



Vegetationspflege im Bereich von Gleisen

Das ZÖLLNER Vegetationswarnsystem – Entwicklungsprozess, Einsatzgebiet und -voraussetzungen

Dipl.-Ing. Ute Alldieck, ZÖLLNER Signal GmbH, Kiel, und Dipl.-Psych. Juliane Manteuffel, Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin e.V. (FSA), Berlin

Die optimale Sicherungsmaßnahme für eine Tätigkeit im Bereich von Gleisen zu finden, ist nicht immer eine leichte Aufgabe. Nicht jede Sicherungsmaßnahme passt zu den auszuführenden Tätigkeiten und den Rahmen- bzw. Umgebungsbedingungen. Das ZÖLLNER Vegetationswarnsystem (ZVW) ist ein individuelles Warnsystem, das im Rahmen eines fortlaufenden Entwicklungsprozesses auf die Bedingungen der schnellen Vegetationspflege zugeschnitten wurde und sich somit zur Sicherung dieser Arbeitsstellen besonders gut eignet.

Wer sich bereits mit individuellen Warnsystemen befasst hat, wird festgestellt haben, dass hier im Unterschied zu kollektiven Warnsystemen strengere Anforderungen und diverse Nutzungseinschränkungen existieren, die deren Einsatz bei Tätigkeiten im Bereich von Gleisen betreffen. Worin ist dies begründet bzw. worin liegt der Unterschied zwischen individuellen und kollektiven Warnsystemen?

Die Besonderheit individueller Warnsysteme ist, dass nach dem European Rail Research Institute (ERRI) jede Person mit einem eigenen Warnsignalgeber gewarnt wird, d.h. jede zu warnende Person ihr individuelles Warngerät bei sich trägt. Es erhalten also nur diejenigen Beschäftigten die Warnung, die ihr Warngerät korrekt tragen und bestimmungsgemäß gebrauchen. Bei der Warnung mit kollektiven Warnsystemen sind hingegen ein oder mehrere Warnsignalgeber einem Kollektiv von Arbeitenden zugeordnet.

Grundsätzlich sind alle Warnsysteme – unabhängig davon, ob es sich um kollektive oder individuelle Warnsysteme handelt – stark abhängig vom Verhalten der zu warnenden Personen. Warnsysteme warnen lediglich vor einer Fahrt, schützen die Beschäftigten aber nicht im eigentlichen Sinne. Ertönt die Warnung, ist es unabdingbar, dass die Beschäftigten das entsprechende Verhalten zeigen, z.B. sicherstellen, dass sie sich außerhalb des Gefahren-/Gleisbereiches befinden und ggf. ihre Tätigkeiten einstellen. Unabhängig davon, ob individuell oder kollektiv gewarnt wird, bleibt ungewiss, ob die Beschäftigten sich nach erfolgter Warnung richtig verhalten.

Weitere menschliche Komponenten, beispielsweise die Art der Zugdetektion, vergrößern die Verhaltensabhängigkeit von Warnsystemen. Das manuelle Auslösen einer Warnung durch Sicherungsposten (z.B. mittels Handschalter) birgt ein höheres Risiko menschlicher Fehler und ist somit unsicherer als die Warnung mittels der technischen Detektion (z.B. über im Gleis angebrachte Einschaltkontakte).

Warnsysteme sind also verhaltensabhängige hinweisende Sicherungsmaßnahmen, die nur

eingesetzt werden dürfen, wenn wirksamere Maßnahmen wie technische oder organisatorische Sicherungsmaßnahmen nicht möglich oder sicherheitstechnisch nicht gerechtfertigt sind – die Maßnahmenhierarchie ist zu beachten. Darüber hinaus müssen individuelle Warnsysteme die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Redundanz der Signale (Ansprechen von zwei Sinneskanälen, d.h. akustisch und optisch) zur Verbesserung der Wahrnehmung der Warnung

- Vereinbarkeit von auszuführender Tätigkeit und individuellem Warnsystem bzw. individuellem, personengetragenem Warngerät
Ein individuelles Warnsystem/-gerät passt beispielsweise nicht zur auszuführenden Tätigkeit, wenn das System die erforderliche Kommunikation zwischen den Beschäftigten behindert, die Optik aufgrund von Lichtverhältnissen (z.B. bei Schweißarbeiten) nicht wahrnehmbar ist, die Bewegungsfreiheit eingeschränkt wird oder wichtige Wahrnehmungsprozesse bei der Arbeitsausführung behindert werden.

