

An
a l l e Arbeitsinspektorate

GZ: 461.208/104-III/3/02

Wien, 2. August 2002

Betreff: Motorkraftbetriebene Flurförderzeuge in geschlossenen Räumen (Hallen);
(Auslegungsfragen).

Sehr geehrte Damen und Herren!
Liebe Kolleginnen und Kollegen!

Die aktuellen Auslegungsfragen zum Betrieb von Dieselstaplern im "infotrail" und bisher häufige Fragen über Möglichkeiten des Einsatzes von diversen Flurförderzeugen mit Verbrennungsmotor werden zum Anlass genommen, den Erlass vom 13. November 1995, Zl. 61.510/1-4/95, der einerseits wegen der (durch das ANS-RG erfolgten) Änderung der Ausnahmeveraussetzungen im ASchG und andererseits im Hinblick auf die mit 1. Oktober 2001 in Kraft getretene Grenzwertverordnung (GKV 2001) teilweise überholt ist, durch die folgenden Ausführungen zu ersetzen.

I N H A L T

1. Gesetzliche Grundlagen
2. Einsatzbegrenzungen für bestimmte Flurförderzeuge
3. Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung und Lüftungsbedarf
4. Rechtliche Aspekte
5. Anhang: Häufig gestellte Fragen mit Antwort

1. Gesetzliche Grundlagen

Nach § 33 Abs. 5 letzter Satz ASchG dürfen nur solche Arbeitsmittel eingesetzt werden, die nach dem Stand der Technik die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer so wenig wie möglich gefährden.

Nach § 42 Abs. 1 und 2 ASchG besteht für eindeutig krebserzeugende Arbeitsstoffe dann ein Verwendungsverbot, wenn ein gleichwertiges Arbeitsergebnis mit nicht gefährlichen oder mit weniger gefährlichen Arbeitsstoffen erreicht werden kann. Die Einstufung von partikelförmigen Dieselmotoremissionen (pDME) als eindeutig krebserzeugend ist in der GKV 2001, Anhang III C Z 7, festgelegt.

Zufolge § 16 Abs. 10 AAV dürfen verbrennungsmotorgetriebene Flurförderzeuge in geschlossenen Räumen nur dann betrieben werden, wenn die Konzentration der Abgasbestandteile in der Raumluft die festgelegten Grenzwerte nach GKV 2001 - soweit nach dem Stand der Technik möglich - unterschreiten.

Hinsichtlich gesundheitsgefährdender Arbeitsstoffe ohne Grenzwert bestimmt § 45 Abs. 7 ASchG, dass Arbeitgeber dafür zu sorgen haben, dass die Konzentration dieses Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz stets so gering wie möglich ist.

2. Welche motorkraftbetriebenen Flurförderzeuge dürfen in geschlossenen Räumen verwendet werden?

2.1 In geschlossenen Räumen dürfen verwendet werden:

- Flurförderzeuge mit Motoren, die keine gefährlichen Arbeitsstoffe emittieren, z.B. **Flurförderzeuge mit Elektromotor und**
- Flurförderzeuge, deren Verbrennungsmotor keine eindeutig krebserzeugenden Abgasbestandteile emittiert, wenn bestimmte in Punkt 3.1 angeführte Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung angewendet werden. Dies sind z.B. Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotor, der mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben wird.

Wann dürfen Flurförderzeuge, deren Verbrennungsmotor eindeutig krebserzeugende Abgasbestandteile enthält, grundsätzlich in geschlossenen Räumen verwendet werden?

Sie dürfen als Ersatz nur dann verwendet werden, wenn ein gleichwertiges Arbeitsergebnis mit Flurförderzeugen ohne eindeutig krebserzeugende Abgasbestandteile nicht erreicht werden kann. D.h. die Verwendung von Flurförderzeugen mit eindeutig krebserzeugenden Abgasbestandteilen ist unter Berücksichtigung von Punkt 2.2 grundsätzlich möglich, wenn als Stand der Technik eine der folgenden Voraussetzungen zutrifft:

- Erforderliche Tragkraft mehr als 6 Tonnen **oder**
- Häufig Höhenunterschiede mit mehr als 1 m **oder**
- Durchschnittliche Wegstrecke mehr als 100 m pro Transportvorgang **oder**
- Große Batteriebeanspruchung durch
 - lange Stillstandszeiten **oder**
 - erhebliche Vibrationen **oder**
 - Wärmeeinwirkung (z.B. in Gießereien und Schmieden) **oder**
- Verwendung von Anbaugeräten mit einem hohen Energieverbrauch (z.B. Ballengreifer)

