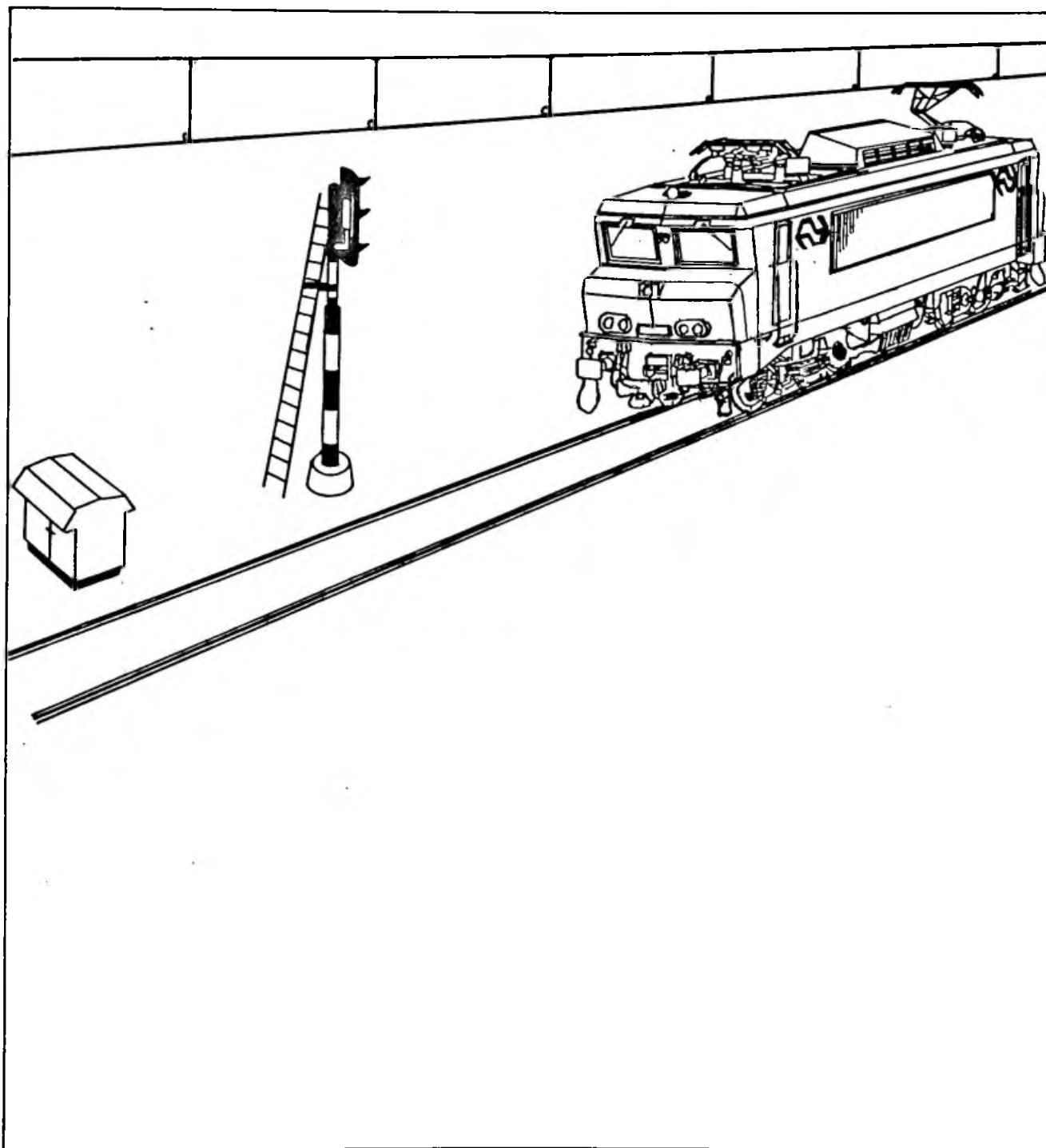


Opleiding en Vorming



# ATB

## Algemene informatie

deel 1

Opleiding en Vorming



Samensteller	: C.L. Fokke
Groep	: Mw
Verantwoordelijke sectorchef	: D. Kruijd
Datum 1e druk	: september 1985
Datum gewijzigde herdruk	: januari 1987
Totaal oplage	: 100 stuks
Archiefcode	: L 3833/0005L/MjfwTjdf

# Inhoud

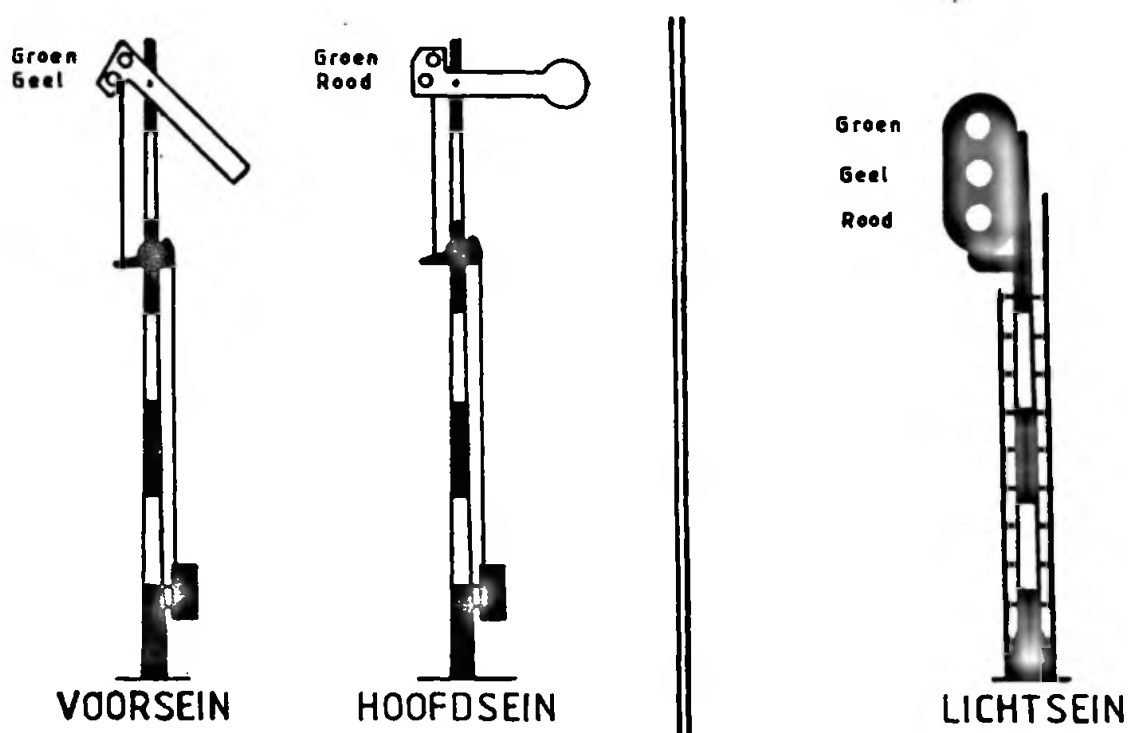
1.	Algemene beschouwing	1
1.1	Inleiding	1
2.	Spoorwegbeveiligingstechniek	4
2.1	Over de essentie van het beveiligen	4
2.2	Hoe beveiligen - Hoe voorkomen, d.m.v. waarvan voorkomen	4
2.3	De veiligheid van het spoorwegverkeer	4
2.4	Bijzondere aspecten bij het toepassen van beveiligingstechniek	5
2.5	Hoe wordt bereikt dat de vereiste veiligheid gegarandeerd kan worden	5
2.6	Beveiligingsfilosofie	6
2.7	Foutsoorten	7
2.8	Enige andere facetten	8
2.9	Gedragsverschijnselen van menselijk handelen	9
3.	De betekenis van het onderhoud aan beveiligingssystemen	10
3.1	De dubbele verantwoordelijkheid	10
3.2	De verleiding tot het wagen van een gok	11
3.3	De moraal van het verhaal	11
4.	Toespitsing op het onderhoud van ATB-treinapparatuur	12
4.1	Algemeen	12
4.2	Materieeltechnische eisen en werkbeschrijvingen	12
5.	Globale omschrijving van het ATB-systeem	13
5.1	Algemeen	13
5.2	Het tonen van cabineseinen	16
5.3	De voortdurende bewaking van de snelheid van de trein	17
5.4	De controle op de reacties van de machinist	17
5.5	Het inleiden van een snelremming indien de machinist mocht falen	18
5.6	Bijzondere voorzieningen	18
5.7	Technische uitvoering schematisch	19
6.	Ontwikkelingen tot op heden	22
7.	Mogelijke ontwikkelingen in de toekomst	23

# 1. Algemene beschouwing

## 1.1 Inleiding

Al heel spoedig na de beginjaren van het spoorwegverkeer is men ertoe overgegaan om de machinist van een trein door middel van seinen langs de baan in te lichten of hij kon doorrijden, snelheid moest verminderen of moest stoppen.

