



**„Beurteilung des Einsatzes
der individuellen Warnung für
bestimmte Arbeitsstellen im
bzw. am Gleisbereich –
insbesondere unter
Berücksichtigung der
Trageakzeptanz von
individuellen Warngeräten“**

F 06-1101

Auszüge aus dem Abschlussbericht

Juliane Manteuffel; Dr. Peter Bärenz

September 2012



Gliederung

1	Einleitung	2
1.1	Hintergrund zur Entstehung des Projektes	2
1.2	Sicherungsmaßnahmen bei Arbeiten im Gleisbereich.....	3
1.2.1	<i>Festlegen der Sicherungsmaßnahme - Unternehmerpflichten versus Verkehrssicherungspflicht</i>	4
1.2.2	<i>Rangfolge von Sicherungsmaßnahmen - Grundsätze für Arbeitsschutzmaßnahmen</i>	5
1.2.3	<i>Automatische Warnsysteme als Ausgangspunkt zur Betrachtung der kollektiven und individuellen Warnung</i>	8
1.2.4	<i>Anforderungen an Gefahrensignale</i>	16
1.3	Projektdesign	18
2	Beurteilung der individuellen Warnung für Arbeiten im bzw. am Gleisbereich	23
2.1	Allgemeine Beurteilung der individuellen Warnung	23
2.2	Allgemeine Anforderungen an individuelle Warngeräte speziell vor dem Hintergrund der Trageakzeptanz	26
2.3	Einsatzmöglichkeiten der individuellen Warnung für Tätigkeiten im bzw. in der Nähe des Gleisbereichs.....	29
3	Literaturverzeichnis (Abschlussbericht)	34

1 Einleitung

1.1 Hintergrund zur Entstehung des Projektes

Seit ungefähr zwanzig Jahren sind individuelle Warnsysteme (IWS) zur Warnung der Beschäftigten bei Arbeiten im Gleisbereich vor den Gefahren des Bahnbetriebs ein Thema, das mit unterschiedlicher Intensität behandelt wird. Bei der individuellen Warnung erhält im Unterschied zur kollektiven Warnung jeder Beschäftigte im Gleisbereich über ein persönliches, mitgetragenes Warngerät ein Warnsignal. Die bisher entwickelten Systeme standen und stehen vor allem wegen der technischen Anforderungen und Akzeptanzproblemen bei den Beschäftigten durch *Unzulänglichkeiten in der ergonomischen Gestaltung*¹ in der Kritik. Sie konnten sich auch deshalb bisher nicht bei Arbeiten im Gleisbereich etablieren.

Zunehmend wird das Thema wieder aktuell, da die Bahnen, so auch die Deutsche Bahn (DB), vermehrt mit der Problematik der Lärmbelastung von Anwohnern im Bereich der Baustelle durch Gleisbaumaschinen und akustische Warnsysteme, insbesondere in der Nacht, konfrontiert werden.

Der Lärm ist ohrenbetäubend. Die Signalhörner geben gleichzeitig gelbe Blitze von sich. Direkt neben dem Bahndamm stehen sie in Berkersheim, in dichter Folge, vom Bahnübergang bis zum anderen Ende des Stadtteils. Solange die Gleise erneuert werden, warnen sie die Arbeiter. Denn deren Job direkt neben den fahrenden Zügen ist lebensgefährlich. Doch was ihrer Sicherheit dient, raubt den Berkersheimern seit Wochen den Schlaf. "Selbst bei geschlossenen Fenstern habe ich 90 Dezibel gemessen", sagt Christa Heinze. Das ist so laut, als ob ein Lastwagen durchs Zimmer fährt. Andere klagen, der Lärm mache krank. Sie fragen: Geht das nicht leiser? Denn gebaut wird noch bis zum 7. August.

Abbildung 1: Frankfurter Neue Presse am 20.07.2011 „Diese Krach ist nicht auszuhalten“

Der Verzicht auf die kollektive akustische Warnung durch den Einsatz individueller Warnsysteme wäre für die DB eine willkommene Lösung bzw. interessante Option zur Vermeidung der Lärmemission.

Von Stellen der DB wird daher in letzter Zeit intensiver die Frage gestellt, unter welchen Voraussetzungen - zusätzlich zu den existierenden Regelungen (s. Seite 12) - IWS zum Schutz

¹ „Kollektive Baustellenwarnung – ein Immissionsproblem“ in: EI - Der Eisenbahningenieur (8/2003, S.16-21)

der Beschäftigten bei Arbeiten im Gleisbereich – das ist der Bereich in dem die Beschäftigten direkt durch den Bahnbetrieb gefährdet sind - eingesetzt werden können bzw. dürfen.

Vor allem aber wird die Frage im Zusammenhang mit Vegetationsarbeiten *außerhalb des Gleisbereichs* gestellt, bei denen aber die Gefahr besteht, unbeabsichtigt in den Gleisbereich zu gelangen.

Bisher blieben die psychologischen und ergonomischen Aspekte im Zusammenhang mit dem Tragen bzw. der Akzeptanz von individuellen Warngeräten (IWG) unerforscht und damit weitgehend unbeachtet.

Die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) und die Eisenbahn-Unfallkasse (EUK) wollen die Deutsche Bahn über den möglichen Einsatz von individuellen Warngeräten, deren Möglichkeiten und Grenzen beraten. Eine arbeitspsychologische Betrachtung im Rahmen des Projektes *„Mehrstufiges Verfahren zur Beurteilung des Einsatzes der individuellen Warnung im bzw. am Gleisbereich - insbesondere unter Berücksichtigung der Trageakzeptanz von individuellen Warngeräten (IWG) für bestimmte Arbeitsstellen“* soll hierzu eine fundierte Grundlage schaffen.

1.2 Sicherungsmaßnahmen bei Arbeiten im Gleisbereich

Bei Arbeiten an und in der Nähe von Gleisanlagen bestehen Gefährdungen durch bewegte Schienenfahrzeuge und stromführende Leitungen. Die Beschäftigten der DB aber auch anderer Unternehmen (z.B. Gleisbauunternehmen) sind regelmäßig den Gefahren des Bahnbetriebs ausgesetzt, wobei die Gefährdung unterschiedlich hoch sein kann. Gefährdungen entstehen immer dann, wenn Mensch und Gefahr räumlich und zeitlich zusammentreffen. Die Gefahr mit dem höchsten Gefährdungspotenzial bei Arbeiten im Gleisbereich stellt der Eisenbahnbetrieb dar. Die Gefährdung kann von Fahrten im nicht gesperrten Arbeitsgleis oder in einem Nachbargleis ausgehen. Aber auch bei Tätigkeiten außerhalb des Gleisbereichs (z.B. Vegetationsarbeiten), bei deren Ausführung die Gefahr besteht, unbeabsichtigt in den Gleisbereich hineinzugeraten, können Fahrten im der Arbeitsstelle zugewandten Gleis die Beschäftigten gefährden.

Zum Schutz der Beschäftigten vor diesen Gefahren existieren Bestimmungen, die in staatlichen Regelungen, in Regelungen der Unfallversicherungsträger und in Regelungen der Bahnbetreiber vorgegeben sind. Für alle Arbeiten, bei denen Personen und mit ihnen Maschinen oder Geräte im Gleisbereich eingesetzt werden oder in den Gleisbereich hineingeraten können, sind Sicherungsmaßnahmen erforderlich. Dies gilt sowohl für Gleisbauarbeiten als auch für Arbeiten in Gleisnähe. Die Sicherungsmaßnahmen haben eine

unterschiedliche Wirksamkeit bzw. Reichweite und müssen im Einzelfall auf Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung durch den Bahnbetreiber festgelegt werden.

1.2.1 Festlegen der Sicherungsmaßnahme - Unternehmerpflichten versus Verkehrssicherungspflicht

Im August 1996 wurde durch das Arbeitsschutzgesetz die Richtlinie 89/391/EWG des Rates der Europäischen Union über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit umgesetzt. Übergeordnetes Ziel des Arbeitsschutzgesetzes ist die Verhütung von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Unfällen. Dies schließt Maßnahmen zur menschengerechten Gestaltung der Arbeit mit ein.

Nach dem Arbeitsschutzgesetz trägt der Arbeitgeber die Verantwortung für die Sicherheit und Gesundheit seiner Mitarbeiter. Er *„ist verpflichtet, die erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes (...) zu treffen, (...). Er hat die Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und erforderlichenfalls sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Dabei hat er eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten anzustreben.“*² Der Arbeitgeber muss die Arbeitsbedingungen in seinem Betrieb unter Arbeitsschutzgesichtspunkten beurteilen.³

Entsprechend des festgestellten Gefährdungspotenzials muss er Schutzmaßnahmen ergreifen und diese auf ihre Wirksamkeit überprüfen und erforderlichenfalls auch an neue Entwicklungen und Erkenntnisse anpassen.⁴

Die möglichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten vor den Gefahren des Bahnbetriebs, die sogenannten Sicherungsmaßnahmen, ermittelt und legt dagegen gemäß § 3 (1) der UVV GUV-V D33 / BGV D33 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ der Bahnbetreiber bzw. die für den Bahnbetrieb zuständige Stelle (BzS) - im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht - fest.

„Der Unternehmer hat Beginn, Änderungen und Ende von Arbeiten im Gleisbereich und die erforderlichen Räumzeiten der für den Bahnbetrieb zuständigen Stelle so rechtzeitig anzuzeigen, dass diese die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen gegen die Gefahren aus dem Bahnbetrieb anordnen oder durchführen kann. Mit den Arbeiten darf erst begonnen werden, wenn die Sicherungsmaßnahmen durchgeführt sind.“

Es handelt sich dabei um eine komplexe und sehr verantwortungsvolle Tätigkeit im Zuständigkeitsbereich der BzS, die nur in Zusammenarbeit mit dem die Arbeiten ausführenden Unternehmer und auf der Grundlage einer Gefährdungsbeurteilung getroffen werden darf. Hierfür müssen sich Unternehmer und BzS die Gefährdungsbeurteilung quasi teilen.

² ArbSchG § 3 (1)

³ ArbSchG § 5 (1)

⁴ ArbSchG § 4

Welche Rahmenbedingungen für die verschiedenen Sicherungsmaßnahmen bedeutsam sein können, war Grundlage des FSA-Projektes „Gefährdungsbeurteilung bei Arbeiten im Gleisbereich“ (F 06-0701) und soll hier nicht Thema sein.

Im Rahmen der vorliegenden Fragestellung des Projektberichtes (Einsatz der individuellen Warnung bei Arbeiten im Gleisbereich) deutet sich hier allerdings ein erstes „Spannungsfeld“ zwischen den Unternehmerpflichten und der Verkehrssicherungspflicht der BzS an. Zwar ist die BzS im Rahmen ihrer Verkehrssicherungspflicht für die Auswahl der Sicherungsmaßnahme verantwortlich, der Unternehmer hat aber im Rahmen seiner Fürsorgepflicht „das letzte Wort“ bei der Entscheidung, ob die von der BzS festgelegte Sicherungsmaßnahme ausreichend ist, d.h. ob die Arbeiten bei dieser Sicherungsmaßnahme durchgeführt werden. Deshalb sollte ihm auch bei der Neuentwicklung von Sicherungsverfahren bzw. beim Einsatz „neuer Techniken“ ein Mitspracherecht eingeräumt werden, da seine Beschäftigten unmittelbar betroffen sind.

