

BahnPraxis B



- Aktuell** Prävention bei der Unfallversicherung Bund und Bahn (UVB)
- Spezial** Optimale Abstände für Warnsignalgeber in Eisenbahntunneln
- Aktuell** Akustische Warnung zum Schutz der Beschäftigten bei Arbeiten im Gleisbereich

Liebe Leserinnen und Leser

Nach wie vor hat die akustische Warnung der Beschäftigten vor den Gefahren des Bahnbetriebs bei Arbeiten im Gleisbereich ihre Berechtigung und es kann auf sie in bestimmten Bereichen auch nicht verzichtet werden, soweit im Nachbargleis der Bahnbetrieb abgewickelt werden soll. Die Akustik ist sicher kein einfaches Thema, und auch deshalb haben wir in den vergangenen 10 Jahren mit verschiedenen Artikeln in der BahnPraxis B das Thema den Anwendern näher gebracht.

So haben wir die akustischen Gesetzmäßigkeiten, die im Gleisbereich angetroffen werden, dargestellt, praktikable Handlungsanleitungen für die Bestimmung des Abstands der Warnsignalgeber unter Berücksichtigung von Störschall und der Intensität des Warnsignals vorgestellt, die Notwendigkeit der Maschinenwarnung und deren technische Umsetzung beschrieben sowie die Forschungsarbeit, die zum Einheitswarnsignal führten, erläutert. Mit dem Artikel „Optimale Abstände für Warnsignalgeber in Eisenbahntunneln“ ist nun zumindest ein vorläufiges, akustisches „Etappenziel“ erreicht.

In diesem Zusammenhang soll der Autor vieler Artikel zum Thema, Dr.-Ing. Uwe Sauer, ehemaliger Mitarbeiter der Eisenbahn-Unfallkasse, genannt werden, der das Thema stets maßgeblich vorangebracht sowie gestaltet hat und der auch Mitautor des aktuellen Artikels ist (Seiten 5 bis 10).

Wir sind oft zu den „akustischen Artikeln“ in der BahnPraxis B gefragt worden und haben uns deshalb entschlossen, eine Auflistung dieser Artikel zu veröffentlichen. Sie finden die Zusammenstellung auf den Seiten 11 und 12.

Die Technische Entwicklung wird weitergehen. Die Optimierung bzw. die Entwicklung von Warnsignalgebern, die die Intensität des Warnsignals unter Berücksichtigung des Störschalls abgeben, sind in der Entwicklung. Wir werden Sie deshalb sicherlich auch künftig mit Artikeln über Neuerungen im Bereich der akustischen Warnung versorgen.

Die Eisenbahn-Unfallkasse (EUK) hat sich am 1. Januar 2015 mit der Unfallkasse des Bundes (UK Bund) zur Unfallversicherung Bund und Bahn (UVB) zusammengeschlossen. Vieles wird so bleiben, wie Sie es in der Vergangenheit von Ihrem Unfallversicherungsträger EUK kannten, so wird zum Beispiel diese Zeitschrift auch künftig erscheinen. Wir berichten in einem Beitrag über die Fusion (Seiten 3 und 4).

Wir wünschen Ihnen für 2015 alles Gute!

Ihr BahnPraxis-Redaktionsteam



Unser Titelbild:
ICE 3 der Baureihe 403 verlässt den 2,3 Kilometer langen Tunnel „Göggelsbuch“ an der SFS Nürnberg – Ingolstadt

Foto: DB AG/Uwe Mieth

Impressum „BahnPraxis B“ Zeitschrift zur Förderung der Betriebssicherheit und der Arbeitssicherheit bei der Deutschen Bahn AG

Herausgeber

Unfallversicherung Bund und Bahn (UVB) – Gesetzliche Unfallversicherung – Körperschaft des öffentlichen Rechts, in Zusammenarbeit mit DB Netz AG Deutsche Bahn Gruppe.

Redaktion

Dr. Jörg Bormet, Hans-Peter Schonert (Chefredaktion), Klaus Adler, Uwe Haas, Anita Hausmann, Markus Krittian, Steffen Mehner, Niels Tiessen, Michael Zumstrull (Redakteure).

Anschrift

Redaktion „BahnPraxis“, DB Netz AG, I.NPB 4, Theodor-Heuss-Allee 7, D-60486 Frankfurt am Main, Fax (0 69) 2 65-20506, E-Mail: BahnPraxis@deutschebahn.com

Erscheinungsweise und Bezugspreis

Erscheint monatlich. Der Bezugspreis ist für Mitglieder der UVB im Mitgliedsbeitrag enthalten. Die Beschäftigten erhalten die Zeitschrift kostenlos. Für externe Bezieher: Jahresabonnement EUR 15,60 zuzüglich Versandkosten.

Verlag

Bahn Fachverlag GmbH
Linienstraße 214, D-10119 Berlin
Telefon (030) 200 95 22-0
Telefax (030) 200 95 22-29
E-Mail: mail@bahn-fachverlag.de
Geschäftsführer: Dipl.-Kfm. Sebastian Hüthig

Druck

Laub GmbH & Co KG, Brühlweg 28, D-74834 Elztal-Dallau.

Prävention bei der Unfallversicherung Bund und Bahn



Nora Friedrich, Unfallversicherung Bund und Bahn, Frankfurt am Main

Zum 1. Januar 2015 wurde die lange vorbereitete Fusion der Eisenbahn-Unfallkasse (EUK) und der Unfallkasse des Bundes (UK Bund) zur Unfallversicherung Bund und Bahn (UVB) vollzogen. In dem folgenden Beitrag möchten wir Ihnen kurz erläutern, wie sich die Fusion auf die Prävention der Mitgliedsbetriebe der ehemaligen EUK auswirkt.

Die Prävention der UVB wird zukünftig vom Geschäftsbereich 3 (Arbeitsschutz und Prävention) verantwortet. In diesem Geschäftsbereich sind die Referate Grundsatz, Information und Medien, Psychologie und Gesundheitsmanagement, Qualifizierung, Innerer Service und das Referat Prävention Bereich Bahn angesiedelt.

Die Außenbüros der ehemaligen EUK bleiben bestehen und werden organisatorisch mit den Standorten der ehemaligen UK Bund zu Regionen zusammengefasst.

Die Regionen umfassen nun die folgenden Standorte:

- Region Nord: Hamburg und Wilhelmshaven.
- Region Ost: Berlin und Leipzig.
- Region Mitte: Frankfurt am Main und Mainz.
- Region West: Essen, Minden, Münster.
- Region Süd: München und Stuttgart.

Im Weiteren möchten wir Ihnen einige Punkte näher beschreiben, die den Geschäftsbereich Arbeitsschutz und Prävention betreffen.

Betriebsbetreuung durch die Aufsichtspersonen

Da die Außenbüros, die sich jetzt Standorte nennen, erhalten bleiben, wird sich zunächst an der Betriebsbetreuung nichts ändern. Ihre gewohnten Ansprechpartner werden nach wie vor für Sie zuständig sein. Diese können Sie, außer am Standort Frankfurt am Main, unter den gleichen Rufnummern erreichen wie bisher.

Die neuen Rufnummern für den Standort Frankfurt am Main werden Sie zeitnah auf unserer Internetseite finden. Vorerst werden Sie unter der Telefon-Nummer 069 47863 0 weiter vermittelt.

