

## Merkblatt

### Emissionsringversuch Staub (Kurzversion)

#### 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. und 3. Stock (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

Prof. Dr. Dominik Wildanger  
(*Dezernatsleiter*)

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

#### 3. Teilnehmer

Die Kurzversion des Emissionsringversuchs Staub wurde konzipiert für Messinstitute, Betriebsmessstellen, Hersteller von Geräten etc., die im Bereich Emissionsmessungen tätig sind und die Qualität ihrer Messungen überprüfen möchten.

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

**Hinweis für bekanntgegebene Messstellen:** Die Kurzversion des Staubringversuchs erfüllt nicht alle Anforderungen der LAI-Durchführungsbestimmungen und ist nicht anerkannt im Sinne von §16 IV 7a der 41. BImSchV. Für die Erlangung bzw. Aufrechterhaltung einer Bekanntgabe nach §29b BImSchG ist eine Teilnahme an der Vollversion des Staubringversuchs erforderlich.

## 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.

## 5. Durchführung der Messungen

### 5.1 Messräume und Messquerschnitte

Die Messräume befinden sich im 1. und im 3. Stockwerk des HLNUG-Dienstgebäudes (Raum 130 und 371). Alle dort vorhandenen Messöffnungen haben eine Einlaufstrecke (senkrechte, gerade Anströmstrecke) von mindestens 6,5 m. Zur Durchführung des Ringversuches sind Messöffnungen mit 3“-Innengewinde (G3, nach DIN ISO 228) vorhanden. Die Belegung der Messräume 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.

### 5.2 Ermittlung der Randbedingungen

Die ESA wird im Frischluftbetrieb mit Vorwärmung und ggf. Befeuchtung der Außenluft betrieben. Die Anlagenparameter werden während des Ringversuchs – soweit möglich – konstant gehalten. Die Randbedingungen werden dabei so gewählt, dass eine Tröpfchenbildung im Kamin ausgeschlossen ist. Während des Ringversuches sind die folgenden Randbedingungen unter Beachtung von DIN EN 15259 zu messen:

**Tabelle 1:** Wertebereiche für Abgasrandbedingungen und vorgegebene Rundung der Messwerte.

Nr. (k)	Komponente	Wertebereich	Kriterium zur Leistungsbewertung $\sigma_k$	Nachkommastellen
R1	Volumenstrom	2000 – 6000 m <sup>3</sup> /h (Nz, tr)	140 m <sup>3</sup> /h (Nz, tr)	0
R2	Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	4 – 15 m/s (Bz, f)	0,30 m/s (Bz, f)	2
R3	Temperatur	20 – 50 °C	0,9 °C	1
R4	Wasserdampfkonzentration	0 – 50 g/m <sup>3</sup> (Nz, tr)	0,74 g/m <sup>3</sup> (Nz, tr)	2
R5	Statischer Druck	0 – 10 hPa	0,21 hPa	2

Nz, tr: Normzustand, trocken; Bz, f: Betriebszustand, feucht

Bei der Messung der Abgasrandbedingungen müssen die Teilnehmer die von ihnen üblicherweise an vergleichbaren Anlagen eingesetzten Messverfahren anwenden.

### 5.3 Durchführung der Probenahme

- Es werden 7 Einzelmessungen durchgeführt. Die erste Messung ist eine nicht bewertete Einführungsmessung ohne Staubdosierung, danach folgen sechs Messungen bei verschiedenen Staubmassenkonzentrationen.

- Die Ringversuchsteilnehmer müssen die Probenahme mit eigener Messausrüstung durchführen.
- Die Probenahmen finden für alle Teilnehmer gleichzeitig statt. Dabei werden die Komponenten gemäß DIN EN 15259 und folgenden Messverfahren ermittelt:

**Tabelle 2:** Messverfahren und Konzentrationsbereiche für Gesamtstaub und Schwermetalle.

Nr. (k)	Komponente	Einzusetzendes Messverfahren	Konzentrationsbereich	Kriterium zur Leistungsbewertung $\sigma_k$ in %
P1	Gesamtstaub	DIN EN 13284-1	1 bis 15 mg/m <sup>3</sup>	7,0
P2	Cadmium		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0
P3	Cobalt	DIN EN 14385	1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0
P4	Chrom	<i>Hinweis: Bei der Probenahme kann in Abweichung von</i>	1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0
P5	Kupfer	<i>der Norm auf den Einsatz von Wasch-</i>	1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0
P6	Mangan	<i>flaschen verzichtet werden.</i>	1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0
P7	Nickel		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0
P8	Blei		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0
P9	Vanadium		1 bis 200 µg/m <sup>3</sup>	10,0

- 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 Dauer der Einzelmessungen beträgt 30 Minuten, wobei nach 15 Minuten eine Unterbrechung zum Achsenwechsel stattfindet.

## 6. Ergebnisabgabe

Alle Messergebnisse für Staub und Schwermetalle sind bezogen auf den Normzustand, trocken (273,15 K und 1013,25 hPa), anzugeben. Staubkonzentrationen müssen in mg/m<sup>3</sup> und Schwermetallkonzentrationen in µg/m<sup>3</sup> angegeben werden. Alle Werte sind mit zwei Nachkommastellen anzugeben.

Die Messergebnisse zu den Abgasrandbedingungen sind in den in Tabelle 1 genannten Einheiten und auf die dort angegebene Anzahl an Nachkommastellen gerundet anzugeben.

