

# „Emissionen von Glättern, Stampfern und Rüttelplatten“

15. August 2011

## 1 Allgemeines

Die Gefahrstoffverordnung [1] fordert den Arbeitgeber in §§ 7, 9 und 10 auf, zu ermitteln, ob die Arbeitsplatzgrenzwerte eingehalten sind. Dies kann durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere geeignete Methoden zur Ermittlung der Exposition erfolgen. Falls keine Arbeitsplatzgrenzwerte vorliegen, ist die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen durch geeignete Beurteilungsmethoden nachzuweisen.

Diese Expositionsbeschreibung stellt eine solche geeignete Methode dar. Es liegt für die beschriebenen Tätigkeiten eine ausreichende Anzahl von Arbeitsbereichsanalysen mit eindeutigem 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, d.h. weitere Messungen sind nicht erforderlich.

Ungeachtet der hier vorgelegten Ergebnisse ist die Gefährdungsbeurteilung gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz [2], § 6 Gefahrstoffverordnung bzw. § 3 Betriebssicherheitsverordnung [3] für die entsprechenden Tätigkeiten durchzuführen. Die Verpflichtungen zum Einsatz von Stoffen und/oder Verfahren mit geringerem Risiko, zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen und zur Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten usw. bleiben bestehen.

## 2 Anwendungsbereich

Diese Expositionsbeschreibung umfasst den Betrieb von benzin- (mit und ohne Katalysator) und gasbetriebenen Flügelglättern in Räumen und im Freien sowie von benzin- (mit und ohne Katalysator) und dieselbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten in Gräben sowie ebenerdig.

Es werden Kriterien für einen Verzicht auf die messtechnische Überwachung bei diesen Arbeiten festgelegt.

## 3 Arbeitsverfahren

Mit diesen Baumaschinen werden kurzfristige Arbeiten, aber auch Arbeiten über die ganze Schicht durchgeführt. Falls die Baustellensituation es erfordert, können diese Arbeiten auch länger als 8 Stunden andauern. Daher werden die ermittelten Tätigkeitsexpositionen als Schichtmittelwerte angesehen.

### 3.1 Flügelglätter

Benzin- und gasbetriebene Flügelglätter (Glätter, Glättmaschinen) werden zum Verdichten bzw. Glätten von Estrich- und Betonflächen eingesetzt. Benzinbetriebene Glätter werden mit und ohne Abgasreinigung (Katalysator) eingesetzt. Arbeiten mit Glättern werden sowohl im Wohnungsbau als auch im Industriebau durchgeführt. Verwendet werden Einfach-, Doppel- und Dreifachflügelglätter, die in der Praxis einzeln sowie auch zusammen eingesetzt werden.

### 3.2 Stampfer, Rüttelplatten

Benzin- und dieselbetriebene Stampfer und Rüttelplatten werden zu Verdichtungsarbeiten ebenerdig und in Gräben eingesetzt.

## 4 Gefahrstoffe

Benzin-, gas- und dieselbetriebene Motoren haben im Abgas neben Kohlenmonoxid (CO) bzw. Dieselmotoremission (DME) ein großes Spektrum von Gefahrstoffen, unter anderem Kohlenwasserstoffe, CO<sub>2</sub> sowie NO<sub>x</sub>.

Als Leitkomponenten für die Arbeitsplatzmessungen wurden Kohlenmonoxid bzw. bei dieselmotorenbetriebenen Maschinen Dieselmotoremissionen gewählt. Kohlenmonoxid ist ein farb- und geruchloses Gas, das leichter als Luft ist. Beim Betrieb von Verbrennungsmotoren entsteht es durch unvollständige Verbrennung des Brennstoffes.

Tabelle 1: Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) nach TRGS 900 [4]

Stoff	AGW	Spitzenbegrenzung
Kohlenstoffmonoxid (CO)	35 mg/m <sup>3</sup> bzw. 30 ml/m <sup>3</sup> (ppm)	1 (II)

Dieselmotoremissionen (DME) sind als krebserzeugend eingestuft (Kategorie K 2). Für DME gibt es keinen Arbeitsplatzgrenzwert. Dieselmotoren, die mit einem geprüften Dieselpartikelfilter ausgerüstet sind, entsprechen nach TRGS 554 dem Stand der Technik. Dann liegen die DME-Konzentrationen im Bereich der Nachweisgrenze (<0,014 mg/m<sup>3</sup>; TRGS 554 Nr. 3.1 Abs. 6).