1.2.2 Rangfolge von Sicherungsmaßnahmen - Grundsätze für Arbeitsschutzmaßnahmen

Das Arbeitsschutzgesetz formuliert in § 4 Grundsätze, die beim Ableiten von Arbeitsschutzmaßnahmen zu berücksichtigen sind:

1. *„Die Arbeit ist so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und Gesundheit möglichst vermieden und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird;*
2. *Gefahren sind an ihrer Quelle zu bekämpfen;*
3. *bei den Maßnahmen sind der Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zu berücksichtigen;*
4. *Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen;*
5. *individuelle Schutzmaßnahmen sind nachrangig zu anderen Maßnahmen;*
6. *spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen sind zu berücksichtigen;*
7. *den Beschäftigten sind geeignete Anweisungen zu erteilen;*
8. *mittelbar oder unmittelbar geschlechtsspezifisch wirkende Regelungen sind nur zulässig, wenn dies aus biologischen Gründen zwingend geboten ist“.*

Primäres Ziel von Schutzmaßnahmen und somit entscheidend für das Ermitteln und Festlegen von Sicherungsmaßnahmen ist die Trennung von Mensch und Gefahr. Wobei „*kollektiver Gefahrenschutz*“⁵ Vorrang vor individuellen (auf den einzelnen Menschen bezogenen)

⁵ Richtlinie 89/391/EWG, Artikel 6

Schutzmaßnahmen hat, der „*Faktor Mensch*“⁶ zu berücksichtigen ist und Gefahrenmomente ausgeschaltet bzw. verringert werden sollen.

Es ist also nicht ausreichend, die einzelnen Mitarbeiter zu einem möglichst sicheren Verhalten zu motivieren. Vielmehr ist darauf hinzuwirken, technische und organisatorische Schutzmaßnahmen einzusetzen, die eine Gefährdung für die Gesamtheit der vor Ort Arbeitenden besser verhindern und ausschließen können. Zusammenfassend gilt der Grundsatz: Kollektiv und verhaltensunabhängig wirkende technische und organisatorische Schutzmaßnahmen haben Vorrang vor verhaltenssteuernden und individuellen Schutzmaßnahmen.

Obwohl es sich um eine Zivilsache handelt, stützen die Ausführungen aus einem Urteil des Bundesgerichtshofs⁶ den Grundsatz aus [5]. In diesem Urteil wird festgestellt, dass naheliegendes, vorhersehbares Fehlverhalten von Menschen bei der Planung der Sicherungsmaßnahme berücksichtigt werden muss.

Die im Arbeitsschutzgesetz formulierten Grundsätze sind in der Unfallverhütungsvorschrift BGV / GUV-V D33 berücksichtigt und spiegeln sich dort in der Rangfolge der Sicherungsmaßnahmen in § 5 (1) wider:

- organisatorische Maßnahmen
- technische Einrichtungen
- Sicherungsposten, Absperrposten

Die organisatorischen Maßnahmen (z.B. die Gleissperrung) erfüllen den Grundsatz der räumlichen und zeitlichen Trennung von Versicherten und Fahrten. Daher stehen diese in der Rangfolge der Maßnahmen an erster Stelle. Die Feste Absperrung erfüllt den Grundsatz der räumlichen Trennung von Gleis und Arbeitsbereich. Bei einem automatischen Warnsystem (AWS) handelt es sich zwar um eine technische Einrichtung, die Sicherungsmaßnahme ist allerdings lediglich hinweisend. Automatische Warnsysteme oder Sicherungsposten warnen die Arbeitskräfte mit einem akustischen Signal, das in der Eisenbahn-Signalordnung festgelegt ist. Dieses akustische Signal ist für die Beschäftigten der Hinweis auf eine drohende Gefahr und die Aufforderung an die Beschäftigten, eine bestimmte Handlung auszuführen, z. B. einen Gleisbereich zu verlassen. Es sichert die Beschäftigten nicht vor dem unbeabsichtigten Eintreten in den Gleisbereich eines Betriebsgleises. Der Erfolg der Maßnahme ist, weil er vom Erkennen der Fahrt (beim Einsatz von Sicherungsposten) und dem Verhalten der Beschäftigten abhängig ist, nicht zwangsläufig sicher. Die akustische Warnung wird deshalb als eine

⁶ Az VI ZR 364/00 vom 08.01.2002

„hinweisende Maßnahme“⁷ bezeichnet und darf nur eingesetzt werden, wenn wirksamere Maßnahmen wie organisatorische oder technische nicht möglich oder sicherheitstechnisch nicht gerechtfertigt sind (s.u.).

Absperrposten sollen verhindern, dass die Beschäftigten einen Bereich betreten, in dem sie gefährdet werden. In letzter Konsequenz hält der Absperrposten den Beschäftigten fest, um zu verhindern, dass dieser – auch unbeabsichtigt – in den Gefahrenbereich hineingerät. Damit kann der Absperrposten als eine verhaltensbezogene Maßnahme bezeichnet werden.

Die Vorgaben der Unfallverhütungsvorschrift sind bei der Deutschen Bahn im Anhang 1 des Moduls 132.0118 umgesetzt. Mit Hilfe des internen Auswahlverfahrens RIMINI (Formalisiertes Verfahren zur risikominimalen Sicherung von Arbeitsstellen) wird die Sicherungsmaßnahme ermittelt und festgelegt. Die Sicherungsmaßnahmen sind nach ihrer Wirksamkeit gelistet (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Rangfolge der Sicherungsmaßnahmen nach Anhang 1 des Moduls 132.0118

Sicherungsmaßnahmen vor Fahrten im Arbeitsgleis	Sicherungsmaßnahmen vor Fahrten im Nachbargleis
Sperrung des Arbeitsgleises	Sperrung des Nachbargleises
Signalabhängige Arbeitsstellen-Sicherungsanlage (AKA L90 nur Strecken Mannheim-Stuttgart und Hannover-Würzburg)	Signalabhängige Arbeitsstellen-Sicherungsanlage (AKA L90 nur Strecken Mannheim-Stuttgart und Hannover-Würzburg)
	Feste Absperrung
Automatisches Warnsystem	Automatisches Warnsystem
Benachrichtigung von Arbeitsstellen auf der freien Strecke	Benachrichtigung von Arbeitsstellen auf der freien Strecke
	Absperrposten ⁸
Sicherungsposten	Sicherungsposten

Im Rahmen des Auswahlverfahrens werden die Sicherungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer technischen und organisatorischen Umsetzung vor Ort überprüft und es wird ermittelt, ob die Gefährdung während der auszuführenden Arbeiten größer ist als die Gefährdung beim Auf- und Abbau der Sicherungsmaßnahme (sicherheitstechnische Rechtfertigung). Es darf nur dann eine in der Wirksamkeit geringere Sicherungsmaßnahme festgelegt werden, wenn wirksamere Verfahren ungeeignet bzw. technisch nicht möglich sind und dies durch die BzS anhand vorgegebener Ausschlusskriterien begründet wird.

⁷ Abschnitt 3.1.4 GUV-R 2150

⁸ Die Reihenfolge der Sicherungsmaßnahmen ist zwischen Unfallversicherungsträgern und der DB in Diskussion. Die im Entwurf vorliegende überarbeitete BGI/GUV-I 781 sieht folgende Reihenfolge vor: Sicherungsposten vor Absperrposten.

1.2.3 Automatische Warnsysteme als Ausgangspunkt zur Betrachtung der kollektiven und individuellen Warnung

Das AWS ist nach ERRI A 158/RP 3 Teil I eine „Einrichtung, die Personen bei Arbeiten im Gleis oder in dessen Nähe vor der Gefahr sich nähernder Schienenfahrzeuge im Arbeits- oder Nachbargleis rechtzeitig warnt“.⁹

Grundsätzlich besteht ein AWS aus einer Ankündigungsanlage und einer kollektiven oder individuellen Warnanlage (siehe Abbildung 2).

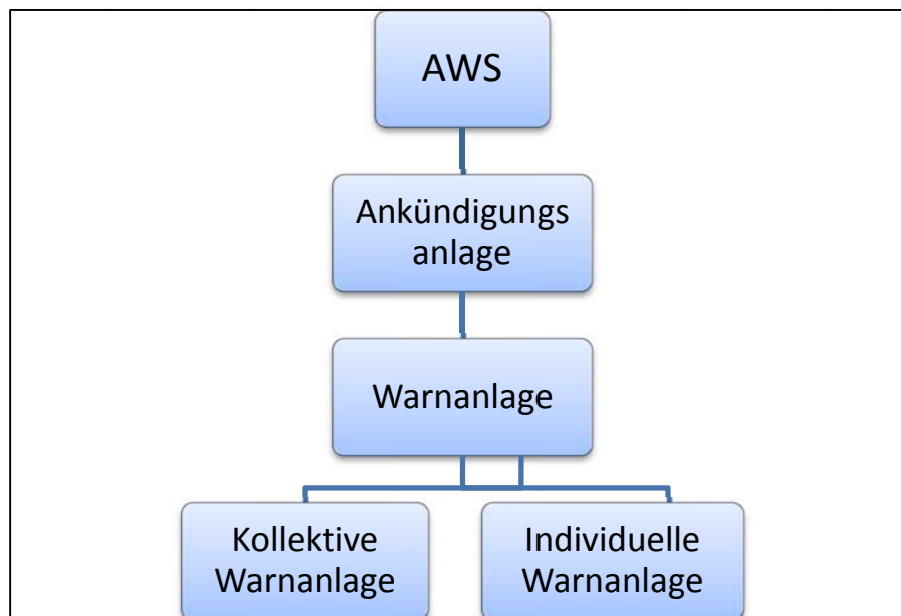


Abbildung 2: Funktionelle Gliederung eines AWS (nach ERRI A 158/RP 3 Teil I)

Die Ankündigungsanlage erfasst mit Hilfe von Detektoren herannahende Schienenfahrzeuge und meldet sie entweder drahtlos oder drahtgebunden einem Ankündigungsempfänger. Werden die herannahenden Schienenfahrzeuge per Handeinschalter gemeldet, spricht man lediglich von einem Warnsystem (WS).

Die Warnanlage warnt nach Ankündigung die gefährdeten Personen.

„Die kollektive Warnanlage ist eine Warnanlage, bei der die Warnung durch einen oder mehrere Warnsignalgeber erfolgt.“¹⁰

Die individuelle Warnanlage „ist eine Warnanlage, bei der die Warnung durch Individualwarngeräte (IWG) erfolgt.“¹⁰

⁹ ERRI A 158/RP 3 Teil I „Systeme zur individuellen Warnung von Personen im Gleisbereich – Pflichtenheft für individuelle und kollektive Warnsysteme für Personen im Gleisbereich“, S.3

¹⁰ ERRI A 158/RP 3 Teil I „Systeme zur individuellen Warnung von Personen im Gleisbereich – Pflichtenheft für individuelle und kollektive Warnsysteme für Personen im Gleisbereich“, S.5

Im vorliegenden Bericht werden die bei den Bahnen und Anwendern eingeführten und bekannten Begriffe „Individuelle Warnung“ und „Kollektive Warnung“ verwendet, da die Betrachtung weitestgehend unabhängig von einem bestimmten System bzw. einer bestimmten Anlage erfolgt und allgemeine Aussagen zur Umsetzung der Individuellen Warnung für das Arbeiten im Gleisbereich ableitet.

1.2.3.1 Individuelle Warnung & Kollektive Warnung

Nach ERRI A 158/RP 3 Teil I ist die individuelle Warnung *„eine Warnung, bei der jede Person mit einem eigenen Warnsignalgeber gewarnt wird.“*¹⁰

*„Die Betroffenen werden gleichzeitig gewarnt, und zwar von einem Punkt der Baustelle aus, wobei jedoch jeder zu Warnende sein individuelles Warngerät (IWG) bei sich trägt.“*¹¹

Warnsignalgeber und Warnempfänger sind im IWG enthalten. Das Ankommen des Warnsignals am Ohr des Beschäftigten ist abhängig vom Verhalten des Beschäftigten. Das Signal wird zwar vom individuellen Warngerät technisch sicher ausgegeben, es erreicht aber den Beschäftigten nur dann, wenn dieser ein individuelles Warngerät erhalten hat, dieses in die Funksteuerung der betreffenden Baustelle eingebunden ist und er dieses während der gesamten Arbeitsschicht im Gleisbereich ununterbrochen trägt. Die Sicherheit auf der Baustelle wird stark vom IWG bestimmt. Es ist *„das letzte Glied in der Kette“*¹¹ und muss deshalb sowohl *„fail-safe“*¹² sein als auch ergonomisch so konstruiert, dass es auch während der Arbeiten getragen werden kann. Die Warnsignale müssen klar und eindeutig erkennbar sein.