Die Messergebnisse müssen bis spätestens sechs Wochen nach dem Tag des Ringversuchs an das HLNUG übermittelt worden sein. Später eingereichte Ergebnisse werden – sofern nicht das HLNUG den verspäteten Eingang zu verantworten hat – nicht berücksichtigt.

Die Messergebnisse werden per E-Mail an folgende Adresse übermittelt:

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

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

<https://pt.hlnug.de>

heruntergeladen werden kann.

Jeder Teilnehmer kann nur ein Ergebnis pro Messung und Komponente einreichen. 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 die betroffenen Komponenten abweichend von Punkt 8 mit „nicht bewertet“ beurteilt. Die Ergebnismitteilung wird in diesem Fall mit einem entsprechenden Hinweis versehen.

## 7. Bewertung der Einzelmessungen

### 7.1 Grundlagen der Ergebnisberechnung

Die Auswertung des Ringversuchs 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 auf den nächsthöheren Wert mit gleicher Anzahl an Nachkommastellen (1 für P1-P9; für R1-R5 siehe Tabelle 1) angehoben, der die Anforderung der Norm erfüllt. Die Teilnehmer werden spätestens mit der Ergebnismitteilung über diese Anhebung informiert.

Zur Beurteilung der Ergebnisse der Einzelmessungen für die Komponenten P1-P9 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.

Das Messergebnis der Einführungsmessung, bei der noch kein Staub dosiert wird, wird nicht bewertet.

## 7.2 Abgasrandbedingungen

Für die Auswertung der Messergebnisse für die Abgasrandbedingungen (Komponenten R1-R5) wird für den Messwert der  $k$ -ten Komponente  $x_k$  ein z-Score-Wert  $z_k$  ermittelt:

$$z_k = \frac{x_k - X_k}{\sigma_k}$$

Hierbei ist  $X_k$  der zugewiesene Wert der entsprechenden Messung und  $\sigma_k$  das Kriterium zur Leistungsbewertung. Der zugewiesene Wert wird durch die kontinuierliche Messtechnik des HLNUG bestimmt.

## 7.3 Interpretation der z-Score-Werte

Für die Interpretation aller ermittelten z-Score Werte gilt folgendes Schema:

$ z_{ijk}  \leq 2$	Ergebnis annehmbar
$2 <  z_{ijk}  < 3$	Ergebnis fragwürdig (Warnsignal)
$ z_{ijk}  \geq 3$	Ergebnis nicht annehmbar (Eingriffsignal)

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

Für die Bewertung einer Komponente werden die Beträge der z-Scores der  $n$  Ergebnisse einer Konzentrationsstufe (in der Regel ist  $n = 2$ ) 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 folgendem Schema zugeordnet:

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

Für die Zuordnung zu Konzentrationsstufen werden die 6 bewerteten Messungen nach ihrem zugewiesenen Wert sortiert und jeweils 2 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. Werden lediglich Messwerte für eine Konzentrationsstufe eingereicht, gilt die Komponente als „bestanden“, wenn die zugehörige Klassenzahl maximal 2 beträgt. Wurden keine Messwerte eingereicht, wird die Komponente mit „nicht teilgenommen“ angegeben.

## 8.2 Abgasrandbedingungen

Für die Abgasrandbedingungen wird eine Komponente 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

Für diesen Ringversuch gibt es keine Gesamtbewertung. Bitte beachten Sie, dass die Kurzversion des Staubringversuchs nicht alle Anforderungen der LAI-Durchführungsbestimmungen (Stand Mai 2019) erfüllt und kein anerkannter Ringversuch im Sinne von §16 IV 7a der 41.

---

BImSchV ist. Für die Erlangung oder Aufrechterhaltung einer Bekanntgabe nach §29b BImSchG ist eine Teilnahme an der Vollversion des Staubringversuchs erforderlich.

## 10. Ergebnismitteilung

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. In der Ergebnismitteilung wird das an den Messungen und Probenahmen an der ESA beteiligte Personal namentlich genannt.

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

## 11. Widersprüche und Beschwerden

Widersprüche und Beschwerden sind an den Veranstalter des Ringversuches zu richten. 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. Die Widerspruchsfristen werden in den jeweiligen Bescheiden und Mitteilungen geregelt.

## 12. Kosten

Die Teilnehmergebühr wird gemäß der jeweils gültigen Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz erhoben und beträgt derzeit **2950 €**.

### 13. Zeitplan

Unten finden Sie den Zeitplan für die Durchführung des Ringversuchs. 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 (Kurzversion)

---

<b>ab 08:00</b>	Anreise und Aufbau der Messgeräte
<b>09:00</b>	Vorbesprechung ( <b>Raum 258</b> , eine Person pro Messinstitut)
<b>09:30</b>	<b>1. OG: Messung der Randbedingungen</b> ; 3. OG: Vorbereitung Probenahme
<b>10:15</b>	1. OG: Vorbereitung Probenahme; <b>3. OG: Messung der Randbedingungen</b>
<b>11:00</b>	Messungen 1 bis 3
<b>13:15</b>	Mittagspause
<b>14:00</b>	Messungen 4 bis 7
<b>17:00</b>	Abbau der Messgeräte, Abreise der Teilnehmer.
<b>17:30</b>	Ende des Ringversuchs