

Einsatz der RBÜT bei NS Railinfrabeheer

Kai Brenner / Gertjan Rhebergen

Zur Erhöhung der Sicherheit an Bahnübergängen wurde von NS Railinfrabeheer nach neuen Konzepten gesucht. Ein Ergebnis stellt die neue Bahnübergangsbauform mit dem Namen ADOB dar, die hier vorgestellt wird.

Die Bauform ADOB (automatische dubbele overweg bomen) steht für einen vollen Schrankenabschluss mit Verwendung von Ein- und Ausfahrtschranken (HH oder 4-Quad).

ADOB [1] repräsentiert einen vollkommen neuen Ansatz zur Steuerung eines Bahnübergangs mit neuen Ausgangspunkten und technischen Lösungen.

Die Finanzierung der Prototypanlage sowie deren Wartung und Instandhaltung liegen in der Hand von NS Railinfrabeheer. Holland Railconsult wurde von NS Railinfrabeheer mit der Ausarbeitung der Spezifikation und der europaweiten Ausschreibung dieses Projektes beauftragt.

Für diese neue Bahnübergangsbauform entwickelte PINTSCH BAMAG die Steuereinheit durch Anpassung der rechnergesteuerten Bahnübergangstechnik RBÜT [2], die seit Anfang 1999 eine Serienzulassung durch das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) hat.

Basierend auf nunmehr verfügbaren automatisch arbeitenden Gefahrenraumfreimeldeeinrichtungen ist die Bahnübergangsbauform ADOB die erste Anwendung in Europa mit Vollschrankenabschluss ohne Mitwirkung eines Bedieners.

1 Motivation für die Entwicklung der Anlagentechnik ADOB

Zur Reduzierung der Zahl der Unfälle an Bahnübergängen wurden in den Niederlanden in der Vergangenheit bereits Bahnübergänge mit Blinklichtern (AKI, Lz) ohne Schranken und in besonders verkehrsreichen Bereichen Bahnübergänge mit Lichtzeichen und Halbschranken (AHO, LzH) ausgerüstet.

Für stark frequentierte Bahnübergänge ist auch der Einsatz von Halbschrankenanlagen unzureichend, da in den Niederlanden ein erheblicher Anteil aller Unfälle an Bahnübergangsanlagen durch Autofahrer verursacht wird, die die Halbschranken umfahren.

Untersuchungen lassen auf Grund steigenden Individualverkehrs und höherer Zugdichte eher eine Verschärfung der Situation erwarten.

Daher bot sich der Einsatz doppelter Halbschranken an. Zugleich wurde durch

Die Autoren

Dipl.-Ing. Kai Brenner

Jahrgang 1962. Nach dem Studium an der Universität Duisburg seit 1989 als Entwicklungsingenieur in der Abteilung Stationäre Bahntechnik der Firma Pintsch Bamag. Bis 1996 Entwicklung von Überwachungssystemen für Weichenheizungsanlagen. Anschließend betraut mit der Entwicklung von Hardwarekomponenten im Projekt RBÜT. Seit 1998 Projektleiter für die Bahnübergangstechnik RBÜT ADOB.

Anschrift:
Hünxer Straße 149, D-46537 Dinslaken

E-Mail: K.Brenner@pintschbamag.de

Ing. Gertjan Rhebergen

Jahrgang 1955. Studium der Elektrotechnik an der Hogere Technische School in Alkmaar und bis 1981 der Nachrichtentechnik in Hilversum. Nach einer Tätigkeit bei Philips Telecommunicatie Industrie in Hilversum, ab 1986 Philips Research in Eindhoven, 1991 Entwicklungsleiter für Lichtsignalanlagen für den Straßenverkehr (ab 1995 zusätzlich für Signalanlagen im Bahnübergangsbereich) bei Philips Verkeer en Vervoer – Peek Traffic. 1997 Wechsel nach Holland Railconsult in den Bereich Bahnübergänge light rail und heavy rail. Projektleiter und Consultant beim Projekt ADOB.

