

Planung der technischen Lüftung bei Gleisbauarbeiten in Eisenbahntunneln

Hans Gehring, Oliver Hinkelmann, Ralf-Ulrich Michalski und Ulrike Michalski, Frankfurt am Main

Bei Gleisbauarbeiten im Tunnel ist generell eine technische Lüftung erforderlich, da die Motoremissionen die Tunnelatmosphäre mit Gefahrstoffen belasten. Der Beitrag stellt am Beispiel eines Schienenwechsels in einem Tunnel (SE2-Maßnahme) mit Fester Fahrbahn und einem Tunnelquerschnitt von ca. 90 m² die grundlegenden Schutzmaßnahmen und eine mit EBA und BG BAU abgestimmte Auslegung der technischen Belüftung dar. Ausgehend vom Regelwerk TRGS 554 wird hierfür eine für die Praxis taugliche Lösung für Bewetterungsplanung und Leistungsverzeichnis angeboten, um bei Gleisbauarbeiten in Eisenbahntunneln den Schutz der Beschäftigten vor Gefahrstoffen in der Tunnelatmosphäre sicherzustellen.

Motoremissionen in Eisenbahntunneln

Sobald Dieselmotoremissionen (DME) bei Arbeiten in ganz oder teilweise geschlossenen Arbeitsbereichen anfallen, müssen die Regelungen der TRGS 554 [1] umgesetzt werden. Eisenbahntunnel gelten als geschlossene Arbeitsbereiche i.S.d. TRGS 554. Diese schreibt allgemeine, technische und organisatorische Schutzmaßnahmen für DME-bezogene Gefahrstoffe vor (§ 1: „Diese TRGS gilt für Tätigkeiten in Arbeitsbereichen, in denen Abgase von Dieselmotoren in der Luft an Arbeitsplätzen auftreten können“). Die Schutzmaßnahmen haben die „...Sicherstellung von Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten in Arbeitsbereichen, in denen DME freigesetzt werden...“ (3.1. (3) Satz 1) als Ziel.

Somit gelten die Anforderungen für Gleisbauarbeiten in Eisenbahntunneln, um den Schutz der Beschäftigten vor Gefahrstoffen in der Tunnel-Atmosphäre sicherzustellen. Die TRGS 554 [1] legt Folgendes fest:

1. Forderungen der Gefahrstoffverordnung bei Arbeiten mit Dieselmotoremissionen (DME):
„Bei Einhaltung der Regelungen und Maßnahmen dieser TRGS kann davon ausgegangen werden, dass die in der GefStoffV [2] gestellten Anforderungen hinsichtlich der Sicherstellung von Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten in Arbeitsbereichen, in denen DME freigesetzt werden, grundsätzlich erfüllt sind.“
2. Eine Technische Bewetterung (Anlage 4, Bereich 2) als Verfahren zur Sicherstellung der Gesundheitsschutzmaßnahmen
3. Ein Berechnungsverfahren zur Dimensionierung der Bewetterung mit folgenden Vorgaben:

„Bei Bauarbeiten unter Tage ist zur Bemessung der Bewetterung für jede Arbeitsstelle, an der Dieselmotoren eingesetzt werden, eine Frischluftmenge von 4,0 m³/min je eingesetztem kW anzusetzen.

Für die Berechnung der eingesetzten kW wird nur die Nennleistung der maximal ... eingesetzten Dieselgeräte und -fahrzeuge in Ansatz gebracht, ohne Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors“ ([1] Anlage 4, 2.4 (2)).

Beispiel für Punkt 1 ist die für alle Maschinen vorgeschriebene Verwendung von Dieselpartikelfiltern (DPF):

„Grundsätzlich müssen alle mit Dieselmotor betriebenen Geräte bei Bauarbeiten unter Tage mit DPF und den zugehörigen Abgasnachbehandlungssystemen ausgerüstet sein. Sie müssen den Qualitätsanforderungen der VERT-Filterliste oder des Förderkreises Abgasnachbehandlungstechnologien (FAD e.V.) entsprechen“ ([1] Anlage 2, 4 (3)).

Die TRGS 554 gilt zwar auch für Gleisbauarbeiten im Tunnel als eine besondere Form des Bauens unter Tage. Das unter Punkt 3 benannte Berechnungsverfahren gemäß TRGS 554 [1] kann jedoch nicht in vollem Umfang mit den vorgesehenen Parametern angewandt werden: Es wird zwar eine gesundheits-unkritische Schadstoffkonzentration sichergestellt, allerdings ergibt die Luftmenge 4,0 m³/min je Diesel-kW so hohe Luftgeschwindigkeiten, dass Arbeiten im Tunnel nicht mehr möglich wären.

