

Ausgabe: Oktober 2008

berichtigt: GMBI Nr. 28 S. 604-605 (v. 2.7.2009)

Technische Regeln für Gefahrstoffe	Abgase von Dieselmotoren	TRGS 554
---	---------------------------------	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder. Sie werden vom

Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)

aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst. Die TRGS werden vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung
- 4 Schutzmaßnahmen

Anlage 1: Verzeichnis betrieblicher Arbeitsbereiche mit Abgasen von Dieselmotoren

Anlage 2: Beispiel-Betriebsanweisung

Anlage 3: Wartungskonzept, Abgasmessung

Anlage 4: Spezielle Arbeitsbereiche und Tätigkeiten

Anlage 5: DME-Konzentrationen - Messergebnisse für Arbeitsbereiche

1 Anwendungsbereich

(1) Diese TRGS gilt für Tätigkeiten in Arbeitsbereichen, in denen Abgase von Dieselmotoren in der Luft an Arbeitsplätzen auftreten können.

(2) Die TRGS ist auch anzuwenden, wenn alternative Kraftstoffe wie z.B. Rapsölmethylester (RME, „Bio-Diesel“) eingesetzt werden.

2 Begriffsbestimmungen

(1) Abgase von Dieselmotoren (auch Dieselmotoremissionen – DME) bestehen aus gasförmigen und partikelförmigen Anteilen. Die Situation am Arbeitsplatz wird durch die hohe Variationsbreite der emittierten Verbindungen in Abhängigkeit vom eingesetzten Motortyp, vom Kraftstoff und insbesondere von der Betriebsweise (Lastzustand, Wartungszustand, Fahrverhalten u.a.) bestimmt. Für die kanzerogene Wirkung der Abgase von Dieselmotoren ist der Partikelanteil entscheidend. Daneben treten gasförmige Bestandteile auf, z. B. Stickoxide, Kohlenmonoxid (vgl. Nummer 3.3 Abs. 2 und 3). Als Dieselmotoremissionen im Sinne dieser TRGS gilt der elementare Kohlenstoff aus dem Partikelanteil des gesamten Abgasgemisches eines Dieselmotors, der sich bei Anwendung des anerkannten Analysenverfahrens 2 nach BGI 505-44 [1] ergibt (Ausnahmen siehe Nummer 3.4 Abs. 2 und 4).

(2) Arbeitsbereich im Sinne dieser TRGS ist der zu beurteilende räumlich oder organisatorisch begrenzte Betrieb oder Teil eines Betriebes. Dieser kann einen oder mehrere Arbeitsplätze umfassen.

(3) Ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche mit mindestens teilweiser räumlicher Umschließung, z. B. geschlossene Werkstatthallen, Fertigungshallen, Lagerhallen oder Silounterfahrten, Bauarbeiten unter Tage, das Innere von Containern, LKW-Laderäumen, Eisenbahnwaggons, Schiffsräumen oder Flugzeugen, Tunnel.

(4) Dieselpartikelfilter (DPF) im Sinne dieser TRGS filtern mit einem geeigneten Filtermedium, das von einem Gehäuse aus warm- und korrosionsfestem Material umschlossen ist, kontinuierlich während des Motorbetriebes die partikelförmigen Bestandteile aus dem Abgasstrom von Dieselmotoren heraus. Dazu gehören insbesondere die überwiegend aus Ruß bestehenden Feststoffanteile. In geringerem Maße werden auch kondensierte unverbrannte und teilverbrannte Kraftstoff- und Ölpartikel abgeschieden. Dabei bleibt der Filterwiderstand innerhalb der vom Hersteller für den Betrieb des Motors mit Partikelfiltersystem zugelassenen Grenzen. DPF-Systeme, die während der Einsatzzeit keine dauerhafte Abscheiderate > 90 Prozent gewährleisten (Teilfilter, offene Systeme etc.) zählen nicht zu den DPF im Sinne dieser TRGS.

(5) Unter Abgasnachbehandlungssystem im Sinne dieser TRGS wird das vollständige System verstanden, wie es für die Gewährleistung der unter Absatz 4 beschriebenen Funktion erforderlich ist. Neben dem DPF gehören dazu auch alle Elemente zur Regeneration und zur automatischen Funktionssicherung. Bei passiven Abgasnachbehandlungssystemen erfolgt die Regeneration des DPF ohne zusätzlichen Eingriff von außen derart, dass die im gegebenen Betriebspunkt verfügbare Temperatur und der Sauerstoffgehalt für die Einleitung und den Ablauf des Regenerationsprozesses ausreichen. Unterstützt wird dies meist durch katalytisch wirkende Substanzen (Beschichtungen des Dieselpartikelfilters oder Kraftstoffadditive). Bei aktiven Abgasnachbehandlungssystemen wird durch einen Steuer- oder Regeleingriff zusätzliche Energie und ggf. auch Verbrennungssauerstoff zur Durchführung des Regenerationsprozesses in das System eingeleitet, z. B. durch Brenner, elektrische Beheizung oder entsprechende Eingriffe bei der motorischen Verbrennung.

3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

3.1 Allgemeine Hinweise

(1) Zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 7 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) hat der Arbeitgeber festzustellen, inwieweit Beschäftigte bei ihren Tätigkeiten DME ausgesetzt sind.

(2) Die Gefährdungsbeurteilung ist tätigkeitsbezogen von einer fachkundigen Person durchzuführen. Hinsichtlich DME-Expositionen ist Folgendes zu berücksichtigen. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber Erkenntnisse aus arbeitsmedizinischen Untersuchungen und/oder Beratungen von Beschäftigten, die gegenüber DME exponiert sind, zu berücksichtigen.

1. Ausmaß und Dauer der inhalativen Exposition,
2. Arbeitsbedingungen und Verfahren einschließlich Arbeitsmittel, die DME freisetzen,
3. mögliche Gefährdungen Dritter,
4. erforderliche Schutzmaßnahmen und
5. Festlegungen zur Wirksamkeitsprüfung der getroffenen Schutzmaßnahmen.

(3) Bei Einhaltung der Regelungen und Maßnahmen dieser TRGS kann davon ausgegangen werden, dass die in der GefStoffV gestellten Anforderungen hinsichtlich der Sicherstellung von Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten in Arbeitsbereichen, in denen DME freigesetzt werden, grundsätzlich erfüllt sind. Allerdings ist auch bei Einhaltung der Regelungen und Maßnahmen dieser TRGS ein Krebsrisiko nicht auszuschließen. Weitergehende Maßnahmen zur Minimierung von DME-Expositionen sind anzustreben. Dabei ist das Augenmerk insbesondere zu richten auf:

1. Möglichkeit des Einsatzes von Ersatzstoffen/-verfahren unter Einbezug des Standes der Technik,
2. Verfügbarkeit und Einsatz geprüfter DPF ¹,
3. Veränderungen der Regelwerke, Grenzwerte und Analysenverfahren und
4. neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse.

(4) Wird von den Regelungen dieser TRGS abgewichen, müssen zumindest gleichwertige Schutzmaßnahmen getroffen werden. Abweichungen sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren und zu begründen.

(5) Bei maßgeblichen Änderungen von Arbeitsbedingungen und Verfahren ist die Gefährdungsbeurteilung erneut durchzuführen.

¹ Prüfung nach Maßgaben der VERT-Filterliste oder des Förderkreises Abgasnachbehandlung (FAD). Die VERT-Filterliste wird herausgegeben von dem schweizerischen Bundesamt für Umwelt (BAFU) und der schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (suvaPro). Die jeweils aktuelle Fassung befindet sich auf der Internetseite des BAFU unter <http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpDJ2Gzq.pdf>

(6) In Arbeitsbereichen, in denen alle vorhandenen Dieselmotoren mit DPF gemäß Nummer 2 Abs. 4 dieser TRGS ausgerüstet sind und für die Querempfindlichkeiten oder Störungen aus anderen Arbeitsbereichen oder aus der Umwelt ausgeschlossen werden können, werden nur noch Messergebnisse im Bereich der Nachweisgrenze des coulometrischen Messverfahrens erhalten ($< 0,014 \text{ mg/m}^3 \text{ EC}$ für eine zweistündige stationäre Probenahme).

3.2 Einstufung und Kennzeichnung

(1) Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte in Bereichen arbeiten, in denen DME freigesetzt werden, sind gemäß § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV und TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender, Tätigkeiten oder Verfahren“ als krebserzeugend bezeichnet.

(2) Eine Kennzeichnungspflicht für DME besteht nicht.

3.3 Gefahrstoffverzeichnis

(1) In das Gefahrstoffverzeichnis nach § 7 Abs. 8 GefStoffV sind ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche aufzunehmen, in denen DME auftreten. Arbeitsbereiche im Freien mit Verwendung von Dieselmotoren brauchen nicht aufgeführt zu werden.

(2) Neben den DME müssen im Gefahrstoffverzeichnis die weiteren relevanten Bestandteile der Abgase von Dieselmotoren und die von ihnen ausgehenden Gesundheitsgefahren aufgeführt werden. Es handelt sich dabei stets um:

1. Kohlenmonoxid CO ,
2. Kohlendioxid CO_2 ,
3. Stickstoffmonoxid NO sowie
4. Stickstoffdioxid NO_2 .

Für CO besteht eine fruchtschädigende Wirkung auch bei Konzentrationen unterhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes.

(3) Durch den Betrieb von Abgasnachbehandlungssystemen können weitere Emissionen auftreten (z. B. Kohlenwasserstoffe, Ammoniak (NH_3), Distickstoffmonoxid (N_2O - Lachgas). Diese sind ebenfalls zu berücksichtigen.

(4) Als Gefahrstoffverzeichnis für ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche, in denen DME auftreten, kann das Formblatt in Anlage 1 verwendet werden.

3.4 Messen und Berechnen von DME-Konzentrationen

(1) Sind Messungen der DME-Konzentrationen im Arbeitsbereich erforderlich, z.B. zur frühzeitigen Ermittlung erhöhter Konzentrationen oder bei besonderen Ereignissen², so erfolgen diese mittels coulometrischer Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes (EC) im Feinstaub gemäß anerkanntem Analysenverfahren 2 nach BGI 505-44 [1].³

(2) Im Bergbau unter Tage können DME-Konzentrationen durch Berechnung nach Anlage 4 Nummer 2.3 ermittelt werden.⁴

(3) Zur Bewertung und Beurteilung von DME-Expositionen können orientierend folgende Konzentrationswerte herangezogen werden:

1. Messdaten aus Arbeitsbereichen (siehe Anlage 5)
2. „Hintergrundbelastung in urbanen Bereichen: 0,003 mg/m³ EC“⁵

Die genannten Bezugswerte ermöglichen keine Beurteilung des gesundheitlichen Risikos durch die DME-Exposition.

(4) Beim Einsatz von Gabelstaplern in Hallen können DME-Konzentrationen mittels Berechnungsverfahren nach Anlage 4 Nummer 1 ermittelt werden.

3.5 DME-Expositionssituation in Arbeitsbereichen

3.5.1 Allgemeine Hinweise

(1) Für Arbeitsbereiche, in denen mit dem Auftreten von DME gerechnet werden muss, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung der Umfang der DME-Expositionen festzustellen. Gegebenenfalls ist durch geeignete Kontrollmessungen zu prüfen, ob sich die Expositionsverhältnisse geändert haben.

2 Vgl. § 11 Abs. 2 Nr. 1 GefStoffV

3 Arbeitsbereiche, in denen Querempfindlichkeiten des Messverfahrens zu erwarten sind (z. B. produktionsbedingter elementarer Kohlenstoff), sind u.a. die Herstellung und Verarbeitung von Graphit- und Kohlenstoffprodukten (Herstellung von Elektroden, Schmiermitteln, Bremsbelägen), die Rußherstellung und -verarbeitung (z. B. Farben- und Gummi-Industrie), die Carbidherstellung und die Herstellung und Verarbeitung von Cellulose bzw. Papier und Pappen sowie Gießereien. Wenn möglich, sollte im Sinne einer differenzierten Betrachtung der Expositionssituation in diesen Bereichen die Hallengrundlast bestimmt werden, um die tatsächliche Belastung durch Dieselmotoremissionen ermitteln zu können. Unabhängig davon sollten die in Nummer 4 empfohlenen technischen Maßnahmen zur Reduzierung von Dieselmotoremissionen durchgeführt werden.

4 Aufgrund der Querempfindlichkeit des Messverfahrens im Bereich des Kohlebergbaus können gegenwärtig die DME-Konzentrationen nicht durch Messungen ermittelt werden [1].

5 Wie bei allen anderen Gefahrstoffen lässt sich auch für die partikulären Dieselmotoremissionen kein allgemein gültiger Wert für eine Hintergrundbelastung angeben. Der Wert von 3 µg/m³ entspricht langfristigen Mittelwerten an urbanen Standorten [4]. Lokal und im zeitlichen Verlauf können davon große Abweichungen nach oben oder unten auftreten. Daher kann dieser Wert lediglich orientierenden Charakter haben. Aus dem derzeit nach 22. BImSchV gültigen Grenzwert für Feinstaub (Tagesmittelwert) ergibt sich unter Annahme von 20 Prozent EC-Gehalt eine zulässige Höchstkonzentration in der Umgebungsluft von 10 µg/m³ [5].