- Handhabbarkeit und Tragekomfort des Warnsystems/des personengetragenen Warngeräts

Die Wirksamkeit individueller Warnsysteme ist maßgeblich abhängig von der Tragebereitschaft der Personen, die Warngeräte am Körper tragen. Dabei spielen die Handhabbarkeit und der Tragekomfort eine wesentliche Rolle. Es gelten dieselben Voraussetzungen, die auch für den Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) gelten, z.B. das Berücksichtigen der individuellen körperlichen Voraussetzungen sowie der hygienischen und ergonomischen Bedingungen beim Einsatz individueller Warngeräte, von persönlichen Unverträglichkeiten sowie der Umgebungsbedingungen und der Einsatzmöglichkeiten am Arbeitsplatz.

- Vereinbarkeit zwischen Organisation der Arbeitsstelle und Organisation der individuellen Warnung

Die Ausstattung aller Betroffenen ist z.B. nicht sicher organisierbar, wenn der Arbeitstrupp zu groß ist oder kein zentraler Zugang zur Arbeitsstelle vorhanden ist.

- **Wirksame Rückfallebenen**
Für den Fall menschlichen Fehlverhaltens – der im Gleisbereich lebensgefährlich sein kann – sind wirksame Rückfallebenen erforderlich. Hierunter zählen vor allem konkrete technische Maßnahmen am Warngerät (z.B. eine Trageüberwachung) und organisatorische Maßnahmen vor Ort (z.B. Sicherheitsaufsicht muss alle Beschäftigten im Blick haben und Tätigkeiten werden außerhalb des Gleisbereiches durchgeführt), die bei Ausbleiben des erwarteten Verhaltens das Risiko minimieren.

Sicherung von Vegetationspflegearbeiten

Eine regelmäßige Vegetationspflege ist unumgänglich, um den Fahrweg der Eisenbahn in einem betriebssicheren Zustand zu halten. Hierfür werden die Randbereiche (Vegetationsbereiche) einzelner Streckenabschnitte mit Freischneidern, Mähgeräten und weiteren Arbeitsmitteln (Maschinen und Geräten) bearbeitet.

Die Tätigkeiten werden von kleinen Vegetationstrupps (3 bis 5 Beschäftigte pro Trupp) durchgeführt, die sich entlang des Gleises zügig voran bewegen.

Auch wenn die Arbeitsmittel mit Akkus betrieben werden, entsteht Arbeitslärm, der nach geltenden Regeln des Arbeitsschutzes das Tragen von Gehörschutz zwingend notwendig macht. Zudem ist das Tragen eines Gesichtsschutzes erforderlich.

Die Tätigkeiten finden zwar neben den befahrenen Gleisen statt, dennoch ist davon auszugehen, dass ein unbeabsichtigtes Hineingeraten in das Betriebsgleis und damit in den Gleisbereich nicht ausgeschlossen werden kann. Daher gilt für die Beschäftigten bei den Vegetationspflegearbeiten das Regelwerk für Arbeiten im Bereich von Gleisen, d.h. entsprechend des Geltungsbereiches ist die DGUV Vorschrift 78 „Arbeiten im Bereich von Gleisen“ anzuwenden.

Sicherung mit Uv-Sperrung

Im Sicherungsplan wird gemäß einer festgelegten Hierarchie die am besten geeignete

Sicherungsmaßnahme ausgewählt. Die Sperrung des Gleises zur Sicherung von Personen (Sperrung aus Gründen der Unfallverhütung; Uv-Sperrung) wird gemeinhin als die am besten geeignete Maßnahme angesehen.

Muss die Aufhebung der Uv-Sperrung durch die Sicherheitsaufsicht beim Fahrdienstleiter beantragt werden, stellt dies die Sicherheitsaufsicht vor erhebliche Herausforderungen. Sie muss die Vegetationsarbeitenden über das beabsichtigte Aufheben der Uv-Sperrung informieren, bevor dem Fahrdienstleiter das Wegfallen des Grundes für Uv-Sperrung gemeldet werden darf, und dieser anschließend die Uv-Sperrung aufhebt.

