

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Ludwig-Mond-Straße 33

34121 Kassel

Aktenzeichen: I 3 - 53e 16.37/Ber.RV-2003

Datum: 2004-10-22

Bearbeiter: E. Vogel



JAHRESBERICHT 2003

**über die Ergebnisse von Ringversuchen an der
Emissionssimulationsanlage (ESA)
zur Qualitätssicherung von Emissionsmessungen**

1. Ausfertigung

HLUG – Dez. Luftreinhaltung / Emissionen
Akkreditiert nach
DIN EN ISO/IEC 17025
ISO/IEC Guide 43 / ILAC G13



DAC-P-0083-99-10
DAC-E-002-04-00

Eine auszugsweise Vervielfältigung, in welcher Form auch immer, ist ohne ausdrückliche Zustimmung des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie nicht zulässig

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1	EINLEITUNG.....	1
2	TERMINE UND BETEILIGTE MESSSTELLEN.....	1
3	DURCHFÜHRUNG DER RINGVERSUCHE (RV).....	2
3.1	Beschreibung der Emissionssimulationsanlage (ESA).....	2
3.2	Untersuchungsmethoden	2
3.2.1	Ermittlung von Staub und Staubinhaltsstoffen.....	2
3.2.2	Ermittlung gasförmiger Emissionskomponenten	2
3.3	Übermittlung der Ergebnisse	3
3.4	Auswertung durchgeführter Ringversuche	3
3.4.1	Statistische Grundlagen.....	3
3.4.2	Bewertung	4
3.5	Ergebnismitteilung durch den Veranstalter	5
4	ZUSAMMENFASSUNG DER RV-ERGEBNISSE 2003	5
4.1	Staub und Staubinhaltsstoffen.....	5
4.2	Anorganische Gase / organische Verbindungen.....	20
4.3	Klassenzahlen	31
4.3.1	Summe der Klassenzahlen für RV Staub / Staubinhaltsstoffe	31
4.3.2	Summe der Klassenzahlen RV gasförmige Stoffe	32
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	33
6	LITERATURVERZEICHNIS	35

1 Einleitung

Ringversuche spielen im Rahmen qualitätssichernder Maßnahmen von Emissionsmessungen eine nicht unwesentliche Rolle obwohl sie nicht das alleinige Maß der qualitativen Beurteilung für diese Art der Ermittlungen darstellen. Sie gestatten jedoch einen Einblick in die Arbeitsweise der mit Messungen beauftragten Stellen. Es kann überprüft werden, inwieweit die qualitativen Mindestanforderungen erfüllt werden oder nicht.

Seit 1994 werden in regelmäßigen Abständen Emissions-Ringversuche an der **EmissionsSimulationsAnlage (ESA)** des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie in Kassel (HLUG), durchgeführt [1, 2, 3].

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der Ringversuche des Jahres 2003 zusammengefasst, statistisch ausgewertet und graphisch dargestellt. Um die Anonymität der Teilnehmer zu wahren werden die für jedes Messinstitut vergebenen Identifikationscodes als Kennzeichnung verwendet. Die ID-Codes erlauben den Teilnehmern die eigenen Ergebnisse zu identifizieren und mit den anderen Teilnehmern zu vergleichen.

2 Termine und beteiligte Messstellen

Im Berichtsjahr wurden insgesamt 8 Ringversuche veranstaltet. Diese unterteilten sich in 6 Ringversuche für die "Ermittlung der Emission anorganischer Gase" (Kennung A der Bekanntgabe) und die "Ermittlung der Emission organischer Verbindungen" (Kennung I der Bekanntgabe) und 2 Ringversuche für den Bekanntgabebereich „Ermittlung von Staub und Staubinhaltsstoffen“ (Kennung D der Bekanntgabe).

Die Bezeichnung der Ringversuche und die zugehörigen Termine sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Bezeichnung des Ringversuches	Termin	Gegenstand der Untersuchung
RV 084	04.-06.02.2003	Gase
RV 085	11.-13.03.2003	Gase
RV 086	06.05.2003	Gase
RV 087	03.-05.06.2003	Gase
RV 088	15.-17.07.2003	Staub, Staubinhaltsstoffe
RV 089	23.-25.09.2003	Staub, Staubinhaltsstoffe
RV 090	20.-23.10.2003	Gase
RV 091	24.-27.11.2003	Gase

An den acht Ringversuchen nahmen insgesamt 24 Messstellen teil. Diese setzten sich sowohl aus nach § 26 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) bekannt gegebenen Stellen, als auch nicht bekannt gegebenen Stellen zusammen.

3 Durchführung der Ringversuche (RV)

3.1 Beschreibung der Emissionssimulationsanlage (ESA)

Die ESA ist eine Versuchsstrecke [11, 12], in der man kontrollierte, konstante Stoffkonzentrationen, verschiedene Abgaszusammensetzungen und strömungstechnische Parameter simulieren kann. Sie wurde im Juli 1990 bei der damaligen Hessischen Landesanstalt für Umwelt (HLFU) am Standort Kassel (heute HLUG) in Betrieb genommen.

Zweck dieser Anlage ist es:

- die Qualität von Emissionsmessungen zu sichern, zu verbessern und vergleichbar zu machen (Ringversuche).
- Beprobungseinrichtungen an der ESA zu kalibrieren
- emissionstechnische Grundsatzuntersuchungen durchzuführen

Simuliert werden partikel-, dampf- und gasförmige Stoffe, wie sie in industriellen Anlagen entstehen.

Partikelförmige Stoffe sind im Konzentrationsbereich von 1 - 50 mg/m³ in der ESA reproduzierbar zu dosieren.

Bei dampf- und gasförmigen Stoffen werden zurzeit Konzentrationsbereiche für die Gase Schwefeldioxid, Stickoxide (NO / NO₂) und Propan in folgenden Größenordnungen eingesetzt:

Schwefeldioxid	10 bis 250 mg/m ³
Stickoxide (angegeben als NO ₂)	50 bis 500 mg/m ³
Propan	5 bis 100 mg/m ³ .

Eine detaillierte Beschreibung der ESA kann der Homepage des HLUG im Internet unter folgender Adresse entnommen werden:

www.hlug.de/medien/luft/emisskassel/em_ueberw3.htm

3.2 Untersuchungsmethoden

3.2.1 Ermittlung von Staub und Staubinhaltsstoffen

Gegenstand der Untersuchung dieser Ringversuche waren die Untersuchungsparameter Staubkonzentration, sowie die Schwermetallkonzentrationen von Cd, Co, Cr, Cu, Ni und Pb.

Jeder Teilnehmer hatte die Ermittlung der Staubbelastung durch isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilvolumens gemäß Richtlinie VDI 2066, Blatt 1 und 7 „Bestimmung geringer Staubgehalte mittels Planfilterkopfgeräte“ durchzuführen. Es waren 12 Einzelmessungen (3x3 Staubproben und jeweils ein Blindwert) durchzuführen. Die Dauer der Einzelmessung betrug eine halbe Stunde.

3.2.2 Ermittlung gasförmiger Emissionskomponenten

Jeder Teilnehmer hatte die Ermittlung der Massenkonzentrationen der gasförmigen Abgasinhaltsstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO+NO₂, anzugeben als NO₂) und Propan (C₃H₈ anzugeben als Gesamt-C) durch sachgerechte Entnahme eines schadstoffbeladenen Teilvolumenstromes unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 4200, Ausgabe Dezember 2000; „Durchführung von Emissionsmessungen an geführten Quellen“ durchzuführen.

Dabei musste jeder Teilnehmer die Massenkonzentrationen der o.g. Stoffe sowohl mit Hilfe kontinuierlich registrierender Messtechnik als auch diskontinuierlich (ohne C₃H₈) mit Hilfe von Referenzmessverfahren mit seiner eigenen Ausrüstung bestimmen.

Zur kontinuierlichen Messung der Emissionen von SO₂, NO/NO₂ und Gesamt-C (C₃H₈) waren eignungsgeprüfte Messeinrichtungen einzusetzen. Diese waren vor der Messwertermittlung mit eigenen zertifizierten Prüfgasen zu kalibrieren.

Für die anorganischen Schadgase SO₂, NO/NO₂ waren zusätzlich diskontinuierlich betriebene Referenzmessverfahren einzusetzen.

Die Ringversuche sowohl für Staub als auch für gasförmige Stoffe wurden von allen Teilnehmern zeitgleich durchgeführt.

3.3 Übermittlung der Ergebnisse

Die Messergebnisse für SO₂, NO/NO₂ und Gesamt-C (C₃H₈) mit der Dimension [mg/m³] mussten auf Normalbedingungen (273 K, 1013 hPa, trocken) bezogen sein. Die Ergebnisse für Staub waren in der Dimension mg/m³ mit einer Nachkommastelle und die für die Schwermetalle in µg/m³ mit ebenfalls einer Nachkommastelle anzugeben. Für SO₂ und NO₂ war keine, für Gesamt-C (Propan) eine Nachkommastelle vorgeschrieben. Die Rundung der Ergebnisse hatte gemäß Nr. 4.5.1 der DIN 1333 Bl. 2/1992 zu erfolgen. Die Ergebnisse waren via Internet zu übermitteln. Hierzu erhielt jeder Teilnehmer einen vierstelligen ID-Code vom Veranstalter mit dem die Eingabemaske der HLUG-Internetseite frei geschaltet werden konnte. Der ID-Code wurde den Teilnehmern im Abschlussgespräch der Veranstaltung in einem verschlossenen Umschlag übergeben. Alle Ergebnisse mussten bis spätestens 3 Wochen für Gase bzw. 6 Wochen für Staub/Staubinhaltsstoffe nach Abschluss des Ringversuches dem Veranstalter übermittelt worden sein.

3.4 Auswertung durchgeführter Ringversuche

3.4.1 Statistische Grundlagen

Die Auswertung der Ringversuche erfolgte nach dem z-Score-Verfahren. Danach wird für jedes Mess- und Analysenergebnis eines i-ten Teilnehmers ein z-Score-Wert Z_i nach der Gleichung (1) berechnet.

$$z_i = \frac{x_i - X}{\sigma} \quad (1)$$

Legende:

x_i = einzelner Mess-/ Analysenwert eines Konzentrationsniveaus

X = Schätzwert für das wahre Ergebnis (Sollwert)

s = Präzisionsvorgabe

Der **Schätzwert (X)** für das wahre Ergebnis einer **Staubkonzentration** wurde aus den Kenndaten der Anlage (gravimetrisch erfasste Dosierrate, gemessener ESA-Volumenstrom) unter Berücksichtigung eines experimentell ermittelten Fehlers als feste Vorgabe berechnet. Die Schätzwerte für die wahren Ergebnisse der Schwermetallkonzentrationen ergaben sich jeweils als Mediane aus Analysendaten von Vergleichsuntersuchungen mehrerer Referenzlaboratorien als feste Vorgabe.

Die **Präzisionsvorgabe** σ (Abweichungstoleranz zum Sollwert) wurde als Qualitätsanforderung vorgegeben.

Sie betrug:

- für die Bestimmung der Staubkonzentration: 7 % des jeweiligen Sollwertes
- für die Bestimmung von Cd, Co, Cu, Ni und Pb: 8 % des jeweiligen Sollwertes
- für die Bestimmung von Cr: 12 % des jeweiligen Sollwertes

Der **Schätzwert (X)** für das „wahre Ergebnis“ einer **Schadgaskonzentration** wurde aus den Messdaten der Dosieranlage und den Kenndaten der Emissions-simulationsanlage (gemessener ESA-Volumenstrom) als Vorgabe berechnet.

Die **Präzisionsvorgabe** σ (Abweichungstoleranz zum Sollwert) wurde als Qualitätsanforderung vorgegeben.

Sie betrug **bis Juni 2003**

gemäß den Durchführungsbestimmungen für Ringversuche von § 26-Messstellen (gasförmige Emissionskomponenten) **Stand September 2001:**

- kont. Schwefeldioxidmessung: $\sigma = 3,5$ % vom Sollwert
- diskont. Schwefeldioxidbestimmung: $\sigma = 2,6$ % vom Sollwert
- kont. Stickstoffdioxidmessung: $\sigma = 2,5$ % vom Sollwert
- diskont. Stickstoffdioxidbestimmung: $\sigma = 3,3$ % vom Sollwert
- organische Verbindungen (Propanmessung): $\sigma = 2,5$ % vom Sollwert

ab Juli 2003

gemäß den Durchführungsbestimmungen für Ringversuche von § 26-Messstellen (gasförmige Emissionskomponenten) **Stand Juli 2003:**

- kont. Schwefeldioxidmessung: $\sigma = 3,3$ % vom Sollwert
- diskont. Schwefeldioxidbestimmung: $\sigma = 2,9$ % vom Sollwert
- kont. Stickstoffdioxidmessung: $\sigma = 2,5$ % vom Sollwert
- diskont. Stickstoffdioxidbestimmung: $\sigma = 3,7$ % vom Sollwert
- organische Verbindungen (Propanmessung): $\sigma = 2,5$ % vom Sollwert

3.4.2 Bewertung

Durch die Normierung auf die Präzisionsvorgabe ergab sich für die z-score-Beträge ein allgemeines Bewertungsschema:

$ z_i \leq 2$	Ergebnis zufriedenstellend
$2 < z_i < 3$	Ergebnis fraglich
$ z_i \geq 3$	Ergebnis unzureichend

Für die Bewertung des Ringversuches wurde jedem z-score-Wert einer Konzentrationsstufe eine Klassenzahl zugeteilt:

$ z_i \leq 2$	zugeteilte Klassenzahl 1
$2 < z_i < 3$	zugeteilte Klassenzahl 2
$ z_i \geq 3$	zugeteilte Klassenzahl 3

Für jeden Untersuchungsparameter (SO₂, NO₂ und Gesamt-C) mit jeweils 3 Konzentrationsstufen galt:

Die Summe der drei Klassenzahlen durfte maximal 5 betragen, anderenfalls wurde die Bestimmung des Untersuchungsparameters als „**nicht erfolgreich**“ gewertet.

Für den Bekanntgabebereich "**Ermittlung der Emission anorganischer Gase**" wurden die Ergebnisse der SO₂- und NO₂- Bestimmungen gemeinsam bewertet:

Eine erfolgreiche Teilnahme für den Bekanntgabebereich „**Ermittlung der Emissionen von anorganischen Gasen**“ (Kennung A der Bekanntgabe), wurde dann bescheinigt, wenn mindestens 3 von 4 SO₂-/ NO₂-Ermittlungen (Erfolgsquote = 75%) mit Erfolg durchgeführt wurden.

Für die erfolgreiche Teilnahme für den Bekanntgabebereich „**Ermittlung der Emissionen organischer Verbindungen**“ (Kennung I der Bekanntgabe) durfte die Summe der drei für die Bewertung der Konzentrationsstufen bestimmten Klassenzahlen maximal 5 betragen. Nach Durchführung der Ringversuche gab es zwei Ergebnisteile: Die "Ermittlung der Emission anorganischer Gase" und die "Ermittlung der Emission organischer Verbindungen", die unabhängig voneinander bewertet wurden.

Analog zum Bekanntgabebereich „**Ermittlung von Staub, Staubinhaltsstoffen und an Staub adsorbierten chemischen Verbindungen**“ wurden die Ergebnisse für die Staubinhaltsstoffe gemeinsam bewertet. Wobei das Element Cr vorerst aus dieser gemeinsamen Bewertung ausgenommen wurde, da vorangegangene Ringversuche noch eine zu große Unsicherheit in der Bestimmung dieses Staubinhaltsstoffes ergeben hatten. Für die gemeinsame Bewertung wurde folgende Regelung angewandt:

Für eine erfolgreiche Teilnahme am Bereich „**Bestimmung von Staubinhaltsstoffen**“ mussten mindestens 4 von 5 Elementen (Cd, Co, Cu, Ni und Pb) mit Erfolg bestimmt worden sein (Erfolgsquote bezogen auf die Parameterzahl = 80 %).

Nach Durchführung des Ringversuchs gab es somit zwei Ergebnisteile, die Bestimmung von „**Staub**“ und die „**Bestimmung von Staubinhaltsstoffen**“, die unabhängig voneinander bewertet wurden.

3.5 Ergebnismitteilung durch den Veranstalter

Die Versendung der Ergebnisse in tabellarischer und in Diagrammform an die Ringversuchsteilnehmer erfolgte unter Angabe der jeweiligen Teilnehmernummer (ID-Code) spätestens 6 Wochen nach Ablauf der Abgabefrist.

