

Technische Regeln für Gefahrstoffe	Dieselmotoremissionen (DME)	TRGS 554
--	--------------------------------	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen, hygienischen sowie arbeitswissenschaftlichen Anforderungen an Gefahrstoffe hinsichtlich Inverkehrbringen und Umgang wieder. Sie werden vom

Ausschuß für Gefahrstoffe (AGS)

aufgestellt und vom ihm der Entwicklung entsprechend angepaßt.

Die TRGS werden vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt (BArbBl) und vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Bundesgesundheitsblatt bekanntgegeben.

Diese TRGS enthält besondere Schutzmaßnahmen für Arbeitsbereiche, in denen Dieselmotoremissionen (DME) auftreten können.

Hinsichtlich des Anwendungsbereiches der Umgangsvorschriften der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) sowie allgemein geltender Begriffsbestimmungen wird auf § 2 und § 3 der Gefahrstoffverordnung hingewiesen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen und Erläuterungen
- 3 Gefahrstoff Dieselmotoremissionen
- 4 Schutzmaßnahmen
- 5 DME-Belastungssituation in Arbeitsbereichen

1 Anwendungsbereich

(1) Diese Technische Regel gilt für Arbeitsbereiche, in denen Dieselmotoremissionen in der Luft am Arbeitsplatz auftreten können.

(2) Hinsichtlich der Anwendung von Teilen dieser TRGS in Betrieben des untertägigen Bergbaus wird auf § 54 Abs. 10 GefStoffV hingewiesen. Danach gelten die Vorschriften des 6. Abschnittes GefStoffV (Zusätzliche Umgangsbestimmungen für krebs-erzeugende Gefahrstoffe) für Dieselmotoremissionen bis zum 1. Januar 2000 nicht für Betriebe des untertägigen Bergbaus.

(3) Diese Technische Regel ist auch anzuwenden, wenn alternative Kraftstoffe für Dieselmotoren, wie z.B. Rapsöl oder Rapsölmethylester (RME), verwendet werden.

2 Begriffsbestimmungen und Erläuterungen

(1) Dieselmotoremissionen (DME) stellen ein außerordentlich komplexes Substanzgemisch dar, das überwiegend aus gasförmigen, aber auch aus partikelförmigen Anteilen besteht. 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.) noch komplexer. Aufgrund der bisher gewonnenen Erkenntnisse ist für die kanzerogene Wirkung von Dieselmotoremissionen der Partikelanteil von entscheidender Bedeutung. Daneben können gasförmige Bestandteile, wie z.B. Formaldehyd, Stickoxide, Kohlenmonoxid auftreten. Als Dieselmotoremissionen (DME) im Sinne dieser TRGS gilt nur der elementare Kohlenstoff aus dem Partikelanteil des gesamten Abgasgemisches eines Dieselmotors, der sich bei Anwendung des anerkannten Analysenverfahrens 2 nach ZH 1/120.44 [1] ergibt (Ausnahme siehe Abschnitt 3.2 Absatz 2).

(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, Verkehrstunnel.

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

(5) 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 31 051 "Instandhaltung, Begriffe und Maßnahmen" wird verwiesen [2].

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

(7) Wartungsbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche in Werkstätten, in denen Inspektions- oder Wartungsarbeiten durchgeführt werden. Die Standzeiten an den Arbeitsständen sind kurz. Zu den Wartungsbereichen zählen z.B. die Tank- und Waschhallen auf den Betriebshöfen der Verkehrsbetriebe, in denen Omnibusse betankt und gereinigt werden, Werkstattbereiche mit Rollenbrems- oder Rollenleistungsprüfständen, sofern diese nicht für Instandsetzungsarbeiten genutzt werden.

(8) Prüfbereiche für AU-Messungen im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche in Werkstätten, in denen Abgasuntersuchungen an Dieselmotoren entsprechend § 47a StVZO durchgeführt werden.

(9) Abstellbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche, die zum Abstellen von dieselgetriebenen Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge, usw., 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.

(10) Untertägige Arbeitsbereiche im Sinne dieser TRGS sind Arbeitsbereiche im Nichtkohlebergbau unter Tage und bei Bauarbeiten unter Tage.

(11) Nichtkohlebergbau unter Tage im Sinne dieser TRGS sind Tätigkeiten gemäß § 2 Bundesberggesetz unter Tage mit Ausnahme des Kohlebergbaus.

(12) 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 fertiggestellten Tunnelbauten zur Errichtung oder Instandhaltung technischer Einrichtungen, wie z.B. Signalanlagen, Bahnsteigeinbauten, Stromversorgungs- und Lüftungsanlagen.

(13) Der obere 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.

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

(15) Die Schwärzungszahl im Sinne dieser TRGS ist ein Maß für die Schwarzauchmission eines Dieselmotors, gemessen mit einem auf Filterbasis arbeitenden Meßgerät; hierzu wird auf die als Entwürfe vorhandenen Teile der Norm zur Abgasmessung prEN 28178 [2] verwiesen. 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 geschwärzten Filters im Vergleich mit einem sauberen Filter bestimmt und als Schwärzungszahl ausgedrückt.

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

(17) Referenzwerte im Sinne dieser TRGS sind Werte für die Schwärzungszahl bzw. den Trübungswert und den CO-Gehalt im emittierten Abgas eines Dieselmotors, die bei Abgasuntersuchungen im Rahmen des Wartungskonzeptes zur Beurteilung des Motorzustandes herangezogen werden. Referenzwerte sind z.B. die Meßwerte, die bei der Inbetriebnahme nach der Herstellung oder nach einem Umbau mit Einfluß auf die Abgasemission des mit Dieselmotor ausgerüsteten Fahrzeugs, Flurförderzeugs, Maschine oder Gerätes ermittelt wurden. Angaben der Fahrzeughersteller über maximal zulässige Trübungswerte bei der verkehrsrechtlichen Abgasuntersuchung nach § 47a StVZO eignen sich nicht als Referenzwerte für das Wartungskonzept.

(18) Das Dieselpartikelfilter im Sinne dieser TRGS filtert 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.

(19) Die Abscheiderate eines Partikelfiltersystems im Sinne dieser TRGS wird durch einen Vergleich der gravimetrisch bestimmten Partikelemission des Motors mit normaler Abgasanlage ohne Partikelfilter bzw. mit Abgasanlage und Partikelfiltersystem in einem dem üblichen Betrieb entsprechenden Testzyklus ermittelt. Basis hierfür können z.B. die Testzyklen nach ISO 8178 [2] oder der UBA-Testzyklus [3] aus dem Rußfilter-Großversuch sein. Die Bestimmung der Partikelemission mit Partikelfiltersystem erfolgt

durch ständige Wiederholung des Testzyklusses als Mittelwertbildung über mehrere Beladungszyklen und - sofern eine interne Regenerationseinrichtung vorhanden ist - einschließlich der Regenerationsphasen. Irreguläre spontane Regenerationen sollen dabei nicht auftreten. Regenerationsemissionen, die nicht in den Arbeitsbereich emittiert werden, bleiben bei der Bestimmung der Abscheiderate unberücksichtigt. Die Abscheiderate eines Partikelfiltersystems ist von der Qualität der Partikel, der Quantität der Rohemission und damit auch vom Testzyklus abhängig. Die Abscheideraten verschiedener Partikelfiltersysteme an unterschiedlichen Kfz-Motoren in den Meß- und Beladezyklen des Umweltbundesamtes [3] mit durchschnittlich 41 % Last liegen zwischen 70 % und 92 %. In Testzyklen mit niedrigerer Last und bei Partikelemissionen mit hohem löslichen Anteil ist mit erheblich niedrigeren Abscheideraten zu rechnen.

(20) Interne Regenerationseinrichtung im Sinne dieser TRGS ist eine Regenerationseinrichtung für Dieselpartikelfilter, die mit dem Filter selbst eine Baueinheit bildet.

(21) Automatische interne Regenerationseinrichtung im Sinne dieser TRGS ist eine interne Regenerationseinrichtung für Dieselpartikelfilter, bei der die Regeneration des Filters selbsttätig durch eine Regeleinrichtung nach Überschreiten des vom Hersteller festgelegten Grenzwertes für den Filterwiderstand ausgelöst wird.

(22) Externe Regenerationseinrichtung im Sinne dieser TRGS ist eine Regenerationseinrichtung für Dieselpartikelfilter, die baulich vom Filter selbst getrennt ist. Zur Regeneration wird entweder das zu regenerierende Filter aus dem Abgassystem des Motors herausgenommen und an eine arbeitsmaschinenexterne Regenerationseinrichtung angeschlossen oder eine arbeitsmaschinenexterne Regenerationseinrichtung wird nur für den Zeitraum der Regeneration mit dem im Abgassystem verbleibenden Filter verbunden.

3 Gefahrstoff Dieselmotoremissionen

3.1 Einstufung und Kennzeichnung

(1) Dieselmotoremissionen sind nach § 35 Abs. 4 Nr. 4 GefStoffV krebserzeugende Gefahrstoffe und in Kategorie K 2 nach TRGS 905 eingestuft.

(2) Dieselmotoremissionen werden nicht hergestellt; sie fallen als Reaktionsprodukt beim Betrieb von Dieselmotoren an und können dabei im Arbeitsbereich freigesetzt werden.

(3) Eine Kennzeichnungspflicht für Dieselmotoremissionen besteht nicht.

3.2 TRK-Wert für Dieselmotoremissionen ^{*)}

I

(1) In Arbeitsbereichen gilt ein TRK-Wert von $0,1 \text{ mg/m}^3$. Im Nichtkohlebergbau unter Tage sowie bei Bauarbeiten unter Tage gilt abweichend ein TRK-Wert von $0,3 \text{ mg/m}^3$. Der TRK-Wert ist zu ermitteln durch coulometrische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes im Feinstaub (Verfahren 2 nach ZH 1/120.44).

