

# BahnPraxis

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



8 · 2007

Schwerpunkt: **Maschinenwarnung**

**EUK** **DB**

**Liebe Leserinnen und liebe Leser,**

im Zusammenhang mit dem Arbeiten im Gleisbereich lässt das Regelwerk eine akustische Warnung als hinweisende, das Verhalten beeinflussende Maßnahme zu, wenn organisatorische Maßnahmen, z.B. eine Gleissperrung, oder eine technische Maßnahmen, z.B. eine Feste Absperrung, nicht ausreichend, nicht möglich oder nicht gerechtfertigt sind.

In der Ausgabe 7/8 2006 der Zeitschrift BahnPraxis haben wir über die akustischen Grundlagen für die Anordnung Automatischer Warnsysteme (AWS) berichtet, denn bei der akustischen Warnung stehen der Störlärmpegel, also die Maschinenlautstärke, der Warnsignalpegel und deren Abstand zum Beschäftigten in einem engen Zusammenhang.

Um das Warnsignal „aufnehmen“ zu können, muss es am Ohr des Beschäftigten deutlich „lauter“ als der Störlärm ankommen. Dargestellt und erläutert sind die akustischen Zusammenhänge im Anhang 2 der Richtlinie 479.0001 der DB Netz AG über die Einsatzrichtlinien für AWS. Wir haben in der BahnPraxis, Ausgabe 4/2007, auch hierzu ausführlich berichtet.

Bestimmend für das „Warnsignalhören“ und damit für die Konfiguration einer akustischen Warnanlage ist der maximale Störlärmpegel. Dieser geht in der Regel von Gleisbaumaschinen aus, die Gleisschotter bewegen, wie Planumsverbesserungsmaschinen (PVM), Bettungsreinigungsmaschinen und Umbauzüge.

Sinnvoll, wirtschaftlich und zielführend ist es, wenn diese schallintensiven Maschinen mit einem maschineneigenen Warnsystem ausgerüstet sind, so dass feldseitige AWS für die i.d.R. geringeren Schallpegel der vor- und nachlaufenden Arbeiten projiziert werden können.

Diese Erkenntnis hat sich bei den Beteiligten, das sind die Hersteller von AWS, die Hersteller und die Betreiber von Gleisbaumaschinen, die Bahnbetreiber, die Sicherungsunternehmen sowie die Unfallversicherungsträger durchgesetzt.

Deshalb entschieden Ende 2006 zwei Betreiber von PVM, ihre Maschinen mit einer maschineneigenen Warnanlage für eine Betriebserprobung auszurüsten. Diese Betriebserprobungen haben zum Ziel, die Maschinenwarnung als Anforderung an Großbaumaschinen einzuführen.

Entscheidend für die Akzeptanz der Maschinenwarnung ist, dass die Komponenten beider AWS-Hersteller, also die der Firmen Schweizer und Zöllner verwendet werden können und miteinander kompatibel sind. Es muss also möglich sein, dass eine mit Komponenten der Fa. Zöllner ausgerüstete Gleisbaumaschine in eine Baustelle einfahren und das Signal eines feldseits aufgestellten AWS der Fa. Schweizer „verarbeitet“ und umgekehrt.

Beide AWS-Hersteller sind dazu in der Lage bzw. arbeiten an Lösungen. Als erste Maschine wurde die PVM RPMW 2002-2 der Fa. Wiebe mit Komponenten der Fa. Zöllner ausgerüstet, die wir in dieser Ausgabe vorstellen.

Über den weiteren Fortgang, z.B. über die Ausrüstung von Gleisbaumaschinen mit Komponenten der Fa. Schweizer, werden wir in Folgebeiträgen berichten.

**Ihr „BahnPraxis“ Redaktionsteam**

**THEMEN DES MONATS**

**Ausrüstung gleisgebundener Baumaschinen mit automatischen Warnsystemen**

Die Ausrüstung schallintensiver Gleisbaumaschinen mit maschineneigenen Warnsystemen stellt sicher, dass die Beschäftigten das akustische Warnsignal im Bereich der Maschine sicher wahrnehmen können. Der Artikel stellt die akustischen Anforderungen dar.

Seite 3

**Maschinenwarnanlage auf der RPMW 2002-2 des Gleisbauunternehmens Wiebe**

Als erste gleisgebundene Baumaschine wurde eine Planumsverbesserungsmaschine der Fa. Wiebe Gleisbaumaschinen GmbH mit einem maschineneigenen Warnsystem ausgerüstet. Der Artikel beschreibt die technischen Zusammenhänge.

Seite 12

Unser Titelbild:  
Planumsverbesserungsmaschine RPMW 2002-2  
der Fa. Wiebe, Gleisbaumaschinen GmbH,  
bei Meckesheim  
Foto: privat

**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, Bernd Röpke (Redakteure).

**Anschrift**

Redaktion „BahnPraxis“, DB Netz AG, LNPE-MI, Pfarrer-Perabo-Platz 4, 60326 Frankfurt am Main, Fax (0 69) 2 65-2 00 01, E-Mail: info408@bahn.de.

**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 € 15,60, zuzüglich Versandkosten.

**Verlag**

Bahn Fachverlag GmbH,  
Postfach 23 30, 55013 Mainz.  
Telefon (0 61 31) 28 37-0, Telefax (0 61 31) 28 37 37,  
ARCOR (9 59) 15 58.  
E-Mail: mail@bahn-fachverlag.de  
Geschäftsführer: Dipl.-Kfm. Sebastian Hühthig

**Druck**

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

# Ausrüstung gleisgebundener Baumaschinen mit automatischen Warnsystemen

**Dr.-Ing. Uwe Sauer, Berlin,**

**Dipl.-Ing. Klaus Adler und Dr.-Ing. Knut Dumke, beide EUK Frankfurt am Main,**

**Dr.-Ing. Andreas Pardey, BG BAU Hannover**

*Beim Einsatz großer gleisgebundener Baumaschinen wie Bettungsreinigungsmaschinen, Planumsverbesserungsmaschinen und Gleisumbauzügen besteht für die Bedienungsmannschaft ein hohes Gefahrenpotential durch die auf dem benachbarten Betriebsgleis verkehrenden Fahrten. Bei mehreren tödlichen Unfällen der letzten Jahre wurden vermutlich die akustischen Signale zur Warnung vor diesen Fahrten bei Arbeiten im Mittelkern zwischen Arbeitsgleis und Betriebsgleis nicht wahrgenommen. Deutsche Bahn, Gleisbauunternehmen, Sicherungsunternehmen, Warnsystemhersteller und die Unfallversicherungsträger EUK und BG BAU haben gemeinsam ein Konzept zur Ausrüstung gleisgebundener Baumaschinen mit funkangesteuerten automatischen Warnsystemen entwickelt, das die Hörbarkeit der akustischen Warnsignale gewährleistet und gleichzeitig die Schallemissionen der Baustelle und den wirtschaftlichen Aufwand für die Sicherung minimiert. Die GBM Wiebe Gleisbaumaschinen GmbH und der Warnsystemhersteller Zöllner haben dieses Konzept für eine Planumsverbesserungsmaschine als Pilotmaschine in die Tat umgesetzt.*

## Gefährdungs- beurteilung

Bei kontinuierlich arbeitenden großen gleisgebundenen Maschinen wie Bettungsreinigungsmaschinen (RM), Planumsverbesserungsmaschinen (PVM) und Gleisumbauzügen (UZ) erreichen die Kernmaschinen Längen von ca. 100 bis 200 m. Dabei sind die zugehörigen Materialwagen (Materialförder- und Silowagen für Schotter bzw. Schwellentransportwagen) noch nicht berücksichtigt. Obwohl die Maschinenbetreiber die Arbeitsplätze für mitgehende Bediener soweit wie möglich auf der Feldseite des Arbeitsgleises verwenden – die außen angeordneten Bedienpulte sind beidseits der Maschine vorhanden – befinden sich verteilt auf der gesamten Länge der Maschine auch Arbeitsplätze auf der Betriebsgleisseite, die im regulären Betrieb für Steuerungstätigkeiten, bei Messungen (Bezug zum benachbarten Gleis), Beobachtungsaufgaben (z.B. an der Räumkette oder beim Umbauzug an Schienenführungseinrichtungen) oder zur Störungsbeseitigung (z.B. Blockade an der Räumkette) besetzt sein müssen. Abbildung 1 zeigt solche Arbeitsplätze an einer Planumsverbesserungsmaschine, Abbildung 2 an einem Gleisumbauzug und Abbildung 3 an einer Bettungsreinigungsmaschine.

Abbildung 1:

Arbeitsplätze auf der Mittelkernseite einer Planumsverbesserungsmaschine.



Abbildung 2:

Arbeitsplatz auf der Mittelkernseite eines Gleisumbauzuges.





Abbildung 3:  
Störungsbeseitigung an einer Bettungsreinigungsmaschine.

Die hohe Gefährdung für die Mitarbeiter der o.g. Maschinenarten durch die Fahrten im Betriebsgleis ergibt sich aus folgenden Bedingungen:

- Bei einem üblichen Gleisabstand von 4 m reicht der Gefahrenbereich des benachbarten Gleises z.B. bei 70 km/h bis auf 1,9 m an die Achse des Arbeitsgleises heran (bei 90 km/h bis auf 1,8 m). Neben der gleisgebundenen Baumaschine (halbe Breite ca. 1,6 m) steht damit kein ausreichender Sicherheitsraum zur Verfügung. Beschäftigte außen an der Maschine befinden sich also im Gefahrenbereich des benachbarten Gleises und müssen diesen nach einer Warnungsräumen und z.B. auf die Feldseite des Betriebsgleises wechseln oder längs der Maschine im Mittelkern gehen, um einen Sicherheitsraum unterhalb des Maschinenrah-

mens oder auf der Maschine zu erreichen.