(2) Werden in Arbeitsbereichen nur Dieselmotoren betrieben, ist die maßgebliche Exposition für die Arbeitnehmer im Arbeitsbereich die entsprechend Nummer 3.4 ermittelte Konzentration an EC. Treten weitere Emissionen auf, wie z. B. Abgase von Ottomotoren, ist eine Bewertung des Stoffgemisches vorzunehmen. Für Kontrollmessungen kann auf Leitkomponenten zurückgegriffen werden.⁶

(3) Existieren für einen Arbeitsbereich verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) und wird im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festgestellt, dass diese eingehalten werden, so sind die Anforderungen der GefStoffV für den betreffenden Arbeitsbereich erfüllt.

3.5.2 Handlungshilfen für spezielle Arbeitsbereiche und Tätigkeiten,

(1) Anlage 4 dieser TRGS enthält Handlungshilfen für spezielle Arbeitsbereiche und Tätigkeiten, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu nutzen sind.

(2) Die Anwendung von Handlungshilfen ist in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Es ist jährlich zu prüfen, ob eine weitere Minimierung der Expositionen möglich ist (s. Nummer 3.1 Abs. 3).

4 Schutzmaßnahmen

4.1 Allgemeine Schutzmaßnahmen

4.1.1 Rangfolge der Maßnahmen

Das Arbeitsverfahren ist so zu gestalten, dass DME nicht frei werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Dies bedeutet, zu prüfen, ob die anstehenden Aufgaben und Tätigkeiten auch durch andere Antriebstechniken erfüllt werden können. Werden nach dieser Prüfung weiterhin Dieselmotoren eingesetzt, sind Maßnahmen zur Minderung der DME zu treffen. Expositionsminderungen können durch die Absaugung der DME direkt an der Entstehungsstelle und den Einsatz von DPF sowie ferner durch Lüftungstechnische Maßnahmen erreicht werden.

4.1.2 Einsatzbeschränkungen

Der Einsatz von dieselgetriebenen Fahrzeugen oder Flurförderzeugen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen ist vom Arbeitgeber zu beschränken, wenn unter Berücksichtigung der erforderlichen Motorleistung oder Tragfähigkeit dieselbe Aufgabe auch durch schadstofffreie Antriebstechniken, z.B. durch Elektroantrieb, erfüllt werden kann. Solche Einsatzbeschränkungen können u.a. in folgenden Fällen gegeben sein:

⁶ Für LKW- und Omnibuswerkstätten wird die Exposition durch Abgase an den Arbeitsplätzen in erster Linie durch DME verursacht. Für PKW-Werkstätten mit sowohl Ottomotoren als auch Dieselmotoren unter den instandzusetzenden Fahrzeugen ist Kohlenmonoxid die wesentliche Komponente für die Exposition der Arbeitsbereiche. Kohlenmonoxid wird dort als Leitkomponente für Kontrollmessungen verwendet.

1. Befahren von Containern, mindestens teilweise geschlossenen LKW-Ladeflächen, Eisenbahnwaggons, Schiffsräumen und Flugzeugen,
2. Befahren von Kühlhäusern und anderen Lagerhallen,
3. Versorgung von Arbeitsplätzen in Fertigungshallen sowie
4. Einsatz von Bohrwagen und Vortriebsmaschinen in untertägigen Arbeitsbereichen.

4.1.3 Maßnahmen zur Minderung von DME

(1) Maßnahmen zur Minderung von DME sind z.B.:

1. Verwendung schadstoffarmer Dieselmotoren,
2. Verwendung von DPF,
3. regelmäßige Wartung aller betrieblichen dieselgetriebenen Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge, nach dem Wartungskonzept (siehe Nummer 4.2.4),
4. Verwendung aufsteckbarer DPF für den kurzzeitigen Einsatz bei Straßenfahrzeugen,
5. Ableitung der Abgase ins Freie durch fest angeschlossene Abgasableitungen,
6. Erfassung der Abgase durch Absaugung an der Austrittsstelle aus dem Auspuff und Ableitung ins Freie,
7. Lüftungstechnische Maßnahmen,
8. räumliche Trennung unterschiedlich belasteter Bereiche,
9. gezielte betriebliche Verkehrsführung sowie
10. Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung, die für den zu beurteilenden Arbeitsbereich erfolgreich erprobt sind oder bei entsprechend übertragbaren Versuchen erfolgreich eingesetzt wurden, wie z. B. die Verwendung von Kraftstoffen, die zu einer Minderung der Abgasbelastung führen.

(2) Bei allen Maßnahmen, bei denen mit DME belastete Luft abgesaugt wird, ist sicher zu stellen, dass diese Luft nicht in den Arbeitsbereich gelangen kann. Auf das Verbot der Reinaluftrückführung gemäß § 11 Abs. 4 GefStoffV wird hingewiesen.

4.1.4 Abgrenzung und Kennzeichnung von Gefahrenbereichen

(1) Ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche, in denen DME auftreten oder auftreten können, sind abzugrenzen und die Gefahrenbereiche durch Anbringung von Warn- und Sicherheitszeichen kenntlich zu machen. Gefahrenbereiche können auch in der Betriebsanweisung bezeichnet werden.

(2) Zutritt ist nur für unterwiesene Beschäftigte zulässig.

(3) In ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen, in denen DME auftreten oder auftreten können, ist das Zeichen „Rauchen verboten“ anzubringen.

4.2 Technische Schutzmaßnahmen

4.2.1 Dieselmotoren

- (1) Bei Neu- oder Ersatzbeschaffung ist die beste nach dem Stand der Technik verfügbare Technologie auszuwählen.
- (2) Abhängig von dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind geeignete Schadstoffminderungsmaßnahmen anzuwenden, dazu zählen z.B. Abgasnachbehandlungssysteme, Aufsteckfilter oder Abgasabsaugungen.
- (3) Kommen bei Fahrzeugen zur Personen - oder Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 3,5 Tonnen Motoren der Klasse EURO fünf zum Einsatz, kann auf zusätzliche Maßnahmen zur Abgasnachbehandlung verzichtet werden.

4.2.2 Abgasnachbehandlung

- (1) Für die Abgasnachbehandlung ist eine fortschrittliche Technologie nach dem Stand der Technik einzusetzen.
- (2) Abgasnachbehandlungssysteme müssen die einsatzspezifischen Anforderungen erfüllen.
- (3) Die Bewertung dieser Systeme erfolgt nach entsprechenden Beurteilungskriterien, z.B. können für Off-Road-Maschinen die Anforderungen der VERT-Filterliste oder vergleichbare herangezogen werden.

4.2.3 Kraftstoff

- (1) Dieselmotoren dürfen nur mit Kraftstoffen betrieben werden, die den Qualitätsanforderungen der DIN EN 590 „Dieselkraftstoff, Mindestanforderungen und Prüfverfahren“ [2] oder der DIN EN 14214 „Fettsäure-Methylester (FAME) für Dieselmotoren, Anforderungen und Prüfverfahren“ [2] in der jeweils gültigen Fassung entsprechen.
- (2) Pflanzenöle als Kraftstoff können eingesetzt werden, wenn sie die Qualitätsparameter der Vornorm DIN V 51605 [2] erfüllen und wenn sichergestellt ist, dass die Abgase nicht in ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche gelangen können.
- (3) In untertägigen Arbeitsbereichen ist der Einsatz von Pflanzenölen als Kraftstoff nicht zulässig.

4.2.4 Wartungskonzept

Die Abgasemission der vom Arbeitgeber in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen eingesetzten Dieselmotoren ist entsprechend den Festlegungen der Anlage 3 zu überwachen. Dies gilt nicht

1. für Fahrzeuge, die überwiegend im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden und deren Abgasemissionen regelmäßig in Abgasuntersuchungen nach § 47a StVZO untersucht wird,
2. für Schienenfahrzeuge, die überwiegend im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden und
3. für Maschinen (z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge) die lediglich zum Abstellen in ganz oder teilweise geschlossene Abstellbereiche eingebracht werden.

4.2.5 Abgasabsaugungen und raumluftechnische Anlagen

(1) Abgasabsaugungen müssen mit Unterdruck arbeiten und so gestaltet sein, dass sie die Abgase an der Austrittsstelle möglichst vollständig erfassen und so abführen, dass sie nicht in Arbeitsbereiche gelangen.

(2) Die Schläuche von Abgasabsaugungen müssen für die maximal mögliche Abgastemperatur ausgelegt sein; besonders hohe Abgastemperaturen können insbesondere bei Arbeiten an Dieselmotoren auftreten, die mit Dieselpartikelfiltern ausgerüstet sind. Metallschläuche müssen mit Handgriffen ausgerüstet sein. Von den Handgriffen dürfen keine Verbrennungsgefahren für die Beschäftigten ausgehen.

(3) Die Abgasleitungen und -schläuche von Abgasabsaugungen müssen dicht sein. Sie müssen strömungstechnisch so gestaltet und ihre Querschnittsflächen müssen so bemessen sein, dass sich in ihnen möglichst keine DME ablagern können.

(4) Abgasabsaugen und raumluftechnische Anlagen sind einer jährlichen Prüfung zu unterziehen (§§ 3 und 10 Betriebssicherheitsverordnung). Auf die Berufsgenossenschaftlichen Regeln „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121) [2] wird verwiesen.

4.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

4.3.1 Betriebsanweisung und Unterweisung

(1) Der Arbeitgeber hat unter Berücksichtigung der Gefährdungsbeurteilung eine arbeitsplatzbezogene schriftliche Betriebsanweisung in verständlicher Form und Sprache zu erstellen und diese den Beschäftigten zugänglich zu machen.

(2) Die Betriebsanweisung muss mindestens Informationen enthalten über:

1. die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahrstoffe im Abgas von Dieselmotoren sowie die daraus resultierenden Gesundheitsgefährdungen,
2. angemessene Vorsichtsmaßnahmen, die der Beschäftigte zu seinem eigenen Schutz und zum Schutz der anderen Beschäftigten am Arbeitsplatz durchzuführen hat, wie Hygienemaßnahmen sowie Informationen über expositionsmindernde Maßnahmen sowie
3. Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und zur ersten Hilfe.

(3) Die Betriebsanweisung muss bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen aktualisiert werden.

(4) Der Arbeitgeber muss die Beschäftigten anhand der Betriebsanweisung über auftretende Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen mündlich unterweisen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Unterweisung eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung enthält. Um die Gefährdung, die sich aus der Komplexität der Abgase von Dieselmotoren ergibt, erläutern zu können, ist arbeitsmedizinischer Sachverstand erforderlich. Die Unterweisung muss vor Aufnahme der Tätigkeit und danach mindestens jährlich durchgeführt werden. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sowie die Bestätigung des Beschäftigten sind schriftlich festzuhalten. Bei der Unterweisung sind folgende Punkte zu vermitteln:

1. Eigenschaften der Abgase von Dieselmotoren und ihre Wirkung auf die Gesundheit,
2. Auswirkungen auf die Atemwege insbesondere bei Vorerkrankungen der oberen und unteren Atemwege,
3. verstärkende Wirkungen zusätzlicher inhalativer Belastungen, insbesondere des Rauchens,
4. die Bedeutung von Maßnahmen zur Expositionsminderung,
5. Maßnahmen bei Störungen des Betriebsablaufes,
6. sachgerechte Abfallentsorgung und
7. Bedeutung der anzubietenden Vorsorgeuntersuchungen nach § 16 Abs. 3 GefStoffV.

(5) In der Unterweisung nach § 14 GefStoffV sind weibliche Beschäftigte im gebärfähigen Alter darauf hinzuweisen, dass Kohlenmonoxid als Bestandteil der Abgase von Dieselmotoren Schädigungen des ungeborenen Kindes hervorrufen können.

(6) Eine beispielhafte Betriebsanweisung ist in Anlage 2 zu finden.

4.3.2 Betrieb von Dieselmotoren

(1) Das unnötige Laufenlassen von Dieselmotoren z.B. im Leerlaufbetrieb oder das starke Beschleunigen der Dieselmotoren beim Anfahren ist zu unterlassen.

(2) Ist das Abstellen der Dieselmotoren von Fahrzeugen z.B. beim Be- oder Entladen oder bei der Benutzung von Anbaugeräten nicht möglich, muss die Belastung durch DME im Arbeitsbereich wirksam reduziert werden durch geeignete Maßnahmen, wie z.B.

1. Absaugung der Abgase der im Arbeitsbereich betriebenen Dieselmotoren unmittelbar am Auspuff oder
2. Verwendung von fest eingebauten oder aufgesteckten DPF.

(3) Sind keine wirksamen Nachbehandlungsmaßnahmen der DME vorhanden, darf die Druckluftanlage des Fahrzeuges, des Flurförderzeuges, der Maschine oder des Gerätes mit Dieselmotor in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen durch Betrieb des Dieselmotors nur befüllt werden, wenn die Dieselmotoremissionen durch Abgasabsaugung unmittelbar am Auspuff oder durch wirksame technische Raumlüftung aus dem Arbeitsbereich entfernt werden.