Sowohl das Pflichtenheft ERRI A 158/RP 3 Teil I als auch der Abschlussbericht ERRI A 158/RP 5 formulieren ausschließlich technische Anforderungen an individuelle Warnsysteme. Verhaltenspsychologische Aspekte und arbeitspsychologische Fragestellungen werden nicht betrachtet.

Die *„kollektive Warnung, ist eine Warnung, bei der Personen mit einem oder mehreren Warnsignalgebern gewarnt werden.“*¹³ Die Warnmittel sind einem *„Kollektiv von Arbeitenden“*¹⁴ zugeordnet. Bei richtiger akustischer Projektierung des automatischen Warnsystems erreichen die Warnsignale die Beschäftigten unabhängig von ihrem individuellen Verhalten.

Sowohl die individuelle Warnung als auch die kollektive Warnung sind verhaltensabhängige (hinweisende) Maßnahmen, denn die Warnung schützt die Betroffenen nicht vor der

¹¹ ERRI A 158/RP 5, „Systeme zur individuellen Warnung von Personen im Gleisbereich – Schlussbericht“, S.4

¹² Ein Prinzip, das technische Vorrichtungen im Störfall stets zur sicheren Seite hin reagieren lässt.

¹³ ERRI A 158/RP 3 Teil I „Systeme zur individuellen Warnung von Personen im Gleisbereich – Pflichtenheft für individuelle und kollektive Warnsysteme für Personen im Gleisbereich“, S.5

¹⁴ ERRI A 158/RP 5, „Systeme zur individuellen Warnung von Personen im Gleisbereich – Schlussbericht“, S.3

herannahenden Fahrt, sie informiert sie lediglich über die Gefahr und initiiert ein bestimmtes Verhalten.

Alle Warnsysteme sind nur wirksam, wenn die betroffenen Personen die Warnung empfangen und auch entsprechend reagieren. Daher stehen sie in ihrer Wertigkeit hinter den organisatorischen und technischen Sicherungsmaßnahmen. Einer optimalen Verhaltensreaktion auf ein Warnsignal gehen eine Vielzahl komplex miteinander verzahnter Einzelschritte (Signal wahrnehmen, identifizieren, unterscheiden) voran, die sowohl durch äußere (z.B. Umgebungslärm, Witterungsbedingungen, Design der Warnsignale) als auch durch innere Faktoren (z.B. allgemeiner Gesundheitszustand, Aufmerksamkeit, Motivation) und organisatorische Rahmenbedingungen (z.B. Zeitdruck, Arbeitsmittel, Vorgesetztenverhalten) beeinflusst werden.¹⁵

Ein Warnsystem mit menschlichen Komponenten ist sicherheitstechnisch immer anfälliger als ein Warnsystem mit nur technischen Komponenten. Daher steht z. B. die reine Postensicherung ohne technische Komponenten (Postenkette) in ihrer Wertigkeit hinter den AWS.

Der entscheidende Unterschied zwischen der individuellen und der kollektiven Warnung setzt bei der Frage an, *wie* die betroffenen Personen die Warnung erhalten (s. Abbildung 3).

Bei der kollektiven Warnung erhalten alle im betreffenden Arbeitsbereich tätigen Personen die Warnung, unabhängig von ihrem individuellen Verhalten.

Bei der individuellen Warnung dagegen handelt es sich um ein Sicherungssystem, zu dessen Funktionieren in erheblichem Maße auch der richtige Gebrauch des Warnmittels (Tragen des IWG) der zu schützenden Personen erforderlich ist.

Wird ein IWG nicht bzw. nicht korrekt getragen, ist die betroffene Person vollkommen ungeschützt. Dies kann bei Arbeiten im oder in der Nähe des Gleisbereichs einen Unfall mit einem weitreichenden Schadensausmaß zur Folge haben.

¹⁵G. Biernath, U. Hornberger, A. Rätzer-Frey (2000). „Feldstudie zu arbeits- und wahrnehmungspsychologischen Rahmenbedingungen automatischer Warnsysteme im Gefahrenbereich von Gleisen“, Abschlussbericht der FSA (S. 5-8)

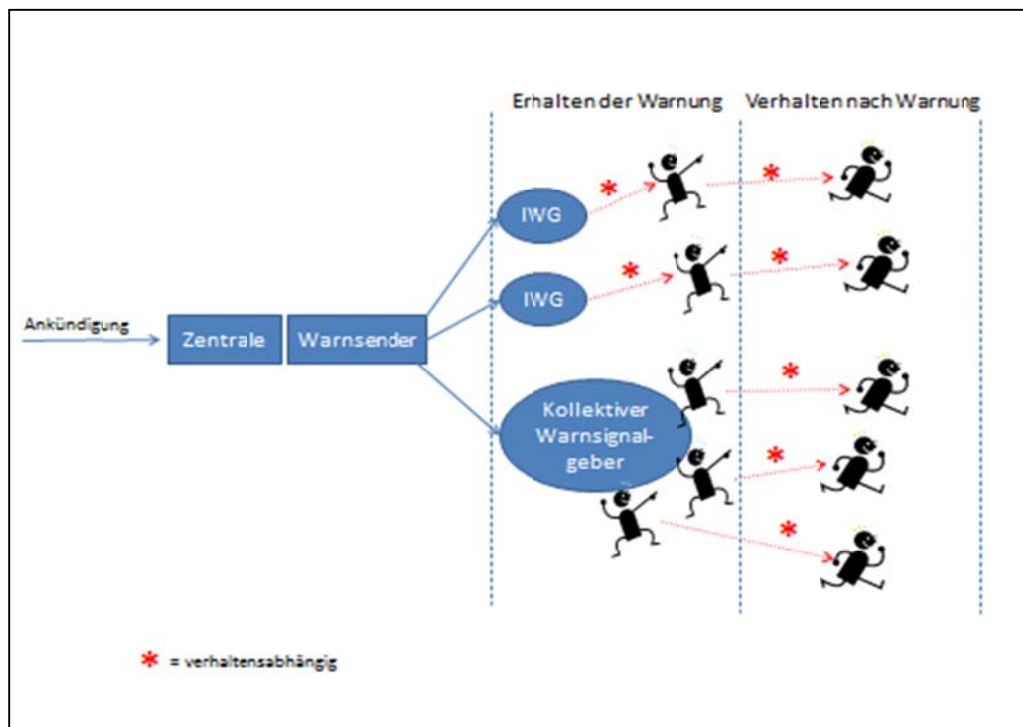


Abbildung 3: Gemeinsamkeiten und Unterschiede der individuellen und kollektiven Warnung

Zusammengefasst ist bei den kollektiven AWS eine „einfache“ und bei den individuellen AWS eine „zweifache“ Verhaltensabhängigkeit zu erkennen.

Auch die Einsatzrichtlinie der DB Netz AG für Automatische Warnsysteme zur Warnung von Arbeitskräften im Gleisbereich (Richtlinie 479) unterscheidet zwischen einer kollektiven Warnung und einer individuellen Warnung der Arbeitskräfte im Gleisbereich.

„Die Kollektive Warnung erfolgt in der Regel durch akustische Warnsignalgeber und optische Warnsignalgeber. Die Individuelle Warnung erfolgt durch individuell zugeordnete Warngeräte“.¹⁶

Kollektive akustische Warnung

Bei der sogenannten kollektiven akustischen Warnung durch Warnsignalgeber wird das Warnsignal über „Lautsprecher“, die in einer projektierten Entfernung von den Beschäftigten aufgestellt sind, an alle Personen im Hörbereich gegeben. Die akustische Warnung wird durch optische Erinnerungsanzeigen ergänzt. Die optischen Anzeigen sind keine eigenständigen Warnsignale. Sie haben nur eine „Erinnerungsfunktion“, d.h. sie zeigen nach der einmaligen akustischen Warnung an, dass sich die Fahrt noch im Arbeitsbereich oder in Annäherung auf diesen befindet, also die Arbeitsstelle noch nicht passiert hat.

¹⁶ Richtlinie 479, Abschnitt 3 (1)

Nach der Richtlinie 479 ist in den Bereichen der Baustelle, in denen gearbeitet wird, eine ausschließlich optische Warnung nicht gestattet. Sie ist *„in allen Bereichen, in denen Arbeiten ausgeführt werden, stets durch akustische Warnsignale zu ergänzen“*.¹⁷

Individuelle akustische Warnung

Bei der individuellen akustischen Warnung wird jedem Beschäftigten im Gleisbereich ein persönliches, tragbares Warngerät zugeteilt. IWG *„werden von einer Einzelperson am Körper getragen und warnen nur diese Person vor den Gefahren aus dem Zugverkehr“*.¹⁸

Nach der Richtlinie 479 ist der Einsatz von individuellen Warngeräten *„nur zulässig*

- *bei Arbeiten im gesperrten Gleis, bzw. bei Arbeiten neben den Gleisen (...) zur Warnung vor Fahrten im Nachbargleis, in Kombination mit stationären oder mobilen kollektiven Warnsignalgebern und*
- *wenn dabei gleichzeitig Kapselgehörschutz getragen wird.*¹⁸

Akustische IWG weisen gegenüber der kollektiven Warnsignalausgabe einige Vorteile auf. Ein Überhören des Warnsignals ist bei bestimmungsgemäßer Anwendung nahezu ausgeschlossen, da das Warnsignal direkt am Ohr abgegeben wird. Das Warnsignal hat eine immer gleichbleibende Intensität, unabhängig vom Störschall und dem Standort des Beschäftigten zu den schallintensiven Arbeitsmitteln. Eine Maskierung der Warnsignale durch Umgebungslärm, z. B. durch Zugfahrten oder Maschineneinsatz ist unwahrscheinlich, weil der Gehörschutz den Störschall deutlich herabsetzt. Das Hören der Warnsignale wird dadurch verbessert.

1.2.3.2 Historie der individuellen Warnsysteme (IWS) für das Arbeiten im Gleisbereich

Seit den 70er Jahren befasste sich das ORE, das Forschungsinstitut der europäischen Bahnen (ab 1991 in ERRI¹⁹ umbenannt) mit der Entwicklung individueller Warnsysteme für Personen im Gleisbereich. Mit Fertigstellung des Pflichtenheftes wurden die ersten Warnsysteme entwickelt. Die Historie bis hin zum aktuellen Stand wird im Folgenden dargestellt.

IWS der Firma Stein

Ab ca. 1993 entwickelte die Firma Stein aus München ein IWS. Dieses Warnsystem bestand aus einem Sender und beliebig vielen Funkempfängern. Die Funkempfänger wurden in einer Art Rucksack „am Mann getragen“. Über Lautsprecher im Gerät oder anschließbaren aktiven Gehörschutzkapseln wurde das akustische Warnsignal ausgegeben.

¹⁷ Bahn Praxis 4/2007 „Richtlinie 479 Aktualisierungen der Einsatzrichtlinie für Automatische Warnsysteme“, Seite 5

¹⁸ Richtlinie 479, Anhang 1A02, Seite 7

¹⁹ Europäisches Institut für Eisenbahnforschung

Es fanden Trageversuche statt, die die technische Funktionsfähigkeit bestätigten, aber Fragen im Zusammenhang mit der Akzeptanz durch die Beschäftigten aufwarfen und letztlich unbeantwortet ließen. 1997 endeten die Trageversuche. Das IWS der Fa. Stein wurde wegen fehlender Akzeptanz durch die Beschäftigten weder von der DB noch von Sicherungsunternehmen beschafft.²⁰

IWS „EE Florian“

Seit dem Jahr 2000 entwickelte die Firma EE-SIGNALS ein IWS, das auf einer individuellen optischen und taktilen Warnung basierte. Die Warnmittel waren in spezielle Warnwesten eingebaut. Die Beschäftigten wurden durch ein Blitzlicht an der Warnweste und durch ein am Gürtel getragenes und auf den Hüftknochen wirkendes Vibrationsmodul gewarnt. Die Zuordnung der Warnung für das Arbeitsgleis oder das Nachbargleis erfolgte zeitgleich auf einem „Ro-Anzeigemodul“²¹ durch bis zu drei Leuchtdioden.

