

## Merkblatt

### Emissionsringversuche Staub und Gas

#### 1. Veranstaltungsort

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
Dezernat I3 – Luftreinhaltung: Emissionen

Ludwig-Mond-Str. 33  
34121 Kassel

E-Mail: [pt@hlnug.hessen.de](mailto:pt@hlnug.hessen.de)  
Tel.: 0561-2000-137  
Fax: 0561-2000-225

**Hinweis:** Die Messplätze für die Ringversuchsdurchführung befinden sich im 1. sowie im 3. Stock des Dienstgebäudes (Raum 130 und 373). Ein Fahrstuhl für den Gerätetransport steht nicht zur Verfügung.

#### 2. Ansprechpartner

Dr. Jens Cordes  
(*Fachlich Verantwortlicher Ringversuche*)

E-Mail: [jens.cordes@hlnug.hessen.de](mailto:jens.cordes@hlnug.hessen.de)  
Tel.: 0561-2000-141

Dr. Dominik Wildanger  
(*Dezernatsleiter*)

E-Mail: [dominik.wildanger@hlnug.hessen.de](mailto:dominik.wildanger@hlnug.hessen.de)  
Tel.: 0561-2000-111

#### 3. Teilnehmer

Die Emissionsringversuche wurden konzipiert für Stellen nach §29b Bundes-Immissionschutzgesetz (BImSchG), sowie für Antragsteller im Bekanntgabeverfahren nach BImSchG bzw. 41. BImSchV. Andere Messinstitute, Hersteller von Geräten, interessierte Betriebsmessstellen etc. können aber selbstverständlich auch am Ringversuch teilnehmen.

**Bitte beachten Sie:** Aufgrund des begrenzten Platzangebots im Messraum können ohne Rücksprache mit dem Veranstalter nur zwei Personen pro Teilnehmer an der Probenahme teilnehmen.

Es können maximal 8 Teilnehmer (Stellen bzw. Laboratorien) gleichzeitig an einem Staub- oder Gasringversuch teilnehmen.

#### 4. Aufgabenstellung

Das Ringversuchsprogramm simuliert Anlagen mit überwiegend zeitlich veränderlichen Betriebsbedingungen bezüglich der emittierten Massenkonzentrationen, an denen gemäß TA

Luft mindestens sechs Einzelmessungen durchzuführen sind. Die uneingeschränkte Fähigkeit zur korrekten Bestimmung der Massenkonzentrationen von Gesamtstaub und den in Tabelle 3 genannten Schwermetallen, sowie der in Tabelle 4 genannten gasförmigen Stoffe in Emissionen unter Einsatz des Gesamtverfahrens aus Probenahme und Analytik wird als unmittelbar relevant für eine Bekanntgabe gemäß §29b BImSchG angesehen.

## 5. Durchführung der Messungen

### 5.1 Messebenen der ESA und Lage der Messstelle

Die Messebenen befinden sich im 1. und im 3. Stockwerk des Dienstgebäudes des HLNUG (Raum 130 und 371), etwa 5,0 bzw. 12,5 m über Erdgleiche, und am Ende einer ca. 6,5 bzw. 14 m langen lotrechten Anströmstrecke. Zur Durchführung des Ringversuches sind auf den Messebenen Messöffnungen in folgender Größe (nach DIN ISO 228) und Anzahl vorhanden:

**Tabelle 1:** Verfügbare Messöffnungen.

Stockwerk	3"-Innengewinde (G3)	2"-Innengewinde (G2)
1. Stock	8	5
3. Stock	6	7

Die Belegung der Messebenen und Messöffnungen wird vom Personal des HLNUG vor Ort festgelegt. Die von den Teilnehmern verwendeten Probenahmesonden müssen auf den Innendurchmesser der Anlage von 40 cm abgestimmt sein. Während der Ringversuchsdurchführung wird die Anlage mit einer Abgasgeschwindigkeit von > 4 m/s betrieben. Sollten während der Ringversuchsdurchführung in Messwagen fest eingebaute automatisch arbeitende Messeinrichtungen verwendet werden, wird von der Messstelle bis zum Messwagen eine Messgasleitung mit einer Länge von ca. 50 m benötigt.

### 5.2 Ermittlung der Randbedingungen

Die ESA wird im Frischluftbetrieb mit Vorwärmung und ggf. Befeuchtung der Außenluft betrieben. Der Volumenstrom wird in einem Bereich zwischen 2000 und 6000 m<sup>3</sup>/h (Normzustand, trocken) eingestellt. Die Anlagenparameter werden während eines Messtages – soweit möglich – konstant gehalten. Die Randbedingungen werden dabei so gewählt, dass eine Tröpfchenbildung im Kamin ausgeschlossen ist. Während des Ringversuches sind für jeden Versuchstag die folgenden Randbedingungen unter Beachtung von DIN EN 15259 zu messen:

**Tabelle 2:** Wertebereiche für Abgasrandbedingungen und vorgegebene Rundung der Messwerte.

Nr. (k)	Komponente	Wertebereich	Nachkommastellen
R1	Volumenstrom	2000 – 6000 m <sup>3</sup> /h (Nz, tr)	0
R2	Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	4 – 15 m/s (Bz, f)	2
R3	Temperatur	20 – 50 °C	1
R4	Wasserdampfkonzentration	0 – 50 g/m <sup>3</sup> (Nz, tr)	2
R5	Statischer Druck	0 – 10 hPa	2

Bei der Messung der Abgasrandbedingungen müssen die Teilnehmer die von ihnen üblicherweise an vergleichbaren Anlagen eingesetzten Messverfahren anwenden. Die Messung der Abgasrandbedingungen findet an jedem Ringversuchstag bei unterschiedlichen Betriebszuständen statt.

