

# Bahn*Praxis* B



**Aktuell** Folgerungen aus einem Unfall  
Neue Warnsystemkomponente für die Vegetationspflege

## Liebe Leserinnen und Leser,

das Streben nach einem sicheren und störungsfreien Zugbetrieb ist so alt wie die Eisenbahn selbst. Schon die Gründungsväter der ersten Ferneisenbahn Deutschlands, der Leipzig-Dresdner Eisenbahn-Compagnie, gaben zu deren Eröffnung „Reglements und Instructions“ für ihre Bediensteten heraus. Sie hatten frühzeitig erkannt, dass eine Koordinierung vieler hundert Menschen über eine Strecke von mehr als 100 Kilometern hinweg nur mit einer exakten Vorgabe von Handlungsregeln möglich ist. Also enthielt dieses erste deutsche Regelbuch für Eisenbahner unter anderem Vorschriften für Lokomotivführer, Zugschaffner, Schirrmeister und Bahnwärter. Damit trug die Leipzig-Dresdner Eisenbahn-Compagnie dem Gedanken Rechnung, dass diese Bediensteten als „vor Ort“ Tätige den sicheren Betrieb unmittelbar gewährleisten können. Auch wenn später aus dem Schirrmeister der Wagenmeister wurde und mit Entwicklung der Leit- und Sicherungstechnik weitere Berufsgruppen wie zum Beispiel Fahrdienstleiter hinzukamen: Dieser Grundgedanke hat sich in 180 Jahren Eisenbahnen in Deutschland nicht wesentlich geändert. So gewährleisten auch heute noch insbesondere diese Berufsgruppen den sicheren Bahnbetrieb.

Unser erster Beitrag befasst sich genau mit diesen Berufsgruppen. Aus der Beschreibung eines Unfallhergangs heraus wird nicht nur deren Aufgabenumfang geschildert, sondern auch der Zusammenhang mit der grundsätzlichen Sicherheitsarchitektur der Eisenbahnen erläutert. Welche Rolle dabei ein Schweizer Käse für die Sicherheit hat, erfahren Sie ab Seite 3.

Welche Anstrengungen die Leipzig-Dresdner Eisenbahn-Compagnie hinsichtlich der links und rechts der Gleise wuchernden Vegetation unternahm, ist bisher nicht detailliert überliefert. Immerhin erteilte die Gesellschaft in seinen „Reglements und Instructions“ den Oberbahnwärtern den Auftrag, dafür Sorge zu tragen, „... daß Alles, was der freien und gefahrlosen Befahrung der Bahn hinderlich werden kann, sofort beseitigt werde ...“. Dass die Tätigkeit der Vegetationskontrolle – gerade aus Sicht des Arbeitsschutzes – um ein Vielfaches komplexer geworden ist, verdeutlicht unser zweiter Beitrag.

Soweit unser kleiner Ausflug in die „Urzeit“ der Eisenbahn. Im Rückblick erstaunt es immer wieder, was sich doch aus dieser Zeit erhalten hat, welche „rote Fäden“, die unsere Gründungsväter geknüpft haben, heute noch weiter gesponnen werden.

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

## Ihr BahnPraxis-Redaktionsteam



**Unser Titelbild:**

Eine TRAXX Ellok Baureihe 145 mit Güterzug aus dem Ruhrgebiet in Richtung Kassel bei Warburg-Bonenburg

Foto: DB AG/Wolfgang Klee

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

#### Herausgeber

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

#### Redaktion

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

#### Anschrift

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

#### Erscheinungsweise und Bezugspreis

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

#### Verlag

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

#### Druck

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

## Sicherheitsebenen im Eisenbahnsystem

# Folgerungen aus einem Unfall



Foto: DB-AG/Michael Neuhäus

**Steffen Mehner, DB Regio AG, Stellv. Eisenbahnbetriebsleiter, Frankfurt am Main**

Mit dem folgenden Beitrag wird die Analyse von gefährlichen Ereignissen fortgesetzt. An dem im Beitrag geschilderten Fall lässt sich sehr gut darstellen, wie die grundsätzliche Sicherheitsarchitektur bei Eisenbahnen aufgebaut ist. Er zeigt aber auch, wie die Verkettung von Missverständnissen und Versäumnissen trotz aller sicherheitlichen Vorkehrungen zu einem schweren Unfall führen kann.

Nicht jede falsche Handlung oder jeder Fehler löst auch gleich unweigerlich einen Unfall aus. Die Sicherheitsvorkehrungen der Eisenbahnen greifen auf verschiedenen Handlungsebenen. Um sich zum Beispiel vor einer Entgleisung zu schützen, werden unter anderem die folgenden Vorkehrungen getroffen:

1. Durch den Gesetzgeber (mittels Rechtsvorschriften) oder die Eisenbahn-Branche selbst (mittels sog. „Anerkannter Regeln der Technik“) werden genaue Vorgaben gemacht, wie Gleise und Fahrzeuge für eine sichere Spurführung gestaltet sein müssen. Hierzu werden
2. Jedem Gleis/Fahrzeug ist eine „Instandhaltungsstelle“ zugeordnet. Diese Instandhaltungsstelle muss nun dafür
3. Damit die Eisenbahn nachvollziehen kann, ob sich wichtige Komponenten – wie im Instandhaltungsprogramm vor-

Nennmaße und Grenzmaße festgelegt. Die Nennmaße beschreiben die Gleise/Fahrzeuge im neuen oder aufgearbeiteten Zustand. Grenzmaße sollen signalisieren, dass ein Bauteil abgenutzt ist und erneuert werden muss. Den Bereich zwischen Nennmaß und Grenzmaß nennt man Sollzustand. Der tatsächliche Zustand eines Gleises/Fahrzeugs muss also immer dem Sollzustand entsprechen, damit ein sicherer Bahnbetrieb gewährleistet ist.

sorgen, dass die Grenzmaße im laufenden Betrieb nicht überschritten werden (also der Sollzustand eingehalten wird). Dafür sorgt ein Instandhaltungsprogramm, in dem festgelegt wird, in welchen zeitlichen Abfolgen die einzelnen Komponenten auf die Einhaltung der Grenzmaße überprüft werden (Instandhaltungsintervalle). Ist ein Grenzmaß erreicht, wird die Komponente erneuert. Beim weiteren Betrieb ist damit der Sollzustand gewährleistet.

hergesehen – „planmäßig“ abnutzen, sind zwischen den Instandhaltungsintervallen weitere Prüfungen vorgesehen. An Triebfahrzeugen werden diese Prüfungen durch den Triebfahrzeugführer im Rahmen der Vorbereitungs- und Abschlussarbeiten durchgeführt. An Wagen führen insbesondere die Wagenmeister den „Wagentechnischen Untersuchungsdienst“ durch. Treten bei diesen Prüfungen bereits Fehler oder Schäden auf, muss die Instandhaltungsstelle diese Mängel analysieren. Gegebenenfalls müssen Instandhaltungsabläufe verbessert, Belastungen am Material reduziert bzw. zukünftig verschleißfestere Bauteile verwendet werden.