## 5 Gefahrstoffexpositionen

### 5.1.1 Benzinbetriebene Glättmaschinen ohne Katalysator

Die Messwerte der Tabelle 2 wurden in den Jahren 2003 bis 2005 personenbezogen beim Einsatz benzinbetriebener Einfach- und Doppelflügelglättern ohne Katalysator in Wohnräumen und in Industriehallen (Größen bis weit über 100.000 m<sup>3</sup>) ermittelt.

Messungen auf Benzol beim Einsatz benzinbetriebener Flügelglätter blieben unter der Nachweisgrenze.

Tabelle 2: Auswertung der Ergebnisse personenbezogener Messungen von Kohlenmonoxid bei benzinbetriebenen Flügelglättern ohne Katalysator (mg/m<sup>3</sup>)

	Messwerte	Min	Mittel	75 %-Wert	<b>95 %-Wert</b>	Max
Schicht	33	6,5	60,7	61,0	<b>190,6</b>	248,8
Max. 15 Min-Wert	33	15,0	137,9	167,0	<b>386,8</b>	652,0

### 5.1.2 Benzinbetriebene Glättmaschinen mit Katalysator und gasbetriebene Glättmaschinen

Seit 2004 konnten Messungen beim Einsatz benzinbetriebener Flügelglätter mit Katalysator und gasbetriebener Flügelglätter durchgeführt werden (Tabelle 3). Die Messungen erfolgten beim Einsatz von Einfach-, Doppel- und Dreifachflügelglättern in Industriehallen mit mindestens 5m Höhe.

Tabelle 3: Auswertung der Ergebnisse personenbezogener Messungen von Kohlenmonoxid bei gasbetriebenen Flügelglättern und benzinbetriebenen Flügelglättern mit Katalysator (mg/m<sup>3</sup>)

	Messwerte	Min	Mittel	75 %-Wert	<b>95 %-Wert</b>	Max
Schicht	30	2,0	14,7	25,0	<b>33,6</b>	44,00
Max. 15 Min-Wert	30	3,0	34,8	49,5	<b>62,4</b>	184,00

### 5.1.3 Gemeinsamer Einsatz von benzinbetriebenen Glättmaschinen mit und ohne Katalysator

Es finden sich auf Baustellen immer wieder benzinbetriebene Flügelglätter mit und ohne Katalysatoren bzw. gasbetriebene Flügelglätter nebeneinander im Einsatz. Bei Messungen der CO-Konzentrationen am Bediener der Flügelglätter mit Katalysator zeigt sich, dass der CO-Ausstoß der Glätter ohne Katalysator die ganze Baustelle beeinflusst.

Diese Daten lassen sich keinem der Datenkollektive der Tabellen 2 oder 3 zuordnen. Sie wurden am Bediener von gasbetriebenen Flügelglättern bzw. benzinbetriebenen Flügelglättern mit Katalysator bei gleichzeitigem Einsatz benzinbetriebener Flügelglätter ohne Katalysator ermittelt und machen den Einfluss der Emissionen benzinbetriebener Flügelglätter ohne Kat deutlich (Tabelle 4).

Tabelle 4: CO-Expositionen beim Betrieb gasbetriebener Flügelglätter bzw. benzinbetriebener Flügelglätter mit Katalysator bei gleichzeitigem Einsatz von benzinbetriebenen Flügelglättern ohne Katalysator (mg/m<sup>3</sup>)

Messung	Flo/1	Flo/2	Erfurt				
Schichtwert	77	56	39				
max. 15 Min-Wert	145	119	-				

#### 5.1.4 Einsatz von benzinbetriebenen Glättmaschinen im Freien

Bisher konnten nur wenige Messungen im Freien durchgeführt werden (Tab. 5). Selbst bei Windgeschwindigkeiten von 3 – 5 m/s traten Expositionsspitzen bis zu 67 mg/m<sup>3</sup> CO auf.