Eine Kommunikation mit den Vegetationsarbeitenden ist allerdings aus den folgenden Gründen für die Sicherheitsaufsicht kaum realisierbar – ohne sich selbst in Gefahr zu bringen:

Bei den Vegetationspflegearbeiten handelt es sich in erster Linie um Tätigkeiten, die mit Freischneidern durchgeführt werden. Diese Tätigkeiten sind durch Gleichmäßigkeit und eine hohe Konzentration auf die Arbeitsaufgabe gekennzeichnet. Die größten Herausforderungen sind: der einzuhaltende Schutzabstand zu den Freischneidern von 10 bis 15 Metern (m), die Lärmpegel der eingesetzten Arbeitsmittel mit überwiegend mehr als 100 Dezibel (dB(A)) und die zu tragende PSA der Vegetationsarbeitenden.

Sicherung mit ATWS

Ist die Sicherungsmaßnahme „Uv-Sperrung“ nicht möglich, kann für die Vegetationspflegearbeiten eine Sicherung mittels eines automatischen Warnsystems durchgeführt werden. Der Warnstoß erfolgt dabei entweder stationär über am Gleis montierte Zugdetektoren oder manuell durch Sicherungsposten. Diese müssen dann permanent über den Arbeitsfortschritt informiert sein, damit immer der korrekte Abstand – mit anderen Worten die richtige Vorwarnzeit – eingehalten wird.

Bei der Sicherung mit ATWS (Automatic Track Warning System – automatisches

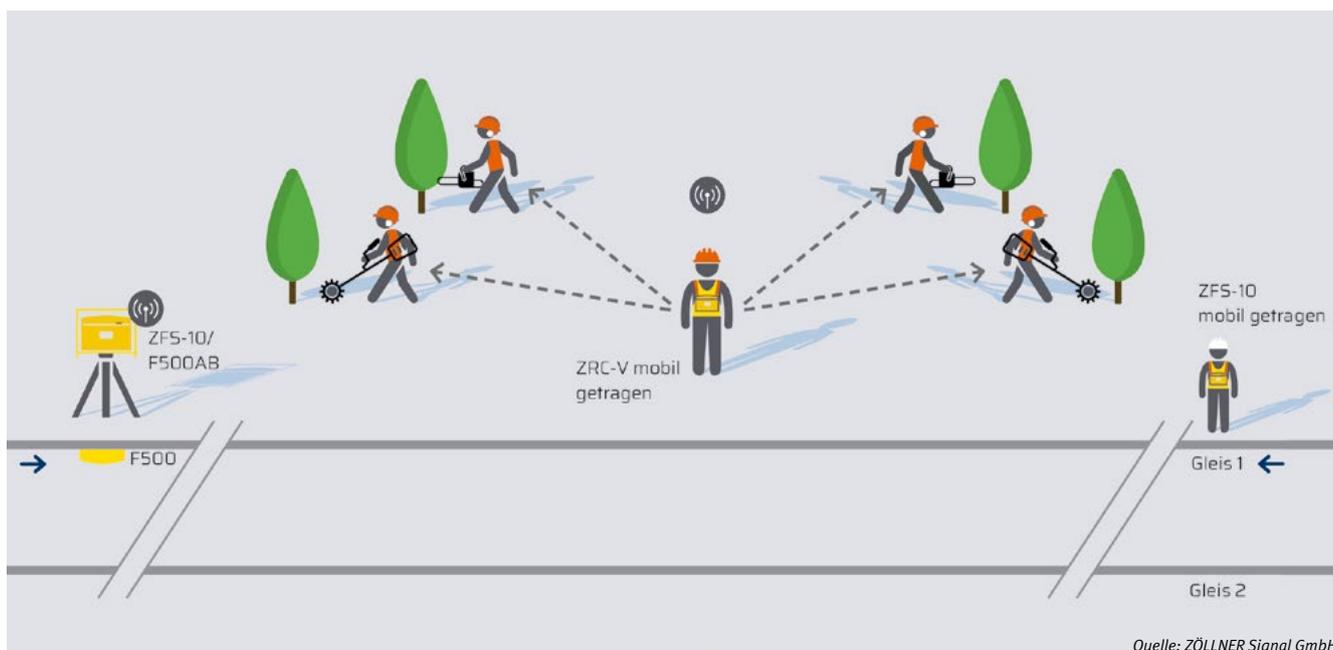


Abbildung 1: Systemübersicht ZÖLLNER Vegetationswarngerät (ZVW)

Trassenwarnsystem) werden die Warnsignalgeber im Abstand von ca. 30 m oder weniger (je nach Lautstärke des eingesetzten Arbeitsgerätes) am Rand des Bearbeitungsfeldes positioniert. Bei Fortschreiten der Tätigkeiten müssen die Warnsignalgeber laufend neu positioniert werden, was zu Arbeitspausen und Eingriffen in den Arbeitsablauf führt sowie einen erheblichen logistischen als auch belastenden und nicht unerheblichen Aufwand bedeutet.