(4) Alle Einstellungsarbeiten an Systemkomponenten des Verbrennungsmotors (z.B. Verstellung der Einspritzanlage, Ansaugluftdrosselung, Manipulation der Abgasrückführung) z.B. zur Gewährleistung der Partikelfilterfunktionalität (Regeneration) sind ausschließlich durch Fachpersonal unter Berücksichtigung der Schadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauches durchzuführen.

(5) Der Einsatz von neuartigen Kraftstoffen, auch als Beimischung, darf in Kombination mit Abgasnachbehandlung nur unter Berücksichtigung der Verträglichkeit dieser Kraftstoffe mit Abgasnachbehandlungssystemen erfolgen. Hier muss insbesondere die Vergiftung der katalytisch aktiven Schicht (z.B. durch Phosphor) oder die Verstopfung des DPF berücksichtigt werden.

(6) Kraftstoffadditiven als Regenerationshilfe dürfen nur in Verbindung mit einem dafür geeigneten Abgasnachbehandlungssystem eingesetzt werden. Dabei ist die Verträglichkeit dieser Additive mit den Einspritzdüsen des Dieselmotors zu berücksichtigen.

4.3.3 Maßnahmen in Arbeitsbereichen

(1) Die Zahl der in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen verwendeten dieselgetriebenen Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge, und der dort Beschäftigten ist so gering wie möglich zu halten.

(2) Absatz 1 ist nicht anzuwenden, wenn Maschinen (z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge) lediglich zum Abstellen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen eingebracht werden und dort gleichzeitig keine weiteren Tätigkeiten verrichtet werden, z.B. Reinigungsarbeiten.

(3) Ablagerungen von DME in Abgasabsaugleitungen und an Wänden dürfen nur

1. durch Absaugen mit bauartgeprüften Staubsaugern der Staubklasse H (vgl. DIN EN 60335-2-69 Anhang AA in der jeweils gültigen Fassung [4]),
2. durch Nassreinigung oder
3. durch mechanische Bearbeitung unter gleichzeitigem Absaugen freiwerdender Stäube mit bauartgeprüften Staubsaugern der Staubklasse H

entfernt werden. Reinigung mittels Druckluft ist nicht zulässig.

4.4 Persönliche Schutzausrüstung

(1) Bis zum Vorliegen einer Risiko-Akzeptanzschwelle für DME gilt folgende Regelung: Ergibt sich im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, dass inhalative Expositionen (siehe TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“) $> 0,1 \text{ mg/m}^3 \text{ EC}$ vorliegen, soll Atemschutz getragen werden.

(2) In Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung soll den Beschäftigten auf ihren Wunsch hin auch bei inhalativen Expositionen $> 0,02 \text{ mg/m}^3 \text{ EC}$ Atemschutz zur Verfügung gestellt werden.

(3) Bei einer im Arbeitsbereich auftretenden Konzentration bis zu $1,0 \text{ mg/m}^3 \text{ EC}$ sind geeignet:

1. Halb/Viertelmasken mit P2-Filter,
 2. partikelfiltrierende Halbmaske FFP2,
 3. Masken mit Gebläse- oder Partikelfilter TM1P.
- (4) Bei Konzentrationen $> 1,0 \text{ mg/m}^3$ EC sind Geräte mit einer höheren Schutzgruppe, z.B. P3 einzusetzen.

4.5 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Ergibt sich im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung eine Exposition gegenüber DME, hat der Arbeitgeber den Beschäftigten Vorsorgeuntersuchungen nach § 16 Abs. 3 GefStoffV anzubieten.

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Verfahren zur Bestimmung von organischen Stoffen im Feinstaub .anwendbar für partikelförmige Dieselmotor-Emissionen (BGI 505-44) Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag GmbH Köln www.wolterskluwer.de
- [2] Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Berlin www.beuth.de
- [3] Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag GmbH Köln www.wolterskluwer.de
- [4] Informationen über Abgase des Kraftfahrzeugverkehrs, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, April 2003
www.lfu.bayern.de/luft/fachinformationen/doc/abgase.pdf
- [5] Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - 22. BImSchV - Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft * Vom 4. Juni 2007 (BGBl. I Nr. 25 vom 12.6.2007 S. 1007) www.bmu.de
- [6] siehe: Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten (BGR 190) Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag GmbH Köln www.wolterskluwer.de

Anlage 1 zu TRGS 554

Verzeichnis betrieblicher Arbeitsbereiche mit Abgasen von Dieselmotoren

In Arbeitsbereichen mit Abgasen von Dieselmotoren sind neben partikelförmigen Emissionen (DME) stets auch gasförmige Komponenten (CO, CO₂, NO, NO₂) vorhanden. Werden Abgasnachbehandlungssysteme verwendet, sind die dabei freigesetzten Stoffe (z.B. Kohlenwasserstoffe, NH₃, N₂O) zu berücksichtigen.

Verzeichnis der Arbeitsbereiche mit DME				
Arbeitsbereich	Eingesetzte Dieselmotoren (Art, Anzahl pro Schicht)	Einsatzdauer (ca. h pro Schicht)	Messergebnisse (Schichtmittelwerte)	Ausgang Betriebsanweisung (ja – nein)

Anlage 2 zu TRGS 554**Beispiel-Betriebsanweisung**

Betriebsanweisung gem. § 14 GefStoffV	Nr.	Betrieb:
Bereich/Tätigkeit: Kraftfahrzeug-Werkstatt/Prüfstellen		
Dieselmotor-Emissionen Abgas von Dieselmotoren; enthält gasförmige und partikelförmige Bestandteile, insbesondere Stickoxide, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Aldehyde, Ruß mit Anlagerungen.		
Gefahren für Mensch und Umwelt  Kann Krebs erzeugen. Charakteristischer stechender Geruch. Bei höheren Konzentrationen können Schleimhautreizungen und Kopfschmerzen auftreten. Kohlenmonoxid kann Schädigungen des ungeborenen Kindes hervorrufen.		
Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln <ul style="list-style-type: none"> • Raumlüftung einschalten. • Unnötiges Laufenlassen der Motoren und starkes Beschleunigen vermeiden. • Erst unmittelbar vor dem Losfahren den Motor anlassen. • Wartezeiten mit laufendem Motor vor den sich öffnenden Hallentoren vermeiden. • Beim Tanken Motor ausstellen. • Bei Arbeiten mit laufendem Motor Abgasabsaugung benutzen. • Einstellarbeiten an der Dieselmotorkraftstoff-Einspritzanlage dürfen nur die besonders unterwiesenen Mitarbeiter der Motorenwerkstatt ausführen. Die Einspritzanlage ist danach wieder zu verplomben. • Rangierfahrten zwischen einzelnen Arbeitsständen in der Werkstatt vermeiden. • Druckluftbremsanlage mit Druckluft aus dem Druckluftnetz der Werkstatt befüllen, nicht mit dem Motor aufpumpen. • Abgestellte Fahrzeuge möglichst an Druckluftversorgungseinrichtungen für die Bremsanlage anschließen. • Bei Prüfungen auf dem Brems- oder Leistungsprüfstand Abgasabsaugung benutzen. 		
Verhalten im Gefahrfall Fluchtweg:		
Unfalltelefon:		
Erste Hilfe Nach Einatmen : <ul style="list-style-type: none"> • Bei Vergiftungserscheinungen sofort an die frische Luft, ggf. Arzt aufsuchen! Ersthelfer:		
Sachgerechte Entsorgung Ablagerungen in Abgasabsaugleitungen und an Wänden durch Absaugen mit bauartgeprüftem Staubsauger der Staubklasse H oder durch Nassreinigung entfernen (Keine Hochdruckreinigung!).		

Anlage 3 zu TRGS 554

Wartungskonzept, Abgasmessung

(1) Sofern die Abgase eines Dieselmotors nicht ständig durch ein On-Board-Diagnostic-System (OBD) mit Partikelsensor überwacht werden, ist der Motorzustand nach

1. spätestens 1500 Betriebsstunden,
2. mindestens jedoch jährlich,

durch Messungen im unverdünnten Abgas des Dieselmotors in reproduzierbaren Betriebszuständen, z. B. oberer Leerlauf oder freie Beschleunigung, die Schwärzungszahl bzw. der Trübungswert ⁷ durch einen Fachkundigen zu ermitteln. Bei den Messungen ist Kraftstoff derselben Art und Qualität wie beim Regelbetrieb des Dieselmotors im Arbeitsbereich zu verwenden. Die Abgasmessungen sind nach Durchführung der Motorwartung nach Angaben des Herstellers vorzunehmen, die ggf. die Prüfung und Einstellung des Ansaugsystems mit Luftfilter und zugehörigen Leitungen, das Ventilspiel, die Dichtigkeit der Abgasanlage und den Abgasegendruck, den Kompressionsdruck, die Einspritzdüsen und den Förderbeginn sowie die Einspritzmenge der Einspritzpumpe umfassen sollte.

(2) Bei fest eingebautem Dieselpartikelfilter ist die Schwärzungszahl bzw. der Trübungswert vor und hinter der Filteranlage zu bestimmen. Auf die Bestimmung vor der Filteranlage kann verzichtet werden, wenn die nach der Filteranlage gemessene Schwärzungszahl nicht mehr als 0,5 bzw. der Trübungswert nicht mehr als 0,15 m⁻¹ beträgt.

(3) Überschreiten die Messwerte die Referenzwerte ⁸

1. für die Schwärzungszahl um mehr als 1,0 bei Messung vor dem Dieselpartikelfilter bzw. 0,5 bei Messung nach Filter oder

7 Oberer Leerlauf eines Dieselmotors im Sinne dieser TRGS ist die Drehzahl des ohne Belastung laufenden Motors, die sich einstellt, wenn der mechanische Drehzahlregler oder die elektronische Motorregelung die höchste Drehzahl einsteuert.

Freie Beschleunigung im Sinne dieser TRGS ist der Messzyklus aus der Abgasuntersuchung von Kraftfahrzeugen mit Kompressionszündermotor (Dieselmotor) nach Anlage VIIIa zu § 47a StVZO.

Schwärzungszahl im Sinne dieser TRGS ist ein Maß für die Schwarzauchemission eines Dieselmotors, gemessen mit einem auf Filterbasis arbeitenden Messgerät. Zur Messung wird ein bestimmter Volumenstrom Abgas durch ein Filterpapier über eine festgelegte Fläche gesaugt. Der im Abgas enthaltene Ruß schwärzt das Filterpapier. Die Schwärzungszahl wird durch Messung der optischen Reflexion des geschwärmten Filters im Vergleich mit einem sauberen Filter bestimmt und als Schwärzungszahl ausgedrückt.

Trübungswert im Sinne dieser TRGS ist ein Maß für die Schwarzauchemission eines Dieselmotors, ermittelt entsprechend einer Abgasuntersuchung für Kraftfahrzeuge mit Kompressionszündermotor (Dieselmotor) nach Anlage VIIIa zu § 47a StVZO.

8 Referenzwerte im Sinne dieser TRGS sind Werte für die Schwärzungszahl bzw. den Trübungswert im emittierten Abgas eines Dieselmotors an einem reproduzierbaren Betriebspunkt (z.B. obere Leerlaufdrehzahl oder freie Beschleunigung), die bei Abgasuntersuchungen im Rahmen des Wartungskonzeptes zur Beurteilung des Motorzustandes herangezogen werden. Die Referenzwerte einschließlich der Prüfbedingungen sind bei der Inbetriebnahme nach der Herstellung oder nach einem Umbau mit Einfluss auf die Abgasemission des mit Dieselmotor ausgerüsteten Fahrzeugs, Flurförderzeugs, Maschine oder Gerätes durch Messung nach dem Wartungskonzept zu ermitteln und zu dokumentieren. Angaben der Fahrzeughersteller über maximal zulässige Trübungswerte bei der verkehrsrechtlichen Abgasuntersuchung nach § 47a StVZO eignen sich nicht als Referenzwerte für das Wartungskonzept.

2. für den Trübungswert um mehr als $0,3 \text{ m}^{-1}$ bei Messung vor dem Dieselpartikelfilter bzw. $0,15 \text{ m}^{-1}$ bei Messung nach Filter,

darf der Dieselmotor nicht mehr in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen eingesetzt werden.

(4) Die Abgasuntersuchungen sind schriftlich zu dokumentieren, z. B. in Wartungskarteien oder Untersuchungsprotokollen. Von jeder Abgasuntersuchung sind mindestens die folgenden Angaben festzuhalten:

1. Daten des Dieselmotors und der Maschine (z.B. Gerät, Aggregat, Fahrzeug, Flurförderzeug),
2. Messdrehzahl,
3. Schwärzungszahl bzw. Trübungswert,
4. Betriebsstunden und
5. Datum der Abgasuntersuchung.

