

BahnPraxis

Zeitschrift zur Förderung der Betriebssicherheit und der Arbeitssicherheit bei der DB AG



3 · 2011

- Die grundsätzliche Funktionsweise der punktförmigen Zugbeeinflussung PZB 90
 - Neue Präventionsplakate der EUK zur Gefährdungsbeurteilung
 - Ein einheitliches Warnsignal für den Gleisbau

EUK **DB**

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

der Betrieb von Eisenbahnen stellt in vielerlei Hinsicht ein Verbundsystem dar. Als häufigstes Beispiel wird in diesem Zusammenhang die Beziehung zwischen Rad und Schiene genannt, wobei von vielen die Fahrleitung als quasi dritte Schiene einbezogen wird.

Die systemische Beziehung besteht jedoch keineswegs nur im physikalischen Zusammenspiel zwischen dem Fahrweg und den darauf verkehrenden Fahrzeugen. Gerade Sicherheitssysteme sind zur Entfaltung ihrer Wirksamkeit darauf ausgerichtet, automatisiert wechselseitig Informationen zwischen Fahrweg- und der Fahrzeugkomponenten auszutauschen.



Unser Titelbild:
RegionalExpress
zwischen Muggen-
sturm und Malch.

Foto: DB AG/
Georg Wagner

Ein solches Sicherheitssystem ist unter anderem die „Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)“, über die wir in dieser Ausgabe berichten.

Auch der Arbeitsschutz verfügt über automatisierte Sicherheitssysteme. Diese dienen dem Schutz der Beschäftigten im Gefahrenbereich der Gleise. Automatische Warnsysteme (AWS) werden bei Annäherung von Zugfahrten an die Arbeitsstelle automatisch aktiviert und warnen mittels akustischer Signale. Da es mehrere Hersteller automatischer Warnsysteme gibt, mussten sich die Beschäftigten je nach Ausstattung der jeweiligen Gleisbaustelle bisher auf unterschiedliche Warnsignale für die gleiche Verhaltensaufforderung einstellen.

Wie sich dieses auf die Beschäftigten auswirkt, wurde im Rahmen auf der Grundlage von Versuchskonzepten der Unfallversicherungsträger Berufsgenossenschaft BAU, Eisenbahn-Unfallkasse und der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) im Institut für Arbeitsschutz untersucht.

Die Versuchskonzeption, die Versuchsanordnung und die daraus resultierende Empfehlung schildern die Versuchsleiter des Instituts für Arbeitsschutz der DGUV in unserem Beitrag „Ein einheitliches Warnsignal für den Gleisbau“.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Lesen und bleiben Sie gesund,

Ihr BahnPraxis-Redaktionsteam

Impressum „BahnPraxis“

Zeitschrift zur Förderung der Betriebssicherheit und der Arbeitssicherheit bei der Deutschen Bahn AG.

Herausgeber

Eisenbahn-Unfallkasse – Gesetzliche Unfallversicherung – Körperschaft des öffentlichen Rechts, in Zusammenarbeit mit DB Netz AG Deutsche Bahn Gruppe, beide mit Sitz in Frankfurt am Main.

Redaktion

Kurt Nolte, Hans-Peter Schonert (Chefredaktion), Klaus Adler, Bernd Rockenfelt, Jörg Machert, Anita Hausmann, Markus Krittian, Dieter Reuter, Michael Zumstrull (Redakteure).

Anschrift

Redaktion „BahnPraxis“, DB Netz AG, I.NPE-MI, Pfarrer-Perabo-Platz 4, D-60326 Frankfurt am Main, Fax (069) 2 65-49362, E-Mail: BahnPraxis@deutschebahn.com

Erscheinungsweise und Bezugspreis

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

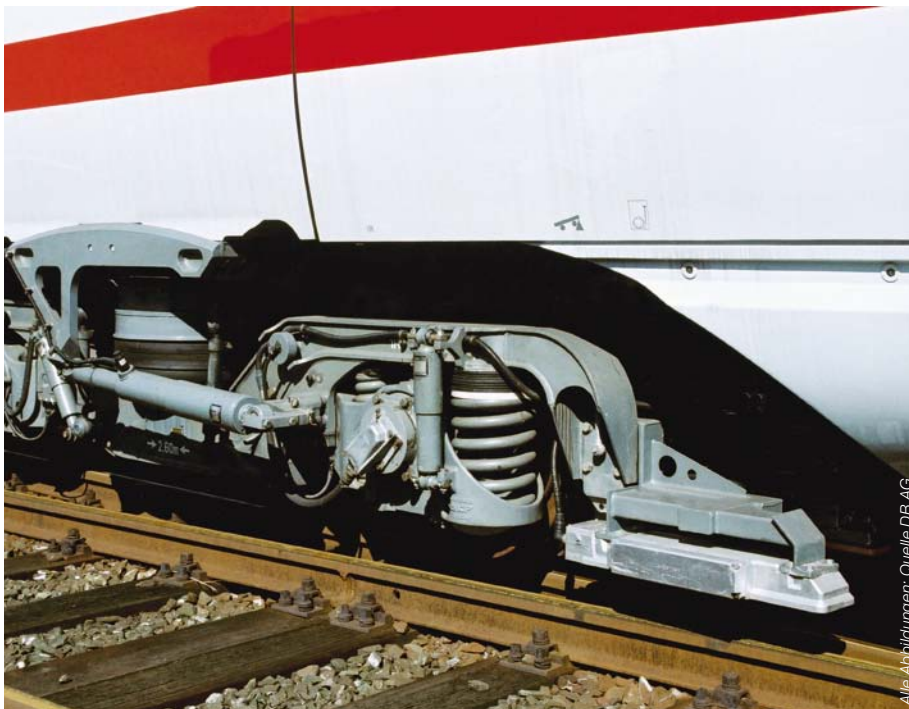
Verlag

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 Hühthig

Druck

Meister Print & Media GmbH,
Werner-Heisenberg-Straße 7, D-34123 Kassel.

Die grundsätzliche Funktionsweise der punktförmigen Zugbeeinflussung PZB 90



Norbert Speiser, DB Netz AG, Zentrale, Betriebs- und IH-Überwachung, Frankfurt am Main

Bei der Deutschen Bahn sind derzeit im Wesentlichen folgende Zugbeeinflussungssysteme im Einsatz:

- Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB),
- Linienförmige Zugbeeinflussung (LZB).

Der grundsätzliche Unterschied zwischen diesen beiden Systemen ist bereits in ihrem Namen enthalten. Während bei der PZB die Züge nur an bestimmten Punkten beeinflusst werden können, bietet die linienförmige Zugbeeinflussung die Möglichkeit die Züge kontinuierlich, d.h. zu jeder Zeit und an jeden Punkt des Fahrweges zu beeinflussen. In absehbarer Zeit wird auch das europaweit standardisierte System ETCS (european train control system) als weiteres linienförmiges Zugbeeinflussungssystem hinzukommen, welches dann interoperabel ist, d.h. auch Züge aus dem europäischen Ausland können dann ausschließlich mit diesem System auf den dafür zugelassenen Strecken verkehren, ohne dass sie fahrzeugseitig die Systeme PZB oder LZB benötigen.

Aufgaben der PZB

Die PZB stellt bei einer unbeabsichtigten Vorbeifahrt an einem Halt zeigendem Signal sicher, dass ein Zug rechtzeitig vor dem Gefahrenpunkt des entsprechenden Signals zum Halten kommt. Dieses gilt, wenn Vorsignale in Warnstellung – also Halt erwarten –, Halt zeigende Signale, Überwachungssignale, die einen Halt vor einem Bahnübergang oder Vorsignale die eine Geschwindigkeitsbegrenzung anzeigen, nicht beachtet werden. Ein weiteres Ziel der PZB besteht darin, zu verhindern, dass ein Triebfahrzeugführer nach einem Halt, z.B. in einem Bahnhof, unzulässig gegen ein Halt zeigendes Signal anfährt oder gegen ein Halt zeigendes Signal beschleunigt. Darüber hinaus wird die PZB auch zur Geschwindigkeitsüberwachung eingesetzt.