### 5.3 Durchführung der Probenahme: Staub

- Jeder Teilnehmer führt die Ermittlung der Massenkonzentrationen partikelförmiger Stoffe gemäß DIN EN 15259 und den in Tabelle 3 aufgeführten Normen in der jeweils aktuellen Fassung durch. Für die Anwendung anderer Probenahme- bzw. Analyseverfahren bei Ringversuchsteilnahmen in Verbindung mit der 41. BImSchV ist ein Gleichwertigkeitsbeleg nach DIN EN 14793 zu erbringen.
- Die Probenahmen finden für alle Teilnehmer gleichzeitig statt. Dabei werden die folgenden Komponenten mit Hilfe der folgenden Messverfahren ermittelt:

**Tabelle 3:** Messverfahren und Konzentrationsbereiche für Gesamtstaub und Schwermetalle.

Nr. (k)	Komponente	Einzusetzendes Messverfahren	Konzentrationsbereich
P1	Gesamtstaub	DIN EN 13284-1	1 bis 15 mg/m <sup>3</sup>
P2	Cadmium		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>
P3	Cobalt		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>
P4	Chrom	DIN EN 14385	1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>
P5	Kupfer	<i>Hinweis: Bei der Probenahme kann in Abweichung von der Norm auf den Einsatz von Waschflaschen verzichtet werden.</i>	1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>
P6	Mangan		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>
P7	Nickel		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>
P8	Blei		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>
P9	Vanadium		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>

- Das von dem Teilnehmer im Ringversuch angewandte Verfahren muss dem routinemäßig an vergleichbaren realen Anlagen eingesetzten Standardverfahren so weit wie möglich entsprechen. Aus organisatorischen Gründen sind lediglich folgende Abweichungen notwendig bzw. zulässig:
  - Verzicht auf kontinuierliche Messung des Volumenstroms: Dieser wird vom Veranstalter konstant gehalten und kontinuierlich überwacht.
  - Durchführung der Netzmessung nach dem Tangentialverfahren auf zwei Messachsen: Die Anwendung des allgemeinen Verfahrens ist in der Regel nicht möglich.
  - Verzicht auf den Einsatz von Waschflaschen: Es werden ausschließlich Stäube aus mit Schwermetallen dotierter Hochofenschlacke (Hauptbestandteile: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, amorphe Eisen- und Alumosilikate) eingesetzt, bei denen aufgrund der Korngrößenverteilung bei normkonformer Probenahme die filtergängigen Schwermetallanteile gegenüber dem vom Filter zurückgehaltenen Anteil vernachlässigbar sind.

- Die Ringversuchsteilnehmer müssen die Probenahme mit eigener Messausrüstung durchführen.
- Der Probenhaufbau ist so zu gestalten, dass auch die Probenahme von Abgasen mit hohen Wasserdampfgehalten möglich ist.
- Die Dauer der Einzelmessungen beträgt 30 Minuten, wobei nach 15 Minuten eine Unterbrechung zum Achsenwechsel stattfindet.
- Es werden 10 Einzelmessungen (eine Einführungsmessung ohne Staubdosierung sowie neun Messungen bei verschiedenen Staubmassenkonzentrationen) durchgeführt.
- Probenahmeprotokolle und andere relevante Aufzeichnungen des Teilnehmers zu den durchgeführten Messungen müssen dem HLNUG am Ende des Ringversuchs vor Abreise als digitale Kopie auf geeigneten Datenträgern übergeben werden. Liegen Aufzeichnungen nur in Papierform vor, werden vom HLNUG Kopien erstellt.

#### 5.4 Durchführung der Probenahme: Gas

- Jeder Teilnehmer führt die Ermittlung der Massenkonzentrationen gasförmiger Stoffe gemäß DIN EN 15259 und den in Tabelle 4 aufgeführten Normen und Richtlinien in der jeweils aktuellen Fassung durch. Für die Anwendung anderer Probenahme- bzw. Analyseverfahren bei Ringversuchsteilnahmen in Verbindung mit der 41. BImSchV ist ein Gleichwertigkeitsbeleg nach DIN EN 14793 zu erbringen.
- Die Probenahmen finden für alle Teilnehmer gleichzeitig statt. Dabei werden die folgenden Komponenten mit Hilfe der folgenden Messverfahren ermittelt:

**Tabelle 4:** Messverfahren und Konzentrationsbereiche für gasförmige Stoffe.

Nr. (k)	Komponente	Einzusetzendes Messverfahren	Konzentrationsbereich [mg/m <sup>3</sup> ]
G1	NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	DIN EN 14792	60 bis 450 (bezogen auf NO <sub>2</sub> )
G2	CO	DIN EN 15058	10 bis 100
G3	Gesamt-C	DIN EN 12619	4 bis 100
G4	SO <sub>2</sub>	DIN EN 14791	20 bis 150
G5	Formaldehyd	VDI 3862 Blatt 2, 3 oder 4	2 bis 20
G6	Ethylbenzol	DIN CEN/TS 13649	1 bis 40
G7	Toluol	DIN CEN/TS 13649	1 bis 40
G8	Xylol (Summe Isomere)	DIN CEN/TS 13649	1 bis 40 (einzelne Isomere und Summe)

- Die von dem Teilnehmer im Ringversuch angewandten Verfahren müssen den routinemäßig an vergleichbaren realen Anlagen eingesetzten Standardverfahren so weit wie möglich entsprechen.
- Die Ringversuchsteilnehmer müssen die Probenahme mit eigener Messausrüstung durchführen.
- Die Probenahmedauer bzw. Integrationszeit beträgt für alle Messungen 30 Minuten.