Dieses Problem musste gelöst werden, um die Bewetterung für die umfangreichen Arbeiten für den Schienenwechsel (SE2) in den Tunneln der Schnellfahrstrecke 2690 (Köln–Frankfurt) durchführen zu können. Zielstellung war eine Lösung, die sowohl den Schutz der Beschäftigten vor Gefahrstoffbelastungen in der Tunnelatmosphäre

gewährleistet als auch bzgl. der Luftgeschwindigkeit im Tunnel erträgliche Arbeitsbedingungen bietet und auch die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt. Grundsätzlich lässt die TRGS 554 die Anwendung gleichwertiger Schutzmaßnahmen zu (TRGS 554, 3.1. (4)), fordert allerdings eine Gefährdungsbeurteilung. Die Arbeiten für den Schienenwechsel in den SFS-Tunneln wurden daher durch Gefahrstoffmessungen begleitet, um den von der Luftmenge 4,0 m³/min je Diesel-kW abweichenden Ansatz für die Bewetterung abzusichern. Da alle Dieselmotoren mit Dieselpartikelfilter ausgerüstet werden müssen (vgl. den Beitrag [4] in diesem Heft) hat die technische Belüftung bei den Schienenwechselarbeiten in den SFS-Tunneln in erster Linie die Funktion, die Konzentration der gasförmigen Gefahrstoffe NO und NO₂ zu verringern und insbesondere die CO-Konzentration durch die benzinbetriebenen Handmaschinen (z.B. Schraubmaschinen) herabzusetzen, die gefährstoffbelastete Luft abzuführen und Frischluft zuzuführen.

Ausgehend von der Problemstellung und aufbauend auf den geltenden Vorgaben wurde für die Luftmenge ein neuer Ansatz in Zusammenarbeit von DB Netz AG, EBA, UVB und BG BAU entwickelt, der als aktueller Stand der Technik für Gleisbauarbeiten in Tunneln anzusehen ist.

Beispiel Schienenwechsel (SE2)

Zur Darstellung der Problematik und des erarbeiteten Lösungsansatzes wird die Bewetterung einer SE2-Maßnahme auf der Schnellfahrstrecke (SFS) Köln–Rhein/Main mit Fester Fahrbahn herangezogen und vergleichend betrachtet. Der Arbeitsablauf ist in Abbildung 1 dargestellt.

In zahlreichen Tunneln der SFS 2690 Köln–Frankfurt erfolgte der Schienenwechsel

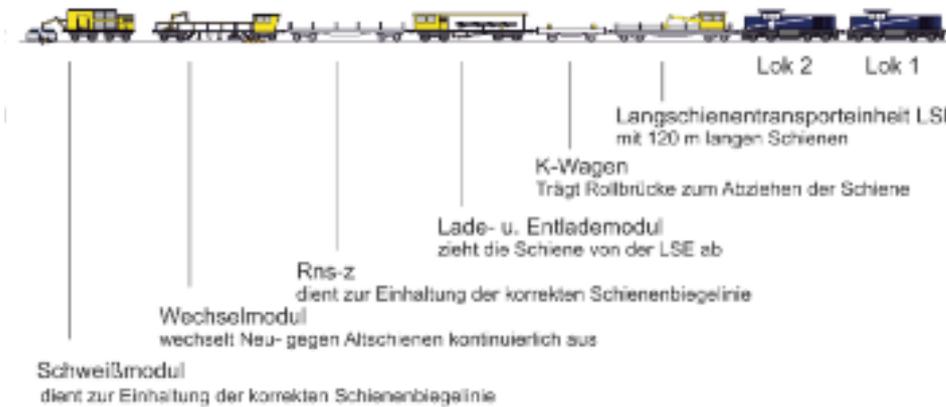


Abb. 1: Schienenwechselzug für den Einsatz auf SFS-Strecken (Beispiel Arbeitsablauf Verfahren Vossloh)

durch einen Vossloh-Schienenwechselzug (frühere Bezeichnung Stahlberg-Roensch-Verfahren). Damit verbunden ergaben sich folgende Dieselmotorenleistungen:

- Lok 1.940 kW
- 1 Bamowag mit Hänger 440 kW
- Schienenmanipulator 69 kW
- Verhol- und Lademodul oder Auf- und Abladewagen 55 kW
- Schienenwechselwagen 40 kW
- RA Schweißmaschine schienenfahrbar 390 kW
- Az-Lok für Schweißmaschine ggf. 1.500 kW

Die Summe dieser Motorleistungen ergibt 4.434 kW. Die TRGS 554 ([1] Anlage 4, 2.4 (2)) schreibt eine Frischluftmenge von „4,0 m³/min je eingesetztem kW“ vor, und zwar „ohne Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors.“ Zusätzlich zum Maschinenansatz kommt für jeden Mitarbeiter eine Frischluftmenge von 2 m³/min hinzu.

Bezogen auf die 4.434 kW und die im Tunnel eingesetzten 70 Mitarbeiter ergibt dies eine theoretische Frischluftmenge von 17.876 m³/min. Bezogen auf den Querschnitt von 90 m² entspräche dies einer Luftaustauschgeschwindigkeit von 3,31 m/s. Das ist für längerfristiges Arbeiten deutlich zu viel. Im Gegensatz zur freien Natur ist, je nach Luftfeuchtigkeit und Temperatur, ein gerichteter Luftstrom über mehrere Stunden ab 2 m/s kaum zu ertragen.

