

Datum: 01.01.2020

## Branchenlösung Stickoxidminderung im konventionellen Tunnelbau



Diese Branchenlösung wurde erarbeitet von:

- Bundesfachabteilung Unterirdisches Bauen im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. (HDB), Kurfürstenstr. 129, 10785 Berlin
- Industriergewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt, Olof-Palme-Str. 19, 60439 Frankfurt/Main
- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU), Königsberger Straße 29, 60487 Frankfurt/Main

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Berufskrankheiten
3. Stickoxid-Expositionen
4. Schutzmaßnahmenkonzept
5. Beschreibung der Schutzmaßnahmen
6. Arbeitsorganisation und persönliche Schutzausrüstung
7. Arbeitsmedizinische Vorsorge
8. Betriebsanweisung und Unterweisung

## Anlagen

1. Musterbetriebsanweisung
2. Aktivitäten

## 1. Einleitung

Stickoxide (NO, NO<sub>2</sub>) sind allgegenwärtig und werden oft nicht als Gefahr für die Gesundheit wahrgenommen. Doch das Einatmen erhöhter Konzentrationen von Stickoxiden kann gesundheitliche Beeinträchtigungen zur Folge haben. Betroffen sind viele Arbeitsplätze, so auch Arbeitsplätze in der Bauwirtschaft, z. B. bei Bauarbeiten unter Tage (Tunnelbau).

Bauarbeiten unter Tage (Tunnelbau) im Sinne dieser Branchenlösung sind Bauarbeiten zur Erstellung unterirdischer Hohlräume in geschlossener Bauweise sowie deren Ausbau, Umbau, Instandhaltung und Beseitigung, soweit nicht das Bundesberggesetz gilt. Zu den Bauarbeiten unter Tage zählen z. B. Stollenbau-, Tunnelbau- (auch in Deckelbauweise), Kavernenbau- und Schachtbauarbeiten sowie Durchpressungen.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich hier in der Regel um nicht stationäre Arbeiten handelt.

Im Tunnelbau können durch den notwendigen Einsatz von Dieselmotoren erhöhte Konzentrationen von Stickoxiden auftreten. Stickoxide, insbesondere das Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), reizt die Atmungsorgane und kann diese schädigen. Die daraus resultierenden chronischen Erkrankungen können Entzündungsprozesse im Bereich der Atemwege und der Lunge sein. Darüber hinaus können auch Atembeschwerden durch eine Engstellung der Bronchien (Atemwegsobstruktion) auftreten.

Deshalb ist die Stickoxidminderung für den konventionellen Tunnelbau ein zentrales Thema.

In Deutschland wird im konventionellen Tunnelbau bereits ein hohes Schutzniveau umgesetzt. Die aktuell gültigen Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) für Stickoxide von

- 2,00 ml/m<sup>3</sup> für Stickstoffmonoxid (NO) und
- 0,50 ml/m<sup>3</sup> für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

stellen für die Tunnelbauunternehmen neue Herausforderungen dar und erfordern weiterführende Maßnahmen zu deren Einhaltung.

Alle Beteiligten, wie Bauherren, Auftraggeber, Planer, Ingenieurbüros, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinatoren nach Baustellenverordnung, Baumaschinen- und Gerätehersteller sowie deren Vertrieb und Verleih, ausführende Tunnelbaubetriebe und seine Beschäftigten, sind daher für die Gesundheitsgefährdungen durch Stickoxide bei den betreffenden Tätigkeiten zu sensibilisieren. Wissenslücken sind zu schließen und alle Beteiligten sind zu einer umfassenden Akzeptanz und Anwendung

der Maßnahmen zur Stickoxidminimierung und deren weiteren Entwicklung anzuhalten. Von zentraler Bedeutung für den Erfolg ist die Praktikabilität aller Maßnahmen.

Der Bauherr trägt nach der Baustellenverordnung die Verantwortung, eine Baumaßnahme so zu planen und auszuschreiben, dass die Erstellung unter Einhaltung des Standes der Technik nach §4 Arbeitsschutzgesetz möglich ist. Daher kommt ihm und seinen Planern gerade bei der Stickoxidminderung eine besondere Bedeutung zu, da wesentliche Randbedingungen für die Bauausführung bereits sehr früh im Prozess (u.a. im Rahmen der Planfeststellung) festgeschrieben werden.