Gezien de lange remweg van een trein, moet de machinist tijdig op de hoogte gebracht worden van de situatie die hij voor zich uit kan of moet verwachten. De seingeving ging gedurende lange tijd met behulp van de ook nu nog hier en daar aanwezige armseinen. In de dertiger jaren werd een begin gemaakt met seingeving d.m.v. lichtseinen.



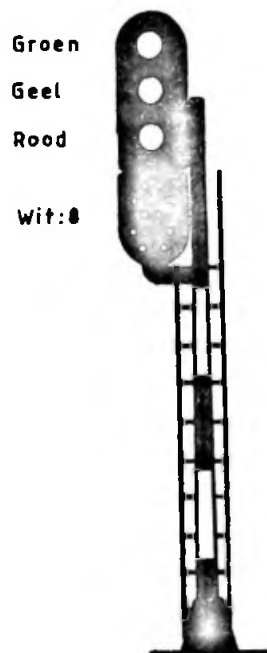
De zichtbaarheid van lichtseinen is, vooral bij nacht en bij ongunstige weersomstandigheden, groter dan die van armseinen. Er kan ook meer informatie mee worden overgebracht.

De voornaamste kenmerken van het bij de NS toegepaste lichtseinstelsel:

1. Het snelheidsseinstelsel, d.w.z. dat alleen informatie verstrekt wordt over de snelheid waarmee de machinist de trein mag laten rijden. Het seinbeeld geeft in het algemeen geen informatie in over de te volgen rijweg.

2. Het opdrachtseinstelsel, d.w.z. dat de informatie die het seinbeeld geeft bevat een opdracht die terstond reeds ter plaatse van het sein, moet worden uitgevoerd.
3. Met de intrede van het lichtsein is in het algemeen gesproken, het onderscheid voorsein/hoofdsein(armseinen) komen te vervallen. Ieder lichtsein, op een onderlinge afstand van circa 1500 m geplaatst, geeft zijn eigen opdracht en is slechts door het verband der seinbeelden in zekere zin het voorsein van het volgende sein.

Als uitgangspunt voor het stelsel dient de in internationaal verband overeengekomen kleurcode: - groen voor rijden -, - geel voor remmen -, - rood voor stoppen -. Nadere informatie bij de seinbeelden "rijden" en "remmen" kan worden gegeven door toevoeging van witte lichtgevende cijfers en/of door het laten knipperen van het seinlicht. Zo wordt b.v. de toestemming tot het rijden met een snelheid tot maximaal 80 km/h aangegeven met een groen knipperend licht, waaronder een witte 8 te zien is. Dit sein wordt voorafgegaan door een sein waaruit de informatie, afremmen naar 80 km/h moet af te lezen zijn. Dus een geel licht met daaronder een witte 8. Wordt b.v. een 6 getoond dan betekent dit dat er gereden mag worden met een snelheid van 60 km/h.



De algehele vernieuwing van het seinstelsel kwam in de jaren na 1950 pas goed op gang. De gebruikte naam was "modernisering". Deze modernisering sluit door zijn aard, een aantal gevaren mogelijk ten gevolge van menselijk falen, uit. De veiligheid van het spoorwegverkeer blijft uiteindelijk afhankelijk van het handelen van de machinist. Dit menselijk handelen is echter een zwakke schakel in het geheel.

In 1962 werd het besluit genomen om de veiligheid van het spoorwegverkeer tot een hogere graad op te voeren. Dit besluit viel na een treinbotsing bij Harmelen die bijna 100 mensenlevens eisten.

Een aanvang werd gemaakt met het installeren van het z.g. Automatische Trein  
Beïnvloedingssysteem (ATB).

Een systeem dat de reacties van de machinist bewaakt en deze zonodig corrigeert, door het tot stilstand brengen van de trein, ten einde te voorkomen, dat een om wat voor reden dan ook, falende machinist een treinbotsing veroorzaakt. Alvorens dat ATB-systeem te beschrijven eerst iets over de essentie van het beveiligen. Waar gaat het eigenlijk om bij spoorwegbeveiligingstechniek?

## 2. Spoorbeveiligingstechniek

### 2.1 Over de essentie van het beveiligen

#### Wat is het doel van beveiligen?

Beveiligen betekent kort en bondig: "Het afwenden van dreigend gevaar".

In het algemeen wordt hier bij voorkeur gemikt op:

- het voorkomen van gevaarlijke situaties door middel van doeltreffende maatregelen. "Preventie".

In zoverre preventie niet mogelijk is:

- op het vroegtijdig en ondubbelzinnig signaleren dat er gevaar dreigt. "Tijdige onderkenning".

### 2.2 Hoe wordt beveiligd?

#### Hoe en door middel waarvan worden gevaarlijke situaties voorkomen?

Door af te dwingen dat aan bepaalde, duidelijk omschreven "Veiligheidsvoorwaarden" wordt voldaan:

1. Hetzij, door mensen daarvoor verantwoordelijk te stellen.
2. Hetzij, door toepassing van technische voorzieningen.

### 2.3 De veiligheid van spoorwegverkeer

- Bij spoorwegverkeer bestaan de primaire risico's uit:

- . botsing van treinen
- . ontsporing van treinen door overschrijden van de maximaal toegelaten snelheid
- . de ontmoeting met het wegverkeer op overwegen
- . de niet-gesloten spoorwegbrug.

Beveiligen van spoorwegverkeer betekent dus in de eerste plaats het uitsluiten van bovengenoemde risico's.

- Enerzijds berust de veiligheid van het spoorwegverkeer op de hoge graad van betrouwbaarheid van de bouwelementen. Zoals de rail en de wielen van de trein met hun eenvoudige en robuuste constructie, die relatief weinig verzorging behoeven.
- Anderzijds berust de veiligheid op het onberispelijk functioneren van de remsystemen en de seininstallaties. In nauw samenspel tussen mens en techniek sturen en beveiligen deze installaties alle trein- en rangeerbewegingen.

Reeds in een pril stadium van het spoorwegverkeer werd onderkend, dat technische voorzieningen ten aanzien van de veiligheid betere waarborgen bieden dan mensen. Daarom streven de spoorwegmaatschappijen sinds het begin van de beveiligingstechniek ernaar, de mens van de verantwoordelijkheid voor de veiligheid te ontlasten door het toepassen van technische systemen.

#### 2.4 Bijzondere aspecten bij het toepassen van beveiligingstechniek

Indien in plaats van de mens, technische voorzieningen de beveiligingstaken uitvoeren, dan mogen deze voorzieningen natuurlijk niet zelf de veiligheid van het spoorwegverkeer in gevaar brengen. Tekortkomingen aan de voorzieningen mogen geen onveilige situaties oproepen.

De voorzieningen zullen perfect functioneren indien:

1. De taken die ze te vervullen hebben, van te voren correct en volledig bepaald zijn.
2. Deze taakstelling foutloos in het logisch concept - het ontwerp - werd omgezet.
3. Alle bouwstenen juist gedimensioneerd zijn en met de invloeden van buitenaf (temperatuur, vocht, trillingen, stoorspanningen enz.) in voldoende mate rekening is gehouden.
4. In voldoende mate is gewaakt tegen fabrikagefouten door middel van kwaliteitscontrole bij afname enz.
5. Het installeren en bedrijfsklaar maken ter bestemde plaats correct plaatsvond.
6. Er tijdens het onderhoud geen fouten gemaakt worden.

#### 2.5 Hoe wordt bereikt dat de vereiste veiligheid gegarandeerd kan worden

Indien van een spoorwegstuur- en beveiligingssysteem bouwstenen uitvallen, dan zal het spoorwegverkeer daar uiteraard hinder van ondervinden.

Eventueel echter kunnen defecten van componenten het leven van reizigers in gevaar brengen, of dat, van mensen die zich in de buurt van de spoorbaan ophouden. Dit laatste nu, het ontstaan van gevaarlijke situaties als gevolg van technische onvolkomenheden, dient te worden uitgebannen. Daarvoor zijn speciale maatregelen nodig.

Eén van de eerste maatregelen is het selecteren en toepassen van componenten met een lage storingsgevoeligheid. Door ervoor te zorgen dat de uitvalskans van de componenten als functie van de gebruiksduur laag is, wordt de betrouwbaarheid van een installatie naar verhouding groter.

Hoe laag de uitvalskans van de componenten van een beveiligingsinstallatie ook is, op basis van uitsluitend de lage uitvalskans kan de uiteindelijke betrouwbaarheid van een beveiligingssysteem niet gegrondvest worden.