Bestandteile der PZB

Die PZB besteht einerseits aus den Komponenten am Fahrweg und andererseits aus den Einrichtungen auf den Triebfahrzeugen. An der Strecke befinden sich an der rechten Außenseite der Fahrschiene die PZB Gleismagnete, die als 500 Hertz, 1000 Hertz oder 2000 Hertz Gleismagnet ausgeführt sein können sowie die Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtungen (GÜ), die aus dem Wirkmagnet und den Schaltmagneten (Einschalt- und Ausschaltmagnet) bestehen. Die Magnete sind als sogenannte Schwingkreise ausgebildet, wobei die Hertzzahl die Resonanzfrequenz des Schwingkreises angibt. Den jeweiligen Frequenzen sind unterschiedliche Reaktionen zugeordnet, die je nach Wirkstellung des Gleismagneten auf den Triebfahrzeugen ablaufen. Daraus resultierend ergibt sich auch die Größe der Gleismagnete (der 2000 bzw. 1000 Hz Gleismagnet ist deutlich kleiner als der 500 Hz Gleismagnet – siehe Abbildung 1), da sichergestellt sein muss, dass die mit max. 160 km/h vorfahrenden Triebfahrzeuge die Beeinflussung (Frequenz) erkennen und daraus die entsprechenden Maßnahmen einleiten. Je kleiner die Frequenz, umso größer muss das Zeitintervall sein, in dem das Fahrzeug diese induktive Informationsübertragung aufnehmen kann.

Eine beispielhafte Anordnung der Gleismagnete entlang der Strecke zeigt die Abbildung 2, bei der ein Regelbremswegabstand von 1000 Meter zugrunde gelegt wurde. Am Vorsignal befindet sich der 1000 Hz Gleismagnet, der bei Warnstellung oder Signalisierung mit restriktivem



Abbildung 1: Im Vergleich 500 Hz Gleismagnet (links) und 2000 bzw. 1000 Hz Gleismagnet (rechts)

Geschwindigkeitsbegriff sicherstellt, dass der Tf zunächst die Aufnahme des Signalbegriffs bestätigt und anschließend seine Geschwindigkeit reduziert. Im Bereich 300 bis 150 Meter vor dem Hauptsignal wird die Geschwindigkeitsreduzierung nochmals durch einen 500 Hz Gleismagneten und der Halt an dem Hauptsignal wird durch den 2000 Hz Gleismagneten überwacht. Sollte der 2000 Hz Gleismagnet bei Haltstellung des Signals überfahren werden, erfolgt eine sofortige Zwangsbremung bis zum Stillstand, die durch den Tf nicht aufgehoben werden darf.

Die Fahrzeugeinrichtungen bestehen aus dem Fahrzeugmagneten zur Aufnahme der Informationen der Gleismagnete, den Fahrzeuggeräten sowie den Bedien- und Anzeigeelementen (optisch und akustisch) auf dem Führertisch, dem Zugdateneingabegerät und der Datenspeichereinrichtung. Letztere dient der Nachweisführung, insbesondere bei Unregelmäßigkeiten.

Bedienung der PZB

Vor Beginn einer Zugfahrt muss der Tf die PZB einschalten und das entsprechende Überwachungsprogramm eingeben. Dazu gehört auch die Einstellung des Zugartschalters entsprechend der Angaben im Bremszettel zu der Bremsart und den im Zugverband vorhandenen Bremsunterstellen (Brh). So erfolgt bei der PZB 90

die Einstellung des Zugartschalters auf die Stellung

- O (obere Stellung) bei der Bremsstellung R + Mg und mehr als 110 Brh,
- M (mittlere Stellung) bei der Bremsstellung R + Mg, R oder P zwischen 66 und 110 Brh
- U (untere Stellung) bei der Bremsstellung R + Mg, R oder P bis 65 Brh sowie bei der Bremsstellung G

Die Zugarteneinstellung steht für unterschiedliche Bremseigenschaften. Entsprechend laufen unterschiedliche Überwachungskurven bei der PZB ab. Daher ist es besonders wichtig, dass diese Einstellung korrekt vorgenommen wird, weil ansonsten die Bremsleistung nicht mehr ausreichen könnte, um den Zug rechtzeitig vor dem Gefahrenpunkt anhalten zu können. Dem Tf wird die vorgenommene Einstellung der Zugart durch besondere Leuchtmelder „85“, „70“ oder „55“ angezeigt, welche die im PZB-Fahrzeugprogramm hinterlegte Maximalgeschwindigkeiten widerspiegeln.

Wirkungsweise der PZB

Der Triebfahrzeugführer ist in jedem Fall, auch bei Fahrten unter PZB-Absicherung zur Beobachtung des Fahrweges und der Signale verpflichtet und muss somit rechtzeitig die entsprechenden Geschwindigkeitsreduzierungen durchführen. Die Wirkungsweise der PZB und die erforderlichen

Handlungen des Triebfahrzeugführers sollen anhand einer Fahrt auf ein Halt zeigendes Hauptsignal dargestellt werden.

Bedingt durch die Warnstellung des Vorsignals (hier: Halt erwarten) ist der 1000 Hz PZB Gleismagnet wirksam geschaltet. Bei der Vorbeifahrt des Fahrzeugmagneten am Gleismagneten wird die anliegende Information induktiv, d.h. berührungsfrei auf das Fahrzeug übertragen. Der Triebfahrzeugführer muss bei der Vorbeifahrt an dem Vorsignal innerhalb von 4 sec. die Wachsamkeitstaste bedienen und damit bestätigen, dass er das Signal aufgenommen hat. Ansonsten erfolgt eine automatische Bremsung. Nach der Wachsamkeitstastenbedienung wird dem Tf die aufgenommene Beeinflussung durch den Leuchtmelder „1000 Hz“ (siehe Abbildung 3) angezeigt und der Zug über eine Entfernung von 1250 Meter überwacht. Damit wird dem Tf visualisiert, dass er sich nunmehr in einer Überwachungskurve befindet. Der Tf muss nun je nach der eingestellten Zugart (Stellung O, M oder U) seinen Zug innerhalb einer bestimmten Zeit (z.B. bei Zugart O innerhalb von 23 sec) auf die angezeigte Geschwindigkeit (z.B. Zugart O auf 85 km/h) abbremmen. Im Fall eines Nichterreichens dieser Werte erfolgt eine automatische Bremsung des Zuges.

Vor dem Hauptsignal kann je nach örtlichen Bedingungen ein 500 Hz Gleismagnet verlegt sein, der typischerweise 250 Meter vor dem Hauptsignal angeordnet ist. Befindet sich das Hauptsignal weiterhin in Haltstellung muss der Tf die Geschwindigkeit auf die in Tabelle 1 genannte Prüfgeschwindigkeit entsprechend der eingestellten Zugart reduziert haben (z.B. Zugart O auf 65 km/h) und muss auf den folgenden 153 Meter die Geschwindigkeit weiter reduzieren (z.B. Zugart O auf 45 km/h). Auch diese Beeinflussung wird dem Tf durch besondere Leuchtmelder (hier der LM 500 Hz) angezeigt und der Zug für die nächsten 250 m überwacht. Die Höchstgeschwindigkeit,

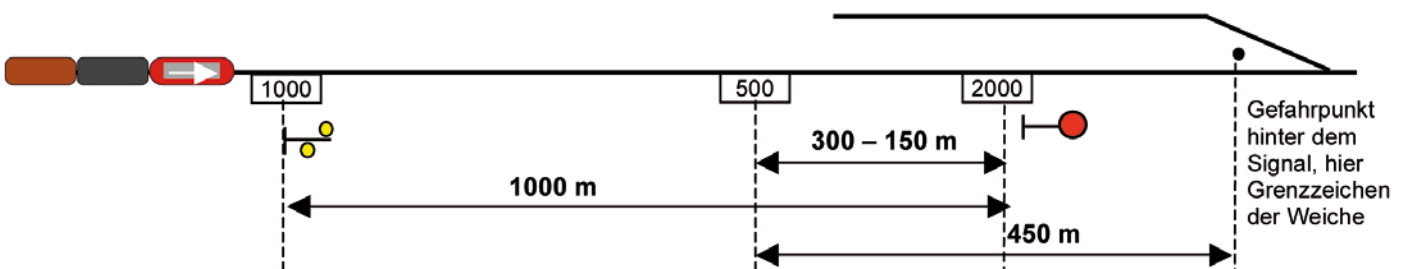


Abbildung 2: Anordnung der Gleismagnete am Beispiel einer H/V Kombination

mit der sich der Zug dem Halt zeigenden Hauptsignal nähern kann, beträgt entsprechend der Zugart max. 45 km in Stellung O.