E-Mail-Adressen

Die E-Mail-Adressen haben sich wie folgt geändert:
vorname.name@uv-bund-bahn.de.

Wenn Sie die alten E-Mail-Adressen weiterverwenden, werden diese zunächst auch weitergeleitet. Also keine Informationen oder Anfragen gehen verloren.

Internetauftritt

Die neue Internetadresse der UVB lautet www.uv-bund-bahn.de. An dem Aufbau der Internetseite wird mit Hochdruck gearbeitet, dennoch sind noch nicht alle Details fertig gestellt, so dass im Moment zunächst auf die ehemaligen Internetauftritte der EUK bzw. der UK Bund verlinkt wird.

Unfallverhütungsvorschriften

Alle Unfallverhütungsvorschriften (UVVen) der EUK gelten für die Betriebe der ehemaligen EUK auch bei der UVB im Zuge der Rechtsnachfolge unverändert weiter.

Auf dem Deckblatt der UVVen wird zunächst nach wie vor EUK stehen. Auch die sonstigen Regeln, Informationen, Handlungshilfen etc. behalten ihre Gültigkeit und werden Ihnen weiterhin kostenfrei zur Verfügung gestellt. Eventuell steht auf der einen oder anderen Broschüre noch EUK, auf einem anderen Heft bereits UVB, das ist dem Lagerbestand geschuldet. Wenn sich der Inhalt nicht geändert hat, wäre es unwirtschaftlich, nur des Logos wegen den Gesamtbestand der Broschüren zu vernichten und neu zu drucken. Sie haben zu-



dem auch die Möglichkeit, Broschüren und weitere Medien, die durch die ehemalige UK Bund erstellt worden sind, zu nutzen. Diese weiteren Medien können Sie dem Internetauftritt der ehemaligen UK Bund entnehmen.

Medienbestellung

Das Vorschriften- und Regelwerk können Sie wie gewohnt über Frankfurt am Main bestellen. Online über die Homepage, per Fax, telefonisch oder per E-Mail.

Ihr Ansprechpartner ist nach wie vor Hans Michael Becker, E-Mail-Adresse hansmichael.becker@uv-bund-bahn.de.

Beachten Sie bitte, dass sich die Telefon- und Faxnummer geändert haben:
Telefon 069 47863 2454
Fax 069 47863 2902

Erste Hilfe

Auch die UVB übernimmt die Kosten für die Lehrgangsgebühren der Aus- und Fortbildung von Ersthelfern. An dem Verfahren der Kostenübernahme wird sich vorerst nichts ändern. Bitte beantragen Sie die Kostenübernahme rechtzeitig vor der Aus- oder Fortbildung Ihrer Ersthelfer. Das Formular zur Beantragung zur Kostenübernahme finden Sie auf der Internetseite unter der Rubrik Prävention und Gesundheitsschutz/Erste Hilfe.

Richten Sie den Antrag bis auf Weiteres an petra.schikora@uv-bund-bahn.de.

Zuschuss zum Fahrsicherheitstraining

Für Beschäftigte ihrer Mitgliedsunternehmen fördert die UVB ebenfalls die Teilnahme an einem Fahrsicherheitstraining nach den Richtlinien des Deutschen Verkehrssicherheitsrates (DVR) mit einem Kosten-

zuschuss in der gewohnten Art und Weise. Die Formulare zur Beantragung und Abrechnung des Kostenzuschusses finden Sie auf der Internetseite unter der Rubrik Prävention und Gesundheitsschutz/Verkehrssicherheitsarbeit.

Seminare

Die Seminarplanung für das Jahr 2015 steht bereits und die Termine wurden mit dem EUK-Dialog 4/2014 sowie im Internet bekannt gegeben. Die erstellte Seminarbroschüre ist in Form einer Wendebroschüre angefertigt worden, um die gewollte Bereichstrennung zu verdeutlichen. Die dahinter steckende Überlegung ist unter anderem, dass der Bildungsbedarf unter den Versicherten beider Bereiche unverändert besteht. Aus diesem Grund macht es Sinn, den Versicherten aus zum Beispiel Eisenbahnunternehmen nach wie vor maßgeschneiderte Eisenbahn-Seminare anzubieten, in denen auch die Teilnehmer aus sehr ähnlichen Unternehmen kommen. Eine Durchmischung der Teilnehmer aus dem Bereich Bahn und Bereich Bund ist deshalb vorerst nicht vorgesehen.

Zum guten Schluss

Auch wenn wir uns an die neuen Strukturen erst gewöhnen müssen und die neue Organisation sich einspielen muss, versichern wir Ihnen, dass sich an dem Versicherungsschutz nichts ändern wird. Nach wie vor werden Sie kompetent in Sachen Sicherheit und Gesundheitsschutz beraten.

Und auch für den neuen Unfallversicherungsträger UVB gilt der Grundsatz: Prävention vor Rehabilitation vor Entschädigung. ■

Optimale Abstände für Warnsignalgeber in Eisenbahntunneln

Dr.-Ing. Uwe Sauer und Dr. rer.nat. Peter Pech, Berlin

Die Warnung der im Gleisbau Beschäftigten vor den Gefahren aus dem Bahnbetrieb erfolgt mittels akustischer Warnsignale, sofern eine weitreichendere Sicherungsmaßnahme wie zum Beispiel eine Gleissperrung oder eine Feste Absperrung nicht möglich bzw. sicherheitstechnisch gerechtfertigt ist. Die Warnsignale werden von elektronischen Warnsignalgebern (WSG) abgestrahlt, die als Kette mit bestimmten Abständen und Ausrichtung der WSG neben dem Gleis angeordnet sind. Die Warnsignalauslösung erfolgt bei diesen automatischen Warnsystemen (AWS) durch die fahrenden Züge. Analog zur Schallausbreitung im Freien lässt sich der Abstand zwischen Warnsignalgebern in Abhängigkeit von den akustischen Eigenschaften eines Tunnels optimieren.

Mit der Herausgabe der Technischen Mitteilung TM 2013-132 „Ausrichtung von Warnsignalgebern in Warnsignalgeberketten der AWS bei Arbeiten im Gleisbereich und in der Nähe des Gleisbereichs“^[1] hat die DB Netz AG die Schrägaufstellung feldseitig angeordneter Warnsignalgeber unter einem Winkel von 15° angeordnet,

um eine gleichmäßige Warnsignalschallabstrahlung innerhalb der Arbeitsstellen im Freien (gilt auch für die Aufstellung zwischen zum Beispiel Schallschutzwänden) zu erreichen.

Wie im Freien muss die akustische Warnung bei Arbeiten in den mehr als 650 deut-

lichen mehrgleisigen Tunneln ebenso stets gewährleistet sein.

In Tunneln findet wegen der vielfachen Schallreflexionen an den Umschließungsflächen eine gegenüber dem Freien völlig anders geartete Schallausbreitung statt.



Die Messungen wurden im Neuen Schlüchterner Tunnel durchgeführt.