(2) Bei Bestimmung der Konzentration an elementarem Kohlenstoff wird im Analysenverfahren immer auch der organisch gebundene Kohlenstoff mitbestimmt (anerkanntes Analysenverfahren 2 nach ZH 1/120.44). Wird in der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß der Anteil des elementaren Kohlenstoffes am Gesamtkohlenstoff (elementarer Kohlenstoff und organisch gebundener Kohlenstoff) weniger als 50 % beträgt oder eine große Schwankungsbreite aufweist, ist in diesen Arbeitsbereichen der TRK-Wert auf der Basis von Gesamtkohlenstoff anzuwenden in Höhe von $0,15 \text{ mg/m}^3$ ^{**)}. Eine derartige Situation kann in Arbeitsbereichen auftreten, wenn

- dort fremde Quellen für organisch gebundenen Kohlenstoff vorhanden sind, wie z.B. Ottomotoren in der Warmlaufphase, oder
- betriebsbedingt die Dieselmotoren in verschiedenen, stark unterschiedlichen Lastzuständen betrieben werden.

3.3 Auslöseschwelle

(1) Auslöseschwelle ist der TRK-Wert von $0,1 \text{ mg/m}^3$.

(2) Abweichend von Abs. 1 beträgt in den Arbeitsbereichen, in denen der TRK-Wert gemäß Abschnitt 3.2 Abs. 2 auf der Basis von Gesamtkohlenstoff angewendet wird, die Auslöseschwelle $0,15 \text{ mg/m}^3$, ermittelt auf der Basis von Gesamtkohlenstoff.

^{*)} Aufgrund der Querempfindlichkeit des anerkannten Meßverfahrens können für den Bereich des Kohlebergbaus gegenwärtig weder Expositions-Konzentrationen [4] und der Stand der Technik festgestellt noch ein TRK-Wert aufgestellt werden. Weitere Arbeitsbereiche, in denen Querempfindlichkeiten 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 Abschnitt 4 empfohlenen technischen Maßnahmen zur Reduzierung von Dieselmotoremissionen durchgeführt werden.

^{**)} siehe hierzu TRGS 901, Teil II, Nr. 27

4 Schutzmaßnahmen

4.1 Allgemeine Schutzmaßnahmen

4.1.1 Rangfolge der Maßnahmen

Das Arbeitsverfahren ist so zu gestalten, daß Dieselmotoremissionen 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 Dieselmotoremissionen zu treffen. Hierzu gehört z.B. der Einsatz schadstoffarmer Dieselmotoren und weitgehend schwefelfreier Kraftstoffe, die regelmäßige Wartung und, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist, der Einsatz von Partikelfiltern. Weitere Expositionsminderungen können durch die Absaugung der Dieselmotoremissionen direkt an der Entstehungsstelle und ferner durch Lüftungstechnische Maßnahmen erreicht werden.

4.1.2 Einsatzbeschränkungen

Der Einsatz von dieselgetriebenen Fahrzeugen oder Flurförderzeugen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen kann von der zuständigen Behörde unter Berücksichtigung der erforderlichen Motorleistung oder Tragfähigkeit beschränkt werden, wenn dieselbe Aufgabe auch durch schadstofffreie Antriebstechniken, z.B. durch Elektroantrieb, erfüllt werden kann und dadurch keine unverhältnismäßige Härte entstehen würde. Solche Einsatzbeschränkungen können u.a. in folgenden Fällen gegeben sein:

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

4.1.3 Minderung der Dieselmotoremissionen

Maßnahmen zur Minderung der Dieselmotoremissionen sind z.B.:

- Verwendung schadstoffarmer Dieselmotoren,
- Verwendung weitgehend schwefelarmer Dieseldieselkraftstoffe mit einem Schwefelgehalt < 0,05 %,

- regelmäßige Wartung aller betrieblichen dieselgetriebenen Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., nach dem Wartungskonzept, siehe Nummer 4.2.4 und Nummer 4.7.2,
- Verwendung von Dieselpartikelfiltern,
- Verwendung aufsteckbarer mobiler Dieselpartikelfilter für Straßenfahrzeuge.

4.1.4 Minderung der Dieselmotor-Immissionen

Maßnahmen zur Minderung der Immissionen durch Dieselmotoremissionen sind z.B.:

- Ableitung der Dieselmotoremissionen ins Freie durch fest angeschlossene Abgasleitungen,
- Erfassung der Dieselmotoremissionen durch Absaugung an der Austrittsstelle aus dem Auspuff und Ableitung ins Freie,
- Lüftungstechnische Maßnahmen,
- räumliche Trennung unterschiedlich belasteter Bereiche,
- gezielte betriebliche Verkehrsführung.

4.1.5 Gefahrstoffverzeichnis

(1) Im Gefahrstoffverzeichnis nach § 16 Abs. 3a GefStoffV sind ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche aufzunehmen, in denen Dieselmotoremissionen auftreten. Arbeitsbereiche im Freien mit Verwendung von Dieselmotoren brauchen nicht aufgeführt zu werden.

(2) Als Mengenangabe im Gefahrstoffverzeichnis sind abhängig von den betrieblichen Gegebenheiten z.B. folgende Werte geeignet:

- durchschnittlicher täglicher Verbrauch an Dieselkraftstoff,
- durchschnittliche Anzahl, Motorleistung und Einsatzzeit der dieselgetriebenen Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw.,
- ggf. vorliegende Ermittlungsergebnisse der Konzentration an Dieselmotoremissionen (DME).

4.1.6 Anzeigepflicht

(1) Der zuständigen Behörde ist unverzüglich, spätestens 14 Tage vor Beginn, die Verwendung dieselgetriebener Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen mit Freisetzung von Dieselmotoremissionen im Arbeitsbereich anzuzeigen.

(2) Die Anzeige ist grundsätzlich von dem Arbeitgeber zu erstatten, der Betreiber des Arbeitsbereiches ist. Die Anzeige ist vom Betreiber der dieselgetriebenen Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., zu erstatten, wenn diese zu Bauarbeiten oder im Inneren von Containern, LKW-Laderäumen, Eisenbahnwagons, Schiffsräumen oder Flugzeugen eingesetzt werden.

(3) Die Anzeige muß insbesondere folgende Angaben enthalten ^{*)}:

1. Anschrift der Arbeitsstätte mit dem ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereich und zusätzlich Name und Anschrift (Betriebssitz) des Betreibers der Maschinen,
2. verwendete dieselgetriebene Maschinen und die damit durchzuführenden Tätigkeiten,
3. die getroffenen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen (z.B. Rußfilter, Abgasabsaugung, Raumlüftung, Kabinenfilter Betriebsanweisung), Art und Qualität des verwendeten Kraftstoffes (z.B. Dieselmotorkraftstoff nach DIN EN 590 mit Schwefelgehalt < 0,001%) und, falls vorgesehen, Art und Qualität der zu verwendenden persönlichen Schutzausrüstungen (z.B. partikelfiltrierende Halbmaske FFP 2),
4. Ergebnis der Prüfung von alternativen Antriebsverfahren für die mit den dieselgetriebenen Maschinen durchzuführenden Tätigkeiten; zum zumutbaren Ersatz von dieselgetriebenen Flurförderzeugen siehe Nr. 4.7.1,
5. Zahl der Arbeitnehmer im Arbeitsbereich und, falls erforderlich, Zahl der jeweils nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 40 untersuchten Arbeitnehmer,
6. Meßergebnisse von Dieselmotoremissionen aus dem Arbeitsbereich, soweit sie vorliegen.

(4) Bei wiederholt gleichartiger Verwendung von dieselgetriebenen Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., genügt eine zusammenfassende unternehmensbezogene Anzeige.

^{*)} Für die Form der Anzeige können branchenspezifische Lösungen verwendet werden; Beispiele dazu siehe Anhang 3.

(5) Die Betriebsvertretung ist über die Anzeige zu informieren. Eine Kopie der Anzeige ist dem zuständigen Träger der gesetzlichen Unfallversicherung auszuhändigen.

(6) Eine Anzeige ist z.B. nicht erforderlich

- beim Umgang mit Dieselmotoremissionen im Freien,
- beim Abstellen dieselgetriebener Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., in ganz oder teilweise geschlossenen Abstellbereichen, z.B. Garagen, wenn dort gleichzeitig keine Arbeitsplätze, z.B. für Reinigungsarbeiten, vorhanden sind, und der Abstellbereich nach dem Abstellen der Maschinen sofort verlassen wird,
- beim Betrieb von Verkehrsanlagen des öffentlichen Verkehrs, z.B. Verkehrstunnel, wenn in diesen Anlagen keine Arbeitsplätze vorhanden sind,
- beim Betrieb von Dieselmotoren in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen ohne Freisetzung von Dieselmotoremissionen in den Arbeitsbereich, z.B. beim Betrieb von stationären Dieselmotoren in Gebäuden,
- beim Einsatz von dieselgetriebenen Verkehrsmitteln im öffentlichen Verkehr.

4.2. Technische Schutzmaßnahmen

4.2.1 Ausrüstung der Dieselmotoren

(1) Dieselmotoren, die in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen und bei Bauarbeiten unter Tage eingesetzt werden, müssen mit Dieselpartikelfiltern ausgerüstet sein, soweit es nach dem Stand der Technik möglich ist.

(2) Absatz 1 gilt nicht für Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., die überwiegend im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden, oder im Nichtkohlebergbau unter Tage, deren Motorbauart für den Einsatz unter Tage nach Bergrecht zugelassen ist.

4.2.2 Dieselpartikelfilter

(1) Dieselpartikelfiltersysteme^{*)} müssen eine Abscheiderate von mindestens 70 %, bezogen auf den UBA-Meß- und Beladungszyklus, aufweisen.

^{*)} Zum Partikelfiltersystem gehören auch interne Regenerationseinrichtungen, deren Wirkung bei der Ermittlung der Abscheiderate des Systems zu berücksichtigen ist, siehe auch Nr. 2 Abs. 19.

(2) Bei automatischen internen Regenerationseinrichtungen muß die Regeneration, zur Vermeidung zusätzlicher Belastungen von Räumen, durch eine Abschaltung (Werkstattschalter) unterbunden werden können.

4.2.3 Kraftstoff

(1) Dieselmotoren dürfen nur mit Kraftstoffen betrieben werden, die den Anforderungen der DIN EN 590 "Dieselkraftstoff, Mindestanforderungen und Prüfverfahren" [2] entsprechen.

(2) Anzustreben ist ein möglichst geringer Schwefelgehalt von weniger als 0,001 %.

(3) Die Verwendung von Alternativkraftstoffen, wie z.B. Rapsölmethylester (RME), die nicht alle Anforderungen der DIN EN 590 erfüllen, ist zulässig, wenn dadurch keine Erhöhung der Dieselmotoremissionen verursacht wird.

