

Dieselmotoremissionen

Webanwendung zur Abschätzung der Dieselmotoremissionen nach TRGS 554

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Einleitung	2
Programmbedienung	2
Hauptfenster.....	2
Detailfenster Partikelemission	4
Detailfenster Raumvolumen	6
Detailfenster Luftaustauschgrad	6
Ausdruck der Berechnung	9
Systemanforderungen.....	9

Herausgeber:
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Glinkastr. 40
10117 Berlin

Bearbeitet von:
Dr. Simone Peters
Institut für Arbeitsschutz der DGUV (IFA)

Einleitung

In bestimmten, dafür geeigneten Arbeitsbereichen kann die Abschätzung der mittleren Dieselmotoremission (DME) eine nützliche Vorinformation für die Durchführung von Arbeitsbereichsanalysen nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 402 bilden. Dazu werden Angaben über die Partikelemission, die räumlichen Abmessungen und die Lüftungsverhältnisse miteinander verrechnet.

Das Programm lehnt sich eng an die TRGS 554 (Stand Oktober 2008) an und sollte nur im Rahmen der Umsetzung dieser Regeln angewandt werden.

Programmbedienung

Hauptfenster

Beim Besuch der Seite wird das Hauptfenster (siehe Bild 1) gezeigt. Im Hauptfenster wird zunächst an Position (1) die Halle, für welche die Berechnung durchgeführt wird, spezifiziert. Dadurch wird für die spätere Dokumentation festgehalten, auf welche Halle sich die Berechnung bezieht.

Die mittlere DME-Konzentration in der Halle berechnet sich nach folgender Formel:

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

Im einfachsten Fall werden die Größen „Partikelemission“ an Position (2), das Raumvolumen an Position (3) und der Luftaustauschgrad an Position (4) eingegeben. Durch Anklicken des Buttons „Berechnen“ (8) wird die mittlere DME-Konzentration berechnet und angezeigt (siehe Bild 1).

Durch Anklicken des Buttons (9) können alle Eingaben gelöscht werden.

Zur Berechnung der Größen Partikelemission, Raumvolumen und Luftaustauschgrad werden durch Anklicken des Bedienelementes „Mehr/Weniger“ (5), (6) und (7) Detailfenster geöffnet.

Software zur Abschätzung der Dieselmotoremissionen von Gabelstaplern (gemäß TRGS 554)

Name der Halle	<input type="text" value="Name der Halle"/>	
Partikelemission [mg/h]	<input type="text" value="Partikelemission"/>	Mehr/Weniger
Raumvolumen [m³]	<input type="text" value="Raumvolumen"/>	Mehr/Weniger
Luftaustauschgrad [1/h]	<input type="text" value="Luftaustauschgrad"/>	Mehr/Weniger
<input type="button" value="Berechnen"/>	<input type="button" value="Alle Eingaben löschen"/>	
letzter DME-Wert [mg/m³] (falls vorhanden) <input type="text" value="letzter DME-Wert"/>		
DME [mg/m³]:		

Bild 1: Hauptfenster

Falls für den betreffenden Bereich eine oder mehrere Messungen durchgeführt wurden, sollte der Wert bzw. Mittelwert in das Feld (10) eingetragen werden. Dieser Wert wird als Vergleichswert mit den Ergebnissen der Abschätzung ausgedruckt.

Detailfenster Partikelemission

Es wird die gesamte Partikelemission in der betrachteten Halle berechnet. Für jeden vorhandenen Dieselmotortyp sind die Position (1) bis (9) auszufüllen.

Bild 2: Detailfenster Partikelemission

Position (1) bis (8) (siehe Bild 2) bedeuten im Einzelnen:

(1) Typ/Name:

Typ des Dieselfahrzeugs. Die Angabe dient zur Unterscheidung bei der Auflistung der Einzelemissionen im Ausdruck.

(2) Anzahl der Dieselmotorfahrzeuge gleichen Typs

(3) 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 Motorhersteller verpflichtet, diese Werte für neuere Motoren zu ermitteln und anzugeben. Die $E_{Pt,C1}$ -Werte können daher beim Motorhersteller 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 Motorherstellers zulässig. Falls gar keine Herstellerangaben vorliegen, ist mit den schlechtesten Werten aus der Tabelle zu rechnen (entsprechend 1,0 g/kWh im C_1 -Test).“ (TRGS 554)

Die zutreffende Partikelemission wird im Drop-Down-Menü, das durch Anklicken des Fensters (3) aufgeht, angegeben.

(4) Filter:

In diesem Feld wird die Abscheiderate A von Dieselpartikelfilter (DPF)-Systemen in % angegeben. Bei DPF-Systemen nach dem Stand der Technik kann mit einer Abscheiderate von 95 % gerechnet werden. Ansonsten ist die niedrigere Herstellerangabe zu verwenden. Wird kein DPF verwendet, ist eine Abscheiderate von 0 % zu verwenden. Die Abscheiderate geht in die Berechnung mit dem Faktor

$$(1 - 0,01 * A)$$

ein.