- Der kontinuierliche Arbeitsprozess der Maschinen und die dafür erforderliche Fahrbewegung werden aus verfahrenstechnischen Gründen im Regelfall bei einer Fahrt im benachbarten Gleis nicht unterbrochen. Die Mitarbeiter konzentrieren sich auch nach einer Warnung weiter auf ihre Arbeitsaufgabe, da die Maschine weiterarbeitet. Dadurch besteht die Gefahr, dass das Warnsignal für die Fahrt im benachbarten Gleis nicht aufgenommen wird.
- Während des Maschineneinsatzes ist der Aufenthalt von Bedienpersonal nicht auf feste Arbeitsplätze beschränkt, sondern kann auch betriebsgleisseitig längs der gesamten Maschine erforderlich sein.
- Durch die sehr hohen Störgeräuschpegel der Maschi-

nen – an Stellen, an denen Schotter maschinell bewegt wird, wurden bei den o.g. Maschinentypen Geräuschpegel von bis zu 105 dB(A) bei Arbeitsbetrieb gemessen (Abbildung 4) – werden die akustischen Warnsignale leicht überhört. Zudem werden häufig Kapselgehörschützer mit integrierter Sprechfunkverbindung zur Abstimmung über den Betriebszustand der Maschine getragen.

- Die optischen Signale (Erinnerungsanzeigen für den Warnzustand) der meist auf der Feldseite des benachbarten Betriebsgleises stehenden ortsfesten Warnanlage können bei Arbeiten im Mittelkern auch nachts leicht übersehen werden, da sie i.d.R. im Rücken des der hell beleuchteten Maschine zugewandten Personals abgegeben werden (Abbildung 5).

Wenn bei der Auswahl der Sicherungsmaßnahme durch die für den Bahnbetrieb zuständige Stelle festgestellt wird, dass die gemäß Arbeitsschutzgesetz [1] bzw. RIMINI-Verfahren (DB-Richtlinie 132.0118 [8]) höherwertigen Verfahren (Sperrung des benachbarten Gleises oder feste Abspernung im Mittelkern, vgl. [14]) nicht angewendet werden können oder sicherheitstechnisch nicht gerechtfertigt sind, muss mindestens sichergestellt sein, dass die akustischen Warnsignale für das Maschinenpersonal auch bei Arbeiten im Mittelkern unmittelbar neben den Lärmquellen mit hohen Maschinengeräuschpegeln sicher wahrnehmbar sind.

## Akustische Zusammenhänge

Die Hörbarkeit akustischer Warnsignale an den jeweiligen Arbeitsplätzen einer Gleisbaumaschine hängt im Wesentlichen von der Leistungsfähigkeit der Warnsignalgeber ab sowie in entscheidendem Maße von den hohen Arbeitsgeräuschen (Störschall), die die Warnsignale bis zur Unhörbarkeit verdecken (maskieren) können.

Gemäß DIN EN ISO 7731 [6] werden die Schalldruckpegel  $L_{S,1m}$  in  $r_1 = 1$  m Entfernung vor den Warnsignalgebern in der Hauptabstrahlachse gemessen. In Deutschland werden z. Zt. akustische Warnsignalgeber mit Signalpegeln  $L_{S,1m}$  von 106, 110, 116, 118 und 126 dB(A) eingesetzt. Warnsignalgeber der Fa. Zöllner strahlen die elektronische Variante des CO<sub>2</sub>-Tyfons ab. Die Fa. Schweizer hat einen elektronisch erzeugten Überlagerungs- / Wechselklang gewählt. Warnsignale setzen sich immer aus einer Grundfrequenz und Oberwellen zusammen, um die Wahrnehmbarkeit zu verbessern.

Der Schalldruckpegel, abgestrahlt von einer Schallquelle, nimmt mit der Entfernung  $r$  von ihr ab [13]. Bei freier Schallausbreitung fällt der Schalldruckpegel bei Abstandsverdupplung jeweils um 6 dB(A) gemäß der Beziehung  $L_2 = L_1 - 20 \log(r_2/r_1)$  ab. Für die genannten Warnsignalgeberpegel ist die Abnahme des Schalldruckpegels  $L_S$  bei ungestörter Schallausbreitung (Ebene, Dammlage) über der

Abbildung 4:  
Links: Verteilung des Geräuschpegels entlang einer arbeitenden Planumverbesserungsmaschine (Nahbereichspegel 2,5 m neben der Arbeitsgleisachse bzw. ca. 1 m neben der Maschine),  
rechts: Geräuschmessung im Arbeitseinsatz [18].

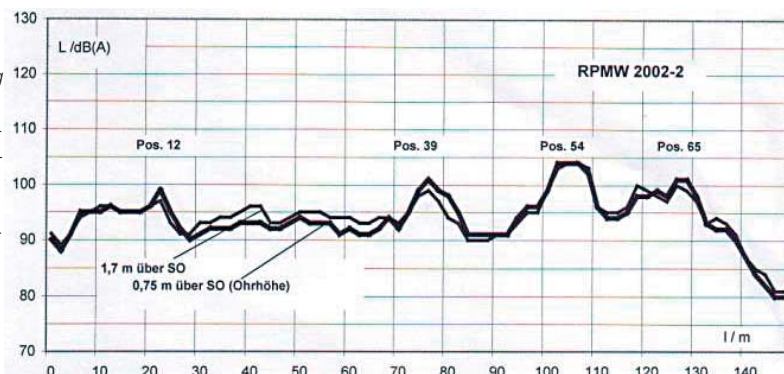




Abbildung 5:

Die optischen Erinnerungsanzeigen der Warnanlage befinden sich im Rücken des der hell beleuchteten Maschine zugewandten Personals.

Entfernung in Abbildung 6 dargestellt. Bei Hanglagen, Einschnitten, Schluchten, Tunneln u.a. wird der Schall vielfach reflektiert und überlagert. Meteorologische Einflüsse wie Schnee, Regen, Wind bzw. thermische Strömungen können das „freie“ Schallfeld in erheblichem Maße verzerren. Das gilt für den Warnschall ebenso wie für die Arbeitsgeräusche der Maschinen.

Die das Warnsignal hören beeinträchtigenden Arbeitsgeräusche von Gleisbaumaschinen resultieren aus der Schotterbewegung mittels Räumketten, Sieben, Förderbändern sowie aus Schlaggeräuschen, Kranfahrten (Portalkrane für Schwellentransport), Motoren- und Lüftergeräuschen. Man muss mit Schalldruckpegeln von  $L_N = 90 \dots 105 \text{ dB(A)}$  rechnen. Für die Wahrnehmbarkeit akustischer Warnsignale sind die Schalldruckpegel an den Ar-

beitsplätzen unmittelbar neben den Maschinen von Bedeutung (Nahbereichspegel 1 m neben der Maschine), die wesentlich höher sind als die z.B. auch in [11] angegebenen 10 m-Emissionspegel. Eine für RM, PVM, UZ typische ungleichmäßige Schallabstrahlung längs der Maschine zeigt Abbildung 4 beispielhaft.

Das Verdecken (Maskieren) des Warnsignals  $L_S$  durch den Störschall  $L_N$  der Maschinen ist in Abbildung 7 durch das „warnsignalverdeckende“ Störgeräusch symbolisiert. D.h. „leise“ Warnsignalgeber erfüllen ihren Einsatzzweck nur bedingt bzw. gar nicht.

Es muss gewährleistet sein, dass das Warnsignal zu jedem Zeitpunkt aus dem Störgeräusch herausgehört (mitgehört) werden kann. Bei aufmerksamem Hinhören (wie unter Versuchsbedingungen im

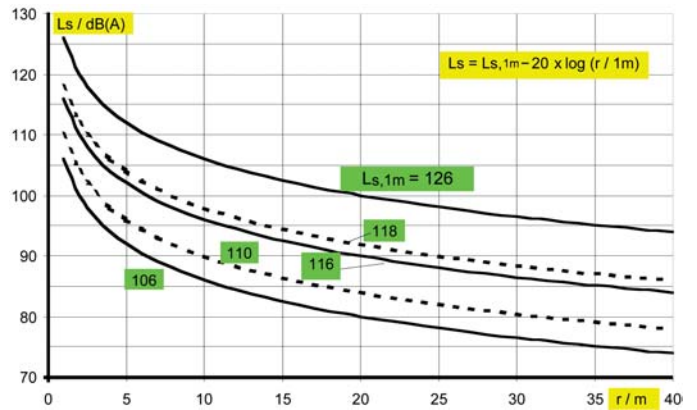


Abbildung 6:

Abnahme des Warnsignalschalldruckpegels  $L_S$  mit der Entfernung  $r$ .