4.2.4 Wartungskonzept

(1) Die Abgasemission der vom Arbeitgeber regelmäßig in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen eingesetzten Dieselmotoren ist entsprechend den Festlegungen der Absätze 2 bis 5 zu überwachen. Dies gilt nicht

- für Fahrzeuge, die überwiegend im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden und deren Abgasemission regelmäßig in Abgasuntersuchungen nach § 47a StVZO untersucht wird,
- für Schienenfahrzeuge, die überwiegend im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden,

und

- für Maschinen, wie z. B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., die lediglich zum Abstellen in ganz oder teilweise geschlossene Abstellbereiche eingebracht werden.

(2) Die Minimierung der Dieselmotoremissionen erfordert eine optimale Instandhaltung der Dieselmotoren über ihre gesamte Betriebsdauer. Zur Beurteilung des Motorzustandes sind nach

- 800 Betriebsstunden oder
- spätestens jedoch alle 6 Monate

durch Messungen im unverdünnten Abgas des Dieselmotors in reproduzierbaren Betriebszuständen, z.B. oberer Leerlauf oder freie Beschleunigung, die Schwärzungszahl bzw. der Trübungswert und der CO-Gehalt durch einen Fachkundigen zu ermitteln. Bei den Messungen ist Kraftstoff derselben Art und Qualität wie beim Regelbetrieb des Dieselmotors im Arbeitsbereich zu verwenden.

(3) Sofern ein Dieselpartikelfilter fest eingebaut ist, ist die Schwärzungszahl bzw. der Trübungswert vor und hinter der Filteranlage zu bestimmen.

(4) Überschreiten die Meßwerte die Referenzwerte

- für die Schwärzungszahl um mehr als 1,0 bei Messung vor dem Dieselpartikelfilter bzw. 0,5 bei Messung nach Filter oder
- 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 und
- für den CO-Gehalt um mehr als 200 ppm

sind neben den üblichen Wartungsarbeiten nach Angaben des Motorherstellers weitere Prüfungen bzw. Einstellungen vorzunehmen, z.B.

- Ansaugsystem mit Luftfilter und zugehörigen Leitungen
- Ventilspiel
- Abgasgegendruck
- Dichtigkeit der Abgasanlage bei Ausrüstung mit Dieselpartikelfilter
- Kompressionsdruck
- Einspritzdüsen
- Förderbeginn der Einspritzpumpe
- Einspritzmenge der Einspritzpumpe

Hinsichtlich der Durchführung von Einstellarbeiten an der Einspritzpumpe wird auf Nummer 4.3.2, Abs. 5, verwiesen.

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

- Daten des Dieselmotors und der Maschine, z.B. Gerät, Aggregat, Fahrzeug, Flurförderzeug usw.,
- Meßdrehzahl

- Schwärzungszahl bzw. Trübungswert
- CO-Gehalt
- Betriebsstunden
- Datum der Abgasuntersuchung

Ein Beispiel für ein Untersuchungsprotokoll ist als Anhang 1 abgedruckt.

4.2.5 Abgasabsaugungen

(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 Arbeitnehmer 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 Dieselmotoremmissionen ablagern können.

4.3 Organisatorische Schutzmaßnahmen

4.3.1 Betriebsanweisung und Unterweisung

(1) Der Arbeitgeber hat eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen, in der auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen wird sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden; auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle ist hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form und in der Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekanntzumachen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe zu treffen.

Auf TRGS 555 wird verwiesen. Ein Beispiel für eine Betriebsanweisung für den Arbeitsbereich "Werkstatt" ist als Anhang 2 abgedruckt.

(2) Gefährliche Abfälle können z.B. sein:

- Ablagerungen aus Auspuff- und Absauganlagen,
- Schlämme aus Wasservorlagen,
- gebrauchte Dieselpartikelfilter.

(3) Arbeitnehmer, die beim Umgang mit Gefahrstoffen beschäftigt werden, müssen anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren sowie über die Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Gebärfähige Arbeitnehmerinnen sind zusätzlich über die für werdende Mütter möglichen Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen zu unterrichten. Die Unterweisungen müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren.

4.3.2 Betrieb von Dieselmotoren

(1) Das unnötige Laufenlassen von Dieselmotoren, das starke Beschleunigen der Dieselmotoren beim Anfahren und Vollgas beim Starten der Dieselmotoren 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 Dieselmotoremissionen im Arbeitsbereich wirksam reduziert werden durch geeignete Maßnahmen, wie z.B.

- Absaugung der Abgase der im Arbeitsbereich betriebenen Dieselmotoren unmittelbar am Auspuff

oder

- Verwendung von fest eingebauten oder aufgesteckten Dieselpartikelfiltern.

(3) Bei Dieselmotoren, deren Filteranlagen mit automatischen internen Regenerationseinrichtungen ausgerüstet sind, ist durch Betätigen der Abschaltung (Werkstattschalter) die Regeneration bei kurzzeitigem Aufenthalt in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen zu verhindern.

(4) Hat die Druckluftanlage des Fahrzeuges, des Flurförderzeuges, der Maschine oder des Gerätes mit Dieselmotor nicht den erforderlichen Betriebsdruck, darf in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen das Befüllen durch Betrieb des Dieselmotors nur vorgenommen werden, wenn die Dieselmotoremissionen durch Abgasabsau-

gung unmittelbar am Auspuff oder durch wirksame technische Raumlüftung aus dem Arbeitsbereich entfernt werden.

(5) Veränderungen an den Einstellungen der Einspritzpumpen von Dieselmotoren (z.B. Förderbeginn, blockierte Einspritzmenge) dürfen nur von Fachkundigen, die über die erforderlichen Einrichtungen verfügen, durchgeführt werden.

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 usw., und der dort beschäftigten Arbeitnehmer ist so gering wie möglich zu halten.

(2) Absatz 1 ist nicht anzuwenden, wenn Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Fahrzeuge, Flurförderzeuge usw., lediglich zum Abstellen in ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche eingebracht werden und dort gleichzeitig keine Arbeitsplätze, z.B. für Reinigungsarbeiten, vorhanden sind.

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

- durch Absaugen mit bauartgeprüften Staubsaugern der Verwendungskategorie C,
- durch Naßreinigung oder
- durch mechanische Bearbeitung unter gleichzeitigem Absaugen freiwerdender Stäube mit bauartgeprüften Staubsaugern der Verwendungskategorie C

entfernt werden. Hochdruckreinigungsgeräte dürfen dazu nicht eingesetzt werden.

4.4 Persönliche Schutzausrüstung

(1) Wird am Arbeitsplatz der TRK-Wert oder die Auslöseschwelle für Dieselmotoremissionen nicht unterschritten, hat der Arbeitgeber

- wirksame und hinsichtlich ihrer Trageigenschaften geeignete Atemschutzgeräte zur Verfügung zu stellen und diese in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten und
- dafür zu sorgen, daß die Arbeitnehmer nur so lange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist.

Die Arbeitnehmer müssen die zur Verfügung gestellten Atemschutzgeräte benutzen, wenn der TRK-Wert für Dieselmotoremissionen am Arbeitsplatz überschritten wird.

(2) Als Atemschutzgerät sind geeignet bei einer im Arbeitsbereich auftretenden Konzentration an Dieselmotoremissionen bis zu $2,0 \text{ mg/m}^3$:

- Halb-/Viertelmasken mit P2-Filter,
- partikelfiltrierende Halbmasken FFP 2,

oder

- Masken mit Gebläse und Partikelfilter TM 1 P.

Bei höheren Konzentrationen als $2,0 \text{ mg/m}^3$ sind die gleichen Geräte, jedoch mit einer höheren Schutzgruppe, z. B. P3, einzusetzen [5].

4.5 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

(1) Wird am Arbeitsplatz die Auslöseschwelle für Dieselmotoremissionen gemäß Nummer 3.3 überschritten, so dürfen Arbeitnehmer dort nur beschäftigt werden, wenn sie innerhalb der in Anhang VI GefStoffV genannten Fristen Vorsorgeuntersuchungen unterzogen worden sind.

(2) Die Erstuntersuchung muß vor Beginn der Beschäftigung vorgenommen werden. Sie darf nicht länger als 12 Wochen zurückliegen.

(3) Die Frist für die Nachuntersuchungen beginnt mit dem Zeitpunkt der Erstuntersuchung oder der letzten Nachuntersuchung. Sie beträgt in der Regel 5 Jahre.

(4) Vorsorgeuntersuchungen nach Absatz 1 erfolgen in Anlehnung an die Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, und zwar nach Grundsatz G 40.

(5) Auf die Vorschriften der Unfallverhütungsvorschrift "Arbeitsmedizinische Vorsorge" (VBG 100 bzw. GUV 0.6) [8], insbesondere über nachgehende Untersuchungen, wird verwiesen.

(6) Das Tragen von Atemschutzgeräten befreit nicht von der Verpflichtung zur Durchführung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen nach Absatz 1.

4.6 Arbeitszeitregelungen

Wird am Arbeitsplatz die Auslöseschwelle für Dieselmotoremissionen gemäß Nummer 3.3 überschritten, dürfen Arbeitnehmer an diesem Arbeitsplatz täglich nicht länger als 8 Stunden und wöchentlich nicht länger als 40 Stunden - bei Vierschichtbetrieben 42 Stunden pro Woche im Durchschnitt von vier aufeinanderfolgenden Wochen - beschäftigt werden.

4.7 Besondere Schutzmaßnahmen

In diesem Abschnitt werden für bestimmte Arbeitsbereiche Ergänzungen zu oder Abweichungen von den allgemeinen Schutzmaßnahmen nach Nummern 4.1 bis 4.6 festgelegt.

