

---

## **Durchführungsbestimmungen für Ringversuche von Stellen nach § 26 BImSchG (Partikel und partikelgebundene Emissionskomponenten) Stand Juni 2007**

### **1. Allgemeines**

#### **1.1 Durchführungsziel und Grundlagen**

Ziel der Ringversuche ist eine Qualitätskontrolle von Stellen, die nach § 26 BImSchG für die Ermittlung von Staub, Staubinhaltsstoffen und an Staub adsorbierten chemischen Verbindungen bekannt gegeben sind. Grundlage für die Durchführungsbestimmungen ist der *„Bericht über die Überprüfung und ggf. Neufestsetzung der Präzisionsvorgaben und die Aufnahme von Chrom in die Bewertung für Ringversuche mit partikelförmigen Emissionskomponenten an der Emissionssimulationsanlage (ESA) zur Qualitätssicherung von Emissionsmessungen“* vom 05. Juni 2007<sup>1</sup>.

#### **1.2 Veranstalter**

Veranstalter ist das HESSISCHE LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE in Kassel (HLUG) im Auftrag der nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständigen Behörden der Bundesländer.

### **2. Durchführung**

#### **2.1 Häufigkeit, Ort und Dauer**

Eine Aufforderung zur Teilnahme der für die entsprechenden Bereiche bekannt gegebenen Stellen erfolgt einmal alle drei Jahre, bzw. einmal innerhalb des Bekanntgabezeitraumes von fünf Jahren.

Bei Stellen mit unterschiedlichen Standorten kann die Aufforderung zur Teilnahme an einem Ringversuch mehrfach innerhalb eines Zeitraumes von fünf Jahren erfolgen um die jeweiligen Standorte adäquat einzubeziehen.

Ort des Ringversuches ist das:

HESSISCHE LANDESAMT  
FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (HLUG)  
Ludwig-Mond-Str. 33  
34121 Kassel  
Tel.: 0561/ 2000-137  
Fax: 0561/ 2000-225  
e-Mail: [emission@hlug.de](mailto:emission@hlug.de)

#### Ansprechpartner:

Herr Dipl.-Ing. W. Eickhoff:                      Tel.: -111  
Herr Edgar Vogel:                                    Tel.: -141

Die Dauer des Ringversuches beträgt zwei Tage; Einzelheiten wie z. B. der genaue Zeitplan werden mit der Teilnahmeaufforderung versandt.

---

<sup>1</sup> Fundstelle: [http://www.hlug.de/medien/luft/emisskassel/em\\_ueberw3.htm](http://www.hlug.de/medien/luft/emisskassel/em_ueberw3.htm)

## 2.2 Teilnahmeaufforderung und Termine

Die nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständigen Behörden können die Aufforderung zur Teilnahme am Ringversuch an das HLUG delegieren. Die Aufforderung zur Teilnahme erfolgt sodann durch das HLUG, wobei die Auswahl grundsätzlich nach dem Zufallsprinzip auf der Basis der aktuellen Version des „Recherchesystems Messstellen und Sachverständige“ (RESYMESA) erfolgt.

Dabei können dem HLUG auch Stellen aus besonderem Anlass (z. B. Wiederholer oder Stellen, auf deren Prüfung die nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständigen Behörden Wert legen), genannt werden. Der Anteil der nicht nach dem Zufallsprinzip gesetzten Teilnehmer soll kleiner als 50 v.H. sein.

Die Aufforderung zur Teilnahme erfolgt in der Regel drei Monate, spätestens jedoch zwei Monate vor dem Ringversuchstermin. Die Teilnahme ist von der Stelle auf einem beigefügten Antwortformular innerhalb von 10 Werktagen zu bestätigen.

Da die Teilnahme am Ringversuch eine sehr hohe Priorität besitzt, wird eine Absage nur mit Gründen akzeptiert, an die strengste Maßstäbe anzulegen sind. Einer eventuellen Absage ist die schriftlichen Zustimmung der nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständigen Behörden beizufügen.

Eine fehlende Antwort auf eine Teilnahmeaufforderung wird als unentschuldigtes Fehlen gewertet.

