

Selbstsignalisierende Kurzschlußblanze im Gleisnetz der NS

F.A.B. van Dommelen / J. Tiecken / A. Saarloos / H.-P. Dahms

Im Zuge der Auswertung tödlicher Unfälle, bei denen Bahnarbeiter von Zügen erfaßt wurden, sind bei der Niederländischen Staatsbahn (NS) die bestehenden Regelungen zur Verhütung dieser Unfälle erheblich verschärft worden.

Ausgangspunkt für die neuen Regelungen ist, daß an oder nahe bei Gleisanlagen nur dann gearbeitet werden darf, wenn eine Zugfahrt an der Arbeitsstelle ausgeschlossen ist. Dabei muß die Arbeitsstelle gesichert werden durch eine am Ort auszuführende Handlung, deren sichere Wirkung für den Arbeitenden selbst unmittelbar wahrnehmbar ist.

Bis Anfang 1995 wurden zur Gleissperrung bei Bauarbeiten von der NS sogenannte Kurzschlußblenzen verwendet. Die Gleissperrung wurde über den Kurzschluß des Gleisstromkreises erreicht, der auf dem betreffenden Gleisabschnitt wirkt. Dabei haben die bisher verwendeten Kurzschlußblenzen kein Signal abgegeben, wenn der erforderliche Mindestwert für den Kurzschlußwiderstand zwischen den Schienen nicht erreicht oder eingehalten wurde.

Eine sichere technische Lösung zur Überwachung des erzeugten Kurzschlusses in elektrischer und mechanischer Hinsicht mit einer neuen „Selbstsignalisierenden Kurzschlußblanze“ wurde durch die NS Infra Services erarbeitet. Innerhalb eines Zeitraumes von zwei Monaten wurde bei der Signal Concept GmbH diese als Labormuster vorliegende Produktidee zur Fertigungsreife incl.

Die Autoren

Ing. F.A.B. van Dommelen

Jahrgang 1954. Studium an der HTS Elektrotechnik Venlo mit Studienschwerpunkt Elektronik. Seit 1981 bei der Niederländischen Staatsbahn. Zunächst Mitarbeiter der Abteilung Sicherungstechnik, ab 1990 Abteilungsleiter Kabelanlagen und Meßtechnik bei NS Infra Services und seit 1996 Projektleiter Kabelanlagen bei Holland Rail Consult.

Anschrift:
Leidseveer 10, NL-3511 SB Utrecht

Ing. J. Tiecken

Jahrgang 1961. Studium der Elektrotechnik an der HTS Alkmaar mit Studienschwerpunkt Energietechnik. Seit 1986 bei der Niederländischen Staatsbahn (Railbedrijf Randstad) zuerst in der zentralen Meßgruppe als Projektleiter Energieversorgung, von 1990 bis 1994 bei NS Infrabeheer als Produktleiter Sonderfahrzeuge und seit 1994 bei NS Infra Services BV als Projektleiter Innovation tätig.

Anschrift:
Leidseveer 10, NL-3511 SB Utrecht

Ing. A. Saarloos

Jahrgang 1967. Studium der Elektrotechnik an den HTS Rotterdam und Omstreken mit Erweiterung Werkzeugbaukunde. Ab 1992 bei der Niederländischen Eisenbahnverwaltung als technischer Mitarbeiter im Signalwesen, seit 1994 Sachverständiger Signalwesen bei NS Railinfrabeheer, befaßt mit den Sachgebieten Produktentwicklung und Freigabe.

Anschrift:
HGB III Moreelsepark 1, NL-3500 HA Utrecht

Dipl.-Ing. H.-P. Dahms

Jahrgang 1943. Berufsausbildung zum Fernmeldemechaniker, anschließend Studium Informationstechnik an der TH Ilmenau, Spezialisierung Mikrowellentechnik. Ab 1970 tätig als Entwicklungsingenieur im Fernmeldewerk Leipzig, 1976 bis 1984 Projektleiter Datenfernübertragung bei Robotron Leipzig, 1985 bis 1993 Leiter der Entwicklung Gleisfreimeldetechnik im Geräte- und Reglerwerk Leipzig, seit 1993 Geschäftsführer der Signal Concept GmbH Markkleeberg.

