

N.V. Nederlandse Spoorwegen
Utrecht

Dienstreglement
 bedoeld in Art 6 der Spoorwegwet
 Afdeling III

Seinreglement

Sein	Afbeelding		Omschrijving van
	Dag	Nacht	Dag

Inschakelbord ATB

328



Een ruitverand, waarop

Uitschakel

329



1965

72-10.000-8-74

Betekenis	Geldt voor	Aanwijzingen voor de dienstuitvoering
-----------	------------	---------------------------------------

Begin ATB-gebied.	Machinisten van met ATB ingerichte krachtvoertuigen.	Zodra de voorste as van de trein het inschakelbord ATB heeft bereikt moet de knop „attentie” gedrukt worden.
-------------------	--	--

C 5202/A
 Opbergen in het SR

 **Nederlandse Spoorwegen**

Dienstreglement
 Afdeling III

Seinreglement
 1e Aangangsel
 Dienstorders betreffende het SR

SR
 1e Aangangsel

Ontwikkelingen in treindetectie en treinbeïnvloeding dragen bij aan gezonde treinenloop

Veiligheid geen bedreiging voor bedrijfsresultaat

De ontwikkelingen op het gebied van de treindetectie kunnen worden verdeeld in een aantal categorieën. Vooraf echter een korte schets van de besproken systemen. We onderscheiden tot

In dit artikel worden enige trends in de ontwikkeling van systemen voor het detecteren van treinen en (automatische) treinbeïnvloeding beschreven. Omdat voor het begrip enige kennis van de opbouw en functie van het spoorweg-beveiligingssysteem nodig is, wordt in een kader de omgeving geschetst waarin deze systemen functioneren.



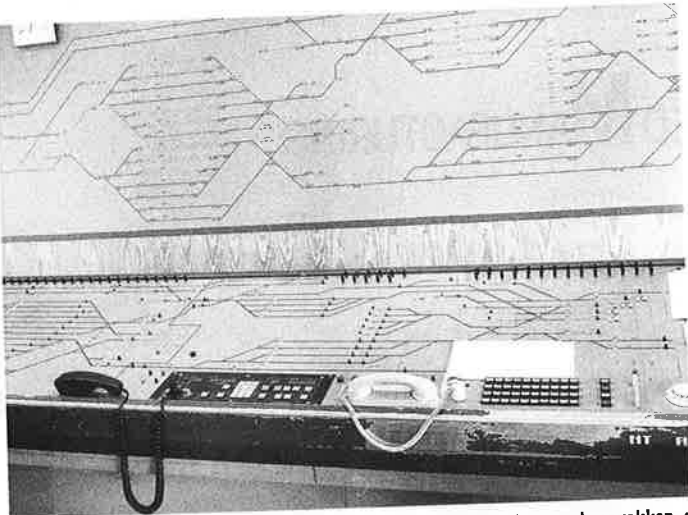
(foto: Edward Jacobs)

Continue systemen zijn gebaseerd op het principe van de zogenoemde spoorstroomloop. Een stuk spoor wordt geïsoleerd ten opzichte van de aarde en andere stukken spoor. Aan het ene einde wordt een zender aangesloten, aan het andere einde een ontvanger. Een op dit stuk spoor aanwezige trein zal door middel van zijn assen het zendersignaal kortsluiten. Bij een intact en onbezet spoor kan de energie die wordt overgedragen van zender naar ontvanger, gebruikt worden om te detecteren dat het spoor onbezet is. Gedurende de afgelopen jaren is er een continu proces geweest van het toepassen van nieuwe technieken en componenten, hetzij als een autonoom "technology driven" puntvormige detectiesystemen gebruiken apparatuur die op een andere wijze het aanwezig zijn of passeren van een railvoertuig detecteren. Hiermee worden in- en uitmeldpunten gemaakt. De informatie die deze punten leveren, moet worden verwerkt tot een "vrij"- of "bezet"-melding van het tussengelegen spoor. Een typisch voorbeeld is een *assenteller*, waarmee het aantal assen dat een spoorgeelte in- en uitrijdt wordt

processor-gestuurde assentellers, spoorstroomlopen met elektronica in zender en ontvanger in plaats van relais et cetera. Deze ontwikkelingen zijn te classificeren als innovatieve produktverbeteringen.