De risico's blijven dan, bij de huidige stand van de fabrikagetechnieken en de beperkte mogelijkheden om de bedrijfscondities te beheersen, te groot. De kans op ongevallen door technische onvolkomenheden van de beveiligingssytemen zouden te hoog blijven.

Dat gold voor de mechanische en elektrische systemen en dat zal ook voor elektronische systemen het geval blijken.



## 2.6 Beveiligingsfilosofie

Daarom zijn er zowel door de spoorwegen als door de beveiligingsindustrie methoden ontwikkeld waarvan de werking gekarakteriseerd wordt door het begrip "Seintechische veiligheid". Deze maakt de kans op ongevallen, als gevolg van technische onvolkomenheden, uitermate klein. Met name in geval van uitval van componenten of storende invloeden van buitenaf.

Aan deze methoden ligt de volgende "beveiligingsfilosofie" ten grondslag:

1. Met het optreden van bepaalde technische fouten dient zonder meer rekening te worden gehouden.
2. De installaties dienen te beschikken over een "mechanisme", dat deze fouten onderkent en signaleert (onderkenning van enkelvoudige fouten, zie 2.7).
3. Zodra dergelijke fouten onderkend zijn, dienen onmiddellijk en automatisch veiligheidsmaatregelen genomen te worden door het systeem zelf.

Hierbij doen zich twee mogelijkheden voor:

- a. Op basis van het zgn. fail-safe principe bewerkstelligt een fout in een onderdeel van de installatie automatisch de beperkingen die nodig zijn om de gevaarlijke situatie te voorkomen.
- b. Door middel van foutherkenningsmechanisme wordt automatisch overgeschakeld op een tweede vervangende beveiligingsinstallatie, die de taken van de eerste installatie geheel of gedeeltelijk overneemt.

De beperkende toestand van mogelijkheid a, of de omschakeling van mogelijkheid b, mogen eerst na reparatie weer opgeheven worden.

Als de tijd die verstrijkt tussen het optreden van een fout en de onderkenning daarvan, of de tijd tot het uitvoeren van de reparatie, voldoende kort is, blijft de kans op het tevens optreden van een tweede fout in die periode klein.

Met andere woorden: de kans dat door het optreden van twee fouten een gevaarlijke toestand ontstaat, mag klein worden geacht. Deze veronderstelling is alleen dan geldig, als het aantal componenten dat door één gemeenschappelijk foutonderkenningsmechanisme bewaakt wordt, niet te groot is.

De bedrijfszekerheid van de componenten moet daarbij dan ook bijzonder hoog zijn (dus kleine uitvalskansen). Het foutherkenningsmechanisme en de omschakeling dienen eveneens te voldoen aan de punten 1 t/m 6 (par. 2.4).

De beveiligingssystemen van NS zijn op deze filosofie gebaseerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van het fail-safe principe.

Dit betekent dat een storing of een defect aan de beveiligingsapparatuur of een storende invloed van buitenaf stelselmatig leidt tot een "ongunstiger" seinbeeld.

Voor wat het spoorwegverkeer betreft, mondt het hele voorafgaande bouwsel van veiligheidsmaatregelen en -overwegingen op seintechnisch gebied uit in de sturing van de seinen langs de baan. In de seinen worden de beelden getoond die aan de machinisten aanwijzingen geven over het al dan niet veilig berijdbaar zijn van het spoor van sein tot sein.

Het blijft niettemin een onontkoombaar feit dat diezelfde machinisten:

- a. de seinbeelden tijdig en volledig moeten waarnemen;
- b. het waargenomen tijdig en correct moeten interpreteren;
- c. tenslotte dienovereenkomstig, tijdig en correct moeten handelen,
- d. de baan optisch moeten controleren i.v.m. versperringen, b.v. auto's op overwegen, vee op baan enz.

wil de veiligheid van het ritverloop gewaarborgd blijven.

In de laatste instantie blijkt dus toch weer de feilbare mens op te duiken, die bij voortduring een verantwoordelijkheid moet dragen voor de veiligheid.

Eén van de doelstellingen van de beveiligingstechniek is dan ook al heel lang geweest, om in belangrijke mate de machinisten van deze verantwoordelijkheid te ontlasten.

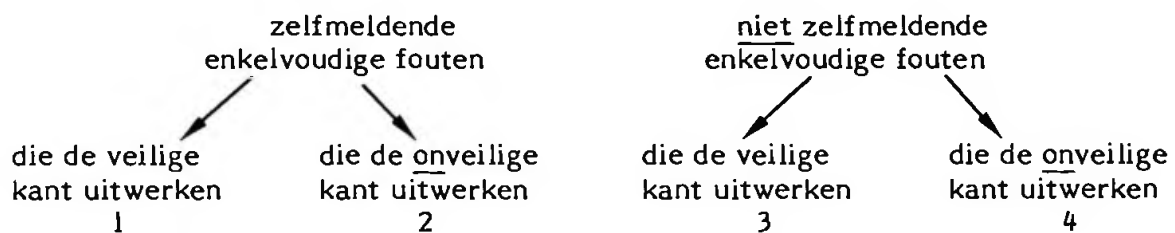
Door de invoering van de automatische treinbeïnvloeding is ook deze schakel aan de keten van technische veiligheidsvoorzieningen toegevoegd.

Men moet hierbij goed in het oog houden dat daarmee bewust gekozen is voor een wezenlijk hogere graad van veiligheid dan die welke haalbaar is, indien uitsluitend op de machinisten vertrouwd zou moeten worden.

Omgekeerd betekent dit dat iedere aanleiding tot buitenbedrijfstelling van de ATB een stap terug is op veiligheidsgebied.

## 2.7 Storingsmogelijkheden en foutsoorten

Bij analyse van alle storingsmogelijkheden in een ontwerp kan onderscheid gemaakt worden in de volgende typen:



Uit bovenstaande foutmogelijkheden zal het duidelijk zijn dat de ontwerper van een beveiligingsinstallatie zal proberen alle foutmogelijkheden zelfmeldend te maken en de veilige kant uit te laten werken, b.v. door toevoeging van foutherkenningsmechanisme en fail-safe schakelingen.

Het doel is duidelijk: men moet dit soort storingen zo snel mogelijk kunnen herstellen, ten einde de kans op combinaties die wel gevaar opleveren, zo gering mogelijk te maken. Zoals gezegd zal de ontwerper trachten zijn ontwerp zoveel mogelijk zelfmeldend te maken. Bij die storingen waarbij dit niet zonder meer lukt, zal hij tenslotte de onderhoudsman inschakelen. Deze zal dan met behulp van meet- en hulpparatuur, het wel of niet aanwezig zijn van dit soort storingen vaststellen door middel van periodieke controlemetingen.

## 2.8 Enige andere facetten die bij het beveiligen in acht genomen dienen te worden

Als aan een bedrijfsproces bepaalde risico's kleven en men treft daartegen voorzieningen, dan is het effect van het in werking treden van de beveiliging gewoonlijk het min of meer stagneren van het proces. Zolang dat nu maar gebeurt omdat er werkelijk gevaar dreigt, kan men daar wel vrede mee hebben.

Anders wordt het wanneer er in dergelijke installaties veel storingen optreden. Door de consequente toepassing van het fail-safe principe zal dan namelijk het bedrijfsproces op dezelfde wijze gehinderd worden als wanneer er gevaar dreigt, maar in feite is het gevaar wel direct aanwezig.

Denk bijvoorbeeld maar aan ons eigen spoorwegverkeer:

1. Als een ahob (automatische halve overwegboom) gestoord raakt, gaan de bomen dicht. Het wegverkeer zal hiervan hinder ondervinden. Men zal gaan slalommen of overwegbomen optillen. Toch kan een trein in de buurt zijn.
2. Als een sein niet om veiligheidsredenen maar door storing in de stand "stop" blijft, raakt het spoorwegverkeer vertraagd. Het seinhuispersoneel zal de treinen gaan loodsen, waarbij een goede communicatie een eerste vereiste is. Er rijden immers nog meer treinen.

Het is mede tegen deze achtergrond, dat aan de bedrijfszekerheid van een beveiliging hoge eisen gesteld moeten worden.

Maar er is beveiligingstechnisch een andere nog belangrijkere reden:

Ook wanneer de beveiligingsinstallatie in gestoorde toestand verkeert, dient in de meeste gevallen het beveiligde proces (bijvoorbeeld de treinenloop) zoveel mogelijk doorgang te vinden.

Bij een storingssituatie betekent dit gewoonlijk dat er een verschuiving in verantwoordelijkheid voor de veiligheid optreedt van de apparatuur naar de mens (de treindienstleider of seinhuiswachter enz.).