4 Zusammenfassung der RV-Ergebnisse 2003

4.1 Staub und Staubinhaltsstoffen

Für diesen Ringversuchsteil wurden im Berichtszeitraum 2 Ringversuche mit insgesamt 8 Teilnehmern durchgeführt. Diese setzten sich zusammen aus nach § 26 BImSchG bekannt gegebenen Stellen, sowie Einrichtungen die in erster Linie im Rahmen bevorstehender oder laufender Akkreditierungen freiwillig an Emissionsversuchen teilnahmen.

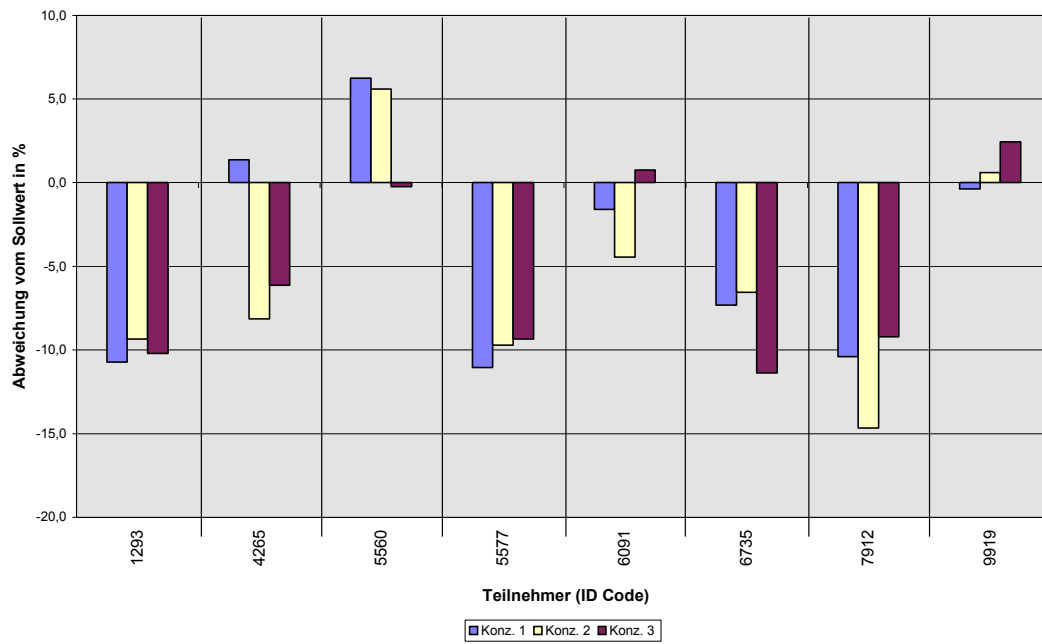
Bezeichnung des Ringversuches	Termin	Gegenstand der Untersuchung
RV 088	15.-17.07.2003	Staub, Staubinhalstoffe
RV 089	23.-25.09.2003	Staub, Staubinhalstoffe

Folgende Einzelergebnisse wurden erzielt:

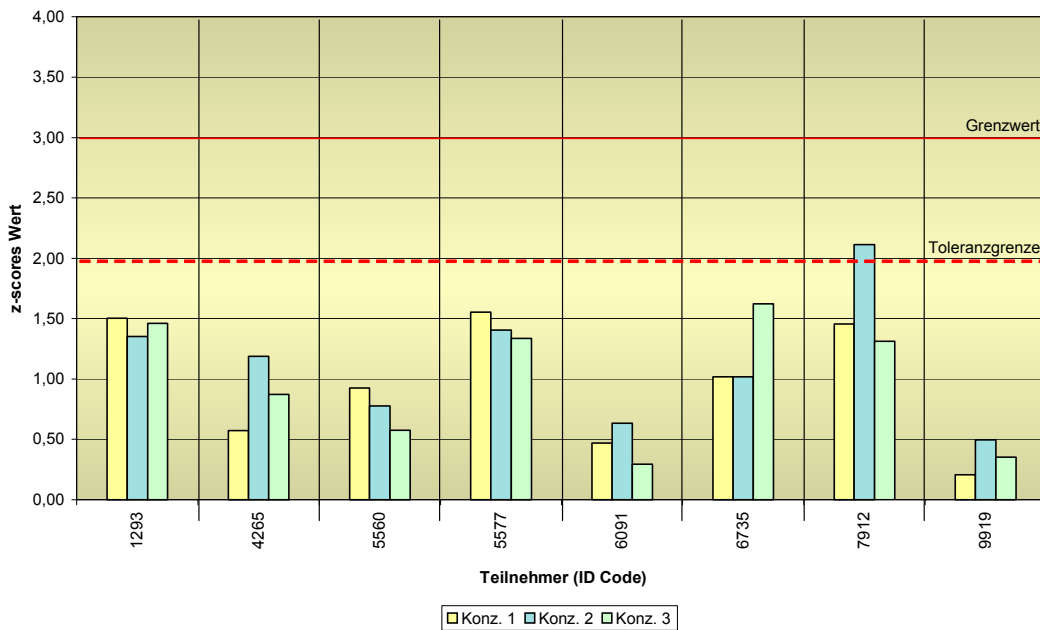
Ergebnistabelle für die Ermittlung von Staub

Teilnehmer Nr.	Konzen- tration	z-score Wert für Staub			Sigma = 7,0%		relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
1293	1	1,28	1,41	1,82	1,50	1	-9,2	-10,1	-12,9	-10,7
	2	1,24	1,23	1,59	1,35	1	-8,3	-8,6	-11,1	-9,3
	3	0,79	1,58	2,01	1,46	1	-5,2	-11,3	-14,1	-10,2
4265	1	0,23	0,52	0,97	0,57	1	1,2	-3,7	6,5	1,4
	2	0,80	1,02	1,74	1,19	1	-5,2	-6,9	-12,4	-8,1
	3	0,51	1,65	0,46	0,87	1	-3,3	-11,9	-3,1	-6,1
5560	1	1,36	0,58	0,84	0,93	1	9,2	3,8	5,7	6,2
	2	0,98	0,92	0,43	0,78	1	7,3	6,5	3,0	5,6
	3	0,81	0,53	0,38	0,57	1	6,0	-4,0	-2,7	-0,2
5577	1	1,47	1,78	1,41	1,55	1	-10,5	-12,7	-10,0	-11,1
	2	1,39	1,38	1,44	1,41	1	-9,4	-9,7	-10,1	-9,7
	3	0,89	1,39	1,73	1,34	1	-6,0	-10,0	-12,1	-9,4
6091	1	0,83	0,17	0,41	0,47	1	-6,2	-1,2	2,6	-1,6
	2	0,95	0,32	0,71	0,64	1	-6,3	-2,0	-5,2	-4,5
	3	0,27	0,51	0,10	0,29	1	-1,7	3,2	0,8	0,8
6735	1	0,34	0,69	2,02	1,02	1	-2,6	-5,1	-14,3	-7,3
	2	0,09	1,23	1,73	1,02	1	1,0	-8,6	-12,1	-6,6
	3	1,85	1,10	1,92	1,62	1	-12,7	-8,0	-13,4	-11,4
7912	1	0,83	2,09	1,45	1,46	1	-6,2	-14,6	-10,4	-10,4
	2	2,13	1,44	2,77	2,11	2	-14,6	-9,8	-19,6	-14,7
	3	2,17	0,97	0,80	1,31	1	-15,0	-7,1	-5,5	-9,2
9919	1	0,05	0,35	0,22	0,21	1	0,0	-2,4	1,3	-0,4
	2	0,65	0,52	0,32	0,50	1	-4,2	3,9	2,1	0,6
	3	0,56	0,40	0,10	0,35	1	4,2	2,4	0,8	2,4

RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Staub)



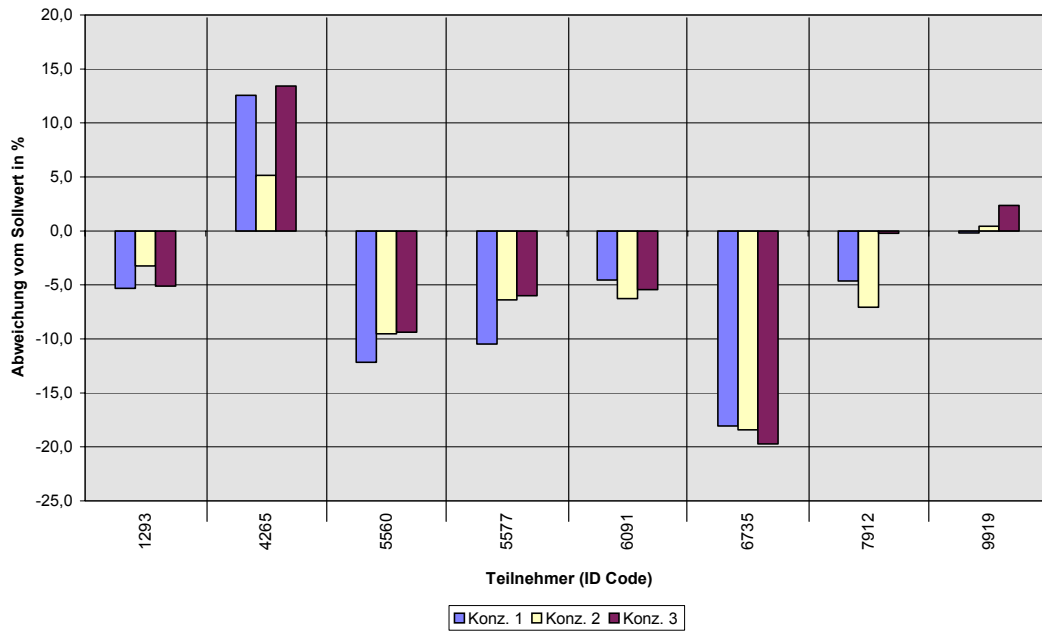
RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Staub



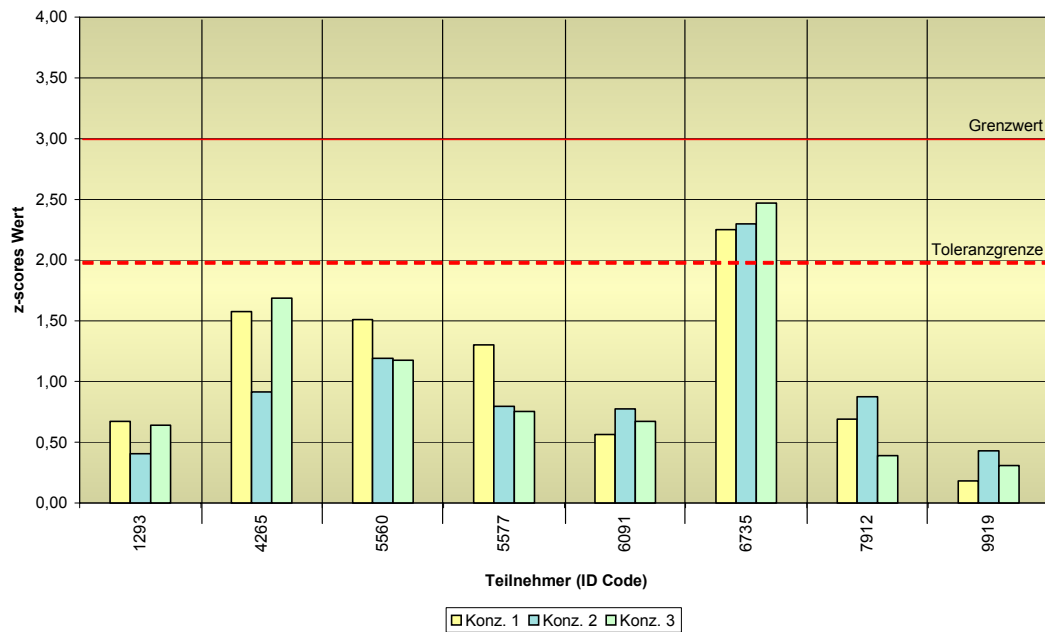
Ergebnistabelle für die Ermittlung von Cadmium

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für Cadmium			Sigma = 8,0%		relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
1293	1	0,34	0,71	0,96	0,67	1	-2,7	-5,7	-7,6	-5,3
	2	0,32	0,31	0,59	0,41	1	-2,5	-2,6	-4,5	-3,2
	3	0,31	0,66	0,95	0,64	1	-2,4	-5,2	-7,7	-5,1
4265	1	2,66	1,30	0,77	1,58	1	21,1	10,4	6,2	12,6
	2	0,41	1,94	0,39	0,91	1	3,1	15,4	-3,1	5,1
	3	1,55	2,27	1,24	1,69	1	12,3	18,2	9,9	13,5
5560	1	1,38	1,10	2,05	1,51	1	-11,3	-8,8	-16,4	-12,2
	2	0,53	0,75	2,29	1,19	1	-4,2	-6,1	-18,2	-9,5
	3	1,03	0,79	1,71	1,17	1	-8,2	-6,3	-13,7	-9,4
5577	1	0,91	1,75	1,25	1,30	1	-7,5	-14,0	-9,9	-10,5
	2	0,79	0,81	0,79	0,80	1	-6,4	-6,6	-6,2	-6,4
	3	0,31	0,72	1,23	0,75	1	-2,4	-5,7	-9,9	-6,0
6091	1	0,72	0,76	0,21	0,56	1	-5,9	-6,1	-1,6	-4,6
	2	0,73	0,82	0,77	0,77	1	-6,0	-6,6	-6,2	-6,3
	3	0,98	0,53	0,51	0,67	1	-7,9	-4,2	-4,1	-5,4
6735	1	1,58	2,53	2,64	2,25	2	-12,9	-20,2	-21,1	-18,1
	2	1,43	2,73	2,73	2,30	2	-11,4	-21,9	-21,9	-18,4
	3	1,53	2,84	3,04	2,47	2	-12,2	-22,7	-24,4	-19,7
7912	1	0,17	1,03	0,87	0,69	1	1,2	-8,3	-6,9	-4,6
	2	0,60	0,70	1,32	0,87	1	-4,9	-5,6	-10,6	-7,1
	3	0,62	0,37	0,18	0,39	1	-5,0	3,0	1,4	-0,2
9919	1	0,04	0,31	0,20	0,18	1	0,3	-2,4	1,6	-0,2
	2	0,56	0,45	0,28	0,43	1	-4,7	3,7	2,3	0,4
	3	0,48	0,36	0,08	0,31	1	3,7	2,8	0,6	2,4

RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Cadmium)



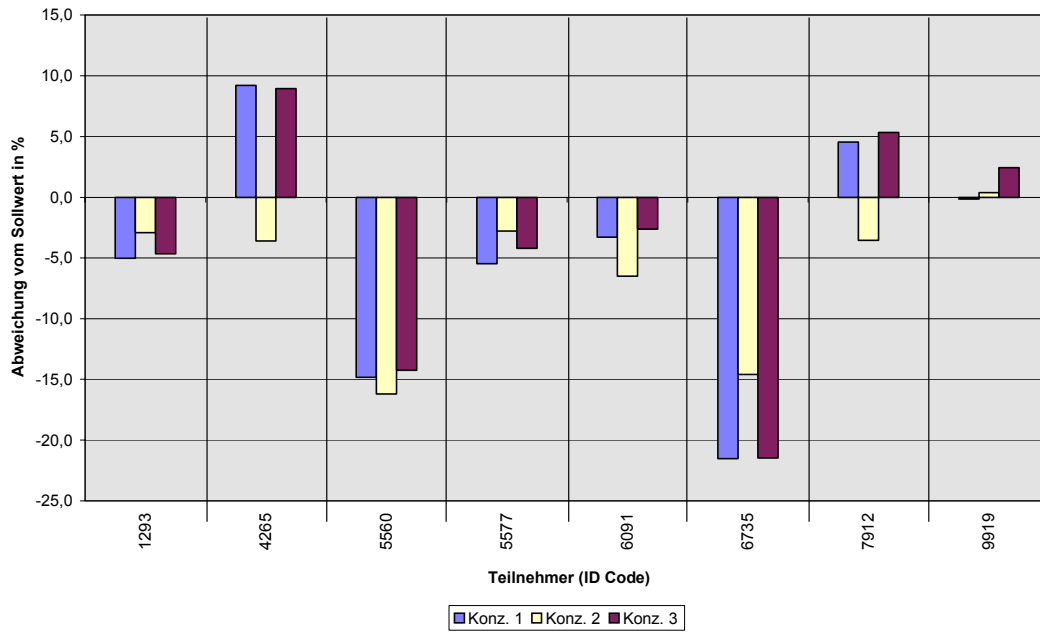
RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Cadmium