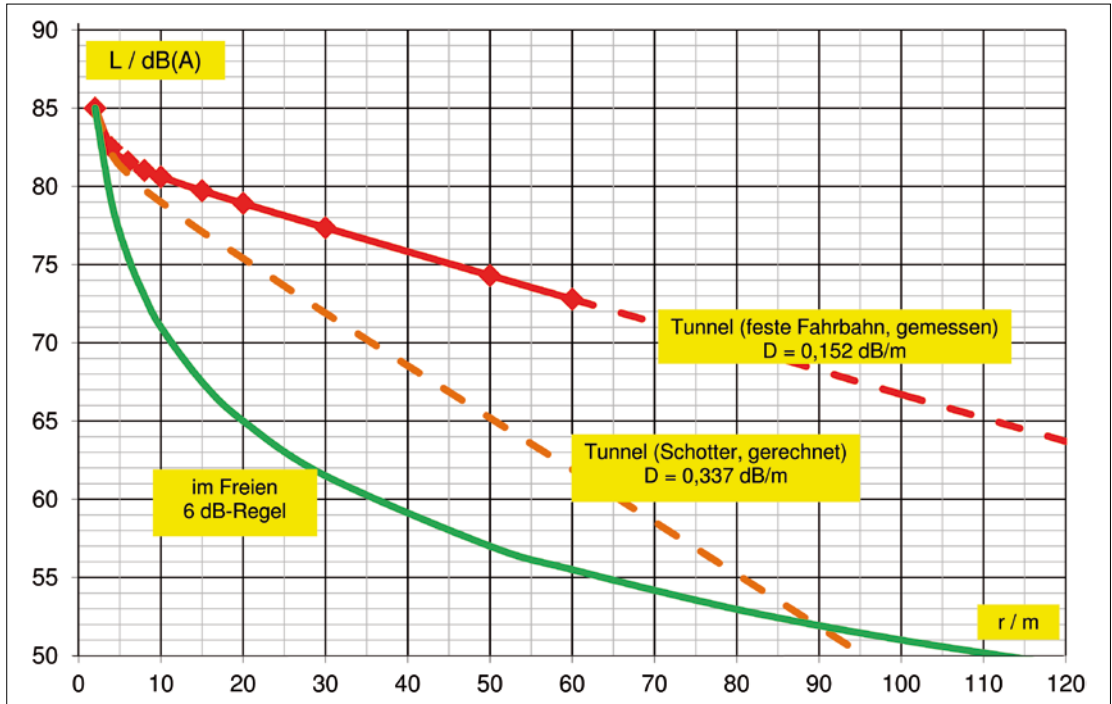


Abbildung 1: Schallausbreitung einer Einzelschallquelle im Freien und im Tunnel (NST).

Die Ergebnisse der im Jahre 2011 im Neuen Schlüchterner Tunnel (NST) ausgeführten Messungen^[2, 3] wurden nochmals bewertet und theoretisch auf andere Tunnel erweitert. Im Ergebnis wurden analog zu^[1] Diagramme erarbeitet, welche den Zusammenhang zwischen dem jeweils abzudeckenden Störschall LN bei gewählten Warnsignalgeberpegel LS_{1m} und dem daraus folgenden maximalen Abstand $2a$ zwischen benachbarten Warnsignalgebern angeben.

Schallausbreitung

Die unterschiedliche Schallausbreitung im Freien und in Tunneln ist in Abbildung 1 für eine Einzelschallquelle dargestellt.

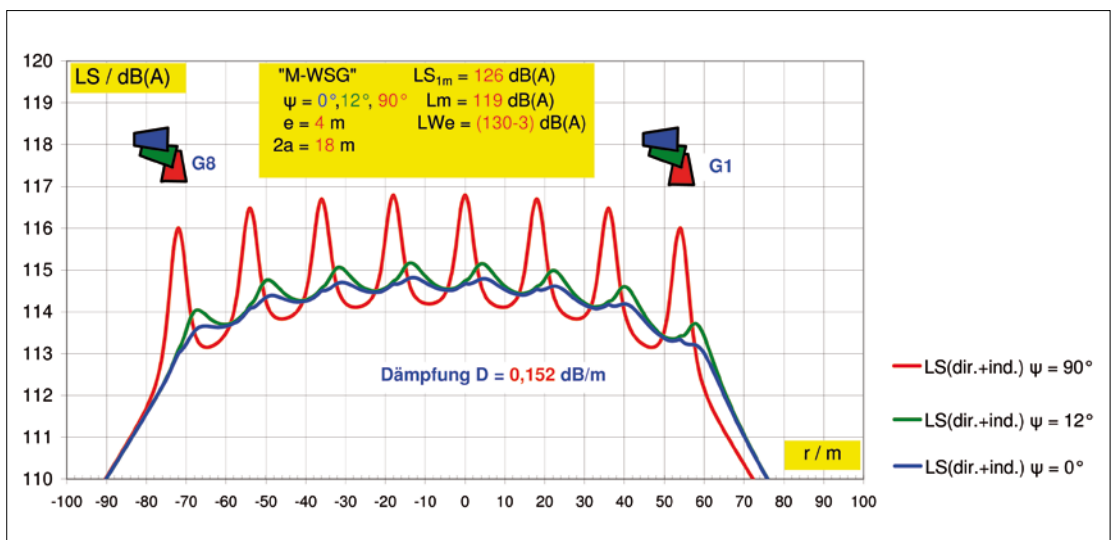
Die Schallausbreitung folgt im Freien der bekannten Regel, nach der je Abstandverdopplung der Schalldruckpegel um 6 dB bzw. dB(A) abnimmt (grüner Kurvenzug). Im Tunnel hingegen ergibt sich außerhalb eines unmittelbaren Nahbereiches zur Schallquelle ein linearer Schallpegelabfall über der Entfernung, der durch die Dämpfung D charakterisiert werden kann.

Das bedeutet, dass der Schallpegel je Längeneinheit um einen bestimmten konstanten Betrag abnimmt. Je „halliger“ (geringe Schallabsorption) der Tunnel ist, umso flacher verläuft der Pegelabfall (roter Verlauf). Hervorgehoben sind die Messwerte, die bis zu einer Entfernung von 60 m im Neuen

Schlüchterner Tunnel gemessen worden sind. Dieser Tunnel ist in Tübbingbauweise erstellt worden und verfügt über eine feste Fahrbahn. In der Literatur angegebene Messungen bis zu 160 m^[4] lassen auch hier einen weiteren linearen Pegelabfall annehmen.

Mit zunehmender Schallabsorption fällt der Schallpegel stärker ab (braun). Im Beispiel wurde angenommen, dass die Fahrbahn mit Schotter belegt ist. Dafür wurde ein Schallabsorptionsgrad $\alpha = 0,9$ angesetzt. Dieser Wert gilt im Frequenzbereich um 1 kHz und höher. In diesem Bereich liegen auch die Hauptenergieanteile des Einheitswarnsignals bi-sound^[5].

Abbildung 2: Berechneter Gesamt-schallpegel LS einer Kette aus 8 M-WSG für $U/S = 0,48$ (NST) mit unterschiedlicher Ausrichtung zur Tunnelwand ($\psi = 0^\circ, 12^\circ$ und 90°).



