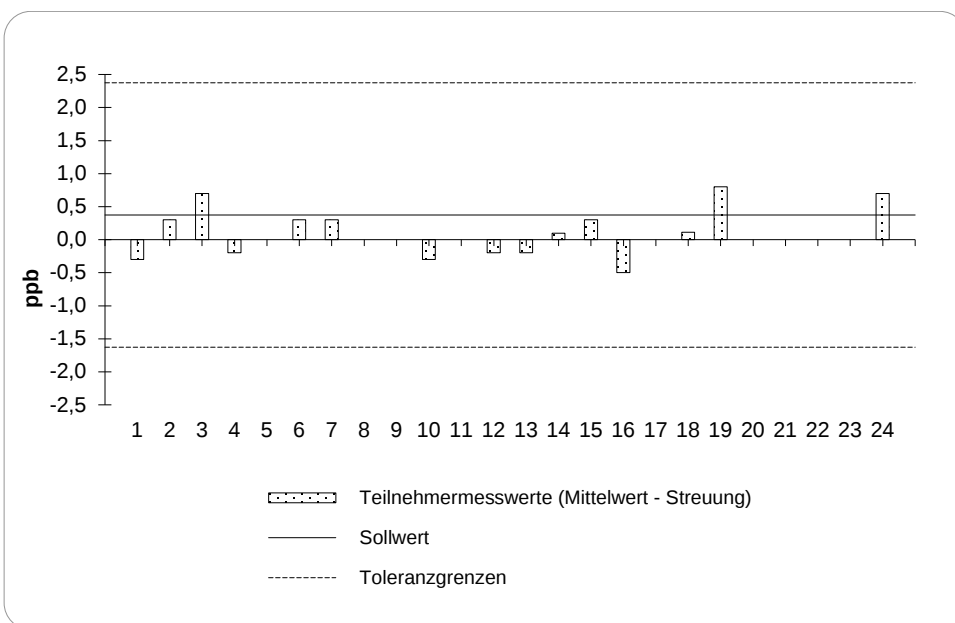
Bezugswert 0,4 ppb Teilnehmer-Nr. (24+(6+13))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]
1	-0,3
2	0,3
3	0,7
4	-0,2
5	0,0
6	0,3
7	0,3
8	0,0
9	0,0
10	-0,3
11	0,0
12	-0,2
13	-0,2
14	0,1
15	0,3
16	-0,5
17	0,0
18	0,1
19	0,8
20	0,0
21	0,0
22	0,0
23	0,0
24	0,7

Bezugswert 0,4 ppb Teilnehmer-Nr. (24+(6+13))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]

Gesamtmittelwert : 0,1 ppb
 rel. Standardabweichung : 405,9 %
 Gesamtmedian : 0,0 ppb



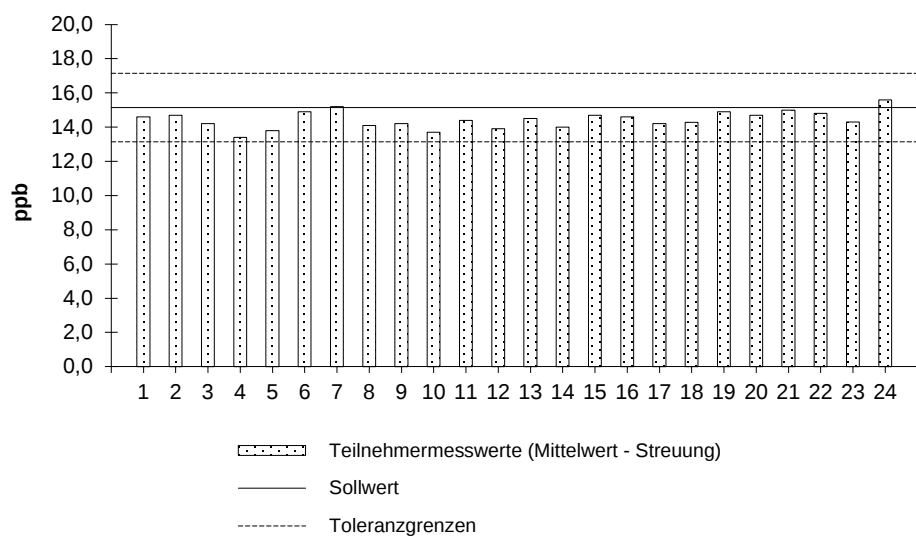
Bezugswert 15,2 ppb Teilnehmer-Nr. (24+(6+13))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]
1	14,6
2	14,7
3	14,2
4	13,4
5	13,8
6	14,9
7	15,2
8	14,1
9	14,2
10	13,7
11	14,4
12	13,9
13	14,5
14	14,0
15	14,7

Bezugswert 15,2 ppb Teilnehmer-Nr. (24+(6+13))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]
16	14,6
17	14,2
18	14,3
19	14,9
20	14,7
21	15,0
22	14,8
23	14,3
24	15,6

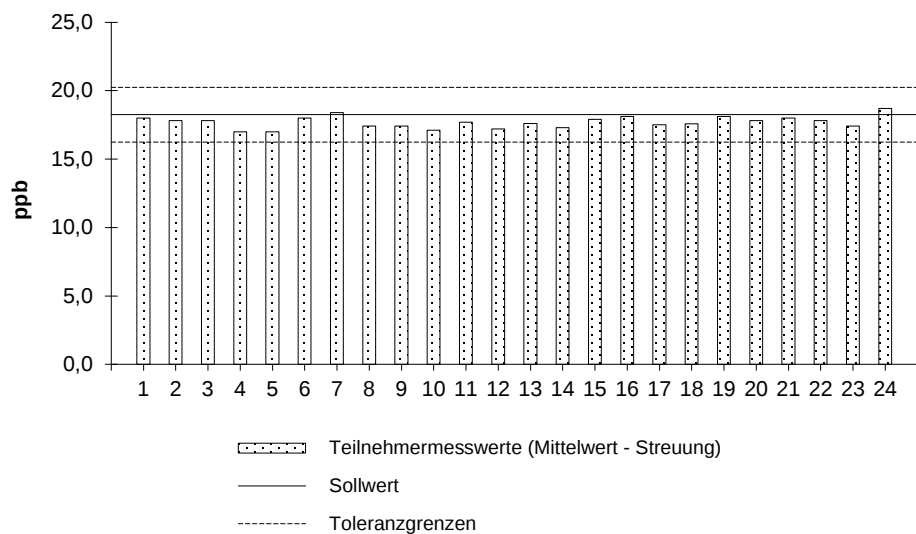
Gesamtmittelwert : 14,4 ppb
 rel. Standardabweichung : 3,5 %
 Gesamtmedian : 14,5 ppb



Bezugswert		18,3	ppb	Teilnehmer- Nr. (24+(6+13))
Toleranzgrenzen	±	2,0	ppb	

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]
1	18,0
2	17,8
3	17,8
4	17,0
5	17,0
6	18,0
7	18,4
8	17,4
9	17,4
10	17,1
11	17,7
12	17,2
13	17,6
14	17,3
15	17,9
16	18,1
17	17,5
18	17,6
19	18,1
20	17,8
21	18,0
22	17,8
23	17,4
24	18,7

Gesamtmittelwert :	17,7	ppb
rel. Standardabweichung :	2,4	%
Gesamtmedian :	17,8	ppb

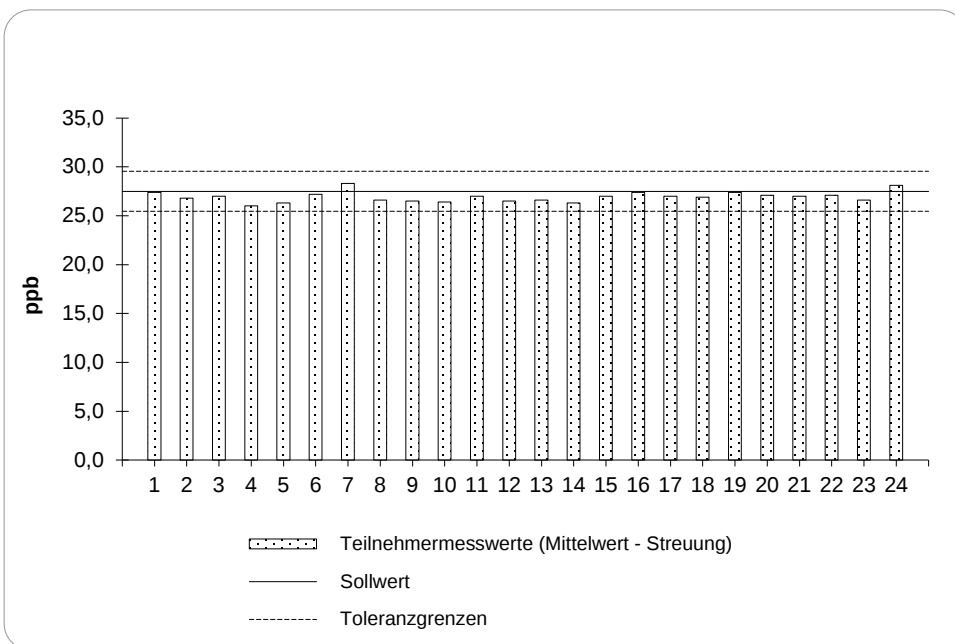


Bezugswert 27,5 ppb Teilnehmer-Nr. (24+(6+13))

Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]
1	27,4
2	26,8
3	27,0
4	26,0
5	26,3
6	27,2
7	28,3
8	26,6
9	26,5
10	26,4
11	27,0
12	26,5
13	26,6
14	26,3
15	27,0
16	27,4
17	27,0
18	26,9
19	27,4
20	27,1
21	27,0
22	27,1
23	26,6
24	28,1

Gesamtmittelwert : 26,9 ppb
 rel. Standardabweichung : 2,0 %
 Gesamtmedian : 27,0 ppb



Bezugswert 38,1 ppb Teilnehmer-Nr. (24+(6+13))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]
1	38,1
2	37,3
3	37,8
4	36,9
5	36,8
6	37,7
7	39,3
8	37,0
9	37,1
10	37,2
11	37,4
12	37,3
13	37,1
14	36,8
15	37,6
16	37,9
17	37,7
18	37,6
19	38,1
20	37,6
21	38,0
22	37,6

Bezugswert 38,1 ppb Teilnehmer-Nr. (24+(6+13))

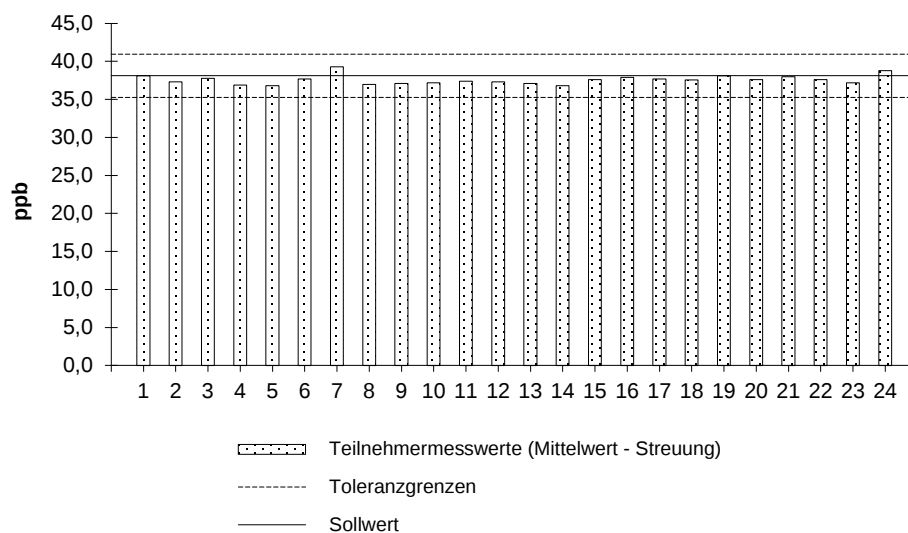
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwert [ppb]
23	37,2
24	38,8

Gesamtmittelwert : 37,6 ppb

rel. Standardabweichung : 1,6 %

Gesamtmedian : 37,6 ppb

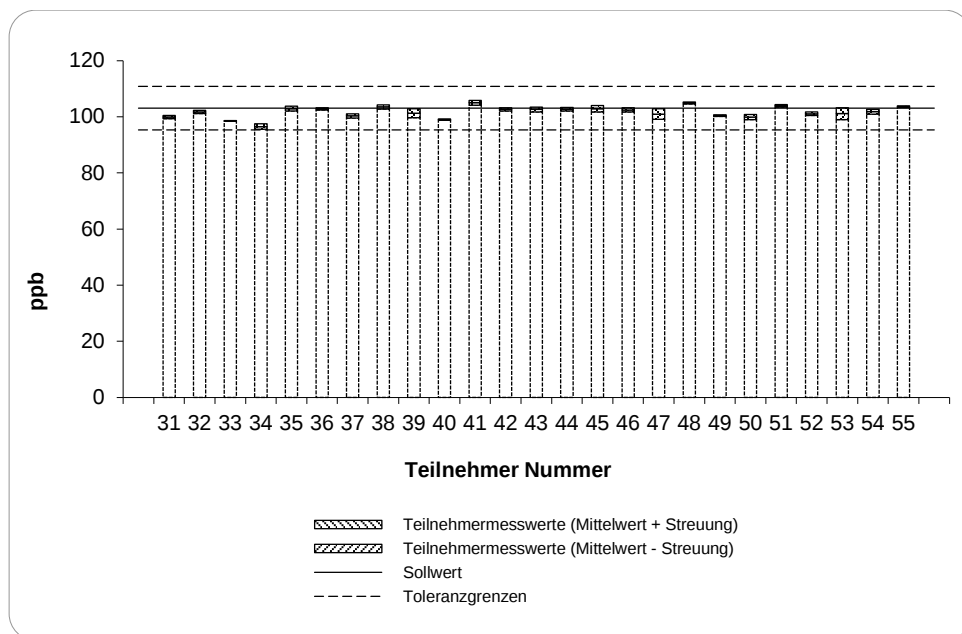


3.5. Angebot N1 – Stickstoffmonoxid

Bezugswert 103,1 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG1 [ppb]	PG6 [ppb]			[ppb]	[%]
31	100,3	99,5	99,9	2	0,6	0,6
32	101,3	102,1	101,7	2	0,6	0,6
33	98,4	98,6	98,5	2	0,1	0,1
34	97,2	95,8	96,5	2	1,0	1,0
35	102,3	103,5	102,9	2	0,8	0,8
36	102,5	103,1	102,8	2	0,4	0,4
37	99,8	100,8	100,3	2	0,7	0,7
38	103,0	104,0	103,5	2	0,7	0,7
39	100,1	102,4	101,3	2	1,6	1,6
40	98,8	99,1	99,0	2	0,2	0,2
41	104,4	105,6	105,0	2	0,8	0,8
42	102,2	103,0	102,6	2	0,6	0,6
43	102,0	103,2	102,6	2	0,8	0,8
44	102,2	103,1	102,7	2	0,6	0,6
45	102,1	103,7	102,9	2	1,1	1,1
46	101,9	103,0	102,5	2	0,8	0,8
47	99,6	102,3	101,0	2	1,9	1,9
48	104,7	105,2	105,0	2	0,4	0,3
49	100,2	100,6	100,4	2	0,3	0,3
50	99,2	100,5	99,9	2	0,9	0,9
51	103,6	104,2	103,9	2	0,4	0,4
52	100,6	101,5	101,1	2	0,6	0,6
53	99,6	102,6	101,1	2	2,1	2,1
54	102,4	101,2	101,8	2	0,8	0,8
55	103,4	103,8	103,6	2	0,3	0,3

Gesamtmittelwert : 101,7 ppb
 rel. Standardabweichung : 2,0 %
 Gesamtmedian : 101,8



Bezugswert

88,0 ppb

Teilnehmer-Nr.
(36+(32+48))

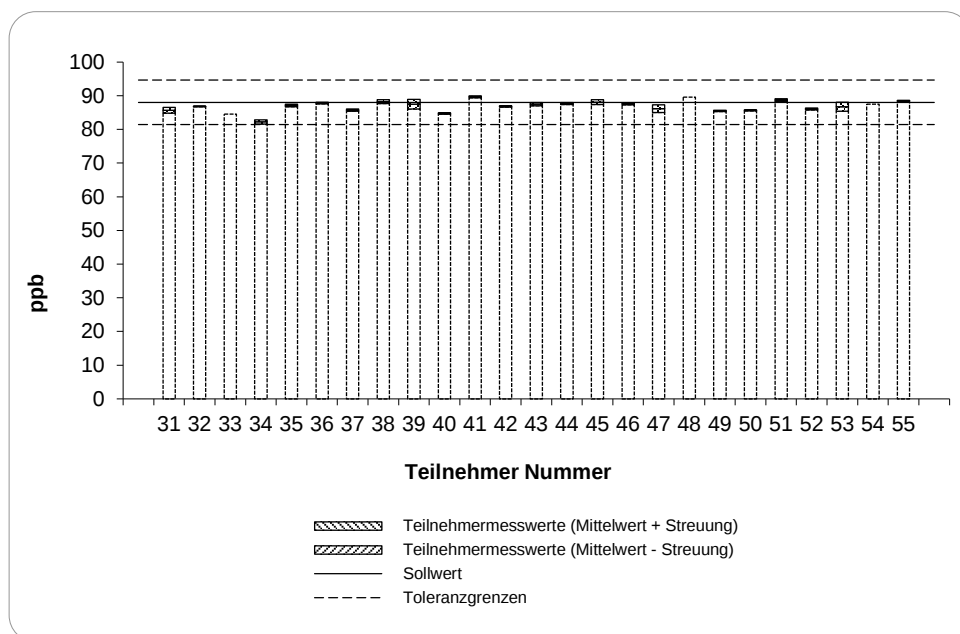
Toleranzgrenzen

±

7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG2 [ppb]	PG7 [ppb]			[ppb]	[%]
31	85,1	86,3	85,7	2	0,8	1,0
32	86,8	86,9	86,9	2	0,1	0,1
33	84,6	84,6	84,6	2	0,0	0,0
34	82,7	81,8	82,3	2	0,6	0,8
35	86,9	87,4	87,2	2	0,4	0,4
36	87,7	88,0	87,9	2	0,2	0,2
37	85,5	86,0	85,8	2	0,4	0,4
38	87,9	88,7	88,3	2	0,6	0,6
39	86,5	88,5	87,5	2	1,4	1,6
40	84,9	84,6	84,8	2	0,2	0,3
41	89,5	89,9	89,7	2	0,3	0,3
42	86,7	87,0	86,9	2	0,2	0,2
43	87,2	87,9	87,6	2	0,5	0,6
44	87,5	87,9	87,7	2	0,3	0,3
45	87,6	88,6	88,1	2	0,7	0,8
46	87,4	87,8	87,6	2	0,3	0,3
47	85,4	87,0	86,2	2	1,1	1,3
48	89,6	89,6	89,6	2	0,0	0,0
49	85,7	85,4	85,6	2	0,2	0,2
50	85,8	85,6	85,7	2	0,1	0,2
51	88,5	89,0	88,8	2	0,4	0,4
52	85,9	86,3	86,1	2	0,3	0,3
53	85,8	87,7	86,7	2	1,3	1,5
54	87,5	87,5	87,5	2	0,0	0,0
55	88,5	88,6	88,6	2	0,1	0,1