4.7.1 Flurförderzeuge

(1) Vor der Neuanschaffung von Flurförderzeugen ist vom Arbeitgeber zu prüfen, ob auf die Verwendung von dieselgetriebenen Flurförderzeugen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen verzichtet werden kann. Der Ersatz von dieselgetriebenen Flurförderzeugen kann dann zumutbar im Sinne von § 16 Abs. 2 Satz 2 GefStoffV sein, wenn:

- unter Berücksichtigung der Umschlagsleistung bei elektrischem Antrieb weniger als eine Batterieladung pro Schicht erforderlich wird, weil
 - a) eine Tragkraft von weniger als 5 t erforderlich wird,
 - b) Höhenunterschiede von mehr als 1 m mit dem Flurförderzeug nur selten zu überwinden sind,
 - c) durchschnittliche Wegstrecken von weniger als 80 m pro Transportvorgang zurückzulegen sind;

- kein über das normale Maß hinausgehender Verschleiß oder keine Gefährdung der Batterien zu befürchten ist, weil
 - a) keine langen Stillstandszeiten auftreten (z.B. bei Saisonbetrieb),
 - b) keine erheblichen Vibrationen auftreten,
 - c) keine außergewöhnliche Wärmeeinwirkung von außen auftritt (z.B. beim Einsatz in Warmbetrieben, wie z.B. Gießereien und Schmieden).

(2) Der Ersatz ist nicht zumutbar, wenn ein für den Außeneinsatz bestimmtes dieselgetriebenes Flurförderzeug nur gelegentlich und kurzzeitig in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen betrieben wird.

(3) Ist der Ersatz von dieselgetriebenen Flurförderzeugen nicht zumutbar, ist die Emission von DME durch technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik zu minimieren.

4.7.2 Untertägige Arbeitsbereiche

(1) Im Nichtkohlebergbau unter Tage ist jedem Grubenbau, in dem Dieselmotoren betrieben werden, mindestens die Gesamt-Frischwettermenge zuzuführen, die sich aus der Summe der Frischwettermengen ergibt, die für die einzelnen Motoren in der Zulassung nach Bergrecht festgesetzt worden ist.

(2) Bei Bauarbeiten unter Tage ist jeder Arbeitsstelle, an der Dieselmotoren eingesetzt werden, eine Frischluftmenge von 4,0 m³/min je eingesetztem kW zuzuführen. 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) Im Nichtkohlebergbau unter Tage sind die mit Dieselmotoremissionen belasteten Wetter auf möglichst kurzem Weg in den Abwetterstrom bzw. in nicht ständig belegte Bereiche abzuleiten.

(4) In untertägigen Werkstätten sind Arbeitsstände, an denen regelmäßig Arbeiten bei laufendem Dieselmotor durchgeführt werden, mit Abgasabsaugpumpen auszurüsten.

(5) Abweichend von Nummer 4.2.4, Abs. 2, sind die Wartungsmaßnahmen nach

- 300 Betriebsstunden,
- spätestens jedoch alle 3 Monate

durchzuführen.

(6) Die besonderen Schutzmaßnahmen in den Nummern 4.7.3 bis 4.7.5 finden keine Anwendung auf untertägige Arbeitsbereiche.

4.7.3 Laderampen / Ladestellen

(1) An- und Abfahrten sind auf kürzestem Weg und ohne unnötiges Rangieren vorzunehmen. Sofort nach Erreichen der Ladeposition 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.

(3) Bei der Neuanlage oder beim Umbau von Laderampen/Ladestellen sind die An- und Abfahrtbereiche so zu konzipieren, daß möglichst wenige Rangiervorgänge zum Erreichen der Laderampen/Ladestellen erforderlich werden.

(4) An Laderampen/Ladestellen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen sind die Dieselmotoremissionen der anliefernden Fahrzeuge mit Abgasabsaugungen oder durch technische Raumlüftung mit Ansaugöffnungen in unmittelbarer Nähe der üblichen Abgasaustrittsstellen aus dem Arbeitsbereich abzuführen, sofern die Dieselmotoren nicht mit Dieselpartikelfilter ausgerüstet sind.

4.7.4 Werkstätten

4.7.4.1 Instandsetzungsbereiche

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

(2) Dieselmotoren dürfen an den Arbeitsständen, z.B. für Prüf- oder Einstellarbeiten, nur betrieben werden, wenn dabei eine Abgasabsaugung benutzt wird.

(3) Die Zuordnung der instanzzusetzenden Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Maschinen oder Geräte zu den einzelnen Arbeitsständen im Arbeitsbereich ist so vorzunehmen, daß Rangierfahrten zwischen den einzelnen Arbeitsständen möglichst vermieden werden.

(4) 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.

4.7.4.2 Wartungsbereiche

(1) Wartungsbereiche sind mit technischer Raumlüftung auszurüsten, die zusätzlich Ansaugöffnungen in unmittelbarer Nähe der üblichen Abgasaustrittsstellen und in den Arbeitsgruben/Unterfluranlagen aufweist. Auf die zusätzlichen Ansaugöffnungen kann verzichtet werden, wenn sichergestellt ist, daß die Abgase von allen den Wartungsbereich durchfahrenden Fahrzeugen, Flurförderzeugen, Maschinen oder Geräten während der Fahrt vom Arbeitsstand zur Ausfahrt durch mitgeschleppte Abgasabsaugungen erfaßt werden.

(2) Absatz 1 gilt nicht für Arbeitsbereiche zum Waschen von Fahrzeugen, Flurförderzeugen, Maschinen oder Geräten, wenn diese Arbeitsbereiche baulich vollständig von anderen Arbeitsbereichen abgetrennt sind.

(3) Dieselmotoren von Fahrzeugen, Flurförderzeugen, Maschinen oder Geräten dürfen nur zum Ein- und Ausfahren betrieben werden. Müssen im Wartungsbereich Arbeiten bei laufendem Dieselmotor ausgeführt werden, ist eine Abgasabsaugung zu benutzen.

(4) Dieselmotoren von Fahrzeugen dürfen bei Benutzung von Fahrzeugwaschstraßen oder Portalwaschanlagen nur zum Ein- oder Ausfahren betrieben werden. Während des Waschvorganges sind die Dieselmotoren außer Betrieb zu setzen.

(5) Arbeitsbereiche mit fest stehenden Waschanlagen, durch die Fahrzeuge mit eigener Kraft durchfahren müssen, sind baulich vollständig von anderen Arbeitsbereichen abzutrennen. In der Waschanlage dürfen sich während der Durchfahrt von Fahrzeugen durch die Waschanlage Arbeitnehmer nur im Fahrzeug aufhalten.

(6) Bei der Benutzung von Rollenleistungsprüfständen sind die Dieselmotoremissionen durch Abgasabsaugungen aus dem Arbeitsbereich zu entfernen.

(7) Bei der Benutzung von Rollenbremsprüfständen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen sind die Dieselmotoremissionen durch Abgasabsaugungen aus den Arbeitsbereichen zu entfernen.

4.7.4.3 Prüfbereiche für AU-Messungen ^{*)}

^{*)} Wegen der Lärmemission bei AU-Messungen können zusätzlich Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung am Prüfplatz bzw. an den benachbarten Arbeitsplätzen erforderlich werden.

(1) Die Abgase der Dieselmotoren sind bei den AU-Messungen unmittelbar am Ende des Auspuffs zu erfassen und durch eine Abgasabsaugung aus dem Arbeitsbereich zu entfernen. Die Abgasabsaugung muß folgende Mindestwerte für die Strömungsgeschwindigkeit und den Rohr-/Schlauch-Durchmesser aufweisen:

- bei AU-Messungen an PKW, Transporter ≥ 20 m/s bei ≥ 100 mm Rohr-/Schlauchdurchmesser entspricht etwa 600 m³/h Absaugleistung,
- bei AU-Messungen an LKW, Bussen ≥ 20 m/s bei ≥ 200 mm Rohr-/Schlauchdurchmesser entspricht etwa 2300 m³/h Absaugleistung.

(2) 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

- in den Erfassungstrichter der Abgasabsaugung am Auspuff oder
- direkt ins Freie

geführt wird.

4.7.5 Abstellbereiche

(1) Ganz oder teilweise geschlossene Abstellbereiche mit einer Nutzfläche von mehr als 100 m², in denen mit Dieselmotoren angetriebene Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Maschinen oder Geräte abgestellt werden, sind mit einer technischen Raumlüftung auszurüsten. Die technische Raumlüftung ist nicht erforderlich, wenn alle im Abstellbereich auch nur kurzzeitig abgestellten Fahrzeuge, Flurförderzeuge, Maschinen oder Geräte mit Druckluftbremsanlage an eine zentrale Druckluftversorgung für die Bremsanlage angeschlossen werden. Auf die Vorschriften für die Raumlüftung gemäß den Garagenverordnungen der Länder wird verwiesen.

(2) Dieselmotoren von abgestellten Fahrzeugen, Flurförderzeugen, Maschinen oder Geräten dürfen erst unmittelbar vor Ausfahrt aus dem Abstellbereich angelassen werden.

(3) 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.

4.7.6 Fahrerinnen mit Frischluftversorgung

(1) In ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen,

- in denen mit Dieselmotoren betriebene Maschinen, wie z.B. Geräte, Aggregate, Flurförderzeuge, Fahrzeuge usw., eingesetzt werden und
- in denen 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 (Fahrerinnen mit Frischluftversorgung) ausgerüstet ist.

(2) Die in die Fahrerinnen Kabine zugeführte Frischluft muß gesundheitlich zuträglich sein entsprechend den Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung für die Lüftung von Arbeitsräumen. Dabei sind auch Belastungen durch andere Gefahrstoffe, wie z.B. Kohlenmonoxid, Stickoxide, Aldehyde, und durch Sauerstoffmangel zu berücksichtigen.

(3) Schwebstofffilter in der Frischluftanlage müssen mindestens die Anforderungen der Schwebstofffilterklasse S nach DIN 24184 erfüllen.

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

(5) In der Fahrerinnen Kabine muß durch die Frischluftversorgungsanlage ein Mindestüberdruck von 100 Pa aufrechterhalten werden. Der Überdruck in der Fahrerinnen Kabine 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 Fahrerinnen Kabine mit Frischluftanlage ist mindestens vierteljährlich durch einen Fachkundigen auf ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen. Die Prüfung ist schrift-

lich zu dokumentieren. Die Dokumentation ist mindestens 2 Jahre aufzubewahren und an der Betriebsstelle vorzuhalten. Eine Instandhaltung darf nur durch fachkundiges Personal erfolgen.

(8) In der Betriebsanweisung für den jeweiligen Arbeitsplatz (siehe Nr. 4.3.1) 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 Nr. 4.4 wird verwiesen.