Mit den Methoden „Festlegung des Sollzustands“ --> „Instandhaltungsprogramm“ --> „Beobachtung der Fahrzeuge im Betrieb“ existiert ein wirksames System, um Unfälle, wie zum Beispiel Entgleisungen, zu verhindern. Wieso kommt es dann trotzdem zu Unfällen?

Dieses kann man über das sog. „Schweizer-Käse-Modell“ nach James Reason<sup>[1]</sup> erklären. Die oben beschriebenen Vorkehrungen wie Sollzustand, Instandhaltungsprogramm und Wagentechnische Untersuchung stellen Sicherheitsbarrieren dar. Zwischen dem einzelnen Fehler und dem Unfall stehen mehrere Käsescheiben, die diesen Sicherheitsbarrieren entsprechen. Wie ein Schweizer Käse haben diese Scheiben allerdings Löcher. Und die Löcher stehen zum Beispiel für Fehler, die Men-

schen machen. Ein Fehler muss sämtliche Schichten durchdringen, damit es zu einem Ereignis kommt. Das heißt, der Weg des Fehlers muss je ein Loch in jeder Sicherheitsschicht durchstoßen (Abbildung 1).

Aus diesem Schweizer-Käse-Modell wird auch deutlich, welche Rolle jeder Käsescheibe zufällt. In der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) verkörpert der so genannte „Betriebsbeamte“ den Grundgedanken der Käsescheibe. Der Begriff „Betriebsbeamte“ beschreibt dabei nicht einen dienstrechtlichen Status, sondern eine Tätigkeit im Sinne der Sicherheitsbarrieren: Die für die Sicherheit in letzter Instanz („erster Linie“) verantwortliche Person. Die EBO zählt abschließend neben den Leitungsfunktionen im Bahnbetrieb unter anderem auch die Triebfahrzeugführer, Fahrdienstleiter, Rangierbegleiter und Wagenmeister zu diesen Betriebsbeamten.

Deshalb müssen die Betriebsbeamten „... den besonderen Anforderungen genügen, um menschliches Versagen infolge mangelnder persönlicher und fachlicher Eignung und Befähigung sowie unzureichender körperlicher Tauglichkeit auszuschließen.“<sup>[2]</sup> Genau aus diesem Grund werden also Eignungs- und Tauglichkeitsuntersuchungen sowie Prüfungen in Aus- und Fortbildungen durchgeführt.

Damit sind unsere Triebfahrzeugführer, Fahrdienstleiter und Wagenmeister bestens gewappnet, von der Eisenbahn Unbill abzuwenden.

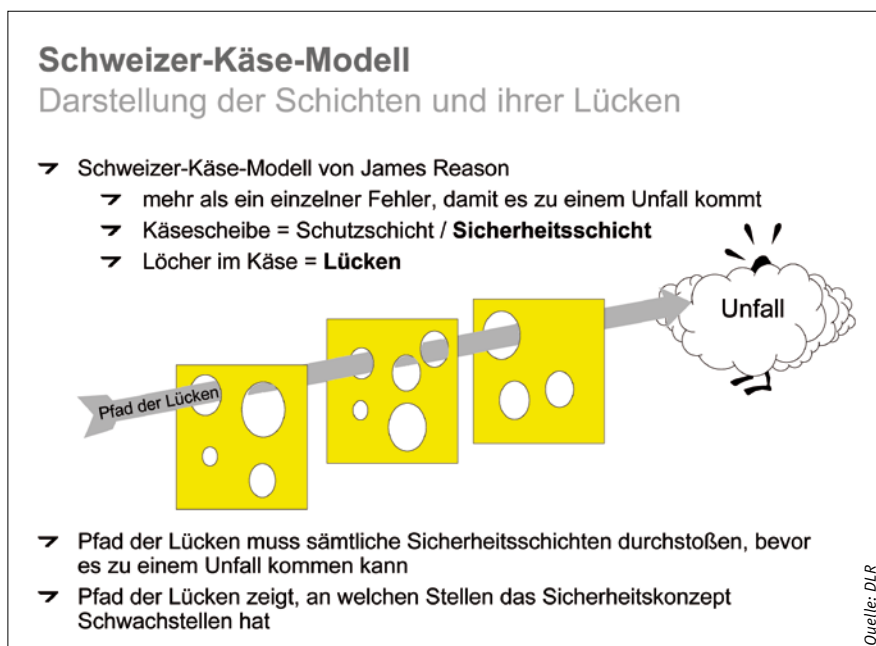
## Nun zu unserem Fall...

Der Triebfahrzeugführer Köhler (Name von der Redaktion fiktiv gewählt) ist nachts mit einem Güterzug unterwegs. 53 vollbeladene Selbstentladewagen der Bauart Fcs hat er am Haken. Insgesamt 2.000 Tonnen, eine ziemlich schwere Fuhre. Er ist froh, dass er sie ganz gut in Gang gebracht hat. Bei der Zugvorbereitung hatte er nämlich schon Ärger gehabt: Er musste sogar einen Wagen aussetzen, weil der Wagenmeister einen Schaden am Radsatzlager eines Wagens entdeckte. Deshalb ist er auch mit 45 Minuten Verspätung abgefahren. Aber jetzt läuft die Fuhre reibungslos. Eben hat er die Zugkraft abgeschaltet und rollt durch den Bahnhof B-Stadt. Die geballte Energie von 2.000 Tonnen schiebt ihn durch die Ausfahrweichen in die anschließende Gefällestrecke. „Prima“, denkt er, „in F-Hausen bin ich wieder im Plan“. Doch da reißt der Zugfunk ihn aus seinen Gedanken. Der Fahrdienstleiter B-Stadt ist dran: „Du Kollege, Du musst eine feste Bremse haben. Im vorderen Teil Deines Zuges hat ein Wagen Funken gesprüht. Ich halte Dich am Blocksignal der Abzweigstelle C-Heim an!“. „Nun ist der Fahrplan endgültig im Eimer!“ denkt Tf Köhler und bremst den Zug schon mal vorsorglich ein. Nachdem er vor dem Blocksignal der Abzweigstelle den Zug anhält, sichert er seine Lok, vereinbart mit dem Fdl die Sperrung des Nachbargleises und zieht – „bewaffnet“ mit Warnweste und Taschenlampe – zur Störungssuche los. Aber alle Reibelemente sind lose – bis zum letzten Wagen. Obwohl er sich doch alle Radsätze ganz genau mit seiner Taschenlampe angeschaut hat! Fast eine halbe Stunde hat er dafür gebraucht! „Hm, komisch.“, denkt Tf Köhler. „Wer weiß, was der B-Städter gesehen hat.“ Köhler meldet dem Fdl in B-Stadt, dass er keine feste Bremse im Zug gefunden hat. Der Fdl B-Stadt stellt daraufhin das Signal der Abzweigstelle C-Heim auf Fahrtstellung.

Na, liebe Leser, Sie haben irgendwie ein ungutes Gefühl? Wir sind ja auch schon bei der letzten Käsescheibe angelangt.

Daher die Auflösung der „Vorgeschichte“: Bei der planmäßigen Inspektion der Wagen ist dem Instandhaltungsmitarbeiter nicht aufgefallen, dass die Markierung an Radscheibe und Radreifen nicht mehr sichtbar war. (Zur Bedeutung der Radreifenmarkierungen siehe Kasten „Bauformen der Eisenbahnräder“ auf Seite 5).