Anschrift: Daalseplein 101, Postbus 2855, NL-3500 GW Utrecht

E-Mail: grhebergen@hr.nl

zusätzliche Maßnahmen die Erkennbarkeit der Anlage für den Straßenverkehr erhöht.

Berechnungen lassen erwarten, dass bei Einführung der Bahnübergangstechnik ADOB mit einer Halbierung der Zahl der Kollisionen zwischen Straßen- und Schienenfahrzeugen gerechnet werden kann.

2 Das Konzept ADOB

2.1 Problemstellung

Die bekannten Fragestellungen, die sich im Zusammenhang mit dem vollen Schrankenabschluss ergeben, sind:

- Wie erkennt die Anlage eingeschlossene Verkehrsteilnehmer oder im Gefahrenraum befindliche Gegenstände?
- Wie reagiert das Bahnübergangssystem im Falle einer Detektion?
- Wie werden die Sperrzeiten für den Straßenverkehr minimiert?

Da in den Niederlanden 95 % aller Bahnübergangsanlagen als Fü-Anlagen ohne deckendes BÜ-Signal konzipiert sind, musste zusätzlich eine geeignete Methode zur Warnung des Triebfahrzeugführers definiert werden. Diese besteht in der Einführung eines neuen optischen Streckensignals mit der Bezeichnung OOWS (overweg ontruiming waarschuwing seinen).

2.2 Gefahrenraumfreimeldung

Bei denjenigen europäischen Bahnen, die den vollen Schrankenabschluss praktizieren, wird die Überwachung des Gefahrenraums im Bereich eines Bahnübergangs noch immer durch Bahnpersonal vorgenommen. Ein Bediener beobachtet den Bahnübergangsbereich und prüft, ob der Gefahrenraum frei oder belegt ist. Wird ein Objekt erkannt, kann durch Einbeziehung dieser Information in die Signalabhängigkeit das Befahren des Bahnübergangs durch den anrückenden Zug verhindert werden. Die hierzu benötigte Zeit führt allerdings zu einer Verlängerung der Schließzeiten.

Im Hinblick auf eine zukunftsorientierte Lösung, die zugleich eine Rationalisierung bewirkt, wurde als erste zur Verfügung stehende Technik zur automatischen Überwachung des Gefahrenraums ein Radarscanner der Firma Honeywell [3] eingesetzt.

2.3 Optimierter Schließzyklus

Das ADOB-Zeitdiagramm wurde konsequent mit dem Ziel, minimale Schließzeiten zu erreichen, optimiert. Zugleich erlaubt es, existierende Installationen wie Gleisstromkreise, Signalmasten und ATP-Systeme unverändert weiter zu nutzen.

Der Schließvorgang wird unmittelbar mit dem Belegen der Anrückstrecke gestartet. Das Zeitdiagramm setzt sich aus folgenden Phasen zusammen:

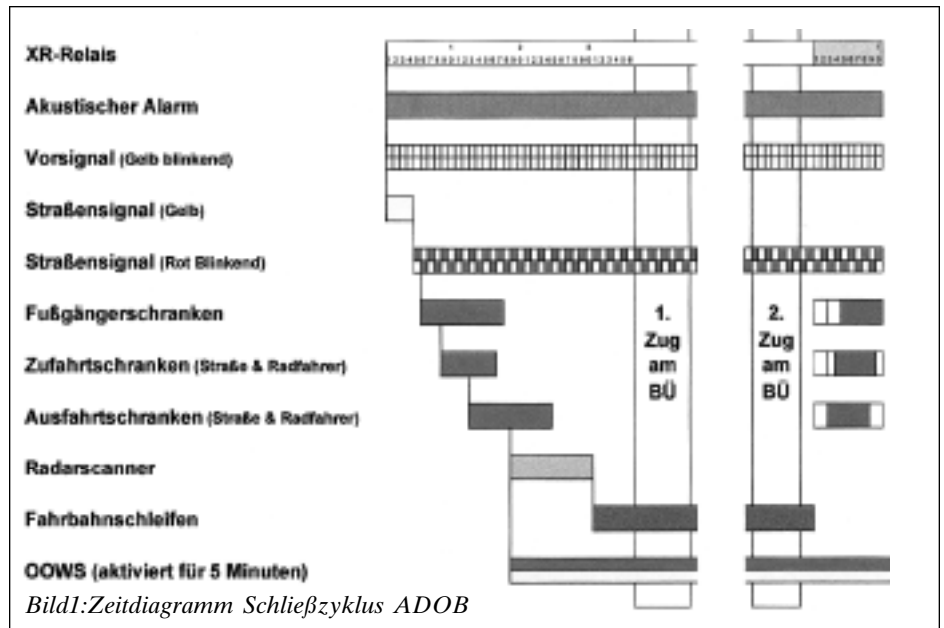
- s Gelblicht für die Straßensignale,
- s rotes Blinklicht vor dem Schließen der Zufahrtsschranken,

- s Schließzeit der Zufahrtsschranken,
- Start der Ausfahrtsschranken 4 s nach Beginn des Schließvorgangs für die Zufahrtsschranken,
- s Schließzeit für die Ausfahrtsschranken,
- Restzeit, bis der Zug den Bahnübergang erreicht.

Die Gelbphase wurde neu eingeführt. Sie gibt dem Autofahrer Anschluss über den Beginn des Schließvorgangs, so dass eine angemessene Bremsreaktion erfolgen kann.

Die Rotphase stellt sicher, dass ein Fahrzeug den Bahnübergang noch verlassen kann, ohne von den sich schließenden Schranken erfasst zu werden.

Da es weitere 2 s dauert, bis die Zufahrtsschranken die obere Endlage verlassen, so dass ein hohes Fahrzeug erfasst werden könnte, stehen für einen Lkw insgesamt 6 s zur Verfügung, um vollständig die Zufahrtsschranken zu passieren. Dies entspricht einer Räumgeschwindigkeit von 3 m/s oder 10,8 km/h, was gegenüber üblichen Werten eine Verdopplung bedeutet. Um kein Fahrzeug im Gefahrenraum einzuschließen, sind die Ausfahrtsschranken zeitlich nach den Einfahrtsschranken zu schließen. Im Beispiel nach *Bild 1* ergibt



sich eine Versatzzeit von 4s für die Dimensionierung einer zweigleisigen Anlage. Auf ein selbsttätiges Öffnen der Ausfahrtsschranken im Fall eines erkannten Hindernisses wurde zur Unterbindung des Missbrauchs bewusst verzichtet.

Eine besondere Bedeutung kommt der Definition des Zeitpunktes zu, zu dem mit der Beobachtung des Gefahrenraums begonnen werden soll. Falls sich ein Hindernis auf dem Bahnübergang befindet, muss der Zugverkehr rechtzeitig gewarnt