Gesamtmittelwert : 86,9 ppb
 rel. Standardabweichung : 1,9 %
 Gesamtmedian : 87,2



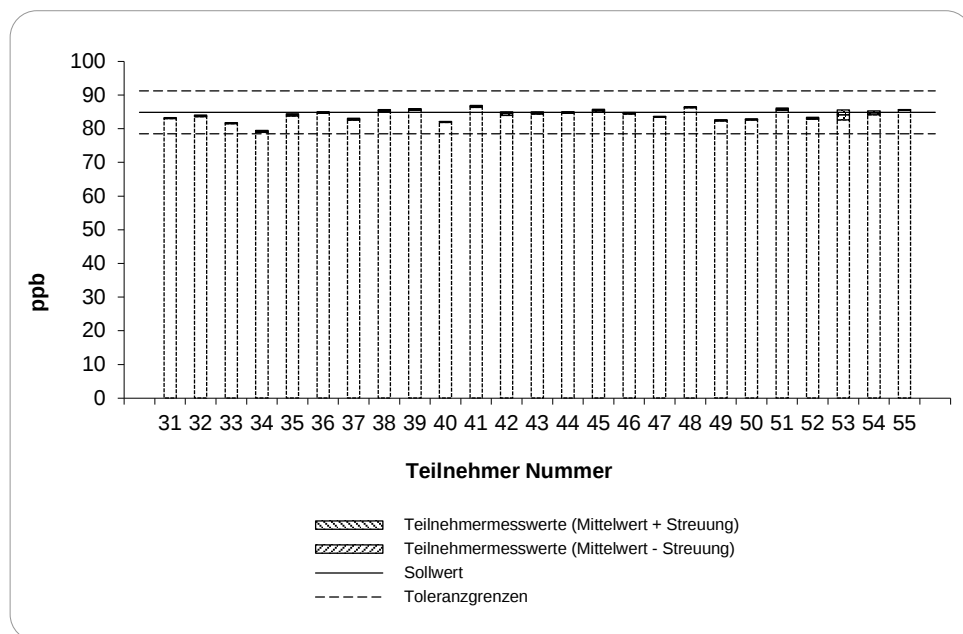
Bezugswert 84,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen ± 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG3 [ppb]	PG8 [ppb]			[ppb]	[%]
31	83,0	83,2	83,1	2	0,1	0,2
32	83,6	83,9	83,8	2	0,2	0,3
33	81,7	81,5	81,6	2	0,1	0,2
34	79,4	79,0	79,2	2	0,3	0,4
35	83,8	84,3	84,1	2	0,4	0,4
36	84,6	84,9	84,8	2	0,2	0,3
37	82,6	83,0	82,8	2	0,3	0,3
38	85,1	85,5	85,3	2	0,3	0,3
39	85,8	85,5	85,7	2	0,2	0,2
40	81,9	82,1	82,0	2	0,1	0,2
41	86,4	86,8	86,6	2	0,3	0,3
42	84,1	84,8	84,5	2	0,5	0,6
43	84,4	84,9	84,7	2	0,4	0,4
44	84,6	84,9	84,8	2	0,2	0,3
45	85,0	85,6	85,3	2	0,4	0,5
46	84,4	84,7	84,6	2	0,2	0,3
47	83,5	83,6	83,6	2	0,1	0,1
48	86,2	86,4	86,3	2	0,1	0,2
49	82,5	82,3	82,4	2	0,1	0,2
50	82,8	82,6	82,7	2	0,1	0,2
51	85,5	86,0	85,8	2	0,4	0,4
52	82,9	83,3	83,1	2	0,3	0,3
53	83,1	85,1	84,1	2	1,5	1,7

Bezugswert 84,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG3 [ppb]	PG8 [ppb]				
54	84,3	85,1	84,7	2	0,6	0,7
55	85,5	85,6	85,6	2	0,1	0,1

Gesamtmittelwert : 84,0 ppb
 rel. Standardabweichung : 2,0 %
 Gesamtmedian : 84,5



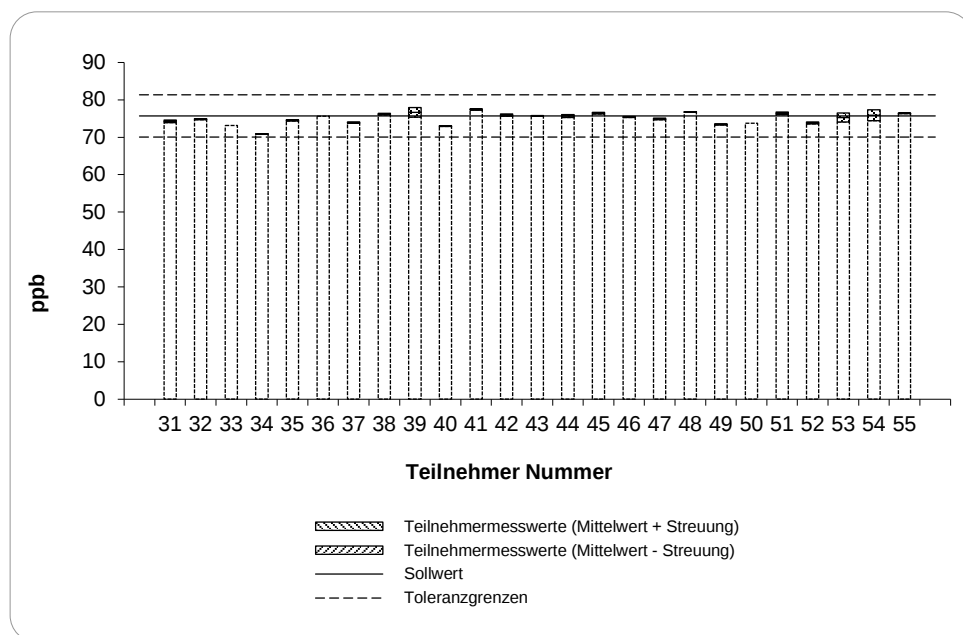
Bezugswert 75,7 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG4 [ppb]	PG9 [ppb]				
31	74,0	74,5	74,3	2	0,4	0,5
32	74,7	74,9	74,8	2	0,1	0,2
33	73,1	73,1	73,1	2	0,0	0,0
34	70,9	70,8	70,9	2	0,1	0,1
35	74,4	74,6	74,5	2	0,1	0,2
36	75,6	75,6	75,6	2	0,0	0,0
37	73,8	74,0	73,9	2	0,1	0,2
38	76,0	76,3	76,2	2	0,2	0,3
39	75,7	77,5	76,6	2	1,3	1,7
40	72,9	73,0	73,0	2	0,1	0,1
41	77,3	77,5	77,4	2	0,1	0,2
42	76,1	75,7	75,9	2	0,3	0,4
43	75,6	75,7	75,7	2	0,1	0,1
44	75,4	75,9	75,7	2	0,4	0,5

Bezugswert 75,7 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG4 [ppb]	PG9 [ppb]				
45	76,3	76,6	76,5	2	0,2	0,3
46	75,3	75,5	75,4	2	0,1	0,2
47	74,7	75,0	74,9	2	0,2	0,3
48	76,8	76,7	76,8	2	0,1	0,1
49	73,3	73,5	73,4	2	0,1	0,2
50	73,7	73,7	73,7	2	0,0	0,0
51	76,1	76,6	76,4	2	0,4	0,5
52	73,6	74,0	73,8	2	0,3	0,4
53	74,4	76,1	75,3	2	1,2	1,6
54	74,8	76,9	75,9	2	1,5	2,0
55	76,3	76,4	76,4	2	0,1	0,1

Gesamtmittelwert : 75,0 ppb
 rel. Standardabweichung : 2,0 %
 Gesamtmedian : 75,4