leidend tot een betere prijs/kwaliteit-verhouding. Voorbeelden vinden we in micro-

het niveau van het ontvangen signaal, maar ook of de ingestelde code aanwezig is alvo-



(foto's: Edward Jacobs)

Een centrale verkeersleidingspost, ter besturing van de treinenloop op baanvakken, stationsemplacementen en rangeerterrains, benevens de werkelijke situatie (Kijfhoek).

bleem van kosten geweest. De spoorstroomloop, hoewel technisch interessant omdat alle treindetectie-functies ermee uitgevoerd kunnen worden, is nogal duur. Lijnen met weinig treinverkeer rechtvaardigen deze investering nauwelijks. Daarom hebben andere maatschappijen daar vaker puntvormige detectiesystemen gebruikt. Hierbij moet wel bedacht worden dat wat NS nevenlijnen noemt, vaak een dichter treinverkeer kent dan sommige buitenlandse "hoofdaders" in het spoorwegnet. Bovendien zijn puntvormige detectiesystemen nogal kwetsbaar voor storingen en geven vooral bij van het normale patroon afwijkend gebruik, zoals het rangeren met werktreinen of onderhoudsvoertuigen, snel aanleiding tot verstoringen die lastig op te heffen zijn en dus veel hinder veroorzaken.

In de jaren zeventig is een nieuwe generatie diesel-treinstellen voor nevenlijnen verschenen die ontworpen zijn met het oog op lage exploitatiekosten. Om een aantal redenen echter hebben deze treinstellen onder bepaalde omstandigheden moeite met het betrouwbaar kortsluiten van de spoorstaven, zodat het correct werken van de spoorstroomlopen werd bedreigd. Dit probleem, waarmee meer Europese spoorwegmaatschappijen kampten, bleek in die treinen niet goed oplosbaar, althans niet zonder ingrijpende wijzigingen in het ontwerp. Vervolgens werden extra voorzieningen in de treindetectiesystemen aangebracht, die de gevolgen van dat slechte kortsluitgedrag opvingen. De veiligheid bleef zo gewaarborgd, maar deze extra voorzieningen hebben wel een puntvormig karakter. Zo zijn nu de hoge kosten van de spoorstroomlopen gecombineerd met de storingsgevoeligheid van puntvormige detectiesystemen.

In wat oorspronkelijk slechts een poging was tot goedkopere systemen te komen, werd in die tijd elders, bij voorbeeld in En-

geland, teruggegrepen op oude concepten, weliswaar verpakt in moderne techniek. Het principe is dat van de radioverkeersleiding, ook bekend uit de luchtvaart.

In het verleden is al eerder radioverkeersleiding voor treinverkeer gebruikt, ook bij NS, doch de kans op misverstanden tussen treindienstleider en machinist bleek in de praktijk te groot. Tegenwoordig wordt niet uitsluitend vertrouwd op mondelinge communicatie. Een computer-beveiliging geeft een bepaalde trein toestemming een spoorge-deelte tussen A en B te bezetten. Deze toestemming wordt over een data-verbinding via de treinradio aan de machinist meege-deeld en in een tekstvenster "op de bok" zichtbaar gemaakt. De grenzen van de spoorge-deelten waarvoor de toestemming geldt (A en B) zijn aangegeven met borden langs het spoor. De machinist meldt per radio het voornemen zo'n bord te passeren, vervolgens wordt dit in de computer inge-voerd, die zijn afbeelding van de spoorbe-zettingen daarmee bijwerkt. Gaat de trein

voor het systeem en afwijkingen van norma-le patronen kunnen door de treindienstleider in zijn beveiligingscomputer worden inge-voerd. De kwetsbaarheid voor verstoringen als gevolg van afwijkend gedrag van voer-tuigen in dit in principe puntvormige sys-teem vervalt dus ook.