Wir machen Sicherheit sichtbar



Sicherheit

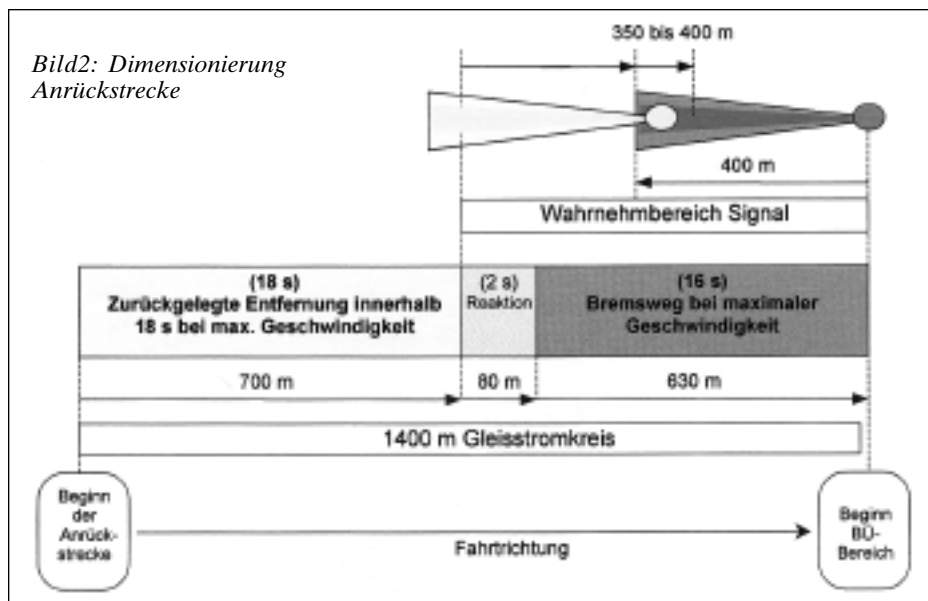
Bahnübergangstechnik alle Bauformen, komplett mit allen Einrichtungen.

RBÜT die neue Generation Rechnergesteuerter Bahnübergangstechnik.

Pintsch Bamag
Antriebs- und Verkehrstechnik GmbH
Hünxer Straße 149
46537 Dinslaken
Tel. (02064) 802-0
Fax (02064) 802266
www.pintschbamag.de



Bild 2: Dimensionierung Anrückstrecke



werden. Für einen sicheren Schließvorgang wird angenommen, dass ein Fahrzeug den Gefahrenraum nicht mehr räumen kann, wenn die Ausfahrtschranken ihre 45°-Position erreicht haben. Bei einer angenommenen Schließzeit für die Ausfahrtschranken von 12 s ergibt sich hierfür der Ablauf der 18. Sekunde. Daher kann zu diesem Zeitpunkt mit der Überwachung des Gefahrenraums begonnen werden.

Die Schließzeiten der Fußgänger- und Radfahrerschranken sind für diese Betrachtung nicht von Bedeutung, da diese Verkehrsteilnehmer den Bahnübergang auch bei bereits geschlossener Schranke verlassen können. Die Fußgängerschranken werden nicht in Zu- und Ausfahrtschranken unterteilt, da die Fußgänger die Gehwege beider Straßenseiten richtungsunabhängig benutzen. Radfahrer unterliegen dagegen einer Vorschrift zur Benutzung der Straßenseiten, somit wurden Zu- und Ausfahrtschranken für Radwege definiert.

Im Fall eines Systemausfalls werden alle Lichtzeichen eingeschaltet und die Schranken mit Hilfe des Ersatzschließens geschlossen. Um das Einschließen von Fahrzeugen zu verhindern, sind die Ausfahrtschranken der Straße von der Ersatzschließfunktion ausgenommen.

Das Bild 1 enthält zusätzlich die Zeitpunkte der Aktivierung einer akustischen Warn-einrichtung sowie die Einschaltung vorleuchtender Straßensignale.

2.4 Dimensionierung der Anrückstrecke

Zur Ermittlung und Optimierung der Schließzeiten müssen die Belange von Straßen- und Schienenverkehr in die Dimensionierung der Anrückstrecke einfließen (Bild 2).

Die derzeit in den Niederlanden maximal gefahrene Streckengeschwindigkeit beträgt 140 km/h und erfordert Gleisstromkreise von etwa 1,4 km Länge. Die Zeit zwischen dem Befahren der Anrückstrecke und der Aktivierung des Radar-

scanners beträgt 18 Sekunden, was einer Fahrstrecke von 700 m entspricht. Um den Zug vor Erreichen des Bahnübergangs stoppen zu können, ist ein ausreichend langer Bremsweg notwendig. Bei einer Bremsverzögerung von $1,2 \text{ m/s}^2$, die bei modernen Bremsystemen erreicht wird, errechnet sich ein Bremsweg von 630 m. NS Railinfra-beheer fordert eine Distanz von 80 m (bei maximaler Geschwindigkeit 2 s), die dem Triebfahrzeugführer zur Reaktion auf das OOWS-Signal zur Verfügung stehen muss.