Eine Gegenüberstellung der einzelnen einzuhaltenden Geschwindigkeiten (zeit- bzw. entfernungsabhängige Prüfgeschwindigkeiten) für die jeweiligen Zugarten O, M und U ist in der Tabelle 1 dargestellt.

Aus den vorgenannten Werten ergeben sich bei einer Anfahrt auf ein Halt zeigendes Hauptsignal im Überblick folgende Überwachungskurven, die in der Rechnerlogik des Triebfahrzeuges hinterlegt sind und überwacht werden. Liegt die gefahrene Geschwindigkeit während der Überwachungsphasen über der Bremskurve, erfolgt ebenfalls eine Zwangsbremung. Im unteren Teil sind die Leuchtmelder auf dem Führertisch dargestellt.

Wird das Hauptsignal erst nach der Vorbeifahrt des Zuges am zugehörigen Vorsignal auf Fahrt gestellt, müsste der Tf trotzdem

55	70	85
Befehl 40	500 Hz	1000 Hz

Beachte:

Der Tf hat seine Fahrt an den Signalen der Strecke auszurichten. Eine Auswertung der PZB-Anzeigen im Fahrzeug ist als Ersatz für die Signalbeobachtung keinesfalls zulässig.

Abbildung 3: Anzeige einer 1000 Hz Beeinflussung an einem Vorsignal in Warnstellung

die zeitabhängige Restriktion einhalten, das heißt, im Fall der Zugart O bis auf 85 km/h abbremsen und diese Geschwindigkeit bis nach der Vorbeifahrt am Hauptsignal beibehalten. Um den daraus resultierenden (unnötigen) Fahrzeitverlust zu vermeiden, besteht für den Tf die Möglichkeit, sich 700 Meter nach der 1000 Hz Beeinflussung am Vorsignal von der restriktiven Geschwindigkeitsvorgabe zu befreien. Wann dieser Zeitpunkt erreicht ist, wird durch das Erlöschen des Leuchtmelders „1000 Hz“ auf dem Führertisch angezeigt. Um sich aus der Überwachung zu befreien, muss der Tf die Freitaste betätigen. Diese Bedienung

ist jedoch nur zulässig, wenn der Tf die Fahrstellung des zugehörigen Signals zweifelsfrei wahrgenommen hat. Sollte er sich unzulässig befreien, d.h. das Signal zeigt weiterhin Halt und anschließend den 500 Hz Gleismagneten befahren, wird der Zug unabhängig von der aktuellen Geschwindigkeit bis zum Stillstand zwangsgebremst.

500 Gleismagnet

Muss der Zug zwischen dem Vorsignal und dem Hauptsignal z.B. wegen eines planmäßigen Haltes anhalten oder wird eine

Zugart-schalter	1000 Hz Beeinflussung		500 Hz Beeinflussung		
	Reduzierung der V _{max} innerhalb von	Reduzierung der V _{max} auf	Prüfgeschwindigkeit am 500 Hz Gleismagneten	Reduzierung der V _{max} innerhalb von	Reduzierung der V _{max} auf
O	23 sec	85 km/h	65 km/h	153 Meter	45 km/h
M	29 sec	70 km/h	50 km/h		35 km/h
U	38 sec	55 km/h	40 km/h		25 km/h

Tabelle 1: Zusammenstellung der Zeitwerte nach einer 1000 Hz bzw. 500 Hz Beeinflussung

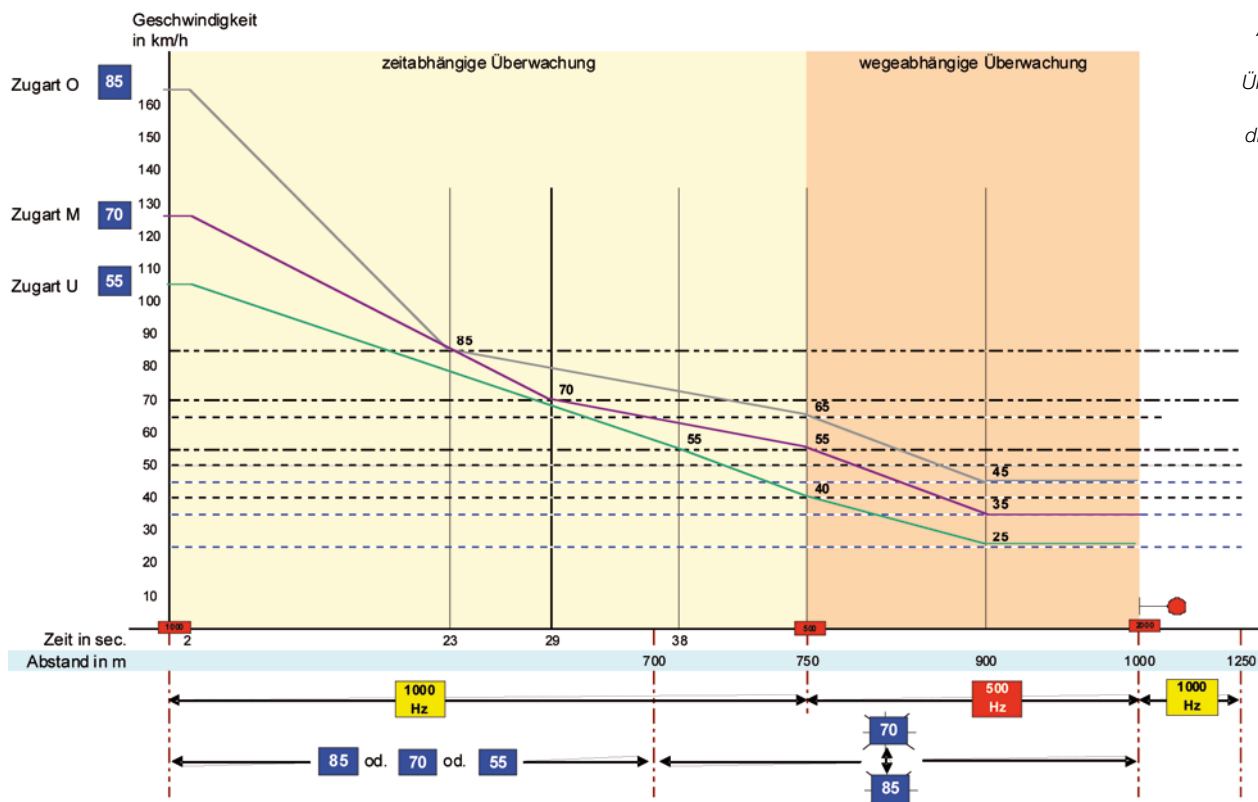


Abbildung 4: Verlauf der Überwachungskurven für die Bremsarten O, M und U

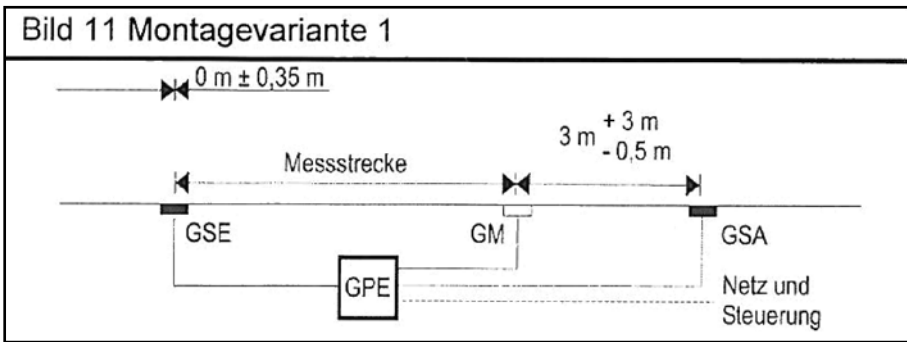


Abbildung 5: Magnete einer GÜ (Auszug aus Ril 819.1310 Abschnitt 9)