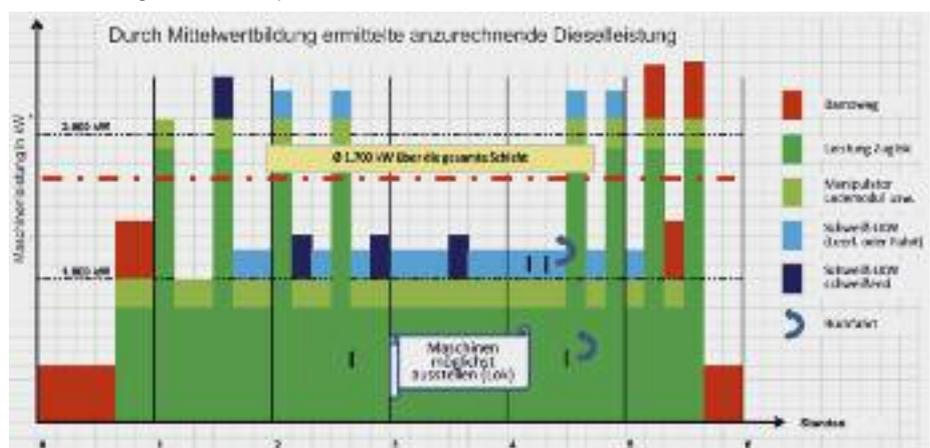
Hier setzte die Überlegung an, anstelle eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 1 die tatsächliche Gleichzeitigkeit der im Tunnel anzusetzenden Motorleistung zu ermitteln. Die tatsächlichen Dieselmotorleistungen (und damit die gasförmigen Motoremissionen) sind bei Gleisbauarbeiten aufgrund der detaillierten Bauablaufplanung gut prognostizierbar für eine realistische Planung.

Anhand des Bauablaufplans wurde eine über die Schichtdauer gemittelte Motorleistung von 1.700 kW (rote Strich-Punkt-Linie in Abb. 2) für den Planungsentwurf ermittelt zzgl. der Frischluftmenge für die 70 Beschäftigten. Daraus ergibt sich eine Luftgeschwindigkeit, die etwa bei 1,3 bis 1,5 m/s im zweigleisigen SFS-Tunnel liegt. Dieser Wert beträgt somit etwa nur ein Drittel des Werts, der sich aus der Anwendung des Ansatzes gemäß TRGS 554 für die Motorleistung von 4.434 kW ergeben hätte.

Um den Schutz der Beschäftigten sicherzustellen muss eine Luftgeschwindigkeit von 1,3 bis 1,5 m/s dimensioniert werden und die Einhaltung der zulässigen Konzentrationen der gasförmigen Gefahrstoffe in der Tunnelatmosphäre muss messtechnisch überwacht werden. Mit der Luftgeschwindigkeit von 1,3 bis 1,5 m/s wird erwartet, dass genügend Frischluft zugeführt wird, um die notwendige Reduktion der Schadstoffkonzentration sicherzustellen.

Zur Erreichung der geforderten Luftaustauschgeschwindigkeit sind die im Folgenden genannten Einflussfaktoren zu kennen und zu berücksichtigen.

Abb. 2: Bestimmung der über die Schichtdauer gemittelten Leistung der im Tunnel eingesetzten Dieselmotoren auf der Grundlage des Bauablaufplans



Technische Grundlagen der Bewetterungsdimensionierung

Bei der Dimensionierung der Bewetterung, hier zur Realisierung von 1,3 bis 1,5 m/s Luftgeschwindigkeit, sind sowohl die beeinflussenden Faktoren aus dem Bauwerk, dem Bahnbetrieb und der Baudurchführung als auch das natürliche Wetter zu berücksichtigen.

Als Faktoren aus dem Bauwerk kommen verschiedene Parameter in Ansatz. Dies sind der Tunnelquerschnitt und die -länge, die Rauigkeit der Tunnelchale und des Gleisbetts, Einbauten wie Oberleitung und deren Abspannungen sowie Tunnelform und Formänderungen über die Länge (wie z.B. Abschnitte, die bergmännisch erstellt wurden oder in offener Bauweise). Ebenfalls ist der Trassenverlauf (Linienführung und Höhenprofil) zu berücksichtigen.

Als ein wesentlicher Faktor aus dem Bahnbetrieb ist zu berücksichtigen, ob das Nachbargleis gesperrt ist oder fahrende Züge mit der jeweils zugelassenen Geschwindigkeit in die Planung mit einbezogen werden müssen. Züge, die in Richtung der technischen Bewetterung fahren, verstärken den Luftstrom, Züge in Gegenrichtung können die Lüftung zum Erliegen bringen (Toträume) oder sogar eine Umkehrung hervorrufen. Dies kann Gefahrenzonen für die Arbeitenden zur Folge haben und ist durch Dimensionierung und Ausführung der Bewetterung (Anordnung der Lüfteraufstellung) zu berücksichtigen sowie auch messtechnisch zu überwachen.