Muster für Untersuchungsprotokolle:

Abgasmessung nach Wartungskonzept Bestimmung der Referenzwerte			
Technische Daten:		Prüfbedingungen:	
Fahrzeug		Bei Messung der Schwärzungszahl	
Hersteller:		• Prüfdrehzahl: 1/min	
Typ:		• Prüflast:	
Baujahr:			
Werksnummer:			
Anbaugeräte: 1.			
2.			
3.			
Dieselmotor		Bei Messung des Trübungswertes	
Hersteller:		• Freie Beschleunigung bis oberer Leerlauf	
Typ:			
Baujahr:			
Motornummer:			
Nennleistung: kW			
Nenndrehzahl: 1/min			
Oberer Leerlauf: 1/min			
Partikelfilter: ja: <input type="checkbox"/> nein: <input type="checkbox"/>			
• Hersteller:			
• Typ:			
Abgasmessung bei Inbetriebnahme			
Datum:			
Betriebsstunden:			
	Referenzwerte	Max. zul. Abweichung (Nummer 4.2.4 dieser TRGS)	Wartungswerte
Schwärzungszahl nach Bosch			
Drehzahl bei Messung	1/min		
Schwärzungszahl SZ nach Motor		+ 1 =	
Schwärzungszahl SZ nach Filter		+ 0,5 =	
Trübungswert bei freier Beschleunigung			
Maximaldrehzahl bei Messung	1/min		
Trübungswert nach Motor		+ 0,30 =	
Trübungswert nach Filter		+ 0,15 =	

Die Referenzwerte für die Abgasmessung im Wartungskonzept sind bei der Inbetriebnahme des Fahrzeuges mit allen vorgesehenen Anbaugeräten durchzuführen unter Anwendung des für die spätere regelmäßige Abgasmessung vorgesehenen Messverfahrens.

Aus den Referenzwerten ergeben sich durch Addition mit den maximal zulässigen Abweichungen nach Nummer 4.2.4 dieser TRGS Wartungswerte für die späteren regelmäßigen Abgasmessungen, bei deren Überschreiten weitere Prüfungen bzw. Einstellungen vorzunehmen sind.

Abgasmessung nach Wartungskonzept
Ergebnisse der regelmäßigen Abgasmessungen (Schwärzungszahl nach Bosch)

Technische Daten:		Partikelfilter:		ja: <input type="checkbox"/> nein: <input type="checkbox"/>
Fahrzeug	Dieselmotor	Partikelfilter-Hersteller:		
Hersteller:	Hersteller:	Partikelfilter-Typ:		
Typ:	Typ:	Nennleistung:		kW
Baujahr:	Baujahr:	Nenn Drehzahl:		1/min
Werksnummer:	Motornummer:	Oberer Leerlauf:		1/min
Anbaugeräte:				
Prüfbedingungen:	Prüfdrehzahl:	1/min	Wartungswerte gemäß Blatt 1:	Schwärzungszahl vor Filter
m^{-1}	Prüflast:			Schwärzungszahl nach Filter
				m^{-1}

Lfd. Nummer der Wartung/Messung								
Datum								
Betriebsstunden								

Vor der Abgasmessung ausgeführte Prüf- bzw. Einstellarbeiten

Ansaugsystem	<input type="checkbox"/>							
Ventilspiel	<input type="checkbox"/>							
Abgasgegendruck	<input type="checkbox"/>							
Dichtigkeit der Abgasanlage	<input type="checkbox"/>							
Einspritzdüsen	<input type="checkbox"/>							
Kompressionsdruck	<input type="checkbox"/>							

Abschlussmessung (Schwärzungszahl nach Bosch)

Schwärzungszahl SZ nach Motor [-]								
Schwärzungszahl SZ nach Filter [-]								

Bewertung des Messergebnisses

Keine weiteren Prüf- bzw. Einstellarbeiten erforderlich (Messwerte \leq Wartungswerte)	<input type="checkbox"/>							
Nächste Abgasmessung spätestens								
Prüfer (Stempel und Unterschrift)								

Abgasmessung nach Wartungskonzept

Ergebnisse der regelmäßigen Abgasmessungen (Trübungswert bei freier Beschleunigung)

Technische Daten:		Dieselmotor		Partikelfilter:		ja: <input type="checkbox"/> nein: <input type="checkbox"/>	
Fahrzeug		Hersteller:		Partikelfilter-Hersteller:			
Hersteller:		Hersteller:		Partikelfilter-Typ:			
Typ:		Typ:		Nennleistung:		kW	
Baujahr:		Baujahr:		Nenndrehzahl:		1/min	
Werksnummer:		Motornummer:		Oberer Leerlauf:		1/min	
Anbaugeräte:							
Prüfbedingungen:	freie Beschleunigung bis oberer Leerlauf	Wartungswerte gemäß Blatt 1:		Trübungswert vor Filter		m ⁻¹	
				Trübungswert nach Filter		m ⁻¹	
Lfd. Nummer der Wartung/Messung							
Datum							
Betriebsstunden							
Vor der Abgasmessung ausgeführte Prüf- bzw. Einstellarbeiten							
Ansaugsystem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventilspiel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abgasgegendruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dichtigkeit der Abgasanlage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einspritzdüsen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kompressionsdruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abschlussmessung (Trübungswert bei freier Beschleunigung)							
Trübungswert nach Motor [m ⁻¹]							
Trübungswert nach Filter [m ⁻¹]							
Bewertung des Messergebnisses							
Keine weiteren Prüf- bzw. Einstellarbeiten erforderlich (Messwerte ≤ Wartungswerte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nächste Abgasmessung spätestens							
Prüfer (Stempel und Unterschrift)							

Anlage 4 zu TRGS 554

Spezielle Arbeitsbereiche und Tätigkeiten

- 1 Betrieb von Flurförderzeugen
- 2 Untertägige Arbeitsbereiche
- 3 Ladehallen, Laderampen, Ladestellen, Abkippstellen
- 4 Werkstätten (Instandsetzungsbereiche, Wartungsbereiche, Prüfbereiche), Prüfstellen von Überwachungsorganisationen
- 5 Abstellbereiche
- 6 Fahrerkabinen mit Anlagen zur Versorgung mit gefilterter Atemluft
- 7 Abgasuntersuchungen (AU)

1 Betrieb von Flurförderzeugen

1.1 Einsatzbeschränkungen

(1) Vor der Neuanschaffung von Flurförderzeugen ist vom Arbeitgeber zu prüfen, ob auf den Einsatz von dieselgetriebenen Flurförderzeugen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen verzichtet werden kann.

(2) Der Einsatz dieselgetriebener Flurförderzeuge in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen ist begründet, wenn zum Beispiel

1. unter Berücksichtigung der Umschlagsleistung bei elektrischem Antrieb mehr als eine Batterieladung pro Schicht erforderlich wird.
2. Die erforderliche Umschlagsleistung mit elektrischem Antrieb nicht erreicht wird (z.B. bei häufig zu befahrenden Höhenunterschieden > 1 m oder durchschnittlichen Wegstrecken pro Transportvorgang > 80 m).
3. Schäden oder übermäßiger Verschleiß an der Traktionsbatterie entstehen (z.B. durch Vibration, Erschütterungen, lange Stillstandszeiten und außergewöhnliche Wärmeeinwirkung in Schmieden oder Gießereien).
4. Die Nenn-Tragfähigkeit des Flurförderzeugs > 4 t beträgt.
5. Der Einsatz von gasbetriebenen Flurförderzeugen (LPG, CNG) aus Sicherheitsgründen nicht in Frage kommt, z.B. bei Einsatz unter Erdgleiche oder bei hoher Wärmeeinwirkung.
6. Ein für den Außeneinsatz bestimmtes dieselgetriebenes Flurförderzeug nur gelegentlich oder kurzzeitig in Arbeitsbereichen betrieben wird.
7. Sich im Arbeitsbereich während des Einsatzes keine Beschäftigten aufhalten (z.B. bei automatischem Betrieb).

(3) Ist der Einsatz von dieselgetriebenen Flurförderzeugen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen begründet, ist die Emission von DME durch technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik zu minimieren.

1.2 Berechnung der DME-Konzentration beim Einsatz von Gabelstaplern in Hallen

- (1) DME-Konzentrationen anderer Dieselmotoren dürfen nach dem Verfahren nicht berechnet werden.
- (2) Die Diesel-Gabelstapler müssen gemäß den Einsatzbeschränkungen nach Anlage 4 Nummer 1.1 betrieben werden
- (3) Alle eingesetzten Diesel-Gabelstapler unterliegen dem Wartungskonzept nach Nummer 4.2.4 dieser TRGS.
- (4) Bis zu einem errechneten Wert $C_{DME} \leq 0,1 \text{ mg/m}^3$ ist das Verfahren als Alternative zu Messungen zulässig.

Berechnungsblatt			
Betrieb:			.....
Einsatzort/Halle:			.....
Gabelstapler:			.....
Typ/Baureihe:			.....
Einsatzbedingungen (leicht, normal, schwer)			.....
spezifische Partikelemission	$E_{PT, C1}$		..... [g/kWh]
im C1-Test ^{*)}			
nennleistungsbezogene	$E_{EC, Nenn}$		..... [mg/kWh]
Partikelemissionen			
Nennleistung	P_N		..... [kW]
Partikelemission			
pro Gabelstapler in mg/h		$E_{EC} = E_{EC, Nenn} \cdot P_N$	..... [mg/h]
bei den Einsatzbedingungen			
DPF-Abscheiderate		A	.....
Anzahl der Gabelstapler des gleichen Typs		Z	.....
Einsatzzeitanteil		t_E	.....
Raumvolumen		V	..... [m ³]
Luftwechselzahl	L_W		..... [1/h]
Luftaustauschfaktor	L_A		.....
Luftaustauschgrad		$L = L_W \cdot L_A$	..... [1/h]
DME-Konzentration in der Raumluft:			
$C_{DME} = \frac{E_{EC} \cdot Z \cdot t_E \cdot (1 - A)}{V \cdot L}$		C_{DME}	..... [mg/m ³]

^{*)} Ab Stufe III B: NRTC-Test

Erläuterungen zum Berechnungsblatt:

Die für das Berechnungsverfahren erforderlichen Parameter können entweder von Gabelstapler-Herstellern bzw. Lieferanten erfragt werden (Partikelemission pro Gabelstapler, DPF-Abscheiderate), durch konventionelle Verfahren ermittelt werden (Anzahl der Gabelstapler des gleichen Typs, Raumvolumen) oder anhand der Festlegung von örtlichen Gegebenheiten aus Tabellen entnommen werden (Luftaustauschgrad). Werden mehrere Gabelstapler des gleichen Typs bei gleichen Einsatzbedingungen eingesetzt, so lässt sich die Gesamtkonzentration an Dieselmotoremissionen in der Raumluft durch einfache Multiplikation mit der Zahl der Gabelstapler bzw. Addition der Einsatzzeitanteile erhalten. Werden mehrere Gabelstapler unterschiedlicher Typen bzw. mit unterschiedlichen Einsatzbedingungen eingesetzt, so ist das Berechnungsverfahren für jeden einzelnen Gabelstapler zu wiederholen und die Ergebnisse sind zu addieren.

Die mittlere DME-Konzentration in der Halle berechnet sich nach folgender Formel:

$$C_{\text{DME}} [\text{mg/m}^3] = \frac{\text{Partikelemissionen } E_{\text{EC}} [\text{mg/h}]}{\text{Raumvolumen } V [\text{m}^3] * \text{Luftaustauschgrad } L [\text{1/h}]}$$

Die Berechnung ist in folgende drei Schritte untergliedert:

1. Schritt: Berechnung der Partikelemissionen E_{EC} [mg/h]

Diese hängt ab von

1. den Einsatzbedingungen,
2. der Partikelemission E_{EC} pro Gabelstapler,
3. ggf. der Partikelabscheiderate A des eingesetzten DPF,
4. der Anzahl der Gabelstapler und
5. dem Einsatzzeitanteil t_E der Gabelstapler.

Hierfür sind folgende Begriffsbestimmungen zugrunde zu legen:

1. Einsatzbedingungen

Gemäß VDI 2695 wird bei den Einsatzbedingungen zwischen leichter, normaler und schwerer Beanspruchung unterschieden.

Die Definition ist wie folgt zu verwenden:

- a) Eine leichte Beanspruchung liegt z. B. vor, wenn glatte, ebene Fahrwege ohne wesentliche Steigungen (bis 3 %) vorhanden sind. Ein Indiz für eine leichte Beanspruchung ist, wenn der Kraftstoffverbrauch um etwa 15 Prozent niedriger als die in der Typenblattangabe des Herstellers des Gabelstaplers enthaltene Kraftstoffverbrauchsangabe liegt.
- b) Eine normale Beanspruchung liegt z. B. vor, wenn Wege befestigt sind, aber auch zusätzlicher Betrieb auf unebener Fahrbahn (Kleinpflaster, Schienenübergänge, Steigungen bis zu 6 %) erfolgt. Ein Indiz für die normale Beanspruchung ist, wenn der Kraftstoffverbrauch in etwa den Werten der Typenblattangabe des Herstellers des Gabelstaplers

entspricht.

- c) Eine schwere Beanspruchung liegt z. B. vor, wenn die Fahrbahn schlecht ist oder unwegsames Gelände (Steigungen > 6 %) vorhanden ist. Ein Indiz für die schwere Beanspruchung ist, wenn der Kraftstoffverbrauch um etwa 25 Prozent oberhalb des Wertes der in der Typenblattangabe des Herstellers des Gabelstaplers enthaltenen Kraftstoffverbrauchsangabe liegt.