2.2 Flurförderzeuge mit eindeutig krebserzeugenden Abgasbestandteilen. Dies sind z.B. Flurförderzeuge, deren Verbrennungsmotor mit Benzin, das Benzol enthält, betrieben wird, oder Flurförderzeuge, deren Verbrennungsmotor eindeutig krebserzeugende Partikelemissionen enthält, z.B. Flurförderzeuge mit Dieselmotor, der mit Diesel, oder alternativen Kraftstoffen, wie Rapsmethylester (RME, Biodiesel) oder Rapsöl, betrieben wird. Sie dürfen ex lege, d.h. **ohne bescheidmäßige Ausnahmegenehmigung**, in geschlossenen Räumen

verwendet werden. Allerdings müssen die Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung für Flurförderzeuge mit Benzinmotor nach Punkt 3.1 und für Flurförderzeuge mit Dieselmotor nach Punkt 3.2 berücksichtigt werden.

3. Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung bei der Verwendung von Flurförderzeugen mit Verbrennungsmotor in geschlossenen Räumen

3.1 Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotor, der keine eindeutig krebserzeugenden, partikelförmigen Abgasbestandteile enthält (z.B. erdgas-, flüssiggas- oder benzinmotorgetriebene)

Diese Flurförderzeuge dürfen unter Berücksichtigung von Punkt 2 in geschlossenen Räumen verwendet werden, wenn

- als Stand der Technik geregelte 3-Wege-Katalysatoren eingesetzt werden. Während der Aufheizzeit des Katalysators, gemäß Hersteller- oder Vertreiberangabe, muss der Motor im Freien laufen gelassen werden.
- die Grenzwerte und der Bewertungsindex nach § 7 GKV 2001 durch entsprechende Lüftungsvoraussetzungen sicher unterschritten sind. Der notwendige Mindest-Luftaustauschgrad bzw. das Mindest-Raumvolumen ist nach Punkt 3.3 zu bestimmen.
- nach höchstens 1.500 Betriebsstunden oder mindestens jährlich eine Wartung des Motors mit Katalysator nach Herstellerangaben und Messungen der tatsächlichen Emission nach dem Katalysator von fachkundigem Personal durchgeführt werden. Als Leitkomponente gilt für den Benzinmotor CO für den Gasmotor NO_x. Die Messungen müssen in reproduzierbaren Betriebszuständen unter Belastungsbedingungen, "oberer Leerlauf" des Motors für die Bestimmung der jeweiligen Leitkomponente, durchgeführt werden. Überschreiten die Messwerte die Referenzwerte beim Benzinmotor für CO in ppm oder beim Gasmotor für NO_x in ppm um mehr als 25 %, so sind neben den üblichen Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers weitere Prüfungen und Einstellungen vorzunehmen bis die Referenzwerte erreicht sind. Als Referenzwerte sind die anlässlich der erstmaligen Inbetriebnahme des Flurförderzeuges ermittelten Werte, Werte aus der Bauartzulassung oder Herstellerangaben heranzuziehen. Die Abgasuntersuchungen sind schriftlich zu dokumentieren. Von jeder Abgasuntersuchung sind mindestens die folgenden Angaben festzuhalten:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Daten des Verbrennungsmotors, des Katalysators und des Flurförderzeuges- Messdrehzahl- CO-Konzentration bei Benzinmotoren, NO_x-Konzentration bei Gasmotoren- Betriebsstunden- Datum der Abgasuntersuchung |
|--|

- die Sicherheit betreffend Explosionsgefahr, z.B. bei flüssiggasbetriebenen Flurförderzeugen, gegeben ist.

3.2 Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotor, der eindeutig krebserzeugende, partikelförmige Abgasbestandteile enthält (z.B. dieselmotor-, RME-, oder rapsölgetriebene)

Diese Flurförderzeuge dürfen unter Berücksichtigung von Punkt 2 in geschlossenen Räumen verwendet werden, wenn

- Partikelfiltersysteme zur Reduktion von krebserzeugenden, partikelförmigen Abgasbestandteilen (z.B. Dieselruß) verwendet werden. Die erforderliche Abscheiderate des Partikelfilters muss mindestens 90 % des Partikelanteiles, berechnet aus gravimetrisch ausgewerteten Messwerten ohne und mit Filter in einem dem üblichen Betrieb entsprechenden Testzyklus. Basis hierfür können z.B. die Testzyklen nach ISO 8178 oder der UBA-Testzyklus sein.
- die Grenzwerte und der Bewertungsindex nach § 7 GKV 2001 für die gas- und dampfförmigen DME grundsätzlich oder durch entsprechende Lüftungsvoraussetzungen sicher unterschritten sind. Der notwendige Mindest-Luftaustauschgrad bzw. das Mindest-Raumvolumen ist nach Punkt 3.3 zu bestimmen.
- nach höchstens 1.500 Betriebsstunden oder mindestens jährlich eine Wartung des Motors und Partikelfilters nach Herstellerangaben und anschließend Messungen der Rohemission vor dem Partikelfilter als auch der tatsächlichen Emission nach dem Partikelfilter von fachkundigem Personal durchgeführt werden.