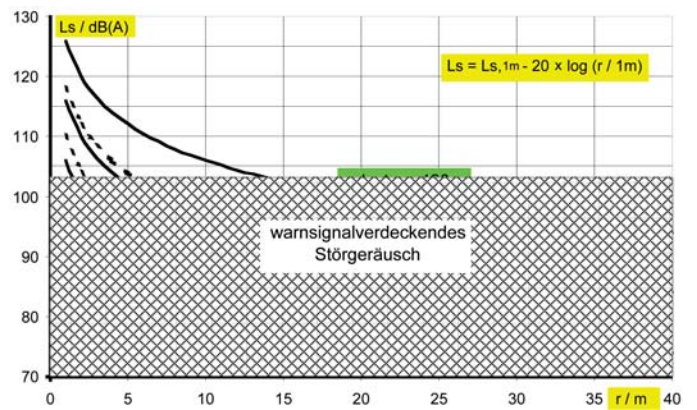


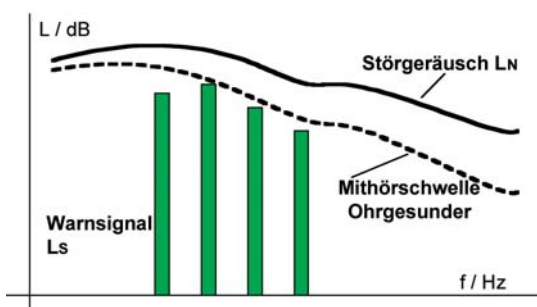
Abbildung 7:

Verdecken (maskieren) von Warnsignalen durch Maschinengeräusche.

Labor, aber auch bei der Hörprobe!) hört ein Normalhörender ein Warnsignal, wenn sein Schalldruckpegel (Mithörschwelle, Mithörpegel) noch kleiner als der des Störgeräusches ist. Die Mithörschwelle ist definiert als der Warnsignalschalldruckpegel, bei dem 50 % (!) der gesendeten Signale aus dem Störgeräusch herausgehört werden (Abbildung 8 links).

Unter arbeitsschutztechnischen Gesichtspunkten ist das völlig unzureichend. Der Warnsignalschalldruckpegel  $L_S$  muss so hoch sein, dass auch bei den ungünstigsten Arbeitsbedingungen (hoher Störlärm, volle Konzentration auf die Arbeit) praktisch alle Warnsignale wahrnehmbar sind. Das bedeutet, dass der Warnsignalschalldruckpegel  $L_S$  oberhalb des Störgeräuscheschalldruckpe-

**Hören ist möglich, aber nicht sicher!**



**Wahrnehmen ist erforderlich!**

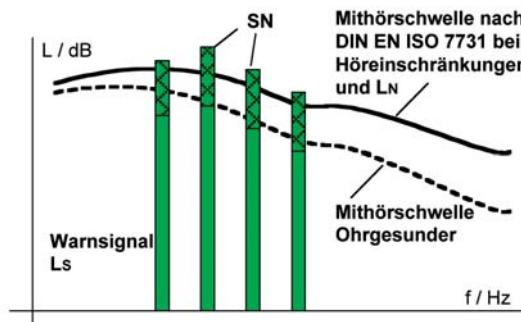


Abbildung 8: Störgeräusch  $L_N$  und Mithörschwelle Ohrgesund (links) und Mithörschwelle bei Höreinschränkungen und Signal-Störgeräusch-Abstand SN (rechts).

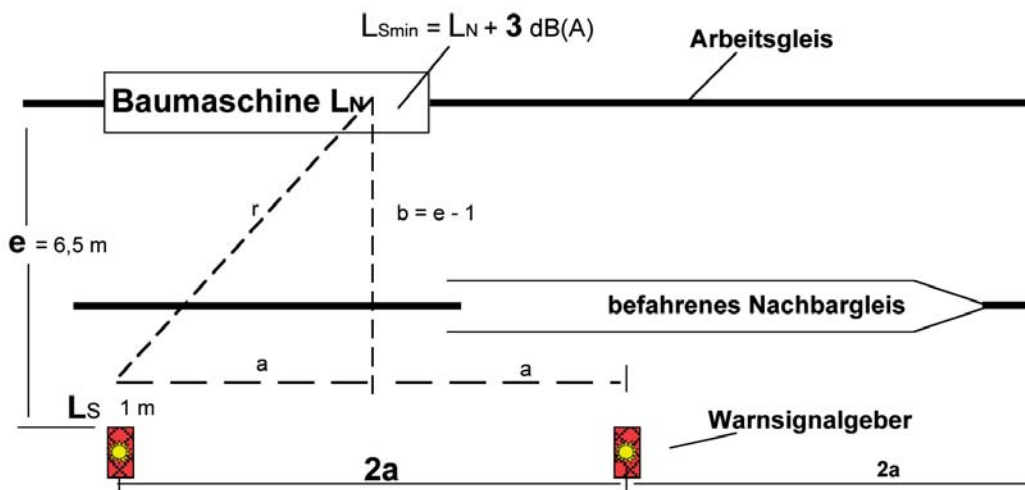


Abbildung 9: Übliche Anordnung einer Warngeberkette auf der Feldseite des Nachbargleises.

gels  $L_N$  liegen muss. Die Differenz zwischen Warnsignal-schalldruckpegel  $L_S$  und Störgeräuschschalldruckpegel  $L_N$  bezeichnet man als Signal-Störgeräusch-Abstand  $S_N$  (signal-noise-difference). Der mindestens erforderliche Warnsignal-pegel  $L_{Smin}$  muss sich am maximal auftretenden Störgeräusch orientieren, das oftmals nur kurzzeitig auftritt bzw. auf kurze Maschinenabschnitte beschränkt ist. Es ist falsch, die gewöhnlich längeren „ruhigen“ Zeiträume bzw. die geräuschmäßig niedrigeren Maschinenabschnitte als Maßstab zu wählen.

Die Ermittlung einer Mithörschwelle ist deutlich aufwendiger als das Messen eines Schall-druckpegels in dB(A). Deshalb orientiert man sich nach (wissenschaftlicher) Absicherung der Grundsätze praktischerwei-

se an dieser der Messung einfacher zugänglichen Größe.

Experimentelle Untersuchungen des ORE (Versuchsanstalt der UIC) an Gleisbaumaschinen unter aktiver Mitwirkung von DR und DB führten zu dem in [3, 4, 5] niedergelegten Ergebnis, dass am jeweiligen Arbeitsplatz der Warnsignal-Schall-druck-pegel um mindestens  $L_S = 3$  dB(A) größer als der Störgeräusch-pegel  $L_N$  sein muss, d.h.  $SN > 3$  dB(A). Das bedeutet z.B., dass bei einem Störschall von  $L_N = 100$  dB(A) am Ohr des Beschäftigten mindestens ein Warnsignal-pegel von  $L_S = 103$  dB(A) oder mehr zu gewährleisten ist.

In DIN EN ISO 7731 werden sogar 15 dB(A) empfohlen (bei Gleisbaumaschinen praktisch nicht mehr realisierbar!) bzw. eine Überschreitung der Mithörschwelle um 13 dB in einem

Frequenzbereich bei Terzanalyse. Die Terzanalyse ist ein Messverfahren, bei dem das Breitbandgeräusch mit Hilfe von Bandpassfiltern (Terzfilter = 1/3 Oktave) in seine Bestandteile zerlegt wird.

Abbildung 8 (links) zeigt symbolisiert die Terzanalyse eines Maschinengeräusches  $L_N$  und die für Normalhörende (Ohr-gesunde) niedriger liegende Mithörschwelle. Es gilt die anerkannte Lehrmeinung, dass ein Warnsignal dann gehört wird, wenn die Mithörschwelle um mindestens 10 dB überschritten wird.

Berechnet man die Mithörschwelle gemäß DIN EN ISO 7731, stellt man fest, dass sie gegenüber der für Normalhörende geltenden höher liegt (zu höheren Warnsignalpegeln hin verschoben) und praktisch mit der Terzanalyse übereinstimmt wie in Abbildung 8 (rechts) dargestellt. Ursache ist, dass diese Mithörschwelle auf Personen mit relevanten Hörschäden Rücksicht nimmt.

Wendet man diese Zusammenhänge auf das Problem Wahrnehmbarkeit der Warnsignale im Gleisbau an, kommt man zu folgendem Resultat:

- Bei Einhalten der Bedingung  $SN = 3$  dB(A) ergibt sich im Mittel für eine Anzahl realisierter bzw. in Empfehlungen definierter Warnsigna-

le, dass die Mithörschwelle (Terzbasis) nach DIN EN ISO 7731 um 9 dB(A) überschritten wird.

- Verwendet man die Mithörschwelle für Normalhörende (Personen ohne relevante Hörschäden), wird diese Mithörschwelle im Mittel um 13 dB(A) überschritten.

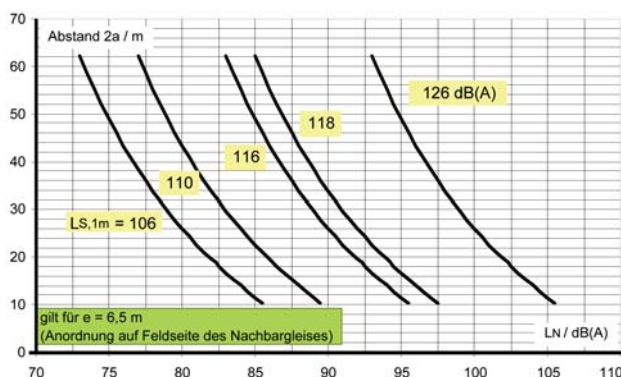
Da man aus verschiedenen Gründen (z.B. verkehrsmedizinische Tauglichkeits- und arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen) davon ausgehen kann, dass im Gleisbau Personen ohne relevante Hörverluste eingesetzt sind, ist die Einhaltung der Forderung  $SN > 3$  dB(A) berechtigt und ausreichend, wie auch in [9] gefordert.