Menselijke factor

Een nadeel is ook evident: in de communica-tie tussen machinist en treindienstleider blijft enige ruimte voor misverstanden aan-wezige. Als eerste moet zo'n systeem uitge-breed worden met een vorm van automati-sche herkenning van het passeren van be-langrijke baanpunten zoals de "toestem-mingsgrenzen" en een geautomatiseerde communicatie met de beveiligingscompu-ter. Door toevoeging van een vorm van Automatische TreinBeïnvloeding, die in-grijpt als een trein probeert een spoorge-deelte binnen te rijden waarvoor de compu-ter geen toestemming heeft gegeven, kan een volwaardig beveiligingssysteem voor

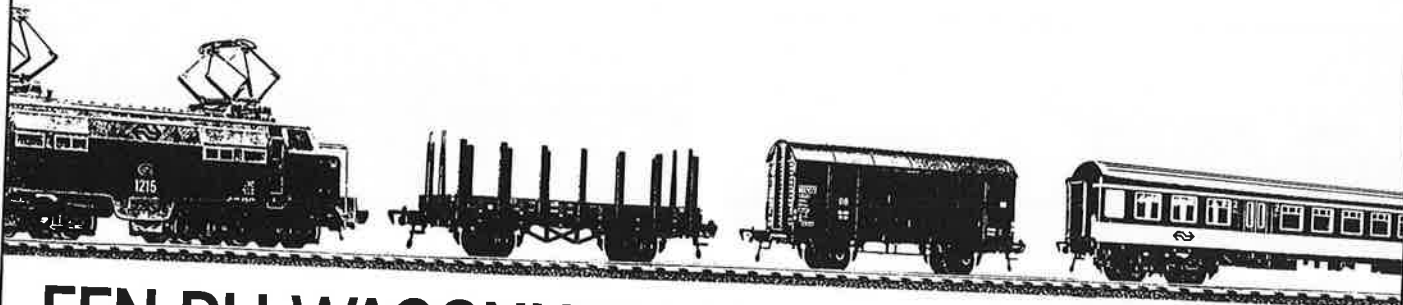
"Veilig" in geval van een defect is: de seinen op rood, de treinen gestopt en de overwegbomen gesloten.

het gebied waarvoor de toestemming gold verlaten, dan wordt dit de computer meege-deeld, een nieuwe toestemming gevraagd, de oude teruggenomen en zodra de volgende toestemming verkregen is herhaalt het proces zich.

Een aantal voordelen is meteen duidelijk. Het systeem werkt in principe zonder actie-ve baanapparatuur. Een belangrijke kosten-post vervalt dus. Het onderscheid tussen treinen en onderhoudsvoertuigen vervalt

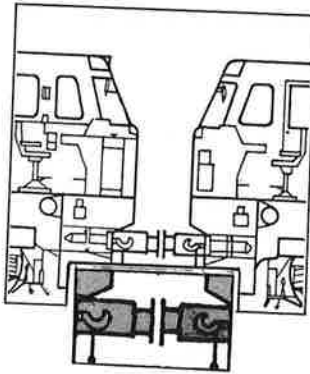
baanvakken ontstaan waarvan de capaciteit voornamelijk bepaald wordt door de be-schikbaarheid van radiokanalen en de nood-zakelijke hoeveelheid datacommunicatie. De techniek hiervoor is beschikbaar, de im-plementatie is een kwestie van tijd en geld. Soortgelijke systemen zijn in ontwikkeling in diverse Europese landen, in de Verenigde Staten en in Japan. Samenvattend kunnen we stellen dat een ontwikkeling die is begonnen vanuit de

COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING



EEN RIJ WAGONNETJES IS NOG GEEN TREIN.

CAD, CAM, CAL, allemaal prachtige mogelijkheden. Echter, pas wanneer deze verschillende delen worden gekoppeld is er sprake van een geïntegreerd systeem. Functionaliteit van één wagon levert dan door de hele trein rendement op.