Faktoren aus der Baudurchführung ergeben sich durch die Maschinen und Arbeitszüge im Tunnel. Diese sind gemäß Bauablaufplan mit ihrer Motorleistung anzusetzen (s.o.) und ihr Querschnitt ist als Strömungswiderstand in die Lüftungsrechnung einzusetzen. Zielsetzung ist, dass überall dort, wo gearbeitet wird, ein ausreichender Luftaustausch stattfindet

und Strömungstoträume unter keinen Umständen entstehen können.

Das natürliche Wetter aufgrund der Höhendifferenz der Portale, die natürliche Windrichtung und -stärke sowie Gegenwind (senkrechte Komponente auf das Portal) von der Abluftseite sind für die Dimensionierung wichtig. Dabei ist der natürlich vorhandene Luftaustausch (durch Wind und Kamineffekt) für die Baumaßnahme als Bewetterung nicht ansetzbar, da dieser nicht planbar ist.

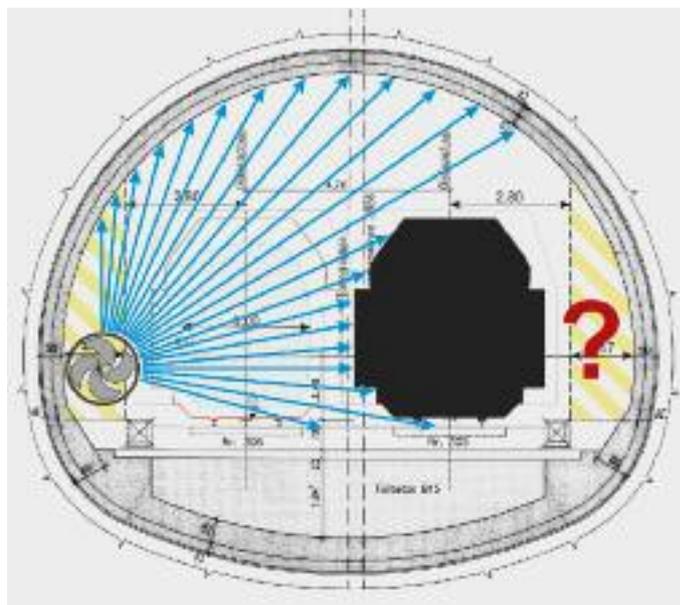
Die jeweiligen Faktoren müssen nicht nur bei der Lüfterleistung bzw. Schubkraft der Bewetterungsanlagen eingerechnet werden, die für die geforderte Luftgeschwindigkeit benötigt wird, sondern auch beim Aufbau der Bewetterungsanlagen berücksichtigt werden. Im Folgenden sind einige Aspekte näher beleuchtet.

In Abbildung 3 ist erkennbar, dass an der Stelle des Fragezeichens ein lüftungstechnischer Totraum entstehen könnte. Deshalb ist ein zur Tunnelachse symmetrischer Aufbau der Lüfter erforderlich, eine „Lüfter-Ebene“ entsteht. Damit wird eine gleichmäßige Verteilung der Luftströmung im Tunnelquerschnitt erreicht.

Die Verteilung der Lüfter-Ebenen ergibt in der Summe der Einzellüfter-Leistungen die gesamte erforderliche Schubkraft, die für den Lufttransport notwendig ist. Ein beispielhafter Aufbau ist in Abbildung 4 dargestellt. Lüfter, in deren Nähe gearbeitet wird, müssen in ihrer Leistung gedrosselt werden, da Arbeiten im Kernstrahl des Lüfters wegen der zu hohen Luftgeschwindigkeiten nicht möglich sind. Trotz der Drosselung einzelner Lüfter(-ebenen) muss die insgesamt erforderliche Schubkraft im Tunnel erzeugt werden können. Dies gelingt durch Verteilung der Schubkraft-erzeugung auf mehrere Lüfterebenen.

Gut erkennbar sind in Abbildung 5 die hohen Ausschläge der Luftgeschwindigkeit zwischen plus und minus 4 m/s während des regulären Zugbetriebs im Nachbargleis. Diese Luftbewegungen sind leider für eine Schadstoffminderung nicht nutzbar, da die Luft lediglich hin und her pendelt und nicht aus dem Tunnel herausgetragen wird. Bei einem vorhandenen Emittenten könnte sich sogar eine Erhöhung der Schadstoffbelastung ergeben (z.B. CO-Belastung im Arbeitsbereich der Schraubkolonne). Bei den in den Tunneln der SFS 2690 (Köln-Frankfurt) eingebauten Bewetterungsanlagen wurde hingegen die Minderung der Schadstoffkonzentration durch die gerichtete Luftbewegung mit einer Geschwindigkeit sichergestellt, die etwa den geforderten 1,3 bis 1,5 m/s entspricht.

Abb. 3:
An der Stelle des Fragezeichens könnte ein lüftungstechnischer Totraum entstehen



Messtechnische Überwachung

Aufgrund der vorhandenen Gefahrstoffe aus den Motoremissionen und zur Feststellung, ob die Beschäftigten bei Schienenenergien im Tunnel ausreichend vor Gefahrstoffen in der Tunnel-Atmosphäre geschützt werden, sind Messungen

notwendig. Über den Verlauf der Baumaßnahme müssen Luftgeschwindigkeit und Schadstoffkonzentrationen messtechnisch kontinuierlich überwacht werden.