5 DME-Belastungssituation in Arbeitsbereichen

(1) Für Arbeitsbereiche, in denen mit dem Auftreten von Dieselmotoremissionen gerechnet werden muß, ist gemäß TRGS 402 in einer Arbeitsbereichsanalyse die Einhaltung des TRK-Wertes festzustellen bzw. herbeizuführen. Danach ist durch geeignete Kontrollmessungen zu prüfen, ob sich die Belastungsverhältnisse geändert haben.

(2) Werden in Arbeitsbereichen nur Dieselmotoren betrieben, ist die maßgebliche Exposition für die Arbeitnehmer im Arbeitsbereich die gemäß dem Analysenverfahren 2 nach ZH 1/120.44 ermittelte Konzentration an Dieselmotoremissionen als elementarer Kohlenstoff. Treten weitere Emissionen auf, wie z.B. Ottomotoremissionen, ist in der Arbeitsbereichsanalyse eine Bewertung des gesamten Stoffgemisches nach TRGS 403 vorzunehmen. Für Kontrollmessungen kann dann nach TRGS 403 auf Leitkomponenten zurückgegriffen werden. Für LKW- und Omnibus-Werkstätten wird die Belastung durch Abgase an den Arbeitsplätzen in erster Linie durch Dieselmotoremissionen verursacht. Für PKW-Werkstätten mit sowohl Ottomotoren als auch Dieselmotoren unter den instandzusetzenden Fahrzeugen ist Kohlenmonoxid die wesentliche Komponente für die Belastung der Arbeitsbereiche. Kohlenmonoxid sollte daher dort als Leitkomponente für Kontrollmessungen verwendet werden.

(3) Liegen für einen typischen Arbeitsbereich eine ausreichende Anzahl von Arbeitsbereichsanalysen mit Einhaltung des TRK-Wertes vor und sind auch verfahrensbedingt in Zukunft keine Änderungen zu erwarten, können diese Ergebnisse unmittelbar zur Beurteilung der DME-Konzentrationen in der Luft am zu beurteilenden Arbeitsplatz herangezogen werden. Weitere Messungen vor Ort sind dann nicht erforderlich. Dies kann z.B. durch verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) nach TRGS 420 erfolgen, wenn bei allen Messungen der TRK-Wert dauerhaft sicher eingehalten ist.

(4) Bei Arbeitsbereichen mit DME-Belastung ist dies nicht immer der Fall, so daß eine Aufstellung von verfahrens- und stoffspezifischen Kriterien für DME nach TRGS 420 zur Zeit nur bedingt möglich ist. Im folgenden werden daher für typische Arbeitsbereiche Empfehlungen zur Ermittlung der Belastungssituation durch Dieselmotoremissionen (DME) und deren Überwachung gegeben. Sie haben das Ziel, den Betrieben

- zur Durchführung der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 Vorinformationen in Form von Meßergebnissen und Berechnungsverfahren zur Verfügung zu stellen,
- praxisgerechte Hinweise zur Umsetzung der Überwachungspflicht nach § 18 GefStoffV zu geben.

5.1 Anforderungen an die Anwendung der Empfehlungen

(1) Im folgenden werden Empfehlungen gegeben

- zur Ermittlung und Überwachung typischer mit Dieselmotoremissionen belasteter Arbeitsbereiche,
- zur Vorausberechnung der Konzentration an Dieselmotoremissionen in typischen, dafür geeigneten Arbeitsbereichen.

(2) Die Empfehlungen basieren auf der Auswertung einer Vielzahl von Arbeitsbereichsanalysen und Konzentrationsmessungen für derartige Arbeitsbereiche. In den einzelnen Empfehlungen sind die Randbedingungen für deren Anwendung jeweils detailliert aufgeführt. Die Empfehlungen können nur angewendet werden, wenn für den zu untersuchenden Arbeitsbereich alle Randbedingungen der Empfehlungen dauerhaft eingehalten sind.

(3) Trifft dies zu und ist eine Veränderung der Verhältnisse im Arbeitsbereich im Hinblick auf eine Abweichung von den in den Empfehlungen festgelegten Randbedingungen nicht zu erwarten, kann der Arbeitgeber die jeweils zutreffende Empfehlung bei seiner Arbeitsbereichsanalyse bzw. den Kontrollmessungen anwenden.

(4) Bei Anwendung der Empfehlungen ist eine Arbeitsplatzbeurteilung zu erstellen und jährlich fortzuschreiben. Dabei sind insbesondere zu überprüfen:

- die Möglichkeit des Einsatzes von Ersatzstoffen/-verfahren unter Einbezug des Standes der Technik,
- Verfügbarkeit geeigneter Dieselpartikelfilter,
- die Veränderungen der Regelwerke, Grenzwerte und Analysenverfahren,
- die Arbeitsplatzbeschreibung.

(5) Veränderungen in der Arbeitsplatzbeurteilung erfordern eine neue Arbeitsbereichsanalyse.

5.2 Empfehlungen zur Ermittlung und Überwachung

5.2.1 Wartungsbereiche für Omnibusse auf Betriebshöfen der Verkehrsunternehmen

(1) In den Wartungsbereichen auf den Betriebshöfen der Verkehrsunternehmen werden die Omnibusse nach dem täglichen Einsatz wieder fahrfertig gemacht. Dazu zählt das Betanken der Omnibusse und die Kontrolle bzw. ggf. das Nachfüllen der sonstigen Betriebsstoffe. Außerdem werden Maßnahmen zur Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft im Wartungsbereich ausgeführt, wie z.B. Wechsel von Glühbirnen oder von Reifen. Finden diese Arbeiten in einer Tankhalle statt, handelt es sich um einen ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereich nach Abschnitt 4.7.4.2. In die Tankhalle kann eine Waschmaschine integriert sein, soweit dafür nicht eine baulich getrennte eigene Waschhalle existiert.

(2) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß die Tankhalle mit technischen Lüftungsanlagen oder Abgasabsaugungen entsprechend Abschnitt 4.7.4.2 ausgerüstet ist, die bestimmungsgemäß verwendet werden, und ergibt eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration von weniger als 50% des TRK-Wertes, kann auf weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden.

(3) Bei Anwendung von Absatz 2 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition nach TRGS 402 durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Prüfungen der Lüftungsanlagen bzw. Abgasabsaugungen entsprechend Abschnitt 6 der "Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz" (ZH 1/140) ersetzt werden.

(4) In 12 Verkehrsunternehmen, in denen die Anforderungen an die Ausrüstung der Tankhalle als Wartungsbereich nach Abschnitt 4.7.4.2 mit technischer Raumlüftung bzw. am Fahrzeug befestigten Abgasabsaugungen erfüllt gewesen sind, wurden bei 76 Meßergebnissen Konzentrationen zwischen $0,015 \text{ mg/m}^3$ und $0,158 \text{ mg/m}^3$ ermittelt. 90 % der Meßergebnisse lagen unterhalb einer Konzentration von $0,091 \text{ mg/m}^3$. Der TRK-Wert von $0,1 \text{ mg/m}^3$ wurde von 94 % der 76 Meßergebnisse unterschritten. Ohne die Maßnahmen nach Abschnitt 4.7.4.2 konnte eine Unterschreitung des TRK-Wertes durch 259 Meßergebnisse aus 33 Verkehrsunternehmen nicht ausreichend sicher nachgewiesen werden.

5.2.2 Instandsetzungswerkstätten für Omnibusse auf Betriebshöfen der Verkehrsunternehmen

(1) In den Instandsetzungswerkstätten für Omnibusse auf den Betriebshöfen der Verkehrsunternehmen werden Instandsetzungsarbeiten, wie z.B. der Tausch von Baugruppen oder Karosseriearbeiten, an den Omnibussen durchgeführt. Die Standzeiten

an den Arbeitsständen sind im Verhältnis zu den in den Wartungsbereichen anfallenden lang. Es findet nur wenig Verkehr zwischen den Arbeitsständen pro Schicht statt. Werden diese Arbeiten in einer Werkstatthalle ausgeführt, handelt es sich um einen ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereich nach Abschnitt 4.7.4.1.

(2) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß die Werkstatthalle mit Abgasabsaugungen für jeden Arbeitsstand entsprechend Abschnitt 4.7.4.1 ausgerüstet ist, die beim Betrieb der Motoren an den Arbeitsständen bestimmungsgemäß verwendet werden, und ergibt eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration von weniger als 50% des TRK-Wertes, kann auf weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden.

(3) Bei Anwendung von Absatz 2 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition nach TRGS 402 durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Prüfungen der Abgasabsaugungen entsprechend Abschnitt 6 der "Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz" (ZH 1/140) ersetzt werden.

(4) In 5 Verkehrsunternehmen, in denen die Anforderungen an die Ausrüstung der Werkstatthalle als Instandsetzungsbereich nach Abschnitt 4.7.4.1 mit Abgasabsaugungen an jedem Arbeitsstand erfüllt gewesen sind, wurden bei 14 Meßergebnissen Konzentrationen zwischen 0,016 und 0,098 mg/m³ ermittelt. 90 % der Meßergebnisse lagen unterhalb einer Konzentration von 0,073 mg/m³. Der TRK-Wert von 0,1 mg/m³ wurde von allen Meßergebnissen unterschritten. Ohne die Maßnahmen nach Abschnitt 4.7.4.1 konnte eine Unterschreitung des TRK-Wertes durch 37 Meßergebnisse aus 10 Verkehrsunternehmen nicht ausreichend sicher nachgewiesen werden.

5.2.3 Abstellhallen für Omnibusse auf Betriebshöfen der Verkehrsunternehmen

(1) In der Abstellhalle für Omnibusse auf den Betriebshöfen der Verkehrsunternehmen werden die Omnibusse nach Fahrtende bzw. nach Durchführung der Wartung im Wartungsbereich abgestellt bis zur erneuten Wiederbenutzung. Bei der Abstellhalle handelt es sich um eine Garage, die entsprechend der zutreffenden Garagenverordnung des Bundeslandes baurechtlich genehmigt sein muß. Es sind ganz oder teilweise geschlossene Abstellbereiche nach Abschnitt 4.7.5.

