

# **„Expositionen gegenüber Dieselmotoremissionen (DME) von Baumaschinen und -fahrzeugen“**

30. April 2020

## **1 Allgemeines**

Die Gefahrstoffverordnung [1] fordert den Arbeitgeber in den §§ 6 und 7 auf, Art und Ausmaß der Exposition gegenüber gefährlichen Stoffen zu ermitteln, bzw. die Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte sicherzustellen. Die Ermittlung der Exposition kann durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Methoden erfolgen.

Diese Expositionsbeschreibung stellt eine solche geeignete Methode dar. Es liegt für die beschriebenen Tätigkeiten eine ausreichende Anzahl von Arbeitsbereichsanalysen mit eindeutigen Befund vor, und es sind auch verfahrensbedingt in Zukunft keine Änderungen zu erwarten. Daher können diese Ergebnisse unmittelbar zur Beurteilung der Konzentrationen in der Luft in Arbeitsbereichen herangezogen werden. Weitere Messungen sind nicht erforderlich.

Diese Expositionsbeschreibung kann entsprechend § 6 Gefahrstoffverordnung bei der Festlegung der Maßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung gem. § 5 Arbeitsschutzgesetz [2] und § 3 Betriebssicherheitsverordnung [3] verwendet werden. Das Substitutionsgebot, die Verwendung emissionsärmerer Verfahren, die Rangfolge der Schutzmaßnahmen, die Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten bleiben davon unberührt.

## **2 Anwendungsbereich**

Diese Expositionsbeschreibung umfasst den Betrieb von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten. Es werden Kriterien festgelegt für einen Verzicht auf die messtechnische Überwachung bei diesen Arbeiten. Stickoxide sind nicht Gegenstand dieser Expositionsbeschreibung. Sie werden für den konventionellen Tunnelbau in der Expositionsbeschreibung „Expositionen gegenüber Stickoxiden im konventionellen Tunnelbau“ [4] beschrieben.

Der Titel der Expositionsbeschreibung wurde bei der Aktualisierung beibehalten, da er in der TRGS 554 „Abgase von Dieselmotoren“ [5] entsprechend genannt wird. Im Text wird aber die neue Bezeichnung „Dieselrußpartikel“ anstelle von „Dieselmotoremissionen (DME)“ für den partikelförmigen Anteil der Abgase von Dieselmotoren verwendet.

## **3 Arbeitsverfahren**

Dieselbetriebene Maschinen und Fahrzeuge werden auf Baustellen für zahlreiche Arbeiten mit und ohne Dieselpartikelfilter (DPF) eingesetzt. Diese Arbeiten erfolgen meist ebenerdig im Freien aber auch in tiefen Gräben oder Gruben, sowie in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen. Ein Arbeitsbereich gilt als teilweise geschlossen, sobald ein Dach bzw. eine Decke und mindestens zwei Wände (auch mit Öffnungen, wie Türen/Tore, Fenster/Dachreiter) vorhanden sind. Für Bauarbeiten ist auch Anhang 1 Nummer 3 der TRGS 554 zu beachten.

Mit dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen werden sowohl kurzzeitige als auch Arbeiten über die ganze Schicht durchgeführt. Arbeiten können aber auch länger als 8 Stunden andauern. Grundsätzlich werden hier jedoch die ermittelten Tätigkeitsexpositionen als Schichtmittelwerte angesehen.

#### 4 Gefahrstoffe

Abgase von Dieselmotoren bestehen aus partikelförmigen und gasförmigen Anteilen. Insbesondere sind dies Dieselrußpartikel, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>).

Tätigkeiten mit Dieselrußpartikel-Exposition sind als krebserzeugend eingestuft (TRGS 906, [6]). Bei Arbeitsplatzmessungen werden auch Dieselrußpartikel bestimmt. Bei der Analyse wird das gesammelte Probenmaterial mit reinem Sauerstoff zu CO<sub>2</sub> verbrannt, das dann bestimmt wird. Somit müssen bei diesem unspezifischen Verfahren auch andere nicht flüchtige „Kohlenstoffquellen“ (wie Papier- oder Holzstaub) berücksichtigt werden, da diese möglicherweise als Dieselrußpartikel ausgewiesen werden. Der Arbeitsplatzgrenzwert für Dieselrußpartikel (Dieselrußpartikel, als EC (elementarer Kohlenstoff)) liegt bei 0,05 mg/m<sup>3</sup> (TRGS 900 [7]).

#### 5 Gefahrstoffexpositionen

Die Auswertungen umfassen die von 1994 bis 2019 von der BG BAU durchgeführten Dieselrußpartikel-Messungen.

Die Probenahme erfolgte entweder getragen an der Person oder stationär in Atemhöhe und in unmittelbarer Nähe der Person.

