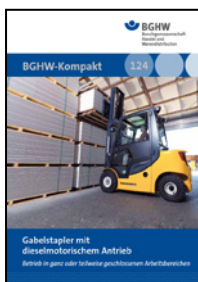


BGHW-Kompakt

Gabelstapler mit dieselmotorischem Antrieb

Betrieb in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen



M 124
Stand: April 2012

Es handelt sich hier um eine digitale, barrierefreie Datei der BGHW-Kompakt. Diese weicht optisch von der Printversion ab, ist inhaltlich aber identisch.

Inhaltsverzeichnis

Vor- und Nachteile von Gabelstaplern mit Dieselmotor	3
Pflichten des Unternehmers	3
Gefährdungsbeurteilung	3
Gefahrstoffverzeichnis	4
Bestimmung der DME-Konzentrationen	5
Schutzmaßnahmen	5
Grundlagen	5
Einsatzbeschränkungen	6
Minderung der Dieselmotoremissionen	7
Abgasnachbehandlungssysteme mit Dieselpartikelfilter	7
Schadstoffarme Dieselmotoren	8
Kraftstoffqualität	8
Regelmäßige Motorwartung und Abgasmessungen	8
Organisatorische Maßnahmen	9
Weitere Maßnahmen	9
Abgasabsaugungen und Lüftungsmaßnahmen	10
Abgrenzung und Kennzeichnung von Gefahrenbereichen	10
Fahrerkabinen mit Frischluftversorgung	10
Persönliche Schutzausrüstung	10
Betriebsanweisung	11
Unterweisung der Beschäftigten	11
Rechtsquellen	11
Anlage 1	11
Anlage 2 - Abgasmessung nach Wartungskonzept	13
Bildnachweis	14

Autor: Dr. Joachim Schwalb

Vor- und Nachteile von Gabelstaplern mit Dieselmotor

Aufgrund seiner Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit hat sich der Dieselmotor als „Arbeitstier“ in Handel und Gewerbe seit langer Zeit bewährt und wird von Kostenrechnern und Praktikern in Betrieben insbesondere als Antriebsaggregat von Gabelstaplern geschätzt.

Dabei darf jedoch eines nicht übersehen werden: Den eindeutigen Vorteilen wie hohe Wirtschaftlichkeit, nahezu unbegrenzte Einsatzmöglichkeit und große Robustheit stehen als Nachteil die Gesundheitsgefahren durch die Abgase der Dieselmotoren (Dieselmotoremissionen, DME) gegenüber. Arbeiten Beschäftigte in Bereichen, in denen Dieselmotoremissionen freigesetzt werden, gelten diese Tätigkeiten bzw. Arbeitsverfahren gemäß § 2 Abs. 3 Nr. 3 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) in Verbindung mit den Technischen Regeln für Gefahrstoffe „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren“ (TRGS 906) als krebserzeugend. Für die krebserzeugende Wirkung der Dieselmotoremissionen ist der Partikelanteil, das heißt der überwiegend aus Ruß bestehende Feststoffanteil, verantwortlich.

Auf Grund der krebserzeugenden Wirkung von DME ist zum Schutz der Beschäftigten der Einsatz von dieselgetriebenen Gabelstaplern in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen nur bei Fehlen alternativer Antriebstechniken und unter Beachtung eines umfangreichen Maßnahmenpaketes zulässig.

Pflichten des Unternehmers

Können Abgase von dieselgetriebenen Gabelstaplern in der Luft an Arbeitsplätzen auftreten, dann sind vom Arbeitgeber Maßnahmen entsprechend GefStoffV/TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“ zu treffen.

Im § 21 der Unfallverhütungsvorschrift „Flurförderzeuge“ (BGV D27) wird ebenfalls klar gestellt, dass Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotor in ganz oder teilweise geschlossenen Räumen nur betrieben werden dürfen, wenn in der Atemluft keine gefährlichen Konzentrationen gesundheitsschädlicher Abgasbestandteile entstehen können. Die Pflichten des Arbeitgebers, die sich aus diesen Vorschriften ergeben, werden nachfolgend aufgelistet und erläutert.