## 3. Messungen

Gegenstand der Ringversuche sind die Untersuchungsparameter Staubkonzentration (Gesamtstaubkonzentration) sowie die Schwermetallkonzentrationen von Cd, Co, Cu, Ni, Pb und Cr. Eine Erweiterung der Inhaltsstoffpalette ist prinzipiell möglich.

Jeder Teilnehmer führt die Ermittlung der Staubbelastung durch isokinetische Entnahme eines staubbeladenen Teilvolumens gemäß Richtlinie VDI 2066, Blatt 1, „Messen von Partikeln, Staubmessung in strömenden Gasen, Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung“ (Halbstundenmittelwerte, HSMW) in der jeweils aktuellen Fassung durch. Für nicht dieser Norm entsprechende Probenahmeverfahren ist ein Gleichwertigkeitsbeleg entsprechend der „Technical Spezifikation CEN TS 14793“ zu erbringen. Alle dem Planfilter nachgeschalteten Bauteile müssen den Angaben der VDI Richtlinie 2066 entsprechen. Die Dauer der Einzelmessung beträgt eine halbe Stunde. Es sind 10 Einzelmessungen (3x3 Staubprobenahmen und eine Einführungsmessung ohne Staubdosierung) durchzuführen.

Vor Beginn des Ringversuches sind folgende Randbedingungen zu erfassen:

- normgerechte Auswahl der Messpunkte
- Ermittlung des Geschwindigkeitsprofils im Querschnitt durch Messen des dynamischen und statischen Druckes auf zwei Messachsen;  
Anzahl der Messpunkte: 2 je Achse
- Luftdruck in Höhe der Messebene
- Temperatur im Messkanal
- Wasserdampfanteil im Messkanal
- Berechnung des Abgasvolumenstromes

Die Messergebnisse für die Abgasrandbedingungen sind von den Teilnehmern des Ringversuches im Rahmen der Ergebnismitteilung abzugeben. Diese Daten haben rein informellen Charakter.

Der Ringversuch wird von allen Teilnehmern zeitgleich durchgeführt.

Zur normkonformen Anwendung des vollständigen Messverfahrens verwenden die Ringversuchsteilnehmer ausschließlich Einrichtungen/Geräte aus dem eigenen Gerätebestand.

Die Aufarbeitung der Planfilter und Analyse der Staubinhaltsstoffe wird in den Laboratorien der Stellen durchgeführt.

Weitere Einzelheiten, insbesondere der zeitliche Ablauf des Ringversuches, sind dem „Merkblatt für Ringversuchsteilnehmer zum Ablauf des Ringversuches zur Ermittlung von Staub und Staubinhaltsstoffen an der Emissionssimulationsanlage (ESA)“ zu entnehmen.

### 3.1 Angebotene Staubkonzentrationen

Pro Ringversuch sollen drei Konzentrationsstufen angeboten werden. Die Konzentrationen bewegen sich dabei in folgenden Bereichen:

- Stufe 1            1 bis 4 mg/m<sup>3</sup>
- Stufe 2            4 bis 7 mg/m<sup>3</sup>
- Stufe 3            6 bis 12 mg/m<sup>3</sup>

### 3.2 Ermittlung und Angabe von Ergebnissen

Je Konzentrationsstufe und Komponente sind vom Ringversuchsteilnehmer drei Werte zu ermitteln und abzugeben.

Die Messergebnisse müssen auf Normalbedingungen (273K, 1013 hPa) bezogen sein. Für Staub haben die Angaben die Dimension **mg/m<sup>3</sup>** und für Schwermetalle die Dimension **µg/m<sup>3</sup>**. Beide Ergebnisse werden mit jeweils **einer Nachkommastelle** angegeben.

Die Rundung der Ergebnisse erfolgt gemäß Nr. 4.5.1 der DIN 1333 Bl. 2/1992. Die Ergebnisse werden via Internet übersandt. Hierzu erhält jeder Ringversuchsteilnehmer vom Veranstalter einen PIN Code, mit dem die Eingabemaske der HLUG-Internetseite freigeschaltet wird. Der PIN Code wird im Abschlussgespräch des Ringversuches in einen geschlossenen Umschlag an die Teilnehmer verteilt.