Dit leidt tot een verhoging van de zgn. secundaire gevarenkans; het niet of slechts gedeeltelijk functioneren van een beveiliging verhoogt de risico's.

Het is daarom van groot belang om van storingen die aanleiding geven tot buitenbedrijfstelling van de beveiligingsapparatuur, zo snel mogelijk de oorzaken op te sporen en deze weg te nemen.

## 2.9 Gedragsverschijnselen van menselijk handelen

1. Wanneer men op de hoogte is met de risico's van een bepaald gebeuren (b.v. autorijden) staat men vaak verbaasd aan te kijken tegen het grote gemak waarmee aanzienlijke risico's toch maar met grote regelmaat genomen worden. De verbazing neemt nog toe als men de waaghalzen vervolgens hoort verklaren: "Natuurlijk bestaat dit of dat risico, maar zoiets kan MIJ niet gebeuren!"  
Hier is in de meeste gevallen natuurlijk duidelijk sprake van zelfoverschatting van de betrokkene.
2. Een andere waarneming die men vaak doet, is die van een zekere onkunde of verdringing ten aanzien van eigen persoonlijke beperkingen bij de mensen. Uit een onderzoek is gebleken, dat zeker de helft van de automobilisten die dagelijks onze vaderlandse wegen bevolken, slechte ogen - althans een beperkt gezichtsvermogen heeft, zonder dat zij zich hiervan voldoende bewust zijn. Een interessant voorbeeld is in dit verband ook dat van het onderzoek bij typistes. Geroutineerde typistes maken gemiddeld per duizend aanslagen één fout. Uit het onderzoek bleek verder, dat het interpretatiefouten betreft: zij zagen of hoorden bijvoorbeeld de letter A en sloegen dan een andere letter aan. Een vergelijkend onderzoek bij machinisten van de DB bracht aan het licht, dat iets dergelijks met min of meer dezelfde frequentie (gemiddeld 1 op 1000) ook gebeurt bij het waarnemen en interpreteren van seinbeelden door machinisten.  
Beide categorieën, zowel de typistes als de machinisten waren zich van deze overigens heel normale beperking van waarneming nauwelijks bewust.
3. Tenslotte nog het volgende: vaak roepen beveiligingsmaatregelen bij de mensen een zekere wrevel, een zekere irritatie op (denk b.v. aan autogordels, valhelmen etc.). Het steeds weer moeten nemen van de nodige voorzorgen wordt als rompslomp ervaren en dan maar achterwege gelaten.  
Een goed voorbeeld van de mistoestanden waartoe dit snel kan leiden, vormt de beginperiode van de ATB, toen de storingsfrequentie van de ATB-treinapparatuur nog erg hoog lag.  
Het was in die dagen helemaal geen uitzondering dat 80% van de uitgeruste eenheden door de machinisten buiten bedrijf werd gesteld, terwijl toch maar een klein deel van die 80% echt gestoord bleek. In feite vond men de ATB maar lastig en zo.  
Dit is trouwens ook een van de kwalijke kanten van een onvoldoend bedrijfszekere beveiliging; je ondergraaft de discipline.
4. De ontwerpers, maar ook het onderhoudspersoneel dienen zich van deze gedragsverschijnselen van mensen bewust te zijn in hun werk.  
Niet alleen omdat deze euvels nu eenmaal kleven aan de mensen die een rol spelen in het beveiligde proces, maar ook en vooral omdat het algemeen menselijke trekken zijn.

### 3.2 De verleiding tot het wagen van de gok

Het in stand houden van beveiligingsapparatuur wordt extra moeilijk als men de twee volgende facetten mede in beschouwing neemt:

1. De gevaarlijke situaties en de daaruit eventueel voortvloeiende ongevallen doen zich niet aan de lopende band voor, het gaat daarbij om KANSEN die gelukkig veelal erg klein zijn.  
Dit betekent dat - als er bijvoorbeeld door onvoldoende of verkeerd onderhoud iets fout gaat - dit helemaal niet DIRECT hoeft te leiden tot een ongeval. Dit kan weken, maanden, ja zelfs jaren goed gaan, met andere woorden de verleiding om vanuit deze stelling te redeneren en te handelen kan erg groot worden en voor men het weet is men dan op het hellende vlak.
2. De beveiligingsmaatregelen in het spoorwegverkeer hebben in het algemeen tot doel, de dood of lichamelijk letsel van de reizigers te voorkomen en het totale pakket maatregelen daartoe is vaak zo omvangrijk en complex dat iemand die een spoorstroomloop instelt, of de werking van een ATB-remklep controleert of iets dergelijks - dus bezig is met een klein detail van het beveiligingsgeheel - zich in zijn werk nauwelijks realiseert waarom of hij dat doet.  
Omdat de apparatuur fail-safe is uitgevoerd, zal de aandacht van de onderhoudsman vaak veel sterker gericht worden op de bedrijfszekerheid dan op de veiligheid.  
"Storingen en defecten werken, dan weliswaar de veiligheidskant uit", zo redeneert hij: "maar het bedrijfsproces wordt toch maar danig gehinderd!".  
Ook vanuit deze stelling wordt de verleiding erg groot om de storing dan maar zodanig te "verhelpen" dat het effect ervan op het bedrijfsproces teniet wordt gedaan.  
Men kan bijvoorbeeld een weigerend rem- of los detectiecontact gemakkelijk overbruggen (ik had zo gauw geen nieuwe bij de hand, of te weinig tijd om het defecte exemplaar te vervangen); als daarna echter de machinist faalt en de nood aan de man komt, laat de ATB het natuurlijk ook afweten en dan zijn de consequenties veel groter.

Kortom:

Als je met de pet gooit naar het verwisselen van koolborstels of iets dergelijks, heb je binnen de kortste keren je baas op de stoep staan, want dat treedt binnen afzienbare tijd geheel aan het licht. Als je de hand licht met het onderhoud aan een beveiligingsinstallatie, hoef je daar hoogstwaarschijnlijk lange tijd niets van te merken, maar als het boven water komt, kunnen de doden al gevallen zijn!

### 3.3 De moraal van dit verhaal

"Mensen", kijk goed uit je doppen en besteed veel aandacht aan het handhaven van een juiste veiligheidsmentaliteit; breng jezelf en andere mensen de nodige discipline bij!".

## 4. Toespitsing op het onderhoud van ATB-trein-apparatuur

### 4.1 Algemeen

Aan het ontwerp van het ATB-systeem zijn destijds door NS naast een aantal functionele eisen een aantal veiligheidseisen ten grondslag gelegd. Dit geheel van eisen is vastgelegd in de stelspecificaties.

Volgens de wet is NS verantwoordelijk voor de veiligheid van het spoorwegverkeer. Dus verantwoordelijk voor de instandhouding en de kwaliteit van een beveiligingssysteem. Met beveiligingssysteem wordt in dit verhaal bedoeld, de ATB trein- en baanapparatuur. In de praktijk fungeert binnen NS, Is 6.11 als bewaker van de systeemverantwoordelijkheid en voert hieromtrent zonnodig met de leverancier overleg.

De complete verdeling van verantwoordelijkheid en bewaking is als volgt:

	<u>verantwoordelijk</u>	<u>bewaking</u>
- Ontwerp en kwaliteit baan- en treinapparatuur	leverancier	Is 6.11
- Productie en kwaliteit baan- en treinapparatuur	leverancier	Is 6.5
- Instandhouding en kwaliteit treinapparatuur	NS	Mw 5/Mw 6
- Instandhouding en kwaliteit baanapparatuur	NS	Is 9
- Constructie en wijzigingen <u>trein</u> randapparatuur	NS	Mw 3

### 4.2 Materieeltechnische eisen en werkbeschrijvingen

Om te controleren of de ATB-installatie blijft voldoen aan de veiligheidseisen, vastgelegd in de stelspecificaties, worden periodiek door Mw 5/Mw 6, controle-metingen, functietesten en veiligheidstesten uitgevoerd (onderhoudsmetingen).

Per materieelsoort zijn werkbeschrijvingen beschikbaar die exact voorschrijven hoe frequent deze metingen en testen plaats moeten vinden en wat er dan precies gecontroleerd moet worden.

Het valt buiten het kader van dit algemene verhaal om nader in te gaan op de details van deze werkbeschrijvingen, volstaan wordt met het noemen ervan.

De werkbeschrijvingen worden gemaakt vanuit de z.g. materieeltechnische eisen. Deze materieeltechnische eisen worden opgesteld door Is 6 in samenspraak met de leverancier v.w.b. de ATB-trein(kast)apparatuur. Voor de ATB- (rand)apparatuur is Mw 3 de verantwoordelijke afdeling.