Auch bei dieser Anlage wurden Trageversuche durchgeführt. Dabei wurde sowohl die taktile Warnung durch Vibration in den verschiedenen Arbeitspositionen und im Winter (umfangreiche Kleidung) sowie die Erkennbarkeit der optischen Zuordnung am Tag in Frage gestellt. Die Anlage wurde weder bei der DB noch von anderen Bahnen beschafft.²⁰

IWS „Minimel 95 EPW“

Im Jahr 2002 präsentierte die Firma Schweizer ein Einzelpersonenwarngerät (EPW) als Komponente des AWS Minimel 95 (s. Abbildung 4). Dieses EPW ist eine Weiterentwicklung des oben beschriebenen Geräts der Firma Stein und kommt vereinzelt in der Schweiz zum Einsatz. Das Gerät kann am Gürtel oder im Rucksack getragen werden.

Die Geräte wurden dahingehend modifiziert, dass sie einen Grundstellungston abgeben müssen (alle zehn Sekunden ein kurzer Piepston), der den Träger über die Funktionsfähigkeit seines EPW informiert.

Die Warnsignale (Ro1, Ro2, Ro3) werden wie in der Betriebsanleitung²² beschrieben zweigeteilt angeboten: 440 Hz auf dem einen und 660 Hz auf dem anderen Ohr. Das Signal hält so lange an, bis ein Dauerton (3 sec.) die Warnung aufhebt (Entwarnung).

Darüber hinaus erhalten die Träger des EPW gegebenenfalls einen Funkunterbruchalarm und einen Störalarm.

²⁰ Information aus Gesprächen mit der EUK

²¹ Ein Rottenwarnsignal (Ro) ist ein Eisenbahnsignal, welches für im Gleisbereich oder in dessen Nähe arbeitende Personen gilt.

²² Betriebsanleitung Minimel 95-EPW, Version 2.3, November 2004

Beim Einsatz des EPW bei Arbeiten mit kraftbetriebenen Arbeitsmitteln („einem Schalldruckpegel von mehr als 85 dB(A)⁽²²⁾“) muss über den Ohrhörern des EPW Kapselgehörschutz getragen werden, um das Warnsignal wahrnehmen zu können.

Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (damals noch Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz) hat die Kombination des EPW-Ohrhörers mit einer für das Warnsignalhören geeigneten Gehörschutzkapsel positiv getestet.

Im Jahre 2004 erfolgte die bahntechnische Freigabe des Minimel 95-EPW.



Abbildung 4: MINIMEL95-EPW (Quelle: Betriebsanleitung Minimel95-EPW, Version 2.3, November 2004, Schweizer Electronic)

Der Einsatz des EPW ist in Anhang 401 der Richtlinie 479 der DB Netz AG wie folgt geregelt:

2 Einsatz

- (1) Das MINIMEL 95-EPW ist besonders zum kurzfristigen und kurzzeitigen Einsatz oder für eine zusätzliche verstärkte Warnung (z.B. zur KWA) auf Arbeitsstellen, auch bei ausgeschalteter Akustik (bei ausreichendem Helligkeitskontrast gemäß Ril 479.0401A01), geeignet.

Der Einsatz des MINIMEL 95-EPW ist im Bereich der DB Netz AG ausschließlich bei Arbeiten im gesperrten Arbeitsgleis zur Warnung vor Fahrten im Nachbargleis in Kombination mit stationären oder mobilen kollektiven Warnsignalgebern zugelassen.

Diese Regelung gilt auch bei Arbeiten neben den Gleisen, wenn die Gefahr besteht, unbeabsichtigt in den Gleisbereich hineinzutreten bzw. -gelangen, z. B. Arbeiten an Kabelgräben, Vegetationspflegearbeiten etc..

**Einsatz-
möglichkeiten**

Abbildung 5: Auszug aus der Richtlinie 479 Anhang 401

Der Einsatz des EPW ist derzeit also nur mit einer zusätzlichen kollektiven akustischen Warnung gestattet. Bei einem Fehlverhalten der Beschäftigten, z. B. durch versehentliches Absetzen oder Nichttragen der Gehörschutzkapseln bzw. der Ohrhörer, bleiben diese so nicht ungewarnt.

Die Geräte offenbaren dem Träger eine Störung des Empfängers, des Senders und der Fahrterkennung. Wenn ein Empfänger gestört ist, wird dies jedoch nicht dem Sender oder den anderen Empfängern übermittelt, da das Signal unidirektional übertragen wird.

Bei der DB Fahrwegdienste GmbH sind 18 EPW vorhanden. Diese sind seit Ende September 2011 mit Ablauf der Prüffrist außer Betrieb.

Nach Aussage der Verantwortlichen wurden die EPWs nur für Testzwecke eingesetzt.

IWS der Firma Zöllner

Die Firma Zöllner hat begonnen, ein IWS zu konstruieren (s. Abbildung 6). Entsprechende Testgeräte existieren bereits und wurden im Rahmen von Feldversuchen eingesetzt.

Dieses Warnsystem besteht ebenso wie das Warnsystem der Firma Schweizer aus einem Sender und beliebig vielen Funkempfängern. Die Funkempfänger werden z.B. im Rucksack „am Mann“ getragen. Das akustische Warnsignal wird über in den Kapselgehörschutz integrierte Kopfhörer (aktiver Gehörschutz) ausgegeben. Nach der einmaligen akustischen Warnung, werden die Träger mithilfe von im Helm angebrachten blinkenden Leuchtdioden an den andauernden Warnzustand erinnert. Die Entwarnung erfolgt verbal über den „aktiven Gehörschutz“. Die Leuchtdioden informieren den Träger auch über die Funktionsfähigkeit seines IWG (analog zum Grundstellungston des EPW).



Abbildung 6: Testgerät der Firma Zöllner (Stand März, 2012)

1.2.4 Anforderungen an Gefahrensignale

Betrachtet man die Historie von IWS so erkennt man, dass diese entweder auf akustischer, optischer oder taktile Warnung basierten.

In vielen Bereichen des Arbeits- und des öffentlichen Lebens werden Warnsignale eingesetzt. Die Anforderungen, die diese erfüllen müssen, sind durch DIN EN-Normen festgelegt.

Für akustische und optische Signale gilt, dass sie *„unter allen bei ihrer Anwendung zu erwartenden Umgebungsbedingungen schnell erkannt werden müssen“*.²³

Nach der DIN EN ISO 7731 sind folgende Anforderungen an die Erkennbarkeit akustischer Gefahrensignale zu stellen:

Ein Gefahrensignal muss

- deutlich hörbar sein,
- sich ausreichend von anderen Geräuschen der Umgebung unterscheiden und
- es muss eine erkennbare Bedeutung haben.

Vergleichbares gilt für optische Gefahrensignale und ist in den Normen EN 842 und ISO 8995 festgelegt. Nach DIN EN 842 sind folgende Anforderungen an die Erkennbarkeit optischer Gefahrensignale zu stellen:

„Sie müssen

- *unter allen möglichen Lichtbedingungen deutlich gesehen werden können;*
- *deutlich von anderen Lichtern oder Lichtsignalen zu unterscheiden sein;*
- *eine bestimmte Bedeutung innerhalb des Signalempfangsbereichs haben.“*²⁴

Darüber hinaus *„sollte ein optisches Gefahrensignal, (...) durch ein akustisches Gefahrensignal ergänzt werden“*.²⁵

Auch ein taktiles Warnsignal müsste diesen Anforderungen (Wahrnehmbarkeit, Unterscheidbarkeit, Eindeutigkeit) unter allen zu erwartenden Bedingungen der Baustellenpraxis gerecht werden.

Der Vorteil akustischer Signale besteht darin, dass sich der Mensch bei akustischer Warnung nicht zur Signalquelle hinwenden muss, um das Signal aufnehmen zu können.

Darüber hinaus existiert ein erforshtes, bewährtes und allgemein anerkanntes Kriterium für den erforderlichen Abstand zwischen Signalpegel und Störschall (Differenz mind. plus 3 dB(A) am Ohr des Beschäftigten), um die Wahrnehmung des Signals zu gewährleisten. Ein entsprechendes Kriterium fehlt sowohl für die optischen als auch für die taktilen Signale.

²³ DIN EN 981:2009-01, 4.1.1

²⁴ DIN EN 842:1996+A1:2008, 4.1

²⁵ DIN EN 842:1996+A1:2008, 4.1, Anmerkung 1

Darüber hinaus werden Beschäftigte, die gehörschädigendem Lärm ausgesetzt sind, nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz „Lärm“²⁶ arbeitsmedizinisch untersucht.

Es existieren drei verschiedene Rottenwarnsignale, die sich aus unterschiedlichen Tonfolgen zusammensetzen: Ro 1, Ro 2 und Ro 3. Sie haben unterschiedliche verhaltensauffordernde Wirkung. Vergleichbares ist mit Hilfe von Lichtsignalen kaum umzusetzen und für taktile Signale schwer vorstellbar. Derzeit sehen die Regelungen der Eisenbahn-Signalordnung weder optische noch taktile Warnsignale vor.

Optische Signale sind vor dem Hintergrund wechselnder Lichtquellen aus Baustellenbeleuchtung, Maschinenbeleuchtung, Arbeitsverfahren und wegen der wechselnden Arbeitsbedingungen (Abwendung von der optischen Signalquelle, Körperhaltung) als Warnsignale kritisch zu betrachten. Bereits im Projektbericht der FSA „Feldstudie zu arbeits- und wahrnehmungspsychologischen Rahmenbedingungen automatischer Warnsysteme im Gefahrenbereich von Gleisen“ wird aus den Feldstudien der Schluss gezogen, *„dass in Anbetracht der besonders großen Gefährdungen durch schienengebundenen Verkehr eine Warnung vor Fahrten im Arbeits- oder Nachbargleis allein durch optische Signale nicht befürwortet werden kann“*²⁷. Neben der Tatsache, dass eine Blickverbindung zum Signal nicht immer möglich ist bzw. der Reiz durch Rahmenbedingungen aus der konkreten Arbeitssituation heraus überlagert werden kann, wird im Bericht der im Vergleich zum akustischen Signal geringere Aufforderungscharakter und die fehlende Differenziertheit des optischen Signals als problematisch angesehen.

Es gibt Bestrebungen das optische Signal direkt im Blickfeld der zu Warnenden – z.B. an Brillen – anzubringen, um die Blickverbindung zu garantieren.

Aus der Pallästhesiometrie (Vibrationswahrnehmung) ist bekannt, dass individuelle Unterschiede in der Vibrationssensibilität (z. B. Geschlecht) beim gesunden Menschen existieren und Krankheiten (z.B. Diabetes, Übergewicht, arbeitsbedingte „Schädigungen“ durch Hand-Arm-Vibrationen) mit erhöhten Vibrationswahrnehmungsschwellen einhergehen.

*„Die Schwierigkeit in der (...) Erstellung von Normgrößen für die Vibrationswahrnehmungsschwellen liegt in der Komplexität der Vibrationswahrnehmung begründet.“*²⁸

²⁶ DGUV Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G20 „Lärm“

²⁷G. Biernath, U. Hornberger, A. Rätzer-Frey (2000). „Feldstudie zu arbeits- und wahrnehmungspsychologischen Rahmenbedingungen automatischer Warnsysteme im Gefahrenbereich von Gleisen“, Abschlussbericht der FSA (S.124)

²⁸ Ahrend, K. D. (1994). *Validierung der Pallästhesiometrie als Screening-Methode zur Diagnostik der beruflichen Schwingungsbeanspruchung – Literaturstudie*, HVBG (S. 105)

Viele unterschiedliche und zum Teil noch nicht bekannte Einflussfaktoren haben einen Einfluss auf die Vibrationswahrnehmung (s. Tabelle 2). Diese müssten alle in die Entwicklung eines taktilen Warnsignals einfließen.