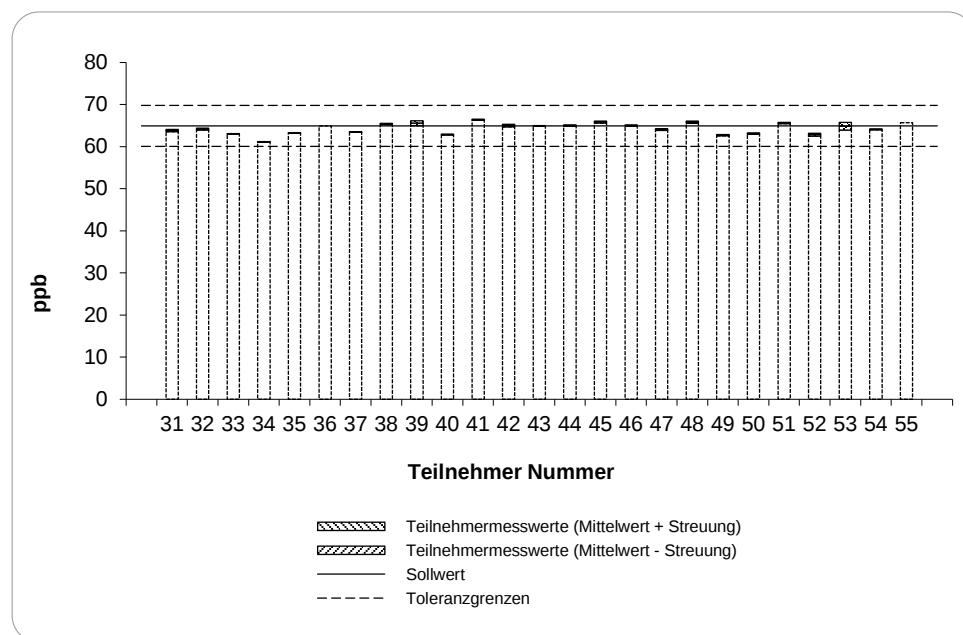
Bezugswert 64,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG5 [ppb]	PG10 [ppb]				
31	63,6	64,0	63,8	2	0,3	0,4
32	64,0	64,3	64,2	2	0,2	0,3
33	63,1	63,0	63,1	2	0,1	0,1
34	61,1	61,2	61,2	2	0,1	0,1
35	63,2	63,3	63,3	2	0,1	0,1

Bezugswert 64,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte		xMi [ppb]	n	Sw	
	PG5 [ppb]	PG10 [ppb]			[ppb]	[%]
36	64,9	64,9	64,9	2	0,0	0,0
37	63,4	63,5	63,5	2	0,1	0,1
38	65,3	65,5	65,4	2	0,1	0,2
39	65,2	66,0	65,6	2	0,6	0,9
40	62,9	62,8	62,9	2	0,1	0,1
41	66,3	66,5	66,4	2	0,1	0,2
42	64,8	65,2	65,0	2	0,3	0,4
43	64,9	65,0	65,0	2	0,1	0,1
44	64,9	65,1	65,0	2	0,1	0,2
45	65,7	66,0	65,9	2	0,2	0,3
46	64,9	65,1	65,0	2	0,1	0,2
47	63,9	64,2	64,1	2	0,2	0,3
48	65,6	66,0	65,8	2	0,3	0,4
49	62,6	62,8	62,7	2	0,1	0,2
50	63,0	63,2	63,1	2	0,1	0,2
51	65,5	65,7	65,6	2	0,1	0,2
52	62,6	63,1	62,9	2	0,4	0,6
53	64,2	65,5	64,8	2	0,9	1,4
54	64,0	64,1	64,1	2	0,1	0,1
55	65,7	65,7	65,7	2	0,0	0,0

Gesamtmittelwert : 64,3 ppb
rel. Standardabweichung : 2,0 %
Gesamtmedian : 64,8

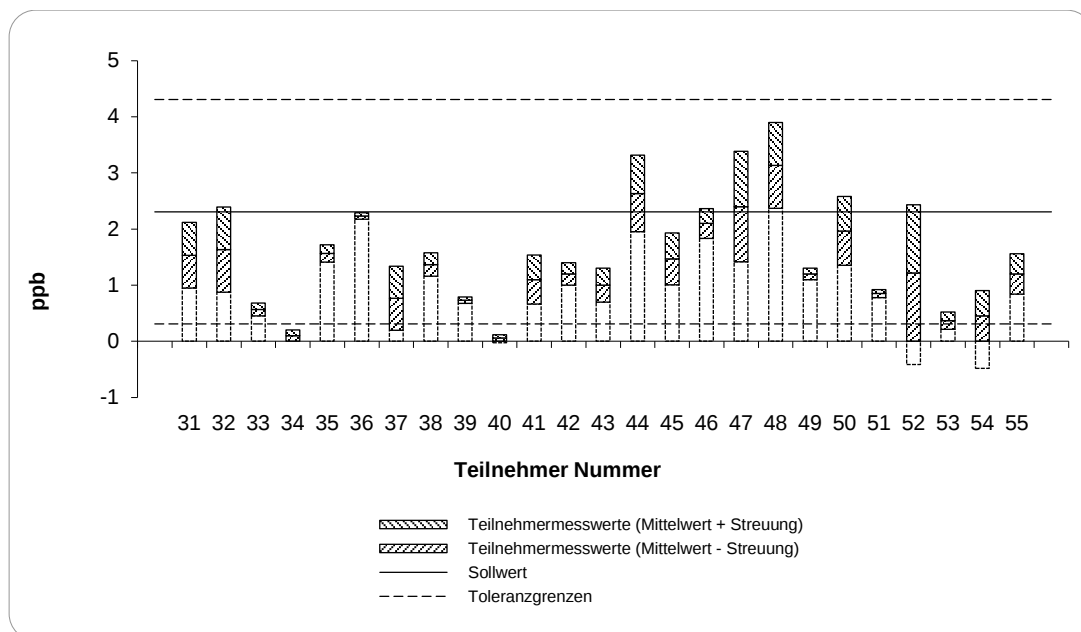


3.6. Angebot N2 – Stickstoffdioxid

Bezugswert 2,3 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48))
 Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]
	PG23 [ppb]	PG28 [ppb]	PG33 [ppb]			
31	2,2	1,3	1,1	1,5	3	0,6
32	2,5	1,3	1,1	1,6	3	0,8
33	0,7	0,5	0,5	0,6	3	0,1
34	0,1	0,2	0,0	0,1	3	0,1
35	1,7	1,4	1,6	1,6	3	0,2
36	2,3	2,2	2,2	2,2	3	0,1
37	1,4	0,6	0,3	0,8	3	0,6
38	1,6	1,3	1,2	1,4	3	0,2
39	0,7	0,7	0,8	0,7	3	0,1
40	0,1	0,0	0,0	0,0	3	0,1
41	1,6	0,9	0,8	1,1	3	0,4
42	1,0	1,2	1,4	1,2	3	0,2
43	1,3	1,0	0,7	1,0	3	0,3
44	3,4	2,4	2,1	2,6	3	0,7
45	2,0	1,2	1,2	1,5	3	0,5
46	2,4	2,0	1,9	2,1	3	0,3
47	1,3	3,2	2,7	2,4	3	1,0
48	2,3	3,8	3,3	3,1	3	0,8
49	1,3	1,2	1,1	1,2	3	0,1
50	1,3	2,5	2,1	2,0	3	0,6
51		0,8	0,9	0,9	2	0,1
52	0,0	0,2	2,2	0,8	3	1,2
53	0,5	0,4	0,2	0,4	3	0,2
54	0,4	0,0	-0,5	0,0	3	0,5
55	1,6	1,1	0,9	1,2	3	0,4

Gesamtmittelwert : 1,3 ppb
 rel. Standardabweichung : 64,0 %
 Gesamtmedian : 1,2



Bezugswert

16,9 ppb

Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) aus
PG 2, PG7 u. PG 42

Toleranzgrenzen

± 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwerte				xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG24 [ppb]	PG29 [ppb]	PG34 [ppb]	PG42 [ppb]				
31	16,9	15,9	15,9	16,7	16,4	4	0,5	3,2
32	17,3	16,2	15,9	16,2	16,4	4	0,6	3,7
33	14,6	13,9	13,6	14,5	14,2	4	0,5	3,4
34	15,0	14,5	14,1		14,5	3	0,5	3,1
35	16,9	16,9	16,0	16,7	16,6	4	0,4	2,6
36	16,9	16,9	16,6	16,7	16,8	4	0,1	0,9
37	15,5	14,8	14,4	15,8	15,1	4	0,6	4,2
38	16,3	16,0	15,5	16,0	16,0	4	0,3	2,1
39	14,5	14,8	14,4	15,0	14,7	4	0,3	1,9
40	15,2	14,8	14,0	15,1	14,8	4	0,5	3,7
41	16,5	15,9	15,4	16,1	16,0	4	0,5	2,9
42	16,4	16,1	15,8		16,1	3	0,3	1,9
43	16,0	15,7	15,3	15,7	15,7	4	0,3	1,8
44	17,4	17,1	16,6	17,2	17,1	4	0,3	2,0
45	16,4	16,0	15,7	16,2	16,1	4	0,3	1,9
46	16,7	16,3	16,1	17,0	16,5	4	0,4	2,4
47	16,8	16,5	16,4	14,6	16,1	4	1,0	6,2
48	18,3	18,1	17,0	15,4	17,2	4	1,3	7,8
49	16,1	15,4	15,0	15,5	15,5	4	0,5	2,9
50	16,9	16,7	16,2	15,8	16,4	4	0,5	3,0
51	15,3	15,4	15,0	15,3	15,3	4	0,2	1,1
52	15,6	15,0	14,7	15,7	15,3	4	0,5	3,1
53	15,6	14,9	15,0	15,6	15,3	4	0,4	2,5
54	15,5	14,7	13,9	14,2	14,6	4	0,7	4,8
55	15,9	15,5	15,0	16,0	15,6	4	0,5	2,9