Gefahrstoffe ergeben sich im Beispiel „Schienenwechsel“ aufgrund der eingesetzten verschiedenen Gleisbaumaschinen

Abb. 4: Beispiel für ein Bewetterungsschema mit mehreren Lüfterebenen

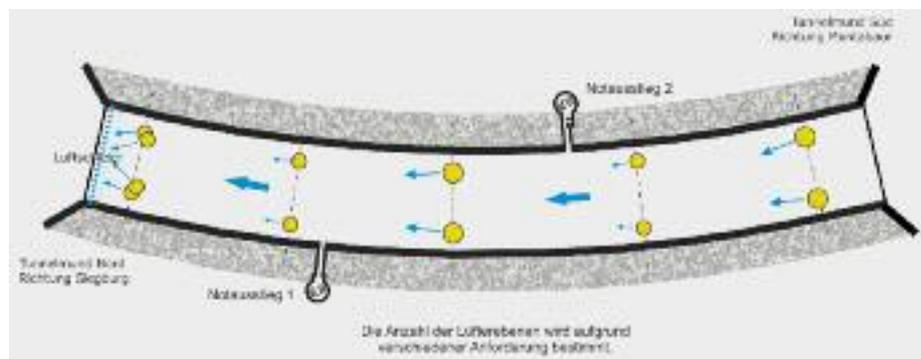


Abb. 5: Luftgeschwindigkeiten durch den Fahrbetrieb in beiden Gleisen und durch die technische Bewetterung bei Totsperrung



Gefahrstoff	Grenzwert
CO	30 ppm
CO ₂	5.000 ppm
NO	2,0 ppm
NO ₂	0,5 ppm
A-Staub (alveolengängiger Staub)	1,25 mg/m ³
E-Staub (einatembarer Staub)	10 mg/m ³
Q-Staub (Quarzstaub) (Beurteilungsmaßstab)	0,05 mg/m ³
DME	0,05 mg/m ³ zu erwarten
mittlere Luftgeschwindigkeit	nach Lüftungstechnischer Projektierung

Tabelle 1: Gefahrstoffe und ihre Grenzwerte

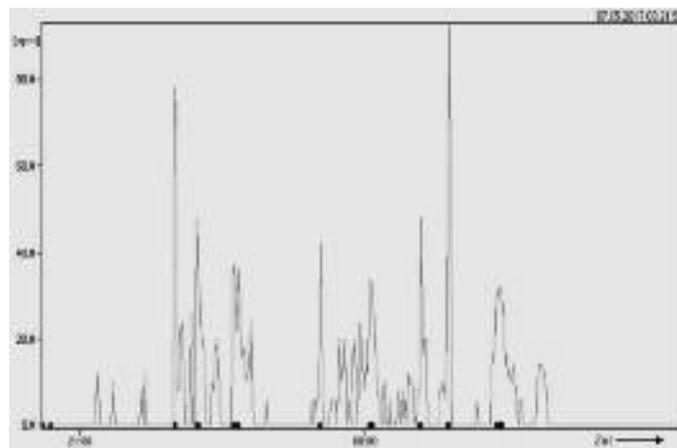


Abb. 6: Beispielhafte Aufzeichnung der CO-Konzentration [ppm] von einem am Körper getragenen Warngerät bei Schraubmaschineneinsatz über 6 h Arbeitszeit im Tunnel

und Eisenbahnfahrzeuge. Es kommt ein Arbeitszug (Az) zum Einsatz mit bis zu drei Az-Loks (im Beispiel wurde nur eine Lok betrachtet). Zudem sind u.a. ein Schweiß-Lkw und der Schienen-Manipulator des Schienenladezuges vor Ort. Es werden unterschiedliche Emissionen freigesetzt wie Dieselmotoremissionen (DME), NO, NO₂, CO₂ und durch den Einsatz von Benzinmotoren (für Schraubmaschinen, Flex) CO. Die zu überwachenden gasförmigen und partikelförmigen Gefahrstoffe und Parameter sind mit den jeweiligen Grenzwerten in Tabelle 1 aufgeführt.

Zusätzlich zur Überwachung der Gefahrstoffe wird überprüft, ob die mittlere Luftgeschwindigkeit den projektierten Wert erreicht, um zu gewährleisten, dass die Konzentration der Gefahrstoffe in der Tunnelatmosphäre unterhalb der Grenzwerte gehalten wird.

Wie bereits oben beschrieben, kann es je nach Ausführung der Belüftung, Anordnung der Baumaschinen und Bahnbetrieb im Nachbargleis bis zum „Luftstillstand“ kommen. Damit verbunden ist insbesondere eine Gefahr der CO-Anreicherung beispielsweise in den Arbeitsbereichen der Bediener der Schraubmaschinen bei Luftgeschwindigkeiten kleiner als 1,1 m/s. Beispiele für gemessene Luftaustauschgeschwindigkeiten zeigt Abbildung 5 (Aufzeichnungen bei SE2-Arbeiten auf der SFS Köln-Rhein/Main).