Tabelle 2: Einflussfaktoren der Vibrationswahrnehmungsschwelle²⁸

Methodisch-physikalisch	Anatomisch-physiologisch	Psychologisch	Pathologisch
Frequenz	Alter	Konzentration	Endotoxische Stoffe
Schwingungsform	Geschlecht	Motivation	Exotoxische Stoffe
Amplitudenveränderungsgeschwindigkeit	Hormone	Reaktionsfähigkeit	Kompressionen
Darbietungsdauer und Pausen	Zeitabhängigkeit	Übung	Verletzung
Auflagefläche	Störschwingungen	Intelligenz und Bildung	Tumore
Auflagedruck	Hauttemperatur		Starke Vibrationsexposition
Vibrationsprovokation	Körperseite		Mangelerscheinungen
Auf- und absteigendes Verfahren	Körperstelle		Infektionen
Frage- und Antworttechnik	Hautbeschaffenheit		Andere Erkrankungen
	Rezeptordichte		
	Körpergröße		
	Gewebeunterbau		

Es gibt vermehrt Bestrebungen, - über die akustische individuelle Warnung hinaus - optische und taktile Warnsignale in individuelle Warngeräte zu integrieren. Hier wird derzeit Grundlagenforschung betrieben, um sowohl die beschriebenen Anforderungen der entsprechenden Normen als auch die speziellen Anforderungen, die das Arbeiten im Gleisbereich mit sich bringen, zu erfüllen. Das Institut für Arbeitswissenschaft (iad) der Technischen Universität Darmstadt entwickelt derzeit Konzepte zur individuellen Warnung von Arbeitspersonen im Gleisbereich. Im Rahmen des EU-ALARP-Projektes (Entwicklung eines mobilen Warnsystems für Gleisbauarbeiten) werden Prototypen für visuelle und taktile Warnsysteme entwickelt. Die Technische Universität Dresden (Professur für Verkehrssicherungstechnik) hat ein Projekt „Taktile Personenwarnung bei der Gleisbaustellensicherung“ aufgelegt. *„Bei diesem Projekt sollen Warnwesten für die Gleisbauarbeiter entwickelt werden, die mit einer Art „Rüttler“ ausgestattet sind.“²⁹*

1.3 Projektdesign

Da es sich bei dem Forschungsvorhaben um eine sehr komplexe und bisher wenig erforschte Fragestellung nach der Trageakzeptanz von IWG handelt, wurde ein mehrstufiges Design gewählt. Primäres Ziel bestand in einer arbeitspsychologischen Beurteilung der individuellen Warnung zur Sicherung von Arbeitsstellen im bzw. am Gleisbereich. Die Projektergebnisse

²⁹ http://tu-dresden.de/aktuelles/newsarchiv/2011/11/bahnbesuch/newsarticle_view

sollten Hinweise für den Einsatz im Zusammenhang mit praxisüblichen Arbeitsstellenszenarien liefern. Das Ziel des Projektes bestand nicht im Design von IWG, sondern betraf vielmehr die übergeordnete Fragestellung inwieweit die individuelle Warnung überhaupt für das Arbeiten bzw. für welche Arbeiten im bzw. in der Nähe des Gleisbereichs geeignet ist.

Im Rahmen des Projektes wurde zunächst geprüft, ob die Fachliteratur Hinweise bzw. Erkenntnisse liefert, die sich auf den Einsatz der individuellen Warnung im Gleisbereich übertragen lassen. Darüber hinaus wurden Experten aus der Arbeitswissenschaft gebeten, eine Bewertung individueller Warngeräte zur Sicherung von Arbeitsstellen im bzw. am Gleisbereich vorzunehmen.

Für die erfolgreiche und praxisnahe Durchführung aber auch für den späteren Ergebnistransfer wurde ein Beraterkreis hinzugezogen.

In einem nächsten Schritt wurden konkrete Arbeitsstellen im Feld beobachtet, um Rückschlüsse auf die Einsatzmöglichkeiten und die Trageakzeptanz von IWG zu ziehen. Um einen möglichst umfassenden Blick auf unterschiedliche Baustellenkonstellationen zu erhalten, wurden die folgenden Baustellenszenarien im Rahmen des Projektes ausgewählt.

Vegetationsarbeiten

Der Rückschnitt der Vegetation im Bereich von Bahnanlagen der DB (Vegetationskontrolle) wird durch DB Fahrwegdienste GmbH durchgeführt. Es werden dabei zwei Arten unterschieden:

- der langsam wandernde Grundschnitt und
- die schnell wandernde Vegetationspflege.

Die Arbeiten werden bei Tageslicht durchgeführt.

Die Arbeiten des langsam wandernden Grundschnitts finden in der Regel auf der gleisfreien Seite (Feldseite) und außerhalb des Gleisbereichs statt. Der Unternehmer beurteilt, ob die Gefahr besteht, bei den Arbeiten unbeabsichtigt in den Gleisbereich zu gelangen. Wird dies bejaht, kann bei einem Arbeitsfortschritt von bis zu 300 m je Arbeitsschicht neben einer Gleissperrung z. B. eine Feste Absperrung zum der Arbeitsstelle zugewandten Gleis möglich und sicherheitstechnisch gerechtfertigt sein. Bei den Arbeiten des Grundschnitts kann die sichere Durchführung des Eisenbahnbetriebes gefährdet sein, wenn z. B. beim Fällen von Bäumen diese in den Fahrbereich bzw. in die Oberleitungsanlage geraten könnten. Entsprechende betriebliche Maßnahmen wären dann zusätzlich zu ergreifen.

Bei der schnell wandernden Vegetationspflege wird eine Tagesleistung von bis zu 3000 m angegeben. Die Arbeiten erfolgen nach dem Grundschnitt in vorgegebenen Zeitabständen. Es werden dabei handgeführte Geräte wie Freischneider und Motorkettensägen sowie ferngesteuerte Mulcher eingesetzt. Die Arbeiten finden ebenfalls auf der Feldseite außerhalb

des Gleisbereichs statt und auch hier besteht gelegentlich die Gefahr, unbeabsichtigt in diesen zu gelangen. Deshalb ist in der Regel eine Sicherungsmaßnahme zum Schutz der Beschäftigten erforderlich.

Eine Gleissperrung ist nicht in allen Fällen möglich. Die Sicherungsmaßnahmen *Feste Absperrung* oder *kabelgestütztes Automatisches Warnsystem* wären wegen des schnellen Arbeitsfortschritts in der Regel sicherheitstechnisch nicht gerechtfertigt. Ein mobiles, funkgestütztes Warnsystem könnte sicherheitstechnisch gerechtfertigt sein, müsste jedoch aufwändig „nachgetragen“ werden. Als kritisch erweist sich die Überprüfung der Hörbarkeit der Warnsignale bei einem Störschallpegel der Freischneider von bis zu 112 dB(A).

Der Einsatz von Absperrposten ist z. B. wegen des Einsatzes von Freischneidern und des deshalb notwendigen Abstandes zu den Beschäftigten nicht möglich.

DB Fahrwegdienste macht den Vorschlag, ein individuelles Warnsystem einzusetzen und auf die zusätzliche kollektive Warnung zu verzichten, die derzeit in den Regelungen der DB gefordert ist.

Ein akustisch warnendes IWG bietet sich an, da die Vegetationsarbeiten das Tragen eines Kapselgehörschutzes, der zur Standardausrüstung der persönlichen Schutzausrüstung von DB Fahrwegdienste GmbH gehört, erfordern.

Gleisbaustellen

Bei den Arbeitsstellen im Gleis kann man zwischen kürzer andauernden Arbeiten mittleren Umfangs der Instandhaltung und langandauernden Arbeiten größeren Umfangs, die auch mit Gleisbaumaschinen ausgeführt werden, unterscheiden.

Kurz andauernde Arbeiten mittleren Umfangs sind z.B. der Passschieneneinbau, Isolierstoßeinbau, der Einbau von Weichengroßteilen etc. Die Arbeiten werden im gesperrten Arbeitsgleis ausgeführt. Es handelt sich dabei, unabhängig von der Anzahl der Arbeitskräfte, nicht um kurzfristige Tätigkeiten geringen Umfangs, so dass stets vor Fahrten im Nachbargleis gesichert werden muss. Für solche kürzer andauernden und in der Arbeitslänge geringeren Arbeitsstellen stehen mobile funkgestützte Warnsysteme zur Warnung vor Fahrten im Nachbargleis zur Verfügung, soweit *Feste Absperrungen* nicht möglich bzw. sicherheitstechnisch nicht gerechtfertigt sind.

Länger andauernde Arbeiten größeren Umfangs können Gleis- und Weichenumbauten oder auch Schienenwechsel sein. Die Arbeiten werden von einer Vielzahl von Beschäftigten durchgeführt, dehnen sich teilweise über mehrere Kilometer aus und können verschiedene Bauspitzen haben. Die Arbeiten finden sowohl im Arbeitsgleis als auch in der Nähe des Nachbargleises statt, von dem eine Gefährdung ausgeht.

Bei Arbeiten mit Gleisbaumaschinen wird im gesperrten Gleis gearbeitet. Die Maschinenbediener arbeiten regelmäßig auch im Bereich zwischen den Gleisen (Mittelkern) an der Peripherie des Gleisbereichs des Nachbargleises. Beim Einsatz von Fließbandmaschinen, das sind Bettungsreinigungsmaschinen, Planumsverbesserungsmaschinen und Umbauzüge, ist der Einsatz von *Festen Absperrungen* in der Mehrzahl der Fälle technisch nicht möglich. Die Beschäftigten werden deshalb in der Regel vor Fahrten im Nachbargleis durch kabelgestützte Automatische Warnanlagen gewarnt. Die Warnung wird bei Fließbandmaschinen durch maschineneigene Warnanlagen unterstützt. Außerdem werden zum Schutz der Maschinenbediener Überwachungsposten eingesetzt.

Der Einsatz von IWG könnte die Maschinenwarnung ergänzen und so weiter zur Verbesserung der Wahrnehmbarkeit der Warnsignale beitragen.

Arbeiten von bis zu drei Beschäftigten

Bei Arbeiten an und in der Nähe von Gleisanlagen besteht der Grundsatz, dass jeder, der im Gleisbereich an Bahnanlagen tätig ist, auch gesichert wird. Es existiert jedoch eine Ausnahme: Das Arbeiten unter Selbstsicherung. Dabei ist es möglich, dass sich bis zu drei Beschäftigte selbst sichern, und zwar auch ohne technische oder organisatorische Hilfsmittel, in dem sie z. B. die Fahrt am Beginn der Annäherungsstrecke erkennen und dann den Gleisbereich verlassen. Diese Ausnahme gilt allerdings nur für bestimmte Arbeiten und unter Einhaltung restriktiv definierter allgemeiner und persönlicher Voraussetzungen, für einen bestimmten Personenkreis und nach sorgfältiger Abwägung aller Faktoren im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung. In diese Beurteilung muss auch die Gefährdung durch Fahrten im Nachbargleis eingehen.

Für diese Arbeiten könnte der Einsatz eines individuellen Warnsystems ernsthaft in Erwägung gezogen werden.

Im Rahmen des Projektes wurden insgesamt sieben Feldstudien durchgeführt (s. Tabelle 3).

Darunter vier Vegetationsbaustellen mit IWG (zwei Feldstudien mit dem EPW der Firma Schweizer und zwei Feldstudien mit Testgeräten der Firma Zöllner). Im Anschluss an die passiv teilnehmenden Beobachtungen³⁰ wurden die Testpersonen zu ihren Erfahrungen mit dem IWG mithilfe von qualitativen Gruppen- bzw. Einzelinterviews befragt.

Darüber hinaus wurden zwei Gleisbaustellen, eine Weichenerneuerung und eine Gleiserneuerung im Fließbandverfahren, passiv teilnehmend beobachtet. Parallel wurden kurze Interviews mit den Baustellenverantwortlichen durchgeführt. Bei den Beobachtungen der

³⁰ Der Beobachter ist anwesend, stellt z.T. Verständigungsfragen an die Beobachteten, hat aber eine unbedeutende Rolle im Feld.

Gleisbaustellen schloss sich aufgrund der Komplexität der Baustellensituation ein Trageversuch mit IWG aus. Ein Trageversuch hätte sowohl dem aktuellen Regelwerk der DB als auch der Bewertung der Unfallversicherungsträger widersprochen.

Weiterhin erhielt die FSA die Möglichkeit, die Tätigkeiten eines „Alleinarbeiters“ (Streckenläufer) in der Schweiz zu beobachten, und einen Überblick über die Arbeiten zu gewinnen, die in der Schweiz mit EPW durchgeführt werden.