Gefährdungsbeurteilung

Der Arbeitgeber hat im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung festzustellen, inwieweit Beschäftigte bei ihrer Tätigkeit DME ausgesetzt sind. Die Gefährdungsbeurteilung ist Bestandteil der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes und muss tätigkeitsbezogen von einer fachkundigen Person durchgeführt werden. Dabei sind folgende Einflussgrößen zu berücksichtigen:

- Ausmaß und Dauer der inhalativen Exposition
- Arbeitsbedingungen und -verfahren

- Arbeitsmittel, die DME freisetzen
- mögliche Gefährdungen Dritter

Auf Grund der Gefährdungsbeurteilung sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen und umzusetzen. Die getroffenen Schutzmaßnahmen sind anschließend auf ihre Wirksamkeit zu prüfen. Gegebenenfalls sind die Schutzmaßnahmen anzupassen.

Für den Einsatz dieselgetriebener Flurförderzeuge enthält die TRGS 554 in Anlage 4 eine Handlungshilfe, die im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu nutzen ist. Die Anwendung der Handlungshilfe ist in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Es ist jährlich zu prüfen, ob eine weitere Minimierung der Expositionen möglich ist. 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 Dieselpartikelfilter (DPF),
3. Veränderungen der Regelwerke, Grenzwerte und Analysenverfahren und
4. neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse.

Die Gefährdungsbeurteilung ist auch für Arbeitsbereiche durchzuführen, in denen DME auf Grund ungünstiger Witterungsverhältnisse oder baulicher Gegebenheiten auftreten können (z. B. angrenzende Büro- oder Sozialräume).

Abb. 1: Dieselmotorisch angetriebener Gabelstapler, bei dem der Dieselpartikelfilter im Motorraum angeordnet ist, damit die Sicht bei Rückwärtsfahrt nicht beeinträchtigt wird.



Gefahrstoffverzeichnis

Arbeitsbereiche, in denen DME auftreten, und die ganz oder teilweise geschlossen sind, müssen in das Gefahrstoffverzeichnis nach § 6 Abs. 10 der GefStoffV aufgenommen werden. Arbeitsbereiche mit mindestens teilweiser räumlicher Umschließung, sind z. B. geschlossene Werkstatthallen, Fertigungshallen, Kühl- und Lagerhallen oder Silounterfahrten, das Innere von Containern, Lkw-Laderäumen, Eisenbahnwaggons, Schiffsräumen oder Flugzeugen. Arbeitsbereiche im Freien brauchen nicht aufgeführt zu werden.

Neben den DME müssen im Gefahrstoffverzeichnis auch die weiteren relevanten Bestandteile der Abgase von Dieselmotoren und die von ihnen ausgehenden Gesundheitsgefahren aufgeführt werden. Es handelt sich dabei stets um Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂), Stickstoffmonoxid (NO) sowie um Stickstoffdioxid (NO₂). Werden Abgasnachbehandlungssysteme eingesetzt, können weitere Emissionen auftreten. Diese sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Für die Erstellung des Gefahrstoffverzeichnisses kann das Formblatt der Anlage 1 der TRGS 554 verwendet werden (siehe Anlage 1).

Bestimmung der DME-Konzentrationen

Für Arbeitsbereiche, in denen mit dem Auftreten von DME gerechnet werden muss, ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung der Umfang der DME-Expositionen festzustellen. Dies kann z. B. durch entsprechende Messungen in der Luft im Arbeitsbereich erfolgen. Bestimmt wird dabei der elementare Kohlenstoff (EC) im Feinstaub.

Anzumerken ist, dass für Dieselmotoremissionen kein Arbeitsplatzgrenzwert existiert; der frühere TRK-Wert ist entfallen.