Wendet man diese Ergebnisse (erforderlicher Warnsignal-pegel  $L_S$  mindestens 3 dB(A) größer als das warnsignalverdeckende Störgeräusch  $L_N$ ) auf gegebene Warnsignalgeber an, kann man für die typische Anordnung einer Warnsignalgeberkette auf der Feldseite des benachbarten Betriebsgleises gemäß Abbildung 9 errechnen, wie groß der Abstand  $2a$  benachbarter Warnsignalgeber maximal sein darf, um die o.g. Bedingung noch einzuhalten.

$$2a = 2 \cdot \sqrt{10^{0,1 \cdot (L_{S,1m} - (L_N + 3))} - (e - 1)^2}$$

**2a** = Abstand zwischen 2 benachbarten Warnsignalgebern  
 **$L_{S,1m}$**  = der in 1 m Entfernung gemessene Warnsignalschall-druck-pegel  
 **$L_N$**  = maximaler Nahgeräusch-pegel der Gleisbaumaschine (1 m neben der Maschine)  
**e** = Abstand der Warnsignal-geberkette von Mitte Arbeitsgleis (häufig 6,5 m)

Abbildung 10: Maximal zulässige Abstände  $2a$  zwischen benachbarten Warnsignalgebern bei Anordnung der Warnsignalgeberkette auf der Feldseite des Nachbargleises mit Abstand  $e = 6,5$  m bis Mitte Arbeitsgleis.



Diese Zusammenhänge lassen sich in Form eines Diagramms (Abbildung 10) darstellen, aus dem die maximalen Warnsignalgeberabstände abgelesen werden können. Beträgt z.B. das maximale Störgeräusch  $L_N = 103$  dB(A) beim Einsatz von Warnsignalgebern mit  $L_{S,1m} = 126$  dB(A), darf der maximale Warngeberabstand auf der Feldseite des Nachbargleises

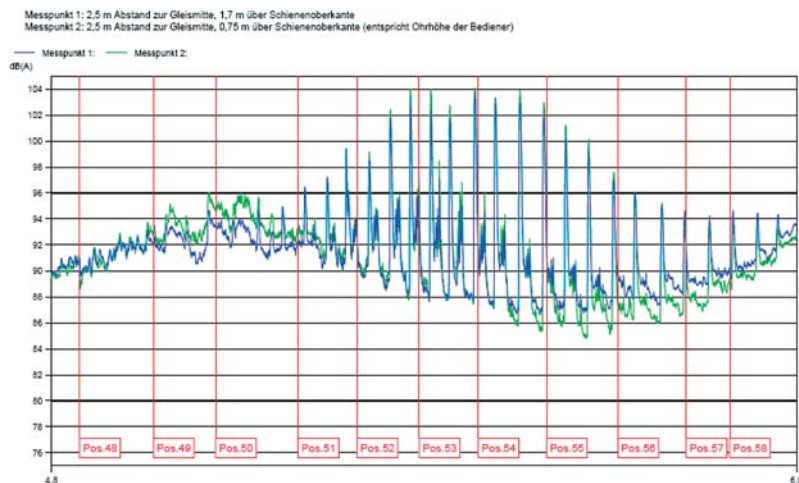


Abbildung 11: Planumsverbesserungsmaschine: Geräuschverteilung an der Einschotterung (links [18]) und Schotterauslass (rechts).

$2a = 17$  m nicht überschreiten. Andererseits lässt sich aus dem Diagramm ablesen, dass bei einem häufig angewendeten Abstand von  $2a = 30$  m die geforderte Warnwirkung nur bis zu Störschallpegeln bis  $L_N = 99$  dB(A) zu erreichen ist, wenn Warnsignalgeber mit  $L_{S,1m} = 126$  dB(A) eingesetzt werden.

Es zeigt sich weiter, dass bei Störgeräuschpegeln von 105 dB(A) und mehr so geringe Warnebergerabstände auftreten ( $2a < 10$  m), dass von einem alleinigen sinnvollen Einsatz feldseitiger Warnsignalgeberanordnungen nicht mehr gesprochen werden kann. Warnsignalgeber mit  $L_{S,1m} = 106$  dB(A), aber auch 110 ... 118 dB(A) sind unabhängig vom Abstand der Warnsignalgeber nicht in der Lage, für das Maschinenpersonal der RM, PVM, UZ in den lärmintensiven Maschinenbereichen deutlich hörbare Warnsignale zu erzeugen.

Die Lösung kann nur darin bestehen, zur Abdeckung der „wandernden Lärmspitzen“ Warnsignalgeber direkt auf den Maschinen in der Nähe von Arbeitsplätzen und Geräuschquellen anzuordnen (Maschinenwarnanlage). Diese lassen sich über Funk von der feldseits des Betriebsgleises aufgebauten ortsfesten Warnanlage ansteuern, die für der Maschine vorausseilende und nachlaufende Kolon-

nen ohnehin stets erforderlich ist.

## Anforderungen an Maschinenwarnanlagen

Die eingangs genannten Beteiligten haben die Anforderungen zur Maschinenwarnung seit Mitte 2006 gemeinsam entwickelt. Das Ergebnis soll ein Lastenheft sein, mit dem die Deutsche Bahn die technischen Anforderungen an maschineneigene Warnanlagen für die genannten Maschinentypen (RM, PVM, UZ) verbindlich vorschreibt. Bisher wurden folgende Vereinbarungen getroffen:

Zunächst soll die Maschinenwarnung für Bettungsreinigungsmaschinen, Planumsverbesserungsmaschinen und Gleisumbauzüge (insgesamt ca. 30 Maschinen in Deutschland) entwickelt und eingeführt werden, da diese Maschinen im Arbeitseinsatz sehr hohe Schallpegel produzieren und Bediener bei Arbeitsbetrieb verfahrensbedingt außen mit der Maschine auch auf der Betriebsgleisseite mitgehen müssen und dabei durch Fahrten auf dem benachbarten Betriebsgleis gefährdet werden (Abbildungen 1, 2, 3 und 5).

Die Maschinenwarnanlage soll auf der Kernmaschine fest angebracht werden und aus

beidseits der Maschine montierten akustischen Signalgebern sowie optischen Erinnerungsanzeigen bestehen. Es werden DB-zugelassene Warnsignalgeber eingesetzt, bei deren Montage auch die Fahrzeugumgrenzung zu berücksichtigen ist. Die Signalwahrnehmbarkeit im Bereich der während der Arbeiten zugeführten und abgesetzten Wagen (z.B. Materialförder- und Silowagen mit Förderbändern, Schwellentransportwagen mit Portalkranen) muss im Rahmen der akustischen Projektierung gemäß DB-Richtlinie 479.0001 [9] gesondert betrachtet werden.

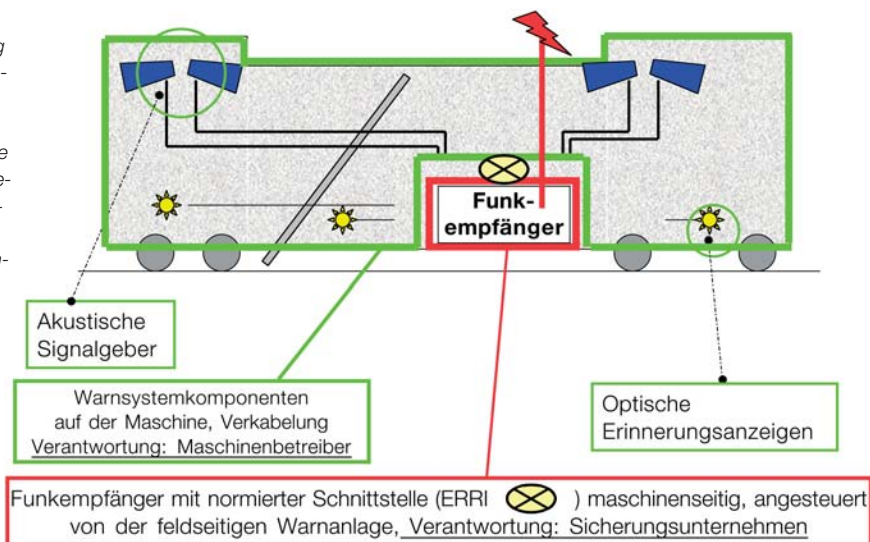
Es wird vorausgesetzt, dass auf der Feldseite des Betriebsgleises eine ortsfeste kollektive automatische Warnanlage ausreichender Warnleistung vorhanden ist, die zur Warnung während der Vor- und Nacharbeiten und aller bei RM, PVM, UZ anfallenden Zusammenhangsarbeiten außerhalb der Kernmaschine geeignet ist. Die zu installierenden maschineneigenen Warnanlagen sind ausschließlich zur Warnung der Maschinenbesatzung der RM, PVM, UZ vorgesehen und sollen deren Geräuschpegel über die gesamte Kernmaschinenlänge vollständig abdecken.

