

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 CO ₂ : | 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 (Zeit

schrift "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 m² 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 Fahrerkabine mit Frischluftversorgung untergebracht sind. In der Fahrerkabine 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

14. 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.

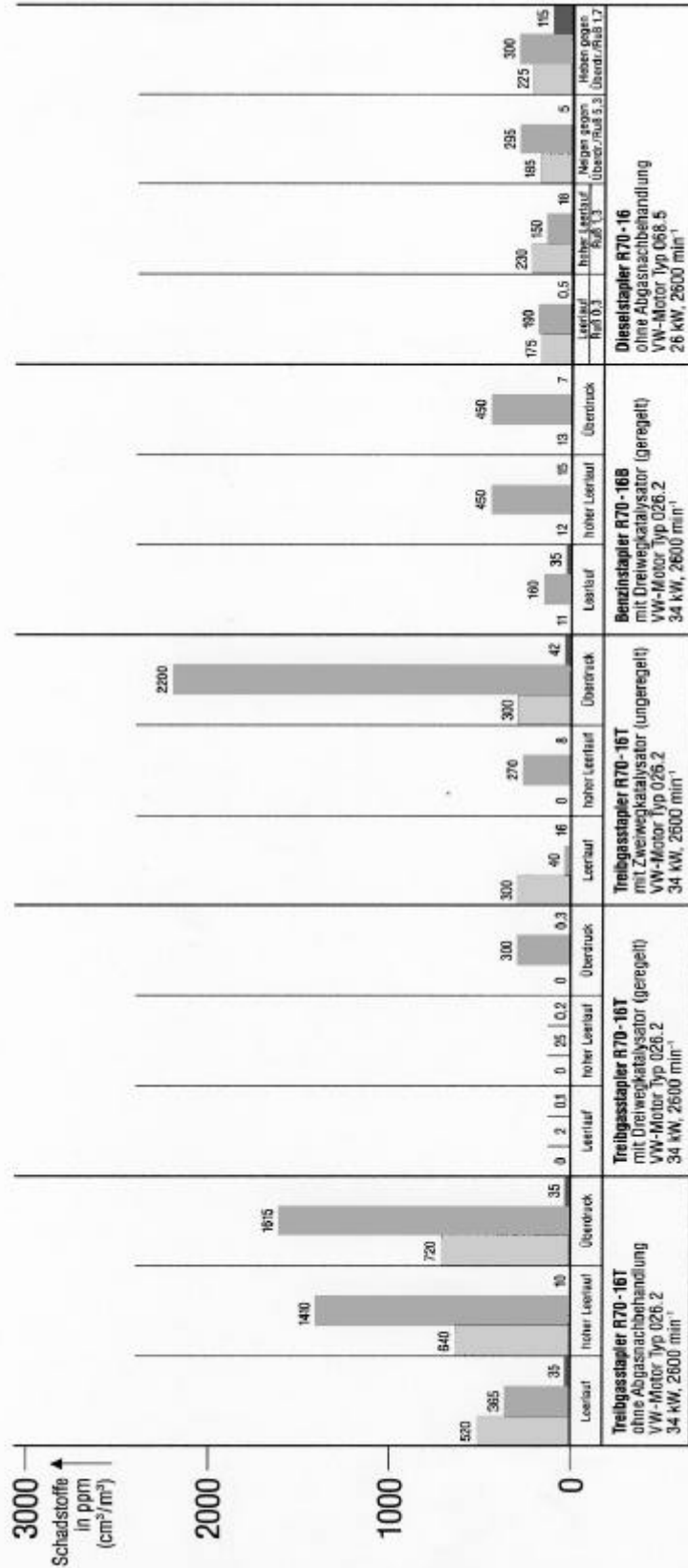
15. Wie verhalten sich wesentliche Abgasbestandteile - CO, NO_x und HC - verschiedener Verbrennungsmotoren von Staplern im Vergleich?

(Quelle: SUVA "Gesundheitsschutz beim innerbetrieblichen Einsatz von Gabelstaplern mit Verbrennungsmotoren, Juli 1994")

Vergleich der Abgasschadstoffe mit und ohne Abgasnachbehandlung

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

CO NO_x HC
 CO = Kohlenmonoxid
 NO_x = Stickoxyde
 HC = unverbrannte Kohlenwasserstoffe



16. Wie kann der Luftaustauschgrad bestimmt werden?

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

Für mechanische Lüftung gilt: $L_w [1/h] = V_{Zuluft} [m^3/h] / V [m^3]$.

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): $P_N = 35$ 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 $L = 1,5$ 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 $t = 1$ 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):

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

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.