Beim Einsatz von Gabelstaplern in Hallen können DME-Konzentrationen auch mittels Berechnungsverfahren ermittelt werden (TRGS 554, Anlage 4, Nr. 1.2). Dieses Verfahren ist jedoch nur zulässig, wenn der errechnete Wert für die Konzentration von DME $0,1 \text{ mg/m}^3$ nicht überschreitet und alle eingesetzten dieselgetriebenen Gabelstapler dem Wartungskonzept nach Nummer 4.2.4 der TRGS 554 unterliegen.

Zur Bewertung und Beurteilung von DME-Expositionen im eigenen Betrieb können orientierend Messdaten aus Arbeitsbereichen nach Anlage 5 zur TRGS 554 oder der Wert für die „Hintergrundbelastung in urbanen Bereichen“ von $0,003 \text{ mg/m}^3$ EC herangezogen werden. In Anlage 5 der TRGS 554 werden für bestimmte Arbeitsbereiche typische Expositionskonzentrationen für DME angegeben. Diese Bezugswerte dienen lediglich als Vergleichsgröße um abzuschätzen, ob eine weitere Minimierung erforderlich ist. Sie ermöglichen jedoch keine Beurteilung des gesundheitlichen Risikos durch die DME-Exposition.

In Arbeitsbereichen, in denen alle vorhandenen Dieselmotoren mit Dieselpartikelfiltern (DPF) gemäß TRGS 554 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 Messverfahrens erhalten ($< 0,014 \text{ mg/m}^3$ EC für eine zweistündige stationäre Probenahme).

Schutzmaßnahmen

Grundlagen

Gemäß § 7 GefStoffV unterliegen die Maßnahmen einer Wertigkeit (Maßnahmenhierarchie). Diese Maßnahmenhierarchie ist verbindlich einzuhalten:

1. Substitution

Gefahrstoffe oder Verfahren sind durch ungefährliche oder weniger gefährliche Stoffe oder Verfahren zu ersetzen. Im Fall der Dieselmotoremissionen ist zu prüfen, ob andere Antriebsenergien für die durchzuführenden Arbeitsgänge eingesetzt werden können (z. B. Elektrostapler).

2. Minimierung

Lässt sich eine Substitution nicht durchführen, muss der Arbeitgeber die Gefährdungen auf ein Minimum reduzieren. Hierzu stehen ihm folgende Möglichkeiten in der genannten Reihenfolge offen:

- 2.1 Emissionen (Freisetzung) gefährlicher Stoffe vermeiden (z. B. durch geschlossene Anlagen)
- 2.2 Emissionen gefährlicher Stoffe minimieren (z. B. durch eine Absaugung an der Entstehungsstelle)

- 2.3 Kollektive Schutzmaßnahmen technischer Art (z. B. angemessene Be- und Entlüftung)
- 2.4 Individuelle Schutzmaßnahmen (z. B. zeitliche Begrenzung der Exposition, persönliche Schutzausrüstung), wenn die zuvor genannten Maßnahmen nicht ausreichen

In der TRGS 554 Nummer 4.1.1 werden diese allgemeinen Anforderungen aus der GefStoffV speziell für den Einsatz von Dieselmotoren konkretisiert:

„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.“

Bei Einhaltung der Regelungen und Maßnahmen der TRGS 554 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 der TRGS 554 ein Krebsrisiko nicht auszuschließen. Dem Minimierungsgebot aus § 7 Absatz 4 GefStoffV entsprechend, sind die Gefährdungen der Beschäftigten durch DME so gering wie möglich zu halten (Stand der Technik).

Wird von den Regelungen der TRGS 554 abgewichen, müssen zumindest gleichwertige Schutzmaßnahmen getroffen werden. Abweichungen sind im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren und zu begründen.