Außerdem fließen die Befragungsergebnisse einer weiteren Feldstudie mit EPW aus dem Jahr 2006 und die Ergebnisse eines Interviews, das rückblickend auf diese Feldstudie durchgeführt wurde, in den Bericht ein.

Tabelle 3: Durchgeführte und ausgewertete Feldstudien im Projekt

Feldstudien	Teilnehmende Beobachtung	Qualitative Gruppen-/ Einzelinterviews	Kurzinterview mit Verantwortlichen
Vegetationsbaustellen (mit EPW)	X	x	
Vegetationsbaustellen (mit IWG der Fa. Zöllner)	X	x	
Weichenerneuerung	X		x
Fließbandverfahren	X		x
Fließbandverfahren (mit EPW, 2006)			x
Streckenläufer in der Schweiz (mit EPW)	X		x

2 Beurteilung der individuellen Warnung für Arbeiten im bzw. am Gleisbereich

In die Beurteilung eingeflossen sind die Erkenntnisse aus der Literaturstudie, den Expertenveranstaltungen (Expertenhearing und Beraterkreis) und den Feldstudien (Beobachtungen und Interviews).

2.1 Allgemeine Beurteilung der individuellen Warnung

Fazit 1: *Aufgrund vorhersehbarer menschlichen Fehlverhaltens muss es bei der ausschließlich individuellen Warnung für Arbeiten im bzw. in der Nähe des Gleisbereichs auf der Basis einer Risikobeurteilung Rückfallebenen geben. Dies im Sinne des Grundprinzips „Sichern ist mehr als Warnen“.*

Ausgehend vom Grundsatz „sichern statt warnen“³¹ und dem hohen Gefährdungspotenzial bei Arbeiten im Gleisbereich sollte jede Sicherungsmaßnahme bei Fehlverhalten grundsätzlich einen sicheren Zustand annehmen. Fehlverhalten geschieht in nicht bewusster bzw. nicht beabsichtigter Form und ist daher nicht mit Absicht gleichzusetzen. Stress, Leistungsdruck aber auch die Tagesverfassung erhöhen die Wahrscheinlichkeit menschlichen Fehlverhaltens. Fehler entstehen u.a. dann, wenn die aufmerksamkeitsbezogenen Ressourcen nicht auf die anstehende Routineaufgabe gelenkt sind, sondern z.B. durch Ablenkung gefangen sind. Gerade Routinen sind nur schwer umzulernen, was das Verändern von Verhaltensweisen in routinierten Arbeitsabläufen besonders erschwert. Da menschliches Fehlverhalten wegen dessen großer Variabilität nicht mithilfe von Regelungen oder Anweisungen verhindert werden kann, muss beim ausschließlichen Einsatz der individuellen Warnung eine Risikobeurteilung zugrunde gelegt werden, die neben der Frage der technischen und Warnsignalredundanz (s. Fazit 2) auch Fragen der wirksamen Rückfallebene³² beantwortet.

Im Hinblick auf Rückfallebenen ist über arbeitsmedizinische und arbeitspsychologische Eignung (z.B. psychologische Zuverlässigkeit) und Training bzw. eine Qualifizierung von Mitarbeitern zu diskutieren. Dazu müssten Eignungskriterien definiert werden, die den Grad der Eignung bzw. einen Qualifizierungsbedarf ableiten lassen (indirekte³³ Rückfallebene).

³¹ Anmerkung aus dem Expertenhearing: Eine Warnung ist nur dann auch eine Sicherung, wenn die geforderte Reaktion des Menschen sichergestellt oder ein Schaden bei Ausbleiben der Reaktion nicht wirksam werden kann.

³² Eine Rückfallebene ist ein Sekundärsystem, das bei Ausfall eines primären Systems einen Schutz gegenüber einer Gefährdung bietet.

³³ Indirekt im Sinne von „im Vorfeld“

Eine „direkte“³⁴ Rückfallebene“ könnte eine Kombination von unterschiedlich weitreichenden Maßnahmen bilden, wie z. B. eine Arbeitseinstellung mit Quittieren der Warnung an eine Zentrale, eine technische Trageüberwachung, eine Raumüberwachung oder eine Zulassung der Fahrt von der Arbeitsstelle aus. Diese Konzepte müssten aber in ihrer Wirksamkeit und Umsetzbarkeit genauer betrachtet werden.

Fazit 2: *Um die Verfügbarkeit des Signals zu erhöhen, sollten bei der individuellen Warnung grundsätzlich zwei Sinneskanäle angesprochen werden (Redundanz).*

Zusätzlich zu einer Rückfallebene sind bei der individuellen Warnung wegen der hohen Gefährdung bei Arbeiten im Gleisbereich zur Gewährleistung der Wahrnehmung des Signals redundante Signale erforderlich. Durch eine redundante Darbietung der Warnung wird die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls durch einen zufälligen Fehler (z.B. technischer Defekt, akute Einschränkungen der Gesundheit) eingeschränkt. Bei der individuellen Warnung sollten also immer mindestens zwei Sinneskanäle angesprochen werden. Redundanz erhöht allerdings lediglich die Verfügbarkeit des Signals, sie erhöht aber nicht automatisch die Sicherheit der Warnung (Fazit 1).

Fazit 3: *Die individuelle Warnung darf erst dann zum Einsatz kommen, wenn organisatorische oder technische Maßnahmen bzw. kollektive Warnsysteme nicht möglich bzw. sicherheitstechnisch nicht gerechtfertigt sind.*

Will man die individuelle Warnung in die Rangfolge der Sicherungsmaßnahmen einsortieren, so sind dabei zwei Aspekte zu berücksichtigen:

▪ **Eine Warnung ist immer nur hinweisend**

Primäres Ziel von Schutzmaßnahmen ist die Trennung von Mensch und Gefahr.

Bei der individuellen Warnung handelt sich um ein hinweisendes System, das die Betroffenen lediglich vor der herannahenden Fahrt warnt und ein bestimmtes Verhalten impliziert. Dieses System ist nur dann sicher, wenn alle Mitarbeiter entsprechend reagieren. Dies trifft sowohl auf die kollektive als auch auf die individuelle Warnung zu. Beide sind verhaltensabhängige hinweisende Sicherungsmaßnahmen, die nur eingesetzt werden dürfen, wenn wirksamere Maßnahmen wie organisatorische oder technische

³⁴ Direkt im Sinne von „auf der Baustelle“

Sicherungsmaßnahmen nicht möglich oder sicherheitstechnisch nicht gerechtfertigt sind (ArbSchG, GUV-V D33, GUV-R 2150, Modul 132.0118).

▪ **Kollektiver Gefahrenschutz hat Vorrang vor individuellem Gefahrenschutz**

Beim Festlegen von Sicherungsmaßnahmen hat der kollektive Gefahrenschutz Vorrang vor individuellen Schutzmaßnahmen. Darüber hinaus ist der Faktor Mensch zu berücksichtigen (s. ArbSchG).

Bei der individuellen Warnung wird jede Person mit einem eigenen Warnsignalgeber (den die Person bei sich trägt) gewarnt. Das individuelle Verhalten der zu schützenden Person, also auch der richtige Gebrauch des Warnmittels (Tragen des IWG), bestimmt somit maßgeblich den Erfolg der Maßnahme. Bei der kollektiven Warnung dagegen erhalten alle im betreffenden Arbeitsbereich tätigen Personen quasi zwangsweise die Warnung, unabhängig von ihrem individuellen Verhalten hinsichtlich der Verwendung des Warnmittels. Mit anderen Worten: Die kollektive Warnung kann der zu Warnende nicht oder nur schwer individuell beeinflussen, wohl aber das individuelle Warngerät.

Deshalb ist bei den kollektiven AWS von einer einfachen Verhaltensabhängigkeit (Signal wahrnehmen/sicheres Verhalten einleiten) und bei den individuellen AWS von einer zweifachen Verhaltensabhängigkeit (Signal wahrnehmen/sicheres Verhalten einleiten **und** richtiger individueller Umgang mit der Sicherheitseinrichtung) auszugehen, was die mögliche Fehlerhäufigkeit bzw. das mögliche Fehlverhalten erhöht. Abhängig vom Verzicht auf technische Komponenten bzw. deren Ersatz z. B. beim Detektieren der Fahrt, bei der Übermittlung des Signals usw., kann es sowohl bei den kollektiven Warnsystemen als auch bei den individuellen Warnsystemen eine (weitere) Abstufung in der Rangfolge geben.

Übertragen auf die untersuchten Baustellenszenarien bedeutet dies:

- Bei den Arbeiten von bis zu drei Beschäftigten, die bisher unter den Regeln der Selbstsicherung „Fahrt am Beginn der Annäherungsstrecke erkennen“ bzw. „Anzeichen der Annäherung einer Fahrt sicher und rechtzeitig deuten“ durchgeführt werden, könnte die individuelle Warnung einen Sicherheitsgewinn darstellen.
- Für die schnell wandernde Vegetationsdurcharbeitung nach Grundschnitt scheint die individuelle Warnung neben der höherwertigen Gleissperrung die einzig mögliche und sicherheitstechnisch gerechtfertigte Sicherungsmaßnahme zu sein.
- Gleisbaustellen können in der Regel durch Gleissperrung (Nachbargleis), Feste Absperrungen, durch kabelgestützte Automatische Warnanlagen teilweise unterstützt durch die Maschinenwarnung oder durch mobile funkgestützte Warnsysteme gesichert werden. Diese Maßnahmen stehen alle auf einer höheren Hierarchie-Stufe als die individuelle

Warnung und müssen daher vorrangig eingesetzt werden. Denkbar wäre die Ergänzung der Maschinenwarnung durch die individuelle Warnung, um die Wahrnehmbarkeit der Warnsignale noch weiter zu verbessern.

2.2 Allgemeine Anforderungen an individuelle Warngeräte speziell vor dem Hintergrund der Trageakzeptanz

Fazit 4: Die Wirksamkeit der individuellen Warnung ist maßgeblich von der Tragebereitschaft individueller Warngeräte abhängig. Es wäre fahrlässig, die Komponenten bzw. Faktoren der Tragebereitschaft zu vernachlässigen.

Sowohl die Ergebnisse der Literaturrecherche zur Trageakzeptanz von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) und zu den Faktoren sicherheitsgerechten Verhaltens als auch die Hinweise aus dem Expertenhearing lassen Voraussetzungen ableiten, die die Trageakzeptanz bzw. das Benutzen von IWG beeinflussen können.

Ein IWG darf den Mitarbeiter nicht körperlich beeinträchtigen und darf ihn nicht bei der fachgerechten Arbeitsausführung stören. Um dies zu gewährleisten, muss man die auszuführenden Tätigkeiten genau kennen und wissen, welchen kognitiven und körperlichen Anspruch sie dem Mitarbeiter abverlangen, welche Anforderungen die Tätigkeit mit sich bringt (z.B. Kommunikationserfordernisse) und unter welchen Umgebungsbedingungen gearbeitet wird (z.B. Hitze / Kälte).

Auch psychologische und organisationale Faktoren wie die Unternehmens-/bzw. Sicherheitskultur, das Vorgesetztenverhalten und die Gruppendynamik der Baukolonne können das Trageverhalten von IWG beeinflussen. Die wenig ausgeprägte PSA-Tragekultur (z.B. Helm und Gehörschutz) auf Gleisbaustellen liefert einen Hinweis auf eine Ausprägung dieser Faktoren. Eine systematische Untersuchung der Hindernisse für das Tragen von PSA könnte Hinweise auf entsprechende Hindernisse für das Tragen von IWG liefern.

Darüber hinaus könnten die Gefährdungswahrnehmung (Gefahrenkognition) und die Zuverlässigkeit der im Gleisbereich Arbeitenden einen Einfluss auf das Trageverhalten von IWG haben. Auch hier könnte eine systematische Untersuchung des Sicherheitsverhaltens und der Gefahrenkognition weitere Erkenntnisse liefern.