Anschrift:
Am Bahnhof 1, D-04416 Markkleeberg

aller Prüfungen gebracht und einen weiteren Monat später von NS Railinfrabeheer nach erfolgreichen landesweiten Tests der Ersterserie zur Anwendung freigegeben. Derzeit befinden sich bereits mehr als 700 dieser „Selbstsignalisierenden Kurzschlußblenzen“ (ZKL) im Einsatz.

1 Ausgangsbedingungen und Anlaß

Im Zuge der Auswertung tödlicher Unfälle, bei denen mehrere Beschäftigte der Bahn bei Arbeiten am Gleis vom Zug erfaßt wurden, ist bei den NS ein Beschluß zur Erhöhung der Sicherheit bei der Durchführung von Arbeiten im Bahnbereich gefaßt worden.

Die bestehende Regelung wurde dazu erheblich verschärft. Ausgangspunkt war, daß nur dann an oder nahe bei Schienenanlagen gearbeitet werden darf, wenn eine Zugfahrt am Arbeitsplatz ausgeschlossen ist. Die neue Handlungsvorschrift lautet:

Die Arbeitsstelle muß gesichert werden durch eine am Ort auszuführende Handlung, wobei deren sichere Wirkung für den Arbeitenden wahrnehmbar sein muß.

Es wurden vier neue Sicherungsklassen eingeführt. Oberstes Prinzip bei der Zuordnung von Sicherungsklassen ist, daß die Sicherheit von Arbeitenden und die Sicherheit des Zugverkehrs durch zeitliche und räumliche Trennung von Arbeitenden und Zugverkehr realisiert wird. Eines der Sicherungsmittel, das an die verschärften Vorschriften angepaßt werden mußte, war die bis dahin genutzte Kurzschlußblanze, weil sie wegen Fehlens der geforderten Kontrollmöglichkeit am Einsatzort nicht mehr den neuen Anforderungen entsprach.

Die Abteilung Technische Systeme von NS Railinfrabeheer, die die Verantwortung für die Erstellung der Vorschriften und Richtlinien für Instandhaltung und Entwurf von Neuentwicklungen für die gesamte Bahninfrastruktur hat und in dieser Eigenschaft zahlreiche innovative Systeme und Komponenten entwickelt und freigegeben hat, wurde beauftragt, die Entwicklung eines selbstsignalisierenden Kurzschlußmittels kurzfristig ausführen zu lassen. Innerhalb eines Zeitraumes von 7 Monaten mußte das System für die Verwendung als Arbeitsstellen-Sicherungsmittel in der Bahninfrastruktur entwickelt und freigegeben sein.

2 Sicherungstechnische Grundlagen

Das niederländische Eisenbahnnetz ist zum großen Teil in voneinander isolierte

Streckenabschnitte mit Überwachung durch Gleisstromkreise aufgeteilt. Gemäß Vorschrift der NS muß bei Arbeiten am und im Gleis zwischen beiden Schienen des betreffenden Gleises im jeweiligen Abschnitt ein Kurzschluß angebracht werden. Dies kann z.B. mit Hilfe einer sogenannten Kurzschlußlanze erfolgen. Dabei realisiert die Kurzschlußlanze mit der niederohmigen Verbindung der beiden Schienen des Gleises die Nachbildung eines Zuges und läßt damit das auswertende Gleisstromkreis-Relais abfallen. Das betroffene Signalsystem blockiert die Einfahrt in den betreffenden Gleisabschnitt.

Nachteil dieses bis Anfang 1996 angewendeten Verfahrens war, daß der Beauftragte für die Sicherheit an der Arbeitsstelle, der die Kurzschlußlanze im Gleis anbringt, nicht sehen konnte, ob während der gesamten Sperrzeit der Kurzschluß ausreichend sicher vorhanden war, es sei denn, er selbst hätte das zugehörige Signal ständig beobachten können. Es war die wichtigste Anforderung an das neue Produkt, diesen Nachteil auszuschließen.