Einsatzbeschränkungen

Einsatzbeschränkungen entsprechen der in der GefStoffV geforderten Substitution. Wenn eine Arbeitsaufgabe oder Tätigkeit unter Berücksichtigung der erforderlichen Motorleistung oder Tragfähigkeit auch durch schadstofffreie Antriebstechniken, z. B. durch Elektroantrieb, erfüllt werden kann, ist der Einsatz von dieselgetriebenen Fahrzeugen oder Flurförderzeugen in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen nicht zulässig.

Ausnahmen hiervon sind begründet, wenn z. B.

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, wie z. B. beim Einsatz in Gießereien und Schmieden).
4. die Nenn-Tragfähigkeit des Flurförderzeuges > 4 t beträgt.
5. der Einsatz von gasbetriebenen Flurförderzeugen (LPG, CNG) aus Sicherheitsgründen nicht in Frage kommt, z. B. beim 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).

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.

Minderung der Dieselmotoremissionen

Das Arbeitsverfahren ist so zu gestalten, dass Dieselmotoremissionen gar nicht erst frei werden. Ist dies nicht möglich, sind Maßnahmen zur Minderung der Dieselmotoremissionen zu treffen. Dabei ist der Stand der Technik zu beachten. Hierzu gehört z. B. der Einsatz von schadstoffarmen Dieselmotoren, die regelmäßige Wartung aller betrieblichen dieselgetriebenen Maschinen, die Erfassung der Dieselmotoremissionen durch Absaugung an der Austrittsstelle und der Einsatz von Dieselpartikelfiltern (DPF).

Abgasnachbehandlungssysteme mit Dieselpartikelfilter

Bei den technischen Maßnahmen zur Minderung der DME sind an erster Stelle Abgasnachbehandlungssysteme mit Dieselpartikelfilter (DPF) zu nennen.

Dieselpartikelfilter im Sinne der TRGS 554 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 von mehr als 90 Prozent gewährleisten, zählen nicht zu den DPF im Sinne der TRGS 554.

Abgasnachbehandlungssysteme im Sinne der TRGS 554 beinhalten neben dem DPF auch alle Elemente zur Regeneration und zur automatischen Funktionssicherung. Bei passiven Abgasnachbehandlungssystemen erfolgt die Regeneration des Dieselpartikelfilters ohne zusätzlichen Eingriff von außen derart, dass die im gegebenen Betriebspunkt verfügbare Temperatur und der Sauerstoffgehalt für die Einleitung 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.

Die Filterkapazität ist in der Regel so bemessen, dass ein vollschichtiger Betrieb des Dieselmotors gewährleistet werden kann. Im Mehrschichtbetrieb eingesetzte Fahrzeuge können – sofern sie über keine automatische interne Regenerationseinrichtung verfügen, die während des Fahrbetriebes anspricht – mit schnell auswechselbaren Filtern ausgerüstet werden. Der beladene Filter wird ausgebaut und durch einen neuen ersetzt. Die Regeneration des beladenen Filters kann dann örtlich unabhängig von dem Fahrzeug erfolgen, z. B. durch einfaches Anschließen an das Stromnetz, wenn der Filter mit einer eingebauten elektrischen Heizvorrichtung ausgerüstet ist, oder in einer mit Heißluft betriebenen Filterreinigungsanlage.

Für den kurzzeitigen Einsatz bei Fahrzeugen, die sonst nur im Freien fahren, werden auch aufsteckbare Dieselpartikelfilter angeboten, die am Auspuffrohr angebracht werden können. Das Rückhaltevermögen dieser Filter ist im Vergleich zu den oben beschriebenen Filtersystemen allerdings rasch erschöpft.

Schadstoffarme Dieselmotoren

Bereits bei der Anschaffung von dieselgetriebenen Fahrzeugen ist darauf zu achten, dass diese mit „schadstoffarmen“ Motoren ausgerüstet sind. Hierbei ist die beste nach dem Stand der Technik verfügbare Technologie auszuwählen. Abhängig vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind geeignete Schadstoffminderungsmaßnahmen anzuwenden. Dazu zählen z. B. Abgasnachbehandlungssysteme, Aufsteckfilter oder Abgasabsaugungen. Kommen bei Fahrzeugen zur Personen- oder Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 3,5 t Motoren der Klasse Euro 5 zum Einsatz, kann auf zusätzliche Maßnahmen zur Abgasnachbehandlung verzichtet werden.