2.5 OOWS-Signal zur Warnung des Triebfahrzeugführers

Studien mit Triebfahrzeugführern unter realen Bedingungen ergaben, dass sie regelmäßig innerhalb der Zeit von 2 s auf Signalbilder reagieren. Frühestens 700 m vor dem Bahnübergang, das heißt 18 s nach Befahren des Gleisstromkreises, kann der Radarscanner ein Hindernis erkennen. Zur Verbesserung der Wahrnehmbarkeit werden an das Signal spezielle Anforderungen gestellt.

Eine weitere Forderung von NS Railinfra-beheer bestand darin, dass das Streckensignal OOWS mindestens 9 Sekunden, bevor es mit maximaler Geschwindigkeit passiert wird, sichtbar ist. Geht man von einer (zukünftig) zu fahrenden maximalen Geschwindigkeit von 160 km/h aus, errechnet sich eine Sichtweite von mindestens 400 m. Es wurde ein spezielles LED-Signal mit einer Leuchtdichte von 5000 Candela und einer Blinkfrequenz von 3Hz entwickelt.

Berücksichtigt man die minimale Sichtweite der OOWS und das 700 m lange Teilstück der Anrückstrecke, auf dem ab der 18. Sekunde eine Einschaltung der OOWS erfolgen kann, so erfordert dies den Einsatz zweier Signale. Je Fahrtrichtung werden zwei rote OOWS-Signale am BÜ und zwei gelbe OOWS-Signale, mindestens 350 m (bei 140km/h) vor dem BÜ positioniert. Je ein Signal ist in Sichthöhe des Triebfahr-

zeugführers auf jeder Seite des Gleises angebracht. Alle OOWS in beiden Fahrtrichtungen blinken bei Aktivierung im Gleichtakt.

Das Zeitdiagramm (Bild 1) zeigt im unteren Teil die Aktivierung des Radarscanners in der 18. Sekunde. Wenn ein Hindernis während der aktiven Phase erkannt wird, werden die OOWS-Signale eingeschaltet. Verschwindet das Hindernis bis zur 30. Sekunde, werden die Signale wieder abgeschaltet.

Kurz bevor der Zug den Bahnübergang erreicht, wird der Radarscanner deaktiviert, um die Erkennung des Zuges als Hindernis zu verhindern. Da eine kontinuierliche Überwachung des Gefahrenraums sichergestellt werden muss, wird die Belegung von Induktionsschleifen, die im Fahrbahnbereich eingelassen wurden, ausgewertet. Somit können auch Unfälle, die sich nach dem Schließen der Schranken durch durchbrechende Kraftfahrzeuge ereignen, erkannt und deren Auswirkung auf den Schienenverkehr minimiert werden.

Sollte der Bahnübergang in der 30. Sekunde immer noch belegt sein oder die Fahrbahnschleifen eine Belegung anzeigen, muss von einem auf dem Bahnübergang stehenden Fahrzeug ausgegangen werden. Die OOWS bleiben dann für einen Zeitraum von 5 Minuten eingeschaltet, um auch Folgezüge zu warnen.

3 Realisierung

Als erster Übergang wurde der Bahnübergang Leyenseweg mit Rad- und Gehwegen in der Gemeinde Bilthoven mit dieser Technik ausgerüstet. Ein Grund für diesen Einsatzort ist die Strecke Utrecht—Amersfoort mit einer Zugdichte von etwa 250 Zügen pro Tag. Überdies fiel die Wahl auf diesen, an einem Wohngebiet liegenden BÜ, weil sich dort in den letzten Jahren bereits mehrere schwere Unfälle ereigneten.