Anordnung und Ausrichtung der Warnsignalgeber auf der Maschine werden aufgrund von Störgeräuschmessungen im

Arbeitseinsatz so projiziert ([18], [19]), dass der Warnsignalpegel auf einem Pfad längs der gesamten Kernmaschine 2,5 m neben der Arbeitsgleisachse (d.h. ca. 1 m neben der Maschine) in Höhen von 0,8 m und 1,6 m über der Schienenoberkante des Arbeitsgleises den Maschinengeräuschpegel überall um mindestens 3 dB(A) übertrifft. Damit wird die Ohrhöhe der mitgehenden Maschinenbediener auch bei Aushub von Schotter oder Planumsmaterial berücksichtigt. Für die Messung wird das Maschinengeräusch beim Passieren der Mikrofonstandorte in Arbeitsfahrt aufgezeichnet (Abbildungen 4 und 11). Zur Projektierung der Maschinenwarnanlage ist jede der vorgesehenen Maschinen akustisch zu messen.

Die Signalhörbarkeit an der mit eigener Warnanlage ausgerüsteten Maschine wird durch eine akustische Messung im Arbeitseinsatz (Maschinengeräusch und Warnsignal) nachgewiesen. Die Warnsignale einer ortsfesten Warnanlage bleiben dabei unberücksichtigt. Anordnung, Ausrichtung und Schalldruckpegel der Warnsignalgeber sowie die Ergebnisse der akustischen Messung sind für jede Maschine einzeln zu dokumentieren und dienen dem Maschinenbetreiber als Nachweis der Signalwahrnehmbarkeit im Nahbereich der arbeitenden

Abbildung 12: Prinzipdarstellung einer Gleisbaumaschine mit fest aufgebauter Warnanlage sowie Verantwortungsgebiete (grün: Maschinenbetreiber, rot: Sicherungsunternehmen).



Maschine. Die Signale der optischen Erinnerungsanzeigen sollen außen an beiden Längsseiten der Maschine und von jedem Arbeitsplatz sowie an jedem Zugang, z.B. an den Ausgängen von Arbeits- und Fahrkabinen, an Bedienplätzen, an Aufstiegen und Überwachungsstellen bei Arbeitsbetrieb erkennbar sein.

Gemäß Arbeitsschutzgesetz [1] sind kollektiv wirkende technische Maßnahmen stets vorrangig vor individuell wirkenden Maßnahmen einzusetzen. Laut Urteil des BGH [2] muss den Arbeitskräften im Gleisbereich ein weitreichendes menschliches „Fehlverhalten“ zugestanden werden, ohne dass die zwingend notwendige Signalwahrnehmbarkeit in Frage gestellt wird. Warnkonzepte mit ausschließlich individuellen

Warngeräten (IWG) sind deshalb nicht zu akzeptieren. Ein kurzzeitiges Absetzen des IWG bei schwerer körperlicher Arbeit, aus Bequemlichkeit, Gedankenlosigkeit, wegen anderer persönlicher Schutzausrüstung, zum Führen eines persönlichen Gesprächs, beim Bedienen eines Sprechfunkgeräts oder ein unbemerkter Verlust des IWG dürfen nicht zur Einschränkung der Warnung führen. Gleichwohl kann geprüft werden, ob die kollektiven Signale der Maschinenwarnanlage zukünftig durch zusätzliche individuelle Warnsignale ergänzt werden sollten. Bei gleisgebundenen Großmaschinen müssten die erforderlichen Individualwarngeräte dazu in die für den Maschinenbetrieb notwendigen Sprechfunkeinrichtungen der außen mitgehenden Bediener integriert werden.

Die maschineneigene Warnanlage hat die Anforderungen der DB-Richtlinie 479.0001 [9] hinsichtlich der Ausfallsicherheit bei einer Störung zu erfüllen (fail-safe-Funktion), d.h. bei einer Störung nimmt die Maschinenwarnanlage selbsttätig einen sicheren Warnzustand an. Die Art (der Charakter) der akustischen Signale, d.h. Frequenzen, Zeitfolge und Dauer sowie der Signalauslösezeitpunkt von ortsfester und maschineneigener Warnanlage müssen auf einer Baustelle gemäß [9] übereinstimmen.

Dafür wird ein Funkempfänger auf der Maschine von der über Schienenkontakt ausgelösten, nächststehenden feldseitigen Warnanlage angesteuert. Zwischen dem Funkempfänger und der Maschinenwarnanlage liegt eine Schnittstelle (ERRI-Schnitt-

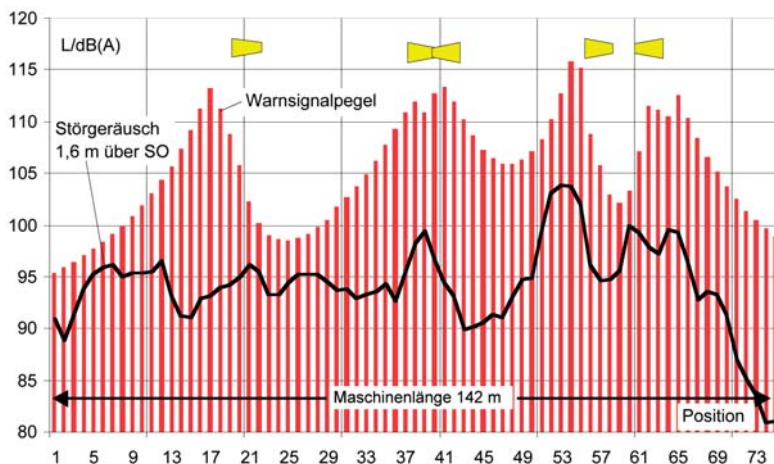
stelle [4,17]), über die Maschinenwarnanlagen sowohl des Herstellers Schweizer als auch des Herstellers Zöllner angesteuert werden können. An geeigneter Stelle ist eine Umschaltmöglichkeit für den Signalcharakter integriert. Für die maschineneigene Warnanlage wird bei Arbeitsbeginn der Signalcharakter des Warnsystems eingestellt, das ortsfest auf der Baustelle eingesetzt wird. An einer Arbeitsstelle werden somit von der feldseitigen Warnanlage und von der Maschinenwarnanlage für die Zugfahrt im benachbarten Gleis stets gleichzeitig gleichartige Signale abgegeben.

Die Maschinenwarnanlagen sollen auf den genannten Maschinentypen fest aufgebaut und über das Bordnetz elektrisch versorgt werden. Durch die einmalige Festinstallation können Anordnung und Ausrichtung der akustischen Signalgeber optimal an den Verlauf des Maschinenstörgeräusches angepasst werden, eine fehleranfällige und zeitaufwendige Aufrüstung der Warnanlage am Einsatzort der Maschine wird vermieden und die Kabelinstallation kann weitgehend geschützt in Kanälen erfolgen.

## Projektierung und Ausrüstung einer Pilotmaschine

Für eine Planumsverbesserungsmaschine der GBM Wiebe Gleisbaumaschinen GmbH wurde aufgrund der Arbeitsgeräuschmessungen (Nahbereichspegel) eine akustische Projektierung der Signalgeberanordnung unter Berücksichtigung der Schallausbreitungsregel, der Richtcharakteristik der Warnsignalgeber sowie der Montagehöhen über SO durchgeführt und die Warnanlage anschließend fest aufgebaut ([18], [19]). Abbildung 13 zeigt das Ergebnis der Projektierung, Abbildung 14 akustische Signalgeber, die vorerst symmetrisch auf beiden Maschinen-

Abbildung 13: Zu erwartende Warnsignalschalldruckpegel bei vorgegebenen Montageorten der Warnsignalgeber mit  $L_{S,1m} = 126 \text{ dB(A)}$  für eine 142 m lange Planumsverbesserungsmaschine.





seiten angeordnet wurden. Eine weitere akustische Messung zum Nachweis der Signalwahrnehmbarkeit im Arbeitsbetrieb und die abschließende Betriebsprüfung (Ansteuerung der Maschinenwarnanlage von der feldseitigen Warnanlage) werden durchgeführt.

## Koordinierung für den Einsatz

Eine Gleisbaumaschine mit maschineneigener Warnanlage bringt den für ihren Einsatz erforderlichen Warnsignalpegel stets auf die Baustelle mit. Die akustische Projektierung der Gesamtbaustelle wird dadurch wesentlich vereinfacht. Alle anderen Störgeräusche – z.B. von Materialtransportwagen (z.B. Materialförder- und Silowagen für Schotter), weiteren Maschinen (z.B. Zweiwegebaggern), Kleingeräten (z.B. Schienentrennschleifgeräten) – sind bei der akustischen Projektierung des feldseitigen, kollektiven Warnsystems für die Gesamtbaustelle zu berücksichtigen, das wegen der bei Bettungsreinigung und Gleisumbau notwendigen Vor- und Nacharbeiten immer erforderlich bleibt (DB-Richtlinie 479.0001, Anhang 2 [9]). Für Großmaschinen mit eigener Warnanlage entfällt das aufwendige, fehleranfällige und nicht fail-safe händische Umsetzen von zusätzlichen Starktonhörnern, da die Ma-

schinengeräusch-, „spitzen“ von der maschineneigenen Warnanlage abgedeckt werden. Die Hörbarkeit der Warnsignale ist damit technisch sicher gestellt und nicht mehr verhaltensabhängig.