Eine große Herausforderung besteht darin, die Beschäftigten über umbaubedingt anstehende Arbeitspausen zu informieren, ohne die Schutzabstände zu den Beschäftigten mit den Arbeitsgeräten zu unterschreiten. Das Einhalten der Schutzabstände führt in vielen Fällen auch dazu, dass das Warnsignal aufgrund des getragenen Gehörschutzes, der vergleichsweise lauten Arbeitsgeräte und des Abstandes zum Warnsignalgeber nicht mit der im Regelwerk verankerten Mindestlautstärke von 3dB(A) über dem Umgebungslärm wahrgenommen werden kann.

Zudem besteht die Gefahr, dass häufig durch die Rahmenbedingungen verursachte Wartezeiten zu Arbeitspausen führen und als störend für den Arbeitsprozess erlebt werden. Diese Arbeitspausen entstehen im Übrigen auch bei Uv-Sperrungen, insbesondere auf Strecken mit einer hohen Zugdichte. Beschäftigte geraten dadurch in Zielkonflikte zwischen Arbeitsausführung und Sicherheit. Abhängig vom Fortschritt und der Dynamik auf der Arbeitsstelle

sowie dem Zeitdruck und der individuellen „Warteakzeptanz“ ist nicht auszuschließen, dass in solchen Phasen sogar ohne Sicherung gearbeitet wird. Warte- und Arbeitszeit müssen daher unbedingt in einem angemessenen Verhältnis zueinanderstehen.

Sicherung mit ZVW

Aufgrund des zuvor beschriebenen Dilemmas – Uv-Sperrungen als Sicherungsmaßnahme weder zielführend noch sicher einsetzbar und die kollektiven Warnsysteme stoßen an ihre physikalischen und praktischen Grenzen – aber auch aufgrund der im Folgenden näher beschriebenen besonderen Eigenschaften der schnellen Vegetationspflege, wurde das ZÖLLNER Vegetationswarnsystem (Abbildung 1) entwickelt.

Während normalerweise auf Arbeitsstellen in unterschiedlichen Gruppen (jeder macht etwas anderes), an verschiedenen Stellen und in den meisten Fällen eher stationär gearbeitet wird, handelt es sich bei Vegetationspflegearbeiten im Bereich von Gleisen um Kleingruppen von Beschäftigten, deren Anzahl während einer Schicht nicht variiert, deren Tätigkeiten eher gleichartig sind und die sich zügig voran bewegen. Zudem tragen die Beschäftigten aus Arbeitsschutzgründen Gehörschützer.

Das Warnsignal wird beim ZWG (ZÖLLNER Warngeber) im Gehörschutz ausgegeben

(Abbildung 2). Die optischen Signalgeber am Visier des Helms weisen durch variierende Blitzmuster auf „Grundstellung“ – „Warnung“ oder „Ausnahmebetrieb“ – hin. Der Funkempfänger ZIR (ZÖLLNER Individual Receiver) wird in einer Tasche getragen, die entweder an das Tragegeschirr des Arbeitsgerätes – beispielsweise des Freischneiders – geheftet oder in ein gesondertes Tragegeschirr integriert wird.

Auch bei der Warnung mit dem ZVW trägt die Sicherheitsaufsicht die Verantwortung für die Sicherheit auf der Arbeitsstelle. Ausgerüstet mit der Zentrale ZRC-V (ZÖLLNER Remote Control-Vegetation – Abbildung 3) hat sie den Überblick über alle eingebundenen Funkkomponenten. Die in die Zentrale integrierten optischen Signalgeber und das Display der Zentrale informieren die Sicherheitsaufsicht über alle Betriebszustände des Systems.

Die Vegetationsarbeitenden werden ausschließlich über ihre Helm-Gehörschutz-Kombination vor Fahrten im Betriebsgleis gewarnt und müssen diese zwingend tragen. Setzt ein Beschäftigter seinen Gehörschutz ab, erhält die Sicherheitsaufsicht eine entsprechende Information

inkl. der Identnummer des jeweiligen Gehörschutzes an der Zentrale.