Um der Gefahr der CO-Anreicherung vorzubeugen, ist zum einen die durchgehende Aufzeichnung der mittleren Luftgeschwindigkeit sowie die Messung der Konzentrationen von CO, CO₂, NO und NO₂ an diversen Messpunkten notwendig. Hierfür wird dem AG vor Ausführung ein Messkonzept zur Freigabe vorgelegt. Zum anderen müssen zusätzlich zu den Messpunkten die Bediener der Benzin-Handma-

schinen (Schraubmaschinen, Flex, Schleifmaschinen etc.) am Körper ein Warngerät zur Überwachung von CO tragen – dies ist ohnehin eine Pflicht des Unternehmers. Die Schwankung der CO-Konzentrationen ist in Abbildung 6 deutlich erkennbar.

Partikelförmige Gefahrstoffe waren auf der Beispielstrecke mit Fester Fahrbahn nur als Dieselmotoremissionen interessant. Diese gravimetrischen Staubmessungen wurden durch die BG BAU seit 2011 bei 13 Gleisbaustellen in Tunneln durchgeführt.

Generell kann festgehalten werden, dass bei den Schienenerneuerungen (SE2) in Tunneln auf den Schnellfahrstrecken mit Fester Fahrbahn bei ausreichender technischer Belüftung gemäß o.g. Konzept die Grenzwerte von CO, NO, NO₂ unterschritten werden. Ebenfalls sind Stäube

unkritisch (A, E, Q), da es kaum Staubentstehung gibt. Hingegen sind die Messungen von DME, da krebserzeugend, interessant. Durch die Messungen war erkennbar, ob einzelne Maschinen und Geräte (unzulässig) ohne DPF für die Arbeiten im Tunnel eingesetzt wurden.

So wurde beispielsweise im Himmelbergtunnel auf der Schnellfahrstrecke 2690 (ca. 90 m² Tunnelquerschnitt, Feste Fahrbahn, Schienenwechsel) eine DME-Konzentration von unter 0,028 mg/m³ gemessen und im Nordabschnitt des Siegauentunnels von 0,033 mg/m³ DME. Ein Maximalwert von 0,075 mg/m³ wurde auf der Strecke 4280 bei Arbeiten im Katzenbergtunnel gemessen. In allen Fällen waren alle Dieselmotoren mit DPF ausgerüstet.

Weiterhin wurde auch die Konzentration von A- und E-Stäuben gemessen (Abb. 8).

Abb. 7: Beispielhafte Aufzeichnung der NO_x-Konzentration [ppm] in der Tunnelatmosphäre von einem für die Bauzeit fest installierten Messgerät über 19 Tage