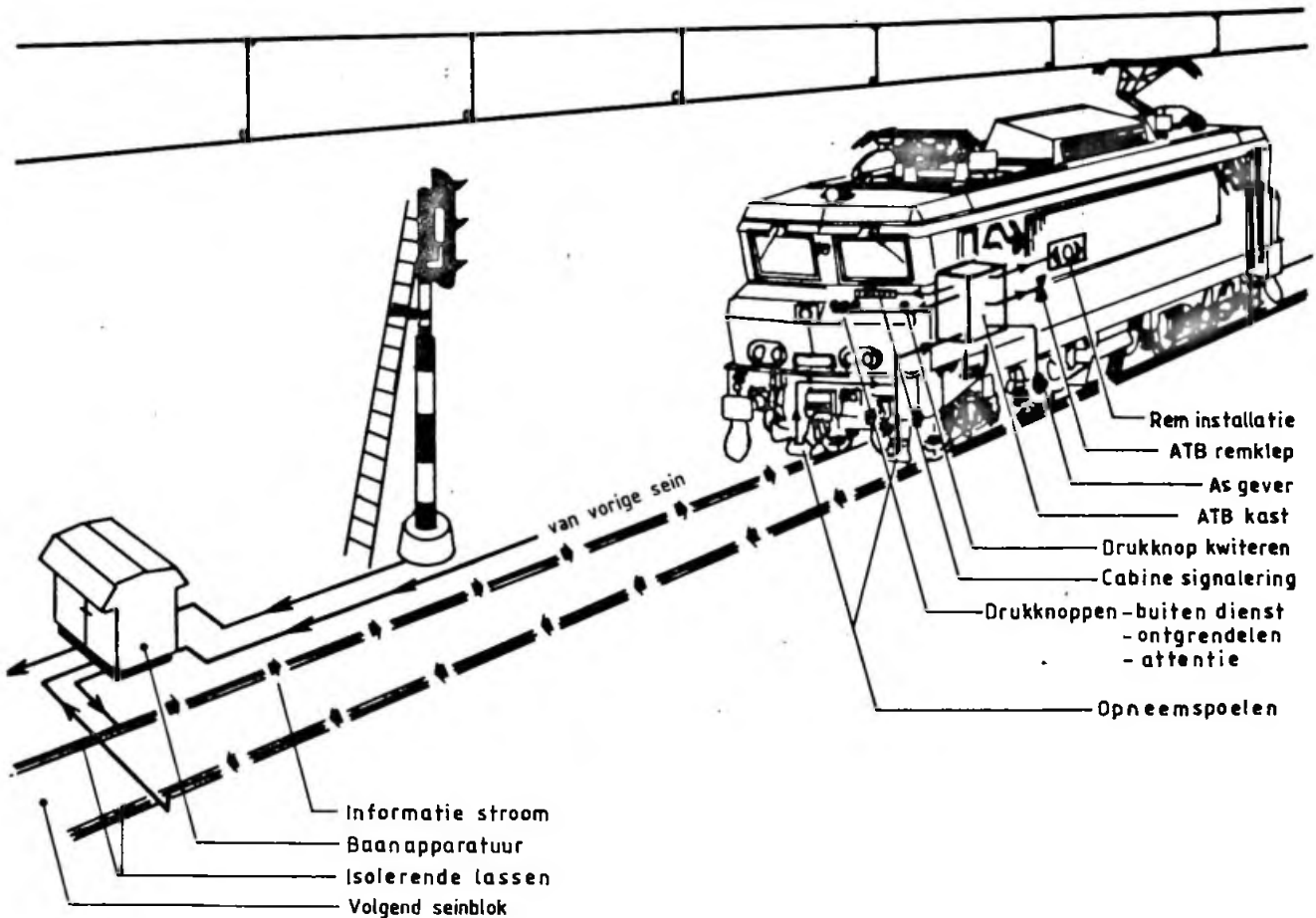
Daar blijkt de ATB-materieeltechnische eisen bij b.g. metingen en testen het kwalitatieve aspect duidelijk prevaleert boven het kwantitatieve, wordt de mensen die het ATB-onderhoud verrichten, een niet geringe taak op de schouders gelegd. Het gaat per slot van rekening om de veiligheid van het spoorwegverkeer.

## 5. Globale omschrijving van het ATB-systeem

### 5.1 Algemeen

Het systeem dat in 1962 door de NS gekozen is, is een systeem met continu informatie-overdracht via de rails.

We bezien eerst de werking in vogelvlucht (fig. 1).



figuur 1

De voor de trein bestemde informatie wordt in de vorm van een gecodeerde stroom in het spoor gestuurd, de trein tegemoet. Op deze manier neemt de trein de informatie van het gepasseerde sein als het ware mee.

Zoals reeds gezegd in hoofdstuk 1 worden waar nodig, door middel van lichtcijfers de vereiste snelheden aangegeven, zodat dit in trappen van 10 km/h zou kunnen geschieden.

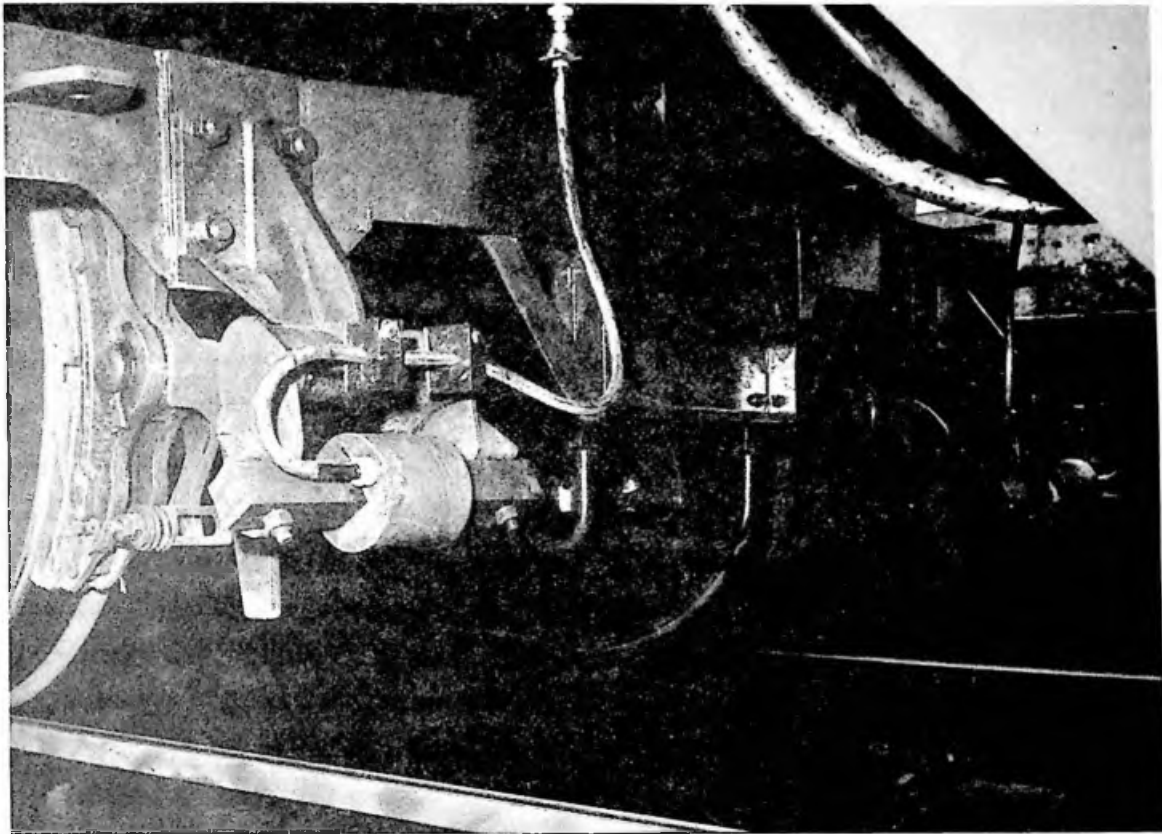
Vanwege de technische begrenzing van het systeem en de economie is echter bij de invoering van de ATB gekozen voor 5 snelheidstrappen, t.w.:

- 140 km/h; de maximaal toegelaten snelheid op het NS-net
- 130 km/h; de maximale snelheid op een groot aantal baanvakken
- 80 km/h; tussensnelheid die vereist wordt op regelmatig voorkomende lange wisseltypen
- 60 km/h; tussensnelheid die vereist wordt op regelmatig voorkomende lange wisseltypen
- 40 km/h; de snelheidstrap voor de lage snelheid die vereist wordt op veel voorkomende korte wisseltypen. Deze snelheidstrap wordt tevens gebruikt wanneer een sein de opdracht geeft: remmen naar lage snelheid en rekenen op stoppen.