Abbildung 1: Käsescheiben



Bedeutung der Radreifenmarkierungen

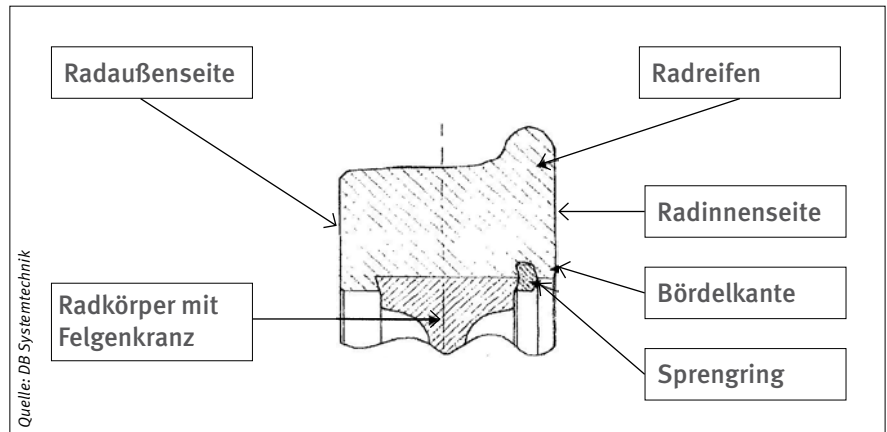
# Bauformen der Eisenbahnräder

Im Wesentlichen kommen heute überwiegend zwei Bauformen von Eisenbahnrädern zur Anwendung: Vollräder und bereifte Räder.

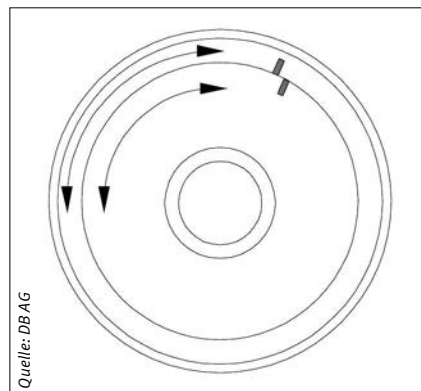
Während Vollräder (auch Monobloc-Räder genannt) im Stahlgussverfahren als „ein Stück“ hergestellt werden, bestehen bereifte Räder aus drei Teilen: Dem Radkörper, dem Radreifen und dem Sprengring. Bereifte Räder sind kostengünstiger herzustellen als Vollräder. Dafür sind Vollräder den Belastungen höherer Geschwindigkeiten besser gewachsen. Daher sind Vollräder überwiegend an Fahrzeugen des Personenverkehrs zu finden, die bereiften Räder häufig an Güterwagen (wie in unserem geschilderten Fall).

Damit der Radreifen auf der Radscheibe fest sitzt, wird der Innendurchmesser des Radreifens ein wenig kleiner als der Außendurchmesser der Radscheibe gefertigt. Der Radreifen wird deshalb erwärmt, so dass er sich ausdehnt und danach auf die Radscheibe passt. Mit dem Abkühlen zieht er sich wieder zusammen; es entsteht eine feste, kraftschlüssige Verbindung zwischen Radscheibe und Radreifen. Falls sich der Radreifen doch mal lösen sollte, wird er mit einem Sprengring gegen Ablaufen gesichert.

Aber warum sollte er sich wieder lösen? Durch die am Wagen vorhandenen Klotzbremsen wird Reibungswärme am Radreifen erzeugt. Im Normalfall kann der Radreifen die Wärme vertragen. Aber sollte



Bereiftes Rad



Verdrehsicherungen

zum Beispiel eine Bremse defekt sein und nicht mehr zuverlässig lösen, dann wird der Wärmeeintrag zu groß. Der Radreifen dehnt sich aus und verdreht sich auf der Radscheibe.

Damit man das auch noch später erkennen kann, erhalten bereifte Räder sog.



Bereiftes Rad mit Verdrehsicherungen

Verdrehsicherungen. Stehen die Markierungen nicht mehr übereinander, hat sich der Radreifen verdreht. Diese Wagen dürfen nur noch nach Festlegung besonderer Bedingungen bewegt werden, denn der Sprengring als Sicherung gegen das seitliche Ablaufen eines gelösten Radreifens hält nur geringen Belastungen stand.



Ausgemusterte Güterwagenradsätze

Deswegen konnte auch nicht festgestellt werden, dass Radreifen und Radscheibe eigentlich keine innige Verbindung mehr besaßen und bereits gegeneinander verdreht waren. Und damit war schon die erste Käsescheibe durchstoßen. Auch die zweite Käsescheibe wurde passiert, weil der Wagenmeister bei der Wagentechnischen Untersuchung nicht nach den Radreifenmarkierungen sah. So konnte ihm auch nicht auffallen, dass ein Teil der Wagen keine sichtbaren Radreifenmarkierungen besaßen. Als zweite Sicherheitsbarriere hätte er diese Wagen aussetzen müssen.

Ohne die Radreifenmarkierungen war jedoch auch unser Tf Köhler auf verlorenem Posten. Trotz intensiven Hinsehens und Prüfen der Reibelemente konnte er keine Ursache für den Funkenflug ausmachen. Und so blieb der Radreifen, der bereits vom Radkörper abließ und durch das Scheuern am Radsatzlagerhalter den Funkenflug verursachte, zunächst einmal unentdeckt. Aber wir haben ja noch eine letzte Käsescheibe.

Triebfahrzeugführer Köhler beschleunigte also seinen Zug wieder; etwas verärgert ob des aus seiner Sicht zwecklosen Halts. So bemerkte er auch nicht, dass die 2.000 Tonnen diesmal schwerer in Gang kamen als vorher. Denn mittlerweile war nicht nur der defekte Radsatz aus dem Gleis gesprungen, sondern weitere Wagen dahinter.

Das etwas nicht stimmt, war auch dem Fahrdienstleiter des nächsten Bahnhofs D-Garten aufgefallen. Er rief den Triebfahrzeugführer Köhler deshalb unverzüglich über Zugfunk an, dass einer seiner Wagen Funken sprühe.

Köhler war darüber ein wenig ungehalten. Er hatte doch seinen Zug schon 30 Minuten lang untersucht! Und jetzt ging auch noch die Luft in der Hauptluftleitung weg! „Ja, ich habe eh‘ jetzt eine Zwangsbremse bekommen!“, rief Köhler in den Hörer des Zugfunkgeräts. Köhler vereinbart noch mit dem Fahrdienstleiter alles Notwendige für seinen nächsten Kontrollgang. Den kurze Zeit später auf dem Gegengleis entgegenkommenden Regional-Express aus E-Hofen nahm er nur am Rande wahr.