Die Grenze der Verantwortlichkeit zwischen Baumaschinenbetreiber und Sicherungsunternehmen ist mit der ERRI – Schnittstelle am maschinenseitigen Ausgang des Funkempfängers klar definiert (Abbildung 12). Das Sicherungsunternehmen stellt den Funksender am ortsfesten Warnsystem bereit, setzt den Funkempfänger unmittelbar vor Arbeitsbeginn auf die Maschine und stellt den Warnsignaltyp der feldseitigen Warnanlage an der Maschinenwarnanlage ein. Die ortsfeste Warnanlage und der für die Maschine vorgesehene Funkempfänger können vor Eintreffen der Maschine auf Funktionsfähigkeit bzw. Warnsignalübergabe getestet werden, sodass die Maschinenwarnanlage bei Eintreffen der Maschine sofort betriebsbereit ist. Verzögerungen und Fehler durch eine Signalgeberaufrüstung vor Ort werden vermieden. Auch eine kurzfristige Umdisposition führt bei einer Maschine mit eigener Warnanlage nicht zu Planungsmehraufwand oder Zeitverzug bei Arbeitsbeginn.

Die Ausrüstung von Gleisbaumaschinen mit eigener Warn-

anlage muss bei der Ausschreibung von Bauleistung und Sicherungsleistung und bei der Sicherungsplanung berücksichtigt werden. Auf der Seite 1 des Sicherungsplans ([8]) ist vom Bauunternehmen anzugeben, ob die vorgesehenen Maschinen (RM, PVM, UZ) mit eigenen Warnanlagen ausgerüstet sind. Für diese Maschinen ist die Annäherungsstrecke bei mittig auf der Maschine angeordnetem Funkempfänger um die halbe Länge der Kernmaschine (z.B. 80 m) zu vergrößern, um den Wechsel des Funkempfängers in den Bereich des nächsten ortsfesten Warnsystems zu berücksichtigen.

Schon heute muss vom Gleisbauunternehmen auf Seite 1 des DB – Sicherungsplans bzw. als zusätzliche Angabe auch der Geräuschpegel der Maschinen ohne eigene Warnanlage angegeben werden, da dieser die Grundlage der akustischen Planung des automatischen Warnsystems durch das Sicherungsunternehmen ist [9]. Nur bei Angabe dieses Geräuschpegels kann das Sicherungsunternehmen entscheiden, ob es abhängig vom Warnsignalpegel des vorgesehenen ortsfesten automatischen Warnsystems zusätzliche Starktonhörner benötigt, die in die Warngeberkette integriert (Abbildung 5) oder funkangesteuert auf kleineren Maschinen einzusetzen sind.

Abbildung 14:  
Signalgeber (links) auf der  
Planungsverbesserungsmaschine  
RPMW 2002-2 der GBM  
Wiebe Gleisbaumaschinen GmbH  
(rechts).



Abbildung 15:  
Warnanlagen auf  
Gleisbaumaschinen.  
Links: im europäischen Ausland  
(Hersteller Schweizer),  
rechts: auf einem Umbauzug  
(Hersteller Zöllner).

Bei Arbeitsbeginn der Großmaschinen ist in jedem Fall eine Hör- und Sichtprobe durchzuführen, um die Signalwahrnehmbarkeit vor Ort zu überprüfen. Wegen der Gefahr der Gehörschädigung durch den Arbeitslärm der Maschine muss der Gehörschutz getragen werden, der für das Warnsignalhören im Gleisoberbau geeignet ist (Kennzeichnung „S“, vgl. GUV-R 194 [15]).

### Wirtschaftlichkeit und Emissionsschutz

Die Ausrüstung gleisgebundener Maschinen (RM, PVM, UZ) mit maschineneigenen automatischen Warnsystemen verringert den Sicherungsaufwand für den Einsatz dieser Maschinen erheblich, wie Abbildung 10 zeigt: Z.B. kann eine mit 30 m Warnsignalgeberabstand aufgestellte Kette von Signalgebern mit 126 dB(A) einen Maschinenstörgeräuschpegel von maximal 99 dB(A) abdecken. Dies dürfte auch für die Materialförder- und Silowagen einer Bettungsreinigungsmaschine bei laufenden Förderbändern ausreichen.

Sollte jedoch die Bettungsreinigungsmaschine selbst bei einem Maschinengeräusch von z.B. 105 dB(A) durch das ortsfeste Warnsystem auf der Feldseite des Betriebsgleises gesichert werden, müssten die 126

dB(A) – Warnsignalgeber gemäß Abb. 10 im Abstand von ca. 12 m untereinander aufgestellt werden. Über alle Einsätze der Reinigungsmaschine summiert erhalte man also mehr als die doppelte Anzahl von Warnsystem – Aufbauten, wenn diese Maschine nicht mit einer eigenen Warnanlage ausgerüstet wäre.

Auch bzgl. des Emissionsschutzes (Vermeiden des Beschallens Unbeteiligter) bringt die maschineneigene Warnanlage wesentliche Vorteile: der Warnsignalpegel wird nur zum erforderlichen Zeitpunkt, im erforderlichen Bereich und im erforderlichen Umfang ausgelöst. Die gesamte Lärmemission der Gleisbaustelle wird also soweit wie möglich eingeschränkt, wobei die unverzichtbar notwendige Signalwahrnehmbarkeit gewährleistet ist. Dies ist besonders für Nachtbaustellen von Bedeutung.

### Weitere Entwicklung der Maschinenwarnung

Maschineneigene Warnanlagen sind bereits in der DB – Richtlinie 479.0001 [9], in der DB – Nebenfahrzeugrichtlinie 931.0002 ([10] vgl. dort 6 (1): Einsatz der i.a. druckluftbetriebenen akustischen Signaleinrichtung als Rottenwarnanlage) sowie in prEN 14033-2 [7] genannt. Die Ausrüstung von

Gleisbaumaschinen mit automatischen Warnsystemen ist also nicht grundsätzlich neu (Abbildung 15) – von der hier dargestellten aktuellen Entwicklung wird jedoch erwartet, dass gleisgebundene Großmaschinen (RM, PVM, UZ) in Deutschland zukünftig generell eigene Warnsysteme haben werden, die die oben genannten Anforderungen erfüllen (technisch sichere Auslösung, Warnsignalcharakter entsprechend ortsfestem Warnsystem, sichere Hörbarkeit, fail-safe-Eigenschaft).

Eine noch erforderliche technische Entwicklung ist die automatische Umcodierung des maschineneigenen Warnsystems auf die jeweils nächstfolgende ortsfeste Warnanlage, damit die Warnsignale von beiden stets gleichzeitig abgestrahlt werden. Um die Einführung der Maschinenwarnung nicht zu verzögern, ist zunächst eine Umcodierung von Hand akzeptabel. Wenn Portalkrane von Umbauzügen Warnsignalgeber erhalten sollen, wären diese zwingend mit automatischer Umcodierung auszurüsten, da eine Handschaltung auf das jeweils nächste ortsfeste Warnsystem bei jeder Portalkranfahrt nicht möglich ist. Optimierungsbedarf besteht auch noch bei der Anordnung der optischen Erinnerungsanzeigen (prEN 14033-2). Eine Harmonisierung der optischen Erinnerungsanzeigen (Fa. Schweizer:

orange Drehleuchten, Fa. Zöllner: gelbe Blitzleuchten) wird im Zuge der europäischen Normung angestrebt [20].

Für die Ausrüstung gleisgebundener Maschinen mit automatischen Warnsystemen sind folgende Schritte erforderlich:

- Akustische Messung des Arbeitsgeräusches jeder einzelnen Maschine unter Berücksichtigung der verschiedenen möglichen Betriebsweisen – z.B. Betrieb mit oder ohne Brechanlage oder Schotterwaschanlage, verschiedene Aushubtiefen und Arbeitsgeschwindigkeiten – um die ungünstigste Geräuschverteilung zu ermitteln (außer der Pilotmaschine wurden weitere gleisgebundene Großmaschinen durch die Lärm-Messstelle der BG BAU akustisch gemessen; die Deutsche Bahn hat bereits Messungen an einem Gleisumbauzug und einer Bettungsreinigungsmaschine durchgeführt [16]).
- Projektierung der Warnsignalgeberanordnung.
- Aufbau der Warnsignalgeber und erneute akustische Messung zur Kontrolle der Signalwahrnehmbarkeit bei Arbeitsbetrieb und, falls erforderlich, Optimierung der Warnsignalgeberanordnung und -ausrichtung.
- Festlegung und Dokumentation der endgültigen Anordnung, Warnsignalpegel und Ausrichtung der Signalgeber (maschinenbezogener Plan) sowie Dokumentation der Messung zur Signalwahrnehmbarkeit für den Betreiber.
- Betriebserprobung zur Freigabe der Maschinenwarnanlage für den Einsatz auf Baustellen der DB.