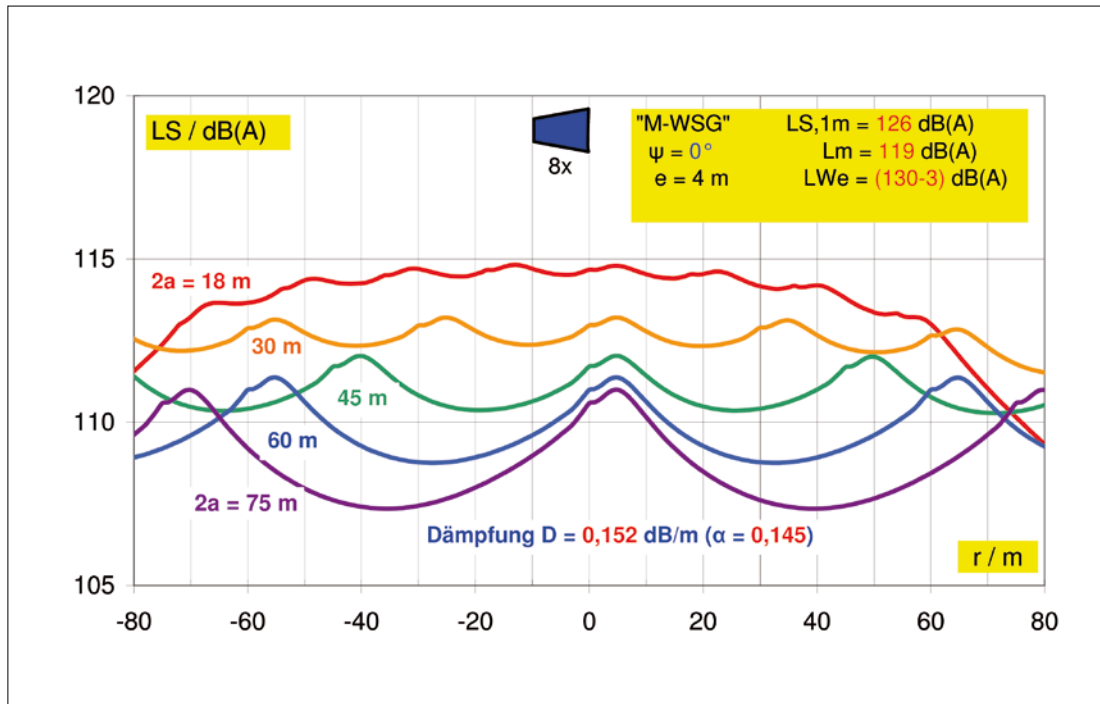


Abbildung 3: Gesamtschallpegel LS in einer WSG-Kette als Funktion von r mit dem Abstand 2a als Parameter; gerechnet mit 8 M-WSG für $U/S = 0,483$ (NST) und $\alpha = 0,145$. Die Hauptabstrahlachsen der WSG sind parallel zur Tunnelwand ausgerichtet.

Modellrechnung und Ergebnisse

Das Ziel der Modellrechnung bestand darin, analog zu den Verhältnissen im Freien Hinweise zur optimalen Aufstellung von Warnsignalgebern in Tunneln zu geben, wobei eine Erweiterung gegenüber den in [3] gemachten Angaben angestrebt wurde. Diese betreffen den Einfluss auf den Gesamtschallpegel durch eine Veränderung der Anzahl der WSG in der Kette, Veränderung des Abstands zwischen den WSG, Änderung der Schallabsorption des Bodens (bzw. der Wände) und der Tunnelgeometrie. Zur Berechnung wurden Gleichungen benutzt, die in [6] und [7] näher erläutert wurden. Danach ergibt sich der Gesamtschallpegel $LS(r)$ am Ort r als Summe aus direktem und indirektem Schallpegel $LD(r)$ bzw. $LF(r)$.

Unter dem direkten Schallpegel $LD(r)$ ist der Anteil zu verstehen, der auf direktem Wege von der Schallquelle WSG auf den Aufpunkt (Messmikrofon, Arbeitsplatz) unter Beachtung der Richtcharakteristik auftritt. Unter dem indirekten Schallpegel $LF(r)$ wird der an den Tunnelwänden reflektierte Schallanteil verstanden. Hierbei spielt die Ausbreitungs-Dämpfung D eine entscheidende Rolle (vgl. rote bzw. braune Kurve in Abbildung 1).

Um unabhängig vom WSG-Typ zu werden, wurde mit einem Modell-WSG „M-WSG“ gerechnet, der dem Mittelwert der Richt-

charakteristiken von AW21/126 und WGH 95/0 entsprach und in 1 m Entfernung von der Kalotte $LS,1m = 126$ dB(A) abstrahlte.

Die Berechnungen erfolgten mit einem für Tunnelberechnungen modifizierten Programm „WASAG“ [7]. Es erlaubt die Berechnung von Ketten mit maximal 16 WSG. Im Einzelnen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Die Warnsignalverteilung (Dynamik) längs der Kette ist bei Parallelaufstellung ($\psi = 0^\circ$) der WSG zur Tunnelwand bedeutend gleichmäßiger als bei der 90° -Anordnung (Abbildung 2). Mit Erhöhung der Anzahl der WSG in der Kette steigt der berechnete mittlere Gesamtpegel („ LS^* “) an, in der Kettenmitte um ≈ 2 dB(A) bei Erhöhung von 3 auf 8 WSG, bei Erhöhung auf 16 WSG nur noch um weitere 0,3 dB(A).

Mit zunehmendem Schallabsorptionsgrad α der Umschließungsflächen erniedrigt sich der mittlere Gesamtschallpegel im Bereich der WSG-Kette und die Dynamik nimmt zu. Die Warnsignalpegelreduktion beträgt rund 3 dB(A), wenn α von 0,145 (feste Fahrbahn) auf 0,33 (Gleis im Schotter, Wände Beton) ansteigt. Bei Vergrößerung des Abstandes $2a$ zwischen den WSG (auch bei Parallelstellung zur Tunnelwand) nimmt sowohl die Gleichmäßigkeit der Warnsignalschallverteilung als auch der Gesamtschalldruckpegel LS ab, das heißt die Dynamik nimmt zu wie in Abbildung 3 dargestellt.

Für die akustisch sichere Warnung der Beschäftigten ist immer der kleinste zur Verfügung stehende Warnsignalschallpegel maßgebend.

Dieser minimale Pegel LS_{min} zwischen benachbarten WSG ist für Tunnelquerschnitte S von 57 bis 92 m² in Abbildung 4 für den mittleren Bereich von Ketten aus 16 WSG mit $LS,1m = 126$ dB(A) dargestellt. Die Hauptabstrahlachsen der WSG sind parallel zur Tunnelwand ausgerichtet. Die Berechnungen wurden für Tunnelquerschnitte mit einem Verhältnis von Höhe h zu Durchmesser d von $h/d = 1/2$ (Halbkreisquerschnitt) und $h/d = 1$ (Vollkreisquerschnitt) sowie für $\alpha = 0,145$ (feste Fahrbahn) und $\alpha = 0,33$ (Gleis im Schotter) durchgeführt.

Damit sind praktisch alle vorkommenden Kreissegment-Tunnelgeometrien und Dämpfungen erfasst. Für Warnsignalgeber mit anderen $LS,1m$ -Werten ändern sich die LS_{min} -Werte um den gleichen Betrag.