Die Messungen müssen in reproduzierbaren Betriebszuständen unter Belastungsbedingungen, "oberer Leerlauf" des Motors für die Bestimmung der Schwärzungszahl oder freie Beschleunigung des Motors für die Bestimmung des Trübungswertes, durchgeführt werden. Auf die Bestimmung der Rohemission vor der Filteranlage kann verzichtet werden, wenn die nach der Filteranlage gemessene Schwärzungszahl nicht mehr als 0,5 oder der Trübungswert nicht mehr als $0,15 \text{ m}^{-1}$ beträgt.

Sonst gilt: Überschreiten die Messwerte die Referenzwerte

- für die Schwärzungszahl um mehr als 1,0 bei der Messung vor dem Partikelfilter und um mehr als 0,5 bei Messung nach dem Filter oder
- für den Trübungswert um mehr als $0,3 \text{ m}^{-1}$ bei der Messung vor dem Partikelfilter und um mehr als $0,15 \text{ m}^{-1}$ bei Messung nach dem Filter, so sind neben den üblichen Wartungsarbeiten nach Angaben des Herstellers weitere Prüfungen und Einstellungen vorzunehmen bis die Referenzwerte erreicht sind. Als Referenzwerte sind die anlässlich der erstmaligen Inbetriebnahme des Flurförderzeuges ermittelten Werte, Werte aus der Bauartzulassung oder Herstellerangaben heranzuziehen.

Die Abgasuntersuchungen sind schriftlich zu dokumentieren. Von jeder Abgasuntersuchung sind mindestens die folgenden Angaben festzuhalten:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Daten des Dieselmotors, Partikelfilters und des Flurförderzeuges- Messdrehzahl (Schwärzungszahl) oder Maximaldrehzahl (Trübungswert)- Schwärzungszahl oder Trübungswert (jedenfalls nach dem Filter)- Betriebsstunden- Datum der Abgasuntersuchung |
|--|

- für die Regeneration der Dieselpartikelfilter folgende Maßnahmen zur Expositionsbegrenzung (z.B. durch Kohlenstoffmonoxid) festgelegt werden:

- bei externen oder internen Regenerationseinrichtungen im geschlossenen Raum: Absaugung der während der Regeneration aus dem Dieselpartikelfilter freigesetzten Emissionen.

3.3 Lüftungsbedarf für Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotor in geschlossenen Räumen

Grobe Abschätzung nach SUVA "Gesundheitsschutz beim innerbetrieblichen Einsatz von Gabelstaplern mit Verbrennungsmotor" {für Gas- und Benzinmotor Werte gerundet; für Dieselmotor 2-fach höhere Werte, da der Bewertungsindex für relevante Abgasbestandteile (NO, NO₂, CO, CO₂) mit MAK-Wert zu unterschreiten ist.}

Gasmotor mit Drei-Weg-Katalysator (Leitkomponente Stickstoffdioxid NO₂):

Spezifische Lufterneuerung **SL**: $15 \frac{m^3}{h \cdot kW}$

Benzinmotor mit Drei-Weg-Katalysator (Leitkomponente Kohlenstoffmonoxid CO):

Spezifische Lufterneuerung **SL**: $45 \frac{m^3}{h \cdot kW}$

Dieselmotor mit Partikelfilter (Leitkomponente pDME):

- Wirbelkammermotor: Spezifische Lufterneuerung **SL**: $120 \frac{m^3}{h \cdot kW}$

- Direkteinspritzer: Spezifische Lufterneuerung **SL**: $240 \frac{m^3}{h \cdot kW}$

Die **erforderliche Frischluftzufuhr F_L [m³/h] = SL x P_N**, wobei P_N [kW] die Nennleistung des Flurförderzeuges ist.

