

## Voraussetzungen für den Betrieb von motorkraftbetriebenen Flurförderfahrzeugen in geschlossenen Räumen

### 1. Elektroantrieb:

- Die Sicherheit betreffend Explosionsgefahr beim Batterieladevorgang muss gegeben sein.

### 2. Antrieb mit Verbrennungsmotoren:

Die Verwendung von benzingetriebenen bzw. dieselgetriebenen Flurförderzeugen ist nur dann zulässig, wenn ein gleichwertiges Arbeitsergebnis mit Flurförderzeugen mit unbedenklichen Antrieb (z.B. Elektroantrieb) nicht möglich ist. Dies ist der Fall wenn

- die erforderliche Tragkraft 6 Tonnen übersteigt **oder**
- häufig Höhenunterschiede mit mehr als 1 m überwunden werden müssen **oder**
- die durchschnittliche Wegstrecke 100 m pro Transportvorgang übersteigt **oder**
- die Batteriebeanspruchung durch
  - lange Stillstandszeiten **oder**
  - erhebliche Vibrationen **oder**
  - Wärmeeinwirkung (z.B. in Gießereien und Schmieden) groß ist **oder**
- die Verwendung von Anbaugeräten mit einem hohen Energieverbrauch (z.B. Ballengreifer) verbunden ist.

#### 2.1 Erdgas-, Flüssiggas- und Benzinantrieb:

- Es sind geregelte 3-Wege-Katalysatoren erforderlich. 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 müssen durch entsprechende Lüftungsvoraussetzungen sicher unterschritten sein. (notwendiger Mindest- Luftaustauschgrad bzw. das Mindest-Raumvolumen siehe Berechnung).
- Nach höchstens 1.500 Betriebsstunden oder mindestens jährlich muss eine Wartung des Motors mit Katalysator nach Herstellerangaben und die Messungen der tatsächlichen Emission nach dem Katalysator von fachkundigem Personal durchgeführt werden. 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 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.
- Als Leitkomponente gilt für den Benzinmotor CO für den Gasmotor NO<sub>x</sub>.
- Von jeder Abgasuntersuchung sind mindestens die folgenden Angaben festzuhalten:
  - Messdrehzahl
  - Betriebsstunden
  - Datum der Abgasuntersuchung
  - CO-Konzentration bei Benzinmotoren, NO<sub>x</sub>-Konzentration bei Gasmotoren
- Die Sicherheit betreffend Explosionsgefahr muss gegeben sein.

## 2.2 Dieselantrieb:

- Es sind Partikelfiltersysteme zur Reduktion von krebserzeugenden, partikelförmigen Abgasbestandteilen (z.B. Dieseleruss) zu verwenden. 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 Dieselmotoremissionen müssen grundsätzlich oder durch entsprechende
- Lüftungsvoraussetzungen sicher unterschritten sein (notwendiger Mindest-Luftaustauschgrad bzw. das Mindest-Raumvolumen siehe Berechnung).
- Nach höchstens 1.500 Betriebsstunden oder mindestens jährlich ist eine Wartung des Motors und Partikelfilters nach Herstellerangaben und anschließend eine Messungen der Rohemission vor dem Partikelfilter als auch der tatsächlichen Emission nach dem
- Partikelfilter von fachkundigem Personal durchzuführen. 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:
  - Daten des Dieselmotors, Partikelfilters und des Flurförderzeuges
  - Messdrehzahl (Schwärzungszahl) oder Maximaldrehzahl (Trübungswert)
  - Schwärzungszahl oder Trübungswert (jedenfalls nach dem Filter)
  - Betriebsstunden
  - Datum der Abgasuntersuchung.
- Zur Expositionsbegrenzung (z.B. durch Kohlenstoffmonoxid) ist bei externen oder internen Regenerationseinrichtungen im geschlossenen Raum eine Absaugung der während der Regeneration aus dem Dieselpartikelfilter freigesetzten Emissionen vorzusehen.

## 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 als eindeutig krebserzeugend ist in der GKV 2001, Anhang III C Z 7, festgelegt. Zuzufolge § 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.

## Erforderliches Mindest-Raumvolumen V [m³]

- für dauernden Betrieb:

$$V = \frac{F_L}{L}$$

$F_L$  [m³/h] ... Erforderliche Frischluftzufuhr  
 $L$  [1/h] ... Luftaustauschgrad

- mit verkürzten Einsatzzeiten:

$$V = \frac{t_M * F_L}{L} \quad \text{mit} \quad t_M = 1 - e^{-L*t}$$

$t_M$  [1] ... Minderungsfaktor  
 $F_L$  [m³/h] ... Erforderliche Frischluftzufuhr  
 $L$  [1/h] ... Luftaustauschgrad  
 $t$  [h] ... Einsatzzeit

Erforderliche Frischluftzufuhr  $F_L$  [m³/h]:

$$F_L = S_L * P_N$$

$S_L$  [ $\frac{m^3}{h \cdot kW}$ ] ... Spezifische Lüftererneuerung

Antrieb des Flurförderfahrzeuges	Spezifische Lüftererneuerung $S_L$ [ $\frac{m^3}{h \cdot kW}$ ]
Gasmotor mit Drei-Wege-Katalysator	15
Benzinmotor mit Drei-Wege-Katalysator	45
Dieselmotor mit Partikelfilter	
• Wirbelkammernmotor:	120
• Direkteinspritzer:	240

$P_N$  [kW] ... Nennleistung des Flurförderzeuges

Luftaustauschgrad  $L$  [1/h]:

$$L = L_W * L_A$$

- natürliche Lüftung:

$L_W$  [1/h] ... Luftwechsel - aus Tabelle 1  
 $L_A$  [1] ... Luftaustauschfaktor - aus Tabelle 1

- mechanische Lüftung:

$$L_W$$
 [1/h] ... Luftwechsel ...  $L_W = \frac{V_{Zuluft}}{V}$

$L_A$  [1] ... Luftaustauschfaktor - aus Tabelle 2

$V_{Zuluft}$  [ $\frac{m^3}{h}$ ] ... Zuluft-Volumenstrom der mechanischen Lüftung

$V$  [m³] ... Volumen der Halle

**Luftwechsel  $L_w$  und Luftaustauschfaktor  $L_A$  bei natürlicher Lüftung (nach TRGS 554):**

Raumart		Luftwechsel $L_w$ [1/h]	Luftaustauschfaktor $L_A$ [1]	
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
Geschlossene Hallen mit gelegentlichen Transportvorgängen (z.B. Fertigungshallen)	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
Geschlossene Hallen mit gelegentlichen Transportvorgängen (z.B. Fertigungshallen)	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 1

**Luftaustauschfaktor  $L_A$  bei mechanischer Lüftung (nach TRGS 554):**

Luftführung	Luftaustauschfaktor $L_A$ [1]	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 (Tangentillüftung)	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

Tabelle 2