In den Berechnungen der Auswertungen wurden Messungen, bei denen die Konzentrationen unterhalb der Nachweisgrenze lagen, mit der Hälfte der Nachweisgrenze berücksichtigt. Die angegebenen Minimalwerte eines Datenkollektives sind immer reale Werte. Liegen alle Werte eines Kollektivs unter der Nachweisgrenze, erfolgt keine statistische Auswertung.

Alle Angaben beziehen sich gemäß TRGS 554 auf den elementaren Kohlenstoff (EC). Soweit nicht anders aufgeführt, erfolgten die Messungen beim Einsatz von Maschinen ohne Dieselpartikelfilter.

##### 5.1 Einsatz von dieselbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten im Freien

2003 und 2004 wurden in einem simulierten Graben auf dem Gelände des Instituts für Arbeitssicherheit in Sankt Augustin Messungen beim Einsatz dieselbetriebener Stampfer und Rüttelplatten in 1 m breiten, 2 bzw. 4 m tiefen und 6 m langen Gräben durchgeführt ([8]; Tabelle 1). Da die ermittelten Dieselrußpartikel-Konzentrationen im Wesentlichen unabhängig von der Tiefe des Grabens waren, wurden die Ergebnisse hier zusammengefasst.

Tabelle 1: Dieselrußpartikel-Expositionen beim Einsatz dieselbetriebener Stampfer und Rüttelplatten im 1 m breiten, 6 m langen und 2 bzw. 4 m tiefen Gräben

Messwerte	Min	50%-Wert	95%-Wert	Max
31	0,05 mg/m <sup>3</sup>	0,27 mg/m <sup>3</sup>	<b>1,51 mg/m<sup>3</sup></b>	3,79 mg/m <sup>3</sup>

Im Sommer 2010 wurde auf einer Baustelle in einem 2 m tiefen Graben während des Betriebes einer dieselbetriebenen Rüttelplatte eine Exposition von 3,5 mg/m<sup>3</sup> gemessen.

Von 2011 bis 2014 wurden Messungen bei simulierten Arbeiten mit dieselbetriebenen Rüttelplatten ebenerdig (Tab. 3) sowie in einem 1,5 m breiten, 2 m tiefen und 15 m langen Graben im Freien durchgeführt (Tab. 2; Emmel und Hartdegen, 2015 [9]).

Tabelle 2: Dieselrußpartikel-Expositionen beim Einsatz dieselbetriebener Rüttelplatten im 1,5 m breiten, 15 m langen und 2 m tiefen Graben

Messwerte	Min	50%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
12	0,032 mg/m <sup>3</sup>	0,047 mg/m <sup>3</sup>	<b>0,078 mg/m<sup>3</sup></b>	0,083 mg/m <sup>3</sup>

Tabelle 3: Dieselrußpartikel-Expositionen beim ebenerdigen Einsatz dieselbetriebener Rüttelplatten

Messwerte	< 0,014 mg/m <sup>3</sup>	<0,015 mg/m <sup>3</sup>	<0,015 mg/m <sup>3</sup>	0,02 mg/m <sup>3</sup>
-----------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------

## 5.2 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten ebenerdig im Freien

Von 1994 bis 2016 (vor allem 2010 und 2011) wurden 42 Dieselrußpartikel-Messungen ebenerdig im Freien durchgeführt (Tab. 4; Klein- und Großfräsen siehe 5.4). Die Probenahme erfolgte in der Regel in der Fahrerkabine. Die Türen der Fahrerkabinen waren fast immer offen.

Tabelle 4: Dieselrußpartikel-Expositionen beim Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten ebenerdig im Freien

Messwerte	Min	50%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
39	0,006 mg/m <sup>3</sup>	0,019 mg/m <sup>3</sup>	<b>0,043 mg/m<sup>3</sup></b>	0,081 mg/m <sup>3</sup>

In zwei Fällen war die Messdauer unter 60 Minuten, sodass diese Messungen nicht in die Auswertung einbezogen wurden. Eine Messung von 1994 mit einer sehr hohen Nachweisgrenze von < 0,25 mg/m<sup>3</sup> wurde ebenfalls aus dem Kollektiv genommen.

Bei 27 Messungen lagen die Ergebnisse unter der Nachweisgrenze. Der Maximalwert von 0,081mg/m<sup>3</sup> wurde 1994 gemessen.

## 5.3 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen bei Bauarbeiten in Schächten bzw. Gruben im Freien

Von 2008 bis 2014 wurden 44 Dieselrußpartikel-Messungen beim Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen in Schächten und Gruben durchgeführt. Dabei waren z. T. mehrere Baumaschinen gleichzeitig im Einsatz.