Ja, an dieser Stelle war auch die letzte Sicherheitsbarriere durchstoßen. Die we-

## 1 Feststellen, Melden

Wenn an Fahrzeugen oder Ladungen Unregelmäßigkeiten (z. B. Brandgeruch, Ölqualm, Flammen, rotglühende Radsatzlager, Pfeiftöne, blockierter Radsatz, Funken am Radsatz, kreischendes Geräusch, rotglühende Bremsklötze oder Radreifen, brennende Bremsbeläge, unruhiger Lauf des Fahrzeugs, klapperndes klirrendes Geräusch, regelmäßiges starkes Klopfen oder Schlagen, lose Wagendecken, verschobene Ladung) festgestellt oder gemeldet werden, sind, außer wenn eine Unregelmäßigkeit durch eine Heißläuferortungsanlage oder Festbremsortungsanlage angezeigt wird, Maßnahmen bei Gefahr zu treffen.

**Maßnahmen bei Gefahr**

Abbildung 2: Auszug aus Modul 408.0553

sentliche Aufgabe der Betriebsbeamten, bei drohender Gefahr den Bahnbetrieb anzuhalten, wurde von allen Beteiligten versäumt. Und so kollidierte der Regional-Express aus E-Hofen mit den entgleisten Güterwagen. Glücklicherweise waren keine Toten zu beklagen, es gab aber Schwerverletzte.

Das Modul 408.0581 (für Anwender der EIU) bzw. Modul 408.2581 (für Anwender der EVU) enthält eine wesentliche Regel für die letzte Käsescheibe: Das Verhalten bei Gefahr. Diese Maßnahmen – insbesondere den Nothaltauftrag – konsequent anzuwenden, ist die vordringliche Aufgabe eines jeden Betriebsbeamten. Sicherlich erscheint die Hürde in der Anwendung zunächst hoch, da der Nothaltauftrag immer das letzte Mittel ist: Nämlich der Stillstand des Bahnbetriebs. Aber unser Beispiel zeigt auch, dass es gerade im Zweifel gegenüber der eigenen individuellen Wahrnehmung das einzig wirksame Mittel gegen Unfälle ist.

Tf Köhler war auf die – aus seiner Wahrnehmung heraus fragwürdige – Bremsstörung so konzentriert, dass er das Absinken des Hauptluftleitungsdrucks zwar festgestellt, jedoch nicht als Alarmsignal registriert hat. Aber im Modul 408.0581/408.2581 ist genau das als drohende Gefahr hervorgehoben, und das nicht nur für das eigene Gleis. Kommt nämlich ein Zug „aus nicht erkennbarem Anlass zum Halten, so müssen Sie die Gefahr auch für Züge in Nachbargleisen annehmen, wenn nicht einwandfrei festgestellt wird, dass die Nachbargleise befahren werden können.“ (Modul 408.0581/408.2581 Abschnitt 2 Absatz 2).

Die Fahrdienstleiter haben zwar jeder für sich den Schaden am Fahrzeug richtig wahrgenommen, aber gezögert, einen Nothaltauftrag zu erteilen. Dabei ist hier das Modul 408.0553 unmissverständlich (Abbildung 2).

Eine gleichlautende Regelung ist auch im Modul 408.2553 für die Anwender in den EVU enthalten.

Welche Schlussfolgerungen sind aus dem obigen Ereignis zu ziehen? Jedem Betriebsbeamten, also jedem Triebfahrzeugführer, Fahrdienstleiter, Rangierbegleiter und Wagenmeister, muss bewusst sein, dass sein Verhalten im Ernstfall die letzte Sicherheitsbarriere darstellen kann. Diese Tatsache muss bei allen Entscheidung hinsichtlich der Maßnahmen bei drohender Gefahr mit einbezogen werden. Die Fahrdienstvorschrift setzt hierfür klare Leitplanken. Aber selbst im Zweifel gegenüber der eigenen Wahrnehmung gilt, sich zur sicheren Seite hin zu entscheiden. Die Maßnahmen bei drohender Gefahr können nach Klärung des Sachverhalts relativ schnell wieder aufgehoben werden, Unfallfolgen jedoch nicht.

## Quellen

- [1] Barrierenmodell nach James Reason in Schwartz, S.; Pelz, M.: MoSiS – Modell der Sicherheits – Schichten im Eisenbahnsystem. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. in der Deutschen Helmholtzgesellschaft, Braunschweig Oktober 2007.
- [2] Wittenberg/Heinrichs/Mittmann/Mallikat: Kommentar zur Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO), Kommentar zum § 47 Absatz 1, 5. Auflage 2006.

## Persönliches Warnsystem

# Neue Warnsystemkomponente für die Vegetationspflege

Sven Satow, DB Fahrwegdienste GmbH, Leitender Sicherheitsingenieur, (I.N-FW-VF), Berlin

Sicherungsmaßnahmen im/am Gleisbereich basieren aufgrund bisheriger Erkenntnisse und Erfahrungen auf der akustischen Warnung der dort tätigen Personen, die am Ohr der Mitarbeiter mindestens 3 dB(A) lauter sein muss als der Störlärm. Hierbei handelt es sich um den Schalldruckpegel, der sowohl aus dem Maschineneinsatz als auch aus dem Umgebungslärm (zum Beispiel benachbarte Autobahn oder vorbeifahrende Züge) herrührt. Um das Warnsignal auch sicher als solches wahrnehmen zu können, sind die Forderungen aus den entsprechenden DIN-Normen und Regelwerken einzuhalten, denn die Mitarbeiter sind durch die ihre Tätigkeit abgelenkt und nehmen das Warnsignal nur „nebenbei“ wahr. Diese Wahrnehmbarkeit ist jedoch lebensnotwendig, um rechtzeitig ein sicherheitsgerichtetes Verhalten einzuleiten und nicht von den herannahenden Fahrten erfasst zu werden.

Die Planung der akustischen Warnung muss jedoch auch die nachstehenden Bedingungen berücksichtigen:

- akustische Gesetzmäßigkeiten (Schalldruckpegelabnahme von zirka 6 dB(A) je Abstandsverdoppelung und
- erforderliche Sicherheits- und Schutzabstände der vor Ort tätigen Personen – sowohl der dort tätigen Arbeitskräfte als auch der Sicherungspersonale.

Eine besondere Herausforderung bei der Auswahl und Durchführung von Sicherungsleistungen im Gleisbereich stellen so genannte „wandernde“ und zeitlich begrenzte Arbeitsstellen wie die Vegetationspflegearbeiten an der Peripherie des Gleisbereiches dar. Hier müssen – im Gegensatz zur ortsfesten Baustelle – die Warnmittel möglichst synchron mit der „schnell voranschreitenden“ Arbeitsstelle mitwandern, wenn bei den Arbeiten nicht sicher ausgeschlossen werden kann, dass die zu warnenden Personen – auch unbeabsichtigt – in den benachbarten Gleisbereich geraten können.

Da die bisher etablierten Sicherungsmaßnahmen, wie bspw. Funkwarnsysteme oder Sicherungsposten mit elektrischen Starktoneinzelhörnern, an ihre technischen, praktischen und wirtschaftlichen Grenzen stießen, bedurfte es speziell für diese Arbeiten einer neuen technischen Lösung.