bestimmte Geschwindigkeit für mindestens 15 sec unterschritten und wurde der 500 Hz Gleismagnet bereits befahren, so wirkt die Überwachung restriktiv, d.h. weiter einschränkend. In den Zugarten „M“ und „U“ erfolgt eine konstante Überwachung auf 25 km/h, in der Zugart „O“ 45 km/h fallend bis 153 Meter hinter den 500 Hz Gleismagneten, danach ebenfalls mit 25 km/h. Auf diese Weise wird erreicht, dass sich ein Zug nach dem Halt und einer möglichen Signalverwechslung nicht mit zu hoher Geschwindigkeit einem Halt zeigenden Signal nähert.

Bei einer Zwangsbremung erst am 2000 Hz Gleismagneten des Hauptsignals bestünde die Gefahr, dass der Zug über den Gefahrenpunkt hinaus in den Fahrweg einer anderen Zugfahrt gelangt. Die optimale Anzahl sowie die Standorte der Haltetafeln auf den Bahnhöfen wird auf der Basis der jeweils verkehrenden Triebfahrzeuge und deren Beschleunigungsvermögen sowie der Lage der 500 Hz Gleismagnete berechnet. Dafür steht auch das PC-Programm INA – Indusi Sicherung anfahrender Züge – zur Verfügung.

Auch wenn dem 500 Hz Gleismagneten zur Vermeidung einer Anfahrt gegen Halt oder einer Weiterfahrt eine sehr große Bedeutung zukommt, so ist dieser Gleismagnet nicht in allen Fällen erforderlich. Zwingend vorgeschrieben ist er, wenn die erforderliche Schutzstrecke hinter einem Signal zu kurz ist. Auch vor Blocksignalen ist er vorzusehen, wenn die Gefahr einer Signalverwechslung besteht oder wenn sich dahinter innerhalb der PZB Schutzstrecke das Ende des Bahnsteiges eines Haltpunktes befindet. Darüber hinaus gibt es noch weitere Fälle, aber zusammenfassend kann man sagen, dass der 500 Hz Gleismagnet immer dann vorzusehen ist, wenn hinter dem Zielsignal bis zum Gefahrenpunkt (z.B. Zugende eines vorausfahrenden Zuges, Weiche etc.) keine ausreichende Entfernung zur Verfügung steht und ein das Hauptsignal

überfahrender Zug eine Gefährdung für eine andere Fahrt darstellt.

PZB-Nutzung zur Absicherung von Langsamfahrstellen

Eine weitere Situation, in der die PZB Gleismagnete Anwendung finden ist die Absicherung von Langsamfahrstellen. In Abhängigkeit von der zu überwachenden Geschwindigkeit kommt die Anwendung einer Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtung (GÜ) oder die direkte Verlegung von 500 Hz bzw. 1000 Hz Gleismagneten in Betracht.

Die GÜ besteht aus einem Einschaltmagneten (GSE), einem Wirkmagneten (GM) und einem Ausschaltmagneten (GSA), siehe Abbildung 5.

Die Entfernung zwischen dem Einschaltmagneten und dem Wirkmagneten richtet sich dabei nach der zu überwachenden Geschwindigkeit und daraus resultierend der zurückzulegenden Entfernung. Wird die eingestellte Prüfgeschwindigkeit überschritten, erreicht der Zug den Wirkmagneten noch in wirksamer Stellung und erhält eine Beeinflussung; bei eingehaltener oder unterschrittener Überwachungsgeschwindigkeit ist der Wirkmagnet bereits wieder ausgeschaltet, bis er vom Fahrzeug erreicht und überfahren wird. Als Wirkmagnet wird je nach zu überwachender Geschwindigkeit ein 1000 Hz oder ein 2000 Hz Gleismagnet verwendet.

Der 1000 Hz Gleismagnet wird in Kombination mit einer GÜ nur bei den Kennzahlen 8 und 9 verwendet, da in diesen Fällen bei einer zu hohen Geschwindigkeit des Zuges eine Reduzierung entsprechend der eingestellten Zugart auf 85, 70 bzw. 55 km/h ausreicht. Bei den zu überwachenden Geschwindigkeiten ab 100 km/h wird die GÜ bis zu 485 Meter vor der Langsamfahrstelle angeordnet und ein 2000 Hz Gleismagnet

in der GÜ verlegt wird, der bei Wirksamkeit eine sofortige Zwangsbremung auslöst.

Bei geringeren Geschwindigkeiten wird entweder ein 1000 Hz Gleismagnet am Lf 1 (z.B. bei der Kz 4 bis 7) oder neben dem 1000 Hz Gleismagneten am Lf 1 noch ein 500 Hz Gleismagnet am Lf 2 (z.B. bei Kennzahlen bis 3) installiert.

PZB bei Fahrt auf Befehl

Wenn ein Hauptsignal nicht auf Fahrt gestellt werden kann und der Zug somit auf Ersatzauftrag (Ersatz- oder Vorsichtsignal bzw. Befehl) durchgeführt werden muss, wären die dazugehörigen PZB-Gleismagnete aktiv, d.h. der Zug würde bei einer Vorbeifahrt zwangsgebremst. Um dieses zu vermeiden, darf der Tf zur (erlaubten) Vorbeifahrt einen sogenannten Befehlsschalter einlegen. Rangieren unter PZB?

Während des Rangierens bleibt die PZB eingeschaltet, sofern die Rangierarbeiten nicht mehr als 30 Minuten in Anspruch nehmen, d.h. der Tf muss auch bei Rangierfahrten trotz Sh1 am Hauptsignal die Befehlstaste bedienen, da er am Halt zeigenden Hauptsignal vorbeifährt. Nur wenn die Rangierarbeiten länger als 30 Minuten dauern, darf die PZB abgeschaltet.

Resümee

Die PZB ist ein geschickt ausgetüfteltes System, in dem – trotz seines relativ einfachen Grundprinzips der strecken- und fahrzeugzeitig miteinander korrespondierenden Magnetspulen – eine Vielzahl von Funktionen integriert sind. Mit Einzug der Rechner- und Mikroelektronik auf den Fahrzeugen wurde das Grundprinzip nochmals deutlich verfeinert. ■



Neue Präventionsplakate zur Gefährdungsbeurteilung

Die Eisenbahn-Unfallkasse stellt zum Jahresbeginn 2011 ihren Mitgliedsunternehmen drei neue Plakate zur Verfügung, die das Thema „Gefährdungsbeurteilung“ beispielhaft für unterschiedliche Arbeitsbereiche aufgreifen und aus unterschiedlichen Blickwinkeln darstellen.