## Zusammenfassung

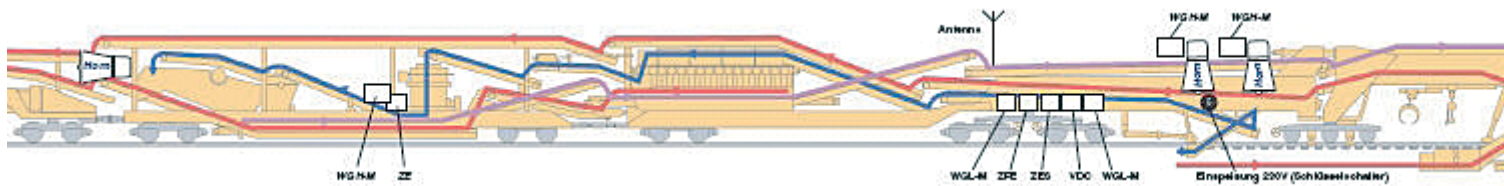
Die maschineneigene Warnanlage auf der Pilotmaschine des Gleisbauunternehmens Wiebe zeigt, dass die Ausrüstung großer gleisgebundener Bauma-

schinen mit funkangesteuerten automatischen Warnsystemen auf der Grundlage der von Deutscher Bahn, Gleisbauunternehmen, Sicherungsunternehmen, Warnsystemherstellern und Unfallversicherungsträgern gemeinsam entwickelten Anforderungen technisch umsetzbar ist und dass das Ziel, die Wahrnehmbarkeit und Einheitlichkeit akustischer Signale für die Bedienungsmannschaften von Bettungsreinigungsmaschinen, Planumsverbesserungsmaschinen und Gleisumbauzügen, erreicht werden kann. Damit sind für diese Maschinentypen die Voraussetzungen zur allgemeinen Einführung der Maschinenwarnung geschaffen. In Deutschland wären davon etwa 30 Maschinen des Bestandes sowie Neumaschinen betroffen. Bei Bedarf können die Warnsignale der Maschinenwarnanlagen an europaweit unterschiedliche Warnsignaltypen angepasst werden.

Durch die Maschinenwarnung wird die Warnsignalabgabe auf das unverzichtbare Mindestmaß sowie Ort und Zeitpunkt des Großmaschineneinsatzes begrenzt, da die Maschine den erforderlichen Warnsignalpegel stets „auf die Baustelle mitbringt“. Das aufwendige, fehleranfällige und nicht fail-safe händische Mitführen von ergänzenden Starktonhörnern zur Abdeckung der Geräuschspitzen ist dann nicht mehr notwendig. Gleichzeitig wird der Gesamtaufwand für die Sicherung der gleisgebundenen Großmaschinen minimiert, die akustische Projektierung deutlich vereinfacht und ein wesentlicher Beitrag zum Emissionsschutz geleistet. ■

## Literatur

- [1] Arbeitsschutzgesetz (8/1996)
- [2] Urteil des BGH: Az VI ZR 364/00 vom 8.1.2002 ([www.bundesgerichtshof.de](http://www.bundesgerichtshof.de))
- [3] UIC-Kodex 730-3 E (06/2002): Automatisches Warnsystem für im Gleis arbeitende Personen
- [4] European Rail Research Institute, ERRI A 158 / RP 3 Teil I (10/1996): Systeme zur individuellen (und kollektiven) Warnung von Personen im Gleisbereich
- [5] OREA 124: Automatische Warnung der Arbeitsrotten, RP 9 (1979)
- [6] DIN EN ISO 7731 (12/2005): Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale
- [7] prEN 14033-2:2005: Bahnanwendungen – Oberbau, Schiene gebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen – Teil 2: Anforderungen an den Arbeitseinsatz
- [8] Deutsche Bahn: Richtlinie 132.0118, Grundsätze der Gesundheitsförderung, des Arbeitsschutzes und der Unfallverhütung, Arbeiten im Gleisbereich (3/2003)
- [9] Deutsche Bahn: Richtlinie 479.0001 (01/2007): Einsatzrichtlinie für Automatische Warnsysteme, Anhang 2: Akustische Warnsignale
- [10] Deutsche Bahn: Richtlinie 931.0002, Nebenfahrzeuge – Bauart, Ausrüstung und Einstellbedingungen
- [11] DB AG, ZTQ 14: Schalltechnische Daten über Geräuschemissionen von Baumaschinen für den Oberbau, Akustik 11 (03/1995)
- [12] Bernard, Manfred / Satow, Sven: Aktualisierung der Einsatzrichtlinie für Automatische Warnsysteme (AWS), BahnPraxis 4/2007
- [13] Sauer, Uwe: Akustische Grundlagen für die Anordnung automatischer Warnsysteme (AWS), BahnPraxis 7/8/2006
- [14] Matthiesen, Ulrich: Weitere Einsatzmöglichkeiten für die feste Absperrung, TIEFBAU 7/2006, S. 376
- [15] GUV-Regel Einsatz von Gehörschützern, GUV-R 194
- [16] DB Systemtechnik TZF 12.1, Berichte zur Schallabstrahlung SUM 314 und RM 80 (7/2005) sowie Vorschlag für die Positionierung der Warngeräte auf SUM 314 und RM 80 (12/2005), unveröffentlicht
- [17] Altmann, Gerd, DB-Systemtechnik: Vortrag Maschinenwarnung 3/2007, Hannover, unveröffentlicht
- [18] Kummer, Wolfgang, Janzen, Ulf, Messstelle Lärm BG BAU: Messprotokolle Schallemission RPMW 2002-2 (8/2006, 12/2006, 3/2007), unveröffentlicht
- [19] Sauer, Uwe: Ausrüstung der RPMW 2002-2 mit maschineneigenen Warnsignalgebern (10/2006 und 04/2007), unveröffentlicht
- [20] Dumke, Knut: Europäische Normung automatischer Warnsysteme, TIEFBAU 7/2005, S.398



# Maschinenwarnanlage auf der RPMW 2002-2 des Gleisbauunternehmens Wiebe

**Dieter Konecny**, Leiter Instandsetzung Gleisbaumaschinen, GBM Wiebe Gleisbaumaschinen GmbH

*Deutsche Bahn AG, Gleisbauunternehmen, Sicherungsunternehmen, Warnsystemhersteller und Unfallversicherungsträger arbeiten gemeinsam an der Entwicklung maschineneigener Warnanlagen, die den Stand der Technik automatischer Warnsysteme (Fail-Safe-Technologie, Signalthörbarkeit) entsprechend den Vorgaben der DB AG erfüllen. Das Gleisbauunternehmen Wiebe hat als erste in Deutschland eingesetzte gleisgebundene Maschine dieser Größenordnung die Planumsverbesserungsmaschine RPMW 2002-2 mit einem funkangesteuerten automatischen Warnsystem (AWS) des Herstellers ZÖLLNER ausgerüstet. Ziel ist die Einführung der Maschinenwarnung für Planumsverbesserungsmaschinen, Bettungsreinigungsmaschinen und Gleisumbauzüge.*

*Nachdem die Fa. Wiebe den Gleisumbauzug VFW 2001 schon 2001 probeweise mit einer Warnanlage Autoprowa® ausgerüstet hatte, wurde jetzt die Entscheidung zur Ausrüstung der RPMW 2002-2 als Pilotmaschine für maschineneigene Warnanlagen getroffen. Die fest installierte Anlage kann die beiden zurzeit angewandten Warnsignale (Autoprowa/Minimel) abgeben. Das AWS wird über eine herstellernerneutrale ERII-Schnittstelle per Funk von der jeweiligen feldseitigen Warnanlage angesteuert.*

## Signal-Störgeräusch-Abstand

Mit der Richtlinie 479.0001 (Anhang 2) legt die DB Netz AG Anforderungen an akustische Warnsignale fest. Am „Ohr des zu Warnenden“ muss der Signalpegel den Maschinengeräuschpegel um mindestens 3 dB(A) überschreiten. Akustischen Gesetzmäßigkeiten entsprechend sinkt der Signalpegel bei jeder Verdopplung des Abstandes von der Signalquelle um 6 dB(A). Bei Abstandsverdopplung von 1 m auf 2 m sinkt der Signalpegel also um 6 dB(A), von 2 m auf 4 m um weitere 6 dB(A) usw. So erreichen 106 dB(A) - Signalgeber in 16 m Abstand noch Signalpegel von 82 dB(A). Dies ist für die Geräuschpegel der meisten Gleisbaustellen nicht ausreichend, da der geforderte Signal-Störgeräuschabstand von +3 dB(A) nicht eingehalten werden kann.

Warnsysteme mit Signalpegeln von mindestens 126 dB(A) eröffnen sinnvolle und wirtschaftliche Warnergebnisse. Aber selbst bei diesen Signalpegeln und Störlärmspitzen von 105 dB(A), wie sie an der Großmaschinenteknik auftreten, ergeben sich nach der DB-Richtlinie 479.0001, Anhang 2 wirtschaftlich ungünstige Aufstellabstände.

Die Lösung dieser Situation ist die Maschinenwarnung. Da die Störlärmspitzen nur an wenigen Stellen der Großmaschinen auftreten (z.B. dort, wo Schotter aufgenommen oder zugeführt wird) müssen die Sig-

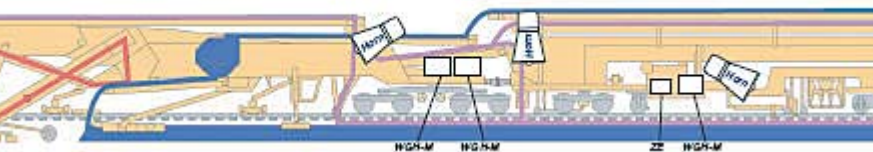


Abbildung 1:  
Anordnung der AWS-Komponenten auf der RPMW 2002-2  
des Gleisbauunternehmens Wiebe.

nalpegel auch nur an diesen wenigen Punkten erhöht werden.

Die Entwicklung der Maschinenwarnung wird durch die Konzernstelle Arbeitsschutz der DB AG unter Beteiligung der Fachabteilungen für Neben- und Spezialfahrzeuge, Systemtechnik, Übertragungstechnik/Automatische Warnsysteme, Telekommunikation und Informationstechnik, Akustik und Erschütterungen sowie der Fachstelle Arbeitsschutz/ Brandschutz der DB Netz AG in Zusammenarbeit mit Maschinenbetreibern, Sicherungsunternehmen, Unfallversicherungsträgern EUK, BG BAU und Warnsystem-Herstellern vorangetrieben.