Durch Drücken der Taste „Arbeitspause beantragen“ kann jeder Beschäftigte seinen Pausenwunsch an die Sicherheitsaufsicht übermitteln. Diese überprüft, ob sich der Beschäftigte außerhalb des Gleisbereiches befindet, und kann über die Zentrale die Arbeitspause genehmigen oder beispielsweise bei anstehender Fahrt ablehnen. Darüber hinaus erhält die Sicherheitsaufsicht über die Zentrale auch Informationen über Unregelmäßigkeiten wie kritische Akkustände bei einzelnen Empfängern (ZIR).

Das Warnsignal ertönt ausschließlich im Warngeber ZWG, der im Gehörschutz integriert ist. Während sich die Sicherheitsaufsicht bei kollektiver Warnung dem Warnsignal nicht entziehen kann, d.h. immer genau weiß, wann eine Fahrt ansteht, muss der Warnzustand beim Einsatz von ZVW der Sicherheitsaufsicht extra über die Zentrale mitgeteilt werden. Wichtig ist zu verstehen und zu beachten, dass die Sicherheitsaufsicht laut geltendem Regelwerk nicht gewarnt wird und es sich bei allen akustischen und optischen Signalen der Zentrale ZRC-V lediglich um eine Information handelt. Die ZRC-V darf nicht als „Warngeberersatz“ zur Sicherung der Arbeitsstellen missbraucht werden.

Abbildung 2: Warngebergehörschutzkombination ZWG



Quelle: ZÖLLNER Signal GmbH

ZVW als Ergebnis einer Forschungsreihe der FSA

Die genannten Herausforderungen im Zusammenhang mit den Sicherheitsmaßnahmen für schnell wandernde Vegetationspflegearbeiten führten vor ungefähr zehn Jahren zu einer Forschungsreihe der Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin e.V. (FSA), im Rahmen derer u.a. die Anforderungen an individuelle Warnsysteme für Arbeiten im Bereich von Gleisen abgeleitet sowie die Entwicklung des ZVW begleitet wurden.

Unterstützt wurde und wird dieser Prozess bis heute von der DB InfraGO AG (bis 31. Dezember 2023 DB Netz AG), den Unfallversicherungsträgern (BG BAU und UVB) sowie der DB Fahrwegdienste GmbH als Unternehmen, das

Vegetationspflegearbeiten selbst ausführt sowie Sicherungsunternehmen mit der Sicherung von Vegetationspflegearbeiten beauftragt.

Die Entwicklung wurde unter Einbeziehung der Anwender sowie auf Basis der Kenntnis der Aufgaben und Arbeitsumgebungen durchgeführt. Somit liegt die Entwicklung des ZVW – im Weiteren auch „System“ genannt – ein konsequent menschenzentriertes Vorgehen DIN EN ISO 9241-210:2019 zu Grunde. Dieses Vorgehen basiert in erster Linie auf einem umfassenden Verständnis der Benutzer, deren Aufgaben sowie den Arbeitsumgebungsbedingungen, weshalb die Benutzer in die Gestaltung und Entwicklung einbezogen wurden.

Die Entwicklung des ZVW wurde auf Basis benutzerorientierter Evaluierungen in den letzten Jahren fortlaufend vorangetrieben und in Richtung Trageakzeptanz, Sicherheit und Effizienz weiter optimiert. Ziel dieses Vorgehens waren sowohl die Entwicklung eines sicheren und gebrauchstauglichen Systems als auch das Entgegenwirken möglicher nachteiliger Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, Sicherheit und Leistung, die bei der Nutzung des Systems entstehen können.