Das erste Plakat zeigt eine typische Arbeitssituation aus dem Alltag am Beispiel von „Arbeiten an Fahrleitungsanlagen“ und erinnert an die möglichen Gefährdungen aus der Fahrleitungsanlage. Gleichzeitig werden durch die gewählte bildliche Darstellung aber auch die Gefahren aus dem Bahnbetrieb (Betriebsgleis, Sicherheitsraum auf Brückenbauwerken) in den Blickwinkel des Betrachters gerückt.

Das zweite Plakat befasst sich mit der richtigen Auswahl der Sicherungsmaßnahme bei Arbeiten im Gleisbereich. Durch dieses Plakat wird die Thematik der in 2009 und

2010 bei der DB Netz AG durchgeführten Workshops erneut aufgegriffen und an das Vorschriften- und Regelwerk und die Methodik bei der Auswahl der Sicherungsmaßnahmen nach RIMINI erinnert. Dargestellt sind verschiedene Sicherungsmaßnahmen, dabei entspricht die Größe der jeweiligen Darstellung der Wertigkeit. Die Vorschriften- und regelkonforme Rangfolge der Sicherungsmaßnahmen wird zusätzlich durch Richtungspfeile optisch hervorgehoben.

Auch das dritte Plakat greift die Thematik „Arbeiten im Gleisbereich“ auf und illustriert sehr plakativ die notwendige Abstimmung zwischen dem bauausführenden Unternehmen, dem Bahnbetreiber und dem Sicherungsunternehmen. Leicht erkennbar wird mit einem bekannten Eye-Catcher auf die zentrale Bedeutung der Kommunikation der Beteiligten untereinander hingewiesen, wobei die Verantwortung für die Auswahl der Sicherungsmaßnahme letztlich und

bekanntermaßen beim Bahnbetreiber verbleibt.

Die Plakate werden den Mitgliedsunternehmen kostenlos zur Verfügung gestellt und können ab sofort bei der EUK bestellt werden:

Bestellung und Versand von Publikationen/Medien der EUK:

Eisenbahn-Unfallkasse
EUK 1118
Postfach 20 01 52
60605 Frankfurt am Main
Fax: 069 47863-573
E-Mail: medienversand@euk-info.de

Ein einheitliches Warnsignal für den Gleisbau

Dr. Sandra Dantscher, Institut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin, und **Dr. Uwe Sauer**, Berlin

Die Warnung der Beschäftigten im Gleisbau vor den Gefahren durch den Zugverkehr erfolgt mittels akustischer Warnsignale. Stand der Technik sind elektronische Warnsysteme (AWS), die von fahrenden Zügen automatisch aktiviert werden. Sie sind auf der Feldseite des Betriebsgleises und auch auf Gleisbaumaschinen angeordnet (DB AG: Richtlinie 479.0001(01/2007): Einsatzrichtlinie für automatische Warnsysteme, Anhang 2: Akustische Warnsignale).

In Deutschland, aber auch in anderen europäischen Ländern, werden im wesentlichen Warnsignalgeber der Fa. Zöllner (D) und der Fa. Schweizer (CH) mit jeweils eigenen Warnsignalcharakteristiken (Autoprowa-Warnsignal, Minimel-Warnsignal) eingesetzt. Das hat zur Folge, dass sich die Beschäftigten je nach Ausstattung der Gleisbaustelle auf unterschiedliche Warnsignale einstellen müssen.

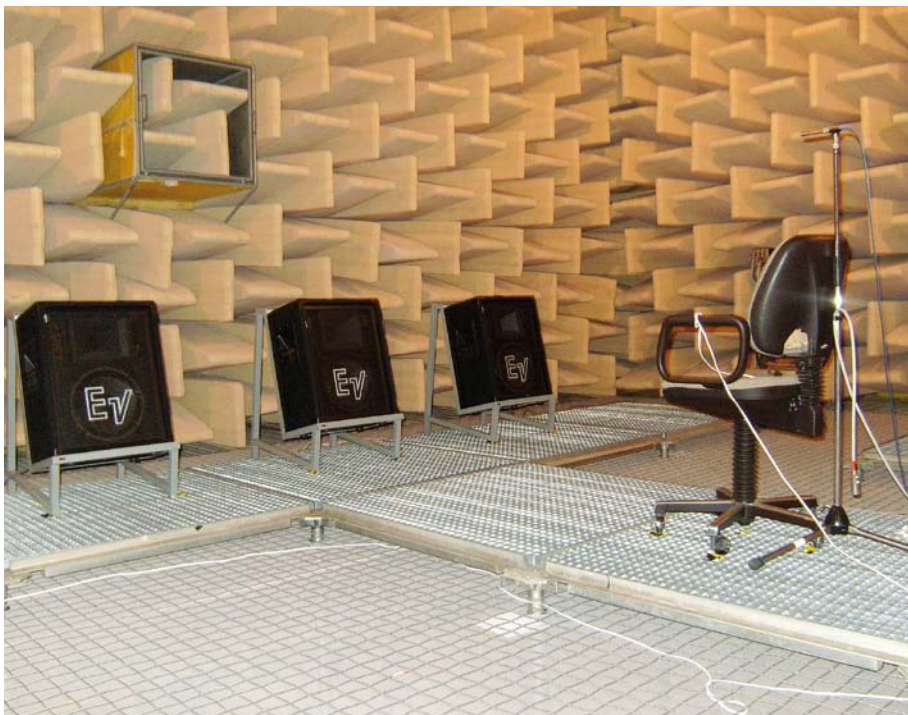


Abbildung 1: Aufbau im Voll-Schallschluckraum des IFA

Unterschiedliche Warnsignalcharakteristiken für die gleiche Verhaltensaufforderung (zum Beispiel Arbeitsgleis räumen) sind aus Sicht des Arbeitsschutzes generell ungünstig. Hinzu kommt, dass zumindest an Gleisbaumaschinen weitere akustische (Arbeits-/Maschinen-)Signale verwendet werden wie zum Beispiel beim Anlaufen einer Räumkette bei einer Bettungsreinigungsmaschine. Eine Vereinheitlichung der Warnsignale hätte damit auch eine Vereinfachung der örtlichen Einweisung zur Folge.

Ziel

Aus diesen Überlegungen heraus ergab sich die Aufgabe zu untersuchen, ob eines der beiden, seit Jahren eingeführten o.g. Warnsignale leichter als das andere wahrzunehmen und damit für die Warnung der Beschäftigten an Arbeitsstellen im Gleisbau besser geeignet ist.

Versuchskonzeption

Als sinnvoll angesehen wurden Hörversuche mit Personen, weil die Lösung der Aufgabe durch rein theoretisches Vergleichen der unterschiedlichen Signalparameter nur ein unbefriedigendes und kein objektives Ergebnis erwarten ließ.

Der Einsatz von Versuchspersonen als „Messinstrument“ erschien auch deshalb sinnvoll, weil die Messgrößen eines Schallpegelmessers nur annähernd das menschliche Empfinden nachbilden können. Psychoakustische Größen wie Dissonanzen, Rauigkeit, Tonhaltigkeit und der zeitliche Verlauf des Warnsignals sind für die Warnsignalwahrnehmung von wesentlicher Bedeutung.

Die Planung und der Aufbau der Versuchsanordnung erfolgte auf der Grundlage von Versuchskonzepten der beteiligten Unfallversicherungsträger BG BAU und EUK. Die Untersuchungen wurden im Institut für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) im Zeitraum Dezember 2009 bis Mai 2010 ausgeführt.

Versuchsanordnung

Die Versuche wurden im allseitig schallabsorbierenden Messraum (Voll-Schallschluckraum) des IFA durchgeführt. Dieser Raum ist für derartige Untersuchung besonders geeignet, da hier die akustischen Bedingungen denen an Arbeitsplätzen im

Gleisbau weitgehend entsprechen (nur geringe Schallreflexionen am Boden). Ein Foto des Aufbaus zeigt Abbildung 1. In einem Abstand von 2,5 m vor dem Probandensitz waren auf Gitterrosten zwei Lautsprecher angeordnet, aus denen der Störschall abgestrahlt wurde. Dazwischen war ein dritter Lautsprecher montiert, über den das jeweilige 3 s andauernde Warnsignal abgegeben wurde.