(5) Belastung:

„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 Steigung (bis 3 %) vorhanden sind. Ein Indiz für eine leichte Beanspruchung ist, wenn der Kraftstoffverbrauch um etwa 15 % niedriger als die in der Typblattangabe 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, Steigung 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 (Steigung > 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 enthaltenen Kraftstoffverbrauchsangaben liegt.“ (TRGS 554)

(6) Nennleistung:

Die unter Position (3) eingegebene Partikelemission ist auf die Nennleistung bezogen und wird deshalb bei der Berechnung mit der unter Position (6) einzugebenen Nennleistung multipliziert.

(7) Einsatzzeit:

Die Angabe der Einsatzzeit in Stunden dient im Zusammenhang mit der unter (8) eingegebenen Schichtzeit dem Berechnen des Zeitanteils.

(8) Schichtzeit (incl. Pausen):

Die Angabe der Schichtzeit inklusive Pausen in Stunden dient im Zusammenhang mit der unter (7) eingegebenen Einsatzzeit der Berechnung des Zeitanteils nach der Formel:

$$\text{Zeitanteil} = \frac{\text{Einsatzzeit [h]}}{\text{Schichtzeit [h]}}$$

Durch Anklicken der Schaltfläche „Berechnen und zur Liste hinzufügen“ (9) wird die Berechnung der vorher an den Positionen (1) bis (8) eingegebenen Daten durchgeführt. Gleichzeitig werden die eingegebenen Daten in die Fahrzeugliste (10) eingestellt und das Rechenergebnis in das Feld an Position (2) des Hauptfensters übernommen.

Die Fahrzeuge aus der Fahrzeugliste können durch Anklicken aus der Rechnung entfernt werden.

Detailfenster Raumvolumen

Bild 3: Detailfenster Raumvolumen

An den Positionen (1) bis (3) (siehe Bild 3) werden Höhe, Breite und Tiefe des Raumes angegeben. Da Einbauten das Raumvolumen verringern können, besteht an Position (4) die Möglichkeit, die Einbauten prozentual zu berücksichtigen. Durch Anklicken der Schaltfläche „Volumen berechnen“ (5) wird die Berechnung ausgeführt. Das Ergebnis der Rechnung wird im Hauptfenster an Position (3) übernommen.

Detailfenster Luftaustauschgrad

„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.

$$L \left[\frac{1}{h} \right] = L_W \left[\frac{1}{h} \right] * L_A [-]$$

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.“ (TRGS 554)

Luftaustauschgrad bei freier Lüftung:

Durch Anklicken der Option „freier Lüftung“ an Position (1) im Detailfenster (siehe Bild 4) werden weitere Optionen angeboten, die die folgende Tabelle aus der TRGS 554 nachbilden:

Bild 4: Detailfenster Luftaustauschgrad 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

Durch Anklicken einer der drei Gebäudeoptionen an Position (2) sowie der Optionen zur Lage an Position (3) und der Art der Lüftung an Position (4) werden die Werte für die Luftwechselzahl L_W an Position (6) und den Luftaustauschfaktor L_A an Position (7) durch Anklicken der Schaltfläche „Berechnen“ (5) auf die in der Tabelle spezifizierten Werte gesetzt.

Luftaustauschgrad bei maschineller Lüftung:

Bild 5: Detailfenster Luftaustauschgrad bei maschineller Lüftung

Nach Anklicken der Option „maschinelle Lüftung“ (siehe Bild 5) an Position (1) im Detailfenster Luftaustauschgrad kann durch Anklicken einer der sieben Optionen an Position (2) der Luftaustauschfaktor spezifiziert werden. An Position (3) kann nun die Luftwechselzahl eingegeben werden. Die Luftwechselzahl L_W lässt sich aus dem Zuluftvolumenstrom V_{Zu} ohne Umluftanteil und dem Raumvolumen V berechnen:

$$L_W \left[\frac{1}{h} \right] = \frac{V_{Zu} \left[\frac{m^3}{h} \right]}{V [m^3]}$$

Durch Betätigen der Schaltfläche „Berechnen“ an Position (4) wird der Luftaustauschgrad berechnet und im Hauptfenster an Position (4) eingetragen.

Luftaustauschfaktor L_A bei maschineller Lüftung (aus TRGS 554):

Luftführung	Luftaus- tauschfaktor 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

Ausdruck der Berechnung

Durch Anklicken der Schaltfläche „Drucken“ in der Fußzeile des Hauptfensters wird ein Ausdruck der Berechnung mit allen verwendeten Daten erzeugt. Die Druckfunktion wurde mit einer großen Anzahl von Druckern getestet. Trotzdem kann es bei Verwendung spezieller, nicht getesteter Drucker zu Verschiebungen von Textteilen kommen.

Systemanforderungen

Um den vollen Funktionsumfang in Anspruch nehmen zu können, wird mindestens der Internet Explorer 9 (Erscheinungsdatum: 15.03.2011) benötigt oder eine aktuelle Version von Google Chrome bzw. Mozilla Firefox und aktiviertes JavaScript.

Für andere Browser kann der volle Funktionsumfang nicht gewährleistet werden.