Nicht zuletzt spielt bei der Frage nach der Tragewahrscheinlichkeit das Verhältnis positiver Konsequenzen des Nicht-Tragens von IWG zu den negativen Konsequenzen des Tragens eine entscheidende Rolle.

Grundsätzlich scheint ein akustisches IWG (Warnung direkt am Ohr in Kombination mit einem Gehörschutz bei einem Schalldruckpegel von mehr als 85 dB(A)) nur dort sinnvoll, wo regelmäßig und unstrittig mit Kapselgehörschutz gearbeitet wird, denn diese Personen sind bereits an das Tragen des Gehörschutzes gewöhnt und akzeptieren diese Schutzmaßnahme. Bei Tätigkeiten, die ein erhebliches Maß an Kommunikation erfordern, besteht die Gefahr, dass das akustische IWG die erforderliche Kommunikation einschränkt und gegebenenfalls nicht bzw. nicht korrekt getragen würde.

Fazit 5: Die Voraussetzungen, die für den Einsatz von Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) gelten, sollten auch für die individuellen Warngeräte gelten. Funk bzw. Funkempfang, als eine wesentliche Komponente der individuellen Warnung, sollte zuverlässig sichergestellt sein.

In Anlehnung an die Regelungen zum Einsatz von PSA (GUV-V A1 / GUV-R A1) sollten die folgenden Voraussetzungen für den Einsatz von IWG berücksichtigt werden:

- individuelle körperliche Voraussetzungen (die individuelle Warnung muss bei jedem Gesundheitsstatus des Mitarbeiters immer funktionieren),
- persönliche Unverträglichkeiten (arbeitsmedizinische Untersuchung),
- Umgebungsbedingungen (Berücksichtigung von Temperaturschwankungen etc.) und
- Einsatzmöglichkeiten am Arbeitsplatz (s. auch 2.3).
- Im Falle eines technischen Ausfalls eines IWGs vor Ort, muss Ersatz sichergestellt sein oder die Arbeit muss eingestellt werden. Dies kann bedeuten, dass mehr IWG als für die Arbeit vorgesehene Mitarbeiter für die Dauer der Arbeit zur Verfügung stehen müssen.
- Hygienische und ergonomische Gründe sprechen dafür, dass jedem Beschäftigten ihm persönlich zugeordnete IWG zur Verfügung stehen.

Da die individuelle Warnung per Funk übermittelt wird, sollte dieser Technik ein besonderes Interesse gelten. Im Rahmen der Feldstudien mit IWG stellte sich die Herstellung einer stabilen Funkverbindung als schwierig dar und nahm eine gewisse Vorlaufzeit für die Einrichtung in Anspruch. Zudem kam es mehrmals zu Funkunterbrechungen während der Beobachtungen. Bestimmte Baustellenkonstellationen können ein Umkodieren des Funkkanals an der Warnbereichsgrenze erfordern. Diese ist bisher nicht automatisch verfügbar. Jeder IWG-Träger, der eine Warnbereichsgrenze überschreitet, müsste warten, bis sein IWG vom Sicherungspersonal umkodiert ist. Insbesondere dort, wo es zu zahlreichen Bewegungen von Maschinen, Kolonnen und Einzelpersonen (nicht nur in einer Richtung, sondern auch in Baustellenlängsrichtung abwechselnd vorwärts und rückwärts) kommt, ist dies bisher nicht zuverlässig sichergestellt.

Wird der Funkempfangsbereich bei eingeschaltetem IWG verlassen oder kommt es zu Funkunterbrechungen im zugeordneten Signalempfangsbereich, gibt es eine Störungsmeldung am IWG. Ursachen für Funkunterbrechungen können z.B. unzureichender Funkempfang bei Einsteigen in eine Maschine, bei Aufenthalt dicht neben einer Maschine, bei einer vorbeifahrenden Zugfahrt oder der Aufenthalt neben störenden elektrischen Energieanlagen sein. Kommt es zu häufig zu Störungsmeldungen, durch die die Betroffenen in ihrer Arbeitsausführung behindert werden, ist die Akzeptanz der individuellen Warnung gefährdet.

Hinweise zum Design von IWG

Die derzeit verfügbaren und im Rahmen der Feldstudien beobachteten IWG geben das Warnsignal über Ohrhörer am Ohr der Beschäftigten aus. Die im Rahmen der Feldstudien befragten Testträger sehen vor allem Verbesserungsbedarf beim Warnsignal (Dauer und Lautstärke) und beim Bereitstellungston (Frequenz und Taktung). Erste Hinweise zur Signalgestaltung des Bereitstellungstons könnte eine Studie der Deutschen Reichsbahn von 1992³⁵ liefern.

Bisher völlig unbeachtet blieb die Frage, wie sehr die Träger durch die Warnung direkt am Ohr beansprucht werden.

Eine alternative „Anzeige“ (z. B. Leuchtdiode), die im ständigen Sichtfeld des Trägers angeordnet sein müsste und informiert, dass sich das Gerät in Betrieb bzw. Grundstellung befindet, ist denkbar, aber bisher nicht optimal umgesetzt und nicht geprüft.

Die Optik hat sich bereits bei der kollektiven Warnung als nützliche Erinnerungsanzeige erwiesen. Allerdings müsste die Blickverbindung zum Signal sichergestellt und eine Überlagerung des Reizes durch Rahmenbedingungen verhindert werden. Auch hierfür wären weitere Untersuchungen erforderlich.

Darüber hinaus beklagten die Testträger beim EPW (IWG der Firma Schweizer) den Druck am Ohr, der durch die Kombination aus Kopfhörer, Kapselgehörschutz und Schutzbrille entsteht. Durch die Integration des Ohrhörers in den Gehörschutz konnte dieses Problem behoben werden (Testgerät der Firma Zöllner). Allerdings setzen die Mitarbeiter automatisch mit dem Gehörschutz das IWG ab, was dazu führt, dass sie dann keine Warnung erhalten. Beim EPW bleiben die Betroffenen auch bei Absetzen des Gehörschutzes weiterhin eingeschränkt gewarnt. Bei einem Störschallpegel von mehr als 85 dB(A) ist eine sichere Wahrnehmung des Warnsignals allerdings nur mit Gehörschutz gewährleistet. D.h. bei entsprechendem Störschallpegel wären die Betroffenen auch in diesem Fall nicht sicher gewarnt. Es bleibt also

³⁵ U. Sauer & J. Dörre (1992). Rottenwarnanlage ARW 5/2 – Handeinschaltung - . Deutsche Reichsbahn, Reichsbahndirektion Berlin, Bahnärztlicher Dienst, Psychologischer Dienst

offen, welche Variante die bessere ist. In Zusammenhang mit einer geeigneten Rückfallebene könnte der aktive Gehörschutz aus Akzeptanzgründen die bessere Alternative darstellen, was allerdings überprüft werden müsste.

Weiterhin setzen die Arbeiten im Gleisbereich eine „gute Verkabelung“, eine angemessene Unterbringung des Geräts (z.B. im Rucksack bei Vegetationsarbeiten) sowie insgesamt eine gewisse Robustheit des IWG voraus. Hier besteht bei den verfügbaren Geräten zum Teil noch Verbesserungsbedarf.

Es gibt vermehrt Bestrebungen auch taktile Warnsignale bei individuellen Warngeräten zu etablieren. Bezüglich der Vibrationswahrnehmungsschwelle gibt es allerdings noch eine Vielzahl an unbekanntem Einflussfaktoren und offene Fragen, die im Rahmen von Grundlagenforschung genauer beschrieben werden müssten.

2.3 Einsatzmöglichkeiten der individuellen Warnung für Tätigkeiten im bzw. in der Nähe des Gleisbereichs

Fazit 6: Die Einsatzmöglichkeit der individuellen Warnung für bestimmte Arbeitsstellen kann nur mit einer auf den jeweiligen Einzelfall bezogenen Gefährdungsbeurteilung, die mindestens die unten aufgeführten Kriterien enthalten muss, ermittelt werden.

Aus den durchgeführten Feldversuchen konnten Kriterien für die Beurteilung des Einsatzes der individuellen Warnung für Tätigkeiten im bzw. in der Nähe des Gleisbereichs in Kombination mit den Erkenntnissen aus Literatur und den Expertenveranstaltungen abgeleitet werden. Die Kriterien sind im Folgenden aufgelistet:

- **Ort der Ausführung der Tätigkeiten**
 - Im Gleisbereich
 - In der Nähe des Gleisbereichs mit der Gefahr, diesen zu betreten
- **Vereinbarkeit zwischen auszuführenden Tätigkeiten und individuellen Warngeräten**
 - Stört die Anbringung / Unterbringung eines IWG die Ausführung der Tätigkeiten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Körperhaltungen und Umgebungsbedingungen (z.B. dichtes Buschwerk, beengte Verhältnisse)? Kann das IWG während der gesamten Arbeitszeit getragen werden?
 - Welche Kommunikationserfordernisse oder sensomotorischen Erfordernisse bringen die Tätigkeiten mit sich? Tritt die Warnung in Konkurrenz zu den Hauptaufgaben der Beschäftigten?

- Wie viel Aufmerksamkeit und Kapazitäten der Mitarbeiter bindet die Tätigkeit und wie viel das IWG?
- Ist die Integration eines IWG in die vorhandene PSA möglich oder muss dieses „extra“ angebracht werden?
- **Vereinbarkeit zwischen der Organisation der Baustelle und der individuellen Warnung**
 - Gibt es einen zentralen Zugang zur Baustelle und somit eine zentrale Ausgabestelle für IWG?
 - Wie erhalten Hinzukommende ein IWG?
 - Wie werden die Arbeitsplätze der Maschinenbediener (z.B. Bediener einer Stopfmaschine, Besatzung der Arbeitszüge) abgesichert?
 - Wer stellt sicher, dass alle Beschäftigten auf der Baustelle ein IWG erhalten, bevor sie den Gleisbereich betreten?
 - Erfolgt bei Schichtwechsel eine Übergabe des IWG (Hygiene)?
 - Wie werden weitere Auftragnehmer eingebunden (z.B. wenn sie nicht vom Hauptauftragnehmer beauftragt wurden)?
- **Sonstiges**
 - Werden die Tätigkeiten von homogenen³⁶ oder heterogenen Arbeitstrupps durchgeführt?

Ausgehend von den formulierten Kriterien lässt sich der Einsatz von IWG für die beobachteten Tätigkeiten wie folgt einschätzen.

Die individuelle Warnung kann sich für bestimmte Tätigkeiten (z.B. mit Freischneider, Hochentaster, Motorkettensäge, Mulcher) im Rahmen der **schnell wandernden Vegetationsducharbeitung** eignen, da

- die Arbeiten außerhalb des Gleisbereichs durchgeführt werden und lediglich die Gefahr besteht, in diesen zu gelangen,
- sich ein IWG problemlos in die vorhandene Arbeitsschutzkleidung integrieren ließe,
- die Arbeitsschutzkleidung getragen wird und ein entsprechendes Sicherheitsbewusstsein vorhanden zu sein scheint,
- homogene Tätigkeiten ausgeführt werden,
- die Gruppe homogen bleibt,
- die Arbeitsstellen überschaubar sind
- und sich die individuelle Warnung wahrscheinlich organisieren ließe.

³⁶ einheitlichen (kein Zugang / Abgang von Beschäftigten)

Auch aus Sicht der Berater ist die individuelle Warnung für Vegetationsarbeiten möglich bzw. sogar angeraten, da sich einerseits neben der Gleissperrung andere Sicherungsmaßnahmen ausschließen und andererseits die Voraussetzungen für das Tragen von IWG gegeben zu sein scheinen.

Unklar ist allerdings, wie ein geeignetes IWG genau aussehen müsste. Ein akustisches IWG würde sich eignen, da dieses integriert oder in Kombination mit dem Kapselgehörschutz getragen werden könnte. Zum Design und den Anforderungen an ein IWG sind allerdings noch einige Fragen offen, die weiteren Forschungsbedarf ableiten (s. Design von IWG).