Aus Abbildung 4 ergibt sich weiter, dass der Unterschied (Spannweite) des minimalen Gesamtschallpegels LS_{min} bei Tunnelquerschnitten S zwischen 57 und 92 m², geringer Schallabsorption $\alpha = 0,145$ (feste Fahrbahn) sowie Kreissegmentverhältnissen von $h = d/2$ bis $h = d$ lediglich rund 1,5 dB(A) beträgt. Bei der Bedingung Gleis im Schotter ($\alpha = 0,33$) bleibt die Spannweite der Ergebnisse mit < 2 dB(A) in der gleichen Größenordnung.

Analog zur Schallausbreitung im Freien lässt sich der Abstand zwischen Warnsignalgebern in Abhängigkeit von den akustischen Eigenschaften eines Tunnels optimieren.



Foto: EJK

In [6] konnte gezeigt werden, dass die Dämpfung D aus Tunnelumfang U , Querschnittsfläche S und Schallabsorptionsgrad α berechnet werden kann. Außerdem ließ sich zeigen, dass unter Voraussetzung $\alpha \ll 1$ ein einfacher Zusammenhang zwischen der Dämpfung D (in dB/m) und der Nachhallzeit T_m (in s) besteht.

$$T_m = 0,3529/D$$

T_m ist hier der Mittelwert der Nachhallzeiten bei den Frequenzen $f = 1$ kHz und $f = 4$ kHz. Unter der Nachhallzeit (hier besser Abklingzeit) versteht man die Zeit in

Sekunden, während der der Schalldruckpegel nach plötzlichem Abschalten einer Schallquelle um 60 dB gesunken ist [8]. Sie lässt sich verhältnismäßig einfach an verschiedenen Orten im Tunnel ermitteln. Da die Gleichung unabhängig von den Tunnelabmessungen (U , S) und der Schallabsorption α ist, steht eine einfache Beziehung zur Verfügung, mit der für beliebige Tunnel die Dämpfung D aus der Nachhallzeit T_m näherungsweise berechnet werden kann und umgekehrt. Der messtechnische und vor allem der zeitliche Aufwand für die Ermittlung der Nachhallzeit T_m ist gering und daher praktikabel (kurze Sperrpausen).

Fast ebenso einfach, aber genauer, ist die Bestimmung der Ausbreitungs-Dämpfung D durch Messen des Schallpegels einer geeigneten breitbandigen „Lärmquelle“ in verschiedenen Abständen r in Tunnelmitte (Tunnelachse). Die Kombination beider Messungen ist ohne größeren Aufwand realisierbar.

Umsetzung der Ergebnisse für die Praxis

Für die praktische Anwendung der Ergebnisse wurde analog zur Vorgehensweise im Freien [1] ein Diagramm entwickelt, welches

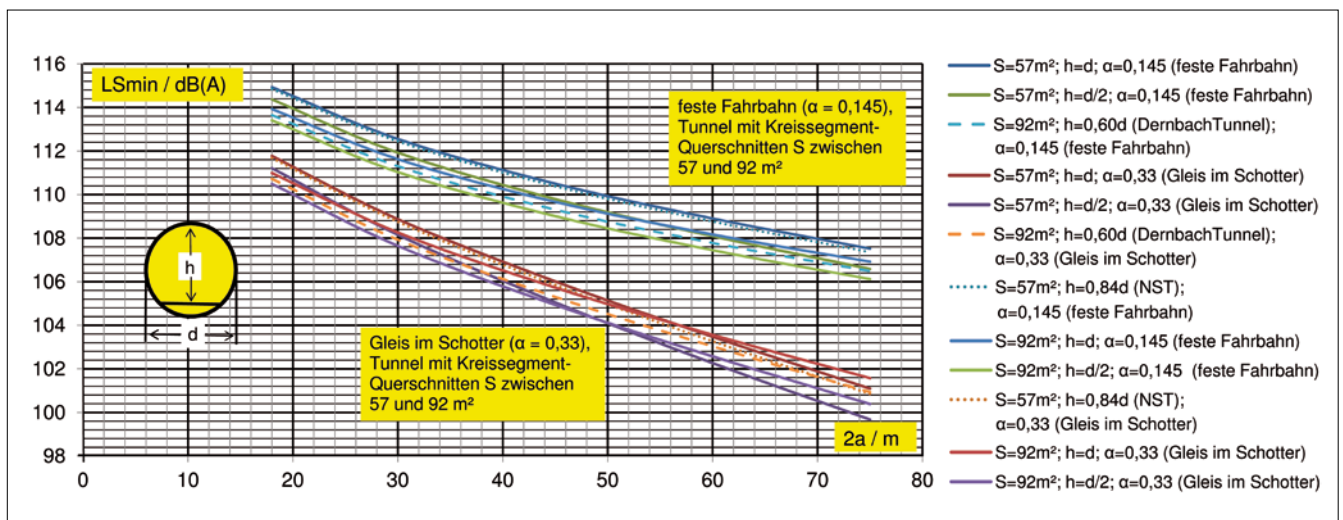


Abbildung 4: Minimaler Gesamtschallpegel LS_{min} einer Kette aus 16 M-WSG mit $LS_{1m} = 126$ dB(A) als Funktion des Abstandes $2a$ benachbarter WSG für Tunnel mit Kreissegmentquerschnitten S zwischen 57 und 92 m² und verschiedenen Verhältnissen von h/d (h =Tunnelhöhe, d =Tunneldurchmesser) sowie verschiedenen Dämpfungen D , gerechnet mit $\alpha = 0,145$ (feste Fahrbahn) bzw. $\alpha = 0,33$ (Gleis im Schotter).