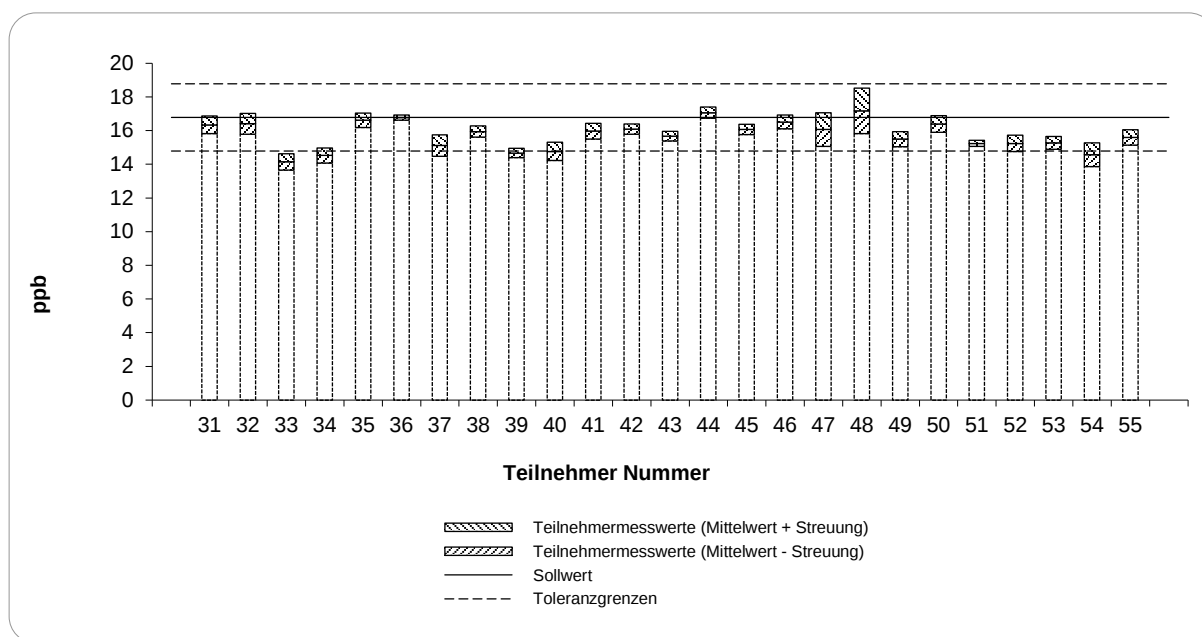
Gesamtmittelwert :

15,8 ppb

rel. Standardabweichung :

5,3 %

Gesamtmedian : 16,0



Bezugswert 20,1 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG 3 u 8

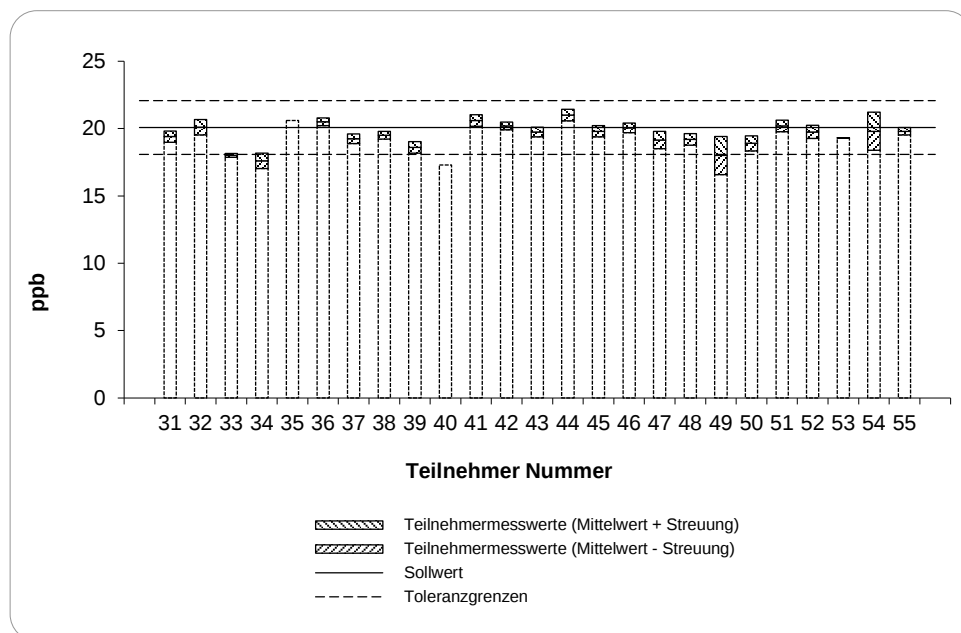
Toleranzgrenzen ± 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw	
	PG25 [ppb]	PG30 [ppb]	PG35 [ppb]			[ppb]	[%]
31	19,3	19,1	19,1	19,2	3	0,1	0,6
32	19,9	19,1	18,8	19,3	3	0,6	3,0
33	17,0	16,5	15,7	16,4	3	0,7	4,0
34	17,8	17,2	16,9	17,3	3	0,5	2,6
35	19,8	19,7	19,4	19,6	3	0,2	1,1
36	19,8	19,6	19,3	19,6	3	0,3	1,3
37	18,2	17,6	17,2	17,7	3	0,5	2,8
38	19,1	18,8	18,3	18,7	3	0,4	2,2
39	17,4	17,4	17,0	17,3	3	0,2	1,3
40	18,0	17,7	16,8	17,5	3	0,6	3,6
41	19,3	18,7	18,3	18,8	3	0,5	2,7
42	19,3	19,0	18,7	19,0	3	0,3	1,6
43	18,8	18,5	18,1	18,5	3	0,4	1,9
44	20,0	19,7	19,4	19,7	3	0,3	1,5
45	19,2	18,6	18,4	18,7	3	0,4	2,2
46	19,4	19,1	18,9	19,1	3	0,3	1,3
47	19,6	19,6	18,6	19,3	3	0,6	3,0
48	20,7	20,6	19,5	20,3	3	0,7	3,3
49	18,8	17,9	17,2	18,0	3	0,8	4,5
50	19,6	19,2	18,8	19,2	3	0,4	2,1
51	18,5	18,2	17,7	18,1	3	0,4	2,2
52	18,5	18,0	17,4	18,0	3	0,6	3,1
53	18,4	17,9	17,6	18,0	3	0,4	2,2
54	18,1	17,5	16,9	17,5	3	0,6	3,4
55	18,8	18,3	17,8	18,3	3	0,5	2,7

Bezugswert 20,1 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG 3 u 8
Toleranzgrenzen $\pm$ 2,0 ppb

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG25 [ppb]	PG30 [ppb]	PG35 [ppb]				

Gesamtmittelwert : 18,5 ppb
rel. Standardabweichung : 5,1 %
Gesamtmedian : 18,7



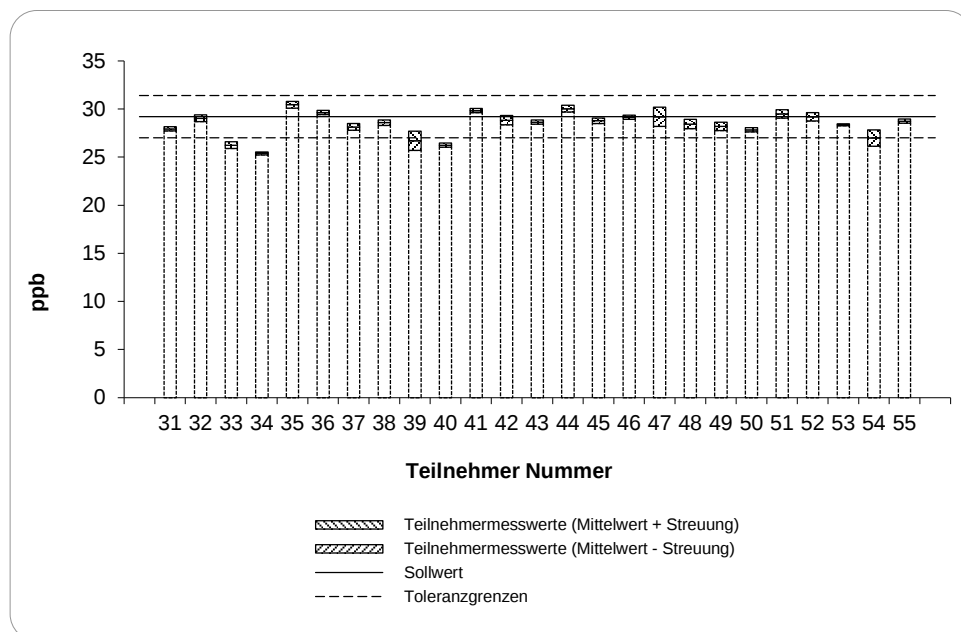
Bezugswert 29,2 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG4 und PG9
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG26 [ppb]	PG31 [ppb]	PG36 [ppb]				
31	27,9	27,7	28,0	27,9	3	0,2	0,5
32	28,5	27,9	27,4	27,9	3	0,6	2,0
33	25,1	24,1	23,6	24,3	3	0,8	3,1
34	26,2	25,9	25,3	25,8	3	0,5	1,8
35	29,2	28,5	28,3	28,7	3	0,5	1,6
36	29,0	28,4	27,9	28,4	3	0,6	1,9
37	26,8	26,3	25,6	26,2	3	0,6	2,3
38	27,9	27,5	27,0	27,5	3	0,5	1,6
39	26,0	25,7	25,1	25,6	3	0,5	1,8
40	27,1	26,4	25,3	26,3	3	0,9	3,5
41	28,4	27,7	27,2	27,8	3	0,6	2,2
42	28,2	27,7	27,4	27,8	3	0,4	1,5
43	27,7	27,1	26,7	27,2	3	0,5	1,9
44	29,0	28,5	28,0	28,5	3	0,5	1,8
45	27,9	27,4	27,0	27,4	3	0,5	1,6