Vanuit een duidelijke visie coördineert Baan Info Systems de inspanningen om de CIM- trein voor de jaren negentig op de rails te zetten.

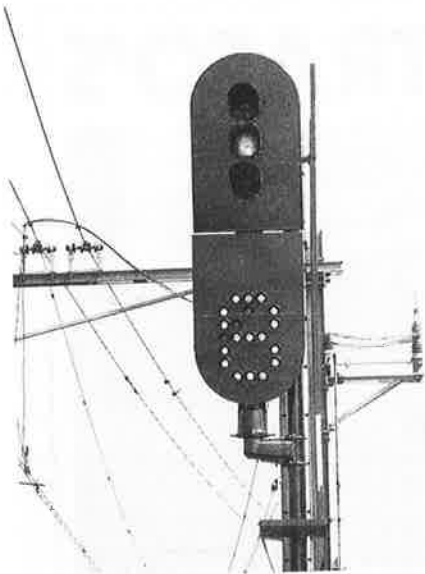
Op deze manier werkt Baan Info Systems aan de ontwikkeling van CIM-concepten. Behalve eigen specialisten heeft Baan ook steun van de universiteiten van Delft, Eindhoven en Twente en van collega's in de hard- en softwarebranche.

Daarvoor maken wij gebruik van internationaal geaccepteerde standaards als Unix en IDEF. Deze standaardisering mag echter niet ten koste gaan van de flexibiliteit, vinden wij. Een moderne 4GL ontwikkelomgeving en de toepassing van parameters stellen u als gebruiker in staat om de programmatuur aan te passen aan uw specifieke situatie. Kortom: ook u heeft een kaartje voor de trein die Computer Integrated Manufacturing heet.

Software waar vakmensen mee werken.



Baron van Nagellstraat 89 Postbus 143 3770 AC Barneveld Telefoon: 03420-10200 Telefax: 03420-10225 Telex: 70081 baan nl



noodzaak kosten te besparen en technische problemen op te lossen, leidt tot een nieuw geïntegreerd beveiligingsconcept voor nevenlijnen.

Nieuwe functies

Hoe fraai spoorstroomlopen ook zijn, uit kostenoverwegingen zijn we genoodzaakt deze zo lang mogelijk te maken. Dat betekent dat de precieze plaats waar een trein zich bevindt slecht bekend is. Bovendien is de snelheid van een trein met behulp van spoorstroomlopen slechts langs indirecte weg en onnauwkeurig vast te stellen. Ten derde geeft de indeling van een spoor in vaste gedeelten voorzien van spoorstroomlopen een zekere starheid en die indeling is bij nieuwe wensen ten aanzien van de layout slechts tegen hoge kosten aan te passen. Dit alles leidt ook tot een limiet aan de capaciteit van een baanvak die lager is dan de theoretisch mogelijke. En dus is er in het verleden al veel gestudeerd op "bewegende" of "schuivende" bloksystemen en dergelijke, zonder dat het tot implementaties daarvan is gekomen.

Ook hier bieden informatie-uitwisselende en verwerkende systemen uitkomst. We zijn nu immers in staat quasi-continu informatie omtrent de positie en snelheid van de trein op te vragen bij de trein zelf en snelheidslijnen of -adviezen aan de machinist door te geven. Vroege, en in zekere zin nog incomplete, voorbeelden van dergelijke ontwikkelingen zijn het Duitse LZB (*Linien Zug Beeinflussung*)-systeem en het Franse beveiligingssysteem van de TGV, dat iets conventioneeler van opzet is.

Metro-bedrijven zijn met het toepassen van dergelijke systemen vaak al verder dan de spoorwegen, deels omdat ze een uniformer sporennet en materieelpark hebben waardoor dergelijke systemen makkelijker in te voeren zijn, deels omdat met hogere trein-

Het Automatisch Trein-Beïnvloedingssysteem herhaalt de opdrachten van de vaste seinen langs de baan (links) in de cabine (rechts). De foto's zijn op verschillende momenten gemaakt.