Tabelle 5: CO-Expositionen beim Betrieb benzinbetriebener Flügelglätter ohne Kat im Freien (mg/m<sup>3</sup>)

Messung	Hob 39/2003a	Hob 39/2003b	Wi		
Schichtwert	37	17	15,5		
Max 15 Min-Wert	44,5	18	-		
Windstärke	0,7 m/s	0,7 m/s	3-5 m/s		

#### 5.2.1 Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten ohne Katalysator in Gräben

2003 und 2004 wurden in einem Graben auf dem Gelände des Instituts für Arbeitssicherheit in Sankt Augustin Messungen beim Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten in einem 2 bzw. 4 m tiefen Graben, mit und ohne Absaugung bzw. Gebläse durchgeführt (Tabellen 6). Da die ermittelten CO-Konzentrationen im Wesentlichen unabhängig von der Tiefe des Grabens waren [5], werden die Ergebnisse hier zusammengefasst. Einzelne Messungen auf Baustellen haben diese Ergebnisse bestätigt.

Tabellen 6: CO-Expositionen beim Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten ohne Katalysator im Graben (mg/m<sup>3</sup>)

##### 6.1 Personengetragene Messungen ohne Gebläse/Absaugungen

	Messwerte	Min	50%-Wert	75%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
Schicht	36	2	120	152	<b>214</b>	350

##### 6.2 Personengetragene Messungen mit Gebläse/Absaugungen

	Messwerte	Min	50%-Wert	75%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
Schicht	13	0	82	101	<b>195</b>	254

##### 6.3 Ortsfeste Messungen ohne Gebläse/Absaugungen

	Messwerte	Min	50%-Wert	75%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
Schicht	38*	28	114	136	<b>184</b>	241

\*ein Messwert wurde nicht aufgenommen, da bei der Messung der Bereichsendwert mehrfach überschritten wurde

##### 6.4 Ortsfeste Messungen mit Gebläse/Absaugungen

	Messwerte	Min	50%-Wert	75%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
Schicht	13	1	65	110	<b>163</b>	170

#### 5.2.2 Ebenerdiger Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten

2003 und 2004 wurden auf dem Gelände des Instituts für Arbeitssicherheit in Sankt Augustin Messungen beim ebenerdigen Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten mit und ohne Katalysator durchgeführt (Tabellen 7).

Tabellen 7: CO-Expositionen beim ebenerdigen Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten im Freien (mg/m<sup>3</sup>)

### 7.1 Ebenerdiger Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten im Freien ohne Katalysator

	Messwerte	Min	50%-Wert	75%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
Schicht	6	0,5	5,6	29,4	<b>63,4</b>	72,4

### 7.2 Ebenerdiger Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten im Freien mit Katalysator

	Messwerte	Min	50%-Wert	75%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
Schicht	6	0,1	2,3	4,8	<b>5,8</b>	5,9

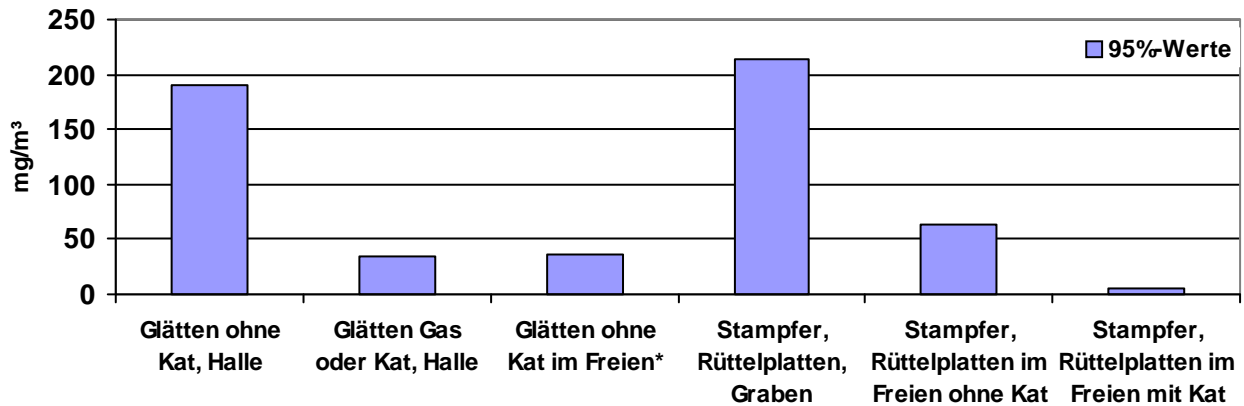


Abbildung 1: CO-Expositionen beim Glätten und Verdichten, Arbeitsplatzgrenzwert 35mg/m<sup>3</sup>  
(\*Maximalwert, zu wenig Messungen für Statistik)