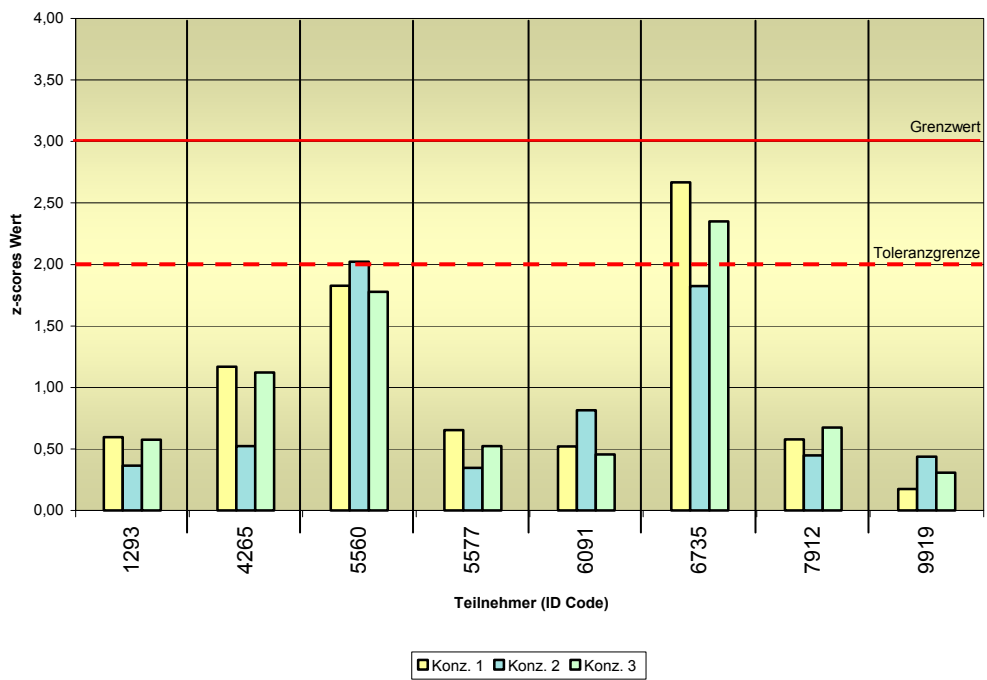
Ergebnistabelle für die Ermittlung von Kobalt

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für Kobalt			Sigma = 8,0%		relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
1293	1	0,35	0,60	0,84	0,60	1	-2,9	-5,1	-7,0	-5,0
	2	0,28	0,26	0,55	0,36	1	-2,3	-1,9	-4,5	-2,9
	3	0,25	0,59	0,89	0,58	1	-2,0	-4,8	-7,2	-4,7
4265	1	1,75	0,62	1,14	1,17	1	14,0	4,9	8,8	9,2
	2	1,00	0,11	0,46	0,52	1	-7,9	0,9	-3,7	-3,6
	3	1,12	1,10	1,14	1,12	1	9,0	8,6	9,2	8,9
5560	1	1,75	1,45	2,28	1,83	1	-14,1	-11,9	-18,5	-14,8
	2	1,21	2,06	2,80	2,02	2	-9,7	-16,3	-22,5	-16,2
	3	1,54	1,68	2,12	1,78	1	-12,3	-13,4	-17,1	-14,3
5577	1	0,27	1,17	0,52	0,65	1	-2,4	-9,6	-4,5	-5,5
	2	0,34	0,32	0,38	0,35	1	-2,8	-2,4	-3,2	-2,8
	3	0,05	0,52	1,00	0,52	1	-0,3	-4,2	-8,1	-4,2
6091	1	0,42	0,96	0,18	0,52	1	-3,4	-7,7	1,2	-3,3
	2	0,76	1,10	0,58	0,81	1	-6,1	-8,8	-4,7	-6,5
	3	1,03	0,20	0,14	0,46	1	-8,2	1,4	-1,1	-2,6
6735	1	2,41	2,51	3,08	2,67	2	-19,4	-20,3	-24,8	-21,5
	2	0,46	2,66	2,35	1,82	1	-3,7	-21,2	-18,9	-14,6
	3	2,08	2,72	2,25	2,35	2	-16,6	-21,8	-26,0	-21,5
7912	1	1,05	0,07	0,62	0,58	1	8,4	0,5	4,7	4,5
	2	1,06	0,17	0,12	0,45	1	-8,4	-1,3	-0,9	-3,6
	3	0,14	0,47	1,41	0,67	1	1,1	3,6	11,3	5,4
9919	1	0,06	0,30	0,16	0,17	1	0,6	-2,2	1,2	-0,2
	2	0,57	0,46	0,28	0,44	1	-4,7	3,5	2,3	0,4
	3	0,49	0,33	0,10	0,31	1	4,1	2,5	0,7	2,4

RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Kobalt)



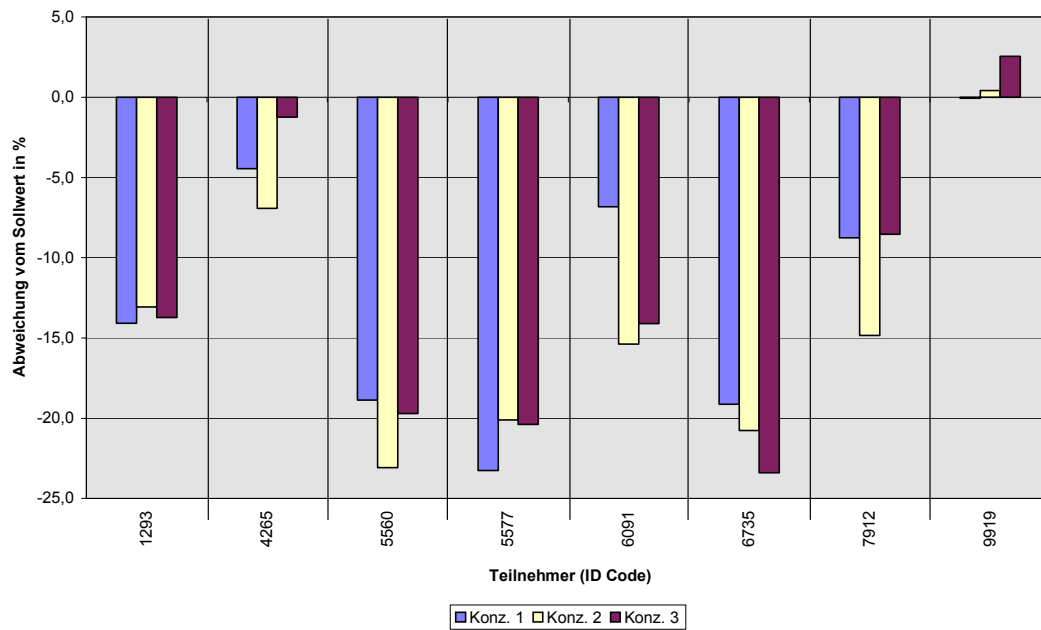
RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Kobalt



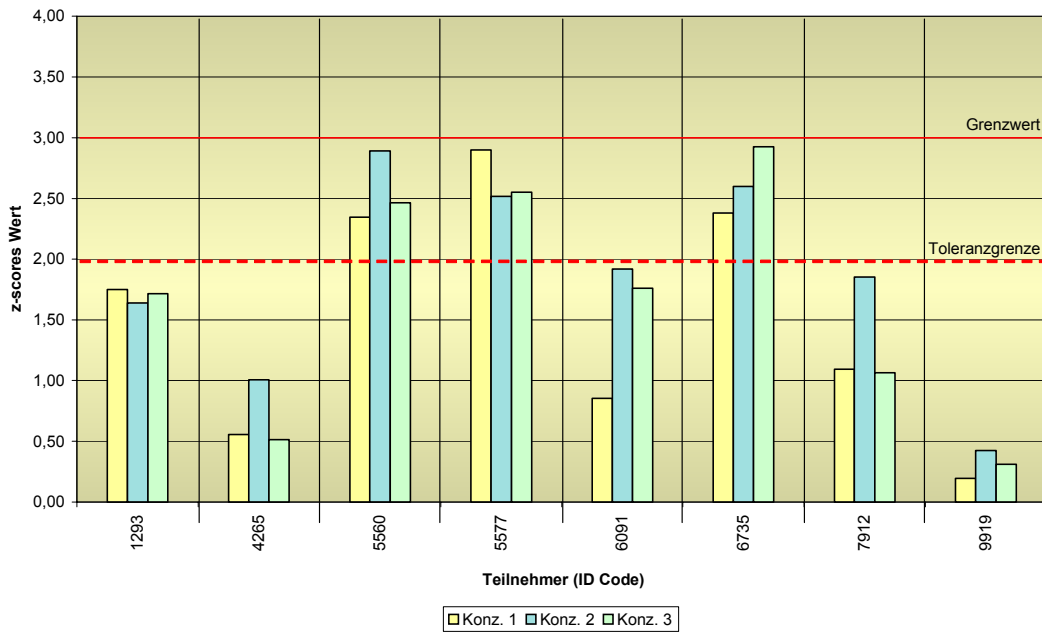
Ergebnistabelle für die Ermittlung von Kupfer

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für Kupfer			Sigma = 8%		relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
1293	1	1,49	1,64	2,12	1,75	1	-12,0	-13,3	-17,0	-14,1
	2	1,49	1,55	1,87	1,64	1	-12,0	-12,4	-14,8	-13,1
	3	1,13	1,78	2,23	1,71	1	-9,1	-14,3	-17,8	-13,7
4265	1	1,06	0,55	0,06	0,56	1	-8,5	-4,5	-0,4	-4,5
	2	1,49	0,22	1,31	1,01	1	-11,8	1,7	-10,6	-6,9
	3	0,06	0,94	0,54	0,51	1	-0,5	-7,5	4,3	-1,2
5560	1	1,95	2,41	2,68	2,35	2	-15,7	-19,5	-21,5	-18,9
	2	1,81	2,96	3,90	2,89	2	-14,5	-23,7	-31,1	-23,1
	3	1,32	2,34	3,73	2,46	2	-10,6	-18,7	-29,8	-19,7
5577	1	2,53	3,35	2,81	2,90	2	-20,3	-27,0	-22,5	-23,3
	2	2,49	2,49	2,57	2,52	2	-19,9	-19,9	-20,5	-20,1
	3	2,17	2,42	3,06	2,55	2	-17,4	-19,4	-24,4	-20,4
6091	1	1,14	1,12	0,30	0,85	1	-9,2	-9,0	-2,2	-6,8
	2	1,49	2,19	2,08	1,92	1	-11,8	-17,5	-16,8	-15,4
	3	2,07	1,56	1,65	1,76	1	-16,6	-12,5	-13,2	-14,1
6735	1	1,49	2,47	3,18	2,38	2	-12,0	-19,9	-25,5	-19,1
	2	1,35	3,39	3,06	2,60	2	-10,9	-27,1	-24,4	-20,8
	3	2,59	2,60	3,59	2,93	2	-20,8	-20,8	-28,6	-23,4
7912	1	0,30	1,20	1,78	1,09	1	-2,5	-9,7	-14,1	-8,8
	2	2,75	1,32	1,49	1,85	1	-21,9	-10,6	-12,1	-14,8
	3	1,33	1,14	0,73	1,07	1	-10,7	-9,1	-5,8	-8,5
9919	1	0,05	0,32	0,21	0,19	1	0,4	-2,4	1,9	-0,1
	2	0,55	0,45	0,27	0,42	1	-4,4	3,6	2,1	0,4
	3	0,49	0,36	0,08	0,31	1	4,0	3,0	0,7	2,6

RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Kupfer)



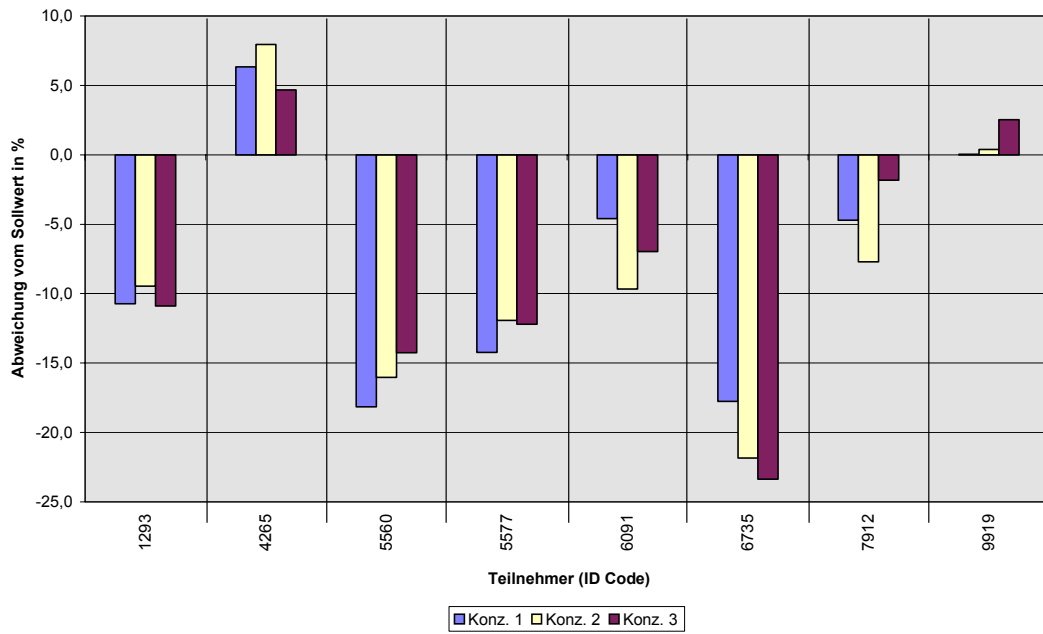
RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Kupfer



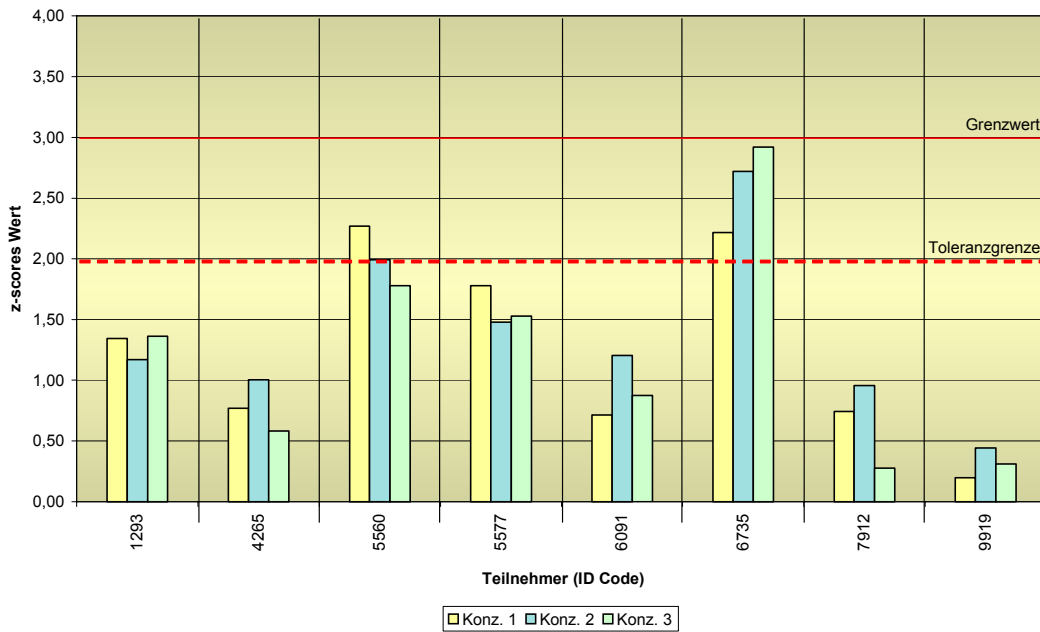
Ergebnistabelle für die Ermittlung von Nickel