(2) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß die Abstellhalle mit Lüftungsanlagen bzw. Druckluftversorgungsanlagen entsprechend Abschnitt 4.7.5 ausgerüstet ist, deren bestimmungsgemäße Verwendung sichergestellt ist, und werden in der Abstellhalle keine Standheizungen der Omnibusse betrieben, und ergibt eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration von weniger als 50% des TRK-Wertes, kann auf weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden. Die Lüftungsanlagen müssen dabei über eine Zeitsteuerung gesteuert sein.

(3) Bei Anwendung von Absatz 2 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition nach TRGS 402 durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Prüfungen der Lüftungs- bzw. Druckluftversorgungsanlage entsprechend Abschnitt 6 der "Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz" (ZH 1/140) ersetzt werden.

(4) In 13 Verkehrsunternehmen, in denen die Anforderungen an die Ausrüstung der Abstellhalle nach Abschnitt 4.7.5 mit Lüftungsanlagen bzw. mit Druckluftversorgungsanlagen für die Druckluftbremsanlage der Omnibusse erfüllt gewesen sind, wurden bei 53 Meßergebnissen Konzentrationen im Bereich von 0,008 bis 0,12 mg/m³ ermittelt. 90 % der Meßergebnisse lagen unterhalb einer Konzentration von 0,067 mg/m³. Der TRK-Wert von 0,1 mg/m³ wurde von 99,5 % der 53 Meßergebnisse unterschritten. Ohne die Maßnahmen nach Abschnitt 4.7.5 konnte die Unterschreitung des TRK-Wertes durch 170 Meßergebnisse aus 27 Verkehrsunternehmen nicht ausreichend sicher nachgewiesen werden.

5.2.4 PKW-Werkstätten

(1) In PKW-Werkstätten werden an den Arbeitsständen allgemeine Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt. Dazu zählen z.B. Bremsen-, Motor- und Getriebereparaturen, Karosseriearbeiten und Einstellarbeiten am Motor einschließlich AUMessungen. Werden diese Arbeiten in einer Werkstatthalle ausgeführt, handelt es sich um einen kombinierten Instandsetzungs-, Wartungs- und Prüfbereich für AUMessungen nach den Abschnitten 4.7.4.1, 4.7.4.2 und 4.7.4.3.

(2) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß die Werkstatthalle der PKW-Werkstatt mit Abgasabsaugungen bzw. Lüftungsanlagen nach Abschnitt 4.7.4 ausgerüstet ist, die bestimmungsgemäß verwendet werden, und ergibt eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration von weniger als 50% des TRK-Wertes kann auf weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden. *)

(3) Bei Anwendung von Absatz 2 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition nach TRGS 402 durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Prüfungen der Abgasabsaugungen bzw. Lüftungsanlagen entsprechend Abschnitt 6 der "Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz" (ZH 1/140) ersetzt werden.

*) Wird in der Arbeitsbereichsanalyse für PKW-Werkstätten festgestellt, daß in diesem Arbeitsbereich sowohl PKW mit Ottomotoren als auch solche mit Dieselmotoren gewartet, instandgesetzt oder geprüft werden, ist Kohlenmonoxid Leitkomponente für die Arbeitsbereichsbelastung bei der Arbeitsbereichsanalyse und den Kontrollmessungen nach TRGS 402.

(4) Von 44 aus den Werkstatthallen von PKW-Werkstätten vorliegenden DME-Messungen lagen die Meßergebnisse im Bereich von 0,005 bis 0,065 mg/m³. 90 % der Meßergebnisse unterschritten den Wert von 0,048 mg/m³. Alle Meßergebnisse unterschritten den TRK-Wert von 0,1 mg/m³.

(5) Ein umfangreiches Meßprogramm in PKW-Werkstätten hat gezeigt, daß mit einer Arbeitsplatzbelastung deutlich unterhalb des TRK-Wertes zu rechnen ist, wenn die Werkstatthalle der PKW-Werkstatt

- nicht mehr als 15 Stellplätze aufweist,
- mindestens zwei Hallentore vorhanden sind,
- eine Höhe von mindestens 4 m aufweist und
- die Fahrwege mindestens 6 m breit sind.

5.2.5 LKW-Werkstätten

(1) In LKW-Werkstätten werden an den Arbeitsständen allgemeine Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt. Dazu zählen z.B. Bremsen-, Motor- und Getriebereparaturen, Karosseriearbeiten und Einstellarbeiten am Motor einschließlich AU-Messungen. Werden diese Arbeiten in einer Werkstatthalle ausgeführt, handelt es sich um einen kombinierten Instandsetzungs-, Wartungs- und Prüfbereich für AU-Messungen nach den Abschnitten 4.7.4.1, 4.7.4.2 und 4.7.4.3.

(2) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß die Werkstatthalle der LKW-Werkstatt mit Abgasabsaugungen bzw. Lüftungsanlagen nach Abschnitt 4.7.4 ausgerüstet ist, die bestimmungsgemäß verwendet werden, und ergibt eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration von weniger als 50% des TRK-Wertes, kann auf weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden.

(3) Bei Anwendung von Absatz 2 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition nach TRGS 402 durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Prüfungen der Abgasabsaugungen bzw. Lüftungsanlagen entsprechend Abschnitt 6 der "Sicherheitsregeln für Anlagen zur Luftreinhaltung am Arbeitsplatz" (ZH 1/140) ersetzt werden.

(4) Von 22 aus den Werkstatthallen von LKW-Werkstätten vorliegenden DME-Messungen lagen die Meßergebnisse im Bereich von 0,004 bis 0,100 mg/m³. 85 % der Meßergebnisse unterschritten den Wert von 0,064 mg/m³. Der TRK-Wert von 0,1 mg/m³ wurde von 95 % der Meßergebnisse unterschritten.

5.2.6 Nichtkohlebergbau unter Tage

(1) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß am Arbeitsplatz im Nichtkohlebergbau unter Tage nur nach Bergrecht zugelassene Dieselmotoren eingesetzt und entsprechend dem Wartungskonzept nach Abschnitt 4.7.2 gewartet werden und ist dort eine Frischwettermenge mindestens in der in Abschnitt 4.7.2 geforderten Höhe vorhanden und ergibt eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration unterhalb des TRK-Wertes, kann auf weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden.

(2) Bei Anwendung von Absatz 1 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Kontrollen der erforderlichen Mindest-Frischwettermenge und der ordnungsgemäßen Durchführung des Wartungskonzeptes ersetzt werden. Diese Kontrollen sind schriftlich zu dokumentieren.

(3) Bei 211 Messungen von DME im Nichtkohlebergbau unter Tage lagen 92 % der Meßergebnisse unter dem TRK-Wert von $0,3 \text{ mg/m}^3$. Diese Messungen kamen zustande unter den in Abschnitten 4.2.1 und 4.7.2 beschriebenen Einsatzbedingungen, d.h. u.a. nach Bergrecht zugelassene Motoren, besonderes Wartungskonzept und bergbehördlich vorgeschriebene Mindestwettermengen.

5.3 Empfehlungen zur Berechnung

5.3.1 Gabelstapler in Hallen

(1) Das im folgenden beschriebene Berechnungsverfahren darf nur eingesetzt werden, wenn die Prüfung der Einsatzbeschränkungen nach Abschnitt 4.1.2 und 4.7.1 ergeben hat, daß der Einsatz von Diesel-Gabelstaplern im zu berechnenden Arbeitsbereich zulässig ist.

(2) Wie Messungen gezeigt haben, stellt sich bei intensivem Einsatz von Diesel-Gabelstaplern in Hallen nach etwa 1 bis 2 Stunden Betriebsdauer in der Halle eine gleichbleibende Konzentration an Dieselmotoremissionen ein. Diese DME-Konzentration ist abhängig von

- dem Motor- und Staplertyp,
- den Einsatzbedingungen,
- der Luftmenge in der Halle,
- der Anzahl der Gabelstapler,
- der Ausrüstung der Gabelstapler mit Partikelfiltern,
- dem Luftaustauschgrad der Halle,
- der zeitlichen Dauer der DME-Belastung.

(3) Die mittlere DME-Konzentration in der Halle (bezogen auf elementaren Kohlenstoff) kann nach folgender Formel aus den Partikelemissionen (bezogen auf elementaren Kohlenstoff) näherungsweise berechnet werden:

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

Das Berechnungsverfahren und ein Formblatt zur Durchführung der Berechnung ist im Anhang 4 enthalten.

(4) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse festgestellt, daß in der Halle und für die dort eingesetzten Gabelstapler mit Dieselmotoren die Anforderungen der Abschnitte 4.2, 4.3 und 4.7.1 erfüllt sind, die in der Halle eingesetzten Gabelstapler regelmäßig nach dem Wartungskonzept entsprechend Abschnitt 4.2.4 gewartet werden, die berechnete mittlere DME-Konzentration in der Halle auf eine Einhaltung des Grenzwertes hinweist^{*)} und eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration von weniger als 50% des TRK-Wertes ergibt, kann auf weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden.

(5) Bei Anwendung von Absatz 4 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition nach TRGS 402 durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Kontrollen der Einhaltung der Anforderungen nach Absatz 4 ersetzt werden. Diese Kontrollen sind schriftlich zu dokumentieren.

5.3.2 Untertägige Arbeitsbereiche im Nichtkohlebergbau

(1) Die für einen untertägigen Arbeitsbereich des Nichtkohlebergbaus erforderliche Mindest-Frischwettermenge zur Einhaltung des TRK-Wertes für die Dieselmotoremissionen läßt sich errechnen, wenn die mittlere spezifische Partikelemission der Dieselmotoren unter Einsatzbedingungen bekannt ist. Die Emissionswerte stehen aus Abgasmessungen für die Typprüfung gemäß ISO 8178 zur Verfügung. Das Berechnungsverfahren für die Mindest-Frischwettermenge ist im Anhang 5 enthalten.

(2) Wird bei der Arbeitsbereichsanalyse eines untertägigen Arbeitsbereiches im Nichtkohlebergbau festgestellt, daß die eingesetzten Dieselmotoren regelmäßig entsprechend dem Wartungskonzept nach Abschnitt 4.7.2 gewartet werden, die Gesamt-Frischwettermenge für die Gesamtzahl der dort eingesetzten Dieselmotoren mindestens den nach Absatz 1 berechneten Wert erreicht und eine DME-Expositionsmessung eine Konzentration unterhalb des TRK-Wertes ergibt, kann auf

^{*)} Dieses ist unter entsprechender Anwendung von Anhang 1 zur TRGS 402 erreicht, wenn die berechnete mittlere DME-Konzentration in der Halle kleiner oder gleich dem halben TRK-Wert ist.

weitere DME-Expositionsmessungen im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse nach TRGS 402 verzichtet werden.