### Auswahl der Sicherungsmaßnahmen

Bei Arbeitsstellen neben Gleisanlagen oder bei Zugfahrten im Nachbargleis werden die Gefährdungen für die Mitarbeiter durch den Einsatz fester Absperrungen zuverlässig verhindert. Auch ein unbeabsichtigtes Hineingeraten eines Mitarbeiters aus der Arbeitsgruppe kann mit diesen technischen Systemen verhindert werden. Der Arbeitsfortschritt ist bei der „schnellen Vegetationspflege“ in der Regel jedoch so groß, dass die Montage/Demontage einer Festen Absperrung in keinem sicherheitsgerichteten Verhältnis zur eigentlichen Tätigkeit steht. Daher ist diese Sicherungsmaßnahme – soweit keine weiteren Tätigkeiten für den geplanten Zeitraum betrachtet werden – auszuschließen.

Selbst die Montage und das Betreiben von sogenannten Kabel-AWS entspricht im Regelfall nicht den Anforderungen an eine sicherheitsgerichtete Warnung, da der Aufenthalt im Gleisbereich bei der Montage/Demontage der Systemkomponenten häufig in keinem Verhältnis zu der Dauer der eigentlichen Sicherung bei den schnell wandernden Vegetationsarbeiten steht.

Bei zu erwartendem stetig wachsendem Einsatz neuer noch effizienterer Maschinen, vor allem in der Vegetationspflege, wird diese seit einigen Jahren beobachtete Schere immer weiter auseinander gehen.

### Gefahren aus der Arbeit

Gegenüber den ortsfesten Arbeitsstellen im Gleisbereich weisen die Vegetationsarbeiten noch die Besonderheit auf, dass die Versicherten in der Vegetationspflege untereinander und das Sicherungspersonal zu den Vegetationsarbeitern einen aus Arbeitsschutzgründen festgelegten, relativ großen Sicherheitsabstand von jeweils mindestens 15 Metern einhalten müssen (Grundsatzfestlegung der DB Fahrwegdienste anhand der Gefährdungsbeurteilung). Daher ist auch der Einsatz von Absperrposten ungeeignet, da auch sie aufgrund der Gefahren, die von Vegetationspflegearbeiten ausgehen, Sicherheitsabstände zu den Maschinenführern einhalten müssen und ihrer Arbeitsaufgabe so nicht im erforderlichen Maß gerecht werden können.

Dies bedeutet eine weitere deutlich höhere akustische Herausforderung für eine sichere und dem hohen Störlärm der Vegetationsmaschinen und -Geräte, wie Freischneider oder Motorkettensäge angepassten Warnung.

Auch muss sowohl zwischen den Vegetationsmitarbeitern untereinander als auch zu den Sicherungspersonalen eine Kommunikation möglich sein, damit die Mitarbeiter entlang des Gleises sicher aneinander vorbeigehen können.

## Rahmenbedingungen, Entwicklung und Erprobung

Um diese Arbeitsstellen mit der von den Mitarbeitern gewünschten Warnsignalisierung mit einer möglichst gleichbleibenden Schallintensität zu bewarnen, wurden Weiterentwicklungen durchgeführt, so dass die bewährten technisch sicheren, mit minimalem Aufwand zu montierenden und flexibel einsetzbaren (Funk-)Warnsysteme genutzt und von den zu bewarnenden Mitarbeitern mitgetragen werden können.

Ergebnis dieser in den zurückliegenden Jahren durchgeführten Studien und Entwicklungen sind Systeme, die durch akustische Warnsignale, optische Erinnerungslampen sowie gezielte Sprachansagen individuell für die Warnung einzelner Personen sorgen. So können auch die am Gleis erforderlichen Vegetationsarbeiten und die hierfür häufig eingesetzten Vegetationsmaschinen – wie Freischneider und Motor-kettensägen, die einen Störschalldruckpegel von zirka 110 bis 112 dB (A) aufweisen, sicher bewarnt werden. Hierbei wurden für eine zeitnahe Lösung neben den akustischen individuellen Signalisierungen auch entsprechende taktile Warnsignale untersucht.

Bei der taktilen Warnsignalgebung, bei denen insbesondere die aus der Medizintechnik stammende so genannte Elektrostimulation Berücksichtigung findet, sind die Ergebnisse bisher jedoch nicht zufriedenstellend verlaufen, entsprechende Untersuchungen und Entwicklungen aber auch noch nicht abgeschlossen.

In einem ersten Schritt wurden in enger Abstimmung zwischen der DB Fahrweg-

dienste GmbH, einem Hersteller der Automatischen Warnsysteme (ATWS), der DB Netz AG und den Unfallversicherungsträgern, der Unfallversicherung Bund und Bahn sowie der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft, Feldstudien für die schnelle Vegetationspflege über die genauen Arbeitsprozesse und der Beurteilung des Einsatzes der individuelle Warnung für bestimmte Arbeitsstellen im/am Gleisbereich durch die Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin e.V. (FSA) durchgeführt. Hierbei ging es auch um die Frage nach der Tragakzeptanz individueller Warnsysteme bei verschiedenen Tätigkeiten im/am Gleisbereich, zum Beispiel unter Berücksichtigung der Homogenität der Arbeitsgruppe.

Ziel war es, ein Warnsystem zu entwickeln, erproben und den erforderlichen sicherheitstechnischen Untersuchungen zu unterziehen, welches die Sicherung der in der Vegetationspflege eingesetzten Mitarbeiter erheblich verbessert und vereinfacht.

## Anforderungen

Nachstehend aufgeführte Punkte waren bei der Entwicklung und Realisierung des Projektes zu berücksichtigen:

- Das Warnsystem muss aufgrund der hohen Gefährdung, die von den bewegten Schienenfahrzeugen ausgeht, den Sicherheitsintegritätslevels SIL 3 erfüllen.
- Das technische Lastenheft für AWS sowie dessen Spezifikation hinsichtlich der persönlichen Warnung, die erst parallel zur Realisierung der Entwicklung erstellt werden konnte, muss eingehalten werden.
- Das Warnsystem muss, um die erforderliche Überwachung der zu warnenden



Abbildung 2: ZVW bei Freischneider-Einsatz

Personen an der Zentrale des Systems sicherstellen zu können, durchgängig auf dem bidirektionalen Funk basieren. Nur dies gewährleistet nach derzeitigem Kenntnisstand eine technisch sichere Überwachung des Systems.

- Die Kabelverbindungen am individuellen Warnsignalgeber dürfen zu keiner Einschränkung der Bewegungsfreiheit der Personen führen.
- Es müssen mindestens zwei Sinneskanäle (hören/sehen) angesprochen werden.
- Das System muss der vorhandenen Feuchtigkeit innerhalb des Gehörschutzes, also auch dem Nässeschutz gegenüber Schweiß, in der Ohrmuschel standhalten.
- Der Gehörschutz muss auch mit den elektrotechnischen Einbauten die Richtlinien zur Signalhörbarkeit für den Gleisbereich erfüllen.
- Es muss sichergestellt werden, dass alle auf den Arbeitsstellen aktiven Personen durch das Warnsystem gewarnt werden können.
- Das Gesamt-Warnsystem muss das temporäre Ausloggen einzelner Personen ermöglichen.
- An der Zentrale des Warnsystems müssen die Statusinformationen der einzelnen Funkempfänger abrufbar sein.