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für Nickel			Sigma = 8%		relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
1293	1	1,09	1,17	1,77	1,34	1	-8,7	-9,5	-13,9	-10,7
	2	1,03	1,00	1,48	1,17	1	-8,3	-8,1	-12,0	-9,5
	3	0,94	1,44	1,70	1,36	1	-7,5	-11,5	-13,6	-10,9
4265	1	1,13	0,79	0,39	0,77	1	9,1	6,5	3,5	6,4
	2	0,71	1,90	0,40	1,00	1	5,5	14,9	3,4	8,0
	3	0,92	0,37	0,46	0,58	1	7,2	3,2	3,7	4,7
5560	1	2,24	2,01	2,56	2,27	2	-18,0	-16,2	-20,3	-18,2
	2	1,03	2,25	2,70	1,99	1	-8,3	-18,0	-21,8	-16,0
	3	1,43	1,44	2,47	1,78	1	-11,5	-11,5	-19,8	-14,3
5577	1	1,44	2,29	1,61	1,78	1	-11,6	-18,4	-12,7	-14,2
	2	1,26	1,54	1,64	1,48	1	-10,1	-12,3	-13,3	-11,9
	3	1,14	1,59	1,85	1,53	1	-9,2	-12,7	-14,8	-12,2
6091	1	0,63	1,34	0,17	0,71	1	-5,0	-10,6	1,7	-4,6
	2	1,19	1,35	1,07	1,20	1	-9,7	-11,0	-8,3	-9,7
	3	1,09	0,29	1,24	0,87	1	-8,8	-2,1	-9,9	-7,0
6735	1	1,00	2,78	2,87	2,22	2	-8,1	-22,3	-22,8	-17,8
	2	2,12	2,78	3,26	2,72	2	-17,1	-22,3	-26,2	-21,8
	3	2,37	3,10	3,29	2,92	2	-19,0	-24,8	-26,3	-23,4
7912	1	0,20	1,34	0,69	0,74	1	1,7	-10,6	-5,2	-4,7
	2	0,93	0,70	1,24	0,96	1	-7,6	-5,8	-9,7	-7,7
	3	0,53	0,23	0,07	0,28	1	-4,4	-1,6	0,5	-1,8
9919	1	0,07	0,29	0,23	0,20	1	0,8	-2,4	1,7	0,0
	2	0,59	0,42	0,32	0,44	1	-4,8	3,2	2,8	0,4
	3	0,47	0,38	0,08	0,31	1	3,9	3,2	0,5	2,5

**RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Nickel)**



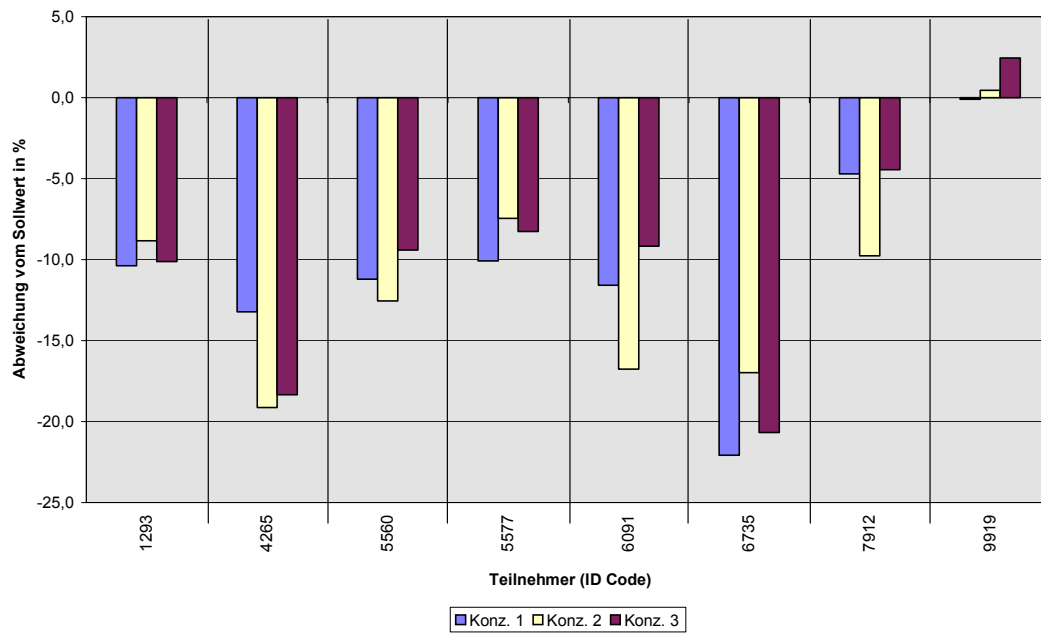
**RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Nickel**



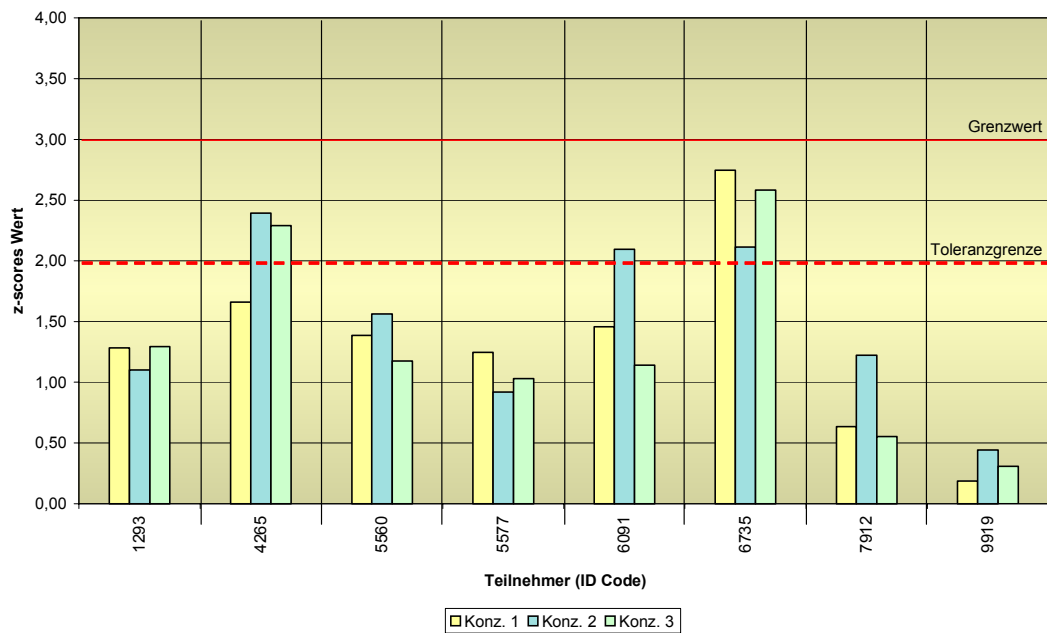
Ergebnistabelle für die Ermittlung von Blei

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für Blei			Sigma = 8%		relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
1293	1	1,00	1,35	1,50	1,28	1	-8,1	-10,8	-12,2	-10,4
	2	0,99	0,95	1,36	1,10	1	-7,9	-7,6	-11,0	-8,8
	3	0,85	1,39	1,64	1,29	1	-6,1	-11,0	-13,2	-10,1
4265	1	1,08	2,26	1,64	1,66	1	-8,6	-18,0	-13,0	-13,2
	2	2,15	1,82	3,20	2,39	2	-17,2	-14,6	-25,6	-19,1
	3	1,84	2,89	2,14	2,29	2	-14,7	-23,2	-17,2	-18,3
5560	1	0,56	0,84	2,76	1,39	1	-4,7	-6,7	-22,3	-11,2
	2	0,87	1,31	2,51	1,56	1	-7,0	-10,4	-20,2	-12,5
	3	0,05	1,53	1,94	1,17	1	-0,4	-12,2	-15,6	-9,4
5577	1	1,34	1,58	0,82	1,25	1	-10,9	-12,7	-6,7	-10,1
	2	0,90	0,91	0,95	0,92	1	-7,3	-7,3	-7,7	-7,4
	3	0,63	1,07	1,39	1,03	1	-5,0	-8,5	-11,2	-8,2
6091	1	1,89	1,72	0,76	1,46	1	-15,1	-13,7	-6,0	-11,6
	2	1,99	2,44	1,85	2,10	2	-15,9	-19,5	-14,8	-16,8
	3	1,90	0,42	1,10	1,14	1	-15,2	-3,4	-8,8	-9,2
6735	1	2,41	2,28	3,55	2,75	2	-19,4	-18,3	-28,6	-22,1
	2	1,97	1,27	3,10	2,11	2	-15,9	-10,1	-24,9	-17,0
	3	2,41	2,24	3,10	2,58	2	-19,3	-17,9	-24,9	-20,7
7912	1	0,06	1,08	0,76	0,63	1	0,6	-8,6	-6,0	-4,7
	2	1,46	0,77	1,44	1,22	1	-11,6	-6,2	-11,4	-9,8
	3	0,99	0,38	0,28	0,55	1	-7,9	-3,1	-2,3	-4,4
9919	1	0,06	0,30	0,20	0,19	1	0,6	-2,4	1,6	-0,1
	2	0,58	0,46	0,29	0,44	1	-4,6	3,6	2,4	0,5
	3	0,49	0,35	0,08	0,31	1	4,0	2,8	0,6	2,5

**RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Blei)**



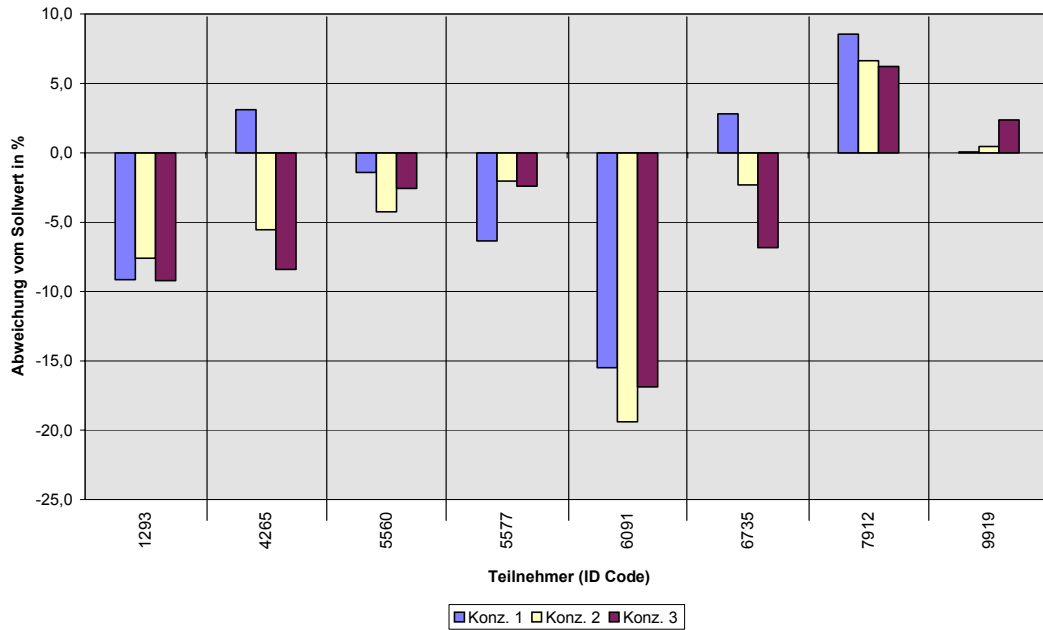
**RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Blei**



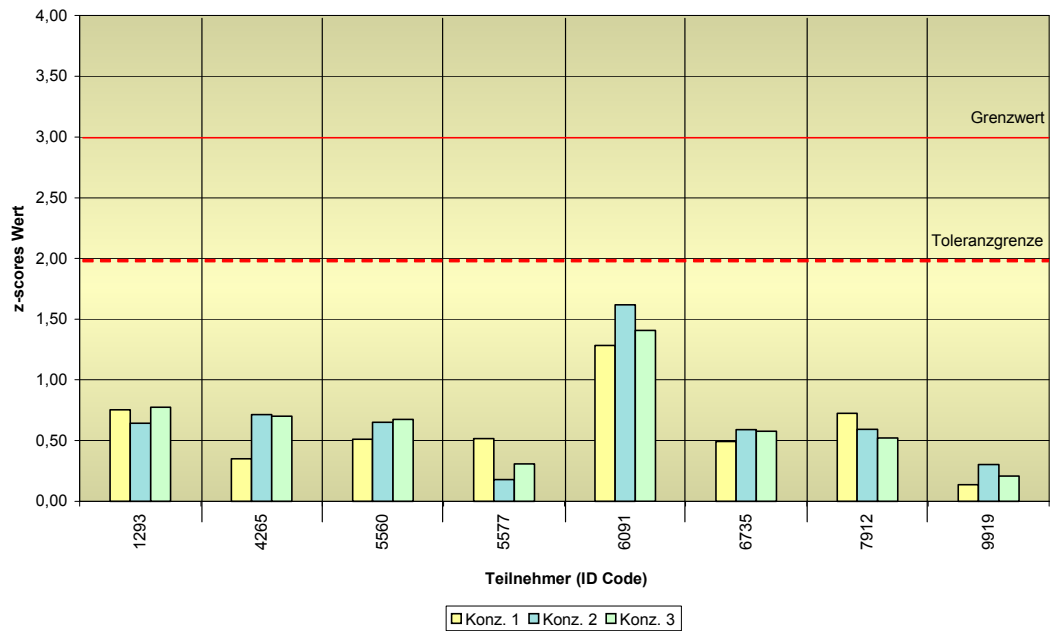
Ergebnistabelle für die Ermittlung von Chrom (nicht gewertet)

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für Chrom			Sigma = 12%		relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
1293	1	0,53	0,65	1,08	0,75	1	-6,7	-7,5	-13,3	-9,1
	2	0,52	0,61	0,80	0,64	1	-6,1	-7,3	-9,4	-7,6
	3	0,37	0,89	1,06	0,77	1	-4,4	-10,7	-12,5	-9,2
4265	1	0,27	0,13	0,65	0,35	1	3,2	-1,9	8,0	3,1
	2	0,56	0,37	1,21	0,71	1	-6,9	4,5	-14,3	-5,6
	3	0,97	0,63	0,50	0,70	1	-11,5	-7,7	-6,0	-8,4
5560	1	0,25	0,60	0,68	0,51	1	-3,3	7,5	-8,4	-1,4
	2	0,43	0,08	1,44	0,65	1	5,3	-0,9	-17,1	-4,2
	3	0,68	0,09	1,25	0,67	1	8,2	-1,1	-14,8	-2,6
5577	1	0,25	0,83	0,47	0,52	1	-3,3	-9,7	-6,0	-6,3
	2	0,15	0,16	0,23	0,18	1	-1,8	-1,8	-2,6	-2,0
	3	0,15	0,14	0,63	0,31	1	1,9	-1,7	-7,4	-2,4
6091	1	1,57	1,27	1,01	1,28	1	-19,0	-15,5	-12,0	-15,5
	2	1,49	1,63	1,73	1,62	1	-18,0	-19,5	-20,6	-19,4
	3	1,54	1,21	1,47	1,41	1	-18,3	-14,6	-17,7	-16,9
6735	1	0,96	0,15	0,37	0,49	1	11,1	2,2	-4,8	2,8
	2	0,58	0,39	0,80	0,59	1	7,0	-4,5	-9,4	-2,3
	3	0,58	0,28	0,87	0,58	1	-6,9	-3,4	-10,2	-6,8
7912	1	1,23	0,29	0,65	0,72	1	14,6	3,1	8,0	8,6
	2	1,43	0,29	0,06	0,59	1	16,9	3,5	-0,5	6,6
	3	0,02	1,10	0,44	0,52	1	0,4	13,0	5,2	6,2
9919	1	0,03	0,23	0,15	0,14	1	0,6	-2,5	2,0	0,0
	2	0,39	0,31	0,21	0,30	1	-4,8	3,5	2,6	0,5
	3	0,35	0,22	0,05	0,21	1	4,3	2,4	0,4	2,4

RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Chrom)
 nicht gewertet



RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Chrom



4.2 Anorganische Gase / organische Verbindungen

Für diesen Ringversuchsteil wurden im Berichtszeitraum 6 Ringversuche mit insgesamt 16 Teilnehmern durchgeführt. Diese setzten sich zusammen aus nach § 26 BImSchG bekannt gegebenen Stellen sowie Einrichtungen, die in erster Linie im Rahmen bevorstehender oder laufender Akkreditierungen freiwillig an Emissionsringversuchen teilnahmen.