- Zu jeder Komponente werden 9 Messungen bei verschiedenen Konzentrationen durchgeführt. Zusätzlich wird an jedem Ringversuchstag eine Messung ohne Dosierung zur Bestimmung von Blindwerten angeboten.
- Die Xylolisomere (*o*-, *m*- und *p*-Xylol) werden als Summe bestimmt.
- Rohdaten aller kontinuierlichen Messungen, einschließlich sämtlicher durchgeführter Justagen, müssen dem HLNUG am Ende des Ringversuchs vor Abreise als digitale Kopie auf geeigneten Datenträgern übergeben werden. Gleiches gilt für Probenahmeprotokolle und andere relevante Aufzeichnungen des Teilnehmers zu den durchgeführten Messungen. Liegen Aufzeichnungen nur in Papierform vor, werden vom HLNUG Kopien erstellt.
- Das HLNUG bietet eine Überprüfung der Prüfgase der Teilnehmer durch Vergleich mit Referenzgasen des HLNUG an. Die Überprüfung wird mit Referenzgasen folgender Zusammensetzung durchgeführt:
  - NO in N<sub>2</sub>
  - CO in N<sub>2</sub>
  - C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> in synthetischer Luft

Für weitere Informationen lesen Sie bitte das *“Merkblatt – Prüfgasuntersuchung“*.

## 6. Ergebnisabgabe

### 6.1 Grundlagen

Alle Messergebnisse sind bezogen auf Normzustand, trocken (273,15 K und 1013,25 hPa), anzugeben.

Die Ergebnisse des Staubringversuchs und des Gasringversuchs werden getrennt eingereicht und ausgewertet. Bitte beachten Sie die unterschiedlichen Abgabefristen für die zwei Ringversuche.

Für beide Ringversuche werden die Ergebnisse per E-Mail an folgende Adresse übermittelt:

[pt@hlnug.hessen.de](mailto:pt@hlnug.hessen.de)

dazu sind die Messwerte in Excel-Dateien einzutragen, welche auf der HLNUG-Website unter:

<https://pt.hlnug.de>

heruntergeladen werden können.

Jeder Teilnehmer kann nur ein Ergebnis pro Messung und Komponente einreichen. Die von den Teilnehmern eingereichten Messwerte werden durch das HLNUG anhand der während des Ringversuchs gesammelten Daten auf Plausibilität geprüft. Ergeben sich bei dieser Plausibilitätsprüfung Zweifel an der normkonformen Ermittlung von Messwerten, wird der betreffende Teilnehmer aufgefordert, seine Ergebnisermittlung zu erläutern. Ist ein Teilnehmer auf Aufforderung nicht in der Lage, nachvollziehbar und normkonform die von ihm eingereichten Messergebnisse mit den im Rahmen des Ringversuchs abgegebenen Rohdaten und

anderen Aufzeichnungen in Einklang zu bringen, werden die betroffenen Komponenten abweichend von Punkt 8 mit „nicht bewertet“ beurteilt. Die Ergebnismitteilung wird in diesem Fall mit einem entsprechenden Hinweis versehen. Ein Austausch von Ergebnissen oder eine Absprache unter den Teilnehmern vor dem Ablauf der Abgabefrist für die Messergebnisse ist nicht zulässig. Bei einem Verstoß gegen diese Regelung werden ebenfalls alle betroffenen Komponenten mit „nicht bewertet“ beurteilt und die Ergebnismitteilung mit einem entsprechenden Hinweis versehen.

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

## 6.2 Staubringversuch

Staubkonzentrationen müssen in  $\text{mg}/\text{m}^3$  und Schwermetallkonzentrationen in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  angegeben werden, jeweils bezogen auf den Normzustand, trocken. Alle Werte sind mit zwei Nachkommastellen anzugeben.

Die Ergebnisse des Staubringversuchs müssen bis spätestens sechs Wochen nach dem letzten Tag des Staubringversuchs an das HLNUG übermittelt worden sein. Später eingereichte Ergebnisse werden – sofern nicht das HLNUG den verspäteten Eingang zu verantworten hat – nicht berücksichtigt. Der Ringversuch gilt in diesem Fall als „nicht bestanden“.

## 6.3 Gasringversuch

Alle Ergebnisse sind in  $\text{mg}/\text{m}^3$  bezogen auf den Normzustand, trocken, anzugeben. Alle Werte sind mit zwei Nachkommastellen anzugeben.