2. Partikelemission $E_{PT, C1}$ [mg/h] pro Gabelstapler bei den Einsatzbedingungen

Eine charakteristische Größe für die Qualität des Emissionsverhaltens von Motoren ist der im C1-Testzyklus⁹ ermittelte Wert der spezifischen Partikelemission des Motors ($E_{PT, C1}$ -Wert). Aufgrund gesetzlicher Bestimmungen sind Motorenhersteller verpflichtet, diese Werte für neue Motoren zu ermitteln und anzugeben. Die $E_{PT, C1}$ -Werte können daher beim Motorenhersteller bzw. beim Lieferanten des Gabelstaplers erfragt werden. Es sind die Ergebnisse von Zertifizierungsmessungen im Rahmen der Typgenehmigung nach 97/68/EG in der jeweils gültigen Fassung zu verwenden. Liegen diese nicht vor, ist mit den schlechtesten Werten der Tabelle zu rechnen (entsprechend 1,0 g/kWh im C1-Test).

Die nennleistungsbezogene Partikelemission des Staplers $E_{EC, Nenn}$ [mg/kWh] ist aus der Partikelemission im C1-Testzyklus ($E_{PT, C1}$ Herstellerangabe) und den Einsatzbedingungen anhand der folgenden Tabelle zu ermitteln:

Spezifische Partikelemission im C ₁ -Test $E_{PT, C1}$ [g/kWh]	nennleistungsbezogene Partikelemission (EC) $E_{EC, Nenn}$ [mg/kWh] ¹⁰		
	Einsatzbedingungen/Beanspruchung		
	leicht	normal	schwer
0,1	11	13	16
0,15	16	19	23
0,2	22	25	31
0,25	27	32	39
0,3	32	38	47
0,4	43	50	62
0,5	54	63	78
0,6	65	76	94
0,7	76	88	109
0,8	86	101	125
0,9	97	113	140
1,0	108	126	156

Durch Multiplikation des aus der Tabelle ermittelten Wertes $E_{EC, Nenn}$ [mg/kWh]

⁹ Ab Stufe IIIB ist der NRTC-Test nach 2004/26/EG verbindlich.

¹⁰ Die Tabellenwerte wurden mit folgender Formel berechnet:

$$E_{EC, Nenn} \text{ [mg/kWh]} = E_{PT, C1} \text{ [g/kWh]} \cdot P_r \cdot 1000 \cdot 0,6$$

P_r relative Motorauslastung im realen Staplerbetrieb, d.h. Verhältnis von Leistung im Staplerbetrieb zu Nennleistung

$P_r = 0,18$ für leichte Beanspruchung

$P_r = 0,21$ für normale Beanspruchung

$P_r = 0,26$ für schwere Beanspruchung

1000 Faktor zur Umrechnung von g auf mg

0,6 empirischer Faktor zur Umrechnung von Partikeln (gravimetrische Bewertung) auf elementaren Kohlenstoff (coulometrische Bewertung)

mit der Nennleistung des Motors P_N [kW] ergibt sich die Partikelemission E_{EC} [mg/h] des Staplers in der Halle.

$$E_{EC} \text{ [mg/h]} = E_{EC, \text{ Nenn}} \text{ [mg/kWh]} \cdot P_N \text{ [kW]}$$

3. DPF-Abscheiderate A

Bei DPF-Systemen nach dem Stand der Technik kann mit einer Abscheiderate von 0,95 gerechnet werden. Bei der Verwendung von DPF mit niedrigerer Abscheiderate ist die niedrigere Herstellerangabe zu verwenden. Sofern kein DPF verwendet wird, ist eine Abscheiderate von 0 zugrunde zu legen.

4. Anzahl Z der Gabelstapler des gleichen Typs

Werden mehrere Gabelstapler des gleichen Typs bei gleichen Einsatzbedingungen und gleichem Einsatzzeitanteil eingesetzt, so ist hier die Zahl der Gabelstapler einzutragen. Werden mehrere Gabelstapler unterschiedlicher Typen bzw. bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen eingesetzt, so ist die Berechnung für jeden Gabelstapler zu wiederholen und die Ergebnisse sind zu addieren.

5. Einsatzzeitanteil t_E [-]

Hier ist der Quotient der Staplereinsatzzeit im Raum zur Schichtzeit inklusive Pausen einzutragen.

$$t_E \text{ [-]} = \frac{\text{Staplereinsatzzeit im Raum [min]}}{\text{Schichtzeit incl. Pausen [min]}}$$

Werden mehrere Gabelstapler des gleichen Typs bei gleichen Einsatzbedingungen mit unterschiedlichen Einsatzzeitanteilen betrieben, so können im Berechnungsverfahren die Einsatzzeitanteile addiert werden. Werden mehrere Gabelstapler unterschiedlicher Typen bzw. mit unterschiedlichen Einsatzbedingungen oder Einsatzzeitanteilen betrieben, so ist das Berechnungsverfahren für jeden einzelnen Gabelstapler zu wiederholen und die Ergebnisse sind zu addieren.

2. Schritt: Ermittlung des Raumvolumens V [m³]

Das Raumvolumen der Halle ist anhand der Raummaße Länge [m], Breite [m] und Höhe [m] zu ermitteln. Das durch Halleneinbauten (z. B. Büros), voluminöse Maschinen, Lagergut oder Regale in Anspruch genommene Volumen ist hiervon abzuziehen.

3. Schritt: Ermittlung des Luftaustauschgrades L [1/h]

Der Luftaustauschgrad L beschreibt die örtliche Lüftungseffizienz. Er basiert auf der Luftwechselzahl L_w und einem Korrekturwert Luftaustauschfaktor L_A , der die räumlichen und lufttechnischen Bedingungen berücksichtigt.

$$L [1/h] = L_w [1/h] \cdot L_A [-]$$

Die Luftwechselzahl L_w gibt den stündlichen Austausch der Raumluft durch Außenluft (Frischluft) an. Sie ist alleine kein Kriterium für die Beurteilung der Wirksamkeit einer Raumlüftung.

Der Luftaustauschfaktor L_A gibt an, wie sich die örtlichen und räumlichen Bedingungen sowie die Art der Raumlüftung, und hier insbesondere die Luftführung, auf eine Konzentrationsverteilung auswirken.

Die betrieblichen Verhältnisse sind anhand der nachfolgenden beiden Tabellen zu charakterisieren. Mit Hilfe der jeweiligen Faktoren lässt sich dann der Luftaustauschgrad ermitteln.

1. Luftaustauschgrad bei freier Lüftung

Bei der freien Lüftung erfolgt der Luftaustausch aufgrund der Dichteunterschiede der unterschiedlich temperierten Luft (Innen- und Außenluft) und durch Winddruck auf die Gebäude. Die Luftwechselzahl lässt sich i.a. daher nur abschätzen.

Die folgende Tabelle enthält Werte für Luftwechselzahlen und Luftaustauschfaktoren, bezogen auf die Lage und Art der Hallen sowie auf die betriebliche Situation (z.B. Tore geschlossen, Lüftungseinrichtung für freie Lüftung vorhanden).

Luftwechselzahl L_w und Luftaustauschfaktor L_A bei freier Lüftung

Raumart		Luftwechselzahl L_w [1/h]	Luftaustauschfaktor L_A [-]	
Gebäude	Lage		Situation	Wert
offene Hallen	–	10	–	1
geschlossene Hallen mit häufigen Transportvorgängen (z.B. Lagerhallen)	freistehendes Gebäude	8	Durchfahrten (Tore) ständig geöffnet	1
			Durchfahrten (Tore) nur zur Ein- und Ausfahrt geöffnet	0,8
	nicht freistehendes Gebäude (grenzt an andere Gebäude)	3	Durchfahrten (Tore) ständig geöffnet	1
			Durchfahrten (Tore) nur zur Ein- und Ausfahrt geöffnet	0,5
geschlossene Hallen mit gelegentlichen Transportvorgängen (z.B. Fertigungshallen)	freistehendes Gebäude	1	ohne Einrichtungen zur freien Lüftung (z.B. Dachreiter)	0,3
			mit Einrichtungen zur freien Lüftung	1
	nicht freistehendes Gebäude (grenzt an andere Gebäude)	0,5	ohne Einrichtungen zur freien Lüftung	0,3
			mit Einrichtungen zur freien Lüftung	0,8

2. Luftaustauschgrad bei maschineller Lüftung

Bei der maschinellen Lüftung lässt sich die Luftwechselzahl LW aus dem Zuluftstrom ohne Umluftanteil VZU bezogen auf das Raumvolumen V errechnen.

$$L_w [1/h] = \frac{V_{zu} [m^3/h]}{V [m^3]}$$

Für den Luftaustauschfaktor LA sind die Werte nach der folgenden Tabelle zu berücksichtigen:

Luftaustauschfaktor LA bei maschineller Lüftung

Luftführung	Luftaustauschfaktor LA [-]	Bemerkung
Zuluft von der Decke (Deckenlüftung)	0,2	im Deckenbereich angesammelte DME werden wieder in den Arbeitsbereich zurückgeführt (ungünstigste Fälle der Raumlüftung)
Zuluft von der Seite (Tangentiallüftung)	0,2	
Zuluft in mittlerer Raumhöhe (mit hoher Strömungsgeschwindigkeit)	0,3	
Zuluft in mittlerer Raumhöhe (mit geringer Strömungsgeschwindigkeit)	0,5	
Zuluft in Kopfhöhe (mit hoher Strömungsgeschwindigkeit)	0,8	
Zuluft in Kopfhöhe (mit geringer Strömungsgeschwindigkeit)	1,2	
Zuluft in Bodennähe (Quelllüftung)	1,5	günstigster Fall der Raumlüftung

Bei der Luftführung mit Zuluft von der Decke (Deckenlüftung) werden im oberen Raumbereich zur Decke hin aufsteigende DME-Emissionen wieder in den Arbeitsbereich zurückgeführt. Hierdurch wird der Luftaustauschgrad erheblich gemindert (ungeeignete Luftführung). Das gleiche gilt für die Einbringung der Zuluft von der Seite (Tangentiallüftung). Wird die Zuluft im bodennahen Bereich zugeführt (Quelllüftung), wird die Abströmung der DME-Emission zur Decke hin unterstützt und somit der Luftaustauschgrad bezogen auf die Arbeitsbereiche erhöht.

2 Untertägige Arbeitsbereiche

2.1 Allgemeines

(1) Untertägige Arbeitsbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche im Bergbau unter Tage und bei Bauarbeiten unter Tage.

(2) Wartungsmaßnahmen an Dieselmotoren sind abweichend von den Fristen in Anlage 3 Abs. 1 nach

1. 500 Betriebsstunden,
 2. spätestens jedoch alle sechs Monate
- durchzuführen.

(3) Im Kohlebergbau unter Tage ist der ordnungsgemäße Zustand des Motors durch die Überprüfung des Abgasverhaltens nach Maßgabe der bergbehördlichen Vorschriften durch Fachkundige oder Sachverständige festzustellen.

2.2 Bergbau unter Tage

(1) Bergbau unter Tage im Sinne dieser TRGS sind Tätigkeiten unter Tage gemäß § 2 Bundesberggesetz.

(2) Für jeden Dieselmotor hat der Unternehmer nach Durchführung der allgemeinen Schutzmaßnahmen dieser TRGS die Wettermenge zu ermitteln, die beim Einsatz im Bergbau unter Tage die Gefährdung durch gas- und partikelförmige Abgasbestandteile auf ein Minimum reduziert.

(3) Zur Ermittlung der erforderlichen Wettermenge kann der Unternehmer auf Angaben des Herstellers zurückgreifen oder diese aufgrund eigener Ermittlungen festlegen.

(4) Ohne weiteren Nachweis kann eine spezifische Wettermenge von 3,4 m³/min kW als Minimum zu Grunde gelegt werden.

(5) Jedes Fahrzeug mit Dieselmotor muss an gut sichtbarer Stelle mit dem erforderlichen Mindestwetterbedarf in m³/min gekennzeichnet werden.

(6) Jedem Grubenbau, in dem Dieselmotoren betrieben werden, ist mindestens die Wettermenge zuzuführen, die sich als Summe des Mindestwetterbedarfs dieser Motoren errechnet.

(7) Mit den so ermittelten Wettermengen kann die Konzentration an gas- und partikelförmigen Immissionen in den Wettern rechnerisch gemäß den in Nummer 2.3 dieser Anlage aufgeführten Formeln ermittelt werden. Mit Ausnahme des Steinkohlenbergbaus lässt sich die Konzentration auch anhand des Verfahrens gemäß Nummer 3.4 dieser TRGS messtechnisch ermitteln.

(8) Die belasteten Wetter sind auf möglichst kurzem Wege in den Abwetterstrom abzuführen.

(9) Bei der Planung von Betriebspunkten sind Vorbelastungen oder Querbeeinflussungen, z.B. durch Sprengschwaden oder Methan, von vornherein zu berücksichtigen.

(10) Insbesondere in sonderbewetterten Grubenräumen ist bei der Auslegung der Wetterführung zu beachten, dass sich aus der Relativbewegung von Fahrzeugen zum Wetterstrom Gefahrstoffe aufkonzentrieren können.