Bei sechs Messungen hatten die Baumaschinen einen Dieselpartikelfilter. Die Expositionen lagen hier zwischen <0,007 und 0,018 mg/m<sup>3</sup>.

Bei den restlichen 38 Messungen ohne Einsatz von Dieselpartikelfilter liegt der 95%-Wert bei 0,195 mg/m<sup>3</sup>. Abbildung 1 zeigt die Messdaten in Abhängigkeit von der Grundfläche der Schächte und Gruben. Die Ergebnisse zeigen erhöhte Werte bei einer Grundfläche kleiner 100 m<sup>2</sup>. Die beiden niedrigen Messwerte bei Grundflächen von 60 und 87 m<sup>2</sup> wurden bei stationären Messungen ermittelt.

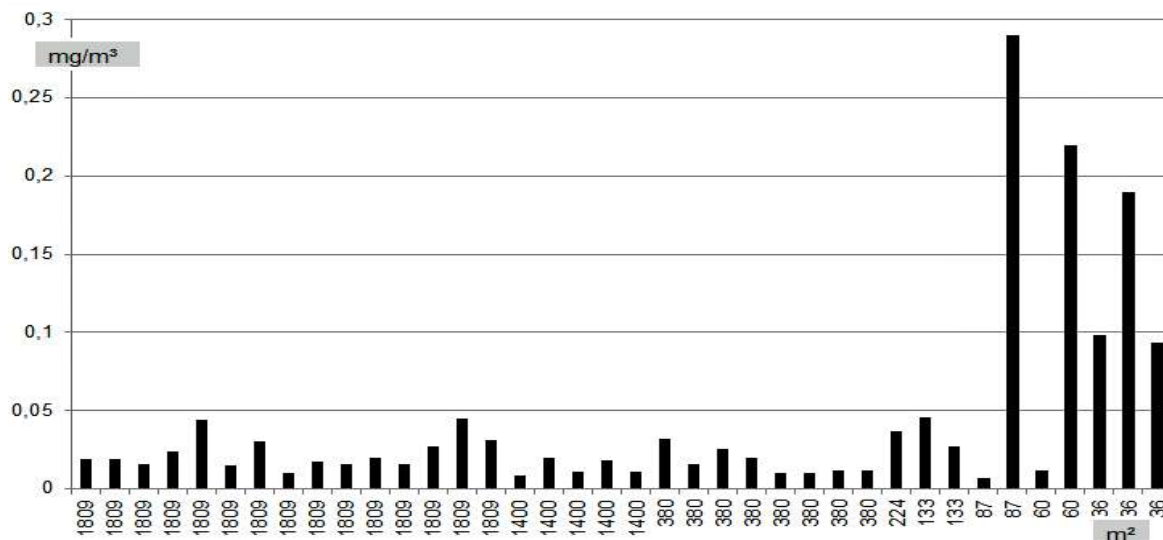


Abbildung 1: Dieselrußpartikel-Expositionen in Gruben und Schächten beim Einsatz von Baumaschinen ohne Dieselpartikelfilter

Die Daten zum Messdatenkollektiv in Schächten und Gruben mit einer Grundfläche über 100 m² sind in der Tabelle 5 aufgeführt. Bei sechs Messungen lag die Exposition unter der Nachweisgrenze.

Tabelle 5: Dieselrußpartikel-Expositionen beim Einsatz dieselbetriebener Baumaschinen in Schächten bzw. Gruben über 100 m² Grundfläche

Messwerte	Min	50%-Wert	95%-Wert	Max
31	0,01 mg/m³	0,019 mg/m³	<b>0,045 mg/m³</b>	0,046 mg/m³

#### 5.4 Einsatz von dieselbetriebenen Fräsen auf Asphaltflächen im Freien

Im Rahmen der Staubmessungen beim Einsatz von Kleinfräsen auf Asphaltflächen im Freien wurde auch Dieselrußpartikel gemessen. Bei allen 16 Messungen lagen die Dieselrußpartikel-Konzentrationen unter der Nachweisgrenze [10]. Auch bei drei Messungen 2017 beim Einsatz von Großfräsen lagen die Konzentrationen unter der Nachweisgrenze [11].

#### 5.5 Einsatz von dieselbetriebenen Fahrzeugen mit Euro-fünf-Motoren bei Betonierarbeiten in Tunneln und Hallen

Fahrzeuge mit Euro-fünf-Motoren haben keinen Dieselpartikelfilter. Seit 2011 wurden 27 Messungen bei Betonierarbeiten in Tunneln und Hallen durchgeführt. Es wurden dabei ausschließlich Fahrzeugen mit Euro-fünf-Motoren eingesetzt.