Bezugswert 29,2 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG4 und PG9
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG26 [ppb]	PG31 [ppb]	PG36 [ppb]				
46	28,3	27,7	27,4	27,8	3	0,5	1,6
47	28,4	27,7	27,3	27,8	3	0,6	2,0
48	29,3	28,8	27,5	28,5	3	0,9	3,3
49	27,6	26,1	25,2	26,3	3	1,2	4,6
50	28,0	27,4	27,2	27,5	3	0,4	1,5
51	27,7	27,0	26,2	27,0	3	0,8	2,8
52	27,6	26,8	25,9	26,8	3	0,9	3,2
53	27,4	26,5	25,8	26,6	3	0,8	3,0
54	27,0	26,4	25,5	26,3	3	0,8	2,9
55	27,5	26,8	26,1	26,8	3	0,7	2,6

Gesamtmittelwert : 27,1 ppb
 rel. Standardabweichung : 3,9 %
 Gesamtmedian : 27,4



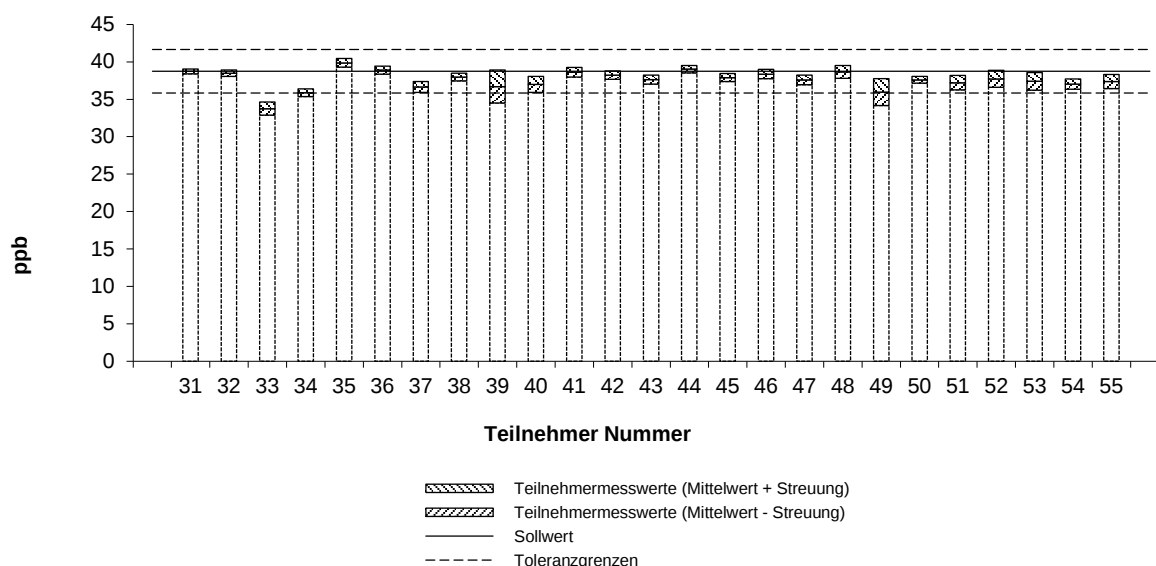
Bezugswert 39,5 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG5, PG10 u. PG 43
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte				xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG27 [ppb]	PG32 [ppb]	PG37 [ppb]	PG43 [ppb]				
31	38,5	38,6	38,6	39,2	38,7	4	0,3	0,8
32	38,9	38,6	37,9	38,5	38,5	4	0,4	1,1
33	34,8	33,5	32,7	34,0	33,8	4	0,9	2,6
34	36,4	35,8	35,4		35,9	3	0,5	1,4
35	40,2	39,8	39,1	40,4	39,9	4	0,6	1,4

Bezugswert 39,5 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG5,
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 % PG10 u. PG 43

Teilnehmer Nr.	Messwerte				xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG27 [ppb]	PG32 [ppb]	PG37 [ppb]	PG43 [ppb]				
36	39,5	39,1	38,2	38,8	38,9	4	0,5	1,4
37	37,0	36,5	35,7	37,4	36,7	4	0,7	2,0
38	38,5	38,0	37,3	38,1	38,0	4	0,5	1,3
39	36,2	35,8	34,9	39,9	36,7	4	2,2	6,0
40	37,8	37,0	35,5	37,7	37,0	4	1,1	2,9
41	39,1	38,6	37,7	39,0	38,6	4	0,6	1,7
42	38,8	38,2	37,7		38,2	3	0,6	1,4
43	38,2	37,7	37,0		37,6	3	0,6	1,6
44	39,5	38,9	38,4	39,3	39,0	4	0,5	1,2
45	38,4	37,8	37,2	38,2	37,9	4	0,5	1,4
46	38,6	38,2	37,6	39,1	38,4	4	0,6	1,7
47	38,4	37,8	37,2	37,0	37,6	4	0,6	1,7
48	39,5	39,2	37,7	38,2	38,7	4	0,8	2,2
49	37,6	33,9	35,0	37,3	36,0	4	1,8	5,0
50	38,2	37,7	37,2	37,3	37,6	4	0,5	1,2
51	38,4	37,4	36,1	37,0	37,2	4	1,0	2,6
52	38,6	37,5	36,2	38,6	37,7	4	1,1	3,0
53	38,0	37,3	35,8	38,5	37,4	4	1,2	3,1
54	37,7	37,3	36,1	37,0	37,0	4	0,7	1,8
55	38,0	37,3	36,1	38,1	37,4	4	0,9	2,5

Gesamtmittelwert : 37,6 ppb
 rel. Standardabweichung : 3,3 %
 Gesamtmedian : 37,6

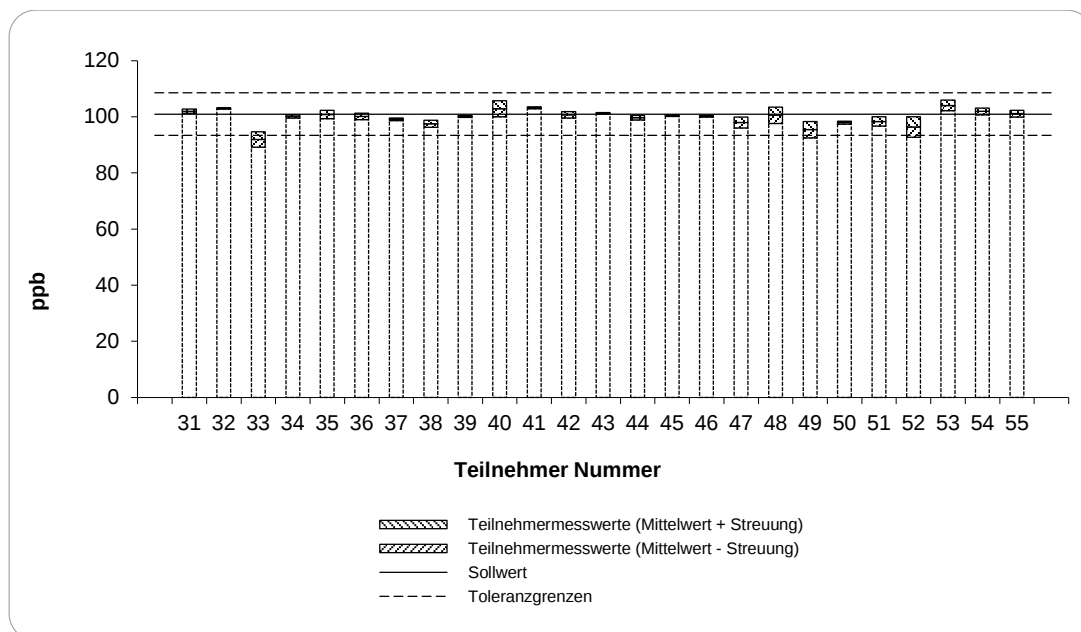


3.7. Angebot N2 – Stickstoffmonoxid

Bezugswert 103,1 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG1 u. PG6
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG23 [ppb]	PG28 [ppb]	PG33 [ppb]				
31	101,7	101,4	102,9	102,0	3	0,8	0,8
32	102,8	102,9	103,2	103,0	3	0,2	0,2
33	94,8	91,6	89,4	91,9	3	2,7	3,0
34	100,8	99,8	99,8	100,1	3	0,6	0,6
35	102,2	100,9	99,3	100,8	3	1,5	1,4
36	101,2	100,2	99,0	100,1	3	1,1	1,1
37	99,6	98,8	98,9	99,1	3	0,4	0,4
38	98,0	96,1	98,4	97,5	3	1,2	1,3
39	100,5	100,0	99,8	100,1	3	0,4	0,4
40	105,1	103,8	99,6	102,8	3	2,9	2,8
41	103,6	103,0	103,0	103,2	3	0,3	0,3
42	102,0	100,0	100,0	100,7	3	1,2	1,1
43	101,5	101,1	101,1	101,2	3	0,2	0,2
44	100,4	98,8	99,8	99,7	3	0,8	0,8
45	100,7	100,2	100,3	100,4	3	0,3	0,3
46	100,5	100,1	100,0	100,2	3	0,3	0,3
47	99,9	97,9	96,0	97,9	3	2,0	2,0
48	103,7	100,0	97,9	100,5	3	2,9	2,9
49	98,4	95,3	92,6	95,4	3	2,9	3,0
50	97,7	98,5	97,5	97,9	3	0,5	0,5
51		99,5	97,2	98,4	2	1,6	1,7
52	99,8	96,8	92,5	96,4	3	3,7	3,8
53	106,1	103,5	102,5	104,0	3	1,9	1,8
54	103,3	101,4	101,0	101,9	3	1,2	1,2
55	102,4	100,9	100,0	101,1	3	1,2	1,2