Die Ergebnisse des Gasringversuchs müssen bis spätestens vier Wochen nach dem letzten Tag des Gasringversuchs an das HLNUG übermittelt worden sein. Später eingereichte Ergebnisse werden – sofern nicht das HLNUG den verspäteten Eingang zu verantworten hat – nicht berücksichtigt. Der Ringversuch gilt in diesem Fall als „nicht bestanden“.

## 6.4 Randbedingungen

Die Messergebnisse zu den Abgasrandbedingungen sind in den in Tabelle 2 genannten Einheiten und auf die dort angegebene Anzahl an Nachkommastellen gerundet anzugeben.

Die Abgabefrist für den Ringversuchsteil Randbedingungen richtet sich nach der Frist zur Einreichung der Messergebnisse für die übrigen Komponenten im jeweiligen Ringversuch. Später eingereichte Ergebnisse werden – sofern nicht das HLNUG den verspäteten Eingang zu verantworten hat – nicht berücksichtigt. Der Ringversuchsteil Randbedingungen gilt in diesem Fall als „nicht bestanden“.

## 7. Bewertung der Einzelmessungen

### 7.1 Grundlagen der Ergebnisberechnung

Die Auswertung der Ringversuche erfolgt in Form von z-Scores und Klassenzahlen. Die zugewiesenen Werte werden vor der Berechnung von z-Scores auf die gleiche Anzahl von Nachkommastellen gerundet wie die von den Teilnehmern einzureichenden Messwerte. Bei der Berechnung von z-Scores und deren Mittelwerten werden keine Rundungen durchgeführt. In Ergebnismitteilungen und Berichten werden die Zahlenwerte allerdings gerundet dargestellt.

Für die Unsicherheit  $u_k$  der zugewiesenen Werte muss in Bezug auf das Kriterium zur Leistungsbewertung  $\sigma_k$  folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\sigma_k \geq 3 \cdot u_k$$

Sollte bei einem Ringversuch die relative Unsicherheit des zugewiesenen Wertes größer sein als der zulässige Wert, so wird das Kriterium zur Leistungsbewertung für die betroffene Komponente entsprechend VDI 4221 Blatt 2 angepasst. Dabei wird das Kriterium zur Leistungsbewertung für die Komponenten P1-P9 und G1-G8 auf den nächsthöheren Wert mit einer Nachkommastelle angehoben, der die Anforderung der Norm erfüllt. Bei der Komponente R1 wird der nächsthöhere ganzzahlige Wert gewählt, der die Anforderung der Richtlinie erfüllt. Die Teilnehmer werden spätestens mit der Ergebnismitteilung über diese Anhebung informiert.

Zur Beurteilung der Ergebnisse der Einzelmessungen für die Komponenten P1-P9 und G1-G8 wird für den  $i$ -ten Messwert der  $j$ -ten Konzentrationsstufe der  $k$ -ten Komponente  $x_{ijk}$  ein z-Score-Wert  $z_{ijk}$  ermittelt:

$$z_{ijk} = \frac{x_{ijk} - X_{ijk}}{\sigma_k \cdot X_{ijk}}$$

Hierbei ist  $X_{ijk}$  der zugewiesene Wert der entsprechenden Messung und  $\sigma_k$  das Kriterium zur Leistungsbewertung. Der zugewiesene Wert wird aus den Messdaten der Dosieranlage sowie dem Volumenstrom hergeleitet.

## 7.2 Gesamtstaub und Schwermetalle

Die Kriterien zur Leistungsbewertung für die Komponenten des Staubringversuchs betragen, sofern die Unsicherheit des zugewiesenen Wertes die oben genannten Bedingungen erfüllt:

**Tabelle 5:** Bewertungskriterien für Gesamtstaub und Schwermetalle.

Nr. ( <i>k</i> )	Komponente	Kriterium zur Leistungsbewertung $\sigma_k$ in %
P1	Gesamtstaub	7,0
P2	Cadmium	10,0
P3	Cobalt	10,0
P4	Chrom	10,0
P5	Kupfer	10,0
P6	Mangan	10,0
P7	Nickel	10,0
P8	Blei	10,0
P9	Vanadium	10,0

## 7.3 Gasförmige Komponenten

Die Kriterien zur Leistungsbewertung für die Komponenten des Gasringversuchs betragen, sofern die Unsicherheit des zugewiesenen Wertes die oben genannten Bedingungen erfüllt:

**Tabelle 6:** Bewertungskriterien für gasförmige Stoffe.

Nr. ( <i>k</i> )	Komponente	Kriterium zur Leistungsbewertung $\sigma_k$ in %
G1	NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub>	3,1
G2	CO	3,6
G3	Gesamt-C	3,3
G4	SO <sub>2</sub>	3,4
G5	Formaldehyd	3,6
G6	Ethylbenzol	4,1
G7	Toluol	4,1
G8	Xylol (Summe Isomere)	4,1