Das **Mindest-Raumvolumen** bei gegebenem Luftaustauschgrad nach Punkt 16 "Anhang" Tabelle 1 für natürliche oder Tabelle 2 für mechanische Lüftung ist:

$$V [m^3] = F_L [m^3/h] / L [1/h]$$

Die Werte für die spezifische Lufterneuerung gelten für den dauernden Betrieb in geschlossenen Räumen. Für verkürzte Einsatzzeiten kann ein Minderungsfaktor t_M [1] bei gegebenem Luftaustauschgrad nach folgender Formel bestimmt werden.

$$t_M [1] = 1 - \exp(-L \times t) \text{ mit Luftaustauschgrad } L [1/h] \text{ und Einsatzzeit } t \text{ in } [h]$$

Das Mindest-Raumvolumen beträgt dann:

$$V [m^3] = t_M \times F_L [m^3/h] / L [1/h]$$

Ein Berechnungsbeispiel ist in Punkt 17 "Anhang" angeführt.

Damit ist eine grobe Abschätzung möglich, ob natürliche Lüftung für die Art des geschlossenen Raumes reicht oder welche mechanische Lüftung zielführend ist. Abweichungen von diesen groben Abschätzungen sind zulässig, wenn die sichere Grenzwertunterschreitung (GW der Leitkomponente und des Bewertungsindex für

Abgasbestandteile mit MAK-Wert) rechnerisch mit genaueren Modellen, z.B. über die spezifische Emission in belastungsrelevanten Testzyklen, nachgewiesen werden.

Eine geeignete mechanische Lüftung ist nach Punkt 16 "Anhang" Tabelle 2 zu beantragen, wenn sie rechnerisch notwendig ist.

4. Rechtliche Aspekte

Im bisherigen "Dieselstapler-Erlass" wurde davon ausgegangen, dass für die Verwendung von Dieselstaplern in geschlossenen Räumen eine bescheidmäßige Ausnahmegenehmigung von § 16 Abs. 10 AAV erforderlich ist. Abweichend davon wird nunmehr folgende **Auslegung des § 16 Abs. 10 AAV** getroffen:

Durch Verbrennungsmotoren angetriebene Betriebsmittel wie Flurförderzeuge, dürfen in geschlossenen Betriebsräumen nur dann betrieben werden, wenn

1. sie nicht durch weniger gefährliche Arbeitsmittel (z.B. Elektrostapler) ersetzt werden können (§ 33 Abs. 5, § 42 Abs. 1 ASchG),
2. die Grenzwerte der Abgasbestandteile nicht überschritten werden (§ 45 Abs. 3 und 4 ASchG)
3. bei Abgasbestandteilen ohne Grenzwert die Konzentration so gering wie es nach dem Stand der Technik möglich ist gehalten wird (§ 45 Abs. 7 ASchG).

4.1 Bestehender genehmigter Zustand:

Dieselstapler, für die ein rechtskräftiger Ausnahmegenehmigungsbescheid i.S.d. bisherigen "Dieselstapler-Erlasses" vorliegt, dürfen gemäß dem Bescheid weiterhin betrieben werden, auch wenn im Bescheid weniger strenge Anforderungen vorgesehen sein sollten, als nunmehr in diesem Erlass. Wenn in dem Ausnahmebescheid aber strengere Anforderungen vorgesehen sind als in diesem Erlass, ist hingegen der Erlass maßgeblich. Sind solche strengeren Anforderungen im Bescheid in Form von Ausnahmevoraussetzungen vorgeschrieben, sind sie obsolet, da nunmehr keine Ausnahme erforderlich ist. Wurden sie hingegen in Form von Auflagen vorgeschrieben, kann der Arbeitgeber ihre Aufhebung nach § 93 Abs. 4 oder § 94 Abs. 7 ASchG beantragen.

Flurförderzeuge mit Benzin- oder Gasmotor, die bereits in Verwendung stehen, dürfen weiter verwendet werden, auch wenn sie dem Punkt 2 und/oder Punkt 3.1. dieses Erlasses nicht entsprechen.

Selbstverständlich müssen aber auch bei bereits in Verwendung stehenden Flurförderzeugen die TRK-Werte und der Bewertungsindex I der relevanten Abgasbestandteile mit MAK-Wert (CO, CO₂, NO, NO₂) nach § 7 GKV 2001 unterschritten sein. Bestehen diesbezüglich Zweifel, so ist vom zuständigen Arbeitsinspektorat bei der ÖSBS eine Messung zu beantragen.