### 5.2.3 Einsatz dieselbetriebener Stampfer und Rüttelplatten

2003 und 2004 wurden in einem Graben auf dem Gelände des Instituts für Arbeitssicherheit in Sankt Augustin Messungen beim Einsatz dieselbetriebener Stampfer und Rüttelplatten in einem 2 bzw. 4 m tiefen Graben durchgeführt (Tabelle 8). Da die ermittelten Dieselmotoremissionen (DME)-Konzentrationen im Wesentlichen unabhängig von der Tiefe des Grabens waren, werden die Ergebnisse hier zusammengefasst.

Tabelle 8: DME-Expositionen beim Einsatz dieselbetriebener Stampfer und Rüttelplatten im Graben; Ortsfeste Messungen ohne Gebläse/Absaugungen (mg/m<sup>3</sup>)

	Messwerte	Min	50%-Wert	75%-Wert	<b>95%-Wert</b>	Max
Schicht	31	0,05	0,27	0,51	<b>1,51</b>	3,79

Im Sommer 2010 wurde auf einer Baustelle in einem 2m tiefen Graben während des Betriebes einer dieselbetriebenen Rüttelplatte über 30 eine Exposition von 3,5mg/m<sup>3</sup> gemessen. Diese sehr hohe Exposition ist dadurch zu erklären, dass hier verdichtet wurde, während bei den Messungen in Tabelle 8 die Rüttelplatten lediglich hin und her bewegt wurden.

## 6 Befund

### 6.1 Flügelglätter

Die in den Abschnitten 5.1.1 und 5.1.3 dargestellten Messungen belegen, dass beim Einsatz von benzinbetriebenen Flügelglättern ohne Katalysator in Räumen der Arbeitsplatzgrenzwert von Kohlenmonoxid (CO) deutlich überschritten wird. Die maximalen 15 Minuten-Mittelwerte gehen bis über 600 mg/m<sup>3</sup>.

Die im Abschnitt 5.1.2 dargestellten Messungen belegen, dass beim Einsatz von gasbetriebenen Flügelglättern und von benzinbetriebenen Flügelglättern mit Katalysator in Hallen mit Höhen über 5 m der Arbeitsplatzgrenzwert von CO als Schichtmittelwert eingehalten wird.

Die maximalen 15 Minuten-Mittelwerte können sowohl beim Einsatz gasbetriebener Flügelglätter als auch beim Einsatz benzinbetriebener Flügelglätter mit Katalysator über dem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) liegen. Allerdings überschreiten diese 15 Minuten-Mittelwerte bis auf einen Fall niemals den zweifachen AGW, während beim Einsatz von benzinbetriebenen Flügelglättern ohne Katalysator 15 Minuten-Mittelwerte bis zum 18fachen des AGW auftreten. Der 15 Minuten-Mittelwert von 184 mg/m<sup>3</sup> CO wurde während einer längeren Glättarbeit an einer engen Stelle gemessen.

Die im Abschnitt 5.1.4 dargestellten Messungen weisen darauf hin, dass auch beim Einsatz benzinbetriebener Flügelglätter ohne Katalysator im Freien mit Überschreitungen des Arbeitsplatzgrenzwertes und des Kurzzeitwertes zu rechnen ist.

## **6.2 Stampfer, Rüttelplatten**

Die im Abschnitt 5.2.1 (Tabellen 6) dargestellten Messungen belegen, dass beim Einsatz von benzinbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten in Gräben der Arbeitsplatzgrenzwert von CO erheblich überschritten wird.

Es wird deutlich, dass beim Einsatz von benzinbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten in Gräben sehr hohe CO-Expositionen vorliegen. Mit über 210 mg/m<sup>3</sup> wird der AGW um mehr als das Siebenfache überschritten. Diese hohen CO-Expositionen bestehen sowohl für den Bediener dieser Baumaschinen (Tabelle 6.1, Personengetragene Messungen) als auch für andere Beschäftigte in Gräben (Tabelle 6.3, Ortsfeste Messungen).

Absaugungen bzw. Gebläse führen nur sehr bedingt zu einer Verbesserung der Expositionssituation (Tabellen 6.2 und 6.4). Eine Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes von CO ist damit nicht zu gewährleisten.