3.1 Erscheinungsbild des Bahnübergangs Bilthoven

Große Anstrengungen wurden auch unternommen, um das Erscheinungsbild des Bahnübergangs zu verbessern. Dem Verkehrsteilnehmer soll signalisiert werden, dass es sich bei einem Bahnübergang um einen für ihn gefährlichen Bereich handelt. Dies führte zu den folgenden Maßnahmen:

- beiderseits des BÜ große Portale mit rot/weißen Zeichen,
- zwischen den Fahrbahnen rot/weiße Baken,
- Straßenverkehrssignale in LED-Technologie,
- neu entwickelte Schrankenbäume mit reflektierenden Folien und Baumlichtern sowie
- Fußgängerschranken mit Behang.

Das äußere Erscheinungsbild des Bahnübergangs wird dominiert durch rot/weiße

Elemente. Die großen Portale mit den rot/weißen Zeichen und dem Verkehrszeichen „Bahnübergang“ sind sehr auffallend. An den Pfosten des Portals sind das Andreaskreuz und die Straßenverkehrssignale befestigt. Die Straßenverkehrssignale haben einen Durchmesser von 30cm, die Lichtzeichen für Fußgänger und Radfahrer von 20 cm. Sie können so justiert werden, dass sie optimal für die Verkehrsteilnehmer sichtbar sind.

Hervorzuheben ist außerdem die auffällige Anzahl von 12 Schranken, wobei es sich um 4 Straßen-, Fußgänger- und Radfahrerschranken handelt. Die Schrankenbäume sind mit den Schrankenantrieben mittels Bolzen verbunden, die beim Auftreffen eines Kraftfahrzeugs abbrechen und so eine gefährliche Deformation der Schrankenbäume in das Lichtraumprofil unterbinden.

Unabhängig von der Bahnübergangsbauform ADOB wurde ein neuer Schrankenbaum entwickelt. Ursprünglich wurde er für den Einsatz an AHOB-Anlagen konzipiert, jedoch in Bilthoven erstmalig eingesetzt. Diese Schrankenbäume bestehen aus einem trapezförmigen Aluminiumprofil, welches mit reflektierenden rot/weißen Folien beklebt ist. Es besteht die Möglichkeit, an seiner Spitze Baumlichter zu montieren. Sie sind dann von beiden Seiten des Bahnübergangs sichtbar.

Damit Kinder die geschlossenen Schranken nicht unterkriechen können, wurden



Bild3: ADOB Bilthoven

die Fußgängerschranken mit einem Gitterbehang versehen.

Da – wie die Erfahrungen zeigen – der Missbrauch eines Fluchtweges nicht verhindert werden kann, wurden die Lücken zwischen den Fußgängerschranken und den angrenzenden Grundstücken mittels Zäunen abgesperrt. Als Hindernis erkannte Personen mit der Folge einer Einschaltung der OOWS, führen beim Bahnbetrieb (wie

die Erprobungsphase bereits gezeigt hat) zu einer erheblichen Störung.

Der Gefahrenraum ist durch eine gelbe Markierung auf der Fahrbahn gekennzeichnet. Sollten Personen eingeschlossen werden und können sie die benachbarten Fahrradschranken nicht unterkriechen (Rollstuhlfahrer), so haben sie die Möglichkeit, sich außerhalb des markierten Bereichs in Sicherheit zu bringen.

Ein sicheres Management.



BUE 2000 - Modernes Steuerungsmanagement für Bahnübergänge mit:

- vollelektronischem Equipment via Multitechnersystem
- durchgängiger 2 von 2-Sicherheitsstruktur
- durchgängigem intelligentem CAN-Bussystem
- modularem Systemaufbau zur individuellen Systemanpassung an Bahnübergangsspezifika

SCHEIDT & BACHMANN 

Scheidt & Bachmann GmbH
Breite Straße 132
D-41238 Mönchengladbach
Telefon +49-(0) 2165/266-0
Telefax +49-(0) 2165/266-473