Gesamtmittelwert : 99,9 ppb
rel. Standardabweichung : 2,7 %
Gesamtmedian : 100,2

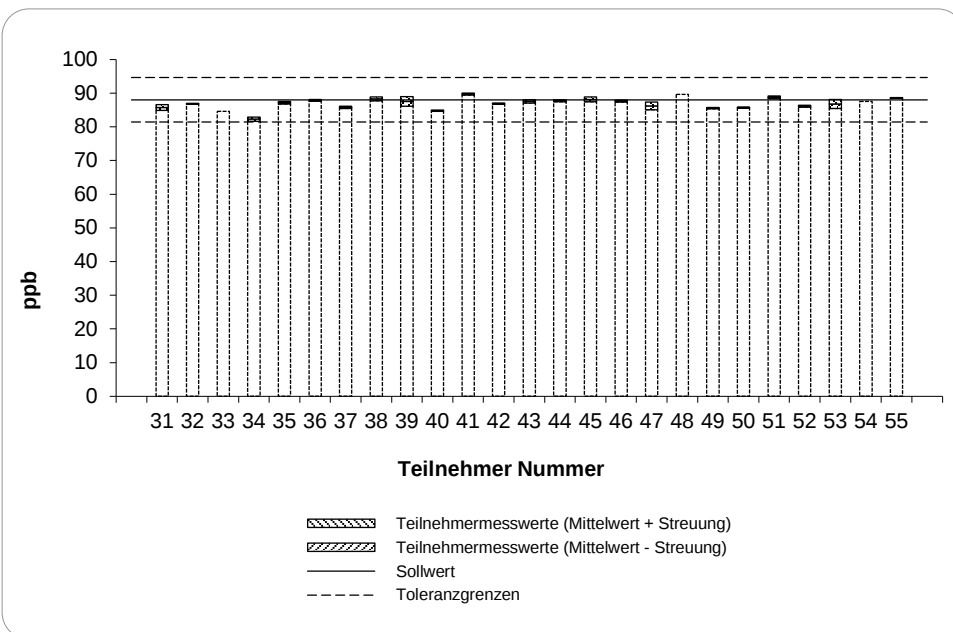


Bezugswert 88,0 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG2 u PG7
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte				xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG24 [ppb]	PG29 [ppb]	PG34 [ppb]	PG42 [ppb]				
31	86,0	86,6	88,7	89,7	87,8	4	1,7	2,0
32	87,0	87,9	88,4	89,3	88,2	4	1,0	1,1
33	80,4	78,5	76,1	81,9	79,2	4	2,5	3,2
34	85,8	85,2	85,7		85,6	3	0,3	0,4
35	86,2	85,7	84,0	88,8	86,2	4	2,0	2,3
36	86,4	85,7	84,8	89,0	86,5	4	1,8	2,1
37	84,2	84,6	84,8	86,6	85,1	4	1,1	1,2
38	81,1	82,0	84,4	89,3	84,2	4	3,7	4,4
39	85,7	86,1	86,0	87,6	86,4	4	0,9	1,0
40	89,0	89,1	85,8	90,9	88,7	4	2,1	2,4
41	87,8	88,1	88,2	90,7	88,7	4	1,3	1,5
42	85,4	85,5	85,9		85,6	3	0,3	0,3
43	86,3	86,5	86,7	88,7	87,1	4	1,1	1,3
44	83,9	84,2	85,2	88,6	85,5	4	2,2	2,5
45	85,2	85,7	85,8	88,5	86,3	4	1,5	1,7
46	85,4	85,6	85,6	88,0	86,2	4	1,2	1,4
47	85,7	84,4	82,3	87,9	85,1	4	2,3	2,8
48	87,9	85,4	83,9	90,6	87,0	4	2,9	3,4
49	83,2	81,1	78,6	86,6	82,4	4	3,4	4,1
50	85,0	84,2	83,5	86,1	84,7	4	1,1	1,3
51	86,6	85,2	83,0	86,2	85,3	4	1,6	1,9
52	84,6	82,5	80,5	89,0	84,2	4	3,6	4,3
53	89,7	88,3	87,7	92,6	89,6	4	2,2	2,4
54	86,7	86,4	86,4	88,4	87,0	4	1,0	1,1
55	87,0	86,5	86,0	90,4	87,5	4	2,0	2,3

Gesamtmittelwert : 86,0 ppb

rel. Standardabweichung : 2,5 %
 Gesamtmedian : 86,2



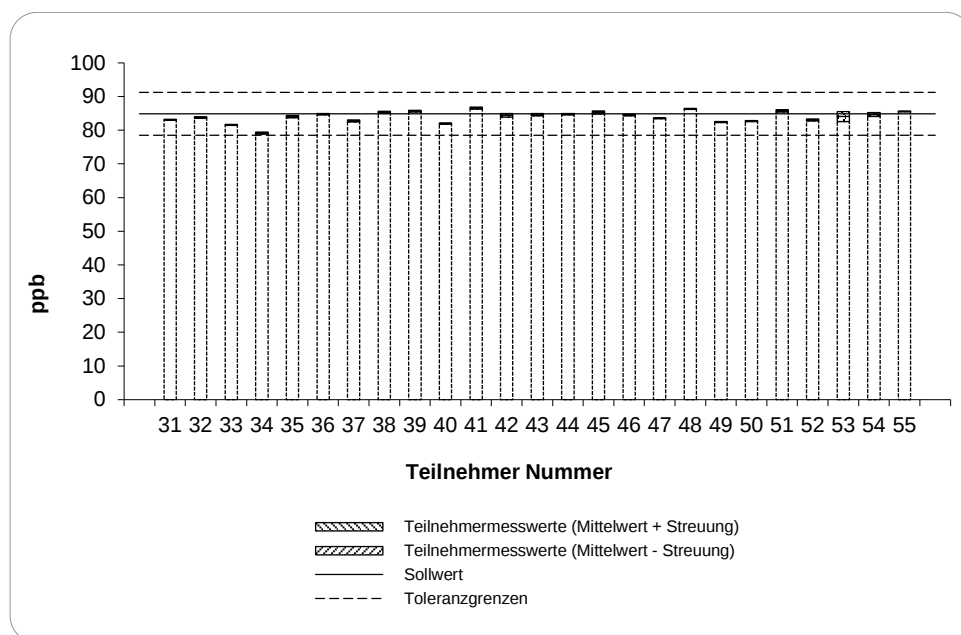
Bezugswert 84,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG3 u. PG8
 Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG25 [ppb]	PG30 [ppb]	PG35 [ppb]				
31	82,9	83,9	86,2	84,3	3	1,7	2,0
32	84,5	85,1	85,7	85,1	3	0,6	0,7
33	77,9	75,8	74,0	75,9	3	2,0	2,6
34	82,9	83,0	82,7	82,9	3	0,2	0,2
35	83,4	82,9	80,5	82,3	3	1,6	1,9
36	83,7	83,0	82,1	82,9	3	0,8	1,0
37	81,5	81,9	82,0	81,8	3	0,3	0,3
38	78,5	80,0	82,0	80,2	3	1,8	2,2
39	83,2	83,5	83,3	83,3	3	0,2	0,2
40	86,3	86,0	83,3	85,2	3	1,7	1,9
41	85,0	85,4	85,3	85,2	3	0,2	0,2
42	82,6	83,0	83,1	82,9	3	0,3	0,3
43	83,8	83,8	83,6	83,7	3	0,1	0,1
44	81,3	81,8	82,7	81,9	3	0,7	0,9
45	82,6	83,0	83,1	82,9	3	0,3	0,3
46	82,6	82,9	82,8	82,8	3	0,2	0,2
47	82,0	81,3	79,8	81,0	3	1,1	1,4
48	84,3	83,0	81,0	82,8	3	1,7	2,0
49	80,4	78,3	76,5	78,4	3	2,0	2,5
50	82,7	81,7	80,8	81,7	3	1,0	1,2
51	83,9	82,5	80,6	82,3	3	1,7	2,0
52	81,7	79,6	77,9	79,7	3	1,9	2,4
53	86,5	85,5	84,7	85,6	3	0,9	1,1
54	83,6	83,3	83,1	83,3	3	0,3	0,3