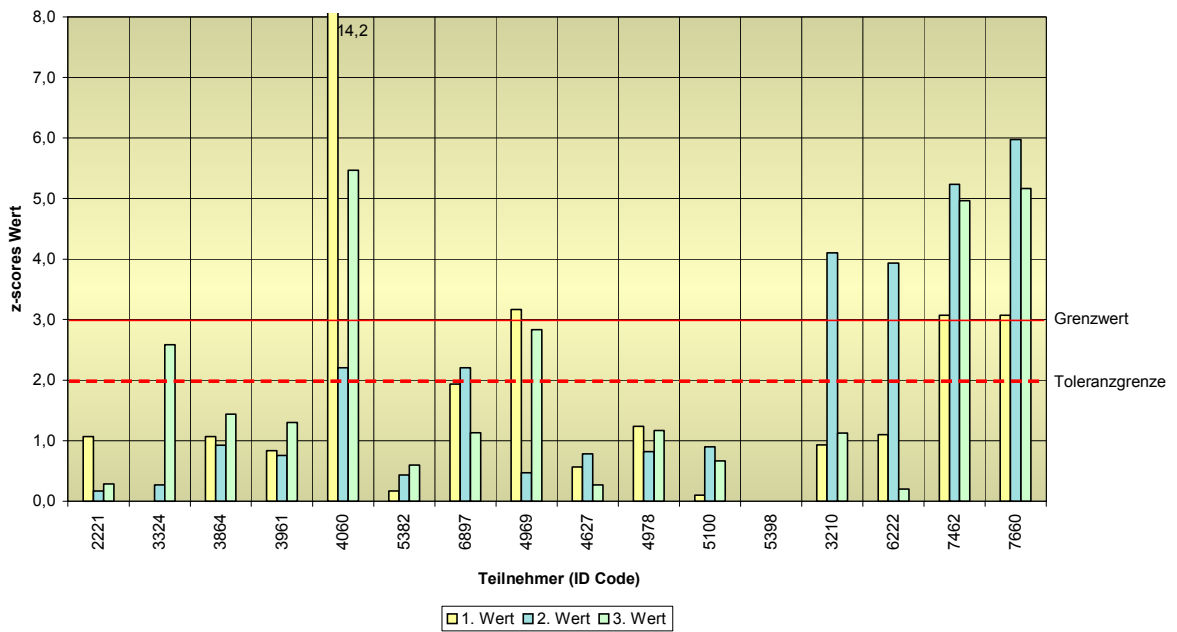
Bezeichnung des Ringversuches	Termin	Gegenstand der Untersuchung
RV 084	04.-06.02.2003	Gase
RV 085	11.-13.03.2003	Gase
RV 086	06.05.2003	Gase
RV 087	03.-05.06.2003	Gase
RV 090	20.-23.10.2003	Gase
RV 091	24.-27.11.2003	Gase

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

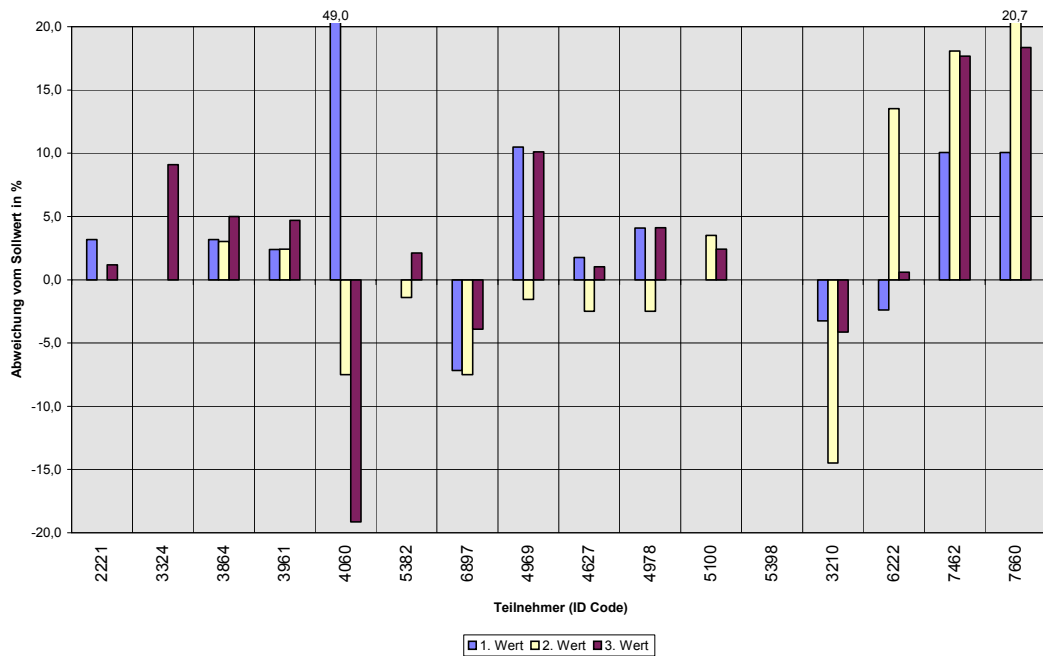
Ergebnistabelle für **Schwefeldioxid (SO₂)** kontinuierliche Ermittlung

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte SO ₂ kont,					relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
2221	1	1,1	1,2	0,9	1,1	1	2,4	4,8	2,4	3,2
	2	0,1	0,1	0,3	0,2	1	-1,8	0,0	1,8	0,0
	3	0,3	0,2	0,4	0,3	1	0,9	0,9	1,8	1,2
3324	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	0,2	0,5	0,1	0,3	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	2,3	2,6	2,9	2,6	2	7,9	8,8	10,6	9,1
3864	1	1,5	0,8	0,9	1,1	1	4,8	2,4	2,4	3,2
	2	0,7	1,0	1,0	0,9	1	1,8	3,6	3,6	3,0
	3	1,3	1,3	1,8	1,4	1	4,4	4,4	6,2	5,0
3961	1	0,8	0,8	0,9	0,8	1	2,4	2,4	2,4	2,4
	2	0,7	0,5	1,0	0,8	1	1,8	1,8	3,6	2,4
	3	1,3	1,3	1,4	1,3	1	4,4	4,4	5,3	4,7
4060	1	14,2	14,3	14,1	14,2	3	49,0	49,0	49,0	49,0
	2	2,4	2,1	2,1	2,2	2	-8,5	-7,0	-7,0	-7,5
	3	5,3	5,5	5,6	5,5	3	-19,1	-19,1	-19,1	-19,1
5382	1	0,2	0,2	0,1	0,2	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,3	0,5	0,5	0,4	1	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4
	3	0,8	0,5	0,5	0,6	1	2,1	2,1	2,1	2,1
6897	1	2,1	1,5	2,2	1,9	1	-7,8	-5,9	-7,8	-7,2
	2	2,8	2,1	1,7	2,2	2	-9,9	-7,0	-5,6	-7,5
	3	1,4	1,0	1,0	1,1	1	-5,3	-3,2	-3,2	-3,9
4969	1	2,8	3,4	3,3	3,2	3	9,3	11,1	11,1	10,5
	2	0,3	0,5	0,6	0,5	1	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6
	3	3,1	2,7	2,7	2,8	2	10,9	9,8	9,7	10,1
4627	1	0,7	0,5	0,5	0,6	1	1,8	1,8	1,8	1,8
	2	0,1	0,9	1,4	0,8	1	0,0	-3,0	-4,5	-2,5
	3	0,2	0,5	0,1	0,3	1	1,0	2,1	0,0	1,0
4978	1	1,7	1,0	1,0	1,2	1	5,3	3,5	3,5	4,1
	2	1,0	0,9	0,6	0,8	1	-3,0	-3,0	-1,5	-2,5
	3	1,1	1,1	1,3	1,2	1	4,1	4,1	4,1	4,1
5100	1	0,2	0,0	0,1	0,1	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,7	1,3	0,7	0,9	1	3,0	4,5	3,0	3,5
	3	0,5	0,8	0,7	0,7	1	2,1	3,1	2,0	2,4
5398	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3210	1	1,6	1,1	0,1	0,9	1	-4,9	-4,9	0,0	-3,3
	2	4,0	4,1	4,2	4,1	3	-13,6	-14,9	-14,9	-14,5
	3	1,1	1,1	1,2	1,1	1	-3,6	-4,4	-4,4	-4,1
6222	1	1,6	1,1	0,6	1,1	1	-4,9	-4,9	2,6	-2,4
	2	4,6	3,6	3,6	3,9	3	16,7	11,9	11,9	13,5
	3	0,2	0,4	0,0	0,2	1	0,9	0,9	0,0	0,6
7462	1	2,2	3,3	3,7	3,1	3	7,3	10,0	12,8	10,0
	2	5,3	5,3	5,1	5,2	3	17,3	19,6	17,3	18,1
	3	4,9	4,9	5,1	5,0	3	17,3	17,3	18,4	17,7
7660	1	2,2	3,3	3,7	3,1	3	7,3	10,0	12,8	10,0
	2	5,8	5,9	6,2	6,0	3	19,2	21,6	21,2	20,7
	3	5,2	5,2	5,1	5,2	3	18,4	18,4	18,4	18,4

RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für SO₂ kont.

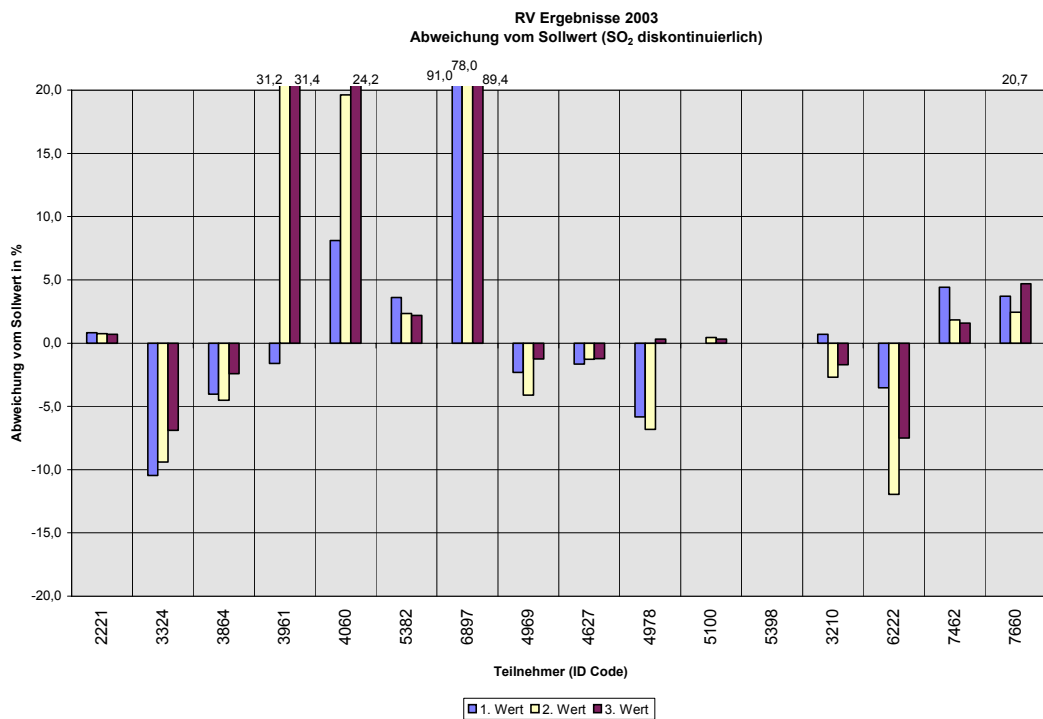
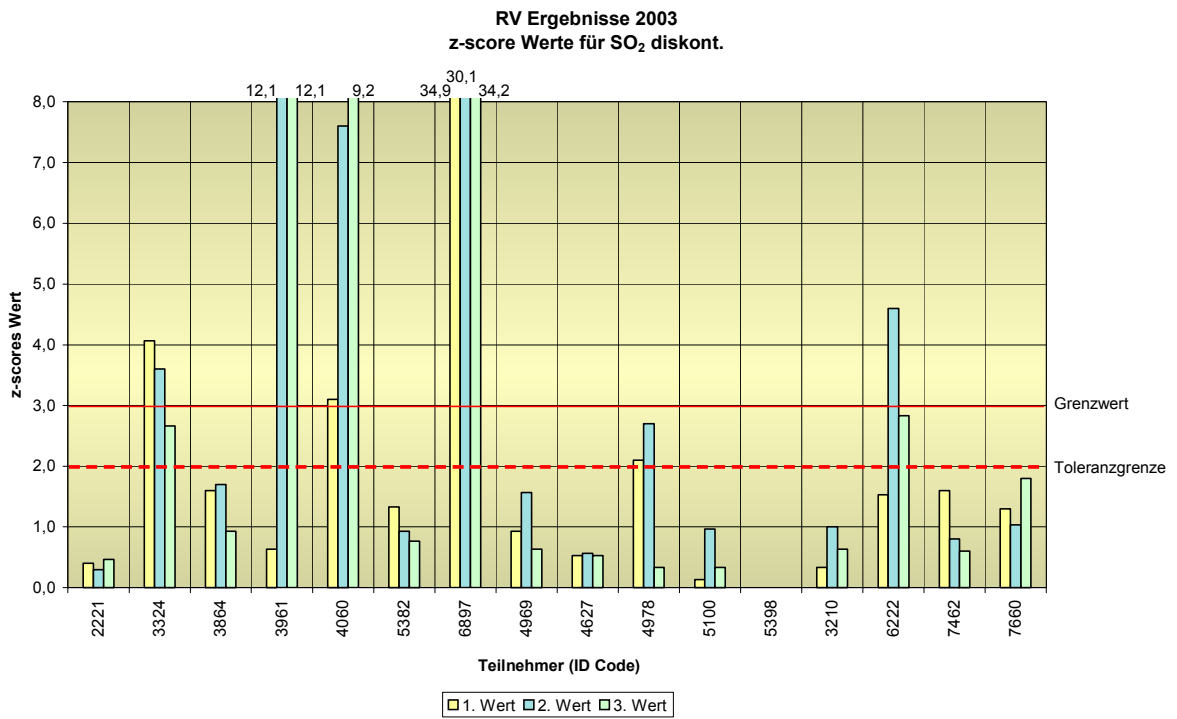


RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (SO₂ kontinuierlich)