Afhankelijk van de situatie op de baan en van de stand van de seinen wordt dus een informatie in het spoor gezonden overeenkomende met één van de snelheidstrappen.

Vooraan de locomotief of het treinstel, voor de eerste as en op ca. 20 cm boven de rails zijn twee opneemspoelen bevestigd. Deze nemen de informatie inductief uit het spoor op en geven deze door aan de ATB-kast.

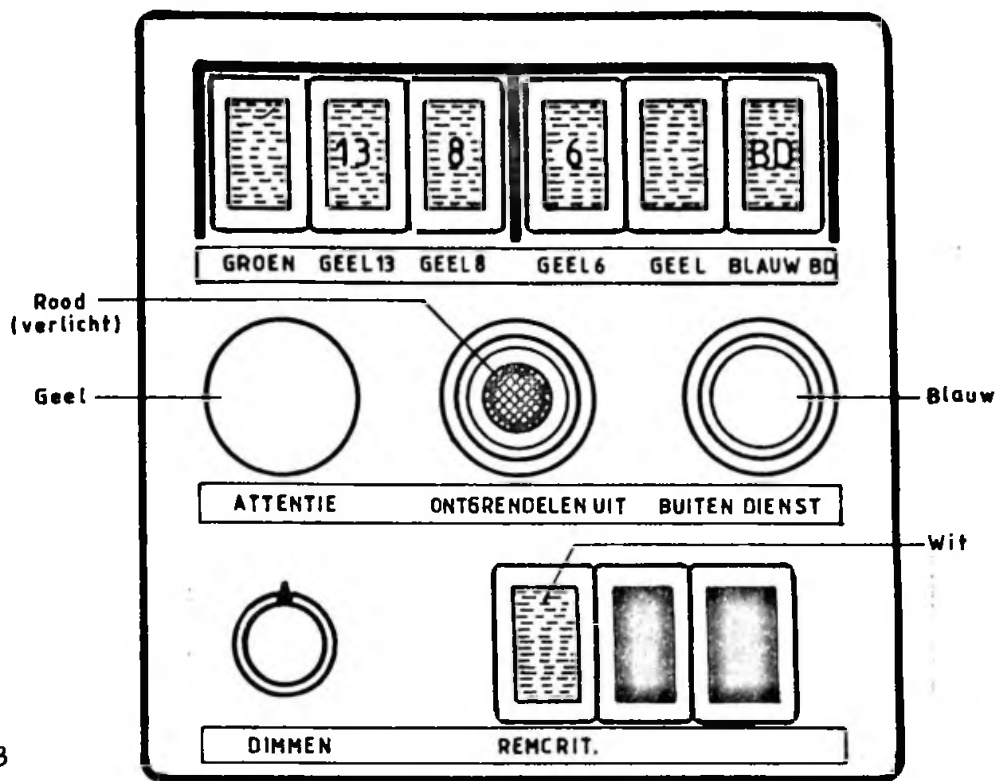
Noot: Zo u wilt kunnen de spoorstaven vergeleken worden met een antenne van een zender en de opneemspoelen met een antenne van een ontvanger.



figuur 2

In de ATB-kast wordt in de eerste plaats de ontvangen informatie versterkt en gedecodeerd. De vertaalde informatie wordt gevoerd naar de cabine van de machinist en daar als zgn. cabineseinen aan hem getoond (fig. 3).





figuur 3

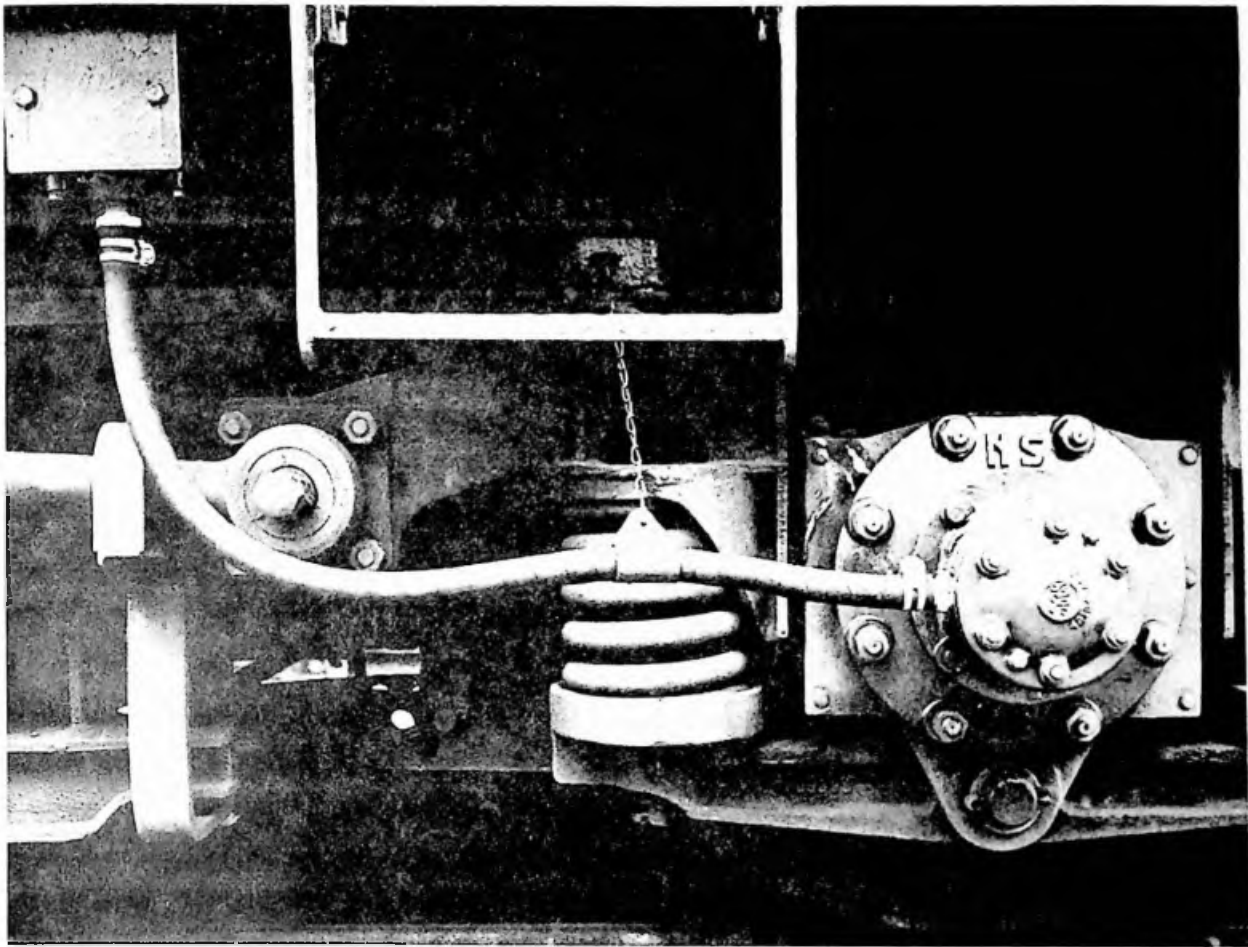
In het oudere materieel is, bij inbouw van ATB een apart signaleringskastje in de cabine geplaatst. Zie fig. 3.

In nieuw materieel zijn de indicatielampjes en de drukknoppen in de bedieningstafel geïntegreerd.

De genoemde 5 snelheidstrappen worden de machinist getoond door resp. een groen lampje, een geel lampje met het cijfer 13, 8 of 6 of een geel lampje zonder cijfer.

De ATB-kast krijgt ook doorlopend informatie omtrent de werkelijke snelheid van de trein. Vanuit een andere bron wordt tegelijkertijd de werkelijke snelheid aan de ATB-kast doorgegeven.

Op een der assen van de trein is nl. een wisselstroomgenerator (fig. 4) aangebracht die een wisselspanning afgeeft, waarvan de frequentie een maat is voor de treinsnelheid. Deze asgenerator, soms wel kortweg "asgever" genoemd, geeft dus bij voortdurende werkelijke treinsnelheid aan, terwijl de informatie uit het spoor betrekking heeft op de toegelaten maximale rijsnelheid.



figuur 4

Zolang de werkelijke snelheid kleiner blijft dan de toegelaten snelheid is er niets aan de hand, maar zodra op enig moment de werkelijke snelheid groter wordt dan de toegestane, ontstaat er in de ATB-kast een remopdracht, die aan de machinist wordt verstrekt in de vorm van een continue bel.

In de ATB-kast wordt er dan binnen enkele seconden een terugmelding verwacht, waaruit blijkt dat de machinist de remmen in werking heeft gesteld.

Mocht dit bericht niet of niet tijdig worden ontvangen, dan worden de remmen automatisch door het ATB-systeem in werking gesteld en wordt de trein tot stilstand gebracht.