## 7.4 Abgasrandbedingungen

Für die Auswertung der Messergebnisse für den Volumenstrom (Komponente R1) wird für den *i*-ten Messwert der *k*-ten Komponente  $x_{ik}$  ein z-Score-Wert  $z_{ik}$  ermittelt:

$$z_{ik} = \frac{x_{ik} - X_{ik}}{\sigma_k}$$

Hierbei ist  $X_{ik}$  der zugewiesene Wert der entsprechenden Messung und  $\sigma_k$  das Kriterium zur Leistungsbewertung. Der zugewiesene Wert wird durch die kontinuierliche Messtechnik des HLNUG bestimmt. Das Kriterium zur Leistungsbewertung beträgt für die Komponente R1, sofern die Unsicherheit des zugewiesenen Wertes die oben genannten Bedingungen erfüllt,  $140 \text{ m}^3/\text{h}$  (Nz, tr). Für die Komponenten R2 bis R5 werden keine z-Scores berechnet. Hier werden stattdessen die Abweichungen der Messwerte der Teilnehmer von den zugewiesenen Werten informativ mit der üblichen Standardabweichung für diese Messungen verglichen. Dazu wird der Quotient aus der Abweichung der Teilnehmermesswerte von den zugewiesenen Werten und der üblichen Standardabweichung für die betreffende Messgröße berechnet. Die entsprechenden Vergleichswerte sind Tabelle 7 zu entnehmen.

**Tabelle 7:** Übliche Standardabweichungen für Randbedingungen.

Nr. (k)	Komponente	übliche Standardabweichung
R2	Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	0,30 m/s (Bz, f)
R3	Temperatur	0,9 °C
R4	Wasserdampfkonzentration	0,74 g/m <sup>3</sup> (Nz, tr)
R5	Statischer Druck	0,21 hPa

## 7.5 Interpretation der z-Score-Werte

Nach Normierung auf die Kriterien zur Leistungsbewertung gilt für die Interpretation aller ermittelten z-Score Werte folgendes Schema:

$ z_{ijk}  \leq 2$	Ergebnis zufriedenstellend
$2 <  z_{ijk}  < 3$	Ergebnis fraglich
$ z_{ijk}  \geq 3$	Ergebnis unzureichend

Generell sollte bei jedem Ergebnis, das mit einem z-Score von mehr als zwei bewertet wurde, eine Ursachenforschung betrieben werden.

## 8. Bewertung der Komponenten

### 8.1 Gesamtstaub und Schwermetalle sowie gasförmige Komponenten

Für die Bewertung einer Komponente werden die Beträge der z-Scores der  $n$  Ergebnisse einer Konzentrationsstufe (in der Regel ist  $n = 3$ ) einer Komponente gemittelt:

$$z_{jk} = \sum_{i=1}^n \frac{|z_{ijk}|}{n}$$

und jeder Konzentrationsstufe in Abhängigkeit von diesem mittleren z-Score eine Klassenzahl  $K_{jk}$  nach folgenden Schema zugeordnet:

$$\begin{array}{ll} z_{jk} \leq 2 & \text{ergibt: } K_{jk} = 1 \\ 2 < z_{jk} < 3 & \text{ergibt: } K_{jk} = 2 \\ z_{jk} \geq 3 & \text{ergibt: } K_{jk} = 3 \end{array}$$

Für die Zuordnung zu Konzentrationsstufen werden die 9 bewerteten Messungen nach ihrem zugewiesenen Wert sortiert und jeweils 3 aufeinander folgende Werte einer Konzentrationsstufe zugerechnet.

Im nächsten Schritt wird für jede Komponente  $k$  die Summe der Klassenzahlen  $K_k$  über alle  $m$  Konzentrationsstufen (in der Regel ist  $m = 3$ ) gebildet:

$$K_k = \sum_{j=1}^m K_{jk}$$

Eine Komponente wurde dann erfolgreich bestimmt, wenn die zugehörige Summe der Klassenzahlen kleiner als oder gleich 6 ist. Der Teilnehmer erhält in diesem Fall für die Komponente die Bewertung „bestanden“. Überschreitet die Klassensumme den zulässigen Wert, erhält der Teilnehmer die Bewertung „nicht bestanden“.

Werden lediglich Messwerte für zwei Konzentrationsstufen eingereicht, gilt die Komponente als „bestanden“, wenn die Summe der Klassenzahlen maximal 4 beträgt. Wenn für eine Komponente Probenahmen oder Messungen durchgeführt wurden, aber nicht die Mindestanzahl von sechs Messwerten eingereicht wurde, wird die Komponente unabhängig von der Bewertung der vorliegenden Einzelergebnisse mit „nicht bestanden“ bewertet. Hat der Teilnehmer auf die Durchführung von Probenahmen oder Messungen zu einer Komponente im Ringversuch gänzlich verzichtet, wird diese mit der Bemerkung „nicht teilgenommen“ versehen.

## 8.2 Abgasrandbedingungen

Für die Abgasrandbedingungen werden nur zwei Messwerte pro Komponente eingereicht und bewertet. Es gilt die oben beschriebene Interpretation der z-Score Werte. Hier werden die Beträge der z-Scores der  $n$  Ergebnisse (in der Regel ist  $n = 2$ ) einer Komponente gemittelt:

$$z_k = \sum_{i=1}^n \frac{|z_{ik}|}{n}$$

Die Komponente Volumenstrom wird als „bestanden“ bewertet, wenn die Bedingung

$$z_k < 3$$

erfüllt ist, andernfalls wird die Komponente mit „nicht bestanden“ bewertet. Wurden keine Messwerte eingereicht, wird die Komponente mit „nicht teilgenommen“ angegeben.