In verschiedenen Entwicklungsstufen wurde das persönliche Warnsystem (PW)

Abbildung 1: Schalldruckpegelabnahme im Gleisbereich

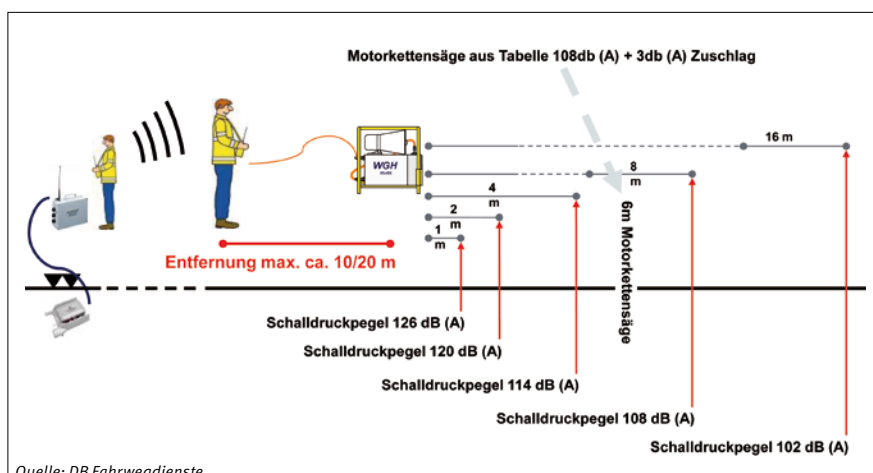




Abbildung 3: ZVW bei Motorkettensägen-Einsatz bei der Erprobung

getestet, erstmals ab dem Jahr 2012. Bereits damals bestätigten die Probanden, dass mit dieser Entwicklung das Warnsignal stets sicher und in gleichbleibender Lautstärke wahrgenommen wurde. Die Anwendung des Systems wurde sowohl von den normengebenden Stellen als auch von den Anwendern eindeutig als Sicherheitsgewinn angesehen.

Auch wenn zum damaligen Zeitpunkt noch nicht die volle Funktionalität gegeben war, wurde den an der Entwicklung Beteiligten eine hohe Akzeptanz bescheinigt. Parallel dazu erhielten sowohl die Anwender als auch der Hersteller wichtige Hinweise und Informationen, die bei der Weiterentwicklung des Systems von großer Bedeutung waren und entsprechende Berücksichtigung fanden.

Das individuelle Warnsystem für Vegetationsarbeiten wurde auf Basis der Erkenntnisse aus der ersten Erprobung sowie den arbeitsschutztechnischen Forderungen zur sicherheitsgerichteten Anwendung weiterentwickelt und weiteren verschiedenen Erprobungen unterzogen. Parallel dazu wurden gemeinsam mit den Vertretern der DB Netz AG die entsprechende technische Systemspezifikation zum Lastenheft für AWS, dem betrieblichen Lastenheft der DB Netz AG, sowie die betrieblich einzuhaltenden Bedingungen bei Einsatz des Systems erstellt und abgestimmt.

### Erste Erprobungen durch die Anwender

Seit den ersten Erprobungen wurden folgende Nachweise eingeholt, bzw. Untersuchungen durchgeführt:

- Der Einsatz dieses persönlichen Warngerätes darf nicht zur Vertaubung des Gehörs der Mitarbeiter durch das Vegetationswarngerät führen.
- Begleitende Untersuchungen durch eine Betriebsärztin der ias Aktiengesellschaft als Fachärztin für Arbeitsmedizin zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit einer langfristigen Schädigung durch die direkte Warnsignalausgabe ausgeschlossen werden kann.
- Das Warnsignal wird bei dem persönlichen Warngerät mit einem Schalldruckpegel von 90 dB (A) innerhalb des Gehörschutzes gegeben.
- Die bei den Untersuchungen ermittelten Werte der Warnsignalabgabe von etwa 4,8 Minuten je Arbeitstag liegen mit 90 dB weit unterhalb der unteren Auslöseschwelle und ist damit für das Gehör unbedenklich. Somit sind aus der Sicht des technischen Arbeitsschutzes keine weiteren Maßnahmen erforderlich und die weiteren, bereits oben genannten Störlärmpegel, können vernachlässigt werden.
- Die Wahrnehmbarkeit der Warnsignale ist ständig sicher möglich.
- Die Signalhörbarkeit der Warnsignale – sogenannte S-Kennzeichnung

– ist durch den Einbau der elektrotechnischen Komponenten, der Überwachungselektronik und der Lautsprecher auch rechnerisch nicht beeinträchtigt.

Die Erfassung der Fahrt wird, wie bisher bekannt und bewährt, über technische Einschaltstellen, wie Detektoren oder entsprechend dem Verfahren RIMINI durch einen Bediener am Funkhandsender, der uneingeschränkte Sicht auf die Annäherungsstrecke haben muss, generiert. Die Übertragung der Warninformation erfolgt über Funk bis zum Funkempfänger.

### Beschreibung

Ergebnis aller Entwicklungsschritte, Untersuchungen und Erprobungen ist das ZÖLLNER Vegetation Warnsystem (ZVW), welches aus folgenden Komponenten besteht:

#### Funkempfänger ZIR

Je nach Einsatzart wird der „Zöllner Individual Receiver“ (ZIR) entweder in einer am Tragegeschirr anzubringenden Tasche, wie zum Beispiel beim Freischneidereinsatz möglich, da die Bediener der Freischneider stets ein solches tragen, oder bei dem Einsatz der Motorkettensägen an einem speziellen zur Verfügung gestellten Tragegeschirr mitgeführt, welches die Mitarbeiter nicht behindert oder stört und somit zur Zufriedenheit der Mitarbeiter beiträgt.

Der Funkempfänger ZIR wird über Kabel mit dem Warnsignalgeber im Gehörschutz – „Zöllner Warngerät Gehörschutz“ (ZWG) – verbunden, über das die Warninformation weitergeleitet wird. Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass die Kabelführung die Bewegungsfähigkeit des Mitarbeiters möglichst nicht einschränkt. Darüber hinaus versorgt der ZIR das ZWG auch mit der für die Warnsignalausgabe erforderlichen Energie.

**Warnsignalgeber ZWG**

Das akustische Warnsignal wird im Gehörschutz generiert, ist Bestandteil der Persönlichen Schutzausrüstung (PSA). Der Gehörschutz muss aufgrund der erheblichen Arbeitsgeräusche bei Vegetationsarbeiten stets getragen werden. Somit wird der Beschäftigte mit keiner zusätzlichen Einheit an seiner Helm-Gehörschutzkombi belastet. Die integrierte Trageüberwachung sorgt dafür, dass der Bediener der Zentrale, der in Personalunion auch die Funktion der Sicherungsaufsicht wahrnehmen kann, zum Beispiel über ein unbeabsichtigtes oder unrechtmäßiges Absetzen umgehend informiert wird. Mittels Bedienschalter am Gehörschutz kann durch den Träger des ZWG eine Arbeitspause bei dem Bediener der Zentrale beantragt werden.