4.2 Neue Fälle:

Für diese ist **keine bescheidmäßige Ausnahmegenehmigung** erforderlich. Die Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotor dürfen aber nur verwendet werden, wenn die im vorliegenden Erlass in Punkt 2 angeführten Einsatz-Voraussetzungen und die in

Punkt 3.1 oder 3.2 angeführten Maßnahmen eingehalten werden. Die Maßnahmen sind bezogen auf den gegebenen Einzelfall erforderlichenfalls zu konkretisieren und als Auflagen zu beantragen, sofern sie in den Einreichunterlagen nicht berücksichtigt sind.

Der Erlass vom 13. November 1995, Zl. 61.510/1-4/95, wird aufgehoben.

Anlage

Mit freundlichen Grüßen!
Für den Bundesminister:
S z y m a n s k i

Häufig gestellte Fragen mit Antwort

1. Kann ein Dieselpartikelfilter durch einen Oxidationskatalysator ersetzt werden?

Nein, der Oxidationskatalysator ist bauartbedingt nicht in der Lage, Partikel aus dem Abgasstrom herauszufiltern. Flurförderzeuge mit Dieselmotor, die nur mit einem Oxidationskatalysator ausgerüstet sind, dürfen daher nicht in geschlossenen Räumen betrieben werden.

2. Ist der Einsatz von Oxidationskatalysatoren neben Dieselpartikelfiltern als Stand der Technik anzusehen? Ist der Einsatz von Oxidationskatalysatoren sinnvoll?

Mit dem Oxidationskatalysator können die bei Dieselmotorabgasen vergleichsweise geringen Anteile an Kohlenstoffmonoxid, die unverbrannten Kraftstoffbestandteile und die geruchsintensiven Aldehyde aufoxidiert werden. Die Wirkungen des Oxidationskatalysators sind nicht immer positiv.

Wirkungen des Oxidationskatalysators:

- CO oxidiert zu CO₂: Relativ gesehen positive Wirkung
- NO_x oxidiert zu NO_{x+1}: Negative Wirkung (strengere Grenzwerte)
- SO_x oxidiert zu SO_{x+1}: Negative Wirkung (strengere Grenzwerte)
- Oxidation von Aldehyden: Positive Wirkung (Geruchsminimierung)
- Bewertungsindex kann steigen: Negative Wirkung (Literatur: Zeitschrift "Sichere Arbeit" 5/2000 Seite 8-13)

Auf Grund dieser unterschiedlichen Wirkungen ist der Einsatz von Oxidationskatalysatoren für Flurförderzeuge mit Dieselmotor von den Arbeitsspektoraten im Genehmigungsverfahren im Allgemeinen nicht zu fordern andererseits aber auch nicht zu verhindern. In Einzelfällen kann der Einsatz von Oxidationskatalysatoren zur Reduzierung der Geruchsbelästigung sinnvoll sein. Betreffend Reduktion der CO-Emission durch Oxidationskatalysatoren für Dieselmotoren ist zu bemerken: Messtechnisch sind bisher keine Probleme durch CO bei Dieselmotoren bekannt, wenn die Lüftungsvoraussetzungen nach Punkt 3.3 erfüllt sind (Auskunft: "ÖSBS" Dipl.-Ing. Schuster).

3. Kann der Geruch der Dieselabgase auch ohne Oxidationskatalysator minimiert werden?

Ja, wird der Partikelfilter zusätzlich mit einem katalytisch wirksamen Material beschichtet, kann die Geruchsbildung des Dieselabgases reduziert werden.

4. Ist bei Verwendung alternativer Kraftstoffe, wie z.B. Rapsmethylester (RME, "Biodiesel") oder Rapsöl ein Partikelfilter für die Verwendung in geschlossenen Räumen erforderlich?

Ja, da auch in diesen Fällen durch den Verbrennungsprozess im Dieselmotor die typischen krebserzeugenden Partikelemissionen entstehen. Flurförderzeuge deren Dieselmotor mit RME oder Rapsöl betrieben werden, müssen in geschlossenen Räumen mit Partikelfilter ausgerüstet sein. Eine Ausrüstung mit Oxidationskatalysatoren alleine ist nach derzeitigem Wissensstand nicht

ausreichend, da bislang die erforderliche Minderung der Partikelemissionen nicht nachgewiesen ist (Zeitschrift "Arbeitssicherheit" Tü Bd. 43/2002/Nr. 5 Mai "Einsatz von Gabelstaplern mit Dieselmotoren in Räumen"). Im Übrigen sind die Einsatzbegrenzung nach Punkt 2 und alle Maßnahmen zur Emissionsminderung nach Punkt 3.2 zu berücksichtigen.