3 Vorgaben für die Entwicklung

3.1. Anforderungen an die elektronische Kurzschlußüberwachung

Es gab bereits in den 80er Jahren verschiedene Ideen, die vorhandene Kurzschlußlanze z.B. so zu modifizieren, daß mittels einer Lampe angezeigt wird, ob der erzeugte Kurzschluß ausreichend gut ist. Alle Vorschläge waren darauf zurückzuführen, mit Hilfe des vorhandenen Gleisstromkreises und Nutzung eines Relais unter Beibehaltung des Ruhestromprinzips diese Lampe leuchten zu lassen. Vorteil dieser Varianten war der dabei erzielte relativ große Kurzschlußstrom, leider mußten sämtliche Ausführungen wegen nicht ausreichender Sicherheit verworfen werden.

Nach Auswertung dieser Arbeiten und unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Praxis hat die Meßgruppe von NS Infra Services mit einem ganz anderen Ansatz eine Entwicklung aufgenommen. Dabei waren folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Mit einer Akku-Stromversorgung im Gerät läßt sich für mindestens 8 Stunden Dauerbetrieb ein Prüfstrom von 1 A erzeugen. Der Prüfstrom ist sicher und zuverlässig für eine Messung über die gesamte Zeit nutzbar.
- Dem Anwender muß sichtbar sein, daß der Kurzschluß beständig und über die gesamte Einsatzzeit stets vorhanden ist.
- Der Kurzschluß muß innerhalb von Grenzwerten garantiert und ununterbrochen vorhanden sein. Falls diese Bedingungen nicht erfüllt sind, soll dies signalisiert werden.

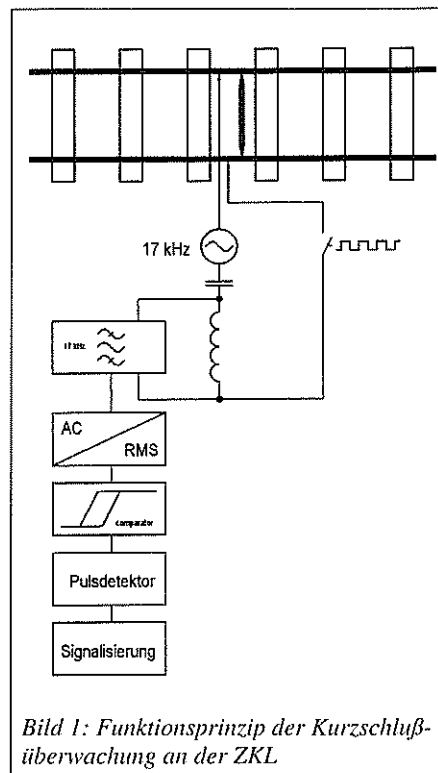


Bild 1: Funktionsprinzip der Kurzschlußüberwachung an der ZKL

- Mehrere Kurzschlüsse innerhalb eines begrenzten Abschnittes müssen möglich sein.

Diese Anforderungen konnten mit folgendem Prinzip der Überwachung bei der selbstsignalisierenden Kurzschlußlanze verwirklicht werden:

Über zwei Anschlußkontakte eines Kurzschlußkabels wird das Gleis kurzgeschlossen. Mit zwei weiteren Anschlüssen wird gemessen, ob der Gleisanschluß ausreichend niederohmig ist.

Die Überwachungsschaltung wurde mit so wenig Komponenten als möglich realisiert, sämtliche nicht unbedingt erforderlichen Dinge sind bereits aus dem Entwurf gehalten worden. Die Überwachungseinheit (Bild 1) besitzt eine eigene Stromversorgung und interne Meßsignalerzeugung.

In einem Generator wird eine tonfrequente Wechselspannung erzeugt und über einen Resonanzkreis an die Schienen angeschlossen. Über der Induktivität wird der Spannungsabfall gemessen. Die gemessene Spannung ist ein Maß für die Kurzschlußwerte. Die Spannungsmessung erfolgt selektiv, so daß ausschließlich das eingespeiste Signal gemessen wird. Das Signal wird einem AC/RMS-Konverter zugeführt, dort wird der Leistungsinhalt der einlaufenden Impulse ausgewertet. Das ermittelte Niveau wird verglichen mit einem festgelegten Wert. Am Eingang der Schaltung befindet sich zusätzlich ein Pulsgenerator, der für die dynamische Arbeitsweise und dynamische Signalisierung der Schaltung benötigt wird. Der Ausgang wird hinsichtlich des eingestellten Rhythmus und der festgelegten Werte kontrolliert. Werden

sämtliche Bedingungen erfüllt, dann gibt die Überwachungseinheit mittels blinkender LED an, daß sie fehlerfrei arbeitet und daß der eingelegte Kurzschluß ausreichend niederohmig ist. Die Schaltung ist dabei festgelegt auf einen Kurzschlußwert von 200 m Ω , der Meßstrom beträgt 1 A.