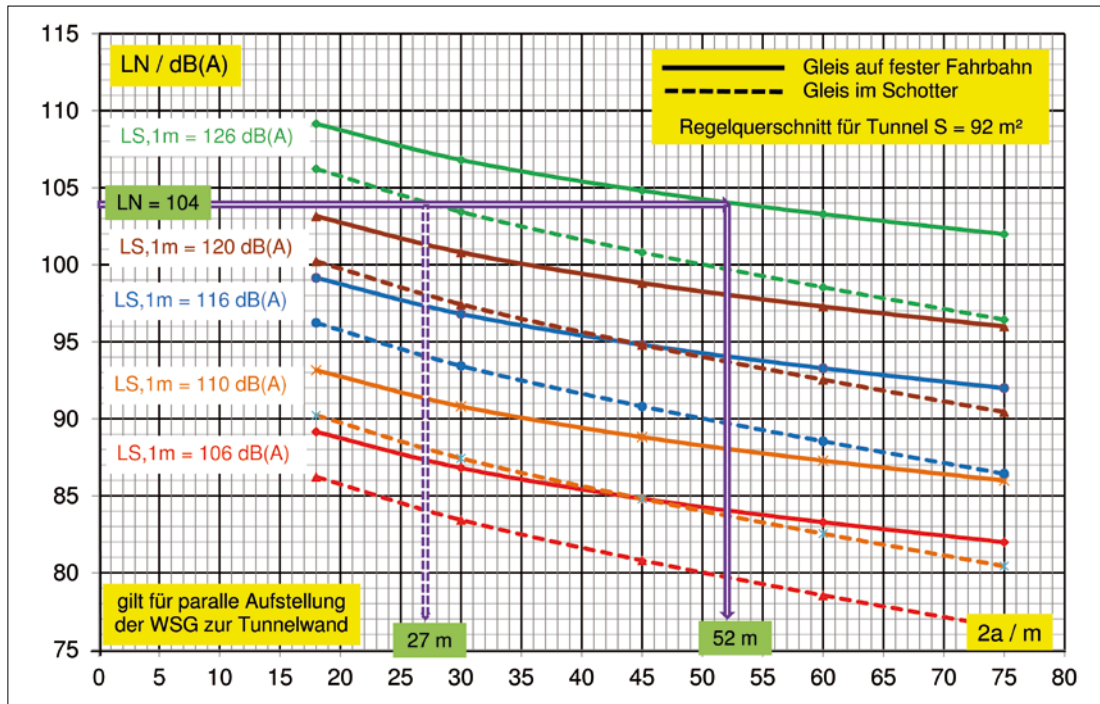


Abbildung 5:
Maximal abdeckbarer
Störschallpegel LN
bei gegebenem WSG-
Abstand 2a in Tunneln
mit Regelquerschnitt
 $S = 92 \text{ m}^2$ mit fester
Fahrbahn bzw. Gleis-
lage im Schotter und
verschiedenen Warn-
signalgeberpegeln
 $LS,1\text{m}$.

den Zusammenhang zwischen abdeckbarem Störschall $LN^{[9]}$ und dem daraus folgenden Abstand $2a$ zwischen benachbarten Warnsignalgebern einer WSG-Kette bei gewähltem Warnsignalgeberpegel $LS,1\text{m}$ angibt. Dabei ist wieder berücksichtigt, dass der Warnsignalpegel LS immer mindestens 3 dB(A) über dem Störschallpegel LN liegen muss. Dieser Wert wurde wegen der besonderen Reflexionsverhältnisse im Tunnel um 1,5 auf insgesamt 4,5 dB(A) erhöht^[6]. Die Hauptabstrahlachsen der WSG sind parallel zur Tunnelwand ausgerichtet. Der Abstand zu den Arbeitsplätzen beträgt $e = 4 \text{ m}$.

Das Diagramm der Abbildung 5 und auch das Diagramm der Abbildung 6 orientieren sich am Regelquerschnitt für Tunnel von $S = 92 \text{ m}^2$, um im Sinne des Arbeitsschutzes den ungünstigen Fall zu berücksichtigen. Bei kleineren Querschnitten S , zum Beispiel bei $S = 84 \text{ m}^2$, verschieben sich die Werte/Kurven um 0,4 dB(A) und bei $S = 57 \text{ m}^2$ (wie NST) bis zu maximal 2 dB(A) zu höheren Pegeln hin.

Man kann sich bei der Festlegung der Abstände $2a$ zunächst sehr einfach am Kriterium feste Fahrbahn oder Gleis im Schotter unter Berücksichtigung von Störschall LN sowie vorgesehenem WSG-Pegel $LS,1\text{m}$ orientieren.

Das in die Abbildung 5 eingezeichnete Beispiel besagt, dass bei gegebenem

Störschallpegel von zum Beispiel $LN = 104 \text{ dB(A)}$ und gewähltem WSG-Pegel von $LS,1\text{m} = 126 \text{ dB(A)}$ der Warnsignalgeberabstand bei einem Tunnel mit fester Fahrbahn maximal $2a = 52 \text{ m}$ betragen darf. Liegt das Gleis jedoch in einem Schotterbett – erhöhte Schallabsorption – verkürzt sich der Abstand auf nur $2a = 27 \text{ m}$.

Grob lässt sich aus der Abbildung 5 weiter abschätzen, dass Störschalle LN um 105 dB(A) WSG mit $LS,1\text{m} = 126 \text{ dB(A)}$ erfordern. WSG mit $LS,1\text{m} = 120 \text{ dB(A)}$ sind für Störschalle bis etwa $LN = 100 \text{ dB(A)}$ einsetzbar. Störschalle bis höchstens $LN = 95 \text{ dB(A)}$ lassen sich auch noch mit WSG mit $LS,1\text{m} = 116 \text{ dB(A)}$ abdecken. Für Störschalle bis maximal $LN = 90 \text{ dB(A)}$ sind auch noch WSG mit $LS,1\text{m} = 110 \text{ dB(A)}$ anwendbar. WSG mit $LS,1\text{m} = 106 \text{ dB(A)}$ sind nur für Störschalle bis etwa $LN = 85 \text{ dB(A)}$ geeignet, das heißt bei Arbeiten ohne Maschineneinsatz.

Als besonders geeignet sind WSG mit einem Warnsignalpegel von etwa $LS,1\text{m} = 126 \text{ dB(A)}$ anzusehen, die über eine störschallabhängige Warnsignalabgabe (SAW) mit einem großen Regelbereich von mindestens 30 dB(A) verfügen. Damit würde der Warnsignalpegel dem jeweils aktuellen Störschallpegel folgen. Wie bei Abständen e bis 10,5 m im Freien zwischen feldseitiger WSG-Kette und Arbeitsbereich sollte der minimale Pegel $LS,1\text{m}$ nicht niedriger als 90 dB(A) werden. Damit wird

gesichert, dass auch bei fehlendem Störschall der geforderte minimale Warnsignalpegel $LS = 65 \text{ dB(A)}$ am Arbeitsplatz stets erreicht wird.

Im gewählten Beispiel mit $LN = 104 \text{ dB(A)}$ in Abbildung 5 unterscheidet sich der Abstand $2a$ praktisch um den Faktor 2, was durchaus auch ökonomisch ins Gewicht fällt (Anzahl erforderlicher WSG). Der Schallabsorptionsgrad α kann je nach Eigenschaft der Umschließungsflächen deutlich unterschiedliche Werte zwischen $\alpha = 0,145$ und $0,33$ mit Auswirkungen auf die Dämpfung D aufweisen. Daraus ergibt sich die Frage nach Optimierung im Sinne von Ermittlung jeweils angepasster WSG-Abstände $2a$. Oben war mit der Formel auf Seite 8 auf den Zusammenhang zwischen Dämpfung D und der Nachhallzeit T_m hingewiesen worden, wobei sich Letztere mit relativ geringem Aufwand durch geeignete Messstellen ermitteln lässt.

In Abbildung 6 ist der Zusammenhang zwischen abdeckbarem Störschall LN , dem gesuchten Abstand $2a$ für WSG mit $LS,1\text{m} = 126$ und 120 dB(A) und der bei den Frequenzen 1 kHz und 4 kHz gemittelte Wert der Nachhallzeit T_m als Parameter angeben.

Die linke Ordinate in Abbildung 6 wird genutzt, wenn WSG mit $LS,1\text{m} = 126 \text{ dB(A)}$ zum Einsatz kommen sollen. Werden WSG mit $LS,1\text{m} = 120 \text{ dB(A)}$ ausgewählt, gilt die rechte Ordinate.