Hierzu zählen insbesondere:

1. ein durchgängig, ausreichend großer Tunnelquerschnitt,
2. Erarbeitung eines Belüftungskonzeptes (z.B. Zugangsstollen, Lüftungsschacht),
3. angemessene Bauzeit, geeigneter Bauablauf und geeigneter Bauprozess,
4. gleichzeitig im Tunnel stattfindende Tätigkeiten verschiedener Auftragnehmer.

## 2. Berufskrankheiten

In der Liste der Berufskrankheiten (siehe Anlage 1 der Berufskrankheiten-Verordnung) werden derzeit keine durch Abgase von Dieselmotoren verursachten Erkrankungen aufgeführt. Stickoxide können Ursache einer BK 4302 „Durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen“ sein. Seit 2009 wurden keine entsprechenden Erkrankungen durch Stickoxide aus Abgasen als BK 4302 anerkannt bzw. bestätigt.

## 3. Stickoxid-Expositionen

Im konventionellen Tunnelbau entstehen vor allem beim Lösen, Laden und Fördern des Gesteins, in Abhängigkeit vom Umfang der eingesetzten dieselbetriebenen Maschinen, große Mengen an Stickoxiden. Der Arbeitsplatzgrenzwert für NO und NO<sub>2</sub> kann hier bei der Ausführung der zuvor beschriebenen Tätigkeiten, selbst bei Ausschöpfung der möglichen technischen und organisatorischen Schutzmaßnahmen, zeitweise überschritten werden.

In der Expositionsbeschreibung „Expositionen gegenüber Stickoxiden im konventionellen Tunnelbau“ werden die Expositionen [<https://www.bgbau.de/fileadmin/Service/Bildungsangebote/StickoxideimkonventionellenTunnelbau.pdf>] dargestellt.

## 4. Schutzmaßnahmenkonzept

Diese zwischen den Sozialpartnern und der BG BAU abgestimmte Branchenlösung beinhaltet das Schutzmaßnahmenkonzept zur Stickoxidminderung für den konventionellen Tunnelbau.

Mit dieser Branchenlösung wird aufgezeigt, welche Maßnahmen ergriffen werden, um die AGW für NO und NO<sub>2</sub> schichtbezogen unterschreiten zu können. Tunnelbauunternehmen können in ihrer Gefährdungsbeurteilung auf dieses Schutzmaßnahmenkonzept verweisen.

Randbedingungen aus Planfeststellung und Bauentwurf (siehe Abschnitt 1), sowie technische Grenzen bewirken, dass die Einhaltung der AGW für die Stickoxide im konventionellen Tunnelbau derzeit nicht immer möglich ist.

## 5. Beschreibung der Schutzmaßnahmen

### Belüftung/Bewetterung

Nachweis der Belüftungsleistung von  $4 \text{ m}^3/\text{kW} \cdot \text{min}$  (gem. TRGS 554) für die maximal gleichzeitig im Arbeitsbereich eingesetzte Diesel - kW Nennleistung. Der Nachweis ist einmal wöchentlich durch Messung kurz vor dem Luttenende mittels des „Log-Linear-Verfahren“ in Anlehnung an die SIA 196, oder durch Strömungsmessungen im freien Querschnitt an repräsentativen Stellen vorzunehmen und das Ergebnis ist zu dokumentieren. Permanentmesseinrichtungen im Lüftungssystem sind ebenfalls zulässig. Diese sind zu Beginn mit obigen Verfahren zu kalibrieren.

### Beschränkung des Einsatzes von Maschinen mit IIIA Motoren

Stufenweise Reduzierung des Einsatzes der jeweils bei einer Tunnelbaumaßnahme unter Tage zum Lösen, Laden, Fördern und Betontransport eingesetzten, dieselbetriebenen Leistungsgeräte mit Motoren der Abgasstufe IIIA (Richtlinie 97/68/EG):

- max. 50 % IIIA Motoren ab 01.01.2020
- max. 30 % IIIA Motoren ab 01.01.2022
- max. 10 % IIIA Motoren ab 01.01.2024
- Bei Nachrüstung von IIIA Motoren mit Dieselpartikelfilter (DPF) mit einem SCR-System zur Stickoxidreduktion (AdBlue) entfallen die zuvor genannten Einsatzbeschränkungen
- Bei Austausch des DPF der IIIA Motoren gegen ein SCRT - System (Kombination von DPF+SCR-System) entfallen die zuvor genannten Einsatzbeschränkungen ebenfalls.

### Substitution der Dieselmotoren für Arbeitsausrüstungen

Maschinen, deren Arbeitsausrüstung elektrisch betrieben werden, wie z. B. Bohrwagen, Spritzmobile und neuere Hebebühnen mit E-Power-Pack, und deren Dieselantrieb ausschließlich für die Fahrbewegungen der Maschine eingesetzt wird, sind von den zuvor genannten Einsatzbeschränkungen ausgenommen.