3.2 Anforderungen an die Konstruktion der Kontaktköpfe

Ein wichtiges Detail für die Funktion der sich selbst überwachenden Kurzschlußlanze war die optimale Ausführung der Kontaktköpfe. Benötigt werden pro Schiene jeweils zwei Kontakte. Die Kontaktierung muß zur Gewährleistung von Arbeitszugdurchfahrten an den vom Radprofil nicht berührten Flächen der Schieneninnenseiten erfolgen. Rost und sonstige Schichten schlechter Leitfähigkeit in den Schienenkehlen erschweren die Herstellung guter Kontakte.

Die bisher verwendete Kurzschlußlanze ohne Überwachung hat die sehr günstige Eigenschaft, daß durch einfaches Drehen des Gerätes am Spannhebel eine schlechte Kontaktierung verbessert werden kann, ohne daß dabei eine neue Positionierung des Gerätes im Gleis erfolgen muß. Die Kontakte sind so gestaltet, daß sie dabei faktisch als Bohrer wirken. Dabei besitzt die bisher verwendete Kurzschlußlanze an beiden Seiten nur je einen Kontakt.

Die Übernahme der genannten günstigen Eigenschaften in das neue Produkt, das jedoch auf jeder Seite zwei Kontaktpunkte benötigt, wurde mit einem speziellen Kontaktkopf erzielt, der als kreisförmiger Bohrer mit Zentrierbohrer ausgeführt wurde.

Für eine gute Wirksamkeit waren die nachfolgenden Anforderungen zu erfüllen:

- Der Zentrierpunkt und der Kreisbohrer müssen für die gegenseitige Überwachung als zusammengehörige Konstruktionseinheit entworfen und elektrisch voneinander isoliert aufgebaut sein.

Der erforderliche Kontaktdruck auf jeden der beiden Zentrierpunkte von mindestens 350 N, der zur Herstellung des Kurzschlusses dient, wird durch eine Feder im Inneren der Lanze nach dem Aufspannen des Gerätes mittels Spannhebel erzeugt.

Der Federdruck auf die den Kurzschluß prüfenden Kreisbohrer-Kontakte wurde für die gewählten Abmaße und Materialien durch Dimensionierung eines speziellen Tellerfedernpaketes optimiert. Es war insbesondere auch zu beachten, daß dem Kontaktdruck der Zentrierpunkte nicht unzulässig stark durch die Kraft der Tellerfedern entgegengewirkt wurde.

Die erforderliche Isolierung zwischen Zentrierpunkt und Kreiskontakt wurde innerhalb des Innendurchmessers der Tellerfedern untergebracht. Federkennlinien und Konstruktion berücksichtigen die Unterschiede in der Form der Schienenkehle bei

den angewendeten unterschiedlichen Profilen sowie die zulässigen Toleranzen der Spurweite.

□ Der Kreisbohrer muß eine gut schneidende Wirkung bei hoher Lebensdauer und die erforderliche Leitfähigkeit besitzen.

Die Ausstattung der Kreisbohrer mit Diamantbohrwerkstoff an ihren Schneidkanten bewirkt ein sehr gutes Durchdringen der Rostschichten in der Schienenkehle, verbunden mit der Eigenschaft, daß herausgefallene oder abgenutzte Diamantkörner stets durch neue ersetzt werden und somit die Kreisbohrer bis zur Erschöpfung des Bohrsubstrates scharf bleiben. Der elektrische Widerstand über die jeweils kontaktierenden Diamanten ist ausreichend klein und wird außerdem durch die schneidende Wirkung der Diamantkörner, die dabei größere Kontaktflächen mit direktem Übergang zum ebenfalls gut leitfähigen Trägermaterial des Bohrwerkstoffes herstellen, weiter verringert.