Die Messungen wurden bei z.T. starken Fahrzeugbewegungen durchgeführt. Auf einer Baustelle erfolgten während der Messung 34 Fahrzeugentladungen von Betonmischern, die den Beton in eine Betonpumpe übergaben. Während der Entladung liefen die Motoren. Da eine Betonpumpe ohne Euro-fünf-Motor zum Einsatz kam, wurden die Abgase am Auspuffrohr abgesaugt und ins Freie abgeführt (Abb. 2). Die Messung erfolgte stationär an der Übergabestelle, wo die höchste Dieselrußpartikel-Konzentration zu erwarten war.

Abbildung 2: Betonpumpe mit Absaugung in einer Halle



Tabelle 6: Dieselrußpartikel-Expositionen beim Einsatz von dieselbetriebenen Fahrzeugen mit Euro-fünf-Motoren bei Betonierarbeiten in Hallen und Tunneln

Messwerte	Min	50%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
27	0,003 mg/m <sup>3</sup>	0,019 mg/m <sup>3</sup>	<b>0,041 mg/m<sup>3</sup></b>	0,053 mg/m <sup>3</sup>

### 5.6 Hintergrundbelastung durch Straßen- und Eisenbahnverkehr

Auf fünf Baustellen wurden Hintergrundmessungen durchgeführt, um eine mögliche Dieselrußpartikel-Belastung durch den Straßenverkehr zu ermitteln. Dabei wurde an Stellen gemessen, an denen keine Dieselrußpartikel-Exposition durch Baumaschinen oder -fahrzeuge bestand. Nur bei einer der acht Messungen lag die Dieselrußpartikel-Konzentration mit 0,011 mg/m<sup>3</sup> über der Nachweisgrenze (<0,022; <0,021; <0,018; <0,034; <0,007; <0,033 und <0,024 mg/m<sup>3</sup>).

Weiterhin wurden Messungen in einem Straßentunnel durchgeführt. Dort fanden Bauarbeiten ohne Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen oder Fahrzeugen statt; eine der beiden Spuren war gesperrt (Abb. 3). Trotz hoher Windgeschwindigkeiten (1,5 – 5,1 m/s; Mittelwert 3,0 mg/m<sup>3</sup>) wurden vom Straßenverkehr verursachte Dieselrußpartikel-Konzentrationen von 0,009, 0,012, 0,019 und 0,019 mg/m<sup>3</sup> im Arbeitsbereich gemessen.



Abbildung 3: Dieselrußpartikel-Messung in einem Straßentunnel

In einem Eisenbahntunnel wurden Dieselrußpartikel-Messungen bei Bauarbeiten ohne Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen oder Fahrzeugen durchgeführt, um die Exposition durch die

vorbeifahrenden Dieselloks zu ermitteln. Alle vier Messwerte lagen unter der Nachweisgrenze ( $<0,05$ ;  $<0,032$ ;  $<0,043$  und  $<0,044$  mg/m<sup>3</sup>).

### 5.7 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten unter Tage

Von 1994 bis 2019 wurden etwa 810 Messungen bei Tunnelbau-Arbeiten (ohne Gleisbau) durchgeführt, jährlich zwischen 5 und 90 Messungen, mit einem Schwerpunkt zwischen 1994 und 2000. Die Maschinen und Fahrzeuge hatten in den ersten Jahren keinen Dieselpartikelfilter, danach immer öfter.

Die Messdaten wurden jahresbezogen ausgewertet, wenn in einem Jahr mind. 10 Messungen vorlagen. Ansonsten wurden die Daten mehrerer Jahre zusammengefasst (Tabelle 7).

Tabelle 7: Ergebnisse der Dieselrußpartikel-Messungen der BG BAU bei Tunnelbau-Arbeiten (mg/m<sup>3</sup>)

Jahr	Messwerte	Min	95%-Wert	Max
1994	40	0,035	1,03	1,29
1995	65	0,024	0,56	0,67
1996	72	0,033	1,90	3,20
1997	38	0,014	0,98	1,5
1998	61	0,032	0,84	1,10
1999	90	0,029	2,15	3,30
2000	65	0,014	0,83	1,10
2001	15	0,067	0,38	0,39
2002	31	0,016	0,38	0,53
2003	33	0,015	0,64	1,19
2004	46	0,016	0,31	0,48
2005	20	0,007	0,19	0,19
2006 – 2008	22	0,01	0,16	0,20
2009	37	0,011	0,21	0,59
2010	47	0,015	0,63	0,85
2011	34	0,005	0,25	0,45
2012	15	0,017	0,10	0,10
2013-2014	17	0,013	0,08	0,09
2015	14	0,0035	0,05	0,07
2016-2017	37	0,005	0,17	0,40
2018-2019	14	0,0025	0,12	0,12