Dit laatste verschijnsel noemt men een "snelremming". Het systeem moet dus een aantal verschillende taken tegelijk uitvoeren, nl.:

1. tonen van cabineseinen
2. voortdurend bewaken van de snelheid van de trein
3. controleren van de reacties van de machinist
4. veroorzaken van een snelremming in het geval dat de machinist faalt.

## 5.2 Het tonen van cabineseinen

De cabineseinen geven de machinist doorlopend op elk punt van de baan, aan welke eisen de beveiliging op dat moment aan hem stelt, of anders gezegd: welke snelheid hij mag rijden of naar welke snelheid hij moet afremmen.

Dit in tegenstelling tot de seinen langs de baan die hem deze informatie alleen op bepaalde punten, gemiddeld op 1500 m afstand van elkaar, verschaffen.

Hoewel strikt genomen niet juist, zou men kunnen zeggen dat de cabineseinen de seinen langs de baan herhalen. Een meer juiste, maar minder hanteerbare omschrijving zou zijn: De cabineseinen geven op elk punt van de baan de opdracht weer die een sein gegeven zou hebben indien er op dat punt een sein gestaan zou hebben.

Wanneer het cabine-seinbeeld verandert van b.v. groen in geel of gl 6 in geel 13 v.v., dan wordt de machinist hierop geattendeerd d.m.v. een gongslag. Een stille cabine-seinbeeldwisseling kan gemakkelijk aan de aandacht ontsnappen.

### 5.3 De voortdurende bewaking van de snelheid van de trein

De apparatuur vergelijkt doorlopend de toegelaten snelheid met de werkelijke snelheid van de trein; zolang de werkelijke snelheid blijft beneden de toegelaten snelheid is de machinist vrij in zijn handelingen. Wordt echter de werkelijke snelheid groter dan de toegelaten, dan wordt een remming vereist. Deze situatie kan optreden tengevolge van het passeren van een sein dat remmen naar een lagere snelheid opdraagt of doordat de machinist de snelheid van zijn trein opvoert boven het ter plaatse door de beveiliging toegelaten niveau. Passeert de trein met een snelheid van 120 km/h een sein dat remmen naar 60 km/h opdraagt, dan wordt voorbij dat sein direct het bericht - vereiste snelheid 60 km/h - in het spoor gezonden en opgevangen. De werkelijke snelheid is echter nog 120 km/h; er moet dus geremd worden. Is het vereiste niveau bereikt dan is de apparatuur weer tevreden, maar zou de machinist bij vergissing zijn snelheid weer boven de 60 km/h willen opvoeren dan volgt opnieuw een remopdracht.

### 5.4 De controle op de reacties van de machinist

Volgens de geldende reglementen moet de machinist uiterlijk bij het passeren van een sein, dat "remmen" opdraagt met dat remmen beginnen. Als hij dat doet, en in de regel is dat gelukkig het geval, dan komt het cabinesein "als mosterd na de maaltijd". Immers een paar seconden na het passeren van het betreffende sein wordt de thans geldende opdracht in de vorm van een cabinesein aan de machinist getoond en indien deze dan al met het remmen is begonnen volgt er geen extra ATB-opdracht meer.

Dat wil zeggen het cabinesein wordt aan de thans geldende eisen aangepast en verder "basta".

Zou de machinist echter nog niet met het remmen begonnen zijn, dan krijgt hij alsnog een extra aansporing hiertoe in de vorm van een belsignaal en als hij daarop dan maar terstond goed reageert is het systeem alsnog tevreden gesteld, en kan de reis worden voortgezet.

De apparatuur gaat dus na:

- a. of er op tijd geremd wordt
- b. of er lang genoeg geremd wordt.

Het controleert dus niet of er krachtig genoeg geremd wordt. M.a.w. het ATB remcriterium garandeert niet dat de trein bij het volgende sein de juiste snelheid heeft. Dit is de verantwoordelijkheid van de machinist. Het ATB remcriterium is een minimum criterium.

Voordat de vereiste (lagere) snelheid bereikt zal worden, krijgt de machinist weer met een belsignaal, toestemming om de remmen te lossen. Dat lossen kost nl. even tijd en zodoende wordt voorkomen dat de treinsnelheid onnodig te ver verlaagd zou worden. Na verloop van een twintigtal seconden wordt door de apparatuur nog een keer nagegaan of het vereiste snelheidsniveau inderdaad bereikt is.

## 5.5 Het inleiden van een snelremming indien de machinist mocht falen

Mocht een machinist, ondanks seingeving langs de baan en in de cabine en ondanks het belsignaal, niet of niet voldoende sterk remmen dan brengt de apparatuur de trein automatisch tot stilstand. Een vanuit de ATB-apparatuur ingeleide snelremming kan op geen enkele manier ongedaan gemaakt worden, niet door de machinist door b.v. alsnog ook zelf een remming in te zetten, en ook niet door de apparatuur, b.v. wanneer tijdens de remming het volgende sein van rood in groen verandert en een remming dus, strikt genomen, niet meer noodzakelijk is.

De machinist kan pas dan weer de beheersing over zijn trein terugkrijgen nadat deze tot stilstand is gekomen.

## 5.6 Bijzondere voorzieningen

Na dit algemene overzicht van de werking en de inhoud van het systeem nog even iets in het bijzonder over een paar punten die nog niet ter sprake kwamen en die toch nodig zijn ter completering van het totale beeld.

### 5.6.1 Cabinesein geel

Indien een sein langs de baan "geel" toont dan betekent dit reglementair: snelheid verminderen tot lage snelheid (- 40 km/h) en rekenen op "stoppen".

Deze reglementaire bepaling is bij wijze van spreken letterlijk overgenomen in het ATB-systeem. Na het passeren van een "geel" sein verandert ook het cabinesein in "geel", de machinist moet remmen naar 40 km/h en wordt daarna vrij gelaten.

De ATB dwingt dus wel tot een remming naar de lage snelheid, verhindert wel het bij vergissing verhogen van de snelheid tot boven dit niveau van 40 km/h, doch dwingt niet positief te stoppen.

In de eerste plaats zouden praktisch alle treinen ver voor de stoptonende seinen tot stilstand komen daar onze seinafstanden variëren van 1000 tot 1800 m en de treinen in grote meerderheid binnen de 1000 m tot stilstand kunnen komen. Zij moeten echter tot stilstand komen bij het sein want daar is de mogelijkheid om via een telefoon nadere instructies te vragen.

In de tweede plaats wordt in de exploitatie regelmatig gebruik gemaakt van wat wij noemen binnenkomst op bezet spoor, b.v. bij het combineren van treinen en bij het voortbrengen van een locomotief voor een gereedstaande trein. Het getoonde sein is geel knipperlicht.

En tenslotte moet het mogelijk zijn om een sein dat niet om veiligheidsredenen maar tengevolge van een storing "rood" toont, te passeren.

In beide omstandigheden, geel knipperlicht en door een storing rood tonend sein, geldt max. snelheid 30 km/h en rijden "op zicht".

Dit betekent, dat de machinist voor ieder opstakel, achtergenoemde seinbeelden, moet kunnen stoppen.

Om in alle genoemde situaties het risico van misverstand of plotseling onwel worden van de machinist te ontgaan, is hij verplicht om regelmatig met tussenpozen van ten hoogste 20 sec. een zgn. kwiteerknop te bedienen, ten teken dat hij attent is op de mogelijke nadering van een gevaarpunt. Blijft de bediening van deze kwiteerknop achterwege, dan volgt alsnog automatisch de remming tot stilstand vanuit het ATB-systeem.

## 5.6.2 Het in- en uitschakelen van de treinapparatuur

Komt een trein voorzien van ATB-apparatuur van een baanvak dat nog niet van de nodige apparatuur is voorzien op een ander baanvak waar dit wel het geval is, dan moet de treinapparatuur worden ingeschakeld. Deze inschakeling zou volledig automatisch vanuit de baan tot stand kunnen komen, doch om op dat moment zeker te zijn van het goed in dienst komen van het gehele systeem, wordt bij dit inschakelen de medewerking van de machinist vereist (drukken knop ATTENTIE; fig. 3).

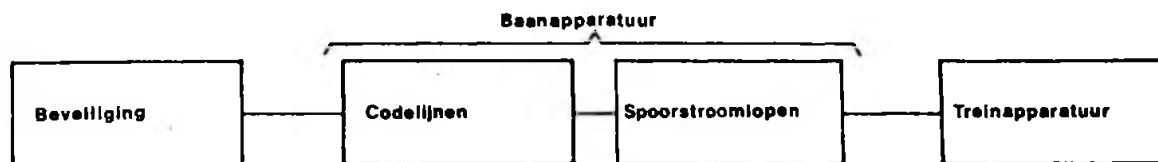
Blijft één van beide: de inschakeling of de medewerking van de machinist daarbij achterwege, dan volgt automatisch remming tot stilstand.