(foto's: Edward Jacobs)

frequenties gewerkt wordt en men niet meer zonder kon. Er zijn zelfs volledig geautomatiseerde systemen als VAL (Lille), Docklands Light Railway (Londen) en, iets interessanter voor een studiereis, Kobe in Japan.

Lokaliseren

Spoorwegen begeven zich langzaam maar zeker in dezelfde richting, te beginnen met het laten vervallen van (licht-)seinen langs de baan, zoals bij de TGV en op de Duitse "Neubau Strecken". Studies zoals naar het Franse ASTREE-project (Automation du Suivi en Temps Réel) gaan enige stappen verder en pogen tot een real-time volg- en beheerssystemen te komen. Hier verschuift het zwaartepunt van de aandacht van detectie naar het lokaliseren van treinen. In dergelijke systemen is een aantal gemeenschappelijke elementen te herkennen. De *treinsnelheid* is in de trein zelf het beste te bepalen, want moderne treinen hebben verschillende snelheidsmeters aan boord, voor diverse functies.

De *positie* van de trein kan afgeleid worden uit de afgelegde weg vanaf een referentiepunt. Die afgelegde weg zelf is bij voorbeeld te bepalen uit het aantal wielomwentelingen. Is dat niet alles nog niet fraai of "high-tech" genoeg, dan kunnen we in principe, als de benodigde satellieten eenmaal gelanceerd zijn, zelfs met behulp van satellietnavigatie en -communicatie treinposities bepalen en doorgeven. Met de komende generatie satelliet-plaatsbepalingssystemen is met niet-militaire apparatuur een nauwkeurigheid in de plaatsbepaling van tien à dertig meter haalbaar. Zo'n nauwkeurigheid is voor een bloksysteem op de vrije baan genoeg, mits bekend is op welk spoor een trein zich bevindt. Dit nu is geen probleem, de regel- en beveiligings-computer waarmee de trein communiceert heeft de rijweg naar dat spoor immers zelf in een eerdere fase ingesteld.

Datacommunicatie tussen regelcentrum en beveiligingscomputer is mogelijk via radio, via de spoorstaven of via communicatie-satellieten. De systeemconcepten liggen klaar, de bouwstenen voor de apparatuur zijn in principe al beschikbaar, de praktische bruikbaarheid van sub-systemen en componenten wordt, vooral in Noord-Amerika, in het ATCS-project (*Advanced Train Control System*) al beproefd.

Convergentie van de ontwikkelingen

Er is een duidelijke overeenkomst tussen de systemen die aan het ontstaan zijn vanuit de nevenlijnen-problematiek en de ontwikkelingen van nieuwe functies voor moderne hoge snelheids-achtige lijnen. Beide zijn gebaseerd op communicatie tussen trein en een centrale post, en op centrale verwerking van informatie tot toestemmingen en opdrachten et cetera. De verschillen zitten slechts in de mate van uitbouw of misschien "luxe" van de systemen. De overeenkomst wordt het best geïllustreerd aan de hand van het Noord-Amerikaanse ATCS-project. Dit project is opgezet om met een mecano-doos-achtig systeem een modulair beveiligings- en beheersingssysteem op te zetten, dat reikt van een heel elementaire beveiliging voor een spoorlijn als het onlangs opgeheven "Miljoenenlijntje" als tot een volledig uitgebouwd systeem voor zwaar belaste corridors.

Naast de convergentie van de ontwikkelingen die ATCS fraai illustreert, is een ander facet van dat project opvallend. Verschillende spoorwegmaatschappijen en toeleverende industrieën ontwikkelen gezamenlijk, volgens gemeenschappelijk opgestelde specificaties, een modulair, uitbreidbaar, beveiligings- en beheersingssysteem. Zo ver zijn de ontwikkelingen in Europa, zelfs aan de vooravond van 1992, helaas nog niet geconvergeerd.

RINGKERNVOEDINGSTRAFO'S



FAGET is een nederlandse fabriek van electrotechnische en elektronische apparatuur.