Ergebnistabelle für **Schwefeldioxid (SO₂)** diskontinuierliche Ermittlung

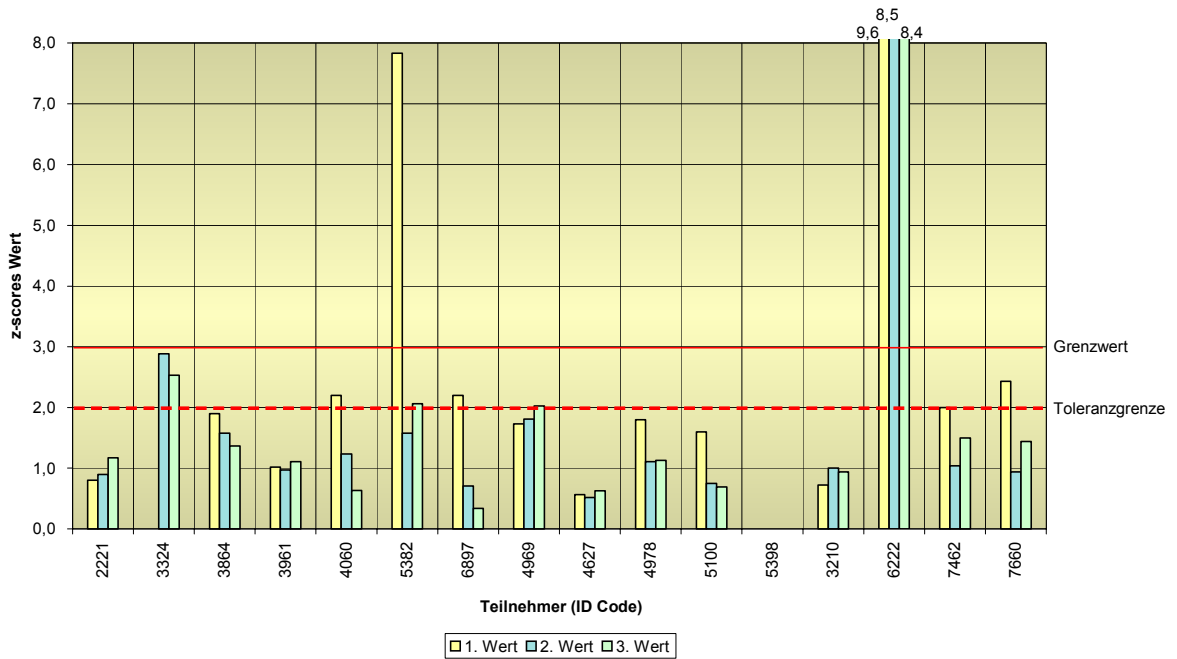
Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte SO ₂ diskont.					relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
2221	1	0,3	0,2	0,7	0,4	1	0,0	0,0	2,4	0,8
	2	0,4	0,5	0,0	0,3	1	1,1	1,1	0,0	0,8
	3	0,6	0,5	0,3	0,5	1	2,1	1,0	-1,0	0,7
3324	1	4,3	4,0	3,9	4,1	3	-11,9	-9,8	-9,8	-10,5
	2	4,8	3,4	2,6	3,6	3	-12,5	-9,0	-6,7	-9,4
	3	3,0	3,1	1,9	2,7	2	-7,3	-8,2	-5,2	-6,9
3864	1	1,6	2,1	1,1	1,6	1	-4,8	-4,9	-2,4	-4,0
	2	3,0	1,2	0,9	1,7	1	-8,0	-3,4	-2,2	-4,5
	3	1,4	0,7	0,7	0,9	1	-3,1	-2,1	-2,1	-2,4
3961	1	0,6	0,2	1,1	0,6	1	-2,4	0,0	-2,4	-1,6
	2	11,9	10,9	13,4	12,1	3	30,7	28,1	34,8	31,2
	3	11,8	13,6	10,9	12,1	3	31,3	35,1	27,8	31,4
4060	1	2,0	4,2	3,1	3,1	3	5,4	10,8	8,1	8,1
	2	6,6	7,4	8,8	7,6	3	16,9	19,7	22,2	19,6
	3	11,3	9,5	6,8	9,2	3	29,9	25,2	17,6	24,2
5382	1	2,0	1,0	1,0	1,3	1	5,4	2,7	2,7	3,6
	2	1,2	0,9	0,7	0,9	1	2,8	2,8	1,4	2,3
	3	1,0	0,9	0,4	0,8	1	2,8	2,8	0,9	2,2
6897	1	36,3	34,3	34,2	34,9	3	94,6	89,2	89,2	91,0
	2	31,0	25,2	34,0	30,1	3	80,3	66,2	87,5	78,0
	3	33,2	35,6	33,9	34,2	3	86,9	93,5	88,0	89,4
4969	1	0,6	1,6	0,6	0,9	1	-2,3	-4,7	0,0	-2,3
	2	1,7	0,3	2,7	1,6	1	-4,2	-1,4	-6,8	-4,1
	3	0,9	0,8	0,2	0,6	1	-1,9	-1,9	0,0	-1,3
4627	1	0,7	0,9	0,0	0,5	1	-2,5	-2,5	0,0	-1,7
	2	1,3	0,2	0,2	0,6	1	-3,8	0,0	0,0	-1,3
	3	0,1	0,8	0,7	0,5	1	0,0	-1,9	-1,9	-1,2
4978	1	2,6	1,8	1,9	2,1	2	-7,5	-5,0	-5,0	-5,8
	2	3,3	2,6	2,2	2,7	2	-9,0	-6,4	-5,1	-6,8
	3	0,6	0,1	0,3	0,3	1	1,9	0,0	-0,9	0,3
5100	1	0,3	0,1	0,0	0,1	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	1,3	0,3	1,3	1,0	1	-3,8	1,3	3,8	0,4
	3	0,6	0,1	0,3	0,3	1	1,9	0,0	-0,9	0,3
5398	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3210	1	0,2	0,1	0,7	0,3	1	0,0	0,0	2,1	0,7
	2	0,8	1,0	1,2	1,0	1	-2,3	-2,3	-3,4	-2,7
	3	0,6	0,6	0,7	0,6	1	-1,0	-2,0	-2,0	-1,7
6222	1	2,7	0,1	1,8	1,5	1	-6,4	0,0	-4,3	-3,5
	2	2,2	5,5	6,1	4,6	3	-5,8	-14,0	-16,1	-12,0
	3	0,9	2,6	5,0	2,8	2	-2,1	-7,1	-13,3	-7,5
7462	1	1,4	1,2	2,2	1,6	1	4,4	2,2	6,7	4,4
	2	0,5	1,1	0,8	0,8	1	1,9	1,8	1,8	1,8
	3	0,9	0,8	0,1	0,6	1	2,4	2,4	0,0	1,6
7660	1	1,4	0,3	2,2	1,3	1	4,4	0,0	6,7	3,7
	2	1,2	1,8	0,1	1,0	1	3,7	3,6	0,0	2,4
	3	1,8	1,7	1,9	1,8	1	4,7	4,7	4,7	4,7



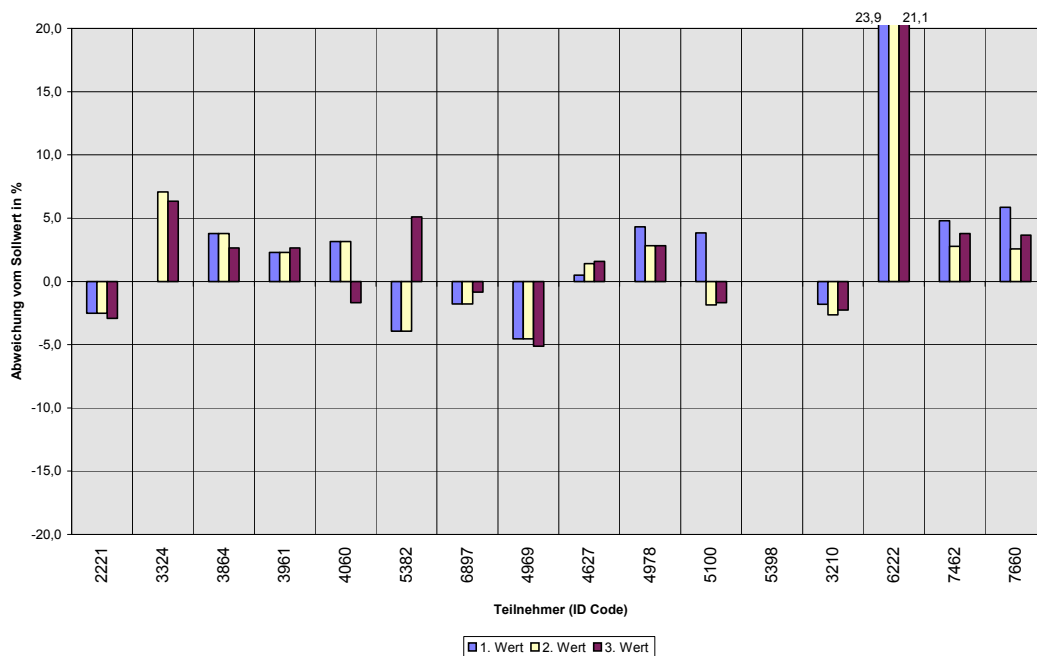
Ergebnistabelle für **Stickoxide** angegeben als NO₂ kontinuierliche Ermittlung

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für NO ₂ kont.					relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
2221	1	0,8	0,8	0,8	0,8	1	-3,0	-2,3	-2,3	-2,5
	2	0,9	0,8	1,0	0,9	1	-3,0	-2,3	-2,3	-2,5
	3	1,1	1,2	1,1	1,2	1	-2,8	-3,1	-2,8	-2,9
3324	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	2,9	2,7	3,0	2,9	2	6,8	6,8	7,6	7,1
	3	2,4	2,6	2,6	2,5	2	5,9	6,5	6,6	6,3
3864	1	2,0	2,0	1,7	1,9	1	3,8	3,8	3,8	3,8
	2	1,7	1,5	1,5	1,6	1	3,8	3,8	3,8	3,8
	3	1,3	1,3	1,5	1,4	1	2,5	2,5	2,8	2,6
3961	1	1,0	1,0	1,1	1,0	1	2,3	2,3	2,3	2,3
	2	1,1	0,9	0,9	1,0	1	2,3	2,3	2,3	2,3
	3	1,0	1,1	1,2	1,1	1	2,5	2,5	2,8	2,6
4060	1	2,2	2,1	2,3	2,2	2	3,0	3,6	2,9	3,2
	2	1,1	1,4	1,2	1,2	1	3,0	3,6	2,9	3,2
	3	0,5	0,7	0,7	0,6	1	-1,5	-1,8	-1,8	-1,7
5382	1	7,5	8,2	7,8	7,8	3	-4,1	-3,6	-4,1	-3,9
	2	1,7	1,4	1,6	1,6	1	-4,1	-3,6	-4,1	-3,9
	3	2,1	1,9	2,2	2,1	1	5,1	4,7	5,5	5,1
6897	1	2,1	2,1	2,4	2,2	2	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8
	2	0,7	0,7	0,7	0,7	1	-1,8	-1,8	-1,8	-1,8
	3	0,3	0,3	0,4	0,3	1	-0,7	-0,7	-1,1	-0,9
4969	1	1,4	1,8	2,0	1,7	1	-3,4	-4,8	-5,3	-4,5
	2	1,4	1,9	2,1	1,8	1	-3,4	-4,8	-5,3	-4,5
	3	2,0	1,9	2,2	2,0	2	-5,0	-4,7	-5,7	-5,1
4627	1	0,9	0,4	0,4	0,6	1	1,4	1,4	-1,4	0,5
	2	0,8	0,5	0,3	0,5	1	1,9	1,4	0,9	1,4
	3	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1,6	1,6	1,6	1,6
4978	1	1,4	2,1	1,9	1,8	1	2,9	5,8	4,3	4,3
	2	1,2	1,0	1,1	1,1	1	2,8	2,8	2,8	2,8
	3	1,1	1,1	1,1	1,1	1	2,9	2,8	2,8	2,8
5100	1	1,4	2,1	1,3	1,6	1	2,9	5,8	2,9	3,8
	2	1,1	0,6	0,6	0,7	1	-2,8	-1,4	-1,4	-1,9
	3	0,7	0,8	0,6	0,7	1	-1,6	-1,9	-1,6	-1,7
5398	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3210	1	0,5	1,1	0,5	0,7	1	-1,4	-2,7	-1,4	-1,8
	2	1,2	0,9	0,9	1,0	1	-3,0	-2,5	-2,5	-2,7
	3	0,9	1,0	0,9	0,9	1	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3
6222	1	9,2	10,3	9,2	9,6	3	23,0	25,7	23,0	23,9
	2	8,5	8,4	8,6	8,5	3	21,3	20,9	21,1	21,1
	3	8,4	8,3	8,5	8,4	3	21,0	21,0	21,2	21,1
7462	1	2,0	1,8	2,2	2,0	1	4,8	4,8	4,8	4,8
	2	1,0	0,9	1,2	1,0	1	2,5	2,6	3,2	2,8
	3	1,5	1,6	1,4	1,5	1	3,9	3,9	3,5	3,8
7660	1	2,0	2,4	2,9	2,4	2	4,8	6,5	6,3	5,9
	2	1,0	0,9	0,9	0,9	1	2,5	2,6	2,6	2,6
	3	1,7	1,4	1,2	1,4	1	4,3	3,5	3,2	3,7

RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für NO₂ kont.



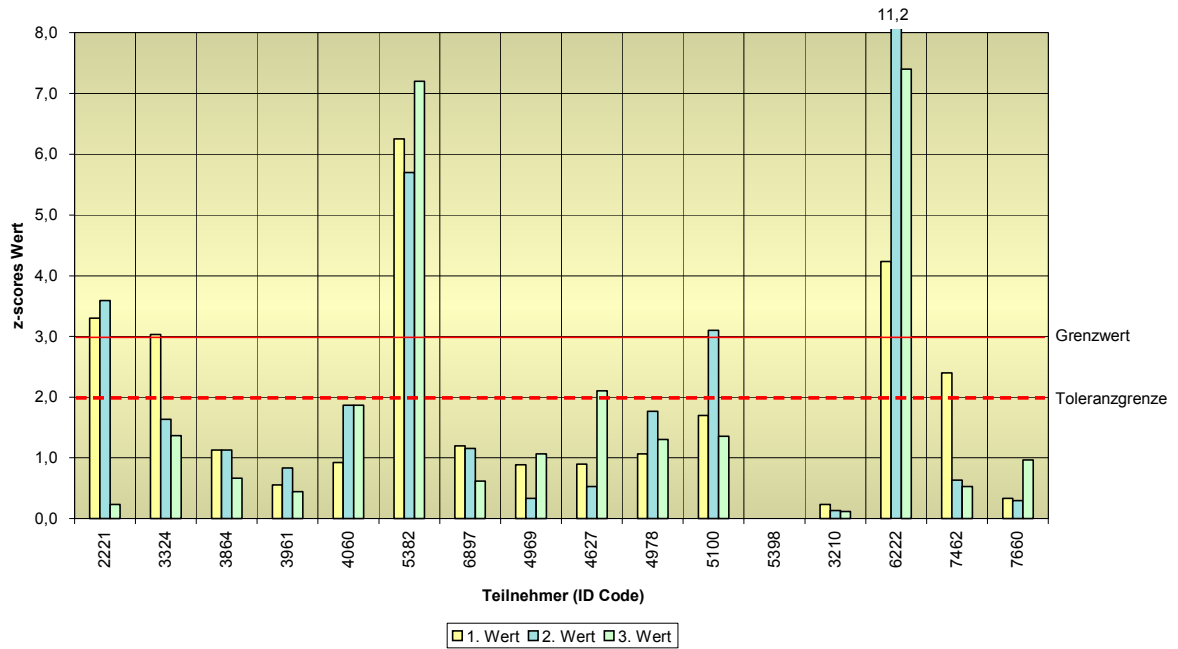
RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (NO₂ kontinuierlich)



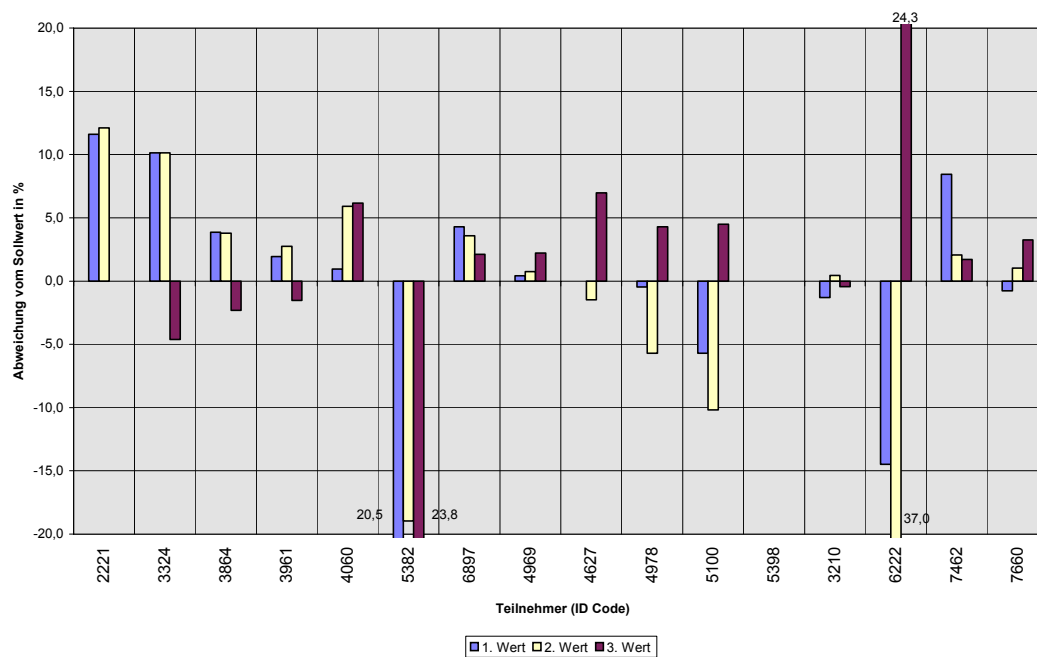
Ergebnistabelle für **Stickoxide** angegeben als NO₂ **diskontinuierliche Ermittlung**