(3) Bei Anwendung von Absatz 2 können die Kontrollmessungen für die DME-Exposition nach TRGS 402 durch regelmäßige, mindestens jährlich durchzuführende Kontrollen der Einhaltung der Anforderungen nach Absatz 2 ersetzt werden. Diese Kontrollen sind schriftlich zu dokumentieren.

Literatur und Bezugsquellen

- [1] "Verfahren zur Bestimmung von organischen Stoffen im Feinstaub - anwendbar für partikelförmige Dieselmotor-Emissionen -" (ZH1/120.44)
Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln
- [2] Bezugsquelle: Beuth-Verlag GmbH,
Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin
- [3] Bezugsquelle: Umweltbundesamt,
Bismarckplatz 1, 14193 Berlin
- [4] gemessen nach Verfahren 2 aus ZH 1/120.44, coulometrische Bestimmung
- [5] siehe: "Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten"-(ZH1/701)
Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln
- [6] Bezugsquelle: Gentner Verlag Stuttgart, Abt. Buchdienst,
Postfach 10 17 42, 70015 Stuttgart
- [7] § 22 Röntgenverordnung,
Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln
- [8] Bezugsquelle: VBG- und ZH1-Schriften beim
Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln
GUV-Schriften beim örtlich zuständigen
Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand
- [9] Ausschuß für Gefahrstoffe - AGS -
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund
- [10] BIA-Report 2/93:
Maßnahmen zur Minderung der Exposition durch Dieselmotoremissionen
(DME).

Zusammenfassung der Vorträge des BIA-Seminars G 3 "Technische Schutzmaßnahmen" am 23. Juni 1992 in Erfurt
Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften

- [11] Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz:
GA 33 - Messung der beruflichen Exposition gegenüber Dieselabgas
Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven, 1991

Anhang 1

Abgasuntersuchung von Dieselmotoren						
F a h r z e u g Hersteller: Typ: Baujahr: Werksnummer:		D i e s e l m o t o r Hersteller: Typ: Baujahr: Motornummer:		Nennleistung: Nennrehzahl: Oberer Leerlauf:		kW 1/min 1/min
Datum	Referenz-Toleranzwerte					
Name	----- 1/min					
Betriebsstunden	+ 1,0 Bosch					
Meßdrehzahl / Abregeldrehzahl	+ 0,5 Bosch					
Schwärzungszahl SZ nach Motor	+ 0,3 m ⁻¹					
Schwärzungszahl SZ nach Filter	+ 0,15 m ⁻¹					
Trübungswert nach Motor	+ 200 ppm					
Trübungswert nach Filter						
CO-Gehalt						
- ausgeführte Prüf- und Einstellarbeiten ankreuzen -						
Ansaugsystem						
Ventilspiel						
Abgasgegendruck						
Dichtigkeit der Abgasanlage						
Einspritzdüsen						
Kompressionsdruck						
Einspritzpumpe Förderbeginn						
Einspritzpumpe Einspritzmenge						

Anhang 2

Betriebsanweisung Nr. _____ Gem. § 20 GefStoffV	Betrieb: _____
Bereich/Tätigkeit: Kraftfahrzeug-Werkstatt	
	<p style="text-align: center;">Dieselmotor-Emissionen</p> <p>Abgas von Dieselmotoren; enthält gasförmige und partikelförmige Bestandteile, insbesondere Stickoxide, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Aldehyde, Ruß mit Anlagerungen.</p>
<p style="text-align: center;">Gefahren für Mensch und Umwelt</p>	
<p>Kann Krebs erzeugen. Charakteristischer stechender Geruch. Bei höheren Konzentrationen können Schleimhautreizungen und Kopfschmerzen auftreten. Kohlenmonoxid kann Schädigungen des ungeborenen Kindes hervorrufen.</p>	
<p style="text-align: center;">Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln</p>	
<p>Raumlüftung einschalten.</p>	
<p>Unnötiges Laufenlassen der Motoren und starkes Beschleunigen vermeiden. Erst unmittelbar vor dem Losfahren den Motor anlassen.</p>	
<p>Wartezeiten mit laufendem Motor vor den sich öffnenden Hallentoren vermeiden. Beim Tanken Motor ausstellen.</p>	
<p>Bei Arbeiten mit laufendem Motor Abgasabsaugung benutzen.</p>	
<p>Einstellarbeiten an der Dieselmotorkraftstoff-Einspritzanlage dürfen nur die besonders unterwiesenen Mitarbeiter der Motorenwerkstatt ausführen. Die Einspritzanlage ist danach wieder zu verplomben.</p>	
<p>Rangierfahrten zwischen einzelnen Arbeitsständen in der Werkstatt vermeiden. Druckluftbremsanlage mit Druckluft aus dem Druckluftnetz der Werkstatt befüllen, nicht mit dem Motor aufpumpen.</p>	
<p>Bei Prüfungen auf dem Bremsen- oder Leistungsprüfstand Abgasabsaugung benutzen.</p>	
<p>Abgestellte Fahrzeuge an Druckluftversorgungseinrichtungen für die Bremsanlage anschließen.</p>	
<p style="text-align: center;">Verhalten im Gefahrfall</p>	
<p>Fluchtweg: _____</p>	
<p>Unfalltelefon: _____</p>	
<p style="text-align: center;">Erste Hilfe</p>	
<p>Nach Einatmen : Bei Vergiftungserscheinungen sofort an die frische Luft, ggf. Arzt aufsuchen!</p>	
<p>Ersthelfer: _____</p>	
<p style="text-align: center;">Sachgerechte Entsorgung</p>	
<p>Ablagerungen in Abgasabsaugleitungen und an Wänden durch Absaugen mit bauartgeprüftem Staubsauger der Verwendungskategorie C oder durch Naßreinigung (keine Hochdruckreinigung) entfernen.</p>	

Dieser Entwurf muß noch durch entsprechende betriebliche Angaben und Pictogramme ergänzt werden.

Anhang 3

Beispiele für Anzeigen gemäß § 37 GefStoffV

Beispiel 1: Instandhaltung von dieselgetriebenen Fahrzeugen in Werkstätten

Absender: _____

An

(örtlich zuständige Arbeitsschutzbehörde)

Anzeige gemäß § 37 GefStoffV zum Umgang mit Dieselmotoremissionen

Gemäß § 37 GefStoffV und Abschnitt 4.1.6 TRGS 554 zeigen wir hiermit an, daß wir in unserer unten angegebenen Werkstatt dieselgetriebene Fahrzeuge unserer Kunden instandhalten oder Abgasuntersuchungen nach § 47a StVZO durchführen.

Anschrift der Werkstatt: _____
(soweit nicht gleich Absender) _____

Art der Abgasabführung: _____

Zahl der Arbeitnehmer in der Werkstatt: _____

Es werden keine dieselgetriebenen Flurförderzeuge eingesetzt.

Meßergebnisse von Dieselmotoremissionen aus der Werkstatt liegen nicht vor/sind als Anlage beigefügt.

Ansprechpartner für Rückfragen ist:

Frau/Herr _____

Telefon _____

Telefax _____

Ort, Datum

(Verantwortlicher Betriebsleiter)

Beispiel 2: Diesel-Gabelstapler in Lager-/Werkhallen

Absender: _____

An

(örtlich zuständige Arbeitsschutzbehörde)

Anzeige gemäß § 37 GefStoffV zum Umgang mit Dieselmotoremissionen

Gemäß § 37 GefStoffV und Abschnitt 4.1.6 TRGS 554 zeigen wir hiermit an, daß wir in der unten angegebenen Lager-/Werkhalle dieselgetriebene Gabelstapler benutzen.

Anschrift der Lager-/Werkhalle: _____
(soweit nicht gleich Absender) _____

Betreiber der Lager-/Werkhalle: _____
(soweit nicht gleich Absender) _____

Zahl der Arbeitnehmer in der Lager-/Werkhalle: _____

Meßergebnisse von Dieselmotoremissionen aus der Lager-/Werkhalle liegen nicht vor/sind als Anlage beigefügt.

Zusammenstellung der verwendeten Diesel-Gabelstapler:

Tragfähigkeit	Anzahl	Abgasminderungsmaßnahmen	Ersatz durch Elektro-/Treibgasstapler
unter 5 t		<input type="checkbox"/> schadstoffarmer Dieselmotor <input type="checkbox"/> schwefelfreier Dieseldieselmotor <input type="checkbox"/> Wartungskonzept <input type="checkbox"/> Dieselpartikelfilter <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> vorgesehen für _____ <input type="checkbox"/> nicht vorgesehen weil _____ _____ _____ _____
5 t oder mehr		<input type="checkbox"/> schadstoffarmer Dieselmotor <input type="checkbox"/> schwefelfreier Dieseldieselmotor <input type="checkbox"/> Wartungskonzept <input type="checkbox"/> Dieselpartikelfilter _____ _____	<input type="checkbox"/> vorgesehen für _____ <input type="checkbox"/> nicht vorgesehen weil _____ _____ _____ _____

Ansprechpartner für Rückfragen ist:

Frau/Herr _____

Telefon _____

Telefax _____

Ort, Datum

(Verantwortlicher Betriebsleiter)

Beispiel 3: Dieselgetriebene Fahrzeuge und Flurförderzeuge beim Be- und Entladen oder bei Lagerarbeiten

Absender: _____

An

(örtlich zuständige Arbeitsschutzbehörde)

Anzeige gemäß § 37 GefStoffV zum Umgang mit Dieselmotoremissionen

Gemäß § 37 GefStoffV und Abschnitt 4.1.6 TRGS 554 zeigen wir hiermit an, daß wir beim Be- und Entladen oder bei Lagerarbeiten in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen dieselgetriebene Fahrzeuge oder Flurförderzeuge benutzen.