Abb. 2: Abgasmessung durch Fachpersonal des Herstellers



Kraftstoffqualität

Auch die Kraftstoffqualität beeinflusst die Bildung von Dieselmotoremissionen. Dieselmotoren dürfen nur mit Kraftstoffen betrieben werden, die den Qualitätsanforderungen der DIN EN 590 „Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Dieselkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren“ oder der DIN EN 14214 „Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Fettsäure-Methylester (FAME) für Dieselmotoren – Anforderungen und Prüfverfahren“ in der jeweils gültigen Fassung entsprechen. Pflanzenöle können als Kraftstoff für Dieselmotoren eingesetzt werden, wenn sie die Qualitätsparameter der DIN 51605 „Kraftstoffe für pflanzenöлтаugliche Motoren – Rapsölkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren“ erfüllen und wenn sichergestellt ist, dass die Abgase nicht in ganz oder teilweise geschlossene Arbeitsbereiche gelangen. Nicht zulässig ist der Einsatz von Pflanzenölen als Kraftstoff in Arbeitsbereichen unter Tage.

Regelmäßige Motorwartung und Abgasmessungen

Schlecht gewartete Motoren schneiden hinsichtlich der Dieselmotoremissionen wesentlich ungünstiger ab als ein gut gewarteter Motor. Aus diesem Grund wurde in die TRGS 554 ein Wartungskonzept aufgenommen, das den Betreiber verpflichtet, den Motorzustand der Fahrzeuge, die in ganz oder teilweise geschlossenen

Arbeitsbereichen eingesetzt werden, spätestens nach 1.500 Betriebsstunden, mindestens jedoch jährlich, durch entsprechende Messungen im unverdünnten Abgas zu überprüfen (siehe Abbildung 2). Dies ist nicht erforderlich, wenn die Abgase eines Dieselmotors fortlaufend durch ein On-Board-Diagnostic-System mit Partikelsensor überwacht werden. Ebenfalls sind Fahrzeuge ausgenommen, die überwiegend im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden und deren Abgasemissionen regelmäßig in Abgasuntersuchungen nach § 47a StVZO untersucht werden, Schienenfahrzeuge, die überwiegend im öffentlichen Verkehr eingesetzt werden sowie Maschinen (z. B. Fahrzeuge und Flurförderzeuge), die lediglich zum Abstellen in ganz oder teilweise geschlossene Abstellbereiche eingebracht werden.

Die Abgasuntersuchungen sind schriftlich zu dokumentieren, z. B. in Wartungskarteien oder Untersuchungsprotokollen. Ein Beispiel für ein Untersuchungsprotokoll ist in Anlage 2 wiedergegeben.

Abgasmessungen sind nach einer Motorwartung, die entsprechend Herstellerangaben durchgeführt wurde, vorzunehmen. Ausschlaggebend für die Abgaswerte können u. a. der Zustand und die Einstellung des Ansaugsystems mit Luftfilter und der zugehörigen Leitungen, das Ventilspiel, die Dichtigkeit der Abgasanlage und der Abgasgegendruck, der Kompressionsdruck, die Einspritzdüsen und der Förderbeginn sowie die Einspritzmenge der Einspritzpumpe sein. Werden bei den Abgasmessungen die Referenzwerte des Motors um die in der TRGS 554 Anlage 3 genannten Werte überschritten, darf der Dieselmotor nicht mehr in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen eingesetzt werden.

Referenzwerte sind Werte für die Schwärzungszahl bzw. den Trübungswert im Abgas des Dieselmotors, die bei der Inbetriebnahme nach der Herstellung oder nach einem Umbau mit Einfluss auf die Abgasemission ermittelt und dokumentiert wurden und die bei Abgasuntersuchungen im Rahmen des Wartungskonzeptes zur Beurteilung des Motorzustandes herangezogen werden.