### Vermeidung der Überlagerung von Stickoxiden aus Sprengschwaden und Motorabgasen

Nach der Sprengung ist der Arbeitsbereich ausreichend lange zu belüften und gegenüber den AGW für die Stickoxide aus den Sprengschwaden freizumessen. Vorher darf mit dem Schuttern nicht begonnen werden.

### Verdünnung der Stickoxidemissionen

Die Belüftungsleistung von mindestens  $4 \text{ m}^3/\text{kW} \cdot \text{min}$  ist immer gemäß der Nennleistung der maximal gleichzeitig eingesetzten Dieselmotoren nachzusteuern.

### Reduzierung des Stickoxidausstoßes

Minimierung des Einsatzes von Motoren mit einer Leistung  $< 56 \text{ kW}$ . Diese setzen, auch wenn sie über Motoren nach aktueller Emissionsgesetzgebung für mobile Maschinen verfügen, noch immer vergleichsweise hohe Mengen an Stickoxiden mit dem Abgas frei.

## 6. Arbeitsorganisation und persönliche Schutzausrüstung

Nach den Grundsätzen der geltenden Arbeitsschutzvorschriften sind immer zuerst die technischen, dann die organisatorischen Lösungen zur Stickoxidminderung auszuschöpfen. Der Einsatz von Atemschutzgeräten mit Gasfiltern, als persönliche Schutzausrüstung gegen die Stickoxidexposition, ist keine geeignete Schutzmaßnahme. Es gibt zwar Gasfilter, welche Schutz gegen Stickoxide bieten, jedoch haben diese eine sehr kurze Standzeit und dürfen auch nur einmalig verwendet werden. Die Alternative wären Atemschutzgeräte mit umgebungsluftunabhängiger Luftversorgung, die für den Baubetrieb i.d.R. genauso ungeeignet sind. Als Konsequenz daraus muss die Stickoxidexposition der Beschäftigten auf den konventionellen Tunnelbaustellen daher durch technische Schutzmaßnahmen, wie Abgasnachbehandlung und / oder stärkere Belüftung unter die AGW gebracht werden.

## 7. Arbeitsmedizinische Vorsorge

Im Tunnelbau wird insbesondere wegen des Quarzstaubs eine arbeitsmedizinische Pflichtvorsorge erforderlich. In diesem Zuge ist den Beschäftigten im konventionellen Tunnelbau auch eine arbeitsmedizinische Wunschvorsorge in Hinblick auf die Exposition durch Stickoxide anzubieten.

Durch die regelmäßige Teilnahme an den Untersuchungen können Verschlechterungen der Lungenfunktion erkannt und einer Verschlimmerung des Zustandes vorgebeugt werden. Für Betriebe, die dem Arbeitsmedizinischen Sicherheitstechnischen Dienst (ASD) der BG BAU angegliedert sind, sind diese speziellen Untersuchungen durch die Mitgliedsbeiträge für den ASD abgedeckt. Der nächstgelegene Betriebsarzt ist in der Datenbank <http://www.ansprechpartnerderbgbau.de/index.php?content=amd> gelistet.

## 8. Betriebsanweisung und Unterweisung

Auch wenn alle Schutzmaßnahmen und die Vorsorge zum Schutz der Beschäftigten vor Stickoxiden umgesetzt worden sind, liegt immer noch ein Risiko im Verhalten der Beschäftigten selbst. Um dieses Risiko zu begrenzen, müssen Beschäftigte unterwiesen werden, so dass sie sich selbst schützen können:

- Für Tätigkeiten, bei denen durch den Maschineneinsatz Abgase von Dieselmotoren und damit auch Stickoxide freigesetzt werden, ist eine Betriebsanweisung zu erstellen (siehe Musterbetriebsanweisungen in der Anlage).
- Die Beschäftigten sind über auftretende Gefährdungen und entsprechende Schutzmaßnahmen sowie über die richtige Anwendung des Arbeitsverfahrens anhand der Betriebsanweisung zu unterweisen. Teilnehmer, Inhalt, Ort und Datum der Unterweisung sind zu dokumentieren.
- Die Beschäftigten müssen ihre Unterweisung per Unterschrift bestätigen.
- Die Unterweisung ist danach mindestens einmal jährlich sowie aus besonderem Anlass zu wiederholen.
- Es ist wichtig, dass die festgelegten Maßnahmen vollständig umgesetzt werden. Werden Defizite festgestellt, sind diese anzusprechen und umgehend abzustellen.