Die Werte in Tabelle 7.1 machen deutlich, dass selbst beim ebenerdigen Einsatz von Stampfern und Rüttelplatten CO-Konzentrationen über dem Arbeitsplatzgrenzwert vorliegen. Dies bestätigt die Daten von Tabelle 5.

Beim Einsatz von Katalysatoren liegen die Konzentrationen immer deutlich unter dem Arbeitsplatzgrenzwert (Tabelle 7.2).

Beim Einsatz von dieselbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten wurden in einem Mustergraben mit 1,5 mg/m<sup>3</sup> Dieselmotoremissionen Expositionen ermittelt, die zwei Dimensionen über der als zulässig geltenden Nachweisgrenze liegen (Tabelle 8). Eine Messung in einem 2m tiefen Graben bei Verdichtungsarbeiten hat diese Expositionen bestätigt.

## **7. Empfehlungen**

### **7.1 Flügelglätter**

Die dargestellten Messungen belegen, dass der Einsatz von benzinbetriebenen Flügelglättern ohne Katalysator in Räumen und Hallen nicht zulässig ist. Darauf weisen auch die Hersteller von benzinbetriebenen Glättmaschinen in ihren Betriebsanleitungen hin.

Der Einsatz von gasbetriebenen Flügelglättern sowie von benzinbetriebenen Flügelglättern mit Katalysatoren in Räumen ist grundsätzlich zulässig. Im Wohnungsbau ist eine zusätzliche Lüftung notwendig. Wegen der mit einer Lüftung verbundenen sehr schnellen Trocknung des Estrichs wird im Wohnungsbau der Einsatz elektrischer Glättmaschinen empfohlen.

Im Freien dürfen benzinbetriebene Glättmaschinen ohne Katalysator nur eingesetzt werden, wenn vor Ort durch direktanzeigende Messgeräte die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes überprüft und sichergestellt werden kann.

Messungen der Dieselmotoremissionen beim Einsatz von dieselbetriebenen Flügelglättern liegen noch nicht vor. Grundsätzlich ist jedoch der Einsatz dieselbetriebener Flügelglätter ohne Partikelfilter in Räumen und Hallen nicht zulässig.

## **7.2 Stampfer, Rüttelplatten**

Die dargestellten Messungen belegen, dass der Einsatz benzinbetriebener Stampfer und Rüttelplatten ohne Abgasreinigung in Gräben zu einer erheblich über dem Arbeitsplatzgrenzwert liegenden Belastung führt. Die Hersteller dieser benzinbetriebenen Maschinen weisen in ihren Bedienungsanleitungen darauf hin, dass der Einsatz in "schlecht belüfteten Räumen" nicht zulässig ist.

Die vorliegenden Messungen zeigen zudem, dass auch beim Einsatz von benzinbetriebenen Stampfern und Rüttelplatten im Freien der Arbeitsplatzgrenzwert überschritten wird. Hier sind auf der Baustelle entsprechende Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Beim Einsatz von Katalysatoren wird der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten.

Die dargestellten Messungen belegen, dass der Einsatz dieselbetriebener Stampfer und Rüttelplatten ohne Partikelfilter in Gräben zu einer extrem hohen Exposition gegenüber krebserzeugenden Dieselmotoremissionen führt (100fach über der Nachweisgrenze) und daher nicht zulässig ist. Die Hersteller dieser Maschinen weisen in ihren Bedienungsanleitungen darauf hin, dass der Einsatz in "schlecht belüfteten Räumen" nicht zulässig ist.

## **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 Juni 2010 verabschiedet und im August 2011 überarbeitet. 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)
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. 1, S. 1246 ff.)
3. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetriebsSichV), Artikel 1 der Verordnung vom 27. September 2002 (BGBl. 1, S. 3777 ff.)

4. Technische Regel für Gefahrstoffe: Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900). B ArbBl (2006) Nr. 1, S. 41 – 55, zuletzt geändert durch GMBI (2010) S.111
5. Zoubek, G.; Berges, M.; Goebel, A.: Belastung durch Motorabgase beim Einsatz handgeführter Verdichtungsgeräte in Gräben. BauPortal 9/2009, S. 518 – 525

Diese Expositionsbeschreibung wurde von der der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft erarbeitet.