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Wert für NO ₂ diskont.					relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
2221	1	2,4	4,2	3,3	3,3	3	8,7	14,5	11,6	11,6
	2	1,9	0,5	8,4	3,6	3	6,2	2,1	28,1	12,1
	3	0,3	0,1	0,3	0,2	1	0,8	0,4	-1,2	0,0
3324	1	1,7	3,9	3,5	3,0	3	5,8	13,0	11,6	10,1
	2	1,9	1,6	1,4	1,6	1	5,8	13,0	11,6	10,1
	3	1,2	1,5	1,4	1,4	1	-4,2	-5,0	-4,6	-4,6
3864	1	0,8	1,3	1,3	1,1	1	2,9	4,3	4,3	3,9
	2	1,3	1,0	1,1	1,1	1	4,1	3,1	4,2	3,8
	3	0,8	0,7	0,5	0,7	1	-2,7	-2,3	-1,9	-2,3
3961	1	0,8	0,4	0,4	0,6	1	2,9	1,4	1,4	1,9
	2	1,0	1,0	0,5	0,8	1	3,1	3,1	2,1	2,8
	3	0,3	0,6	0,4	0,4	1	-1,1	-1,9	-1,5	-1,5
4060	1	0,9	1,7	0,2	0,9	1	-2,9	5,7	0,0	1,0
	2	0,8	2,9	1,9	1,9	1	2,3	9,2	6,2	5,9
	3	1,6	2,6	1,4	1,9	1	5,1	8,6	4,8	6,2
5382	1	6,5	6,1	6,2	6,3	3	-21,4	-20,0	-20,0	-20,5
	2	4,8	5,8	6,5	5,7	3	-16,2	-19,2	-21,5	-19,0
	3	6,8	7,1	7,6	7,2	3	-22,5	-23,6	-25,2	-23,8
6897	1	1,3	1,2	1,1	1,2	1	4,3	4,3	4,3	4,3
	2	1,2	1,5	0,8	1,2	1	3,8	4,6	2,3	3,6
	3	0,9	0,1	0,9	0,6	1	2,9	0,3	3,2	2,1
4969	1	0,8	0,7	1,2	0,9	1	-2,5	1,3	2,5	0,4
	2	0,8	0,1	0,1	0,3	1	2,2	0,0	0,0	0,7
	3	1,6	1,3	0,3	1,1	1	4,0	3,3	-0,7	2,2
4627	1	0,0	1,4	1,3	0,9	1	0,0	4,3	-4,3	0,0
	2	0,1	0,5	1,0	0,5	1	0,0	-1,5	-3,0	-1,5
	3	2,1	2,7	1,5	2,1	2	6,9	9,0	4,9	7,0
4978	1	1,3	1,4	0,5	1,1	1	-4,3	4,3	-1,4	-0,5
	2	0,6	1,9	2,8	1,8	1	-2,2	-6,0	-9,0	-5,7
	3	1,3	2,0	0,7	1,3	1	4,1	6,6	2,2	4,3
5100	1	2,6	0,3	2,2	1,7	1	-8,6	-1,4	-7,1	-5,7
	2	2,2	3,9	3,2	3,1	3	-7,4	-12,7	-10,4	-10,2
	3	1,7	1,7	0,7	1,4	1	5,5	5,5	2,5	4,5
5398	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3210	1	0,2	0,2	0,3	0,2	1	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
	2	0,1	0,1	0,2	0,1	1	0,7	0,0	0,7	0,4
	3	0,1	0,1	0,2	0,1	1	-0,3	-0,3	-0,7	-0,4
6222	1	5,3	4,3	3,1	4,2	3	-18,2	-14,7	-10,7	-14,5
	2	10,9	10,3	12,4	11,2	3	-35,8	-34,2	-40,9	-37,0
	3	6,6	7,3	8,3	7,4	3	21,6	23,8	27,5	24,3
7462	1	2,8	2,8	1,6	2,4	2	9,8	9,8	5,8	8,4
	2	0,6	0,6	0,7	0,6	1	1,6	2,3	2,3	2,1
	3	0,6	0,5	0,5	0,5	1	1,9	1,6	1,6	1,7
7660	1	0,1	0,1	0,8	0,3	1	0,0	0,0	-2,3	-0,8
	2	0,1	0,1	0,7	0,3	1	0,0	0,8	2,3	1,0
	3	0,8	0,9	1,2	1,0	1	2,7	3,0	4,1	3,3

RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für NO₂ diskont.



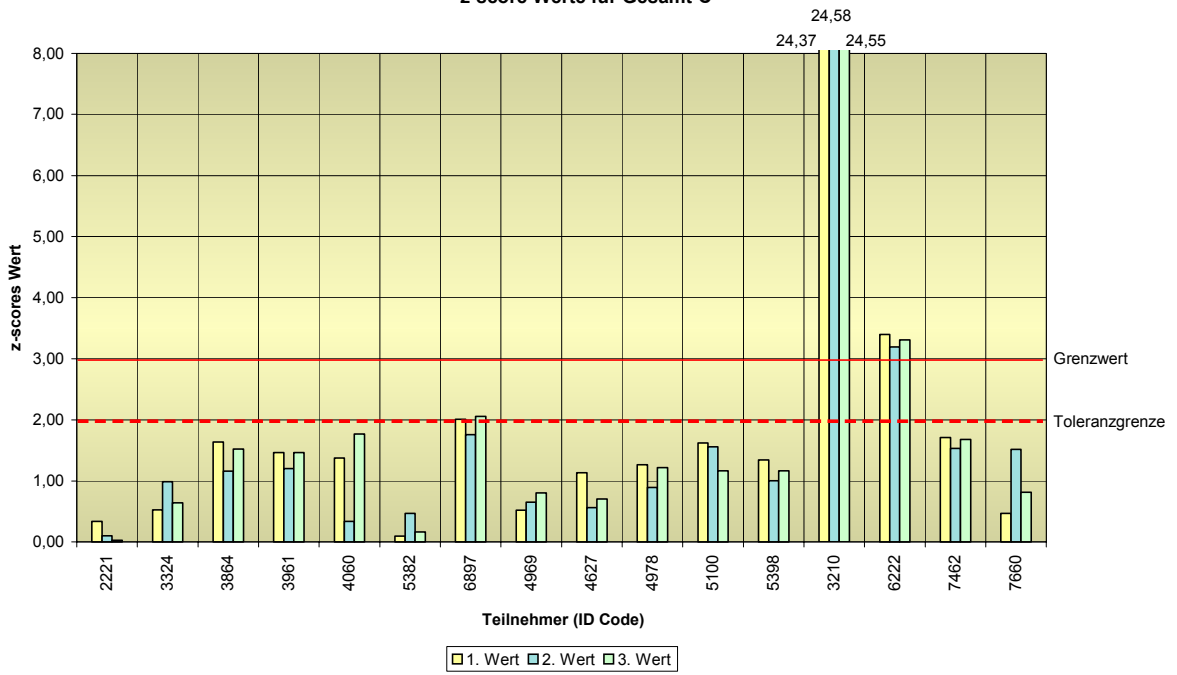
RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (NO₂ diskontinuierlich)



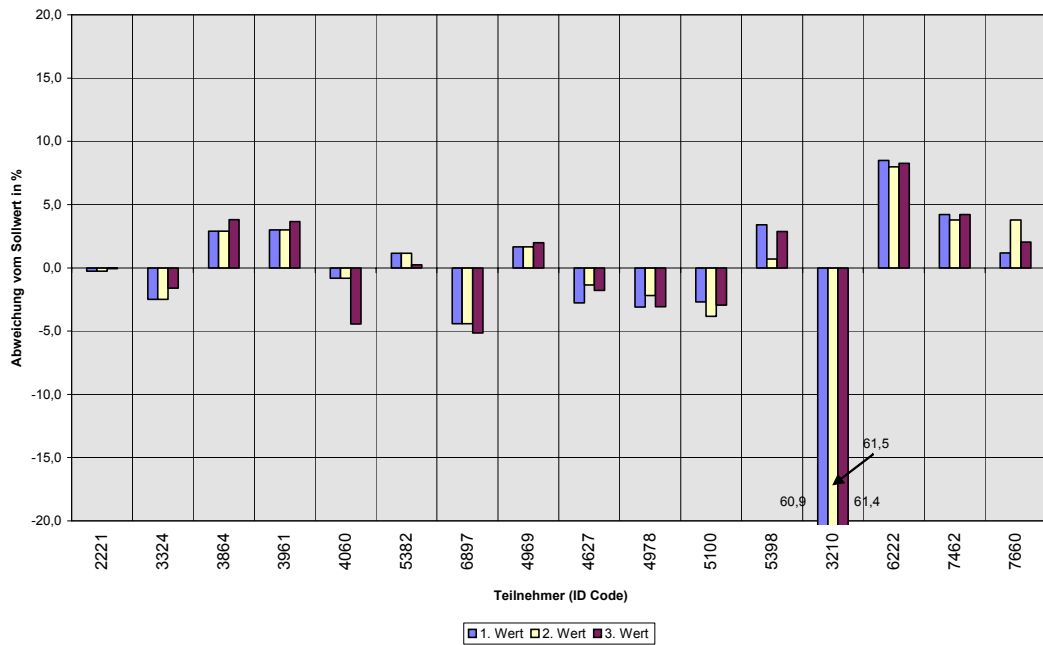
Ergebnistabelle für Propan angegeben als **Gesamt-Kohlenstoff** kontinuierliche Ermittlung

Teilnehmer Nr.	Konzentration	z-score Werte für Gesamt-C					relative Abweichung (%)			
		1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert	Klasse	1. Wert	2. Wert	3. Wert	Mittelwert
2221	1	0,28	0,33	0,41	0,34	1	-0,2	-0,5	-0,2	-0,3
	2	0,05	0,15	0,10	0,10	1	-0,2	-0,5	-0,2	-0,3
	3	0,05	0,04	0,00	0,03	1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
3324	1	0,36	0,71	0,52	0,53	1	-2,3	-2,9	-2,3	-2,5
	2	0,90	1,14	0,93	0,99	1	-2,3	-2,9	-2,3	-2,5
	3	1,21	0,34	0,38	0,64	1	-3,0	-0,8	-0,9	-1,6
3864	1	1,60	1,68	1,64	1,64	1	2,9	2,6	3,2	2,9
	2	1,18	1,05	1,26	1,16	1	2,9	2,6	3,2	2,9
	3	1,50	1,42	1,64	1,52	1	3,8	3,6	4,1	3,8
3961	1	1,43	1,42	1,55	1,47	1	3,2	2,7	3,0	3,0
	2	1,30	1,11	1,20	1,20	1	3,2	2,7	3,0	3,0
	3	1,29	1,55	1,55	1,46	1	3,2	3,9	3,9	3,7
4060	1	1,41	1,50	1,21	1,37	1	-2,0	-0,5	0,0	-0,8
	2	0,77	0,21	0,03	0,34	1	-2,0	-0,5	0,0	-0,8
	3	1,76	1,85	1,70	1,77	1	-4,4	-4,6	-4,3	-4,4
5382	1	0,03	0,14	0,12	0,10	1	1,0	1,3	1,1	1,1
	2	0,43	0,53	0,45	0,47	1	1,0	1,3	1,1	1,1
	3	0,14	0,10	0,25	0,16	1	0,3	-0,2	0,6	0,2
6897	1	1,86	2,23	1,94	2,01	2	-4,1	-4,2	-5,0	-4,4
	2	1,61	1,69	1,98	1,76	1	-4,1	-4,2	-5,0	-4,4
	3	2,03	2,03	2,11	2,06	2	-5,1	-5,1	-5,3	-5,2
4969	1	0,53	0,14	0,90	0,52	1	2,2	0,6	2,2	1,7
	2	0,92	0,19	0,85	0,65	1	2,2	0,6	2,2	1,7
	3	0,84	0,94	0,64	0,81	1	2,1	2,3	1,6	2,0
4627	1	1,48	0,91	1,01	1,13	1	-3,6	-2,2	-2,5	-2,8
	2	0,73	0,59	0,37	0,56	1	-1,8	-1,4	-0,9	-1,4
	3	0,64	0,65	0,82	0,70	1	-1,6	-1,6	-2,1	-1,8
4978	1	1,48	1,20	1,11	1,26	1	-3,6	-2,9	-2,7	-3,1
	2	0,94	1,02	0,72	0,89	1	-2,3	-2,5	-1,8	-2,2
	3	1,20	1,16	1,29	1,22	1	-3,0	-2,9	-3,3	-3,1
5100	1	1,87	1,50	1,50	1,62	1	-4,6	-3,7	0,2	-2,7
	2	1,51	1,66	1,50	1,56	1	-3,7	-4,1	-3,7	-3,8
	3	1,29	1,16	1,05	1,17	1	-3,3	-2,9	-2,7	-3,0
5398	1	2,12	1,24	0,66	1,34	1	5,35	3,19	1,72	3,42
	2	0,16	0,96	1,90	1,01	1	-0,36	2,48	0,00	0,71
	3	1,19	1,17	1,14	1,17	1	2,92	2,92	2,79	2,88
3210	1	24,44	24,34	24,33	24,37	3	-61,1	-60,9	-60,8	-60,9
	2	24,56	24,54	24,65	24,58	3	-61,4	-61,4	-61,6	-61,5
	3	24,56	24,54	24,54	24,55	3	-61,4	-61,4	-61,3	-61,4
6222	1	3,16	3,43	3,61	3,40	3	7,9	8,6	9,0	8,5
	2	3,16	3,22	3,21	3,19	3	7,9	8,0	8,0	8,0
	3	3,31	3,31	3,30	3,31	3	8,3	8,3	8,3	8,3
7462	1	1,70	1,70	1,73	1,71	1	4,2	4,2	4,2	4,2
	2	1,58	1,42	1,59	1,53	1	3,9	3,5	3,9	3,8
	3	1,58	1,72	1,73	1,68	1	4,0	4,3	4,3	4,2
7660	1	0,56	0,38	0,47	0,47	1	1,4	0,9	1,2	1,2
	2	1,79	1,46	1,30	1,52	1	4,5	3,7	3,3	3,8
	3	0,86	0,87	0,72	0,82	1	2,2	2,2	1,8	2,0

RV Ergebnisse 2003
z-score Werte für Gesamt-C



RV Ergebnisse 2003
Abweichung vom Sollwert (Gesamt-C)



4.3 Klassenzahlen

Nachfolgend sind die Klassenzahlen, die gemäß den Bewertungsmodalitäten nach Ziffer 5.1 der Durchführungsbestimmungen ermittelt wurden, tabellarisch zusammengestellt.

4.3.1 Summe der Klassenzahlen für RV Staub / Staubinhaltsstoffe

Teilnehmer Nummer:	Staub	Teilbereich bestanden J/N	Cadmium	Kobalt	Kupfer	Nickel	Blei	Chrom *)	Teilbereich bestanden J/N
1293	3	J	3	3	3	3	3	3	J
4265	3	J	3	3	3	3	5	3	J
5560	3	J	3	4	6	4	3	3	J
5577	3	J	3	3	6	3	3	3	J
6091	3	J	3	3	3	3	4	3	J
6735	3	J	6	5	6	6	6	3	N
7912	4	J	3	3	3	3	3	3	J
9919	3	J	3	3	3	3	3	3	J

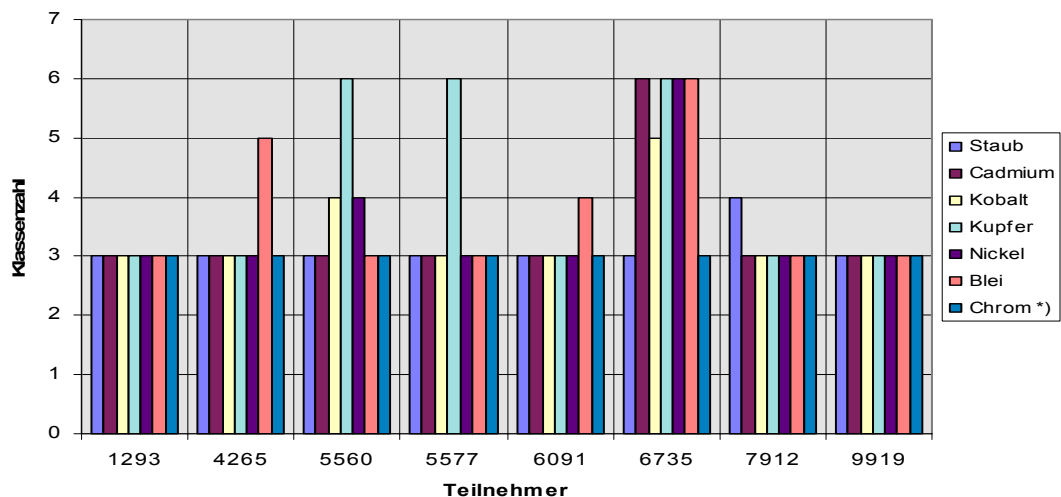
*) Das Element Cr ist nicht in die gemeinsamen Bewertung eingeflossen, da vorangegangene Ringversuche eine zu große Unsicherheit in der Bestimmung dieses Staubinhaltsstoffes ergeben hatten

In der Tabelle wird die Bewertung für die Auswertung von Staub und für die Ergebnisse der Bestimmung der Schwermetalle Cd, Co, Cu, Ni, Pb, und Cr dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass die Ermittlung von Staub von allen teilgenommenen Messinstituten beherrscht wird. Dieser Teilbereich wurde von allen Teilnehmern bestanden.