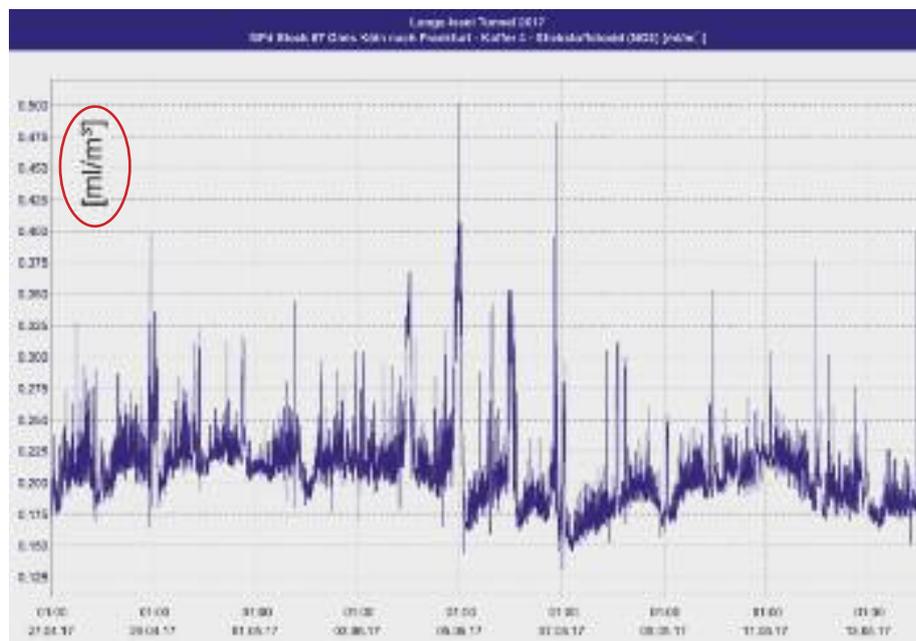




Abb. 8a und b: Messgeräte auf dem Schienenwechselmodul und an der Tunnelwand

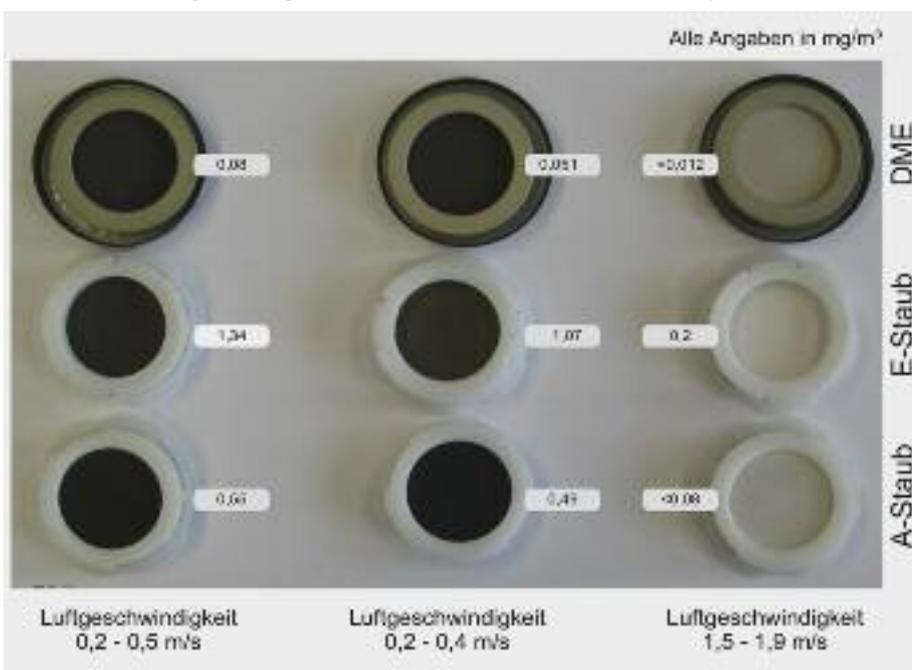
Dabei sind E-Stäube die einatembaren Stäube und A-Stäube die, die bis zu den Lungenbläschen vordringen können (Alveolen). Innerhalb von 21 Schichten wurde in 11 verschiedenen Tunneln gemessen. Gemessene Werte zeigten unkritische Konzentrationen bei E-Staub von 0,005 bis 2,11 mg/m³ und bei A-Staub von 0,003 bis 0,37 mg/m³.

An dieser Stelle sei ein kurzer Blick auf Staubbelastungen bei Arbeiten in Tunneln mit Schotterbewegung geworfen. Diese treten im nennenswerten Umfang bei Gleisbettreinigungen mit Bagger oder Bettungsreinigungsmaschinen (Ausblick SFS 1733 ab etwa 2020) auf. Der Schotteraushub und insbesondere die Verladung auf Res-Wagen führen zu hoher Staubbelastung. Um diese zu reduzieren wurden und werden verschiedene Verfahren getestet, so bei einer Pilotbaustelle mit

Baggeraushub im Wadenbergtunnel der SFS 1733. Im August 2017 wird auf der Strecke 5500 im Tunnel München Nord ein Versuch zur Wirkung der Staubabsaugung an einer Bettungsreinigungsmaschine durchgeführt. In der gleichen Baustelle soll die Wirksamkeit der Bewässerung des Umbaugleises zur Staubbindung im Tunnel untersucht werden.

Abbildung 9 zeigt, wie wichtig die richtige Projektierung der technischen Belüftung ist: Die gezeigten Filter wurden von Staubmessgeräten nach dem Einsatz bei Gleisbauarbeiten im Tunnel entnommen. Hier ist deutlich zu erkennen, dass bei großer Luftgeschwindigkeit und damit großer Luftaustauschmenge die Konzentration des Staubes abnimmt und dass bei zu geringen Luftgeschwindigkeiten hohe Staubkonzentrationen in der Tunnelatmosphäre auftreten.

Abb. 9: Einfluss der Luftgeschwindigkeit auf die Staubkonzentration in der Tunnelatmosphäre



Ausschreibungsrelevante Aspekte

Die Dimensionierung der auszuschreibenden Bewetterung nach dem o.g. Ansatz für Schienenwechselarbeiten in SFS-Tunneln mit ca. 90 m² Querschnitt und Fester Fahrbahn wurde im November 2016 durch das Sachgebiet „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ im DGUV-Fachbereich Bauwesen als Empfehlung beschlossen und als „Musterlösung“ von der DB Netz AG den Projektleitern für die betreffenden Arbeiten vorgegeben. Für die Entwurfsplanung der Bewetterungsanlagen sind die zu berücksichtigenden Angaben im Folgenden zusammengestellt.

Durch den Auftraggeber müssen bei der Ausschreibung die folgenden grundlegenden Vorgaben beachtet werden:

- Dieselpartikelfilter (DPF) für alle Maschinen und Eisenbahnfahrzeuge, Zweibege-Fahrzeuge mit Straßenzulassung: EURO 5/6,
- Aggregate: möglichst außerhalb des Tunnels, Aggregate im Tunnel: DPF,
- Handmaschinen mit Benzinantrieb: nur soweit die elektrische Versorgung nicht möglich ist, Mannüberwachung CO,
- Maximale Tunnelänge ohne technische Lüftung: 150 m,
- Hauptemittenten abluftseitig vom Arbeitsbereich soweit möglich (Az-Loks, ...).