□ Die Kontakte (Kreiskontakte und Spitzenkontakte) müssen einfach auswechselbar sein.

Die Zentrierpunkte sind mit Schraubengewinde als leicht auswechselbare Teile der Kontaktköpfe gestaltet. Hierzu ist Stan-

dardwerkzeug ausreichend. Gleiches gilt für die Kreisbohrer, die mit je drei Halteschrauben befestigt sind. Der Kontaktkopf verbleibt dabei an der Kurzschlußlanze.

Für die gewählte Methode der Kurzschlußüberwachung und die verwendeten mechanischen Kontaktköpfe wurden entsprechende Patente angemeldet. Ein erstes Labormuster wurde im September 1995 von NS Infra Services aufgebaut und ersten Tests im Gleis unterzogen. Das gewählte Prinzip erfüllte in den Tests die Erwartungen.

4 Produktrealisierung und Einführung

Anfang Oktober 1995 wurde durch NS Infra Services der Auftrag an die Signal Concept GmbH erteilt, auf Basis der weiter oben geschriebenen prinzipiellen technischen Lösung und des zugehörigen Pflichtenheftes den Produktentwurf zu gestalten und für die erforderlichen Feldtests im Zusammenhang mit der Produktfreigabe 10 Prototypen herzustellen.

Zu lösende Hauptaufgaben bei der innerhalb von sechs Wochen durchzuführenden Produktrealisierung waren:

- Verringerung des Gewichts der Kontaktköpfe unter Beachtung der Anforderungen an einfachen Austausch der Kontaktelemente und konstruktive Modifikation zur Verlegung der Anschlußkabel in das Innere des Geräts,
 - seriengerechte Modifikation der Überwachungseinheit im geeigneten Gehäuse mit anwendungsgerechtem Design und Integration am Gerät,
 - Integration einer austauschbaren Akku-Stromversorgung für 14-Stunden-Betrieb im Hebelrohr der Lanze einschließlich der Entwicklung des Ladegeräts,
 - Entwicklung und Konstruktion des Transportkoffers mit Selbsttesteinrichtung,
 - erfolgreiche Durchführung sämtlicher Prüfungen gemäß IEC sowie zusätzlicher Tests zur Produktoptimierung,
 - Bereitstellung der Prüf- und Kalibrier-einrichtungen für die elektronischen und mechanischen Einstellungen in der Fertigung,
 - Erstellung des Dokumentationspakets für das Freigabeverfahren, die Serienproduktion und das Qualitätssicherungssystem nach ISO 9000.
- Sämtliche Arbeiten einschließlich der Testphase mit 10 Prototypen wurden terminge-