Durch Umsetzen des Warnsignallautsprechers konnte das Signal auch von rechts (90°) auf die Versuchsperson einwirken. Die drei Lautsprecher waren leicht nach hinten gekippt, so dass die Schallabstrahlung in Richtung des Kopfes der Versuchsperson erfolgte.

Die Versuchspersonen (VP) waren aus der Baumusterprüfung von Gehörschützern mit der Methodik derartiger Hörversuchen vertraut. Hinsichtlich der hier untersuchten Warnsignale gelten sie als neutrale Personen, da sie keinerlei Verbindung zum Gleisbau hatten. Bei den verschiedenen Versuchen wurden immer wieder andere Personen eingesetzt, um eine Gewöhnung (vorgefasste Meinung) auszuschließen.

Es standen zwei verschiedene Störgeräusche zur Verfügung: ein kontinuierliches (Sieben von Schotter) und ein diskontinuierliches (Schütten von Schotter), bei dem etwa alle 6 s eine ca. 3 s lange Schüttung auftrat.

Das Autoprowa-Signal ist durch ein zeitlich konstantes Spektrum und eine deutliche Rauigkeit gekennzeichnet, während das Minimal-Signal periodisch alle 250 ms eine zusätzliche spektrale Komponente enthält und somit auch im Pegel variiert.

Die Qualität (Linearität) der gesamten Übertragungsanlage im Versuchsraum wurde mit Hilfe von Spektrumformer (Equalizer) linearisiert und regelmäßig überwacht.

Die beiden Arbeitsgeräusche wurden vom Prüfbereich „Lärm und Vibration“ der BG BAU bei Arbeitsplatzmessungen ermittelt und als wav-Dateien bereitgestellt. Die Dateien wurden im Schallschluckraum abgespielt und mit einem Referenzmikrofon am Platz der Versuchsperson kontrolliert. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen den Vergleich der Spektren der BG BAU und des IFA. Die Übereinstimmung zwischen Arbeitsplatz- und Labormessung ist sehr gut.

Die Warnsignale wurden als wav-Dateien direkt von den Herstellerfirmen Zöllner und Schweizer geliefert. Die Abbildung 4 zeigt

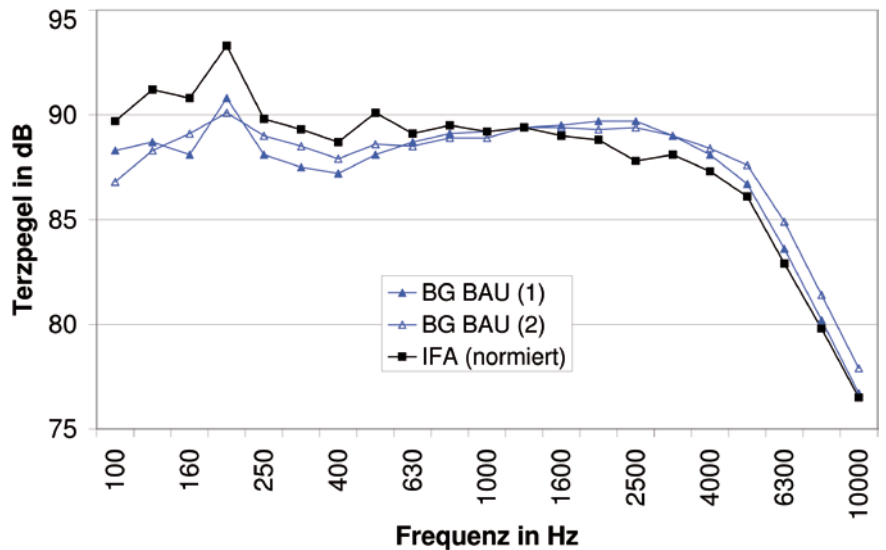


Abbildung 2: Vergleich der Spektren zwischen den Messungen der BG BAU und des IFA (Schottersieben)

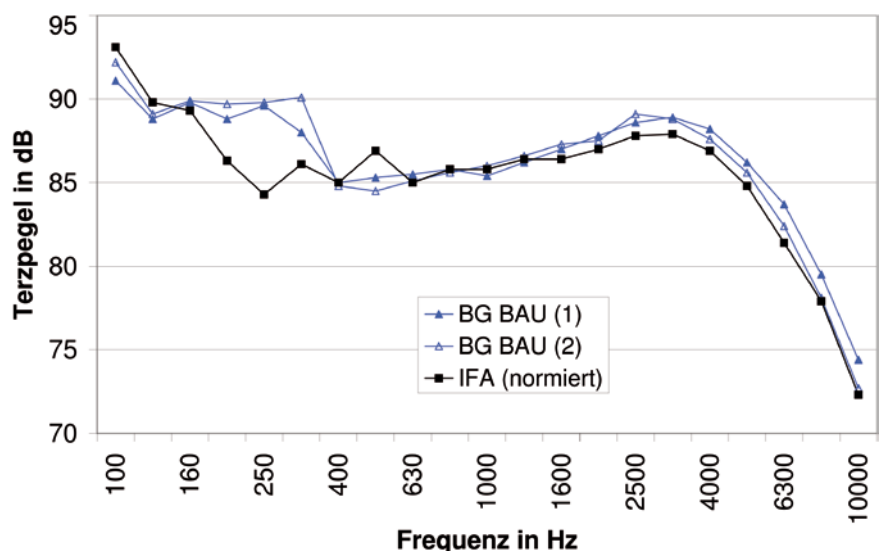


Abbildung 3: Vergleich der Spektren zwischen den Messungen der BG BAU und des IFA (Schotterschütten)

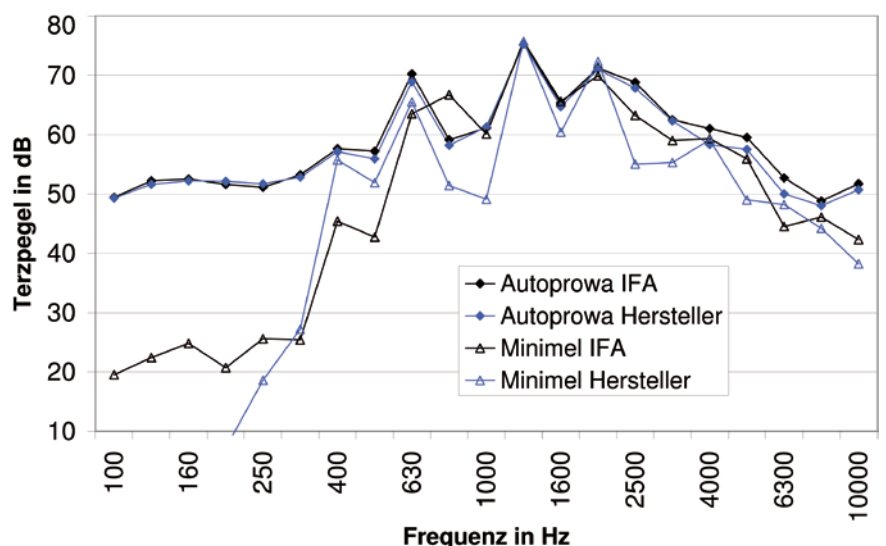


Abbildung 4: Vergleich der Warnsignalspektren der Hersteller und Messung im IFA

Störgeräusch	Richtung	VPn	MW _{MHS} /dB(A) Minimel	SD/dB(A) Minimel	MW _{MHS} /dB(A) Autoprowa	SD/dB(A) Autoprowa
kontinuierlich	0°	21	72,2	2,2	72,6	2,2
diskontinuierlich	0°	9	64,7	2,9	64,2	2,5
kontinuierlich	90°	10	70,9	3,8	71,1	1,5

Tabelle 1: Zusammenfassung der Endergebnisse für die verschiedenen Mithörschwellen

jeweils die Spektren der Herstellermessung und des IFA. Auch hier ist die Übereinstimmung gut. Bei einem Termin vor Ort im IFA beurteilten Vertreter beider Hersteller die Klangqualität im Schallschluckraum als sehr gut.