1. Anschrift des Arbeitsbereiches: _____
(soweit nicht gleich Absender) _____

2. Wird der Arbeitsbereich von dieselgetriebenen Fremdfahrzeugen befahren? .ja/nein

3. Eingesetzter Kraftstoff für die Fahrzeuge/Flurförderzeuge:
 Diesel nach DIN sonstiger Kraftstoff _____

4. Beschreibung von Arbeitsbereich und Umgebungsbedingungen:
 Abgasabsaugung an der Entstehungstelle (z.B. Absaugschlauch)
 technische Lüftung des Arbeitsbereiches

5. Durchschnittliche Motorlaufzeiten im Arbeitsbereich:

Fahrzeug/ Flurförderzeug	Anzahl	Summe der täglichen Motorlaufzeiten
LKW		Std./Tag
Gabelstapler		Std./Tag
Lokomotiven		Std./Tag
PKW		Std./Tag
Sonstige		Std./Tag

6. Zahl der Arbeitnehmer, die den Dieselmotoremissionen ausgesetzt sind: _____
davon vorsorgeuntersucht nach G 40: _____

7. Wurden Raumlufmessungen für Dieselmotoremissionen durchgeführt? ja/nein
(ggf. Meßberichte in Kopie beifügen)

8. Ist eine Betriebsanweisung nach TRGS 555 erstellt worden? ja/nein

9. Schutzmaßnahmen an den Fahrzeugen/Flurförderzeugen

Dieselpartikelfilter Fahrerkabine mit Frischluftversorgung

10. Gründe, warum noch kein Ersatz durch elektro- oder treibgasgetriebene Fahrzeuge/Flurförderzeuge erfolgte:

11. Gründe, warum keine Dieselpartikelfilter verwendet werden:

12. Ansprechpartner für Rückfragen:

Frau/Herr _____

Telefon _____

Telefax _____

Ort, Datum

(Verantwortlicher Betriebsleiter)

Anlagen: (soweit zuvor darauf verwiesen wurde)

- o Liste der vorsorgeuntersuchten Arbeitnehmer (Pos. 6)
- o Ergebnisse der Raumlufmessungen (Pos. 7)
- o Betriebsanweisung (Pos. 8)

Anhang 4

Berechnungsblatt für die Abschätzung der DME-Konzentration beim Einsatz von Gabelstaplern in Hallen

Betrieb:

Einsatzort/Halle:

Gabelstapler:

Typ/Baureihe:

Einsatzbedingungen (leicht, mittel, 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
bei den Einsatzbedingungen $E_{EC} = E_{EC, Nenn} \cdot P_N$ [mg/h]

Partikelfilter-Abscheiderate **A**

Anzahl der Gabelstapler des gleichen Typs **Z**

Einsatzzeitanteil **t_E**

Raumvolumen **V** [m³]

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/m³]

Erläuterungen zum Berechnungsblatt für die Abschätzung der DME-Konzentration beim Einsatz von Gabelstaplern in Hallen.

Die für das Berechnungsverfahren erforderlichen Parameter können entweder von Gabelstapler-Herstellern bzw. Lieferanten erfragt werden (Partikelemission pro Gabelstapler, Partikelfilter-Abscheidegrad), 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

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

Die Berechnung ist in folgende drei Schritte untergliedert:

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

Diese hängt ab von

- den Einsatzbedingungen
- der Partikelemission E_{EC} pro Gabelstapler
- ggf. der Partikelabscheiderate A des eingesetzten Partikelfilters
- der Anzahl der Gabelstapler
- dem Einsatzzeitanteil t_{E} der Gabelstapler

Hierfür sind folgende Begriffsbestimmungen zugrunde zu legen:

a) Einsatzbedingungen

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

Die Definition ist wie folgt zu verwenden:

- 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 % niedriger als die in der Typenblattangabe des Herstellers des Gabelstaplers enthaltene Kraftstoffverbrauchsangabe liegt.
- 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.
- 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 % oberhalb des Wertes der in der Typenblattangabe des Herstellers des Gabelstaplers enthaltene Kraftstoffverbrauchsangabe liegt.

b) Partikelemission $E_{Pt, C1}$ [mg/h] pro Gabelstapler bei den Einsatzbedingungen

Eine charakteristische Größe für die Qualität des Emissionsverhaltens von Motoren ist der im C_1 -Testzyklus ermittelte Wert der spezifischen Partikelemission des Motors ($E_{Pt, C1}$ -Wert). Aufgrund gesetzlicher Vorgaben sind Motorenhersteller verpflichtet, diese Werte für neuere Motoren zu ermitteln und anzugeben. Die $E_{Pt, C1}$ -Werte können daher beim Motorenhersteller bzw. beim Lieferanten des Gabelstaplers erfragt werden. Vorzugsweise sind hierbei die Ergebnisse von Zertifizierungsmessungen zu verwenden. Solange diese noch nicht vorliegen, sind auch andere Meßergebnisse des Motorenherstellers zulässig. Falls gar keine Herstellerangaben vorliegen, ist mit den schlechtesten Werten der Tabelle zu rechnen (entsprechend 1,0 g/kWh im C_1 -Test).

Die nennleistungsbezogene Partikelemission des Staplers $E_{EC, Nenn}$ [mg/kWh] ist aus der Partikelemission im C_1 -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] ^{*)}		
	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] mit der Nennleistung des Motors P_N [kW] ergibt sich die Partikelemission E_{EC} [mg/h] des Staplers in der Halle.

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

^{*)} 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 mittlere 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)

c) Partikelfilter-Abscheiderate A

Bei Verwendung von Keramikmonolithen bzw. Keramikwickelfiltern kann mit einer Abscheiderate von 0,95 gerechnet werden. Bei der Verwendung von Partikelfiltern mit niedrigerer Abscheiderate ist die niedrigere Herstellerangabe zu verwenden.

Gemäß Abschnitt 4.2.2 Abs. 1 TRGS 554 darf für Diesel-Partikelfiltersysteme eine Abscheiderate von 0,7 - bezogen auf den Meß- und Beladungszyklus des UBA - nicht unterschritten werden.

Sofern kein Partikelfilter verwendet wird, ist eine Abscheiderate von 0 zugrunde zu legen.

d) 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.

e) Einsatzzeitanteil t_E [-]

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

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

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.

a) 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 (Tore geschlossen, Lüftungseinrichtung für freie Lüftung vorhanden usw.).

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 (Dachreiter, usw.)	0,3
			mit Einrichtungen zur freien Lüftung	1
	nicht freistehendes Gebäude (grenzt an andere Gebäude)	0,5	ohne Einrichtungen zur freien Lüftung (Dachreiter, usw.)	0,3
			mit Einrichtungen zur freien Lüftung	0,8

b) Luftaustauschgrad bei maschineller Lüftung

Bei der maschinellen Lüftung läßt sich die Luftwechselzahl L_W aus dem Zuluftstrom ohne Umluftanteil V_{ZU} bezogen auf das Raumvolumen V errechnen.

$$L_W \text{ [1/h]} = \frac{V_{ZU} \text{ [m}^3 \text{ /h]}}{V \text{ [m}^3 \text{]}}$$

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

Luftaustauschfaktor L_A bei maschineller Lüftung

Luftführung	Luftaustauschfaktor L_A [-]	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 (Quellüftung)	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 (Quellüftung), wird die Abströmung der DME-Emission zur Decke hin unterstützt und somit der Luftaustauschgrad bezogen auf die Arbeitsbereiche erhöht.

Anhang 5

Berechnung der motorspezifischen Mindest-Frischwettermenge in untertägigen Arbeitsbereichen des Nichtkohlebergbaus zur Einhaltung des TRK-Wertes für Dieselmotoremissionen

Verbrennungsmotoren für die Ausrüstung von unter Tage einsetzbaren Maschinen bedürfen gemäß Anhang IV der "Richtlinie des Rates vom 14. Juni 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen (89/392/ EWG)" zuletzt geändert durch die Richtlinie vom 22. Juli 1993 (93/68/EWG) einer EG-Baumusterprüfung. Zum derzeitigen Zeitpunkt sind harmonisierte Normen noch in Erarbeitung.

Daneben bedürfen Dieselmotoren nach der "Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren, die für den Einbau in andere mobile Maschinen und Geräte als Kraftfahrzeuge bestimmt sind", die z. Z. als Entwurf KOM (95) 350 endg. vorliegt, einer Typgenehmigung, sobald die Richtlinie umgesetzt ist. In dieser Richtlinie werden Emissionsgrenzwerte für die Komponenten Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxide (NO_x) und Partikel (PT) festgelegt.

Die Emissionswerte werden bei der Typprüfung auf der Grundlage der harmonisierten Normen der Reihe ISO 8 178 - Hubkolben-Verbrennungsmotoren-Abgasmessung - auf einem Leistungsprüfstand nach einem 8-Phasen-Zyklus, dem C₁-Zyklus nach ISO 8 178-4, ermittelt. Der C₁-Zyklus hat einen mittleren Motorauslastungsgrad von ca. 52 % und entspricht in guter Näherung dem typischen Einsatzverhalten von unter Tage eingesetzten Dieselmotoren.

Aus dem spezifischen Emissionswert der Typprüfung kann die spezifische Mindest-Frischwettermenge zur dauerhaft sicheren Einhaltung des TRK-Wertes für Dieselmotoremissionen nach folgender Formel berechnet werden:

$$Q_{\text{Wetter, min}} = \frac{E_{\text{Test, Pt}}}{\text{TRK-Wert}} * \frac{1000}{60} * \frac{P_{\text{Test}}}{P_{\text{Nenn}}} * K_{\text{EC}}$$

mit:

$Q_{\text{Wetter, min}}$ spezifische Mindest-Frischwettermenge,
bezogen auf die Motor-Nennleistung [m^3/kWmin]

$E_{\text{Test, Pt}}$ spezifische Emission der Komponente Partikel aus dem Prüfbericht nach
Testzyklus C_1 [g/kWh]

P_{Nenn} Nennleistung des Motors [kW]

P_{Test} gemittelte Leistung im Testzyklus C_1 [kW]

K_{EC} empirischer Faktor zur näherungsweisen Berechnung des elementaren
Kohlenstoffes aus dem im C_1 -Testzyklus gemessenen Gesamtpartikelwert,
 $K_{\text{EC}} = 0,6$

Werden mehrere Dieselmotoren in einem Arbeitsbereich eingesetzt, so ist die Berechnung für jeden Dieselmotor einzeln durchzuführen, und die errechneten Mindest-Frischwettermengen sind zu der Gesamt-Mindest-Frischwettermenge zu addieren.