Bezugswert 84,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG3 u. PG8
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG25 [ppb]	PG30 [ppb]	PG35 [ppb]				
55	84,3	83,5	83,3	83,7	3	0,5	0,6

Gesamtmittelwert : 82,5 ppb
rel. Standardabweichung : 2,7 %
Gesamtmedian : 82,9



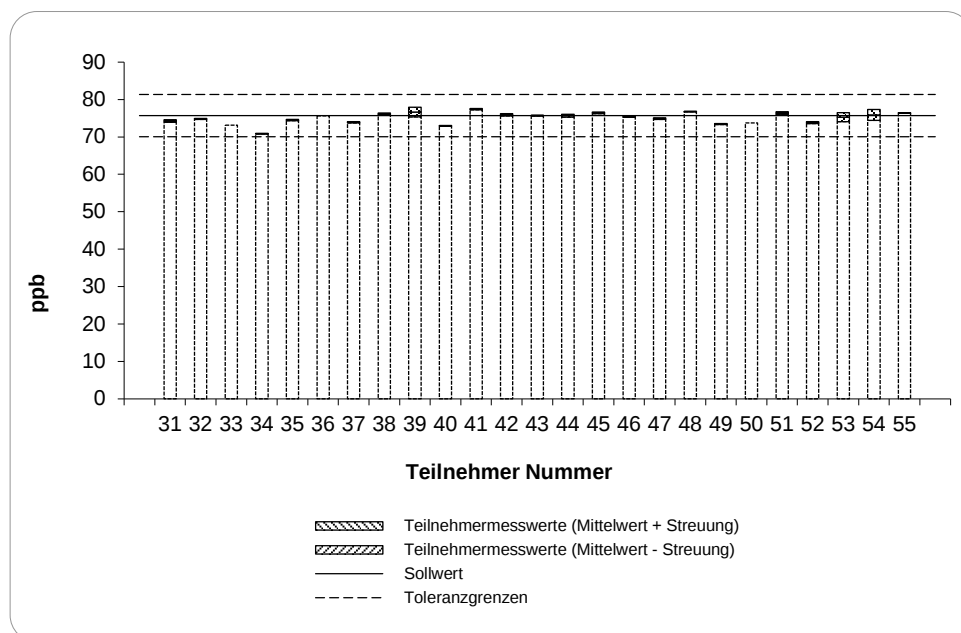
Bezugswert 75,7 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG4 u. PG9
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG26 [ppb]	PG31 [ppb]	PG36 [ppb]				
31	74,4	75,8	76,8	75,7	3	1,2	1,6
32	75,9	76,5	76,8	76,4	3	0,5	0,6
33	69,8	68,0	66,0	67,9	3	1,9	2,8
34	74,4	74,3	74,4	74,4	3	0,1	0,1
35	74,1	73,8	71,5	73,1	3	1,4	1,9
36	74,9	74,4	73,8	74,4	3	0,6	0,7
37	73,0	73,4	73,6	73,3	3	0,3	0,4
38	70,0	72,0	73,7	71,9	3	1,9	2,6
39	75,0	75,3	75,3	75,2	3	0,2	0,2
40	77,4	76,8	75,0	76,4	3	1,2	1,6
41	76,0	76,5	76,5	76,3	3	0,3	0,4
42	74,0	74,5	74,6	74,4	3	0,3	0,4
43	74,9	75,2	75,2	75,1	3	0,2	0,2

Bezugswert 75,7 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG4 u. PG9
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte			xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG26 [ppb]	PG31 [ppb]	PG36 [ppb]				
44	72,5	73,3	74,1	73,3	3	0,8	1,1
45	73,9	74,5	74,4	74,3	3	0,3	0,4
46	74,0	74,3	74,2	74,2	3	0,2	0,2
47	73,4	72,7	71,3	72,5	3	1,1	1,5
48	75,4	74,3	72,7	74,1	3	1,4	1,8
49	71,5	70,1	68,1	69,9	3	1,7	2,4
50	74,2	73,4	72,6	73,4	3	0,8	1,1
51	75,1	74,1	72,1	73,8	3	1,5	2,1
52	72,7	71,0	69,6	71,1	3	1,6	2,2
53	77,5	76,9	76,3	76,9	3	0,6	0,8
54	74,7	74,6	74,7	74,7	3	0,1	0,1
55	75,7	75,4	74,9	75,3	3	0,4	0,5

Gesamtmittelwert : 73,9 ppb
rel. Standardabweichung : 2,8 %
Gesamtmedian : 74,3



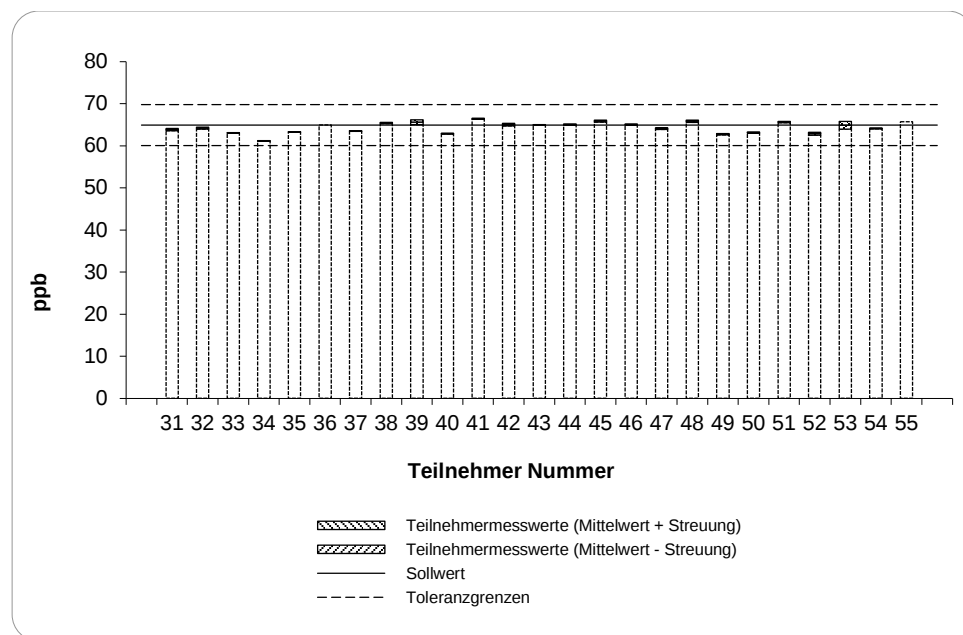
Bezugswert 64,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG5 und 10
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte				xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG27 [ppb]	PG32 [ppb]	PG37 [ppb]	PG43 [ppb]				
31	64,2	65,4	66,2	66,9	65,7	4	1,2	1,8
32	65,3	65,7	66,4	66,8	66,1	4	0,7	1,0
33	60,0	58,7	56,8	62,3	59,5	4	2,3	3,9

Bezugswert 64,9 ppb Teilnehmer-Nr. (36+(32+48)) PG5 und 10
Toleranzgrenzen $\pm$ 7,5 %

Teilnehmer Nr.	Messwerte				xMi [ppb]	n	Sw [ppb]	Sw [%]
	PG27 [ppb]	PG32 [ppb]	PG37 [ppb]	PG43 [ppb]				
34	64,0	64,3	64,2		64,2	3	0,2	0,2
35	63,1	63,3	61,1	65,2	63,2	4	1,7	2,7
36	64,4	64,0	63,5	66,5	64,6	4	1,3	2,0
37	62,8	63,2	63,5	64,8	63,6	4	0,9	1,4
38	60,0	62,0	63,5	67,1	63,2	4	3,0	4,7
39	65,0	65,2	65,5	66,8	65,6	4	0,8	1,2
40	66,5	65,8	64,7	68,2	66,3	4	1,5	2,2
41	65,5	65,7	66,0	67,9	66,3	4	1,1	1,7
42	63,6	64,1	64,4		64,0	3	0,4	0,6
43	64,4	64,6	64,9		64,6	3	0,3	0,4
44	62,3	62,9	69,9	66,6	65,4	4	3,5	5,4
45	63,7	63,9	64,2	66,4	64,6	4	1,3	1,9
46	63,7	63,8	64,2	66,1	64,5	4	1,1	1,7
47	63,2	62,8	61,3	65,7	63,3	4	1,8	2,9
48	64,6	63,9	62,3	67,5	64,6	4	2,2	3,4
49	61,4	59,8	58,2	64,2	60,9	4	2,6	4,2
50	63,7	63,1	62,7	64,2	63,4	4	0,7	1,0
51	64,8	63,7	62,0	64,3	63,7	4	1,2	1,9
52	61,9	60,9	59,4	66,2	62,1	4	2,9	4,7
53	66,8	66,3	66,2	69,7	67,3	4	1,7	2,5
54	64,3	64,1	64,4	66,0	64,7	4	0,9	1,4
55	65,5	65,0	64,8		65,1	3	0,4	0,6

Gesamtmittelwert : 64,2 ppb
rel. Standardabweichung : 2,7 %
Gesamtmedian : 64,6



Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