2.3 Berechnung der Konzentration gas- und partikelförmiger Immissionen in untertägigen Arbeitsbereichen des Bergbaus

Für die einzelnen Motoren erfolgen die Zertifizierungsprüfungen gemäß den folgenden Richtlinien (in der jeweils gültigen Fassung):

1. 8-Stufentest gem. 97/68/EG für mobile Arbeitsmaschinen,
2. 13-Stufentest gem. 99/96/EG für Nutzfahrzeuge > 3,5 t,
3. Rollentest gem. 98/69/EG (NEFZ) für PKW u. Nutzfahrzeuge < 3,5 t

Aus den Emissionswerten der Typprüfung (in g/kWh beim 8- und 13-Stufentest bzw. in g/km beim Rollentest) und den motorspezifischen Wettermengen kann die Konzentration der einzelnen Abgaskomponenten in der Luft am Arbeitsplatz für einen Abbaubereich mit mehreren dieselgetriebenen Fahrzeugen nach den folgenden Formeln berechnet werden:

Für den elementaren Kohlenstoff als Maß für die partikelförmigen Emissionen gilt für die mobilen Arbeitsmaschinen und Nutzfahrzeuge > 3,5 t

$$c_{\text{DME, 8-13}} = \sum_i \left[\frac{E_{\text{Test, Pt, 8-13, i}}}{Q_{\text{Motor, i}}} \cdot \frac{P_{\text{Test}}}{P_{\text{Nenn}}} \cdot \frac{1000}{60} \cdot K_{\text{EC}} \cdot K_{\text{Einsatz, i}} \cdot \frac{Q_{\text{Motor, i}}}{Q_{\text{Bereich}}} \right]$$

und für PKW und Nutzfahrzeuge < 3,5 t

$$c_{\text{DME, NEFZ}} = \sum_j \left[\frac{E_{\text{Test, Pt, NEFZ, j}} \cdot v_{\text{Praxis}}}{Q_{\text{Motor, j}}} \cdot \frac{1000}{60} \cdot K_{\text{EC}} \cdot K_{\text{Einsatz, j}} \cdot \frac{Q_{\text{Motor, j}}}{Q_{\text{Bereich}}} \right]$$

Damit ergibt sich eine Gesamtkonzentration

$$c_{\text{DME, Gesamt}} = c_{\text{DME, 8-13}} + c_{\text{DME, NEFZ}}$$

mit

c_{DME}	Konzentration der partikelförmigen Emissionen als elementarer Kohlenstoff [mg/m ³]
$E_{\text{test, Pt, 8-13}}$	spezifische Emission der Komponente Partikel aus der Zertifizierungsprüfung im 8- oder 13-Stufentest [g/kWh]
$E_{\text{test, NEFZ}}$	spezifische Emission der Komponente Partikel aus der Zertifizierungsprüfung im NEFZ-Rollentest [g/km]
Q_{Motor}	motorspezifische Mindestwettermenge [m ³ /min]
Q_{Bereich}	Gesamtwettermenge eines Abbaubereiches [m ³ /min]
v_{Praxis}	Mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit unter Praxisbedingungen, [ca. 30 km/h]
P_{Nenn}	Nennleistung des Motors [kW]
$P_{\text{Test}} / P_{\text{Nenn}}$	0,52, Faktor zur Berücksichtigung des Verhältnis von gemittelter Testleistung im 8- bzw. 13-Stufentest zur Nennleistung

K_{EC}	0,6, empirischer Faktor zur näherungsweise Berechnung des elementaren Kohlenstoffes aus dem Testzyklus gemessenen Gesamtpartikelwert
$K_{Einsatz}$	Empirischer Faktor zur Berücksichtigung der Einsatzbedingungen, z.B. Auslastungsgrad der Fahrzeuge – für Kurzzeitbetrachtungen ist der Faktor auf 1,0 zu setzen
i, j	Zählindex für die Motoren der jeweiligen Motorgruppen in dem betrachteten Bereich

Für die Berechnung der Konzentration der gasförmigen Emissionen gelten die folgenden Berechnungsformeln, die getrennt für die einzelnen relevanten Komponenten, d.h. Kohlenmonoxid CO, Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO₂ anzuwenden ist. Für die Abschätzung kann der Anteil von NO₂ an den gesamten Stickoxiden eines Dieselmotors mit zehn Prozent angenommen werden.

$$c_{\text{Gas},8-13} = \sum_i \left[\frac{E_{\text{Test, Gas}, 8-13, i}}{Q_{\text{Motor}, i}} \cdot \frac{P_{\text{Test}}}{P_{\text{Nenn}}} \cdot \frac{1000}{60} \cdot K_{\text{Einsatz}, i} \cdot \frac{Q_{\text{Motor}, i}}{Q_{\text{Bereich}}} \right]$$

$$c_{\text{Gas},\text{NEFZ}} = \sum_j \left[\frac{E_{\text{Test, Gas}, \text{NEFZ}, j} \cdot v_{\text{Praxis}}}{Q_{\text{Motor}, j}} \cdot \frac{1000}{60} \cdot K_{\text{Einsatz}, j} \cdot \frac{Q_{\text{Motor}, j}}{Q_{\text{Bereich}}} \right]$$

$$c_{\text{Gas, Gesamt}} = c_{\text{Gas}, 8-13} + c_{\text{Gas}, \text{NEFZ}}$$

mit

c_{Gas}	Konzentration der gasförmigen Emissionen für die jeweilige Komponente [mg/m ³]
$E_{\text{test, Gas}, 8-13}$	spezifische Emission der Gaskomponente Kohlenmonoxid CO und Stickoxid NO _x aus der Zertifizierungsprüfung im 8- oder 13-Stufentest [g/kWh]
$E_{\text{test, Gas}, \text{NEFZ}}$	spezifische Emission der Gaskomponente Kohlenmonoxid CO und Stickoxid NO _x aus der Zertifizierungsprüfung im NEFZ-Rollentest [g/km]
Q_{Motor}	motorspezifische Mindestwettermenge [m ³ /min]
Q_{Bereich}	Gesamtwettermenge eines Abbaubereiches [m ³ /min]
v_{Praxis}	Mittlere Fahrzeuggeschwindigkeit unter Praxisbedingungen, [ca. 30 km/h]
P_{Nenn}	Nennleistung des Motors [kW]
$P_{\text{Test}} / P_{\text{Nenn}}$	0,52, Faktor zur Berücksichtigung des Verhältnis von gemittelter Testleistung im 8- bzw. 13-Stufentest zur Nennleistung
K_{Einsatz}	Empirischer Faktor zur Berücksichtigung der Einsatzbedingungen, z.B. Auslastungsgrad der Fahrzeuge – für Kurzzeitbetrachtungen ist der Faktor auf 1,0 zu setzen

i, j Zählindex für die Motoren der jeweiligen Motorgruppen in dem betrachteten Bereich

2.4 Bauarbeiten unter Tage

(1) Bauarbeiten unter Tage im Sinne dieser TRGS sind Bauarbeiten zur Erstellung unterirdischer Hohlräume in geschlossener Bauweise sowie deren Ausbau, Umbau, Instandhaltung und Beseitigung, soweit nicht das Bundesberggesetz gilt. Zu den Bauarbeiten unter Tage zählen z. B. Stollenbau-, Tunnelbau- (auch in Deckelbauweise), Kavernenbau- und Schachtbauarbeiten sowie Durchpressung. Zu den Bauarbeiten unter Tage zählen nicht die Arbeiten in baulich fertig gestellten Tunnelbauten zur Errichtung oder Instandhaltung technischer Einrichtungen, wie z. B. Signalanlagen, Bahnsteigeinbauten, Stromversorgungs- und Lüftungsanlagen.

(2) Bei Bauarbeiten unter Tage ist zur Bemessung der Bewetterung für jede Arbeitsstelle, an der Dieselmotoren eingesetzt werden, eine Frischluftmenge von 4,0 m³/min je eingesetztem kW anzusetzen. Für die Berechnung der eingesetzten kW wird nur die Nennleistung der maximal unter Tage beim Lösen, Laden und Fördern sowie Betontransport eingesetzten Dieselgeräte und -fahrzeuge in Ansatz gebracht, ohne Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors.

(3) Grundsätzlich müssen alle mit Dieselmotor betriebenen Geräte bei Bauarbeiten unter Tage mit DPF und dem zugehörigen Abgasnachbehandlungssystemen ausgerüstet sein. Sie müssen den Qualitätsanforderungen der VERT-Filterliste oder des Förderkreis Abgasnachbehandlungstechnologien (FAD e.V.) entsprechen.

(4) Maschinen, deren Arbeitsgeräte ausschließlich elektrisch betrieben werden, benötigen für den Fahrmotor kein PFS, z.B. elektrisch betriebene Bohrjumbos, Spritzmobile, Teilschnittmaschinen, Hebebühnen. Sofern der Nachweis erbracht wird, dass das Minimierungsgebot eingehalten ist, können auch folgende Geräte ohne FPS betrieben werden:

1. Geräte < 37 kW Nennleistung und einer Einsatzdauer 2 Stunden/Schicht,
2. Geräte für nicht regelmäßige Transportarbeiten und einer Einsatzdauer < 1 Std./Schicht.

3 Ladehallen, Laderampen, Ladestellen, Abkippstellen¹¹

(1) An- und Abfahrten sind auf kürzestem Weg und ohne unnötiges Rangieren vorzunehmen. Sofort nach Erreichen der Lade- bzw. Abkippposition ist der Motor abzustellen.

(2) Bei An- und Abfahrten von LKW an Laderampen, die sich an der Außenseite von Hallen befinden, ist sicherzustellen, dass DME nicht in die Halle gelangen können. Dies kann z.B. bei Andockstationen durch Schließen der Ladetore während des Rangiervorganges erfolgen. Dies gilt auch, wenn die Ladetore konzeptionell der Frischluftversorgung dienen.

¹¹ z.B. an Bunkern von Aufbereitungs- oder Verbrennungsanlagen der Abfallwirtschaft

(3) Die in Hallen eingesetzten dieselbetriebenen Geräte (z.B. Stapler, Radlader) sind mit einem Abgasnachbehandlungssystem nach Nummer 2 Abs. 5 und Nummer 4.2.2 dieser TRGS auszurüsten.

(4) Das Auffüllen von Druckluftbremsanlage abgestellter Fahrzeuge vor der Ausfahrt darf nur durch ein externes Druckluftversorgungssystem oder bei laufendem Motor mit Abgasabsaugung erfolgen.

(5) Bei der Neuanlage oder beim Umbau von Laderampen/Ladestellen/Abkipfstellen sind die An- und Abfahrtbereiche so zu konzipieren, dass

1. möglichst wenige Rangiervorgänge zum Erreichen der Lade- bzw. Abkippposition erforderlich werden und
2. die Dieselmotoremissionen der anliefernden Fahrzeuge in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen mit Abgasabsaugungen oder durch technische Raumlüftung mit Ansaugöffnungen in unmittelbarer Nähe der üblichen Abgasaustrittsstellen aus dem Arbeitsbereich abgeführt werden, sofern die Dieselmotoren der anliefernden Fahrzeuge nicht mit DPF ausgerüstet sind.

4 Werkstätten (Instandsetzungsbereiche, Wartungsbereiche, Prüfbereiche), Prüfstellen von Überwachungsorganisationen¹²

4.1 Allgemeines

(1) Werkstätten im Sinne dieser TRGS sind ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche, in denen Maßnahmen zur Instandhaltung von Dieselmotoren oder von mit Dieselmotoren betriebenen Maschinen (z. B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge) durchgeführt werden.

(2) Maßnahmen zur Instandhaltung im Sinne dieser TRGS sind alle Maßnahmen zur Bewahrung des Soll-Zustandes (Wartung), zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes (Inspektion, Abgasuntersuchung nach § 47a StVZO) und zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes (Instandsetzung); auf DIN 31051 „Instandhaltung, Begriffe und Maßnahmen“ in der jeweils gültigen Fassung¹³ wird verwiesen.

4.2 Instandsetzungsbereiche

(1) Instandsetzungsbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche in Werkstätten, in denen Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden.

(2) Arbeitsstände, an denen Arbeiten bei laufendem Dieselmotor durchgeführt werden, müssen mit Abgasabsaugungen ausgerüstet sein.

12 siehe auch: BG/BGIA-Empfehlung Nr. 1035, Ausgabe 03/00 „PKW Werkstätten“ BG/BGIA-Empfehlung 1036, Ausgabe IV/03 „Hauptuntersuchungen und Sicherheitsprüfungen in Kfz Prüfstellen“

13 Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Berlin, www.beuth.de

- (3) Dieselmotoren dürfen an den Arbeitsständen, z. B. für Prüf- oder Einstellarbeiten, nur betrieben werden, wenn dabei eine Abgasabsaugung benutzt wird.
- (4) Nachgerüstete Partikelfiltersysteme scheiden unter Umständen nur 30-50 Prozent der Partikel ab. Mit derartigen Systemen ausgerüstete Fahrzeuge erfüllen hinsichtlich der Minimierung der Partikelbelastungen nicht den Stand der Technik. Bei diesen Fahrzeugen ist daher zusätzlich ein aufsteckbarer DPF entsprechend der VERT-Filterliste zu verwenden.
- (5) Die Zuordnung der instand zu setzenden Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Maschinen oder Geräte zu den einzelnen Arbeitsständen im Arbeitsbereich ist so vorzunehmen, dass Rangierfahrten zwischen den einzelnen Arbeitsständen möglichst vermieden werden.
- (6) Hat die Druckluftanlage des Fahrzeuges, des Flurförderzeuges, der Maschine oder des Gerätes nicht den erforderlichen Betriebsdruck, ist sie mit Druckluft aus dem örtlichen Druckluftnetz bis zum erforderlichen Betriebsdruck aufzufüllen.