Die Ergebnisse müssen spätestens **sechs Wochen** nach Abschluss des Ringversuches dem HLUG übermittelt werden.

Neben der Angabe der Schwermetallkonzentration in µg/m<sup>3</sup> soll auch eine Angabe in der auf die Staubmasse bezogenen Gehaltsangabe in mg/mg erfolgen. Diese Angabe ist nicht bewertungsrelevant, lässt jedoch bei einer fehlerhaften Staubprobenahme ggf. eine richtige analytische Bestimmung der Inhaltsstoffe erkennen.

## 4. Auswertung des Ringversuchs

Die Auswertung erfolgt 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 wird aus den Kenndaten der Anlage (gravimetrisch erfasste Dosierate, gemessener ESA-Volumenstrom) unter Berücksichtigung einer experimentell ermittelten Meßunsicherheit als feste Vorgabe berechnet.

Die Schätzwerte für die wahren Ergebnisse der Schwermetallkonzentrationen ergeben sich jeweils als Mediane der Analysendaten von Vergleichsuntersuchungen mehrerer Referenzlaboratorien (Laboratorien der Landesanstalten und Landesämter).

Die Präzisionsvorgabe  $\sigma$  wird als Qualitätsanforderung vorgegeben.

Sie beträgt jeweils auf den Sollwert bezogen:

- für die Bestimmung der Staubkonzentration:  $\sigma = 7$  v.H.
- für die Bestimmung von Cd:  $\sigma = 8$  v.H.
- für die Bestimmung von Co:  $\sigma = 8$  v.H.
- für die Bestimmung von Cu:  $\sigma = 8$  v.H.
- für die Bestimmung von Ni:  $\sigma = 8$  v.H.
- für die Bestimmung von Pb:  $\sigma = 8$  v.H.
- für die Bestimmung von Cr:  $\sigma = 12$  v.H.

### 4.1 Weitere Auswertung

Für jedes einzelne Messergebnis eines i-ten Teilnehmers wird ein z-Score  $z_i$  nach Gleichung (1) berechnet, das eine Kommastelle mehr als das dazugehörige Ergebnis  $x_i$  hat. Für jede Konzentrationsstufe werden dann die Beträge der drei einzelnen z-Scorewerte zu einem arithmetischen Mittelwert zusammengefasst. Dieser stellt im Weiteren den z-Scorewert für die jeweilige Konzentrationsstufe dar.

## 5. Bewertung und Mitteilung der Ergebnisse

### 5.1 Bewertung

Durch die Normierung auf die Präzisionsvorgabe ergibt sich für die z-Scorewerte folgendes 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-Scorewerte  $> 2$  erzielt haben, empfohlen, ihr Probenahme- und Analysenverfahren zu überprüfen.

Für die Bewertung des Ringversuchs wird jedem z-Scorewert einer Konzentrationsstufe eine Klassenzahl zugeteilt:

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| $ z_i  \leq 2$  | Klassenzahl 1 |
| $2 <  z_i  < 3$ | Klassenzahl 2 |
| $ z_i  \geq 3$  | Klassenzahl 3 |

Für jeden Untersuchungsparameter mit jeweils 3 Konzentrationsstufen gilt:

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

Stehen in begründeten Einzelfällen nur die Ergebnisse für zwei Konzentrationsstufen für eine Auswertung zur Verfügung, so soll die Bestimmung dann als erfolgreich bewertet werden, wenn die Summe der Klassenzahlen  $\leq 4$  beträgt und zusätzlich die Summe der z-Scorewerte  $\leq 5,2$  ist.

Analog zum Bekanntgabeumfang „Ermittlung von Staub, Staubinhaltsstoffen und an Staub adsorbierten chemischen Verbindungen“, Ermittlungsbereich [D], werden die Ergebnisse für die Staubinhaltsstoffe gemeinsam bewertet.

Für die gemeinsame Bewertung gilt folgende Regelung:

Für eine erfolgreiche Teilnahme am Bereich „Bestimmung von Staubinhaltsstoffen“ müssen mindestens 5 von 6 Schwermetallen (Cd, Co, Cu, Ni, Pb und Cr) erfolgreich bestimmt worden sein.