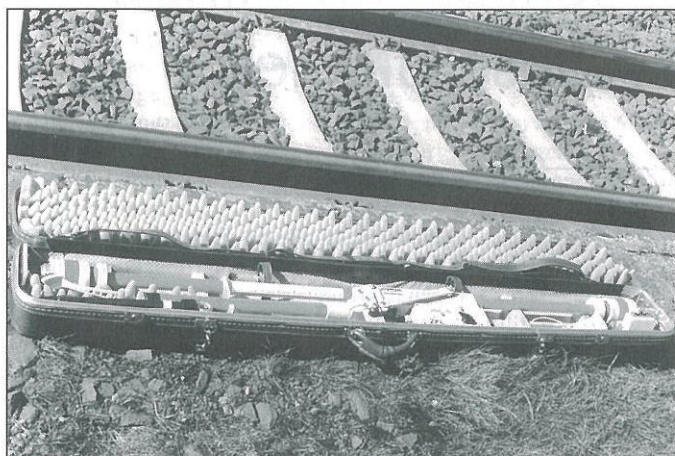


Bild 2: ZKL 1204 im Transportkoffer mit Prüfeinrichtung

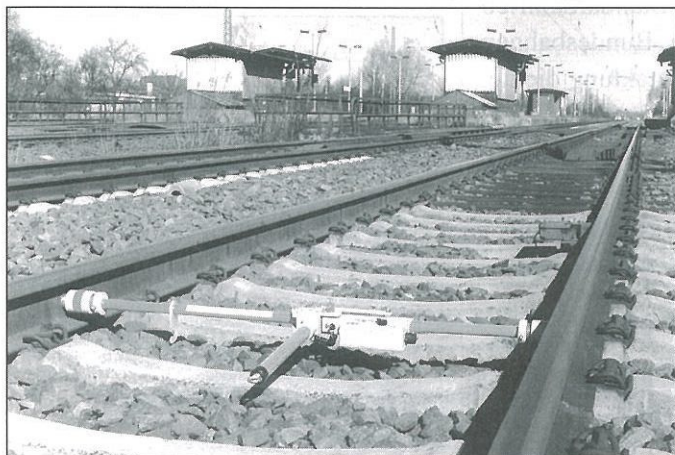


Bild 3: Im Gleis eingespannte ZKL 1204

Kompakt und kleiner Preis – passt gerade richtig!



Melcher DC-DC Wandler Q-Familie:

Eingangsspannungsbereich DC	14,4...36 V, 22...54 V, 35...75 V, 43...108 V
Ausgangsspannungen DC	5,1...48 V
Ausgänge	1 oder 2
Ausgangsleistung	100 W
Isolationsprüfspannung AC	2 kV
Für gemässigte Umgebung	-25...71°C

Eigenschaften:
Transienten-Überspannungsschutz, programmierbare Ausgangsspannung, Hot Plug-in, Inhibit.

Schweiz
Melcher AG
Tel. +41-1-944 81 11
Fax +41-1-940 98 58

Deutschland
Melcher GmbH
Tel. +49-7666-931 931
Fax +49-7666-931 939

Frankreich
Melcher SA
Tel. +33-1-69 05 99 11
Fax +33-1-69 96 04 54

England
Melcher Ltd.
Tel. +44-800-137 123
Fax +44-1425-474 768

Italien
Melcher S.r.l.
Tel. +39-2-66 10 10 63
Fax +39-2-66 10 10 62

Holland
Melcher BV
Tel. +31-40-86 86 06
Fax +31-40-86 83 99

Belgien
Melcher BV
Tel. +32-11-23 12 46
Fax +32-11-23 12 24

USA
Melcher Inc.
Tel. +01-800-828 9712
Fax +01-508-256 4642

Kanada
Melcher Corp.
Tel. +01-800-828 9712
Fax +01-508-256 4642



MELCHER

The Power Partners.

recht abgeschlossen, so daß nach Erteilung einer vorläufigen Freigabe am 13. Dezember 1995 die definitive Produktfreigabe am 10. Januar 1996 erfolgen konnte. Bereits am 22.12.1995 wurde Signal Concept mit der Herstellung der 1. Serie beauftragt, so daß rechtzeitig mit Inkrafttreten der neuen Verordnung zur Sicherung der Arbeitsstellen am 1. März 1996 die ersten 200 ZKL in den Niederlanden zur Verfügung standen.

5 Anwendung

Zum Gerätesystem gehört ein Transportkoffer mit Prüfeinrichtung, ein Ladegerät sowie ein Ersatzakku (Bild 2). Mit jedem Gerät wird ebenfalls eine Anwenderdokumentation sowie ein Video zur Darstellung der sachgerechten Anwendung geliefert. Die erforderlichen Hinweise für den Einsatz des Gerätes sind zusätzlich als Pictogramme gut sichtbar am Gerät sowie auf der Prüfeinrichtung angebracht.

Die Anwendung der Kurzschlußblanze ist grundsätzlich an folgende Voraussetzungen gebunden.

- Das Gleisfreimeldesystem der betreffenden Signalanlage arbeitet auf dem zu sperrenden Gleisabschnitt mit einem Gleisstromkreis.
- Der Gleisstromkreis ist während der gesamten Sperrzeit in sicherungstechnischer Funktion und ungestört.
- Der Test der ZKL in der Prüfeinrichtung ist unmittelbar vor Einsatz des Gerätes mit Erfolg ausgeführt worden.

Nach Einlegen der ZKL in das Gleis (Bild 3) wird durch Verschluß sowohl der mechanischen Spanneinrichtung als auch der elektronischen Überwachungseinheit eine unbefugte Entfernung des Gerätes verhindert.