5. **Wäre es nicht sinnvoller Grenzwerte für alle Abgasbestandteile von Verbrennungsmotoren festzulegen?**

Für die relevanten gasförmigen Abgasbestandteile sind Grenzwerte und Bewertungsindex nach GKV 2001 festgelegt. Für pDME ist die Einführung von TRK-Werten in der Größenordnung der deutschen Grenzwerte geplant. Wann deren Aufnahme in die GKV 2001 erfolgt, ist derzeit nicht abschätzbar. Der Lüftungsbedarf nach Punkt 3.3 berücksichtigt bereits den deutschen Grenzwert.

6. Ein Dieselmotor weist folgende Abgaswerte auf:

CO 1,98 g/kWh, HC 0,43 g/kWh, NO_x 8,06 g/kWh, pDME (Ruß) 0,16 g/kWh. Der deutsche Hersteller wäre bereit, für den österreichischen Markt einen Oxidationskatalysator anzubieten, wenn der Motor verwendet werden könnte.

Darf der Motor verwendet werden?

Als Anhaltswerte **schadstoffarmer** Dieselmotoren gelten:

CO 0,6 g/kWh, HC 0,2 g/kWh, NO_x 6,0 g/kWh, pDME (Ruß) 0,25 g/kWh. Der Motor ist betreffend seiner gasförmigen Abgasbestandteile zwar nicht als schadstoffarm anzusehen, darf aber mit oder ohne Oxidationskatalysator verwendet werden. Ein Oxidationskatalysator führt im Allgemeinen zu keiner Verminderung des Bewertungsindex der relevanten Abgasbestandteile von CO, CO₂, NO und NO₂ (siehe Punkt 2 "Anhang"). In diesem Fall muss auf ausreichende Lüftung geachtet werden. Der rechnerische Nachweis über die spezifische Lufterneuerung nach Punkt 3.3 berücksichtigt zwar nicht den worst case ist aber so festgelegt, dass auch mit schadstoffreicheren Motoren Grenzwerte und Bewertungsindex im Allgemeinen unterschritten sind.

7. **Was ist zu tun, wenn die Einreichunterlagen keinen ausreichend dokumentierten Wartungszyklus für Verbrennungsmotor oder Partikelfilter enthalten?**

Eine regelmäßige Wartung und Messung für Verbrennungsmotoren ist in Punkt 3.1 bzw. für Dieselmotoren in Punkt 3.2 festgelegt und falls in den Einreichunterlagen nicht berücksichtigt zu beantragen. Die Wartungszyklen für Partikelfilter sind meist ausreichend dokumentiert und wenn nicht, ist dafür zu sorgen, dass die Einreichunterlagen ergänzt werden.

8. **Welche Regenerations-Additive für Diesel-Partikelfilter sind zulässig welche nicht?**

Nicht zulässig sind Kupfer-Additive (es entstehen u.a. Dioxine). Zulässig sind u.a. Eisen-, Cer- oder Cer+Platin-Additive.

9. **Welche zwei Messverfahren sind für die Wartungskontrolle der Dieselmotoren mit Partikelfiltersystem zulässig?**

Folgende zwei Verfahren sind gleichberechtigt:

Die Messung der Schwärzungszahl erfolgt im Messpunkt "oberer Leerlauf" mit einer auf der Bosch-Filterpumpenmethode basierenden Abgasmessung mit Filterpapier. Die Messung des Trübungswertes erfolgt in der freien

Beschleunigung des Motors mit einem direktanzeigenden Opazimeter.

10. Darf zur Auswertung der Schwärzungszahl bei der Abgasmessung mit der Filterpumpe eine Vergleichstabelle verwendet werden, wie sie bei der Messung von Heizungen eingesetzt wird?

Nein, wenn die Auflösung der Vergleichstabelle nicht mindestens 0,5 Schwärzungszahl beträgt.

11. Gelten für Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotor, die nur in geschlossenen Hallen nach der Schicht abgestellt werden, die Einsatz-Voraussetzungen nach Punkt 2 und die Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung nach Punkt 3?

Nein; das Abstellen muss ohne Umwege erfolgen; die Verbrennungsmotoren dürfen erst unmittelbar vor der Ausfahrt angelassen werden; die Halle muss grundsätzlich für die Verwendung von Flurförderzeugen geeignet sein, d.h. Mindest-Raumvolumen je Flurförderzeug für $t = 5$ min nach Punkt 3.3 bei zugehörigen Luftaustauschgrad.

Weisen die Abstellbereiche eine Nutzfläche von mehr als 100 m^2 auf, so sind Flurförderzeuge mit Druckluftbremsanlage entweder an eine zentrale Druckluftversorgung anzuschließen oder es ist eine ausreichend dimensionierte Raumlüftung erforderlich.