(Erfolgsquote bezogen auf die Parameterzahl = 83 v.H.)

Nach Durchführung des Ringversuchs gibt es somit zwei Ergebnisteile:

- „Bestimmung von Staub“
- „Bestimmung von Staubinhaltsstoffen“,

die unabhängig voneinander bewertet werden.

Ein unentschuldigtes Fehlen am der Ringversuchsteilnahme wird als „nicht erfolgreiche“ Teilnahme gewertet.

Ringversuchsteilnehmer, die den Ringversuch „nicht erfolgreich“ abschließen konnten, werden zu einem Wiederholungstermin eingeladen.

Sofern lediglich die Ermittlung von Staubinhaltsstoffen (Schwermetalle) nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte erhalten die Ringversuchsteilnehmer einschlägige Referenzmaterialien zur Nachanalyse.

In diesem Falle sind alle den Ringversuch betreffenden Staubinhaltsstoffe (Schwermetalle) erneut zu analysieren. Die Analysenergebnisse sind dem HLUg mitzuteilen. Eine Bewertung erfolgt nach dem vorgenannten Schema.

## **5.2 Ergebnismitteilung durch das HLUg**

Die Mitteilung der Ergebnisse an die Ringversuchsteilnehmer erfolgt in Form einer Gesamtübersicht bis spätestens 6 Wochen nach Ablauf der Abgabefrist für die Ergebnisse der Teilnehmer.

Diese Ergebnismitteilung ergeht ebenfalls schriftlich an die nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständigen Behörden.

Die für die nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständigen Behörden werden im Rahmen der Ergebnismitteilung gebeten, bei akkreditierten Stellen, den jeweiligen Akkreditierer über das Ergebnis zu unterrichten oder die Stelle zu einer Mitteilung zu veranlassen.

## **6. Maßnahmen**

Bei zweimaliger „nicht erfolgreicher Teilnahme“ am Ringversuch wird der nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständigen Behörden empfohlen, die entsprechende Bekanntgabe („Ermittlung der Emissionen von Staub, Staubinhaltsstoffen und an Staub adsorbierte chemische Verbindungen“) der betreffenden Stelle zu entziehen, bis eine „erfolgreiche Teilnahme“ an einem Ringversuch für die in Frage kommenden Untersuchungsparameter nachgewiesen wird. Der Stelle wird hierzu innerhalb eines Jahres Gelegenheit gegeben.

## **7. Widersprüche, Beschwerden**

Widersprüche und Beschwerden sind sofern sie sich gegen die Einladung, die Durchführung des Ringversuches, die Ergebnismitteilung, sowie die Ergebnisse selbst richten an den Ausrichter des Ringversuches, das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Ludwig-Mond-Str. 33, 34121 Kassel, Dezernat I 3, sofern sie sich auf aus den Ergebnissen abgeleitete Maßnahmen (z.B. eine Aufforderung zur Wiederholung, den Widerruf der Bekanntgabe etc.) beziehen, jeweils an die für die Bekanntgabe nach Landesrecht zuständige Behörde zu richten. Die Widerspruchsfristen werden in den jeweiligen Bescheiden / Mitteilungen geregelt.

## **8. Kosten**

Die Teilnehmergebühr wird gemäß der jeweils gültigen Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz erhoben. Der hiernach aktuelle Betrag wird mit der Teilnahmeaufforderung genannt.

## Anhang

### Begründung zu Punkt 4 „Auswertung des Ringversuchs“

Für die **Vorgabe des Sollwertes für die Staubkonzentration** aus den Kenndaten der Dosierapparatur sind zwei Hauptgründe zu nennen:

- Aufgrund langjähriger Erfahrungen mit dem Betrieb der Anlage und seiner Optimierung ist es sehr gut möglich, aus der Differenzwägung des Staubdosierkolbens und der Messung des Volumenstromes die Staubkonzentration mit einer Genauigkeit von  $\pm 5$  v.H. zu berechnen. Die Dosierung erfolgt mit einem Partikelbürstendosierer. Die Staubbilanz wird durch wägen vor und nach der Dosierung ermittelt. Die Bestimmung des Abgasvolumenstromes erfolgt über eine integrierte Ringkammerblende nach dem Differenzdruckverfahren. Die Ringkammerblende wurde durch Vergleichsmessungen validiert. Sie wird jährlich verifiziert. Aufgrund zahlreicher Staubkonzentrationsmessungen im Vergleich zu den berechneten Werten aus der Dosierung muss die errechnete Konzentration noch mit einem Korrekturfaktor multipliziert werden, um den Sollwert für die Staubkonzentration zu erhalten.
- Durch die auf maximal 4 Stellen beschränkte Anzahl der Teilnehmer, die zeitgleich an einem Ringversuchsdurchgang beteiligt sind, ist das Kollektiv zu klein, um den Sollwert für die Staubkonzentration mittels statistischer Methoden aus den Teilnehmerergebnissen ableiten zu können. Das gleiche gilt für die Ermittlung der Sollwerte für die Staubinhaltsstoffkonzentrationen.

Die **Vorgabe der Sollwerte für die Schwermetallkonzentrationen** wird wie folgt ermittelt:

Die zur Dosierung eingesetzten Stäube werden zunächst durch geeignete Verfahren homogenisiert.

Die Gehalte der zu analysierenden Schwermetalle werden vor Einsatz durch Ringanalysen unter Beteiligung der Laboratorien der Landesanstalten und Landesämter ermittelt. In der Regel beteiligen sich an diesen Analysen mehr als 10 unterschiedliche Laboratorien.

Der Median der Ergebnisse dieser Referenzlaboratorien wird vereinbarungsgemäß als wahrer Wert für den jeweiligen Schwermetallgehalt verwendet. Durch Multiplikation des Sollwertes für die Staubkonzentration mit dem jeweiligen Schwermetallgehalt wird der Sollwert für die Elementkonzentration berechnet.

Die Grundlagen und Daten für die Ermittlung der Sollwerte für die Ringversuchsdurchführung werden vom HLUG nachvollziehbar dokumentiert.

Bei der **Festlegung der Präzisionsanforderung  $\sigma$**  sowohl für Staub- als auch die Schwermetallkonzentration ist eine Ermittlung der Werte aus den Teilnehmerergebnissen eines Ringversuchsdurchganges (max. 4 Teilnehmer) allein deshalb problematisch, weil sich hierdurch die Anforderung für jede Teilnehmergruppe – je nach deren Ergebnissen – ändern würde. Eine einheitliche Bewertung aller Teilnehmer könnte so nicht gewährleistet werden. Darüber hinaus bestünde hierbei, wie bei der Festlegung des Sollwertes, das Problem der zu geringen Kollektivstärke für eine statistische Auswertung.

Die Präzisionsanforderung  $\sigma$  wurde mit einer bestimmten Anzahl staatlicher Untersuchungsstellen und Stellen nach § 26 ermittelt. Die Präzisionsvorgaben wurden aus den relativen Abweichungen der einzelnen Teilnehmerergebnisse vom Sollwert für den Staub und die jeweiligen Schwermetallkonzentrationen berechnet.

Bei insgesamt 217 der Auswertung zugrunde liegenden Ringversuchsteilnehmern ergaben sich für Staub und jeweils die Schwermetalle pro Konzentrationsstufe maximal  $217 \times 3 = 651$  relative Abweichungen. Daraus errechnet sich nach Berücksichtigung von Ausreißern (Grubbs-Test) eine Vergleichsstandardabweichung aus der sich die Präzision errechnet.

Für die einzelnen Untersuchungsparameter und ihre Konzentrationsstufen ergaben sich die nachfolgend zusammengestellten relativen Vergleichsstandardabweichungen:

| Parameter          | S          | [Anzahl der Einzelwerte] | S          | [Anzahl der Einzelwerte] | S          | [Anzahl der Einzelwerte] |
|--------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
|                    | Konz 1 [%] |                          | Konz 2 [%] |                          | Konz 3 [%] |                          |
| <b>Gesamtstaub</b> | 12,68      | 652                      | 11,18      | 645                      | 10,14      | 650                      |
| <b>Cadmium</b>     | 14,54      | 613                      | 14,18      | 613                      | 12,94      | 616                      |
| <b>Kobalt</b>      | 14,74      | 612                      | 14,64      | 610                      | 13,72      | 614                      |
| <b>Kupfer</b>      | 13,61      | 601                      | 13,70      | 609                      | 12,37      | 608                      |
| <b>Nickel</b>      | 18,49      | 611                      | 15,26      | 608                      | 13,65      | 614                      |
| <b>Blei</b>        | 14,42      | 614                      | 14,26      | 609                      | 12,67      | 611                      |
| <b>Chrom *</b>     | 23,92      | 606                      | 19,65      | 602                      | 18,35      | 609                      |