4.3 Wartungs- und Prüfbereiche, Prüfstellen von Überwachungsorganisationen

- (1) Wartungs- und Prüfbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche in Werkstätten, in denen Inspektions- oder Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Prüfbereiche sind auch Prüfstellen von Überwachungsorganisationen. Die Standzeiten an den Arbeitsständen sind kurz. Zu den Wartungs- und Prüfbereichen zählen z. B. die Tank- und Waschhallen auf den Betriebshöfen der Verkehrsbetriebe, in denen Omnibusse betankt und gereinigt werden, Werkstattbereiche und Prüfstellen von Überwachungsorganisationen mit Rollenbrems- oder Rollenleistungsprüfständen, sofern diese nicht für Instandsetzungsarbeiten genutzt werden.
- (2) Prüfbereiche für AU-Messungen sind Arbeitsbereiche in Werkstätten und Überwachungsorganisationen, in denen Abgasuntersuchungen an Dieselmotoren entsprechend § 47a StVZO durchgeführt werden (siehe auch Anlage 4 Nummer 7 „Abgasuntersuchungen“ dieser TRGS).
- (3) Wartungs- und Prüfbereiche sind mit technischer Raumlüftung auszurüsten. Arbeitsgruben und Unterfluranlagen müssen Ansaugöffnungen an den tiefsten Stellen aufweisen.
- (4) In Wartungsbereichen müssen an den Arbeitsständen Ansaugöffnungen in unmittelbarer Nähe der üblichen Abgasaustrittsstellen der Fahrzeuge vorhanden sein. Die Ansaugöffnungen können im Boden oder oberhalb des Arbeitsstandes mittels Absaugschlauch angebracht sein.
- (5) Dieselmotoren von Fahrzeugen, Flurförderzeugen, Maschinen oder Geräten dürfen nur zum Ein- und Ausfahren betrieben werden. Bei den Fahrten zum Arbeitsstand und zur Ausfahrt müssen die Abgase von allen den Wartungs-/Prüfbereich durchfahrenden Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Maschinen oder Geräte durch mitgeschleppte Abgasabsaugungen erfasst werden oder es sind DPF zu verwenden.

- (6) Absatz 2 gilt nicht für Arbeitsbereiche zum Waschen von Fahrzeugen, Flurförderzeugen, Maschinen oder Geräten, wenn diese Arbeitsbereiche baulich vollständig von anderen Arbeitsbereichen abgetrennt sind.
- (7) Werden im Wartungsbereich Arbeiten bei laufendem Dieselmotor durchgeführt, so ist eine Abgasabsaugung zu benutzen.
- (8) Die Prüfung der Kompressorleistung der Fahrzeugmotoren soll vor Einfahrt in die Halle durchgeführt werden.
- (9) Bei der Benutzung von Rollenleistungsprüfständen sind die Abgase durch Abgasabsaugungen aus dem Arbeitsbereich zu entfernen.
- (10) Bei der Benutzung von Rollenbremsprüfständen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen müssen die Abgase entweder durch Abgasabsaugungen erfasst werden oder es sind DPF zu verwenden.
- (11) Raumluftechnische Anlagen sind regelmäßig zu warten und mindestens einmal jährlich durch eine befähigte Person auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen. Das Ergebnis ist zu dokumentieren.

5 Abstellbereiche

- (1) Abstellbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche, die zum Abstellen von dieselgetriebenen Maschinen (z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge) vorgesehen sind. Dazu zählen z. B. Garagen, Lokschuppen oder Abstellhallen für Omnibusse, Müllfahrzeuge oder Feuerwehrfahrzeuge. In Abstellbereichen können z. B. auch Reinigungsarbeiten innerhalb von abgestellten Fahrzeugen durchgeführt werden.
- (2) In ganz oder teilweise geschlossenen Abstellbereichen, in denen mit Dieselmotoren angetriebene Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Maschinen oder Geräte abgestellt werden, sind die insbesondere beim Starten und Ausfahren entstehenden Dieselmotoremissionen so abzuführen, dass keine Personen durch sie gefährdet werden. Dazu sind Dieselmotoremissionen grundsätzlich am Abgasaustritt zu erfassen. Anforderungen an die Ausführung von Abgasabsauganlagen sind in Nummer 4.2.5. dieser TRGS enthalten.
- (3) Eine Gefährdung von Personen ist nicht anzunehmen, wenn Fahrzeuge unmittelbar nach dem Starten ausfahren und sich im Abstellbereich keine weiteren Personen aufhalten. Nach der Ausfahrt muss der Abstellbereich ausreichend gelüftet werden können. Auf eine ausreichende Nachlaufzeit raumluftechnischer Anlagen ist zu achten.
- (4) Bei freier Lüftung sind an jeweils entgegen gesetzten Gebäudeseiten automatisch öffnende Lüftungsöffnungen vorzusehen.
- (5) In ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen, in denen der Einsatz von dieselgetriebenen Fahrzeugen, Flurförderzeugen, Maschinen oder Geräten unzulässig ist, dürfen diese auch nicht abgestellt werden. Hierdurch soll verhindert werden, dass betriebskalte Dieselmotoren beim Start und Verlassen dieser Arbeitsbereiche zum Arbeitsbeginn dort erhebliche Dieselmotoremissionen hinterlassen.

6 Fahrerinnen mit Anlagen zur Versorgung mit gefilterter Atemluft

- (1) In ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen, in denen
1. mit Dieselmotoren betriebene Maschinen (z.B. Geräte, Aggregate, Flurförderzeuge, Fahrzeuge) eingesetzt werden und
 2. außer dem Arbeitsplatz für den Fahrer bzw. Maschinenführer selbst kein weiterer Arbeitsplatz vorhanden ist,

kann auf eine Ausrüstung der Maschine mit Dieselpartikelfilter oder eine Abführung der Dieselmotoremissionen aus dem Arbeitsbereich mit Abgasabsaugungen bzw. durch technische Raumlüftung mit Ansaugöffnungen in unmittelbarer Nähe der üblichen Abgasaustrittsstellen verzichtet werden, wenn eine von der belasteten Umgebung räumlich getrennte Kabine für den Fahrer bzw. Maschinenführer vorhanden ist, die mit einer Anlage zur Versorgung mit gefilterter Atemluft (Fahrerkabine mit Frischluftversorgung) ausgerüstet ist.

(2) Die in die Fahrerkabine zugeführte Frischluft muss gesundheitlich zuträglich sein entsprechend den Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung für die Lüftung von Arbeitsräumen. Dabei sind auch Belastungen durch andere Gefahrstoffe und durch Sauerstoffmangel zu berücksichtigen.

(3) Schwebstofffilter in der Frischluftanlage müssen mindestens die Anforderungen der Filtergruppe HEPA, Filterklasse H 13 (siehe DIN EN 1822 in der jeweils gültigen Fassung ¹⁴) erfüllen.

(4) Die Gebläse der Frischluftanlage sind auf der Reinluftseite anzuordnen und so auszulegen, dass in die Fahrerkabine ein Mindestvolumenstrom an gefilterter Atemluft von 20 m³ pro Person und Stunde zugeführt wird.

(5) In der Fahrerkabine muss durch die Frischluftversorgungsanlage ein Mindestüberdruck von 100 Pa aufrechterhalten werden. Der Überdruck in der Fahrerkabine ist mit einem Überdruckmanometer mit Warneinrichtung für den Mindestüberdruck zu überwachen. Beim Ansprechen der Warneinrichtung ist der Arbeitsbereich mit der Maschine zu verlassen.

(6) Die Speicherfähigkeit der Filter in der Frischluftanlage ist mit Warneinrichtungen zu überwachen. Beim Ansprechen der Warneinrichtungen ist der Arbeitsbereich mit der Maschine zu verlassen.

(7) Die Fahrerkabine mit Frischluftanlage ist mindestens vierteljährlich durch eine befähigte Person auf Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Die Prüfung ist schriftlich zu dokumentieren. Die Dokumentation ist mindestens zwei Jahre aufzubewahren und an der Betriebsstelle vorzuhalten. Eine Instandhaltung darf nur durch fachkundiges Personal erfolgen.

(8) In der Betriebsanweisung für den jeweiligen Arbeitsplatz (siehe Anlage 2 dieser TRGS) ist festzulegen, ob und welche Atemschutzgeräte beim Verlassen der Fahrerkabine mit Frischluftversorgung und bei Erste-Hilfe-Leistungen zu benutzen sind. Diese Atemschutzgeräte sind vom Arbeitgeber am Zugang zum Arbeitsbereich und in der Fahrerkabine in ausreichender Anzahl betriebsfähig bereitzuhalten. Auf Nummer 4.4 dieser TRGS wird verwiesen.

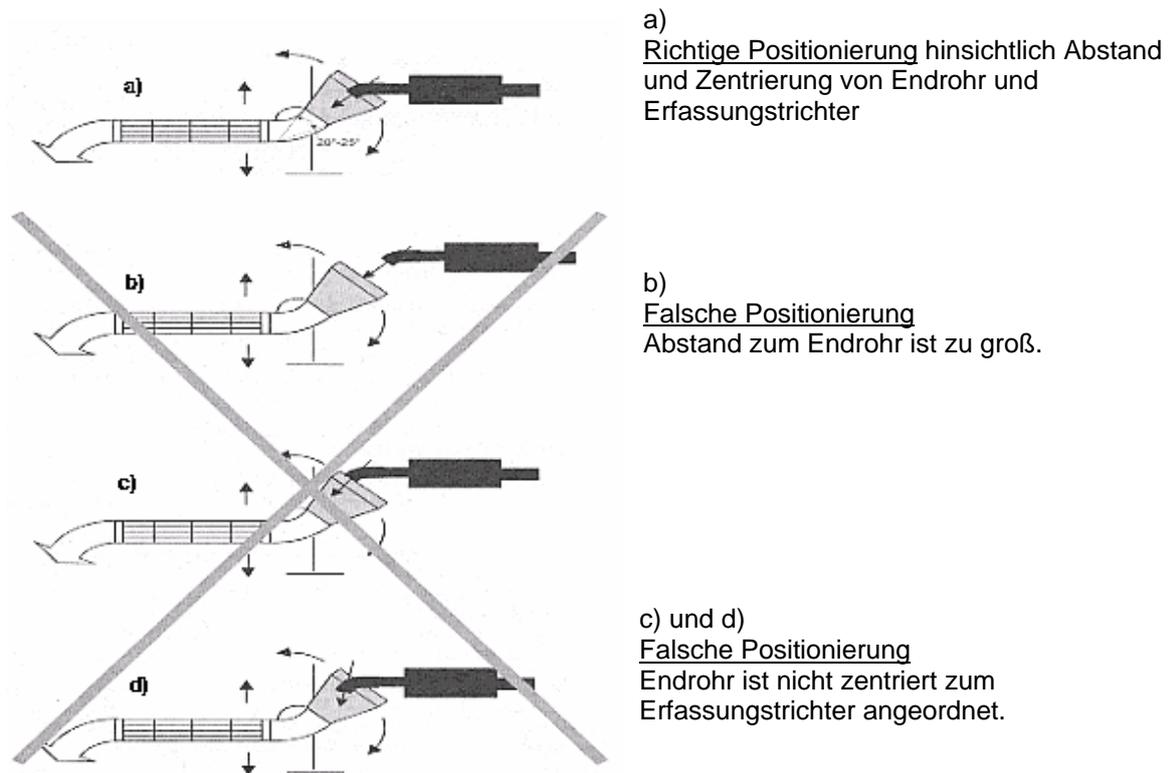
14 Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH, Berlin, www.beuth.de

7 Abgasuntersuchungen (AU)¹⁵

(1) Die Abgase der Dieselmotoren sind bei AU vollständig am Auspuff zu erfassen und aus dem Arbeitsbereich zu entfernen. Das Erfassungselement muss der Auspuffanlage angemessen sein. Der Erfassungstrichter ist so zum Endrohr des Auspuffs anzuordnen, dass die Abgase möglichst geradlinig in die Ansaugöffnung hineinströmen. Das Endrohr ist zentriert im Erfassungstrichter anzuordnen, wobei es möglichst weit in diesen eintauchen sollte. Um den Fremdluftanteil gering zu halten, sollte der Öffnungswinkel des Trichters 20° bis 25 ° betragen. Auf die im Bild 1 dargestellten Positionierungsbeispiele wird verwiesen.