Da das sichere Funktionieren des ZVW sowohl vom Sicherungspersonal (Warnsignal auslösen, Einweisen und Einloggen der Vegetationsarbeitenden ins System, Bedienung des Systems, Überwachung der Reaktionen des Vegetationstrupps) als auch von den einzelnen Vegetationsarbeitenden (korrektes Tragen des individuellen Warngeräts, richtiges Verhalten nach der Warnung) abhängt, wurden im Rahmen der unterschiedlichen Evaluationsphasen folgende Personenkreise einbezogen:

- Experten und Expertinnen wie Geschäftsführende, Schulende, Bau-/Service- sowie Einsatzleitende von Sicherungsunternehmen, die mit dem System arbeiten und vertraut sind
- Vegetationsarbeitende, die mit dem System gesichert werden
- Sicherungsaufsichten, die mit dem System sichern



Abbildung 3:
Zentrale ZRC-V

Forschungsergebnisse der Evaluation ZVW

Die letzte Evaluationsstudie der FSA (J. Mantuffel, 2022) hat ergeben, dass der Einsatz des ZVW zur Sicherung von schnell wandernden Vegetationspflegearbeiten, die außerhalb des Gleisbereiches ausgeführt werden – mit der Gefahr unbeabsichtigt in diesen hineinzugeraten – die optimale Sicherungsmaßnahme ist, d.h. verhältnismäßig, realistisch und risikominimierend.

Insbesondere die Expertinnen und Experten sowie Sicherungsaufsichten der Sicherungsunternehmen sind sich einig, dass es sich bei der individuellen Warnung derzeit um die einzige sichere und praktikable Sicherungsmaßnahme für die Tätigkeiten der schnell wandernden Vegetationspflege handelt, die außerhalb des Gleisbereiches ausgeführt werden – verbunden mit der Gefahr, unbeabsichtigt in diesen hineinzugeraten.

Das ZVW wird insgesamt positiv wahrgenommen, da es beispielsweise ein ruhigeres und flexibleres Arbeiten ermöglicht, einen größeren Arbeitsfortschritt durch Reduzierung der Wartezeiten erzielt sowie eine verbesserte Wahrnehmbarkeit, der in den persönlichen

Gehörschutz integrierten Warnung mit sich bringt. Die Bedienung des Systems wird überwiegend als unkompliziert und eindeutig beschrieben.

Seitens der Vegetationsarbeitenden offenbarten sich Unsicherheiten in Bezug auf die Hygiene, Funktionsweise und Sicherheit des Systems.

Wichtigste Schlüssel für einen reibungslosen, störungsfreien und sicheren Einsatz des Systems sind sowohl auf Seiten der Vegetationsarbeitenden als auch auf Seiten der Sicherungsaufsichten regelmäßige Übung sowie Erfahrungen im Umgang mit dem System.

Je mehr externe Unternehmen für Vegetationspflegearbeiten ohne Erfahrungen am Gleis beauftragt und dabei mit dem ZVW gesichert werden, umso wichtiger sind angemessene und klare Einweisungen/Unterweisungen.

Nur ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen mit dem ZVW können zur Reduzierung der Störanfälligkeit und der Anzahl unnötiger Arbeitsunterbrechungen beitragen.

Eine weitere große Herausforderung bei der Nutzung des ZVW sind häufig auftretende Sprachbarrieren bei den Vegetationsarbeitenden, die der zuvor erwähnten Einweisung in das System teilweise entgegenstehen (H. Schade, 2022).

Die Erfahrung und Qualifikation der Sicherungsaufsichten spielen ebenfalls eine entscheidende Rolle. Im Umgang mit dem System geschulte bzw. erfahrene Sicherungsaufsichten zeigten sich weitaus routinierter bei der Bedienung und Fehlerbehebung als weniger geschulte bzw. weniger erfahrene Sicherungsaufsichten.

Die Einweisung und Qualifikation der Sicherungsaufsichten sollte daher berücksichtigen, dass es sich um ein anspruchsvolles Sicherungssystem handelt, welches eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem System, aber auch mit dessen Rahmen- bzw. Einsatzbedingungen erforderlich macht. Daher müssen

Einweisung und Qualifikation neben theoretischen Inhalten, wie die Bedienung des Systems und den Umgang mit Fehlern und Störungen, auch die Handlungssicherheit im Zusammenhang mit den Einsatzbedingungen des Systems und dem Fehlverhalten von Vegetationsarbeitenden vermitteln, sowie darüber hinaus den Einsatz des Systems unter Praxisbedingungen ermöglichen.

Zusammenfassend liefern die Erkenntnisse der letzten Evaluationsstudie wichtige Hinweise, die beim Einsatz des ZVW zu beachten sind, um ein störungsfreies und sicheres Arbeiten zu ermöglichen.