### 5.8 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten in Hallen

2018 und 2019 wurden auf 4 Baustellen 13 Messungen bei Bauarbeiten in Hallen durchgeführt. Alle eingesetzten Maschinen waren mit einem DPF ausgerüstet und die Fahrzeuge hatten Euro-fünf- oder Euro-sechs-Motoren. Eine Messung mit einer hohen Nachweisgrenze von  $<0,088$  mg/m<sup>3</sup>, aufgrund einer Messdauer von nur 35 Minuten, wurde nicht in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 8: Dieselrußpartikel-Expositionen beim Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten in Hallen (mg/m<sup>3</sup>)

Messwerte	Min	50%-Wert	95%-Wert	Max
12	0,005 mg/m <sup>3</sup>	0,019 mg/m <sup>3</sup>	<b>0,027 mg/m<sup>3</sup></b>	0,028 mg/m <sup>3</sup>

## 6 Befund

### 6.1 Einsatz von dieselbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten im Freien

Die unter 5.1 (Tabelle 1) dargestellten Messungen von 2004 bis 2005 in einem 1 m breiten, 2 bzw. 4 m tiefen und 6 m langen Graben zeigen, dass beim Einsatz von dieselbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten in Gräben der AGW für Dieselrußpartikel weit überschritten wird [12]. Die Ergebnisse dieser Messungen in einem simulierten Graben wurden 2010 durch eine Messung beim Einsatz einer Rüttelplatte in einem 2 m tiefen Baustellengraben bestätigt. Entsprechende Expositionen sind auch bei der Verfüllung des Arbeitsraumes zwischen Bauwerk und Baugrubenwand zu erwarten.

Aktuellere Messungen von 2011 bis 2014 beim Einsatz von dieselbetriebenen Rüttelplatten in einem weiteren simulierten Graben (2 m tief, 1,5 m breit und 15 m lang) ergaben mit  $0,078 \text{ mg/m}^3$  niedrigere Dieselrußpartikel-Expositionen, da der Graben breiter und auch deutlich länger als der erste Versuchsgraben war. Die Dieselrußpartikel-Expositionen liegen aber auch hier über dem AGW [12].

Der Einsatz einer technischen Lüftung führt in Gräben nur sehr bedingt zu einer Verbesserung der Expositionssituation [8, 12]. Vor allem ist eine Wirksamkeitsprüfung auf Baustellen wegen fehlender direktanzeigender Messtechnik nicht möglich. Ein sicheres Arbeiten ist so nicht zu gewährleisten.

Vier Messungen beim ebenerdigen Einsatz von Rüttelplatten zeigen, dass die Exposition hier unter dem AGW liegt.

### 6.2 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten ebenerdig im Freien

Die Dieselrußpartikel-Messungen beim Einsatz von Maschinen und Fahrzeugen im Freien zeigen sehr niedrige Konzentrationen. Mehr als drei Viertel der 39 Messungen haben Konzentrationen unter der Nachweisgrenze ergeben.

Der höchste Messwert von  $0,081 \text{ mg/m}^3$  wurde 1994 ermittelt. Der 95%-Wert ohne diesen Wert beträgt  $0,04 \text{ mg/m}^3$  und entspricht mehr der Dieselrußpartikel-Exposition, die aktuell auf Baustelle zu erwarten ist. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass von den 26 Messungen seit 2010 nur fünf Werte über der Nachweisgrenze lagen. Einer dieser Werte wurde beim Einsatz einer Planierraupe in einer Senke ermittelt (Abb. 4). Hier hatte, wie bei der Mehrzahl der Messungen, der Fahrer die Kabinentür offen. Wenn die Fahrer der dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeuge die Kabinen geschlossen halten, ist mit noch geringeren Dieselrußpartikel-Expositionen für den Fahrer zu rechnen.

Abbildung 4: Planierraupe in einer Senke (Dieselrußpartikel Konzentration im Fahrerhaus:  $0,021 \text{ mg/m}^3$ )



### 6.3 Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen in Schächten bzw. Gruben im Freien

Beim Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen in Schächten bzw. Gruben mit einer Grundfläche über 100 m<sup>2</sup> wird der AGW für Dieselrußpartikel eingehalten (Abb. 5). Bei einer Grundfläche unter 100 m<sup>2</sup> wird der AGW überschritten.



Abbildung 5: Einsatz dieselbetriebener Baumaschinen in einem Schacht mit einer Grundfläche über 100 m<sup>2</sup>

### 6.4 Einsatz von dieselbetriebenen Fräsen auf Asphaltflächen im Freien

Bei allen Messungen beim Einsatz von Fräsen auf Asphaltflächen im Freien lagen die Dieselrußpartikel-Konzentrationen unter der Nachweisgrenze [10, 11].