Die Messung der so genannten Schwärzungszahl erfolgt mit einem auf Filterbasis arbeitenden Messgerät. Dabei wird zur Messung 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. Die Schwärzungszahl ist somit ein Maß für die Schwarzrauchemission eines Dieselmotors.

Davon ist die Messung des Trübungswertes zu unterscheiden. Der Trübungswert ist im Sinne der TRGS 554 zwar ebenfalls ein Maß für die Schwarzrauchemission, allerdings wird sie entsprechend der Abgasuntersuchung für Kraftfahrzeuge mit Dieselmotor nach Anlage VIIIa zu § 47a StVZO ermittelt.

Organisatorische Maßnahmen

Auch organisatorische Maßnahmen, die in der Regel mit einem nur geringen Kostenaufwand verbunden sind, können dazu beitragen, die Dieselmotoremissionen zu minimieren. Hierzu zählen zum Beispiel

- eine betriebliche Verkehrsführung unter Vermeidung von ständigem „Stopp and Go“,
- eine räumliche Trennung belasteter Arbeitsbereiche von sonstigen Arbeitsbereichen und
- eine Einflussnahme auf das (Fahr)verhalten, um unnötiges Laufenlassen des Motors bei Arbeitsunterbrechungen, Vollgas beim Starten, starkes Beschleunigen, unnötig lange Fahrwege und umständliche Rangierarbeiten zu vermeiden.

Weitere Maßnahmen

Abgasabsaugungen und Lüftungsmaßnahmen

Weitere Möglichkeiten, die DME-Belastung für die Beschäftigten zu verringern, bestehen in der Installation von Absauganlagen, die die Abgase an der Austrittsstelle möglichst vollständig erfassen und so abführen, dass sie nicht in Arbeitsbereiche gelangen, sowie in der Durchführung von Lüftungsmaßnahmen, entweder durch natürliche Lüftung – also durch Öffnen von Fenstern, Toren usw. – oder aber durch Installation einer raumluftechnischen Anlage.

Abgasabsaugungen und raumluftechnische Anlagen sind einer jährlichen Prüfung zu unterziehen.

Abgrenzung und Kennzeichnung von Gefahrenbereichen

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. Diese Bereiche dürfen nur unterwiesene Beschäftigte betreten. Darüber hinaus ist das Zeichen „Rauchen verboten“ anzubringen.

Fahrerkabinen mit Frischluftversorgung

Werden dieselgetriebene Fahrzeuge in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen eingesetzt, in denen außer dem Arbeitsplatz für den Fahrer kein weiterer Arbeitsplatz vorhanden ist, kann auf eine Ausrüstung des Fahrzeuges mit einem Dieselpartikelfilter oder eine Abführung der Dieselmotoremissionen aus dem Arbeitsbereich durch Abgasabsaugung bzw. durch technische Raumlüftung verzichtet werden. Voraussetzung hierfür ist, dass für den Fahrer eine Kabine mit gefilterter Atemluft vorhanden ist. Der Mindestvolumenstrom an gefilterter Atemluft muss 20 m^3 pro Person und Stunde betragen und es muss ein bestimmter Überdruck in der Kabine sicher aufrechterhalten werden. Die Filterwirkung muss mit einer Warneinrichtung überwacht werden. Bei Ansprechen der Warneinrichtung muss der Fahrer den Arbeitsbereich mit DME-Belastung mit dem Fahrzeug verlassen.

Persönliche Schutzausrüstung

Ergibt sich im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung, dass inhalative Expositionen von mehr als $0,1 \text{ mg/m}^3$ elementarer Kohlenstoff (EC) vorliegen, soll Atemschutz getragen werden. In Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung soll den Beschäftigten auf ihren Wunsch hin auch bei inhalativen Expositionen von mehr als $0,02 \text{ mg/m}^3$ EC Atemschutz zur Verfügung gestellt werden.