Die **Anlage 1** zeigt eine Musterbetriebsanweisung für den konventionellen Tunnelvortrieb

## Anlage 1: Musterbetriebsanweisung

Betriebsanweisung Nr. XX  
Gemäß §14 Gefahrstoffverordnung

Betrieb: Mustermann Tunnelbau GmbH

Baustelle: Tunnel Beispielberg / Tunnelvortrieb:

Datum: XX.YY.ZZZZ



### Abgase von Dieselmotoren beim konventionellen Tunnelvortrieb

Tätigkeiten und Verfahren, bei denen die Beschäftigten Dieselmotoremissionen (Dieselrußpartikel) ausgesetzt sind, sind krebserzeugend! Einatmen von Stickoxiden aus den Abgasen von Dieselmotoren kann zu Reizungen / Schädigungen der Atemwege führen!

**Signalwort: Gefahr**

Die Abgase von Dieselmotoren bestehen aus gas- und partikelförmigen Substanzen. Insbesondere sind es Dieselrußpartikel (Dieselmotoremissionen), Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid.

#### Gefahren für Mensch und Umwelt

Einatmen kann zu Gesundheitsschäden führen. Kann reizen. Vorübergehende Beschwerden (Schwindel, Kopfschmerzen, Übelkeit, Benommenheit) möglich. Bei höheren Konzentrationen Atem- und Herz-Kreislaufstillstand möglich. Dieselrußpartikel können Krebs erzeugen! Kohlenmonoxid kann das Kind im Mutterleib schädigen!

#### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

ALLGEMEIN GILT: Jedem Arbeitsbereich ist eine Frischluftmenge von 4,0 m<sup>3</sup>/min je eingesetzten kW Motornennleistung zuzuführen. Unnötiges Laufenlassen der Motoren (z.B. im Leerlauf), starkes Beschleunigen und Anfahren unter Vollgas unterlassen. Wartezeiten mit laufendem Motor vermeiden, Motor erst unmittelbar vor dem Losfahren anlassen, beim Tanken Motor ausstellen. Maschinen mit emissionsfreien Antrieben (Elektromotoren) einsetzen. Einsatz von dieselpartikelfiltern. Partikelfiltersystem mit Mindestabscheiderate von 90%! Nach Einbau des Dieselpartikelfilters muss eine Prüfung des Gerätes durch eine zur Prüfung befähigte Person erfolgen. Wartung und Abgasuntersuchung der Motoren alle 500 Betriebsstunden, spätestens jedoch alle 6 Monate. Nach Kontakt mit Dieselrußpartikeln verunreinigte Hautpartien gründlich reinigen! Beschäftigungsbeschränkungen beachten! Bei Grenzwertüberschreitung der Stickoxide gilt: Einsatz der gleichzeitig betriebenen Motoren verringern und Arbeitsbereich stärker belüften!

#### Verhalten im Gefahrenfall

**Zuständiger Arzt:**  
**Unfalltelefon:**

#### Erste Hilfe

**Bei jeder Erste-Hilfe-Maßnahme: Selbstschutz beachten und umgehend Arzt verständigen.**  
**Nach Einatmen:** Frischluft! Bei Bewusstlosigkeit Atemwege freihalten (Zahnprothesen, Erbrochenes entfernen, stabile Seitenlagerung), Atmung und Puls überwachen. Bei Atem- oder Herzstillstand: künstliche Beatmung und Herzdruckmassage.  
**Ersthelfer:**



#### Sachgerechte Entsorgung

Gebrauchte Dieselpartikelfilter gemäß Herstellerangaben entsorgen!

Diese Musterbetriebsanweisung kann zur betriebsspezifischen Anpassung als WORD-Dokument unter GISBAU abgerufen werden ([www.gisbau.de](http://www.gisbau.de)).

## Anlage 2: Aktivitäten

- Die Notwendigkeit der Stickoxidminderung wird von den beteiligten Akteuren auf den entsprechenden Veranstaltungen und ggf. in Publikationen deutlich gemacht.
- Der Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (HDB) empfiehlt die Umsetzung dieser Branchenlösung zur Stickoxidminderung.
- Die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft wird die NOx - Messkampagne bis 1 Jahr nach Ende der stufenweisen Reduzierung der IIIA Motoren (gem. Abschn. 5) fortsetzen und die Expositionsbeschreibung fortschreiben.