Zur Ausschreibung der Bewetterung sind folgende Vorgaben zu machen:

- Wetterrichtung entgegen Arbeitsrichtung: Luftmenge 4 m³/(Diesel-kW x min) + 2 m³/(Person x min) ≥ 1,5 m/s,
- Wetterrichtung mit der Arbeitsrichtung: mittlere Luftgeschwindigkeit ≥ 1,3 m/s (keine Arbeitsplätze auf der Abluftseite),
- Windgeschwindigkeit gegen geplante Luftrichtung: Ansatz 3 m/s am Portal auf der Abluftseite,



Abb. 10a und b: Lüfter auf dem Randweg im SFS-Tunnel mit Aufständering zur Einhaltung des Regellichtraumprofils und Umwegung für Reisende im Havariefall

- Strömungstechnische Berechnung: Kennziffern, Einbauten, Kaminwirkung, ... , Zugfahrten im Nachbargleis müssen berücksichtigt werden (Einfluss auf Luftströmung), 10 % Zuschlag auf die berechnete Schubkraft,
- Lüfteranordnung symmetrisch zur Tunnelachse: Vermeiden von Strömungstoträumen z.B. durch Maschinen, Zugfahrten,
- Mehrere Ventilatorebenen: Schubkraft-eintrag verteilt längs des Tunnels, Regulierung einzelner Ventilatoren muss möglich sein,
- Nachsteuerung der Bewetterung: „Verantwortlicher für Bewetterung“ erforderlich,
- Messtechnische Überwachung: CO (manngetragen), CO₂, NO_x, mittlere Luftgeschwindigkeit, Staub: A, E, Q,
- Freigabe des Bewetterungskonzepts durch den Auftraggeber.

Zusammenfassung und Ausblick

Das hier vorgestellte Konzept stellt eine grundsätzliche Lösung für die Dimensionierung der Bewetterung bei Schienenwechselarbeiten (SE2) im Tunnel mit Fester Fahrbahn und ca. 90 m² Querschnitt dar. Dieses hat sich in der Praxis bewährt und ist durch Messungen der BG BAU auf zahlreichen Baustellen abgesichert. Die Vorgabe der TRGS 554 für den Luftmengenansatz wurde dabei an den Bauablauf und an die tatsächlich im Tunnel eingesetzte Motorleistung angepasst. Die Ausrüstung aller dieselgetriebenen Maschinen und Eisenbahnfahrzeuge mit Dieselpartikelfiltern und eine sorgfältige messtechnische Überwachung der Arbeiten sind Voraussetzung für die Anwendung des Konzepts. Bei Eisenbahntunneln mit anderen Querschnitten (z.B. bei eingleisigen Tunneln) kann der Lösungsansatz

im übertragenen Sinn angewendet werden.

Bei Baustellen mit Staubfreisetzung durch Schotterbewegung muss in Ergänzung zum vorgestellten Ansatz diese zusätzliche Belastung für die Mitarbeiter berücksichtigt werden. Wenn eine Vermeidung des Staubes nicht möglich ist, muss an eine Absaugung oder mindestens an eine Niederschlagung des Staubes mittels Wasser gedacht werden. Das wirft Fragen auf wie: Wieviel Wasser pro m² Schotterfläche ist für die Planung anzusetzen? Welche Wassereindringtiefe in den Schotterbereich ist sinnvoll? Kann eine Absaugung des Staubes an einer Bettungsreinigungsmaschine hilfreich sein? Antworten hierauf **sollte** eine Pilotmaßnahme innerhalb einer Gleiserneuerung im Tunnel München Nord auf der Strecke Moosach-Feldmoching geben, **die im August 2017 durchgeführt wurde**.

Bei Arbeiten in S- und U-Bahntunneln kann der Lösungsansatz aufgrund der Bauwerkseigenschaften nicht angewendet werden. Hier ist die Lüftungstechnische Planung äußerst komplex: Die bautechnischen Verhältnisse stellen zusätzliche Anforderung an die Bewetterung

und es sind Zusatzanforderungen für den Schutz der Öffentlichkeit zu berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

- [1] TRGS 554: Technische Regeln für Gefahrstoffe: Abgase von Dieselmotoren 10/2008
- [2] GefStoffV: Gefahrstoffverordnung 11/2010
- [3] Beschluss Sachgebiet „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ im Fachbereich Bauwesen der DGUV 11/2016: Empfehlung für die Planung der Bewetterung bei Schienenwechsel in SFS-Tunneln mit Fester Fahrbahn
- [4] Härms, I.; Spod, U.; Pardey, A.: Dieselmotoremissionen bei Instandhaltungsbauarbeiten in Eisenbahntunneln: Allgemeinverfügung des EBA, vgl. Beitrag S. 76

Autoren:
Hans Gehring,
BG BAU Bereich Messtechnik
Oliver Hinkelmann,
Projektleiter DB Netz AG
Ralf-Ulrich Michalski und Ulrike Michalski,
Ing.-Büro Michalski

Anzeige

DVR