12. Unter welchen Voraussetzungen können Flurförderzeuge mit Verbrennungsmotoren ohne Einsatz-Voraussetzungen nach Punkt 2 und ohne Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung nach Punkt 3 in geschlossenen Räumen verwendet werden?

Dies ist möglich, wenn in den geschlossenen Räumen keine Arbeitsplätze eingerichtet sind und die Fahrer der Flurförderzeuge in Fahrer cabinen mit Frischluftversorgung untergebracht sind. In der Fahrer cabinen muss ein Überdruck von 100 Pa aufrecht erhalten werden, der mittels Überdruckmessgerät mit Warneinrichtung zu überwachen ist. Bei Warnung ist der geschlossene Raum mit dem Flurförderzeug zu verlassen.

13. Welche Kraftstoffe sind bei Dieselmotoren zu verwenden?

Anzustreben ist ein möglichst geringer Schwefelgehalt.

Dieselmotoren dürfen mit folgenden Kraftstoffen betrieben werden:

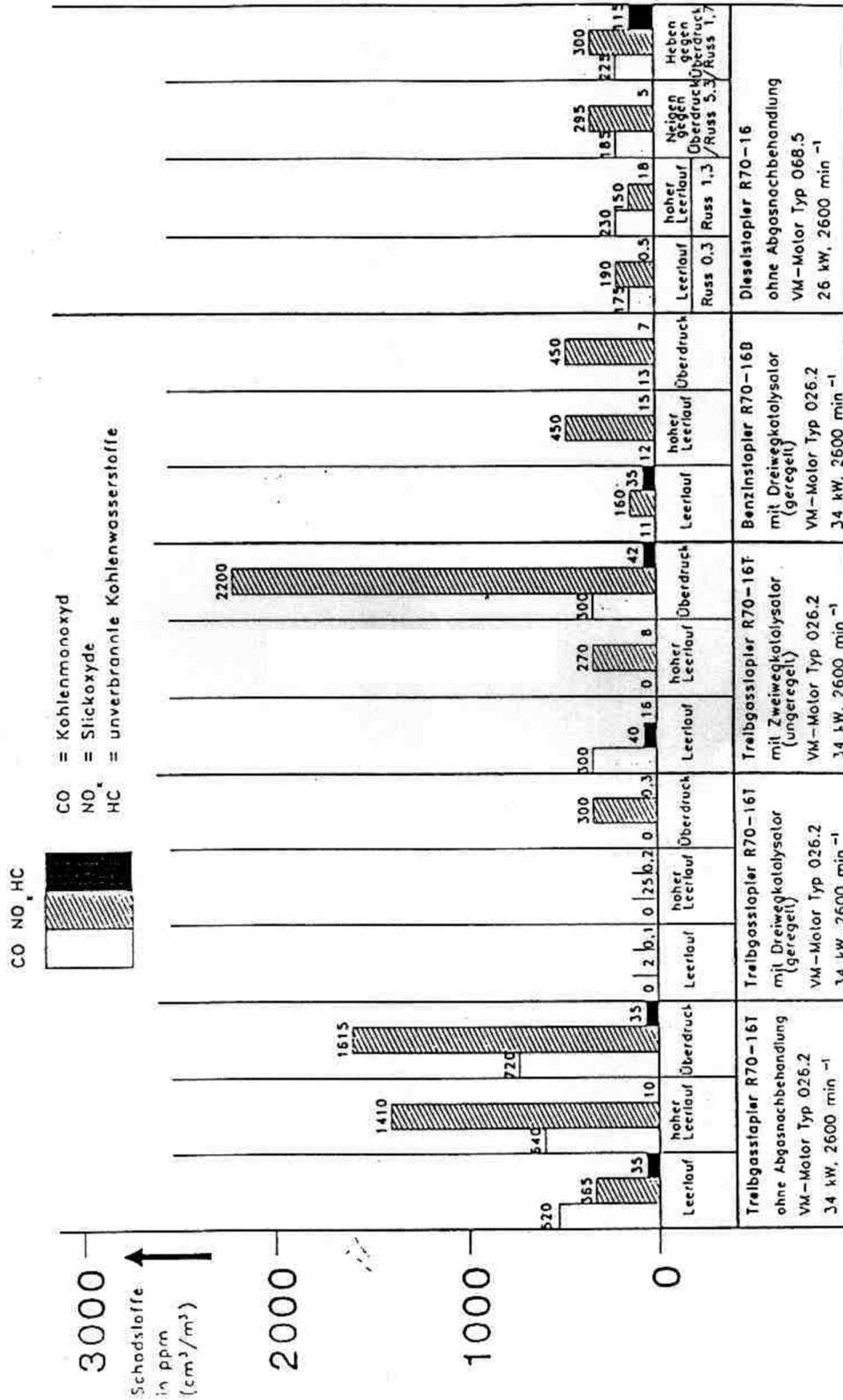
- Kraftstoffen, die der ÖNORM EN 590 "Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge – Dieselkraftstoff – Anforderungen und Prüfverfahren, Juli 2000" entsprechen
- Alternativkraftstoffe, wie Rapsmethylester (RME) oder Rapsöl, wenn vom Hersteller oder Vertreiber zugelassen
- schwefelfreie Dieselkraftstoffe