### 6.5 Einsatz von Fahrzeugen mit Euro-fünf-Motoren bei Betonierarbeiten in Tunneln und Hallen

Die Messungen beim Einsatz von Fahrzeugen mit Euro-fünf-Motoren in Hallen und Tunneln zeigen, dass der AGW für Dieselrußpartikel eingehalten wird.

### 6.6 Hintergrundbelastung durch Straßen- und Eisenbahnverkehr

Die Hintergrundmessungen auf Baustellen ohne Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen ergaben durch den Straßenverkehr sehr geringe Dieselrußpartikel-Konzentrationen.

Messungen in einem Eisenbahntunnel mit vorbeifahrenden Dieselloks ergaben nur Werte unter der Nachweisgrenze.

### 6.7 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten unter Tage

Die Messungen der BG BAU bei Tunnelbau-Arbeiten zeigen insbesondere vor 2000 z.T. sehr hohe Dieselrußpartikel-Expositionen.

Vor 1994 lagen die Expositionen sicher noch höher, da damals Dieselpartikelfiltertechnik noch nicht entwickelt war. Zwar wurden ab 1995 Maschinen und Fahrzeuge im Tunnelbau auch mit Dieselpartikelfilter eingesetzt, bemerkbar machte sich dies an den Dieselrußpartikel-Expositionen aber erst ab etwa 2000.

In der Abbildung 6 sind die 95%-Werte aufgetragen sowie der Trend, der die Verringerung der Expositionen über die Jahre, und damit den Einfluss der Dieselpartikelfilter, deutlich macht.