Mit einer Akkuladung wird eine durchgängige Einsatzzeit von etwa 15 Stunden erzielt. Der Austausch des Akkus kann während des laufenden Betriebes der ZKL vorgenommen werden, die sicherungstechnische Funktion wird hierbei nicht unterbrochen. Der Zeitpunkt für den Akkuwechsel wird ca. 20 Minuten vor Erreichung der Kapazitätsgrenze des Akkus optisch an der Überwachungseinheit signalisiert, so daß ausreichend Zeit für einen Wechsel bleibt.

6 Schlußbemerkungen

Die Einführung der selbstsignalisierenden Kurzschlußblanze als Beitrag zur Erhöhung der Arbeitssicherheit bei der NS wurde als technisches Vorhaben innerhalb von fünf Monaten einschließlich Auslieferung der Erstserie von 200 Stück realisiert. Diese kurze Zeitspanne wurde ermöglicht durch sehr intensive und unkomplizierte Zusammenarbeit der prüfenden und freigebenden Behörde Railinfra-beheer mit den Produkt-

entwicklern bei NS Infra Services und der Signal Concept GmbH.

Derzeit sind bereits mehr als 700 Geräte im Einsatz, die technische Gerätebetreuung sowie Absatz erfolgt über die Firma Railpro der NS in Zusammenarbeit mit der Signal Concept GmbH.

SUMMARY

Self-detecting shunt bar in the track network of the NS

In the evaluation of fatal accidents in which railway workers have been hit by trains, the existing regulations for the prevention of these accidents have been considerably tightened by the Dutch State Railway (NS).

The starting point for the new regulation is that work may only be completed on or near track systems when it is not possible for trains to pass those systems. The work area must be secured by action to be carried out on site, whose safe effect must be obvious for the railway workers themselves.

Until the beginning of 1995, so-called short circuit bars were used by the NS to shut down sections of track when completing construction work. The track was shut down by shorting the track circuit in the relevant section of the track. The short circuit bars used in the past did not emit a signal if the necessary minimum value for the short circuit resistance between the rails was not achieved or maintained.

A safe technical solution for monitoring the generated short circuit in both electrical and mechanical respects with a new „self-detecting shunt bar“ has now been developed by NS Infra Services. Within a period of two months this product idea, which took the form of a laboratory specimen, was made ready for production by Signal Concept GmbH, which included the completion of all tests, and within a further month the first series had been approved by NS Railinfra-beheer after successful nationwide tests. Currently there are more than 700 of these „self-detecting shunt bars“ in use.

Der neue Schrankenbetrieb aus dem Hause Siemens

Markus Steinmann

Die Firma Siemens Integra Verkehrstechnik AG mit Sitz in Wallisellen, Schweiz, entwickelte im letzten Jahr einen neuen Schrankenbetrieb. Daß der neue Antrieb, der hauptsächlich in Deutschland eingesetzt werden soll, in der Schweiz entworfen wurde, liegt daran, daß der Standardantrieb der Schweizerischen Bundesbahnen als Basis für die Entwicklung diente. Es handelt sich aber eindeutig nicht nur um eine bloße Überarbeitung dieses Antriebs, da sich die Anforderungen in der Schweiz stark von jenen in Deutschland unterscheiden. Hauptunterschied ist sicher das Ersatzschließen (Senken des Schlagbaums im stromlosen Zustand), welches in Deutschland gefordert wird, in der Schweiz aber ausdrücklich verboten ist.

1 Das Projekt

Ziel war es, für das Einsatzgebiet der DB AG einen in der Anschaffung kostengünstigen, wartungsarmen Antrieb mit einfachem Aufbau anbieten zu können, der im Bedarfsfall innerhalb kürzester Zeit repariert werden kann (Bild 1). Sowohl die mechanischen wie die elektrischen Schnittstellen

Der Autor

Dipl. Ing. ETH Markus Steinmann

Jahrgang 1959. Nach Besuch der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich verschiedene Tätigkeiten als Entwicklungsingenieur und Projektleiter in der industriellen Automatisierung und der Robotertechnologie, berufsbegleitend Nachdiplomstudium am Betriebswissenschaftlichen Institut an der ETH Zürich.

Seit 1994 Gruppenleiter der mechanischen Konstruktion bei Siemens Integra Verkehrstechnik AG.

Anschrift:
Industriestraße 42, CH-8304 Wallisellen