**Zentrale ZRC-V**

Die Zentrale der Funkgruppe, die ZRC-V (ZÖLLNER Remote Control – Vegetation) ist mit zwei redundanten Lautsprechern und zwei optischen Signalgebern ausgestattet und erhält alle Informationen über die einzelnen in die Funkgruppe eingebundenen individuellen Warngeber mittels

Abbildung 4: Beispiel ZVW-Einsatz

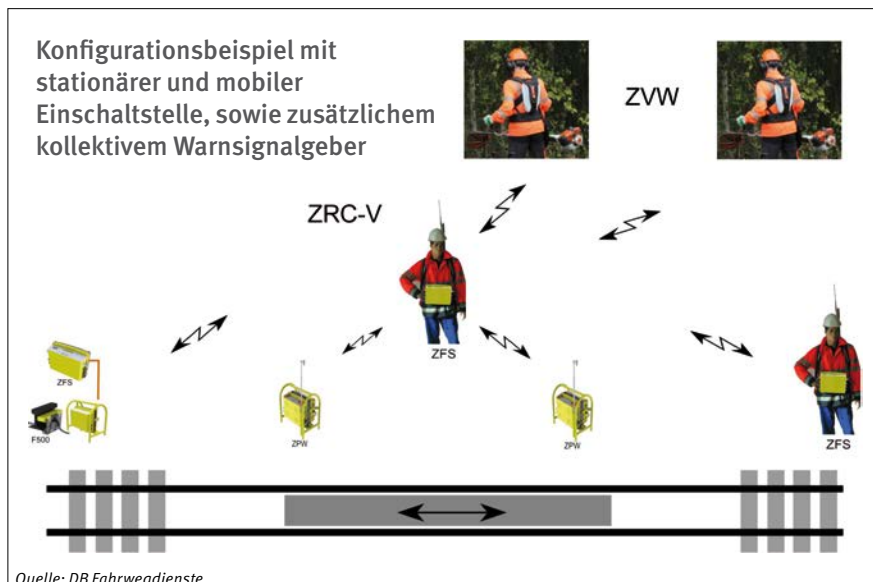


Abbildung 5: Zöllner Vegetation Warnsystem

optischem und akustischem Signal, kann ggf. gewünschte Arbeitspausen genehmigen oder ablehnen und weiß stets über Funkqualität und Ladezustände Bescheid. Darüber hinaus wird an der Zentrale ebenfalls über anstehende Fahrten optisch und akustisch informiert.

**Detektion von Fahrten**

Zur Detektion der Fahrten werden stationäre oder mobile Sender des herkömmlichen und bewährten Funkwarnsystem MFW (Mobiles Funkwarnsystem) eingesetzt. Dabei wird entweder mittels am Gleis zu montierendem Zugdetektor die Fahrt detektiert

und via Sender kommuniziert oder aber der Sender wird vom Sicherungsposten getragen und manuell ausgelöst.

**Vegetationsarbeiter erstmals direkt in die Sicherungsmaßnahme eingebunden**

Hinweisen möchte der Autor in diesem Zusammenhang darauf, dass die zu warnenden Vegetationsmitarbeiter erstmals direkt in die Sicherungsmaßnahme aktiv eingebunden wurden, es hierbei somit erheblichen Informationsbedarf gab – insbesondere zum Umgang mit dem System, dem selbstverständlich Rechnung getragen wurde. Die Mitarbeiter der Vegetationspflege müssen sich diesbezüglich bestimmte sicherheitstechnische Verhaltensformen aneignen und die eigenen Arbeitsabläufe auf die Sicherungsmaßnahme einstellen.

Der Bediener an der Zentrale wird darüber hinaus über jegliche Handhabungen der Vegetationsmitarbeiter am persönlichen Warnsystem technisch unterrichtet.

Besonders hervorzuheben ist hierbei auch, dass mit der Inbetriebnahme des Systems eine geschlossene Funkgruppe gebildet wird und sich die Beschäftigten nicht einfach aus der Gruppe entfernen können. Jeder, der sich aus dieser Funkgruppe zeitweise ausloggen möchte, muss dies technisch bei dem Bediener der Zentrale



Foto: Sven Sartow

Abbildung 6: Tragegeschirr

beantragen. Nur der Bediener der Zentrale kann die Beschäftigten in die „Arbeitspause“ entlassen, wenn alle erforderlichen Voraussetzungen, wie zum Beispiel die aktuelle Position des Mitarbeiters außerhalb des Gleisbereiches, erfüllt sind. Auch das Einloggen aus der Arbeitspause in die Funkgruppe erfolgt wie zuvor beschrieben. Es bedarf also auch künftig stets einer gewissen Disziplin und Kommunikation aller im Bereich der Arbeitsstelle tätigen Mitarbeiter.

Die Erprobungen ergaben auszugsweise dargestellt, die folgenden Hinweise und Rückmeldungen:

- Der Tragekomfort wurde von den Vegetationsmitarbeitern durchschnittlich mit gut bis sehr gut bewertet.
- Die Mitarbeiter fühlten sich bedeutend sicherer gewarnt als bisher.
- Die Zentrale des Systems (ZRC-V) wird teilweise als zu schwer empfunden, das Gewicht entspricht jedoch der Vorgabe aus der Spezifikation zum AWS-Lastenheft.
- Die optische Erinnerung an der ZRC-V wurde als zu hell empfunden, jedoch muss die Optik auch bei heller Sonneneinstrahlung sicher erkennbar sein.
- Verbesserungen der Kabelführung / an der Trageüberwachung an der Helm-/ Gehörschutzkombination waren erforderlich und sind realisiert.

- Schalldruckpegel des Warnsignals ist mit 90 dB (A) ausreichend und war stets sicher wahrnehmbar.
- Die nicht sicherheitsrelevante ergänzende Sprachausgabe im Gehörschutz wurde teilweise als zu leise empfunden, da die Arbeiten bei den Erprobungen bei Signalausgabe nicht immer eingestellt wurden und somit das Arbeitsgeräusch die Sprachausgabe überdeckte. Dies ist jedoch nach den betrieblichen Vorgaben der DB Netz AG untersagt, was bedeutet, dass die Arbeiten nach der Warnung bis zur Rücknahme der Warnung an der Zentrale stets eingestellt werden müssen. Diese Regelung wurde so auch im Integrierten Managementsystem (IMS) der DB Fahrwegdienste verankert.

### Erste erfolgreiche Einsätze

Bis zum Jahreswechsel 2015/16 wurde das System bereits im Parallelbetrieb mit einer akustischen kollektiven Warnung betrieben, um Erfahrungen zu sammeln und die Mitarbeiter in der Handhabung zu schulen.

Der Verantwortliche des Vegetationspflegetrupps wird durch die vor Ort erforderliche Sicherheitsaufsicht in die besondere Sicherungsmaßnahme sowie unter anderem in die Handhabung des Systems (Arbeitspause), örtliche und betriebliche

Verhältnisse, Warnsignale, Sicherheitsraum etc. eingewiesen. Er unterweist als Beauftragter des Unternehmers wiederum, wie aus dem Einsatz von Nachunternehmern bereits bekannt, die Mitarbeiter des Vegetationspflegetrupps über die Bedeutung der Warnsignale und das richtige Verhalten, soweit diese nicht bereits an der Einweisung durch die Sicherheitsaufsicht teilgenommen haben.