Die Werte der Tabelle zeigen, dass

- keine deutliche Abhängigkeit der relative Vergleichsstandardabweichung von der Konzentrationsstufe vorliegt (Ausnahme: Cr, Ni),
- die relativen Vergleichsstandardabweichungen für die Bestimmung von Cd, Co, Cu, Ni und Pb in der gleichen Größenordnung liegen,
- die relative Vergleichsstandardabweichung für die Bestimmung von Cr deutlich höher liegt.

Die relativen Vergleichsstandardabweichungen werden über die Konzentrationsstufen zu einem Mittelwert zusammengefasst und für jede Komponente separat betrachtet.

Aus der Tabelle ergeben sich folgende gemittelte relative Vergleichsstandardabweichungen:

| Parameter          | relative Vergleichsstandardabweichungen vom Sollwert [%] | [Anzahl der Einzelwerte] |
|--------------------|--|--------------------------|
| <b>Gesamtstaub</b> | 11,33  | 1947                     |
| <b>Cadmium</b>     | 13,89  | 1842                     |
| <b>Kobalt</b>      | 14,37  | 1836                     |
| <b>Kupfer</b>      | 13,22  | 1818                     |
| <b>Nickel</b>      | 15,80  | 1833                     |
| <b>Blei</b>        | 13,79  | 1834                     |
| <b>Chrom</b>       | 20,64  | 1817                     |



Ein Messergebnis innerhalb der Grenzen Sollwert  $\pm$  Vergleichsstandardabweichung soll die Bewertung „zufrieden stellend“ erhalten, was einem z-Score  $\leq 2$  entspricht. Hieraus leiten sich folgende Zusammenhänge ab:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - X}{\sigma}; \quad \text{aus } z = 2 = \frac{|s|}{\sigma} \quad \text{folgt: } \sigma = \frac{|s|}{2}$$

Die für die Bewertung von Ringversuchen mit partikelgebundenen Emissionskomponenten erstmal ermittelten und in den Durchführungsbestimmungen von 1997 dokumentierten Präzisionsvorgaben sind in der nachfolgenden Aufstellung zusammengefasst.

Die für die Durchführungsbestimmungen von 1997 ermittelten Präzisionsvorgaben  $\sigma$  für die Bewertung der Ringversuche sind der nachfolgenden Aufstellung zu entnehmen.

Die im Jahr 2007 auf Basis eines deutlich erweiterten Datenkollektives errechneten Präzisionen sind der gleichen Aufstellung (Klammerwerte) zu entnehmen. Die geringfügigen Abweichungen zwischen den 1997 und 2007 ermittelten Präzisionen rechtfertigen nicht eine Änderung der bisher bestehenden Präzisionen.

- für die Bestimmung der Staubkonzentration:  $\sigma = 7$  (6) v.H. vom Sollwert
- für die Bestimmung von Cd:  $\sigma = 8$  (7) v.H. vom Sollwert
- für die Bestimmung von Co:  $\sigma = 8$  (7) v.H. vom Sollwert
- für die Bestimmung von Cu:  $\sigma = 8$  (7) v.H. vom Sollwert
- für die Bestimmung von Ni:  $\sigma = 8$  (8) v.H. vom Sollwert
- für die Bestimmung von Pb:  $\sigma = 8$  (7) v.H. vom Sollwert
- für die Bestimmung von Cr:  $\sigma = 12$  (11) v.H. vom Sollwert

Unter Zugrundelegung der Tatsache, dass bei einer Präzisionsvorgabe für das Element Chrom von 12 v.H. ein signifikanter Unterschied in der Erfolgsquote gegenüber den übrigen Schwermetallen nicht zu erkennen ist, scheint es gerechtfertigt das Element Chrom in das Kollektiv der zur Bewertung heranzuziehenden Schwermetalle einzubeziehen.