De trafo met groeiende voorkeur

Voor gebruik in elektrische installaties en elektronische apparatuur groeit de voorkeur voor ringkerntrafo's. Voor het grote en het kleine werk presenteert FAGET deze ringkernvoedingstrafo's voor vermogens van 10 tot 60.000 VA, in drie verschillende uitvoeringen.

Onderscheidende kenmerken

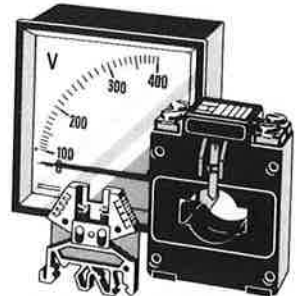
- 50% lager gewicht
- compacte afmetingen
- geen brom
- minimaal strooiveld
- extreem lage nullaststroom
- lager eigen verbruik
- hoger rendement

Speciale wensen worden vervuld door een ervaren ontwikkelingsteam dat bovendien beschikt over een eigen modern ingerichte matrijzen- en stempelmakerij.

Het productieprogramma omvat

- meetinstrumenten
- stroomtrafo's
- ringkerntrafo's
- verbindingklemmen
- apparatuur naar afnemersspecificatie

Vraag documentatie!
bel 05210-12032*



FAGET

FABER & GETREUER B.V. ELECTRISCHE MEETINSTRUMENTEN EN APPARATENFABRIEK
Tukseweg 130, Postbus 12, 8330 AA Steenwijk, Holland, Tel. 05210-12032*, Telefax 05210-11172, Telex 42083 faget nl.

Spoorwegbeveiliging

De beveiligingsinstallaties voor het treinverkeer hebben tot taak het voorkomen van gevaar door:

- het voorkomen van ontsparingen, in wissels en dergelijke, door te controleren of de te berijden baan intact is;
- het voorkomen van aanrijdingen tussen treinen onderling, door conflicterende treimbewegingen uit te sluiten;
- het voorkomen van aanrijdingen met andere vormen van verkeer.

In dit artikel hebben we het over de beveiliging door middel van sein-technische installaties, die deze drie functies implementeren.

In het bij NS in gebruik zijnde seinstelsel geeft een sein informatie over het al dan niet veilig berijdbaar zijn van het spoorgedeelte waartoe het toegang geeft en de snelheid waarmee dit sein of het daarop volgende sein gepasseerd mag worden.

Globale opbouw

Basisbouwsteen van de beveiliging vormt het *treindetectie-systeem*. Het heeft tot taak het vaststellen of een spoorgedeelte vrij, dat wil zeggen onbezet, is.

De informatie over het al dan niet onbezet zijn van spoorgedeeltes dient als basis voor de *emplacements-* en *baanvak-beveiliging*. Tevens wordt op basis daarvan de aankondiging voor overwegbeveiligingsinstallaties afgeleid, dat wil zeggen de overweg geactiveerd bij nadering van een trein.

Met de *emplacements-beveiligings-*installaties worden rijwegen ingesteld van spoor x naar spoor y. Ze worden meestal centraal bediend, op kleinere emplacements vaak door middel van een afstand stuursysteem. Gecontroleerd wordt het intact zijn van de rijweg, het onbezet zijn van de spoorgedeeltes waarvan gebruik gemaakt wordt en het uitgesloten zijn van conflicterende treimbewegingen.

De baanvak-beveiligingen, de *blokstelsels*, dienen om een stuk spoor tussen twee emplacements te verdelen in *blokken*, waarin zich slechts één trein tegelijk mag bevinden. De blokstelsels werken in principe volledig automatisch.

Een (veilig) sein geeft toegang tot een rijweg of blok als aan de veiligheidsvoorwaarden voldaan is en geeft dan tevens een snelheidsopdracht aan de machinist.

Ten slotte is er het ATB-systeem (*Automatische TreinBeinvloeding*), zie elders in dit nummer. Dit systeem herhaalt de opdrachten van de vaste seinen langs de baan in de cabine en controleert of de machinist adequaat reageert. Is dat niet zo, dan leidt de ATB tot het in werking stellen van de remmen. Een aardige bijkomstigheid is dat de ATB, die dus de laatste schakel in de beveiligingsketen vormt, gebruik maakt van de treindetectie-apparatuur, de basis van het gehele beveiligingssysteem, om gecodeerde (sein-)informatie over te dragen van de baan naar de trein.