Bestimmung der Mithörschwelle

Im ersten Teil der Experimente wurde die Mithörschwelle (MHS) der beiden Warnsignale bei verschiedenen Arbeitsgeräuschen ermittelt unter der Annahme, dass sich die psychoakustischen Kriterien auch hier niederschlagen würden.

Unter der Mithörschwelle versteht man die Situation, bei der aus einem Störschall ein Warnsignal gerade noch „mitgehört“ wird. Die messtechnische Definition lautet: Mithörschwelle bzw. der Mithörschwellenpegel eines Warnsignals ist der Pegel, bei dem es bei einem gegebenen Störgeräuschpegel in 50 Prozent der Fälle wahrgenommen wird.

Untersucht wurden verschiedene Situationen, wobei das Warnsignal (Minimel oder Autoprowa), das Störgeräusch (kontinuierlich oder diskontinuierlich) und die Signaleinfallrichtung (von vorn oder unter 90° von der rechten Seite) variiert wurden.

Bei jeweils konstant gehaltenem Störschall wurden die Warnsignale in verschiedenen „Lautstärke“-Stufen von nicht hörbar bis sicher hörbar angeboten. Pro Versuchsdurchgang wurde jedes 3 s lange Signal mit sechs Pegelstufen insgesamt 60mal im Störschall in unregelmäßiger Reihenfolge dargeboten. Jedes gehörte Signal musste über eine Probandentaste bestätigt werden.

Die Versuchspersonen führten immer zwei Versuchsteile zur Bestimmung der Mithörschwelle mit einer Dauer von ca. 8 min direkt hintereinander durch, wobei nur das Warnsignal gewechselt wurde.

Abbildung 5 zeigt einen typischen Datensatz einer Mithörschwellenmessung. Der Anteil gehörter Signale liegt bei kleinen Signalpegeln bei 0 und wächst auf 100 Prozent für die höchsten getesteten Pegel an. Jede Pegelstufe wurde dabei zehnmal angeboten.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels zweier statistischer Verfahren, die praktisch zur gleichen Aussage führten. Zielgröße ist der Signalpegel, bei dem 50 Prozent der angebotenen Signale gehört werden. Die Ergebnisse wurden für die unterschiedlichen Kombinationen Störgeräusch-Warnsignal miteinander verglichen und sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Dabei zeigten sich jeweils nur sehr kleine Unterschiede bei Mittelwert (MW_{MHS}) und Unsicherheit (SD) der Stichproben.

Damit war keine Entscheidung zugunsten eines Signals möglich, zumal sich unter Berücksichtigung der jeweiligen Unsicherheit SD die Mittelwerte der Mithörschwellen MHS praktisch gleich sind. Dies gilt sowohl für die verschiedenen Störgeräusche als auch für die unterschiedlichen Einfallrichtungen des Warnsignals.

Paarvergleich (überschwellige Messungen)

Im zweiten Teil der Untersuchungen wurde ein überschwelliges Verfahren eingeführt, welches den im Gleisbau vorliegenden Verhältnissen eher gerecht wird. Dort ist mittels Hörprobe immer zu überprüfen, ob das Warnsignal hörbar ist (überschwellig).

Vergleich Nummer	Warnsignal A	SN/dB(A)	Prozent Minimel bevorzugt
1	Autoprowa	3	100,00
2	Minimel	-5	95,83
3	Autoprowa	-10	88,89
4	Minimel	-3	100,00
5	Minimel	5	87,50
6	Autoprowa	-8	83,33
7	Autoprowa	0	91,67
8	Autoprowa	-5	91,67
9	Minimel	3	95,83
10	Minimel	-8	100,00
11	Autoprowa	5	100,00
12	Autoprowa	-3	91,67
13	Minimel	-10	88,89
14	Minimel	0	100,00
Gesamt Prozent Minimel bevorzugt			93,95

Tabelle 2: Rohdaten der Paarvergleiche ohne Gehörschutz mit 24 Versuchspersonen (306 Urteile)

Eine Aussage über die Qualität des Gehörten liegt dabei nicht vor.

Hörversuche ohne Gehörschutz

Bei diesem Versuchsansatz wurden die Warnsignale bei unterschiedlichen, aber jeweils gleich hohen Pegeln nacheinander paarweise angeboten, einmal Minimel und einmal Autoprowa. Die zu entscheidende und in einem Antwortbogen zu dokumentierende Frage war: Welches der beiden Signale haben Sie besser/leichter wahrgenommen?

Um Gewöhnungseffekte zu vermeiden, wurde jede Pegelstufe zweimal, mit unterschiedlicher Reihenfolge der Warnsignale, präsentiert. Geprüft wurde nur mit dem kontinuierlichen Störgeräusch. Als Warnsignalpegel wurden folgende Werte SN (Abstand Warnsignal S zu Störschall N) relativ zum kontinuierlichen Störgeräusch ($L_{Aeq} = 85 \text{ dB}$) gewählt: SN = -10, -8, -5, -3, 0, 3 und 5 dB(A). Dabei bedeutet zum Beispiel SN = -10 dB(A), dass das Warnsignal 10 dB(A) unter dem Störschall lag.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind eindeutig, Tabelle 2 zeigt die Rohdaten, wie sie sich aus den ausgefüllten Fragebögen ergeben haben. Dabei bedeutet „Warnsignal A“ das Signal, das als erstes dargeboten wurde. Die letzte Spalte enthält für jeden Vergleich den Anteil der Urteile, die sich zugunsten des Minimel-Signals der Fa. Schweizer ausgesprochen haben. Fasst man jeweils die beiden Vergleiche mit demselben SN-Wert zusammen, ergeben sich Tabelle 3 und Abbildung 6. Dieser Schritt ist möglich, da keine Abhängigkeit der Urteile von der Reihenfolge der Signale erkennbar ist.

Aus beiden Tabellen ist ersichtlich, dass das Minimel-Signal der Fa. Schweizer durchgehend bei allen Pegeln von über 80 Prozent der insgesamt 24 Probanden (306 Urteile) bevorzugt wird. Im Mittel ergibt sich über alle angebotenen Signalpaare (d.h. alle SN-Werte und Signalreihenfolgen) eine Präferenz von knapp 94 Prozent. Wegen dieser sehr eindeutigen Aussage für eines der beiden Warnsignale ist die Anzahl der Probanden als ausreichend anzusehen.