## 9. Gesamtbewertung des Ringversuchs

### 9.1 Staubringversuch

Wurden alle Komponenten P1-P9 mit „bestanden“ bewertet, erhält der Teilnehmer für seine Ringversuchsteilnahme die Gesamtbewertung „bestanden“. Wenn mindestens eine der Komponenten P1-P9 mit „nicht bestanden“ bewertet wurde, erhält der Teilnehmer für seine Ringversuchsteilnahme die Gesamtbewertung „nicht bestanden“. Wenn an mindestens einer der Komponenten P1-P9 nicht teilgenommen wurde oder aus anderen Gründen für eine dieser Komponenten keine Beurteilung erfolgen konnte, während die übrigen Komponenten mit „bestanden“ bewertet wurden, erhält der Teilnehmer für seine Ringversuchsteilnahme die Gesamtbewertung „nicht bestanden (unvollständige Teilnahme)“.

Sofern zutreffend wird auf die Bedeutung dieser Bewertung in Bezug auf §16 IV 7a der 41. BImSchV hingewiesen.

### 9.2 Gasringversuch

Wurden alle Komponenten G1-G8 mit „bestanden“ bewertet, erhält der Teilnehmer für seine Ringversuchsteilnahme die Gesamtbewertung „bestanden“. Wenn mindestens eine der Komponenten G1-G8 mit „nicht bestanden“ bewertet wurde, erhält der Teilnehmer für seine Ringversuchsteilnahme die Gesamtbewertung „nicht bestanden“. Wenn an mindestens einer der Komponenten G1-G8 nicht teilgenommen wurde oder aus anderen Gründen für eine dieser Komponenten keine Beurteilung erfolgen konnte, während die übrigen Komponenten mit „bestanden“ bewertet wurden, erhält der Teilnehmer für seine Ringversuchsteilnahme die Gesamtbewertung „nicht bestanden (unvollständige Teilnahme)“.

Sofern zutreffend wird auf die Bedeutung dieser Bewertung in Bezug auf §16 IV 7a der 41. BImSchV hingewiesen.

### 9.3 Randbedingungen

Der Ringversuchsteil Abgasrandbedingungen wird insgesamt als „bestanden“ bewertet, wenn die Komponente R1 mit „bestanden“ bewertet wurde. Wurde die Komponente R1 mit „nicht bestanden“ bewertet, wird dieser Ringversuchsteil als „nicht bestanden“ bewertet. Wurde an der Komponente R1 nicht teilgenommen, wird der Ringversuchsteil Abgasrandbedingungen als „nicht bewertet“ angegeben.

## 10. Ergebnismitteilung

Die Mitteilung der Ergebnisse an die Ringversuchsteilnehmer erfolgt für beide Ringversuche in Form einer Gesamtübersicht bis spätestens 6 Wochen nach Ablauf der Abgabefrist für die Ergebnisse der Teilnehmer. In der Ergebnismitteilung wird das an den Messungen und Probenahmen an der ESA beteiligte Personal namentlich genannt. Auf die Pflicht der bekanntgegebenen Messstellen, die für ihre Bekanntgabe zuständige Behörde unmittelbar über das Ringversuchsergebnis zu unterrichten (§16 IV Nr. 7 der 41. BImSchV) wird hingewiesen.

Zusätzlich werden die Ergebnisse der Ringversuche eines Jahres in einem Bericht zusammengefasst, wobei die Teilnehmer pseudonymisiert werden.

## 11. Theorietest

Im Rahmen des Staub- und des Gasringversuchs findet jeweils ein 30-minütiger schriftlicher Test statt. An diesem Theorietest nimmt pro Ringversuchsteilnehmer eine Person teil. Inhalte dieses Tests sind für alle Teilnehmenden die Anforderungen der im Ringversuch angewandten Normen und Richtlinien, welche in den folgenden Tabellen aufgelistet sind. Geprüft werden jeweils die Inhalte der aktuellen Versionen der Normen, sofern diese seit mindestens einem Jahr veröffentlicht sind. Liegt die Veröffentlichung einer neuen Version am Tag des Theorietests weniger als ein Jahr zurück, bildet die vorherige Version der betreffenden Norm oder Richtlinie die Testgrundlage. Als Stichtag gilt dabei der erste Tag des in der Norm oder Richtlinie als Ausgabestand genannten Monats.

Für die Durchführung des Tests wird jedem Teilnehmenden ein Ordner mit den in Tabelle 8 bzw. Tabelle 9 genannten Normen als Nachschlagewerk zur Verfügung gestellt. Andere Hilfsmittel, insbesondere technische, sind im Theorietest nicht zulässig. Im Falle eines Betrugsversuchs wird der betreffende Teilnehmende vom Theorietest ausgeschlossen.