Eisen

De beveiligingssystemen bij NS hebben veiligheidsverantwoording. Er worden dus hoge eisen aan gesteld. Op zich is NS daarin niet uniek, ook in de procesindustrie, in de lucht- en ruimtevaart komen dergelijke systemen voor. Spoorwegen zijn wellicht wel uniek in het feit dat al sinds lange tijd *technische* systemen zorgdragen voor de beveiliging en daarmee al een hoge graad van veiligheid bereikt is. Er worden daardoor ook zeer hoge eisen gesteld aan de te bewijzen veiligheid van nieuwe technologieën. In de spoorwegbeveiliging heet een systeem veilig (*fail-safe*) als gegarandeerd is dat door een defect nooit een minder beperkende toestand kan ontstaan, dan op grond van de actuele toestand in de ongestoorde situatie het geval zou zijn geweest. Een geel sein mag bij voorbeeld als gevolg van een storing wel rood worden, maar nooit groen.

Een spoorwegbedrijf kan gelukkig vrij simpel definiëren wat de veilige procestoestand in het geval van een defect moet zijn, namelijk de seinen op rood, de treinen stilstaand en de overwegen dicht. Dat is, althans voor even, een veilige bedrijfstoestand. Het spreekt daarnaast vanzelf dat ook aan de beschikbaarheid hoge eisen gesteld worden, omdat de zojuist beschreven toestand wel veilig is, maar niet veel bijdraagt aan de bedrijfsdoelstelling, namelijk het vervoeren van personen en goederen. Omdat (dus) bij een storing in de beveiliging

toch gepoogd zal worden de treindienst voort te zetten, op basis van regelingen en noodprocedures, waarbij juist nieuwe risico's door bijvoorbeeld misverstanden kunnen ontstaan, zal duidelijk zijn dat ook de beschikbaarheid van beveiligingssystemen een belangrijke factor in het totale veiligheidsniveau is.

Bij het introduceren van een nieuw systeem in de beveiliging moet een *bewijs van veiligheid* worden geleverd. Hoe dat geschiedt, valt buiten het kader van dit artikel. Hier volstaan we met de mededeling dat hieraan veel tijd en geld gespendeerd wordt. De noodzaak tot het moeten kunnen leveren van een bewijs van veiligheid leidt ook tot zeer specifieke ontwerpmethoden en voorschriften. Het leidt er ook toe dat innovaties niet vanzelf ontstaan en nieuwe technieken zeer geleidelijk ingang vinden.

Ontwikkelingen

Hoewel concepten voor het toepassen van computer-systemen in beveiligingsinstallaties al lang bestonden, is pas met het beschikbaar komen van de microprocessor-technologie de laatste jaren sprake van economisch aantrekkelijke toepassingsmogelijkheden. Tot dan leidden de speciale maatregelen ten behoeve van (het bewijs van) de veiligheid steevast tot duurder systemen dan die, uitgevoerd met conventionele technieken. Nu de bouwstenen echter beschikbaar zijn gaan de ontwikkelingen snel. Een aantal voorbeelden:

- De microcomputer-gestuurde emplacements-beveiliging is sinds mei 1986 als prototype operationeel in Hilversum. In 1991 zal Rotterdam CS, in 1992 Utrecht CS en later ook Amsterdam CS en andere stations er seriematig mee uitgerust worden.
- De ATB-treinapparatuur is alweer aan een derde generatie toe. Ze wordt op microprocessors gebaseerd. Zo ontstaat tevens de mogelijkheid aan nieuwe baanapparatuur te gaan denken en nieuwe functies toe te voegen, doordat door middel van een open busstructuur een uitbreidbaar systeem wordt opgezet.
- Ontwikkelingen op het gebied van overweg- en baanvakbeveiliging verkeren nu in de concept-fase.