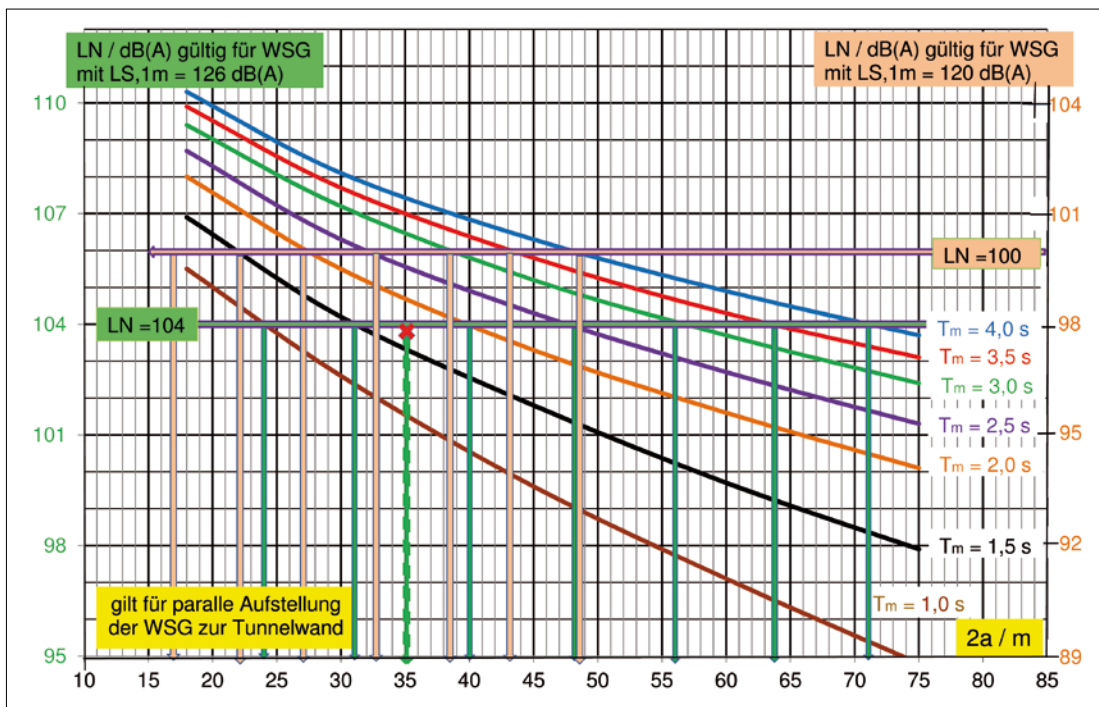


Abbildung 6: Bestimmung des WSG-Abstandes 2a in Tunneln mit Regelquerschnitt $S = 92 \text{ m}^2$ bei gegebenem Störschallpegel LN, gewähltem WSG-Schallpegel $LS,1\text{m} = 126$ oder 120 dB(A) und ermittelter Nachhallzeit T_m .

Als erstes Beispiel ist in der Abbildung 6 wieder ein Störschallpegel $LN = 104 \text{ dB(A)}$ eingetragen. Ausgewählt sind WSG mit $LS,1\text{m} = 126 \text{ dB(A)}$. Damit gilt die linke Ordinate. Beträgt die Nachhallzeit $T_m = 1,0 \text{ s}$, wäre ein Abstand zwischen den einzelnen WSG von $2a = 24 \text{ m}$ zulässig. Bei $T_m = 1,5 \text{ s}$ sind $2a = 31 \text{ m}$ erlaubt; bei $T_m = 2 \text{ s}$ gelten 40 m ; bei $T_m = 2,5 \text{ s}$ sind es 48 m ; bei $T_m = 3 \text{ s}$ werden es 56 m ; bei $T_m = 3,5 \text{ s}$ sogar 64 m und schließlich bei $T_m = 4 \text{ s}$ sind maximal $2a = 71 \text{ m}$ machbar. Liegt die Nachhallzeit T_m bei einem Zwischenwert, wie hier (X) mit rund $1,7 \text{ s}$ angenommen, wird interpoliert und es ergeben sich $2a = 35 \text{ m}$.

Beim zweiten in Abbildung 6 eingezeichneten Beispiel sollen WSG mit $LS,1\text{m} = 120 \text{ dB(A)}$ eingesetzt werden. Damit gilt die rechte Ordinate. Als Störschall wurden beispielhaft $LN = 100 \text{ dB(A)}$ angenommen. Beträgt die Nachhallzeit $T_m = 4,0 \text{ s}$, so wäre ein Abstand zwischen den einzelnen WSG von $2a = 48 \text{ m}$ zulässig. Bei $T_m = 3,5 \text{ s}$ sind $2a = 43 \text{ m}$ erlaubt; bei $T_m = 3 \text{ s}$ gelten rund 38 m ; bei $T_m = 2,5 \text{ s}$ sind es 33 m ; bei $T_m = 2 \text{ s}$ werden es rund 27 m ; bei $T_m = 1,5 \text{ s}$ sind es 22 m und schließlich bei $T_m = 1 \text{ s}$ sind interpoliert nur noch $2a = 17 \text{ m}$ machbar.

Selbstverständlich kann ein solches Diagramm auch für WSG mit anderen $LS,1\text{m}$ -Werten oder auch für einzelne Pegel gezeichnet werden. Dabei verschiebt sich die

Kurvenschar jeweils lediglich um den Differenzbetrag zu $LS,1\text{m} = 126 \text{ dB(A)}$.

Die in [6] und hier abgeleiteten Zusammenhänge basieren auf den Ergebnissen aus den Messungen im Neuen Schlüchterner Tunnel, die maßgeblich durch die BG BAU durchgeführt und von der EUK, den Warnsystemherstellern Zöllner Signal GmbH und Schweizer Electronic AG sowie der DB AG unterstützt wurden. Messvorschläge zur Kontrolle der dargestellten Zusammenhänge und ihrer weiteren Verbesserungen sind in [6] angegeben.

Zusammenfassung

Im Gegensatz zur Schallausbreitung im Freien (6 dB-Regel) tritt im Tunnel außerhalb eines unmittelbaren Nahbereiches eine lineare Schallpegelabnahme (Dämpfung $D = x \text{ dB/m}$) über der Entfernung auf. Analog zu den Verhältnissen im Freien wurden Diagramme erarbeitet, die die Bestimmung des Abstandes $2a$ benachbarter Warnsignalgeber einer Kette in Abhängigkeit vom Störschall LN, den Tunneleigenschaften (feste Fahrbahn bzw. Gleis im Schotter) und dem gewählten WSG-Schallpegel $LS,1\text{m}$ erlauben. Auch ohne Kenntnis der Tunneleigenschaften ist eine Bestimmung des Abstandes $2a$ möglich, indem man den Zusammenhang zwischen Dämpfung D und der mit relativ geringem Aufwand zu messenden Nachhallzeit T_m zu Grunde legt. ■