Die Präzisionsvorgaben werden auch zukünftig durch kontinuierliche Eingabe der Teilnehmerergebnisse in eine Datenbank regelmäßig auf ihre weiterhin bestehende Gültigkeit geprüft.

### Erläuterung zu Punkt 5.1 „Bewertung“

Für die Bewertung des Ringversuchs wird jedem (aus drei einzelnen z-score-Beträgen  $z_{ij}$  gemittelten) z-Score-Wert eine Klassenzahl zugeteilt, die dem grundsätzlichen Bewertungsschema für z-Score folgt:

$$\begin{array}{ll} |z_i| \leq 2 & \text{Klassenzahl 1 (Ergebnis zufriedenstellend)} \\ 2 < |z_i| < 3 & \text{Klassenzahl 2 (Ergebnis fraglich)} \\ |z_i| \geq 3 & \text{Klassenzahl 3 (Ergebnis unzureichend)} \end{array}$$

Bei jeweils drei geprüften Konzentrationsstufen pro Ringversuchskomponente ergeben sich für die Klassenzahlen der drei z-Scorewerte die folgenden Kombinationsmöglichkeiten:

| Lfd. Nr. der Kombination | Ergebnis als Klassenzugehörigkeit |         |         | Summe der Klassen |
|--------------------------|-----------------------------------|---------|---------|-------------------|
|                          | Stufe 1                           | Stufe 2 | Stufe 3 |                   |
| 1.                       | 1                                 | 1       | 1       | 3                 |
| 2.                       | 2                                 | 1       | 1       | 4                 |
| 3.                       | 2                                 | 2       | 1       | 5                 |
| 4.                       | 3                                 | 1       | 1       | 5                 |
| 5.                       | 2                                 | 2       | 2       | 6                 |
| 6.                       | 3                                 | 2       | 1       | 6                 |
| 7.                       | 3                                 | 2       | 2       | 7                 |
| 8.                       | 3                                 | 3       | 1       | 7                 |
| 9.                       | 3                                 | 3       | 2       | 8                 |
| 10.                      | 3                                 | 3       | 3       | 9                 |

Für das Gesamtergebnis wird jeweils die Summe der drei Klassen jedes Teilnehmers so bewertet, dass einerseits ein „unzureichendes“ Ergebnis (Klassenzahl 3) durch zwei „zufrieden stellende“ Ergebnisse (Klassenzahl jeweils 1) ausgeglichen werden kann (Klassensumme 5), andererseits drei „fragliche“ Ergebnisse (Klassenzahl jeweils 2, Summe 6) nicht mehr als „erfolgreiche Bestimmung“ bewertet werden.

Sollten in begründeten Einzelfällen nur Ergebnisse für zwei Konzentrationsstufen (6 Messwerte) für eine Auswertung zur Verfügung stehen, dann sollte die Summe der beiden z-score-Beträge zweidrittel der maximal möglichen Summe der z-score-Beträge der Kombination 3 der obigen Tabelle ( $2,9 + 2,9 + 2,0 = 7,8$ ) betragen, d.h.  $5,2$ . ( $7,8 \cdot \frac{2}{3} = 5,2$ )

Hieraus ergibt sich:

Die Bestimmung soll dann als erfolgreich bewertet werden, wenn die Summe der Klassenzahlen  $\leq 4$  beträgt und zusätzlich die Summe der z-score-Beträge  $\leq 5,2$  ist.

Die gemeinsame Bewertung der Staubinhaltsstoffe Cd, Co, Cu, Ni, Pb und Chrom als Gruppe lehnt sich an die auch bei anderen Ringversuchen häufiger angewandte Praxis an, die für eine „erfolgreiche“ Teilnahme eine „richtige“ Bestimmung von 80 v.H. (hier 83 v.H.) der Untersuchungsparameter vorauszusetzen. Für den vorliegenden Fall bedeutet dies, dass 5 von 6 Schwermetallen erfolgreich bestimmt werden müssen.