Welcher Atemschutz geeignet ist, ergibt sich aus der Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR/GUV-R 190).

Betriebsanweisung

Unter Berücksichtigung der Gefährdungsbeurteilung ist zur Unterrichtung der Beschäftigten über die Gefahren von DME und über die erforderlichen Maßnahmen zu deren Abwehr eine arbeitsplatzbezogene schriftliche Betriebsanweisung zu erstellen. Die Betriebsanweisung muss mindestens Informationen enthalten über

- die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahrstoffe im Abgas von Dieselmotoren sowie die daraus resultierenden Gesundheitsgefährdungen,
- angemessene Vorsichtsmaßnahmen, die der Beschäftigte zu seinem eigenen Schutz und zum Schutz der anderen Beschäftigten am Arbeitsplatz durchzuführen hat, wie Hygienemaßnahmen sowie expositionsminimierende Maßnahmen sowie
- Maßnahmen bei Betriebsstörungen, Unfällen und zur Ersten Hilfe.

Die Betriebsanweisung ist in einer für die Beschäftigten verständlichen Form und Sprache abzufassen und diesen zugänglich zu machen. Bei jeder maßgeblichen Veränderung der Arbeitsbedingungen muss die Betriebsanweisung aktualisiert werden.

Unterweisung der Beschäftigten

Die Beschäftigten müssen anhand der Betriebsanweisung vor Aufnahme der Tätigkeit und danach mindestens jährlich über auftretende Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen mündlich unterwiesen werden. Dabei ist sicherzustellen, dass die Unterweisung eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung enthält. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen.

Rechtsquellen

Unfallverhütungsvorschrift „Flurförderzeuge“ (BGV D27)

Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR/GUV-R 190)

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Technische Regeln für Gefahrstoffe:

- TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“
- TRGS 906 „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren“

DIN EN 590 „Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Dieselmotoren – Anforderungen und Prüfverfahren“

DIN EN 14214 „Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Fettsäure-Methylester (FAME) für Dieselmotoren – Anforderungen und Prüfverfahren“

DIN 51605 „Kraftstoffe für pflanzenöлтаugliche Motoren – Rapsölkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren“

Anlage 1

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

Abgasmessung nach Wartungskonzept

Abgasuntersuchungen von dieselmotorisch angetriebenen Flurförderzeugen sind schriftlich, z. B. in Wartungskarteien oder Untersuchungsprotokollen, zu dokumentieren.

Abgasmessung nach Wartungskonzept (Nr. 4.2.4 TRGS 554) Ergebnisse der regelmäßigen Abgasmessungen (Schwärzungszahl nach Bosch)								
Technische Daten:			Partikelfilter: ja: ☐ nein: ☐					
Fahrzeug	Dieselmotor		Partikelfilter-Hersteller:					
Hersteller:	Hersteller:		Partikelfilter-Typ:					
Typ:	Typ:		Nennleistung: kW					
Baujahr:	Baujahr:		Nennndrehzahl: 1/min					
Werksnummer:	Motornummer:		Oberer Leerlauf: 1/min					
Anbaugeräte:								
Prüfbedingungen:			Wartungswerte gemäß Blatt 1:					
Prüfdrehzahl: 1/min			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	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ventilspiel	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Abgasgegendruck	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dichtigkeit der Abgasanlage	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Einspritzdüsen	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kompressionsdruck	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Abschlussmessung (Schwärzungszahl nach Bosch)								
Schwärzungszahl SZ nach Motor [-]								
Schwärzungszahl SZ nach Filter [-]								
Bewertung des Messergebnisses								
Keine weiteren Prüf- bzw. Einstellarbeiten erforderlich (Messwerte ≤ Wartungswerte)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Nächste Abgasmessung spätestens								
Prüfer (Stempel und Unterschrift)								

Bildnachweis

Jungheinrich (Titelfoto)