Literatur

- [1] DB AG, DB Netz AG: TM 2013-132 „Ausrichtung von Warnsignalgebern in Warnsignalketten der Automatischen Warnsysteme (AWS) bei Arbeiten im Gleisbereich und in der Nähe des Gleisbereiches (19.06.2013)
- [2] BG BAU, Prävention, Prüfbereich „Lärm und Vibration“: Messbericht Schallemission, Schallausbreitungsmessungen von Warnsignalen in Tunneln 2011-03-03
- [3] Sauer, U.; Janzen, U.; Pardey, A.: Anordnung akustischer Warnsignalgeber in Eisenbahntunneln. BauPortal (2012), 7, S. 25-29
- [4] Lübcke, E.; Gober, H.-J.: Schallausbreitung in Fabrikhallen. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1364, Westdeutscher Verlag Köln und Opladen, 1964
- [5] DB Netz AG: TM 2013-155 I.NVT2 „Regelung zur Vereinheitlichung der Signalcharakteristik von Warnsignalen und zum Einsatz von CO₂-Tyfonen auf Gleisbaustellen im Infrastrukturbereich der DB Netz AG (16.12.2013)
- [6] Pech, P.; Sauer, U.: Warnsignalschallausbreitung in Eisenbahntunneln. Eisenbahningenieur-Kalender EIK 2014, S. 225 – 246
- [7] Pech, P.; Sauer, U.: Methode zur Standortermittlung für Warnsignalgeber an Gleisbaumaschinen. EI – Der Eisenbahningenieur 05/2011, S. 20 – 25
- [8] DIN EN ISO 3382-2: Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen
- [9] Maschineneigene Störschallpegel LN von Gleisbaumaschinen – Version 11-2012. (www.eisenbahn-unfallkasse.de)

Akustische Warnung zum Schutz der Beschäftigten bei Arbeiten im Gleisbereich



In den vergangenen Jahren haben wir eine Reihe von Artikeln zum Thema „Akustische Warnung zum Schutz der Beschäftigten bei Arbeiten im Gleisbereich“ veröffentlicht. Wir wurden verschiedentlich gebeten, die Artikel und die Fundstellen chronologisch aufzulisten. Dem kommen wir hier gerne nach. Die aufgelisteten Artikel sind aktuell, soweit nicht in der Rubrik „Inhalt/ Bemerkungen“ Einschränkungen gemacht sind.

Sie können die Artikel als pdf Datei vorerst noch unter der Internet-Adresse <http://www.euk-info.de/publikationen/bahnpraxis-b.html> finden.

Zu gegebener Zeit werden wir Sie über die neue Internetadresse informieren.



Artikel	Inhalt/Bemerkungen	Ausgabe
Einsatz von Funkkomponenten zur Sicherung von Beschäftigten im Gleisbereich am Beispiel der automatischen Warnanlage Autoprowa	Beschreibung der Komponenten und Einsatzmöglichkeiten von funkgestützten automatischen Warnsystemen	BahnPraxis 8/2002, Seiten 80 – 83
Anordnung akustischer Warnsignalgeber bei Automatischen Warnsystemen	Darstellung der akustischen Gesetzmäßigkeiten und Umsetzung bei automatischen Warnsystemen	BahnPraxis 2/2003, Seiten 44 – 48
AWS-Richtlinie der DB Netz AG – akustische Hintergründe	Erläuterung der akustischen Vorgaben und Parameter im Zusammenhang mit der Ril. 479, Automatische Warnsysteme	BahnPraxis 8/2003, Seiten 124 – 128
Probleme beim Hören akustischer Warnsignale bei Arbeiten im Gleisbereich	Akustische Zusammenhänge und sich daraus ergebende Voraussetzungen für das Warnsignalhören	BahnPraxis 5/2005, Seiten 56 – 60
Akustische Grundlagen für die Anordnung Automatischer Warnsysteme	Ermittlung der Abstände von Warnsignalgebern in Abhängigkeit von Störschallpegel, Warnsignalpegel und Abstand. Die Abbildungen 9 und 11 sind nach den Erkenntnissen zur Richtcharakteristik der Warnsignalgeber nicht mehr aktuell. Es gelten die Tabelle 6, 7 und 8 auf den Seiten 23 und 24, BahnPraxis 7-8/2013	BahnPraxis 7-8/2006, Seiten 75 – 80

Artikel	Inhalt/Bemerkungen	Ausgabe
Ausrüstung gleisgebundener Baumaschinen mit automatischen Warnsystemen	Wegen der Wahrnehmbarkeit der Warnsignale durch die Seitenläufer an Umbauzügen, Planumsverbesserungsmaschinen und Bettungsreinigungsmaschinen müssen diese Gleisbaumaschinen mit maschineneigenen Warnsystemen ausgerüstet werden	BahnPraxis 8/2007, gesamtes Heft
FALKON. Eine Feste Absperrung mit integriertem, automatischem Linienwarnsystem...	Vorstellung einer Feste Absperrung (FA) mit integriertem Automatischen Warnsystem die höhere Vorbeifahrtgeschwindigkeiten und das Installieren der FA um mehr als 0,2 m in den Gefahrenbereich des Nachbargleises zulässt	BahnPraxis 9/2007, Seiten 3 – 9
Neue Generation von Warnsystemen entwickelt	Hinweis auf mobile, funkgestützte, bidirektionale Automatischen Warnsystemen	BahnPraxis 11/2010, Seite 3
Die neue MINIMEL LOWS-L Funkwarnanlage...	Beschreibung des mobilen, funkgestützten, bidirektionalen Automatischen Warnsystems der Firma Schweizer Electronic AG, Reiden, aus Sicht des Herstellers	BahnPraxis 11/2010, Seiten 4 – 5
Zöllner stellt neues bidirektionales Funkwarnsystem vor	Beschreibung des mobilen, funkgestützten, bidirektionalen Automatischen Warnsystems der Firma Zöllner Signal GmbH, Kiel, aus Sicht des Herstellers	BahnPraxis 11/2010, Seiten 6 – 7
Ein einheitliches Warnsignal für den Gleisbau	Darstellung von Untersuchungen, die zu dem einheitlichen Warnsignal für den Gleisbereich, dem bi-sound Signal, geführt haben	BahnPraxis 3/2011, Seiten 8 – 12
Vereinheitlichung der Warnsignale und Befristung des Einsatzes von CO ₂ Tyfonen	Terminierung der Anwendung des bi-sound Signals und der Beendigung des Einsatzes des CO ₂ Tyfons bei der DB AG	BahnPraxis 5/2011, Seite 12
Warnsignalpegel und Umweltschutz bei feldseitigen Warnsignalgeberketten	Untersuchungen zur Optimierung der Anordnung von Warnsignalgebern	BahnPraxis 7/2011, Seiten 8 – 12
Maschinenwarnung – wichtiger Baustein der akustischen Warnung	Fazit nach Einführung der Maschinenwarnung am 01.07.2011	BahnPraxis 7/2012, Seiten 3 – 8
Aktualisierung des Störschallkatasters 03-2012	Abdruck bzw. Hinweis auf das aktuelle Störschallkataster	BahnPraxis 8/2012, Seite 11
Zielgerichtete akustische Warnung	Erläuterung der 15 Grad Aufstellung von Warnsignalgebern, Hinweis auf die zugehörige Technische Mitteilung der DB Netz AG und Abdrucke der aktuellen Diagramme zur Anordnung von Warnsignalgebern	BahnPraxis 7-8/2013, Seiten 20 – 24
Einheitswarnsignal bi-sound für den Gleisbau	Erläuterung der Technischen Mitteilung der DB Netz AG im Zusammenhang mit der Einführung des Einheitswarnsignals	BahnPraxis 2/2014, Seiten 3 – 6
Optimale Abstände für Warnsignalgeber in Eisenbahntunneln	Vorschlag für die Anordnung von Warnsignalgebern in Tunnel	BahnPraxis 1/2015, Seiten 5 – 10