¹⁵ siehe auch: BG/BIA Empfehlung 1024, Ausgabe 03/00 „Abgasuntersuchungen“

Bild 1: Positionierung des Erfassungstrichters



(2) Es dürfen am Prüfplatz nur die Fahrzeuge mit Dieselmotor geprüft werden, für die der Volumenstrom der vorhandenen Abgasabsaugung ausreichend ist. Für die Berechnung des Volumenstromes ist die folgende Gleichung zu verwenden:

$$V = V_H \cdot n \cdot 0,0363 \cdot S$$

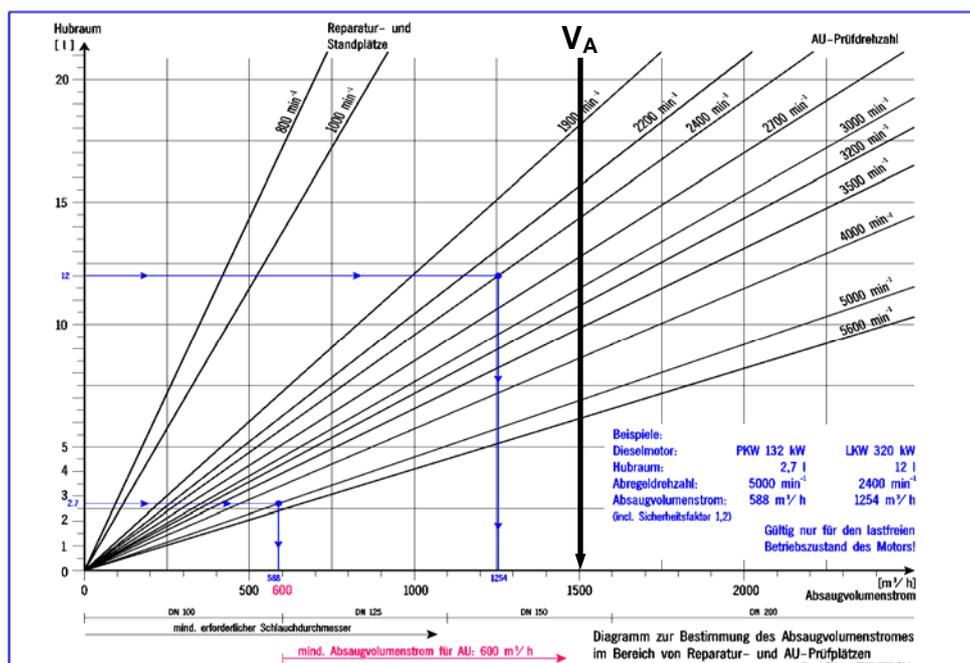
V	erforderlicher Absaugvolumenstrom [m ³ /h]
V _H	Hubraum des zu prüfenden Fahrzeugs [l]
n	Abregeldrehzahl des zu prüfenden Fahrzeugs [min ⁻¹]
S	Sicherheitsfaktor für Nebenluft, S = 1,2
0,0363	physikalischer Umrechnungsfaktor

Der erforderliche Absaugvolumenstrom kann auch, abhängig von Hubraum und Abregeldrehzahl des Motors, dem Diagramm (Anlage) entnommen werden. Mindestens ist aber ein Abgasabsaugvolumenstrom V_A von 600 m³/h für Pkw und Transporter und von 1200 m³/h für Lkw zu gewährleisten.

(3) Der Beschäftigte, der AU durchführt, ist nach § 14 GefStoffV am Prüfplatz zu unterweisen, wobei insbesondere auf die richtige Positionierung des Erfassungstrichters, auf den Abgasvolumenstrom des Motors und den erforderlichen Mindest-Absaugvolumenstrom einzugehen ist.

(4) Die Abgasabsaugung am AU-Prüfplatz ist regelmäßig instand zu halten. Im Rahmen der Instandhaltung ist mindestens einmal jährlich eine Prüfung der Wirksamkeit der Absauganlage durch eine befähigte Person vorzunehmen und zu dokumentieren. Prüfgröße ist die Strömungsgeschwindigkeit. Die Wirksamkeitsprüfung ist bevorzugt mit einem Unterdruck-Messgerät und kalibriertem Messrohr vorzunehmen. Zur Messung ist das Erfassungselement abzunehmen. Wird bei der Prüfung der Mindest-Absaugvolumenstrom gemäß Absatz 2 unterschritten, ist die Absauganlage instand zu setzen. Der im Rahmen der regelmäßigen Prüfung gemessene Volumenstrom der Absauganlage V_A wird im Diagramm gekennzeichnet und legt den maximalen Hubraum der zu prüfenden Fahrzeuge fest (s. Bild 2).

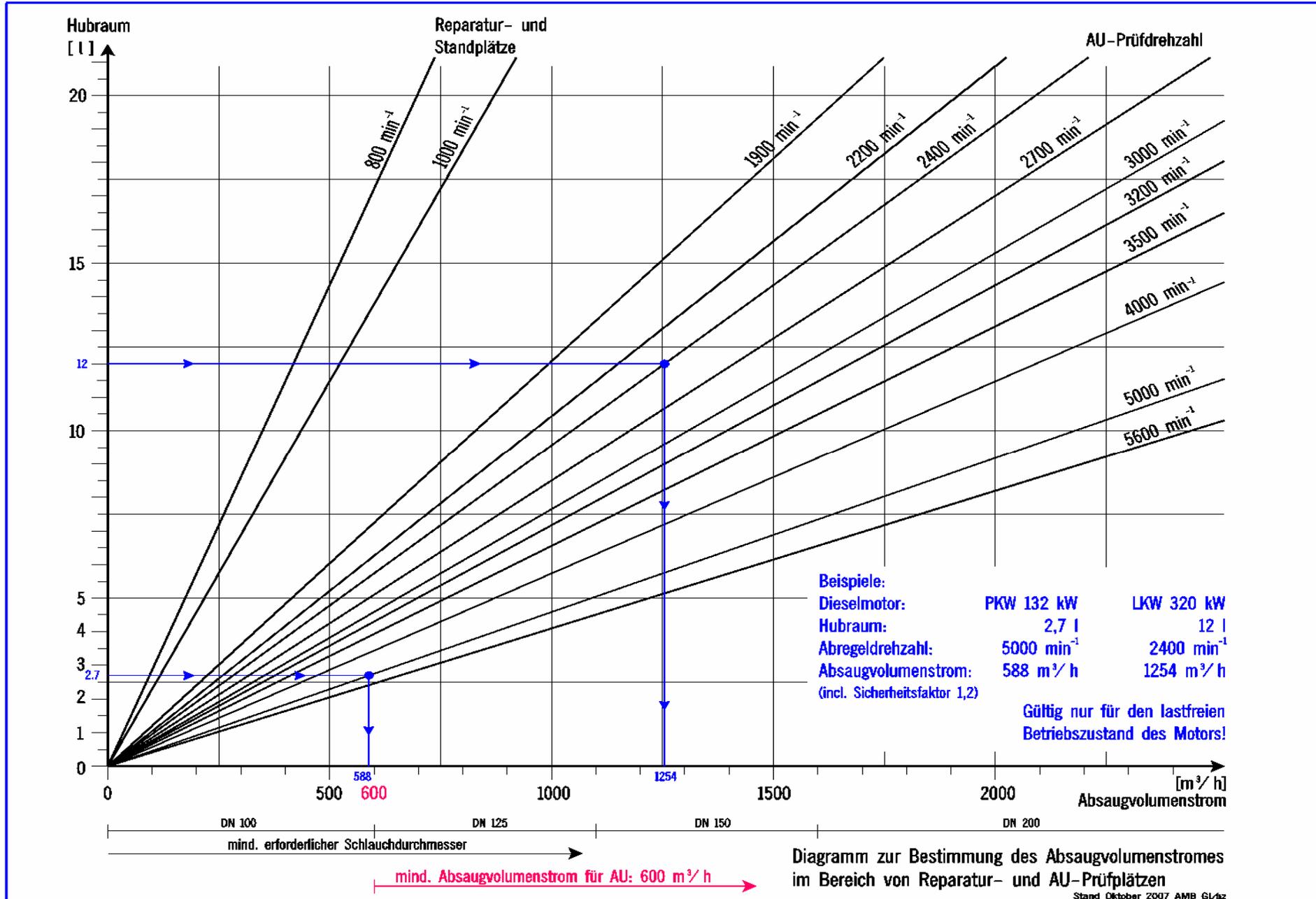
Bild 2: Diagramm zur Bestimmung des erforderlichen Absaugvolumenstromes (siehe Bild 3) mit gekennzeichnetem Absaugvolumenstrom (hier z.B.: $V_A = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$)



(5) Die aus der Messkammer des AU-Messgerätes austretenden Abgase sind vollständig zu erfassen und aus dem Arbeitsbereich zu entfernen. Dies kann z. B. erreicht werden, indem am Austritt der Messkammer ein Schlauch angeschlossen wird, der

1. in den Erfassungstrichter der Abgasabsaugung am Auspuff oder
 2. direkt ins Freie
- geführt wird.

Bild 3: Diagramm zur Bestimmung des Abgasvolumenstromes



Anlage 5 zu TRGS 554

DME-Konzentrationen – Messergebnisse für Arbeitsbereiche

1 Allgemeines

(1) Im Folgenden werden für bestimmte Arbeitsbereiche typische Expositionskonzentrationen für Dieselmotoremissionen (bestimmt als elementarer Kohlenstoff - EC, siehe Nummer 3.4 dieser TRGS) angegeben.

(2) Bereits im Jahr 2002 wurde von Mattenklott et al. [1] nach Auswertung der umfangreichen Datenbestände der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung die Expositionssituation bis einschließlich 2000 veröffentlicht. Sie geben damals typische Expositionskonzentrationen wieder (siehe Tabelle 1, Spalten 1994-2000); Angaben zu den dabei jeweils realisierten Schutzstandards werden nicht gemacht, so dass keine Aussage möglich ist, ob der Stand der Technik gemäß § 3 Abs. 10 GefStoffV erfüllt war.

(3) Für den Bereich des untertägigen Nichtsteinkohlebergbaus steht daneben eine weitere umfangreiche Publikation zur Verfügung [2]. Die dort angegebenen Daten erfüllen dieselben Qualitätsanforderungen wie diejenigen von Mattenklott et al.

(4) Für den Bereich Gleislosfahrzeuge unter Tage liegt damit eine gesonderte Auswertung aus zwei Kalibergwerken vor, die nach Angabe in der Publikation den Stand der Technik für 2001-2007 repräsentiert.

(5) In den Spalten 2001-2007 werden repräsentative Messergebnisse unter vergleichbaren Bedingungen wie in der Arbeit von Mattenklott et al. wiedergegeben. Es sind zur besseren Vergleichbarkeit die 90-Perzentile für die jeweiligen Arbeitsbereiche angegeben, d. h., der Wert stellt dasjenige Messergebnis dar, oberhalb dessen zehn Prozent der erhaltenen Messergebnisse liegen. Ausnahmslos handelt es sich um Schichtmittelwerte, für die die Qualitätskriterien der TRGS 402 gelten. Weiterhin sind für die neueren Daten auch die 95-Perzentile angegeben. Wie in der Veröffentlichung von Mattenklott et al. beschrieben, sind sowohl personenbezogene als auch stationäre Probenahmegeräte zum Einsatz gekommen.

(6) In Arbeitsbereichen, in denen alle vorhandenen Dieselmotoren mit DPF gemäß dieser TRGS ausgerüstet sind und für die Querempfindlichkeiten oder Störungen aus anderen Arbeitsbereichen oder aus der Umwelt ausgeschlossen werden können, werden im Übrigen nur noch Messergebnisse im Bereich der Nachweisgrenze des Messverfahrens erhalten ($< 0,014 \text{ mg/m}^3 \text{ EC}$ für eine zweistündige stationäre Probenahme).

2 Daten

Tabelle 1: Messergebnisse für ausgewählte Arbeitsbereiche 1994-2000 und 2001 bis 2007

Arbeitsbereich	1994-2000 [1]		2001-2007 [2]		
	Anzahl Messdaten	EC 90% Wert [mg/m ³]	Anzahl Messdaten	EC 90% Wert [mg/m ³]	EC 95% Wert [mg/m ³]
Lagern, Lagerarbeiten	457	0,086	380	0,056	0,091
Innerbetrieblicher Transport	203	0,088	75	0,066	0,080
Flurförderzeuge	506	0,076	126	0,081	0,100
Reparatur und Wartung	204	0,058	125	0,049	0,069
Prüfstand *)	315	0,055	---	---	---
Durchlauf-Wartung	266	0,100	123	0,066	0,079
Gleislosfahrzeuge unter Tage (Nichtkohlebergbau)	698	0,226	546 (1995-2003)	–	0,24
Bauarbeiten unter Tage (konventioneller Vortrieb)	43 (1997-2000)	0,406	63 (2002-2006)	0,25	0,37

*) Von Prüfständen liegen für den Zeitraum 2001–2007 nicht genügend aussagekräftige Messergebnisse vor.

Literatur:

- [1] M. Mattenklott et al. „Dieselmotoremissionen am Arbeitsplatz“ Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft (2002) 62, S. 13–23
- [2] D. Dahmann, C. Monz und H. Sönksen, „Exposure Assessment in German Potash Mining“ Int Arch Occup Environ Health (2007) 81, S. 95–107