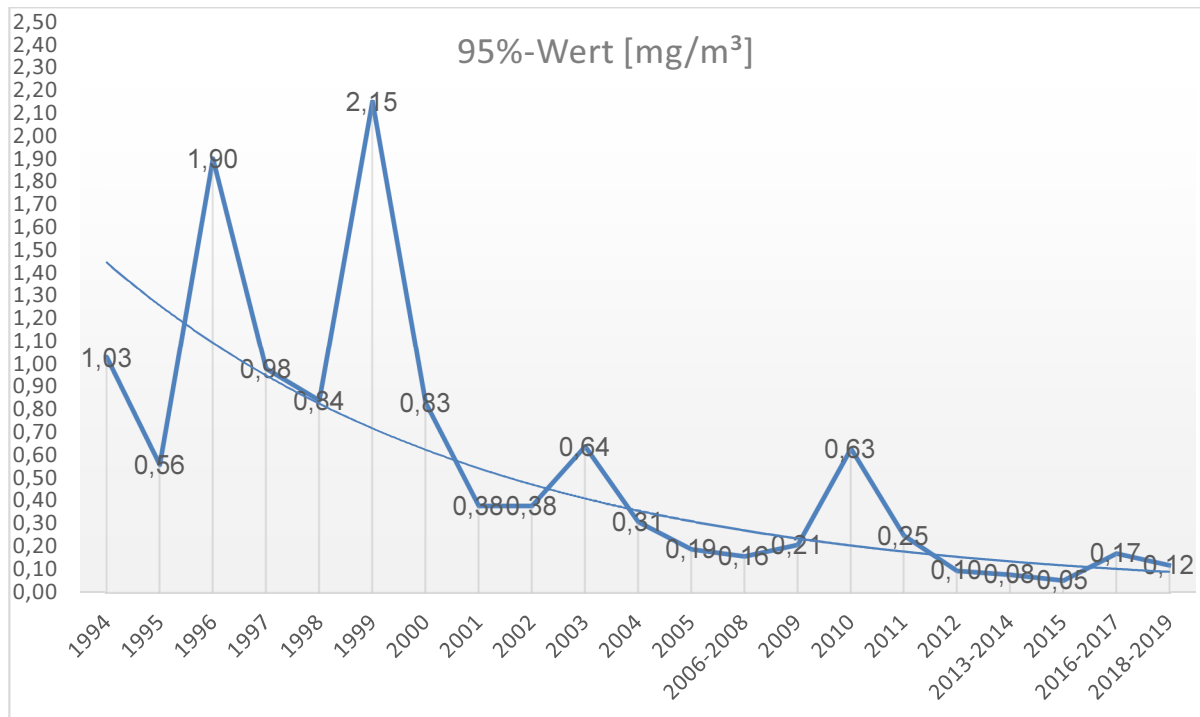


Abbildung 6: Dieselmotoremissionen (mg/m<sup>3</sup>) auf Tunnelbaustellen

Nachdem 2015 die Höhe der Expositionen bereits den derzeit gültigen Arbeitsplatzgrenzwert von 0,05 mg/m<sup>3</sup> erreicht hatten, stiegen die 95 %-Werte in den Jahren 2016-2019 wieder an. Die größten Grenzwertüberschreitungen im Jahr 2016 wurden auf einer Tunnelbaustelle gemessen, bei der die Tunnelbelüftungsanlage unterdimensioniert, mangelhaft installiert und zudem noch schlecht gewartet war. Auch die Motoren der Maschinen und Fahrzeuge dieser Baustelle befanden sich in einem schlechten Wartungszustand. Die anderen Grenzwertüberschreitungen in den Jahren 2016-2018 wurden auf Tunnelbaustellen des Projektes Stuttgart 21 gemessen, die auf Grund von kleinen Querschnitten, in Verbindung mit großen Tunnellängen und geänderten Bauabläufen, eine regelkonforme Belüftung nur noch eingeschränkt möglich machten.

## 6.8 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten in Hallen

Die Messungen auf vier Baustellen in Hallen beim Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen mit einem DPF und Fahrzeugen mit Euro-fünf- oder Euro-sechs-Motoren zeigen, dass der AGW für Dieselrußpartikel eingehalten wird.

## 7. Empfehlungen

### 7.1 Einsatz von dieselbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten im Freien

Die Messungen zeigen beim Einsatz von dieselbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten ohne Dieselpartikelfilter in mehr als schulertiefen Gräben z.T. sehr hohe Dieselrußpartikel-Expositionen. Dies ist ebenfalls bei Bauwerkshinterfüllungen anzunehmen. Zoubeck et al. (2009; [8]) haben dargestellt, dass eine wirksame Lüftung in Gräben kaum möglich ist. Hier müssen Schutzmaßnahmen gemäß Anhang 1, Nr. 3.2, Abs. 5 und 6 der TRGS 554 ergriffen werden. Auch in der Expositionsbeschreibung „Einsatz von Stampfern und Rüttelplatten im Freien“ [12] werden die erforderlichen Schutzmaßnahmen ausführlich beschrieben.

Beim ebenerdigen Einsatz im Freien sind keine Schutzmaßnahmen erforderlich.

## **7.2 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten ebenerdig im Freien**

Der Einsatz dieselbetriebener Maschinen und Fahrzeuge ohne Dieselpartikelfilter ist ebenerdig im Freien zulässig. Die Fahrer sollten, auch um Belastungen durch andere Gefahrstoffe wie Staub zu minimieren, die Türen jedoch immer geschlossen halten.

## **7.3 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen bei Bauarbeiten in großen Schächten bzw. Gruben im Freien**

In Schächten bzw. Gruben mit über 100 m<sup>2</sup> Grundfläche sind dieselbetriebene Baumaschinen ohne Dieselpartikelfilter zulässig. Bei Grundflächen unter 100 m<sup>2</sup> dürfen nur Baumaschinen mit Dieselpartikelfilter eingesetzt werden. Durch regelmäßige Abgasmessungen ist die Funktion der Dieselpartikelfilter sicher zu stellen (TRGS 554, Anlage 2, Abschnitt 4).

## **7.4 Einsatz von dieselbetriebenen Fräsen auf Asphaltflächen im Freien**

Der Einsatz von Fräsen auf Asphaltflächen im Freien ist ohne Dieselpartikelfilter zulässig.

## **7.5 Einsatz von Fahrzeugen mit Euro-fünf-Motoren bei Betonierarbeiten in Tunneln und Hallen**

Der Einsatz dieselbetriebener Fahrzeuge mit Euro-fünf-Motoren, also ohne Dieselpartikelfilter, ist in Hallen und Tunneln zulässig.

Fahrzeuge mit Euro-sechs-Motoren sind serienmäßig mit einem Dieselpartikelfilter ausgestattet und somit TRGS 554 konform.

## **7.6 Hintergrundbelastung durch Straßen- und Eisenbahnverkehr**

Die Hintergrundkonzentration kann nach TRGS 910 vom Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden (siehe auch TRGS 402, 5.3 (6)). Die arbeitsplatzbedingte inhalative Exposition ergibt sich aus der Differenz zwischen der am Arbeitsplatz ermittelten Stoffkonzentration und der Hintergrundkonzentration. Die sehr niedrigen Dieselrußpartikel-Konzentrationen, die bei Messungen neben dem fließenden Straßenverkehr bzw. in Tunneln beim Vorbeifahren von Dieselloks ermittelt wurden, zeigen, dass die Dieselrußpartikel-Expositionen auf Baustellen in der Regel von den Baumaschinen kommen und nicht aus baustellenunabhängigen Quellen.