1. Kann bei Verwendung von schwefelfreiem Dieselkraftstoff auf einen Partikelfilter verzichtet werden?

Nein, ein Dieselpartikelfilter ist auch in diesem Fall erforderlich, da die Minderung der Partikelemission durch schwefelfreien Dieselkraftstoff maximal 30% aber nie die Größenordnung von 90% erreicht.

Vergleich der Abgasschadstoffe mit und ohne Abgasmachbehandlung

Diesel-, Treibgas- und Benzin-Gabelstapler 1,6 t Tragfähigkeit (Juni 1988)



2. Wie verhalten sich wesentliche Abgasbestandteile - CO, NO_x und HC - verschiedener Verbrennungsmotoren von Staplern im Vergleich?
 (Quelle: SUVA "Gesundheitsschutz beim innerbetrieblichen Einsatz von Gabelstaplern mit Verbrennungsmotoren, Juli 1994")

16. Wie kann der Luftaustauschgrad bestimmt werden?

Der Luftaustauschgrad (**L**) = Luftwechsel (**L_w**) x Luftaustauschfaktor (**L_A**).

Für mechanische Lüftung gilt: **L_w [1/h] = V_{Zuluft} [m³/h] / V [m³].**

Es folgen Tabellen nach TRGS 554 für natürliche und mechanische Lüftung

Tabelle 1 (Quelle: TRGS 554, österreichische Begriffe verwendet):

Luftwechselzahl L_w und Luftaustauschfaktor L_A bei natürlicher 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 natürlichen Lüftung (Lüftungsaufsätze, usw.)	0,3
			mit Einrichtungen zur natürlichen Lüftung	1
	Nicht freistehendes Gebäude (grenzt an andere Gebäude)	0,5	Ohne Einrichtungen zur natürlichen Lüftung (Lüftungsaufsätze, usw.)	0,3
			mit Einrichtungen zur natürlichen Lüftung	0,8

Tabelle 2 (Quelle: TRGS 554, österreichische Begriffe verwendet):
Luftaustauschfaktor L_A bei mechanischer 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 (Quelllüftung)	1,5	Günstigster Fall der Raumlüftung

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

17. Wie ist das Mindest-Raumvolumen zu berechnen (Beispiel)?

Gegeben: 2 Dieselstapler (Wirbelkammermotor): $P_N = 35 \text{ kW}$

Abschätzung nach Punkt 3.3:

Berechnung der erforderlichen Frischluftmenge F_L :

$$F_L = SL \times 2 \times P_N = 120 \times 2 \times 35 = 8.400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Annahme: Luftaustauschgrad $L = 1,5 \text{ 1/h}$ nach Punkt 16 "Anhang" Tabelle 1

Berechnung des Mindest-Raumvolumen (Dauerbetrieb):

$$V = F_L / L = 8\,400 / 1,5 = 5\,600 \text{ m}^3$$

Gegeben: Einsatzdauer $t = 1 \text{ h}$ (durchgehend)

Berechnung des Minderungsfaktors t_M [1]:

$$t_M [1] = 1 - \exp(-L \times t) = 1 - \exp(1,5 \times 1) = 0,78$$

Berechnung des Mindest-Raumvolumen (Betrieb 1 h durchgehend):

$$V = t_M \times F_L / L = 0,78 \times 8\,400 / 1,5 \cong 4\,400 \text{ m}^3$$

18. Was ist Stand der Technik betreffs Batterieladevorgänge für Flurförderzeuge mit Elektromotor?

Als Stand der Technik insbesondere für Lüftung und Explosionsschutzzone ist ÖVE-C 10 Teil 2/1989 "Akkumulatoren und Batterieanlagen, ortsfeste Batterien" heranzuziehen. Auf Punkt 5 "Lüftung" ÖVE-C 10 Teil 2/1989 wird besonders hingewiesen.