Darüber hinaus darf auch angesichts der guten Voraussetzungen bei der schnellen Vegetationsdurcharbeitung nicht vergessen werden, dass ein Fehlverhalten der Mitarbeiter nicht auszuschließen ist und eine Rückfallebene vorhanden sein muss. Hierzu hat es eine Beratung zwischen den Unfallversicherungsträgern und der DB Fahrwegdienste GmbH gegeben, in der mögliche, zusätzlich risikominimierende Maßnahmen benannt wurden.

Für die beobachteten **Gleisbaustellen** eignet sich eine ausschließlich individuelle Warnung nicht, da

- die Arbeiten in der Regel im Gleisbereich ausgeführt werden,
- unterschiedliche Arbeitsplätze und unterschiedliche Tätigkeiten berücksichtigt werden müssen,
- es sich um äußerst heterogene Tätigkeiten handelt (unterschiedliche Körperhaltung in unterschiedlichen räumlichen Verhältnissen),
- die Gruppe nicht homogen bleibt,
- das IWG nicht unmittelbar in die vorhandene PSA integriert werden kann (seltene bis keine Benutzung von Helm und Gehörschutz),
- die Baustellenorganisation kompliziert bis sehr komplex ist und somit nicht sicherzustellen ist, dass jede Person im Gleisbereich bzw. in der Nähe des Gleisbereichs mit einem IWG ausgerüstet werden kann.

Darüber hinaus ist unklar, wie es um die Zuverlässigkeit und die Eignung der Mitarbeiter – als Hinweis auf sicherheitsgerechtes Verhalten - insbesondere bei Subunternehmen bestellt ist. Systematische Beobachtungen und Befragungen von Mitarbeitern auf Baustellen im Gleisoberbau könnten hier Aufschluss verschaffen.

Die Vertreter der im Beraterkreis vertretenen Gleisbauunternehmen sehen bei den Gleisbaustellen vor allem die Baustellenorganisation als Ausschlusskriterium für eine ausschließlich individuelle Warnung. Es könne nicht mit der erforderlichen Sicherheit

gewährleistet werden, dass jeder, der sich im oder am Gleisbereich aufhält, jederzeit ein individuelles Warngerät trägt.

Als Vorteile der individuellen Warnung werden von einigen der Berater vor allem die punktgenaue Warnung und die Einschränkung der Lärmemission vorgebracht. Dieser Schutz der Umwelt hat allerdings hinter den Schutz der Beschäftigten zu treten. Grundsätzlich sollte auch über andere Maßnahmen der Schallminderung nachgedacht werden, z.B.:

- Maschinenwarnung weiterführen (für Zweiwegebagger usw.),
- Lärmemission von Baumaschinen durch konstruktive Maßnahmen verringern (Neumaschinen),
- Störpegelabhängige Warnsignalgebung (Autoprowa-Effekt, APA-Effekt) optimieren,
- Signalgeberausrichtung am Gleis optimieren,
- AWS nur in den Bereichen betreiben, in denen gearbeitet wird,
- Einsatz von mobilen Instandhaltungseinheiten (Verzicht auf die Warnung),
- Einsatz mobiler Schallschutzwände,
- betriebliche Maßnahmen wie weitere Gleissperrungen,
- verstärkter Einsatz der festen Absperrung auch für Arbeiten geringeren Umfangs,
- verstärkter Einsatz mobiler Funkwarnsysteme anstelle von Sicherungspostenketten (Entfall der durch Außen- und Zwischenposten gegebenen Warnsignale).

Die „Punktbaustelle“ (z.B. Weichenerneuerung), die von den Beratern bezüglich der Einsatzmöglichkeiten individueller Warngeräte etwas positiver bewertet wurde, kann mithilfe von höherwertigen Sicherungsmaßnahmen, z. B. kleinen mobilen Warnsystemen, gesichert werden und ist deshalb aufgrund der Hierarchie der Sicherungsmaßnahmen kein Anwendungsfall für die individuelle Warnung.

Für **Arbeiten von bis zu drei Beschäftigten** könnte die individuelle Warnung in bestimmten Fällen eine geeignete Sicherungsmaßnahme darstellen, da

- die Tätigkeiten, die unter Selbstsicherung durchgeführt werden dürfen, nicht durch das Tragen eines IWG behindert würden,
- die Tätigkeiten nur von besonders qualifiziertem Personal durchgeführt werden dürfen,
- es sich um eine homogene und überschaubare Gruppe (max. 3 Personen) handelt
- und sich somit die individuelle Warnung organisieren ließe.



Als Ausschlusskriterium für die individuelle Warnung bei Arbeiten von bis zu drei Beschäftigten sahen die Berater allerdings technische und organisatorische Hürden und die Gefahr, dass die höherwertige Sicherheitsmaßnahme „Gleissperrung“ dann nicht mehr angewendet wird.

3 Literaturverzeichnis (Abschlussbericht)

- ERRI A 158/RP 3 Teil I "Systeme zur individuellen Warnung von Personen im Gleisbereich - Pflichtenheft für individuelle und kollektive Warnsysteme für Personen im Gleisbereich. (1996). Utrecht.
- ERRI A 158/RP 5 "Systeme zur individuellen Warnung von Personen im Gleisbereich – Schlussbericht". (1997).
- Funkwarnsysteme - Neue Geräte für die Baustellenwarnung. (2012). *Deine Bahn*(9).
- Ahrend, K. D. (1994). *Validierung der Pallästhesiometrie als Screening-Methode zur Diagnostik der beruflichen Schwingungs-beanspruchung – Literaturstudie*. Forschungsprojekt, HVBG.
- Bernard, M., & Satow, S. (2007). Richtlinie 479 - Aktualisierungen der Einsatzrichtlinie für Automatische Warnsysteme. *Bahn Praxis*(4).
- Biernath, G., Hornberger, U., & Rätzer-Frey, A. (2000). *Feldstudie zu arbeits- und wahrnehmungspsychologischen Rahmenbedingungen automatischer Warnsysteme im Gefahrenbereich von Gleisen*. Mannheim: FSA.
- Bubb, H. (1992). *Menschliche Zuverlässigkeit*. Landsberg/Lech: ecomed - Fachverlag.
- Burkardt, F. (1981). *Information und Motivation zur Arbeitssicherheit*. Wiesbaden: Universum Verlagsanstalt.
- Cube, F. v. (1990). *Gefährliche Sicherheit*. München: Piper.
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Misslingens*. Reinbek: Rowohlt.
- Elzheimer, D. (2/1999).). Auswertung der Fragebogenaktion des Verbandes Deutscher Sicherheitsingenieure – VDSI – e.V. in Zusammenarbeit mit dem BIA. *BIA Report "Erhöhte Akzeptanz von Persönlichen Schutzausrüstungen durch ergonomische Gestaltung*.
- Giesa, H. G., & Timpe, K.-P. (2000). Technisches Versagen und menschliche Zuverlässigkeit: Bewertung der Verlässlichkeit in Mensch-Maschine-Systemen. In K.-P. Timpe, T. Jürgensohn, & H. Kolrep (Hrsg.), *Mensch-Maschine-Systemtechnik: Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation*. Düsseldorf: Symposion.

- Hoheisel, D. (1996). Gruppenprozesse. In G. Wenninger, & C. G. Hoyos (Hrsg.), *Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz. Handwörterbuch verhaltenswissenschaftlicher Grundbegriffe*. Heidelberg: Asanger.
- Hoyos, C. G., & Ruppert, F. (1993). *Der Fragebogen zur Sicherheitsdiagnose (FSD): Entwicklung und Erprobung eines verhaltensorientierten Verfahrens für die Betriebliche Sicherheitsarbeit*. Bern: Huber.
- Hoyos, C. G., & Wenninger, G. (1995). Psychologie und Arbeitssicherheit: Ein Weiterbildungskonzept für Führungskräfte. In C. G. Hoyos, & G. Wenninger (Hrsg.), *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in Organisationen*. Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie.
- Kieback, D. (1978). Kenntnisstand der Sicherheitsregeln bei Elektrofachleuten - ihre Einstellung zur Arbeitssicherheit. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin*(11), 310-312.
- Kluwe, R. H. (1990). Problemlösen, Entscheiden und Denkfehler. In C. G. Hoyos, & B. Zimolong (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich D Praxisgebiete, Serie III Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie, Band 2 Ingenieurpsychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Lazarus, H. (1984). Erkennen von akustischen Signalen und Sprache beim Tragen von Gehörschutz. *4. Kolloquium der Sektion Eisen- und metallherzeugende Industrie der IVSS*.
- Lazarus, H., Sust, C. A., Steckel, R., Kulka, M., & Kurtz, P. (2007). *Akustische Grundlagen Sprachlicher Kommunikation*. Berlin: Springer.
- Musahl, H.-P. (1997). *Gefahrenkognition: theoretische Annäherung, empirische Befunde und Anwendungsbezüge zur subjektiven Gefahrenkenntnis*. Heidelberg: Asanger.
- Musahl, H.-P., Groß-Thomas, C., & Müller-Gethmann, H. (1994). Gefahrenkenntnis und Arbeitssicherheit – Entwicklung und Evaluation eines „top-down“-Programms. In F. Burkardt, & C. Winkelmeier (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit 7. Workshop*. Heidelberg: Asanger.
- Pasig, P. (1994). Mit geschütztem Ohr zur fehlerfreien Diskrimination. In F. Burkardt, & C. Winkelmeier (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit 7. Workshop*. Heidelberg: Asanger.

- Reason, J. (1994). *Menschliches Versagen. Psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien*. Heidelberg: Spektrum.
- Ringe, H., & Musahl, H.-P. (2003). Unfallprävention im Schulsport auf Grundlage der Gefahrenkenntnis des Handelnden. In H.-G. Giesa, K.-P. Timpe, & U. Winterfeld (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit und Gesundheit 12. Workshop*. Heidelberg: Asanger.
- Ruppert, F. (1995). Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz als Organisationsaufgabe. In C. G. Hoyos, & G. Wenninger (Hrsg.), *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in Organisationen*.
- Sauer, U., & Dörre, J. (1992). *Rottenwarnanlage ARW 5/2 - Handeinschaltung*. Deutsche Reichsbahn, Reichsbahndirektion Berlin, Bahnärztlicher Dienst, Psychologischer Dienst, Berlin.
- Schaper, N. (2011). Psychologie der Arbeitssicherheit. In F. Nerdinger, N. Blickle, & N. Schaper (Hrsg.), *Arbeits- und Organisationspsychologie*. Berlin: Springer.
- Schlag, B., Ellinghaus, D., & Steinbrecher, J. (1986). Risikobereitschaft junger Fahrer. *Schriftenreihe Unfall- und Sicherungsforschung Straßenverkehr der Bundesanstalt für Straßenwesen*(Heft 58).
- Semmer, N., & Regenass, A. (1996). Der menschliche Faktor in der Arbeitssicherheit - Mechanismen, Verhütung und Korrektur von menschlichen Fehlhandlungen. In G. Grote, & C. Künzler (Hrsg.), *Theorie und Praxis der Sicherheitskultur*. Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Steininger, U., & Satow, S. (2003). Kollektive Baustellenwarnung - ein Immissionsproblem. *EI - der Eisenbahningenieur*(8), S. 16-21.
- Strobel, G. (1994). Persönliche Schutzausrüstung: Motive mangelnder Tragebereitschaft und Maßnahmen zur Förderung der Akzeptanz. In F. Burkardt, & C. Winkelmeier (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit 7. Workshop*. Heidelberg: Asanger.
- Strobel, G. (1996). Persönliche Schutzausrüstung. In G. Wenninger, & C. G. Hoyos (Hrsg.), *Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz*. Heidelberg: Asanger.
- Weber, P. (1994). Die Beurteilung des Tragekomforts und der Trageeigenschaften von persönlichen Schutzausrüstungen aus psychologischer Sicht. In F. Burkardt, & C. Winkelmeier (Hrsg.), *Psychologie der Arbeitssicherheit 7. Workshop*. Heidelberg: Asanger.

Wenninger, G. (1991). *Arbeitssicherheit und Gesundheit: psychologisches Grundwissen für betriebliche Sicherheitsexperten und Führungskräfte*. Heidelberg: Asanger.

Zimolong, B. (1978). *Gefährdungseinschätzung beim Rangieren*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.