## **7.7 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten unter Tage**

Bei konsequentem Einsatz von Maschinen und Fahrzeugen mit einem Dieselpartikelfilter und einer entsprechenden Belüftung der Untertage-Baustelle sind keine weiteren Schutzmaßnahmen notwendig. Durch regelmäßige Abgasmessungen ist die Funktion der Dieselpartikelfilter sicher zu stellen (TRGS 554, Anlage 1, Nummer 3.3 (5)).

## **7.8 Einsatz von dieselbetriebenen Maschinen und Fahrzeugen bei Bauarbeiten in Hallen**

Bei konsequentem Einsatz von Maschinen mit einem Dieselpartikelfilter und Fahrzeugen mit Euro-fünf oder -sechs Motoren sind keine weiteren Schutzmaßnahmen notwendig. Durch regelmäßige Abgasmessungen ist die Funktion der Dieselpartikelfilter sicher zu stellen (TRGS 554, Anlage 2, Abschnitt 4).

## **8. Anwendungshinweise**

Der Anwender dieser Expositionsbeschreibung muss bei Verfahrensänderungen und ansonsten regelmäßig, mindestens aber einmal jährlich, die Gültigkeit der Voraussetzungen überprüfen und das Ergebnis dokumentieren. Hierzu zählt u.a. die Prüfung der unveränderten Gültigkeit dieser Expositionsbeschreibung. Die Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz, § 6 Gefahrstoffverordnung bzw. § 3 Betriebssicherheitsverordnung erfolgen.

Diese Expositionsbeschreibung gibt dem Arbeitgeber praxisgerechte Hinweise, wie er seinen Pflichten insbesondere nach § 7 Abs. 8 der Gefahrstoffverordnung nachkommen kann. Bei Anwendung dieser Expositionsbeschreibung bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung bestehen, insbesondere zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung (§ 6), zum Einsatz von Stoffen und/oder Verfahren mit geringerem Risiko, einschließlich der Dokumentation eines eventuellen Verzichts auf eine Substitution § 7(3), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 7(4)) sowie die Verpflichtung zur Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten einschließlich der Erstellung schriftlicher Betriebsanweisungen (§ 14).

## **9 Überprüfung**

Diese Expositionsbeschreibung wurde im November 2016 verabschiedet, im April 2020 zuletzt aktualisiert. Sie wird in jährlichen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig werden, werden diese veröffentlicht.

## **10 Literatur**

1. Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S 1643), zuletzt geändert durch Artikel 148 des Gesetzes vom 29. März 2017 (BGBl. I S 626)
2. Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I S 1246), zuletzt geändert durch Artikel 113 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S 1626)
3. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung - BetrSichV) vom 03. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), zuletzt geändert durch Artikel 5 der Verordnung vom 30. April 2019 (BGBl. I S 5544)
4. Expositionsbeschreibung „Expositionen gegenüber Stickoxiden im konventionellen Tunnelbau“. BG BAU, April 2018, [www.bgbau.de](http://www.bgbau.de), Webcode 3087618
5. Technische Regel für Gefahrstoffe: Abgase von Dieselmotoren (TRGS 554). Januar 2019 GMBI 2019 Nr. 6 S. 88-104 (v. 18.03.2019)
6. Technische Regel für Gefahrstoffe: Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV (TRGS 906). Ausgabe: Juli 2005 zuletzt geändert und ergänzt: März 2007
7. Technische Regel für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). BArbBl (2006) Nr. 1, S. 41 – 55, zuletzt geändert und ergänzt durch GMBI 2019 S.117-119[Nr.7] (v.29.03.2019)
8. Zoubek, G.; Berges, M.; Goebel, A.: Belastung durch Motorabgase beim Einsatz handgeführter Verdichtungsgeräte in Gräben. BauPortal 9/2009, S. 518 – 525
9. Emmel, C. und Hartdegen, R.: Die aktuelle Generation und Neuentwicklungen handgeführter Verdichtungsgeräte im Grabeneinsatz – Ermittlung von Expositionsdaten. BauPortal 6/2015, 14 - 21

10. Expositionsbeschreibung „Einsatz von Kleinfräsen auf Asphaltflächen“, BG BAU, März 2018; [www.bgbau.de](http://www.bgbau.de), Webcode 3096458
11. Expositionsbeschreibung „Einsatz von Großfräsen auf Asphaltflächen“, BG BAU, März 2018; [www.bgbau.de](http://www.bgbau.de), Webcode 3096458
12. Expositionsbeschreibung „Einsatz von Stampfern und Rüttelplatten im Freien“, BG BAU, 15. April 2020, [www.bgbau.de](http://www.bgbau.de), Webcode 3087618

Diese Expositionsbeschreibung wurde erarbeitet von der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft und gemeinsam verabschiedet mit

- dem Hauptverband der deutschen Bauindustrie,
- der Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt und
- dem Zentralverband des deutschen Baugewerbes.