## Anforderungen an Maschinenwarnanlagen

Eine maschineneigene Warnanlage muss einige besondere Anforderungen erfüllen: Die von der Maschine abgegebenen akustischen Signale müssen mit denen der ortsfesten Warnanlage übereinstimmen, um auf einer Baustelle stets einheitliche Signale zu haben. Dafür muss eine Auswahl zwischen den beiden üblichen Warnsignaltypen möglich sein.

Die Signalgeber müssen dem Stand der Technik entsprechend „Fail Safe“ sein. Bei Störung des Maschinenwarnsystems, z.B. durch Kabelbruch, müssen die Signalgeber die Warnung bis zur Behebung der Störung oder Erreichung eines sicheren Zustands aufrecht erhalten.

Eine herstellernerneutrale Schnittstelle muss die Ansteuerung durch das feldseitige AWS ermöglichen, sodass die Maschinenwarnanlage unabhängig vom Typ des feldseitigen AWS eingesetzt werden kann.

## Erstinstallation für die RPMW 2002-2

Zum Jahreswechsel 2006/2007 wurden die AWS-Hersteller von Fa. Wiebe um Angebote zur Ausrüstung der RPMW 2002-2 mit einer Maschinenwarnanlage gebeten. Die Entscheidung fiel zugunsten des Warnsystemherstellers ZÖLLNER/Kiel. Durch die Spezialisten der Unternehmen Wiebe und ZÖLLNER wurden dann Anbaupositionen für Schallwandler und Steuereinheiten auf der Grundlage einer akustischen Projektierung festgelegt. Bei der Montage der Steuereinheiten war

auf Servicefreundlichkeit zu achten.

Die ERRI-Schnittstelle wurde an einem Platz montiert, an dem auch eine Halterung für den Funkempfänger Raum fand. Nach einer Kontrollmessung der Lärm-Messstelle der BG BAU wurde die Ausrichtung eines Schallwandler-Paares den akustischen Erfordernissen entsprechend korrigiert.

## Komponenten der Maschinenwarnanlage

Für die Warnanlage auf der RPMW 2002-2 werden Grundkomponenten der Autoprowa® eingesetzt. Autoprowa® steht für automatische proportionale Warnung, d.h. die Warnlautstärke passt sich dem jeweiligen Störlärm an. Für die Autoprowa® ist nur ein geringer Ver-

Abbildung 2:  
Akustischer Signalgeber der Maschinenwarnanlage auf der RPMW 2002-2.





### Warngeberhorn

Die Hauptkomponente für die Maschinenwarnung ist das Warngeberhorn WGH-M. Es basiert auf dem WGH95/0 aus dem Hause ZÖLLNER, jedoch waren einige Veränderungen erforderlich.

In der Steuer- und Versorgungseinheit sitzt wie üblich eine redundante Akku-Stromversorgung, die eine Warnabgabe im Störfall gewährleistet, auch bei Unterbrechung der externen Stromversorgung.

Das Horn wurde aus dem üblichen Rahmen genommen, um den Schallwandler an den akustisch optimalen Platz und die Steuer- und Versorgungseinheit an einem servicegünstigen Platz montieren zu können.

Die Steuer- und Versorgungseinheit wurde in ihrer Funktion angepasst, um umschaltbar das Autoprowa®-Signal der Fa. ZÖLLNER, aber auch das Minimel-Signal der Fa. Schweizer-Electronic abgeben zu können.

Jede Steuer- und Versorgungseinheit steuert je zwei Schallwandler an, einen auf der linken und einen auf der rechten Maschinenenseite.

### Verkabelung mit Abschlussbox

Die Verkabelung erfolgt nur über ein Kabel. Über das Kabel erfolgen Stromversorgung und Signalsteuerung. Das von Signalgeber zu Signalgeber verlaufende Kabel endet in einer Abschlussbox ZE, diese ist eine notwendige Komponente für die Kabelüberwachung. Eine Kabeltrennung hat eine Warnung zur Folge.

### Warngeberleuchte

Mit der Einheit Warngeberleuchte für die Maschinenwarnung (WGL-M) werden die auf der Maschine befindlichen Rundumleuchten angesteuert.

### ERRI-Schnittstelle

Als anbieterneutrale Schnittstelle zwischen der fest installierten Maschinenwarnanlage und dem feldseitigen AWS wurde zwischen DB AG und AWS-Herstellern die ERRI-Schnittstelle festgelegt.

Die ERRI-Schnittstelle übernimmt das Warnsignal von der Funkstrecke anbieterneutral, sei es eine Funkstrecke von Schweizer-Electronic oder von ZÖLLNER. Über die ERRI-Schnittstelle wird die Warngeberkette mit dem Steuersignal und mit Spannung versorgt.

### Spannungsversorgung

Über die Einheit VDC (Spannungsversorgung) wird die Maschinenwarnanlage vom Bordnetz mit Energie versorgt.

### Funkstrecke

Die Funkstrecke ist entsprechend der feldseitigen Anlage zu stellen, also bei einer AWS von Schweizer-Electronic an der Feldseite eine entsprechende

Abbildung 3:  
Einer der 12 Anbauplätze der Schallwandler: Verschraubung auf einer angeschweißten Trägerplatte.

Abbildung 4:  
Steuereinheiten WGH-M für die Schallwandler servicefreundlich und sicher montiert.

kabelungsaufwand erforderlich. Auf der RPMW 2002-2 wurden insgesamt 12 Schallwandler (6 auf jeder Längsseite) installiert, die über das Bordnetz versorgt werden. Die Verkabelung wird auf der RPMW 2002-2 in eigens angeschweißten Kabelkanälen aus U-Profil geschützt geführt.



Funkstrecke von Schweizer-  
Electronic und bei einer AWS  
von ZÖLLNER eine entspre-  
chende Funkstrecke von ZÖLL-  
NER.

Der Funkempfänger ist mit den  
passenden Adapterkabeln für  
die ERRI-Schnittstelle aus-  
gestattet. An der RPMW 2002-2  
ist nahe der ERRI-Schnittstelle  
ein Stellplatz für den Funkemp-  
fänger vorbereitet.

Die ZÖLLNER-Funksender sind  
an den feldseitigen Anlagen auf  
die Zentrale der Autoprowa®,  
SSE2/SSE95 aufzuschalten.  
Mit Auslösung der feldseitigen  
Anlage wird die Maschinen-  
warnanlage über die Funkstrecke  
mit angesteuert. ■

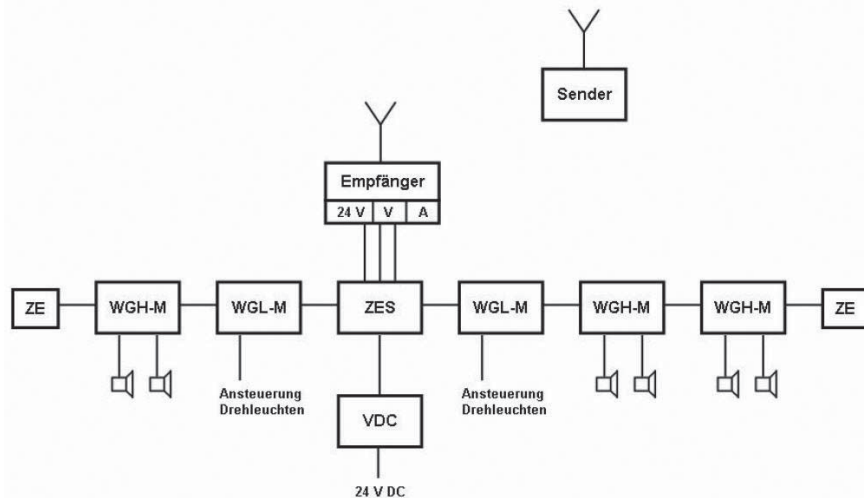
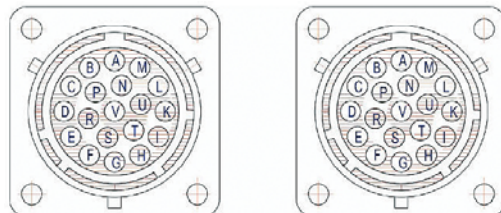


Abbildung 5, oben:  
ERRI-Schnittstelle ZES mit Span-  
nungsversorgung VDC und Funk-  
empfänger ZFE.

Abbildung 6, links:  
Funktioneller Aufbau der Kompo-  
nenten und die Ansteuerung durch  
den feldseitigen Sender.

Abbildung 7, links unten:  
Steckerbelegung der vereinbarten  
ERRI-Schnittstelle.



<u>valent</u>		<u>antivalent</u>	
A	= + 12 V	C	+ 12 V
B	= WA3v	D	WA3a
G	= + 12 V	G	+ 12 V
H	= WA1v	H	WA1a
I	= + 12 V	I	+ 12 V
K	= WA2v	K	WA2a

**EUROPÄISCHE WOCHE ZU  
MUSKEL- UND SKELETERKRANKUNGEN**



**PACK'S  
LEICHTER AN!**



EUROPÄISCHE AGENTUR FÜR SICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ AM ARBEITSPLATZ

<http://ew2007.osha.europa.eu>



Europäische Agentur für  
Sicherheit und Gesundheitsschutz  
am Arbeitsplatz

<http://osha.europa.eu>