**Tabelle 8:** Normen und Richtlinien im Theorietest Gasringversuch.

Norm	Titel
DIN EN 12619	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration des gesamten gasförmigen organisch gebundenen Kohlenstoffs - Kontinuierliches Verfahren mit dem Flammenionisationsdetektor
DIN CEN/TS 13649	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von gasförmigen organischen Einzelverbindungen - Sorptive Probenahme und Lösemittelextraktion oder thermische Desorption
DIN EN 14789	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff - Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus
DIN EN 14790	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung von Wasserdampf in Kanälen - Standardreferenzverfahren
DIN EN 14791	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von Schwefeloxiden - Standardreferenzverfahren
DIN EN 14792	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von Stickstoffoxiden - Standardreferenzverfahren: Chemilumineszenz
DIN EN 15058	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Massenkonzentration von Kohlenmonoxid - Standardreferenzverfahren: Nicht-dispersive Infrarotspektrometrie
DIN EN 15259	Luftbeschaffenheit - Messung von Emissionen aus stationären Quellen - Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht
DIN EN ISO 16911-1	Emissionen aus stationären Quellen - Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstroms in Abgaskanälen - Teil 1: Manuelles Referenzverfahren
DIN EN ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
VDI 3862 Blatt 2, 3 und 4	Messen gasförmiger Emissionen; Blatt 2: Messen aliphatischer und aromatischer Aldehyde und Ketone nach dem DNPH-Verfahren - Gaswaschflaschen-Methode; Blatt 3: Messen aliphatischer und aromatischer Aldehyde und Ketone nach dem DNPH-Verfahren - Kartuschen-Methode; Blatt 4: Messen von Formaldehyd nach dem AHMT-Verfahren. <i>(Prüfungsgrundlage sind hier die verfahrensübergreifenden Anforderungen.)</i>

**Tabelle 9:** Normen und Richtlinien im Theorietest Staubringversuch.

Norm	Titel
DIN EN 13284-1	Emissionen aus stationären Quellen - Ermittlung der Staubmassenkonzentration bei geringen Staubkonzentrationen - Teil 1: Manuelles gravimetrisches Verfahren
DIN EN 14385	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Gesamtemission von As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, TI und V
DIN EN 14789	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung der Volumenkonzentration von Sauerstoff - Standardreferenzverfahren: Paramagnetismus
DIN EN 14790	Emissionen aus stationären Quellen - Bestimmung von Wasserdampf in Kanälen - Standardreferenzverfahren
DIN EN 15259	Luftbeschaffenheit - Messung von Emissionen aus stationären Quellen - Anforderungen an Messstrecken und Messplätze und an die Messaufgabe, den Messplan und den Messbericht
DIN EN ISO 16911-1	Emissionen aus stationären Quellen - Manuelle und automatische Bestimmung der Geschwindigkeit und des Volumenstroms in Abgaskanälen - Teil 1: Manuelles Referenzverfahren
DIN EN ISO/IEC 17025	Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
VDI 2066 Blatt 1	Messen von Partikeln - Staubbmessungen in strömenden Gasen - Gravimetrische Bestimmung der Staubbeladung

Für die einzelnen Fragen im Test werden nach Umfang und Bedeutung gewichtet Punkte vergeben. Der Test besteht dabei aus insgesamt 15 Fragen, die mit 1 bis 3 Punkten gewichtet werden. Die Anzahl der Punkte richtet sich nach dem Schwierigkeitsgrad der Frage sowie nach der Bedeutung der Fragestellung für die Zuverlässigkeit von Messwerten bei Emissionsmessungen. Insgesamt können im Test maximal 33 Punkte erreicht werden. Die Verteilung der Punkte auf die Fragen wird vor Durchführung des Tests festgelegt und ist für die Teilnehmenden im Test ersichtlich.

Zu jeder Frage gibt es 4 mögliche Antworten, von denen jeweils nur eine korrekt ist. Die richtige Antwort ist vom Teilnehmenden durch ankreuzen eindeutig zu markieren. Für richtige Antworten erhalten die Teilnehmenden die volle für die Frage vorgesehene Punktzahl, für falsche Antworten erhalten sie keine Punkte. Wird keine Markierung vorgenommen oder wird mehr als eine Antwort markiert, wird die Frage als falsch beantwortet gewertet. Korrekturen sind möglich, müssen aber eindeutig sein. Beispiele:

- Antwort ankreuzen:



*Diese Antwort wird als markiert gewertet.*

- Antwort wieder streichen:



*Diese Antwort wird als nicht markiert gewertet.*

- Antwort erneut ankreuzen:



*Diese Antwort wird als markiert gewertet.*

*Falls unter dem Kästchen kein Platz mehr ist, kann das neue Kreuz auch an anderer Stelle gemacht werden. Wichtig ist, dass eindeutig zu erkennen ist, zu welcher Antwort das Kreuz gehört.*

Der Test wird insgesamt als „bestanden“ bewertet, wenn mindestens die Hälfte der maximal möglichen Punktzahl erreicht wurde. Wurden weniger als die Hälfte der maximalen Punkte erreicht, wird der Test mit „nicht bestanden“ bewertet.

Der Test wird in 3 thematische Abschnitte unterteilt, für die jeweils abschnittsbezogene Bewertungen vorgenommen werden. In jedem Abschnitt sind 5 Fragen zu jeweils einer der in Tabelle 8 bzw. Tabelle 9 genannten Normen zu bearbeiten. Insgesamt können pro Abschnitt maximal 11 Punkte erreicht werden. Ein thematischer Abschnitt wird insgesamt als „bestanden“ bewertet, wenn mindestens die Hälfte der maximal möglichen Punktzahl erreicht wurde. Wurden weniger als die Hälfte der maximalen Punkte erreicht, wird der thematische Abschnitt mit „nicht bestanden“ bewertet. Die Einzelbewertungen der thematischen Abschnitte des Tests haben keine Auswirkungen auf das Gesamtergebnis.