Die Analyse der Staubinhaltsstoffe wird überwiegend beherrscht. Der Teilnehmer mit der Nummer 6735 hat eine Summe der Klassenzahlen >5 bei mehr als einer Komponente erzielt, d. h. das betreffenden Messinstitut, hat unter Anwendung der Bewertungskriterien der Durchführungsbestimmungen diesen Teilbereich des Ringversuches nicht bestanden.

Summe der Klassenzahlen für Staub und Staubinhaltsstoffe

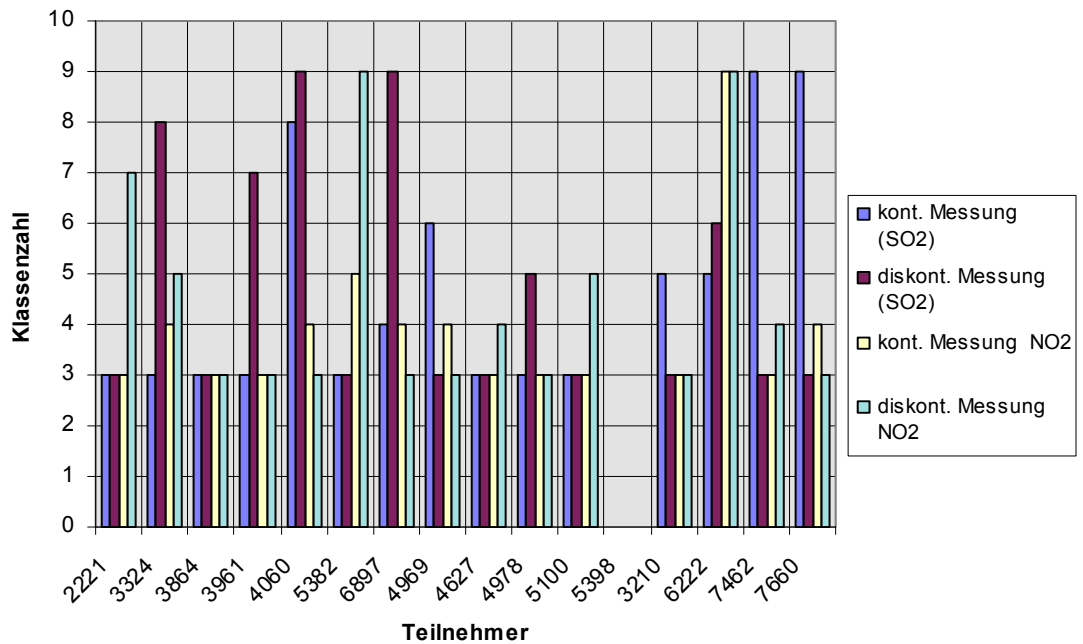


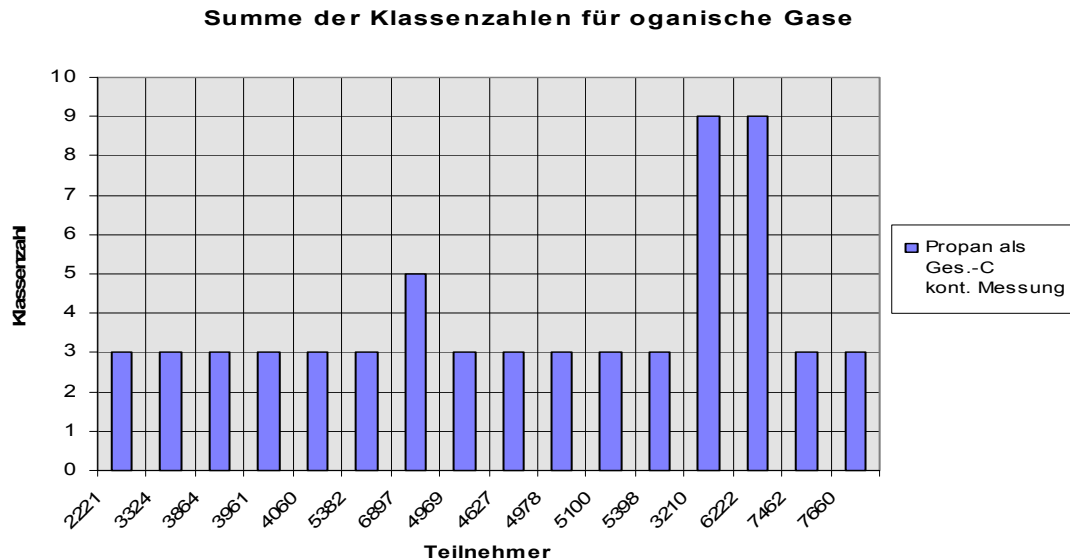
4.3.2 Summe der Klassenzahlen RV gasförmige Stoffe

Teilnehmer Nummer :	Schwefeldioxid (SO ₂)		Stickstoffoxid (als NO ₂)		Teilbereich bestanden J/N	Propan als Gesamt C	Teilbereich bestanden J/N
	kont. Messung	diskont. Messung	kont. Messung	diskont. Messung			
2221	3	3	3	7	J	3	J
3324	3 ¹⁾	8	4 ¹⁾	5	N	3	J
3864	3	3	3	3	J	3	J
3961	3	7	3	3	J	3	J
4060	8	9	4	3	N	3	J
5382	3	3	5	9	J	3	J
6897	4	9	4	3	J	4	J
4969	6	3	4	3	J	3	J
4627	3	3	3	4	J	3	J
4978	3	5	3	3	J	3	J
5100	3	3	3	5	J	3	J
5398	-	-	-	-	J	3	J
3210	5	3	3	3	J	9	N
6222	5	6	9	9	N	9	N
7462	9	3	3	4	J	3	J
7660	9	3	4	3	J	3	J

¹⁾ Es wurden nicht die vorgegebenen 3 Konzentrationsstufen untersucht.

Summe der Klassenzahlen für anorganische Gase





In der Tabelle wird die Bewertung für die Untersuchungsparameter Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO+NO₂ als NO₂) und Propan (C₃H₈ als Gesamt-C) dargestellt. Für die Komponenten Schwefeldioxid, Stickoxide und organisch gebundener Kohlenstoff wurden die kontinuierliche Messungen bewertet und für die anorganischen Komponenten Schwefeldioxid und Stickoxide zusätzlich die mit den Referenzmessverfahren diskontinuierlich ermittelten Ergebnisse.

Es ist zu erkennen, dass die Ermittlung der anorganischen Komponenten Schwefeldioxid und Stickoxide sowohl kontinuierlich als auch diskontinuierlich nicht von allen teilgenommenen Messinstituten beherrscht wird.

Der Teilnehmer mit der Nummer 3324, 4060 und 6222 haben eine Summe der Klassenzahl >5 bei mehr als einem der zu ermittelnden Untersuchungsteile erzielt, d. h. die betreffenden Messinstitute, haben unter Anwendung der Bewertungskriterien gemäß Ziffer 5.1 der Durchführungsbestimmungen diesen Teilbereich des Ringversuches nicht bestanden.

Für den Bereich organische Gase waren ebenfalls Defizite zu verzeichnen. Die Teilnehmer mit der Nummer 3210 und 6222 haben eine Summe der Klassenzahl >5 erzielt, d. h. die betreffenden Messinstitute, haben unter Anwendung der Bewertungskriterien gemäß Ziffer 5.1 der Durchführungsbestimmungen diesen Teilbereich des Ringversuches nicht bestanden.

Das Messinstitut mit der Nummer 6222 hat für beide Teile des Ringversuches das Ziel nicht erreicht.

5 Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt die Durchführung und die Ergebnisse der Emissions-Ringversuche an der ESA für das Jahr 2003.

Die Messergebnisse und Bewertungen wurden tabellarisch zusammengestellt, und graphisch dargestellt.

Bei den Ringversuchen haben die Teilnehmer überwiegend die apparativen Ausrüstungen eingesetzt, die im Technischen Regelwerk beschrieben sind.

Die Auswertung und Bewertung der Ringversuche erfolgte nach dem empfohlenen z-score Verfahren. Danach wird für jedes Mess- und Analyseergebnis eines i-ten Teilnehmers ein z-score-Wert berechnet und dem Wert eine Klassenzahl zugeordnet. Die statistischen Grundlagen zur Durchführung und Bewertung der in diesem Abschlussbericht beschriebenen Ringversuche sind dem Abschnitt 5 der jeweiligen Durchführungsbestimmungen zu entnehmen. Die einzelnen Bewertungsergebnisse sind den Tabellen zu entnehmen.

Der prozentuale Anteil der Teilnehmer die jeweils einen Teil des Ringversuches nicht bestanden haben ist nachfolgend dargestellt:



Zusätzlich zur Durchführung eines Emissions-Ringversuches wurden die von den Ringversuchsteilnehmern eingesetzten Prüfgase mit Prüfgasen des Veranstalters (rel. Messunsicherheit $\pm 0,07\%$) verglichen und die relativen Abweichungen errechnet. Hier zeigten sich zum Teil erhebliche Abweichungen zu den Angaben des Herstellers. Sofern Abweichungen ermittelt wurden, wurden diese den Teilnehmern mitgeteilt. Es wurde allerdings in deren Ermessen gestellt diese in die Berechnungen mit einzubeziehen.

6 Literaturverzeichnis

- /1/ Eickhoff, W.; Huckfeldt, U.; Kaletta, G.: Messtechnische Qualitätssicherung durch Ringversuche zur Bestimmung von Staub und Staubinhaltsstoffen. WLB - Wasser, Luft und Boden, 4/1995, S. 56 - 57
- /2/ Eickhoff, W.; Kaletta, G.: Ringversuche zur Qualitätssicherung von Emissionsmessungen an der Emissionssimulationsanlage in den Jahren 1994 - 1996, Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Heft 245, 1997
- /3/ Eickhoff, W.; Kaletta, G.: Ringversuche zur Qualitätssicherung von Emissionsmessungen an der Emissionssimulationsanlage vom Oktober 1997 bis Dezember 1998, Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt
- /4/ Platt, J.: Diplomarbeit "Validierung von Emissionsmessungen gasförmiger Schadstoffe (Schwefeldioxid, Stickoxide und Propan) an der Emissionssimulationsanlage zur Ermittlung der Gesamtunsicherheit und zur Übertragung auf Ringversuche mit Messstellen nach § 26 BImSchG", März - Juni 2000
- /5/ Deutsche Norm DIN EN 1822, "Filterklasse"
- /6/ Jungermann, Markus: Diplomarbeit "Ermittlung der Gesamtunsicherheit von Messungen partikelförmiger Schadstoffe an der Emissionssimulationsanlage durch Validierung der Fehlerquellen zur Übertragung auf qualitätssichernde Ringversuche mit Stellen nach § 26 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)", Mai 1996
- /7/ 17. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - (17. BImSchV)
- /8/ Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 28.08.1974)
- /9/ Deutsche Norm DIN EN 24185, August 1993, "Filterklasse"
- /10/ Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 28.08.1974)
- /11/ Deutsche Norm DIN 1319, Teil 3, August 1993 "Grundbegriffe der Messtechnik. Begriffe für die Messunsicherheit und für die Bewertung von Messgeräten und Messeinrichtungen"
- /12/ Deutsche Norm DIN ISO 5725 (E), Teil 1, Ausgabe 1991, Seite 17 "Genauigkeit von Messverfahren"
- /13/ F. E. Grubbs, G. Beck: "Extension of sample sizes an percentage points for signifikance tests of antlying abservations"
- /14/ Richtlinie VDI 2449, Blatt 1, (E), Dezember 1991 "Ermittlung der Verfahrenskenngrößen für die Messung gasförmiger Schadstoffe"
- /15/ Deutsche Norm DIN ISO 6879, Januar 1984 "Verfahrenskenngrößen und verwandte Begriffe für Messverfahren zur Messung der Luftbeschaffenheit"
- /16/ Deutsche Norm DIN ISO 9169, August 1996 "Bestimmung der Verfahrenskenngrößen von Messverfahren"
- /17/ Deutsche Norm DIN 38 402, Teil 42, Ausgabe Mai 1982 "Ringversuche, Auswertung"
- /18/ ISO/REMCO N 280 "Proficiency testing of chemical analytical Laboratories; siehe auch: Pure & Appl. Chem. Vol. 65, Nr. 9 (1993), pp 2123 - 2124
- /19/ Thomson, M.; Wood, R.: Journal of AOAC International 76, (1993), pp 929 - 940
- /20/ Richtlinie VDI 2066, Blatt 1, Oktober 1975 "Messen von Partikeln. Staubmessung in strömenden Gasen".

- /21/ Richtlinie VDI 2456, Blatt 1, April 2003 "Messen gasförmiger Emissionen; Bestimmung der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid; Ionenchromatographisches Verfahren"
- /22/ Richtlinie VDI 2462, Blatt 8, März 1985 "Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Schwefeldioxid-Konzentration, H₂O₂-Thorin-Methode"
- /23/ AQS-Merkblatt zu den Rahmenempfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für die Qualitätssicherung bei Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchungen P-11 "Bestimmung von Chlorid, Nitrat, Sulfat und Sulfid in Wässern mit der Ionenchromatographie"
- /24/ Richtlinie VDI 2462, Blatt 4, August 1975 "Messung gasförmiger Emissionen; Messen der Schwefeldioxid-Konzentration; Infrarot-Absorptionsgeräte UNOR 6 und URAS 2/4S"
- /25/ Richtlinie VDI 2462, Blatt 5, Mai 1978 "Messen gasförmiger Emissionen; Messen von Stickstoffmonoxid-Gehalten; Chemielumineszenz-Analysator, Thermo Electron"
- /26/ Richtlinie VDI 2456, Blatt 1, Dezember 1973 "Messung gasförmiger Emissionen; Messen der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid"
- /27/ Richtlinie 2456, Blatt 9, Februar 1989 "Messen gasförmiger Emissionen; Messen von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid mit dem NDUV-Resonanz-Analysator (RADAS 1)"
- /28/ Richtlinie VDI 2453, Blatt 5, Dezember 1979 "Messen gasförmiger Immissionen; Messen von Stickstoffmonoxid-Gehalten; Messen von Stickstoffdioxid-Gehalten unter Verwendung eines Konverters, Chemielumineszenz-Analysator"
- /29/ Richtlinie VDI 3481, Blatt 1, August 1975 "Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Kohlenwasserstoff-Konzentration; Flammen-Ionisations-Detektor (FID)"
- /30/ Reich, T.: "Empfehlungen zur Bewertung von Ringversuchen für § 26 Messstellen (partikelgebundene Emissionskomponenten)". Niederschrift für die 92. Sitzung des LAI vom 12. bis 14. Mai 1997, Dresden.
- /31/ Küstner-Thiel.: "Rechentafeln für die Chemische Analytik". 102 Auflage. W. de Gruyter-Verlag.
- /32/ Landolt-Börnstein, 6. Auflage, Band II/2a, Abschn. 2211.
- /33/ Richtlinie VDI 4200, Dezember 2000 "Durchführung von Emissionsmessungen an geführten Quellen.