3.2 Anwendungsspezifische Anpassung der RBÜT

Die technische Realisierung des ADOB-Steuerungssystems erforderte verschiedene Anpassungen an die vom Eisenbahn-Bundesamt zugelassene RBÜT-Version. Diese technischen Änderungen betrafen im Wesentlichen:

- die Verwendung von Gleisstromkreisen für die Ein- und Ausschaltung anstelle von Induktionsschleifen,
- den Einsatz von blinkenden Straßenverkehrssignalen in LED-Technologie anstelle von Doppelfadenlampen für Rot und Gelb,
- den Einsatz von Baumlichtern auf den Schrankenbäumen,
- die Reversierungsfunktion der Schrankenantriebe,
- das zusätzliche Interface für den Radarscanner,
- die Schnittstelle zu den OOWS-Signalen,
- die Schnittstelle zu den Fahrbahnschleifendetektoren,
- das ADOB-spezifische Zeitdiagramm,
- die Anschaltung an die standardisierte Störungsmeldeeinrichtung.

Während die Anschaltung der blinkenden LED-Straßensignale sowie der Baumlichter einer neuen Hardwareentwicklung bedurfte, konnten die meisten Änderungen durch Neudefinition existierender Ein- und Ausgänge in Verbindung mit der funktionellen Änderung der betroffenen Softwaremodule erreicht werden.

Obgleich jede einzelne Softwareänderung auf wenige Module beschränkt war, wurde

deren Anpassung insgesamt zum umfangreichsten Teil des Projektes.

Die Führung des Sicherheitsnachweises für die Bahnübergangstechnik ADOB war nach CENELEC (EN 50126, EN 50129) durchzuführen. Hierbei konnte jedoch bei den Hardwarekomponenten und dem Laufzeitsystem im Gegensatz zur Anwendungssoftware auf die Anwendung des Verfahrens des „Cross acceptance“ zurückgegriffen werden.

4 Ausblick

Die Anlage in Bilthoven ist seit März 2000 mit einer validierten Software in Betrieb. In den nächsten Monaten wird das System eingehend beobachtet. Besonders die dem Zeitverhalten zu Grunde liegenden Annahmen sind anhand der realen Verhältnisse im Detail zu verifizieren. Nach einer ersten Erprobungsphase seit Juli 1999, aus der einige Erfahrungen (wie die verbesserte Einbeziehung des nicht immer korrekten Verhaltens der Verkehrsteilnehmer) genutzt werden konnten, kann bereits heute von einem erfolgreichen Gesamtkonzept ausgegangen werden.

Literatur

- [1] van den Hoven, S.: ADOB verkeerskunde, Heft februari 2000
- [2] Keller, U.; Bielefeld T.: Rechnergesteuerte Bahnübergangstechnik RBÜT. SIGNAL+ DRAHT, 1997, Heft 10
- [3] Suzan, P.; Schürmanns P.: Gefahrenraumfreimeldung mit Radarscanner. SIGNAL+ DRAHT, 1999, Heft 6

SUMMARY

Using of RBÜT Technology for NS Railinfrabeheer

To increase safety of level crossings NS Railinfrabeheer investigated new concepts. Thus a new type of level crossing called „ADOB“ has been created, which is described furthermore.

ADOB stands for „automatische dubbele overweg bomen“ and means a complete 4-quad sealing of the crossing area by entry and exit barriers.

The ADOB represents a completely new approach to level crossing control, that produced a number of interesting starting-points and technical solutions.

The financing of the prototype as well as service and maintenance is part of NS Railinfrabeheer. Holland Railconsult was assigned by NS Railinfrabeheer to work out the specification and the European invitation for tenders.

For this type of level crossing PINTSCH BAMAG developed the control unit by modification of the computer controlled level crossing technology RBÜT, which reached the serial approval by the German Eisenbahn-Bundesamt (EBA) since the beginning of 1999.

Enabled by the availability of a new radar scanner as an automatic danger area warning system the ADOB is the first application of a 4-quad level crossing system in Europe, that works without human contribution in order to watch the danger area.