Die Teilnehmenden erhalten einen schriftlichen Nachweis über das von ihnen erzielte Gesamtergebnis des Tests sowie die Einzelergebnisse der thematischen Abschnitte des Tests. Teilnehmende, deren Test insgesamt als „bestanden“ bewertet wird, erhalten zusätzlich eine Urkunde mit ihrem Testergebnis.

## **12. Widersprüche und Beschwerden**

Widersprüche und Beschwerden sind an den Veranstalter des Ringversuches zu richten, sofern sie sich auf die Einladung, die Durchführung des Ringversuches, die Ergebnismitteilung sowie die Ergebnisse selbst beziehen. Verschiedene Aspekte des Ringversuchsprogramms können zeitweise im Unterauftrag vergeben werden. Im Falle einer Unterauftragsvergabe erfolgt diese an einen kompetenten Unterauftragnehmer, für dessen Arbeit das HLNUG verantwortlich ist.

Widersprüche und Beschwerden sind an die nach Landesrecht für die Bekanntgabe zuständige Behörde zu richten, sofern sie sich auf aus den Ergebnissen abgeleitete Maßnahmen (z. B. eine Aufforderung zur Wiederholung, den Widerruf der Bekanntgabe etc.) beziehen.

Die Widerspruchsfristen werden in den jeweiligen Bescheiden und Mitteilungen geregelt.

## **13. Kosten**

Die Teilnehmergebühr wird gemäß der jeweils gültigen Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz erhoben.

## **14. Zeitplan**

Auf den folgenden Seiten finden Sie den Zeitplan für die Durchführung der Ringversuche. Voraussetzung für die Einhaltung der angegebenen Uhrzeiten ist unter anderem eine zügige und reibungslose Durchführung der Messungen durch die Ringversuchsteilnehmer. Für die Einhaltung der Zeiten kann deshalb von Veranstalterseite keine Gewähr gegeben werden. Je nach tatsächlichem Verlauf der Durchführung der einzelnen Punkte kann es zu Verschiebungen im Zeitplan kommen. Im Falle von mutwilligen Störungen des Ablaufs durch einzelne Teilnehmer können diese vom Ringversuch ausgeschlossen werden.

## Zeitplan Staubringversuch

### Montag (1. Tag)

---

- ab 08:00** Anreise und Aufbau der Messgeräte für Staubmessungen
- 10:00** Vorbesprechung Staub (**Raum 258**)
- 10:30** Theorietest Staub
- 11:15** **1. OG: Messung der Randbedingungen**; 3. OG: Mittagspause
- 12:00** 1. OG: Mittagspause; **3. OG: Messung der Randbedingungen**
- 12:45** Messung der Komponenten **Gesamtstaub, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb** und **V**:  
– **eine** Einführungsmessung (30 min)  
– **vier** Messungen (je 30 min)
- 16:30** Ende des Messtags

### Dienstag (2. Tag)

---

- 08:00** 1. OG: Vorbereitung; **3. OG: Messung der Randbedingungen**
- 08:45** **1. OG: Messung der Randbedingungen**; 3. OG: Vorbereitung
- 09:30** Messung der Komponenten **Gesamtstaub, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb** und **V**:  
– **fünf** Messungen (je 30 min)
- ab 13:15** Übergabe von Rohdaten und Protokollen an HLNUG,  
Abbau der Messgeräte Staub, Abreise der Teilnehmer.
- 14:00** Ende des Ringversuchs

## Zeitplan Gasringversuch

### Dienstag (1. Tag)

---

- ab 14:00** Anreise und Aufbau der Messgeräte für den folgenden Tag  
Abgabe der Prüfgase in Raum 126  
(Bitte das „Merkblatt - Prüfgasuntersuchung“ beachten.)
- 14:30** Vorbesprechung Gas (**Raum 258**)
- 15:00** Theorietest Gas
- bis 16:30** Vorbereitungen für die Messungen am folgenden Tag

### Mittwoch (2. Tag)

---

- 08:00** **1. OG: Messung der Randbedingungen**; 3. OG: Vorbereitung
- 08:45** 1. OG: Vorbereitung; **3. OG: Messung der Randbedingungen**
- 09:30** Messung der Komponenten **SO<sub>2</sub>, Gesamt-C, Toluol, Ethylbenzol** und **Xylol**:  
– **eine** Einführungsmessung (30 min)  
– **vier** Messungen (je 30 min)
- 12:45** Mittagspause
- 13:30** Fortsetzung der oben genannten Messungen:  
– **fünf** Messungen (je 30 min)
- 17:30** Ende des Messtags

### Donnerstag (3. Tag)

---

- 08:00** 1. OG: Vorbereitung; **3. OG: Messung der Randbedingungen**
- 08:45** **1. OG: Messung der Randbedingungen**; 3. OG: Vorbereitung
- 09:30** Messung der Komponenten **Formaldehyd, CO** und **NO<sub>x</sub>**:  
– **eine** Einführungsmessung (30 min)  
– **vier** Messungen (je 30 min)
- 12:45** Mittagspause
- 13:30** Fortsetzung der oben genannten Messungen:  
– **fünf** Messungen (je 30 min)
- ab 16:45** Übergabe von Rohdaten und Protokollen an HLNUG,  
Abbau der Messgeräte, Abreise der Teilnehmer.
- 17:30** Ende des Ringversuchs