Um Störungen des ZVW zu vermeiden, müssen

- Sicherungsunternehmen im Umgang mit dem System qualifiziert werden,
- Einsatz- und Ersatzakkus vor Ort zur Verfügung stehen,
- die Anwender vor Ort zeitlich die Möglichkeit bekommen, um Hygienemaßnahmen wie beispielsweise den Tausch der intern eingebauten Schaumstoffringe durchzuführen,
- die Sicherungsaufsichten vor Ort auf den korrekten Sitz des Systems achten, insbesondere im Hinblick auf Steck- und Kabelverbindungen.

Um die Akzeptanz des ZVW seitens der Vegetationsarbeitenden zu erhöhen, ist es erforderlich, dass

- ein Hygienekonzept existiert, Helme beispielsweise vor dem Einsatz mit Namen versehen sind und die Schaumstoffringe nach dem Einsatz gereinigt bzw. ausgetauscht werden,
- eine Einführung in das System mit den Schwerpunktthemen Funktionsweise, Sicherheit (Fail-Safe) und Hygiene erfolgt.

Um die Wahrnehmung der Optik (Redundanz, dass eine Warnung ansteht) zu verbessern, muss

- der Helm muss passgenau aufgesetzt werden,
- das Helmvisier bei der Tätigkeitsausführung komplett heruntergeklappt sein.

Um sicherheitskritische Situationen zu vermeiden,

- darf das ZVW nur außerhalb des Gleisbereiches eingesetzt werden.
- darf sich das Sicherungspersonal nicht aus irgendwelchen Gründen im Gleisbereich aufhalten. Das Verbot des Betretens des Gleisbereichs gilt grundsätzlich für die Sicherungsaufsicht. Im Rahmen der Feldstudien wurden jedoch häufig Verstöße beobachtet.
- müssen die Vegetationsarbeitenden für den Systemmodus „Arbeitspause“ sensibilisiert werden.
- müssen alle Vegetationsarbeitenden im Blickfeld der Sicherungsaufsicht bleiben.

Anforderungen sowie die betrieblichen und örtlichen Rahmenbedingungen.

Vegetationspflegearbeiten im Bereich von Gleisen bedürfen aufgrund der besonderen und vielfach lärmintensiven Tätigkeiten, dem schnellen Arbeitsfortschritt sowie den einzuhaltenen Schutzabständen aufgrund gegenseitiger Gefährdung durch die verwendeten Arbeitsgeräte gesonderter Maßnahmen.

Bei der Entwicklung des ZVW wurden diese besonderen Eigenschaften berücksichtigt. Das Ergebnis ist ein System, das sich vielfach bewährt hat und mittlerweile auch von privaten Sicherungsunternehmen und Unternehmen für Vegetationspflegearbeiten erfolgreich angewendet wird.

Wenn alle Randbedingungen eingehalten werden, können Vegetationspflegearbeiten unter Sicherung mit dem System ZVW sicher und zügig durchgeführt werden.

Fazit

Nicht jede Sicherheitsmaßnahme eignet sich für jede Arbeitsstelle. Entscheidend sind die auszuführenden Tätigkeiten und deren

Literatur

Alldieck, U., Satow, S. & Wilfert, B. (2016). Innovation bei der Sicherung von Vegetationsarbeiten. *Der Eisenbahningenieur*, 26–29.

Alldieck, U. (2020). Mitgeführte Personenwarngeräte erleichtern Vegetationsarbeiten. *Der Eisenbahningenieur*, 39-42.

Deutsches Institut für Normung (2019). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Menschzentrierte Gestaltung interaktiver Systeme (EN ISO 9241-210:2019)*.

European Rail Research Institute (1996). *ERRI A 158 / RP 3 Teil I (10/1996): Systeme zur individuellen (und kollektiven) Warnung von Personen im Gleisbereich*.

European Rail Research Institute (1997). *ERRI A 158 / RP 5 Abschlussbericht: Systeme zur individuellen (und kollektiven) Warnung von Personen im Gleisbereich*.

Manteuffel, J. (2022). Bestandsaufnahme und Evaluation der individuellen Warnung als Sicherheitsmaßnahme gegen die Gefahren aus dem Eisenbahnbetrieb für Tätigkeiten der schnellen Vegetationspflege. *Forschungsgesellschaft für angewandte Systemsicherheit und Arbeitsmedizin e.V., Abschlussbericht*.

Schade, H. (2022). *Evaluation der individuellen Warnung für Tätigkeiten der schnellen Vegetationspflege. Betrachtung der Usability und arbeitsbezogener Auswirkungen*. TU Chemnitz.