Hörversuche mit Gehörschutz

Da an Gleisbaustellen wegen der hohen gesundheitsgefährdenden Lärmbelastung

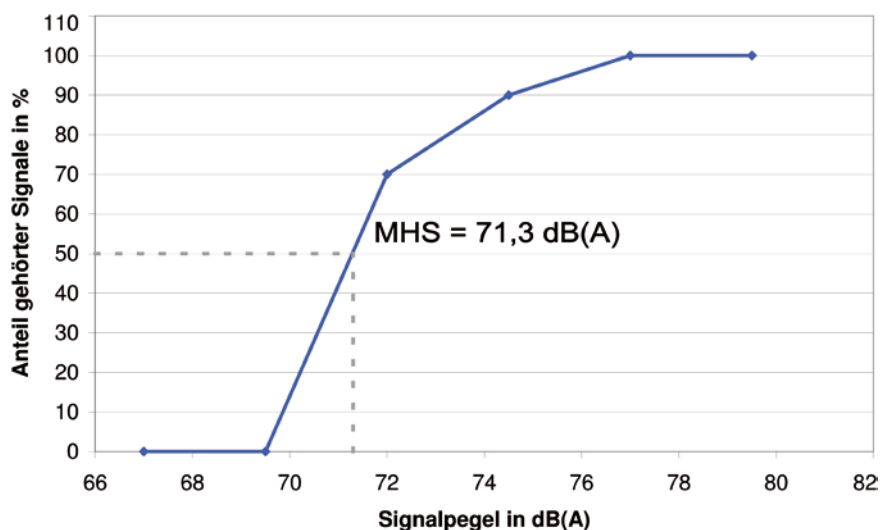


Abbildung 5: Beispiel einer Mithörschwelle-(MHS)-Messung

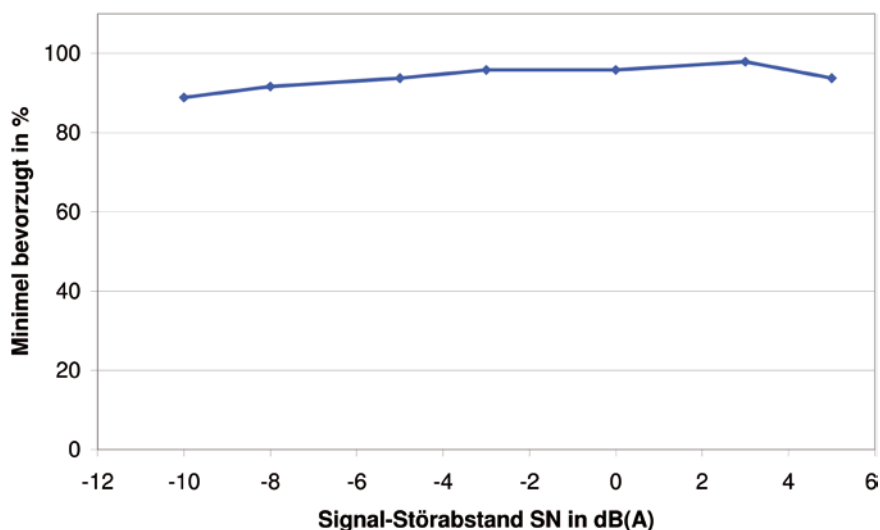


Abbildung 6: Ergebnis des Paarvergleichs mit 306 Urteilen (ohne Gehörschutz)

vielfach Gehörschutz getragen werden muss, wurde zusätzlich mit acht Probanden (112 Urteile) gemessen, die vorher noch nicht an der Studie teilgenommen hatten. Dazu wurden die Pegel der Geräusche (Störgeräusch und Warnsignale) um 10 dB auf 95 dB(A) angehoben.

Zum Einsatz kam ein Kapselgehörschutz der Firma Sperian Protection (Bilsom Leightning L3s), der laut IFA-Positivliste für den Gleisbau geeignet ist (Kennzeichen S). Die Versuchspersonen wurden angehalten, den Gehörschutz sehr sorgfältig aufzusetzen, um vergleichbare Dämmwerte wie in der Baumusterprüfung dieses Produkts zu erreichen und somit die gute Signalhörbarkeit zu gewährleisten. Bei der Messung bestätigte sich insgesamt das vorherige Ergebnis zugunsten des Minimel-Signals (Tabelle 4

SN/dB(A)	Prozent-Satz
-10	88,89
-8	91,65
-5	93,75
-3	95,84
0	95,84
3	97,92
5	93,75
Mittelwert	93,95

Tabelle 3: Zusammenfassung der Ergebnisse aus Tabelle 2 nach dem SN-Wert (Minimel bevorzugt)

SN/dB(A)	Prozent-Satz
-10	93,75
-8	81,25
-5	93,75
-3	93,75
0	93,75
3	87,50
5	100,00
Mittelwert	91,96

Tabelle 4:
Zusammenfassung der Ergebnisse des
Paarvergleichs mit Gehörschutz
nach dem SN-Wert (Minimel bevorzugt)

und Abbildung 7) mit jeweils mindestens 75 Prozent Zustimmung bei allen Pegelstufen und knapp 92 Prozent im Mittel über alle angebotenen Signalpaare.

Ergebnis der Untersuchungen

Die experimentellen Untersuchungen mit neutralen Versuchspersonen haben zu einem eindeutigen Ergebnis geführt. Dabei erwies sich der überschwellige Paarvergleich im Gegensatz zur Mithörschwellenmessung als geeigneter Versuchsansatz. Es konnte bei diesem der Praxis nahe kommenden Versuch gezeigt werden, dass das Minimel-Signal der Fa. Schweizer im direkten Vergleich mit dem Autoprowa-Signal der Fa. Zöllner als das geeignetere Warnsignal auf Gleisbaustellen anzusehen ist.

Dieses Ergebnis hat keine Auswirkung auf die Technik der Schallübertragungssysteme der beiden Hersteller. Das ergibt sich aus der elektronischen Speicherung der Warnsignalcharakteristik sowie der praktizierten wechselseitigen Anwendung beider Warnsignale auf mit automatischen Warnsystemen ausgerüsteten Gleisbaumaschinen.

Aufgrund dieses Sachverhalts empfehlen die Unfallversicherungsträger EUK und BG BAU der DB Netz AG, das Minimel-Signal der Fa. Schweizer als einheitliches Warnsignal für Arbeiten im Gleisbereich für automatische Warnsysteme, elektronische Einzelwarnsignalgeber sowie alle neuen Systeme einzuführen.

Dieses einheitliche Warnsignal soll „bi-sound-Signal“ genannt werden. Konkret

bedeutet das, dass bis zu einem bestimmten Zeitpunkt (diskutiert wird der Jahreswechsel 2013/2014) die bewährten Autoprowa-Warnsysteme umzurüsten sind, was technisch problemlos möglich ist.

Es wäre weiter sinnvoll, zu diesem Zeitpunkt auch den jahrzehntelangen Einsatz des CO₂-Tyfons wegen seines anderen Klangbildes und der nicht unerheblichen gehörgefährdenden Schallpegel bei der DB Netz AG zu beenden. Es wird damit gesichert, dass nur noch ein einheitliches Warnsignal im Gleisbau verwendet wird.

Außerdem wird empfohlen, dieses Warnsignal den zuständigen europäischen Normungsgremien zur Standardisierung vorzuschlagen. ■

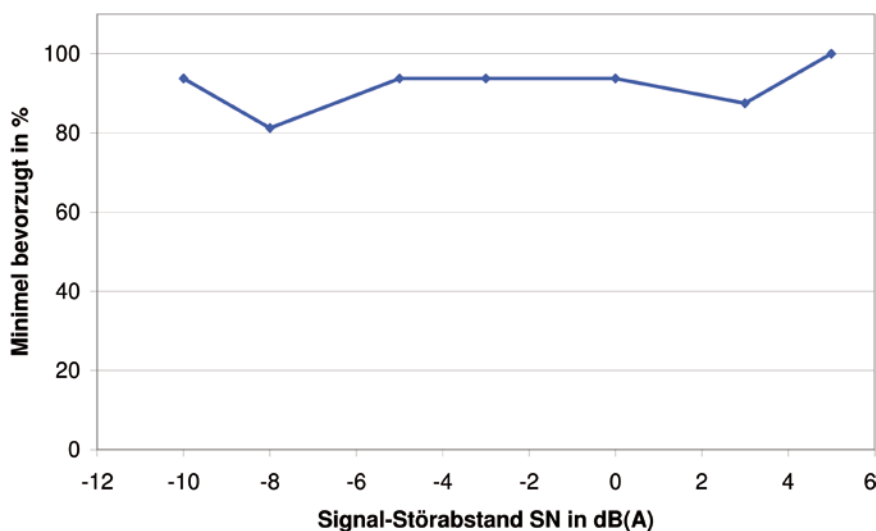


Abbildung 7: Ergebnis des Paarvergleichs mit 112 Urteilen (mit Gehörschutz)