Als positives Nebenprodukt wird durch den Einsatz des neuen Systems künftig auch die Umgebung bedeutend weniger durch Lärmemissionen belastet, da die Warnsignale ausschließlich am Ohr des Beschäftigten und nicht bei möglichen Anwohnern ankommen.

Erwartet wird durch den Einsatz des Systems auch eine Steigerung der Arbeitsproduktivität, da die bisher erforderlichen Zwangspausen, die für das Umsetzen der kollektiven Warnsignalgeber erforderlich sind, weitestgehend entfallen können.

Bis zur abschließenden, uneingeschränkten Einsatzmöglichkeit im Bereich der DB Netz AG müssen noch abschließende Gespräche darüber geführt werden, welche Mitarbeiter bei dieser Sicherungsart einbezogen werden müssen.

Bei dieser Frage geht es insbesondere darum, ob auch die Mitarbeiter mit dem PW

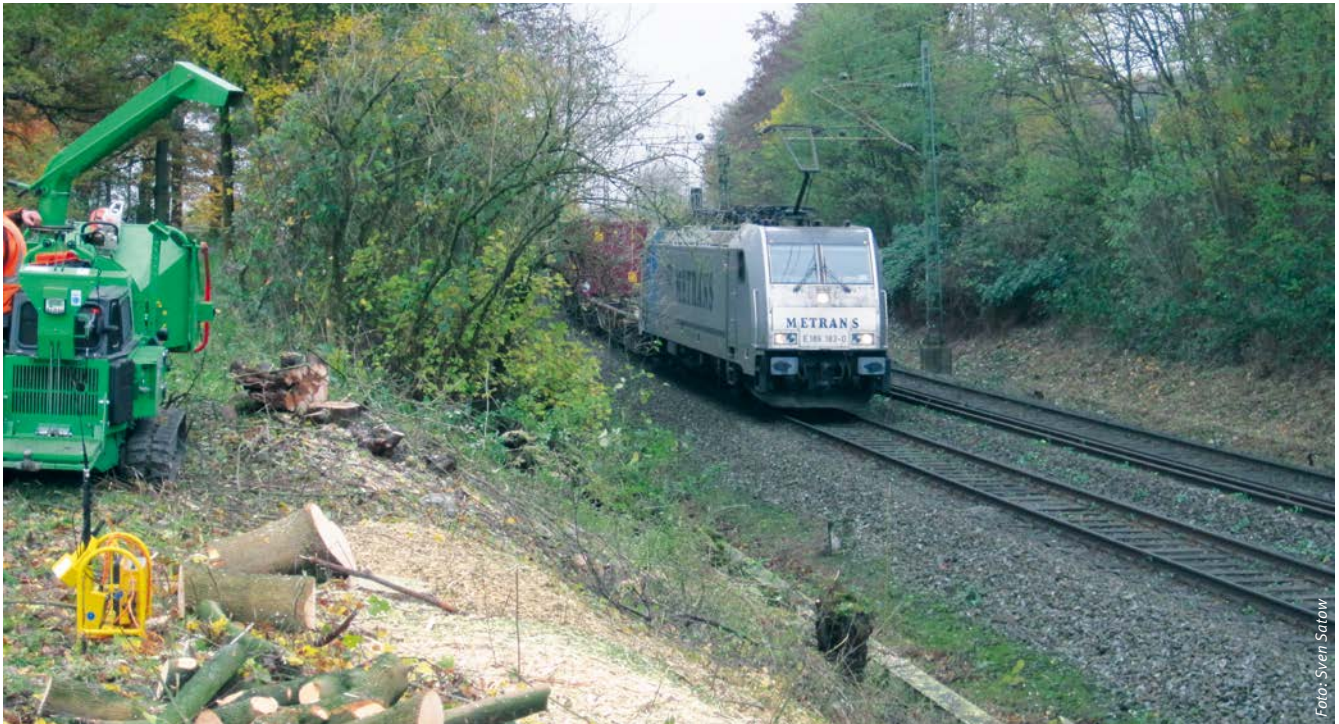


Abbildung 7: ZVW und MFW bei Häcksler-Einsatz bei der Erprobung

gewarnt werden müssen, bei denen, zum Beispiel durch die Arbeitsorganisation, ausgeschlossen werden kann, dass diese in den Gleisbereich kommen.

Das System ZVW erweitert die Produktpalette des Gesamtsystems Autoprowa und ermöglicht die Kombinationen möglicher, individueller und kollektiver Sicherungsmaßnahmen der Mitarbeiter in der Vegetationspflege.

### Künftige Einsatzmöglichkeiten

Zu den Einsatzmöglichkeiten bei dem Einsatz weiterer Vegetationsmaschinen, zum Beispiel Mulcher oder Häcksler, und Arbeitsverfahren, zum Beispiel dem Einsatz bei der Seilklettertechnik, die bisher nicht, bzw. nur begrenzt gemeinsam mit dem PW eingesetzt wurden, will die DB Fahrwegdienste GmbH in enger Abstimmung mit den Vertretern der DB Netz AG und den Unfallversicherungsträgern in der Zukunft mögliche Einsätze im Rahmen von Gefährdungsbeurteilungen prüfen, testen, entsprechende Verfahrensweisen abstimmen und anschließend erproben.

### Fazit

Die bisherige akustische Warnung von Mitarbeitern in der Vegetationspflege war in den vergangenen Jahren verbesserungswürdig, da nicht uneingeschränkt sicher

gestellt werden konnte, dass die Warnsignalisierung sicher von den Mitarbeitern wahrgenommen werden konnte. Hierbei ist insbesondere das ständige Mittragen der akustischen kollektiven Warnsignalgeber hervorzuheben. Daher war es erforderlich, neue Wege zu beschreiten und in enger Abstimmung mit den UVT, die Warnsignalgebung zu optimieren.

Das Warnsignal wird daher bei dem neuen Warnsystem optimal und mit stets gleichbleibender Lautstärke direkt am Ohr der zu warnenden Person gegeben, die Wahrnehmbarkeit der Warnsignalgeber erheblich verbessert.

Das neue System bedarf jedoch der aktiven Mitarbeit der zu warnenden Personen in der Vegetationspflege, aber auch einer Änderung der Arbeitsverfahren in der Sicherung gegenüber den Gefahren, die von bewegten Schienenfahrzeugen ausgehen.

Mit dem PW gesicherte Personen müssen sich mit speziellen Handlungsabfolgen direkt in die Sicherung einfügen und sich entsprechend diszipliniert verhalten. Auch im Bereich der Sicherungsleistung wird beim Einsatz des PW flexibler als bisher gearbeitet, da die Komponenten des Systems mitgetragen werden und das System stets aktuell an den Arbeitsprozess angepasst werden kann.

Darüber hinaus leistet das System einen Beitrag zum Umweltschutz und der Lärmreduzierung auf den Arbeitsstellen, da in der Regel auf akustische kollektive Warnsignalgeber verzichtet werden kann.

Die Regelungen zum Einsatz von Persönlichen Warnsignalgebern wurden mit Wirkung zum 1. Januar 2016 als Abschnitt 8 des Anhangs 7 in das Modul 132.0118, Arbeiten im Gleisbereich, aufgenommen.