Eveneens moet bij het verlaten van een ATB-baanvak de treinapparatuur "buiten dienst" geschakeld worden. Dit gaat door middel van een speciale uitschakelinformatie vanuit de baan. Een handeling van de machinist is hierbij niet vereist. Wel wordt hij hierop attent gemaakt door een aantal gongslagen in de cabine. Hierbij gaat tevens het cabinesein blauw (BD) branden.

## 5.7 Technische uitvoering, schematisch

### 5.7.1 Baanapparatuur

Bij de technische uitvoering van het systeem onderscheiden we de baanapparatuur en de treinapparatuur (fig. 5).



figuur 5

De opdrachten van de beveiliging worden gecodeerd ingevoerd in de zgn. codelijnen en via deze circuits overgebracht op de spoorstroomlopen die ook reeds t.b.v. de beveiliging aanwezig zijn. Tot goed begrip diene dat hier en in het vervolg onder "beveiliging" steeds wordt verstaan de thans gebruikelijke uitvoering van de beveiligingsinstallaties, waarbij de spoorstaven worden opgenomen in een elektrisch circuit, de geïsoleerde spoorstroomloop (fig. 1).

Hiermee wordt namelijk gedetecteerd of een spoorgedeelte, een blok, al dan niet bezet is. Deze detectie is mogelijk door de spoorstaven van bepaalde spoorgedeelte te isoleren en op te nemen in een elektrisch circuit. Het kortsluiten van beide spoorstaven door de assen van de trein geeft dan spoorbezetting aan. Deze zelfde spoorstroomlopen worden nu gebruikt om bij bezetting door een trein dat gedeelte van het spoor met een gecodeerde stroom te voeden. Dit gebeurt door de stroom in een bepaald ritme te laten pulseren (stroomstootjes). De codelijnen dienen om aan al de geïsoleerde spoorstroomlopen die zich tussen twee seinen bevinden, de juiste gecodeerde informatie toe te voeren.

Het ritme van de stroompulsen wordt bepaald door de plaatselijk toegestane snelheid; deze is:

- 60 km/h; dan heeft men 220 pulsen per min. (code 220)
- 80 km/h; dan heeft men 180 pulsen per min. (code 180)
- 130 km/h; dan heeft men 120 pulsen per min. (code 120)
- 140 km/h; dan heeft men 96 pulsen per min. (code 96).

In de cabine bij de machinist wordt dan achtereenvolgens geel 6, geel 8, geel 13 en groen getoond.

Het cabinesein geel wordt getoond bij een hoogst toelaatbare snelheid van 40 km/h, de spoorstroom is dan niet pulserend, maar constant of constant afwezig.

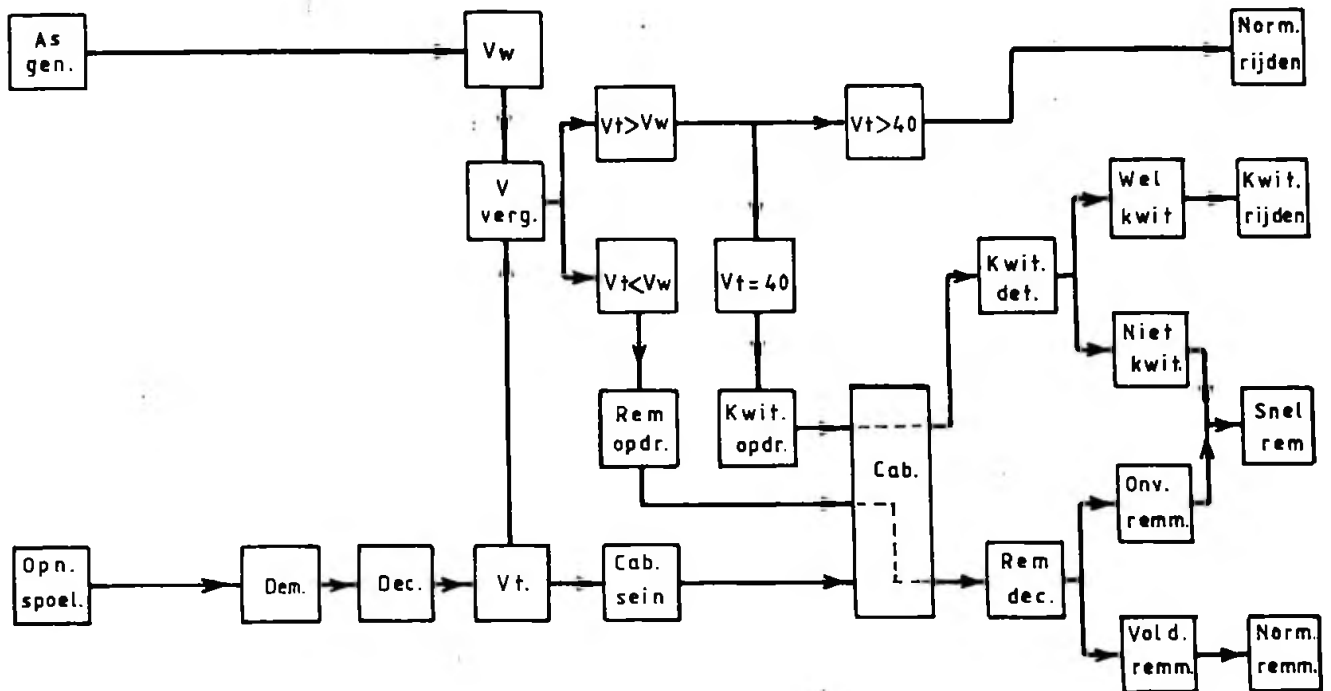
Voor het "uitschakelen" van de ATB, wanneer de trein naar een gebied gaat welke nog niet is ingericht voor ATB, wordt de spoorstroom in een ritme van 75 pulsen per minuut onderbroken (code 75).

Het cabinesein dat aan de machinist getoond wordt is blauw met als opdruk BD (buiten dienst).

### 5.7.2 Treinapparatuur

Het door de baanapparatuur gecodeerde en via de rails uitgezonden signaal wordt opgevangen door de opneemspoulen.

De railstromen induceren spanningen in de opneemspoulen. Deze spanningen worden versterkt en toegevoerd aan een demodulator, welke gaat schakelen in het ritme van de pulserende codestroom in het spoor.



figuur 6

De demodulator stuurt vervolgens de decoderingsschakelingen, die in principe bestaan uit tijdmeetschakelingen. Hiermee wordt bedoeld de tijd die ligt tussen het binnenkomen van een codepuls en het binnenkomen van de volgende puls.

Voorbeeld: baansein geel 13 zal door de baanapparatuur gecodeerd worden in het ritme van 120 pulsen per minuut spoorstroompulsen (dit is 2 per seconden). De decoderingsschakeling meet van voorkant puls tot voorkant volgende puls 500 ms en zal, via een codeherhalingsrelais, het cabinesein geel 13 aan de machinist tonen.

Op deze manier zullen ook de andere snelheidstrappen gedecodeerd en getoond worden. Met andere woorden, uit de decoding komen d.m.v. relaisstanden de eerder genoemde snelheidstrappen van 40, 60, 80, 130 en 140 km/h voort, die als toegelaten snelheid in de vorm van cabineseinen aan de machinist kenbaar gemaakt worden.

De asgenerator, zie fig. 4, geeft een signaal af waarvan de frequentie evenredig is met de snelheid van de trein. Zo zijn de dus toegelaten snelheid ( $V_t$ ) en de werkelijke snelheid ( $V_w$ ) aan de ATB-apparatuur "bekend".

Deze beide snelheden worden nu met elkaar vergeleken in het blok "V verg".

Hierbij kunnen zich onderstaande gevallen voordoen:

1. De toegelaten snelheid is hoger dan de werkelijke ( $V_t > V_w$ ), waarbij nog onderscheid gemaakt moet worden naar gelang de grootte van  $V_t$ . Is nl.  $V_t$  groter dan 40 km/h, dan kan de machinist zijn treinsnelheid zelf bepalen als hij daarmee maar onder  $V_t$  blijft. Is  $V_t$  gelijk aan 40 km/h, dan geldt het vorenstaande evenzeer, maar dan moet de machinist om de 20 seconden de kwiteerknop bedienen, waarmee hij dan blijk geeft van zijn attent zijn op elk mogelijk opdoemend gevaar. Er gaat elke 20 seconden een attentiesignaal in de cabine in de vorm van een intermitterend zoemersignaal, dat voor de machinist een kwiteeropdracht betekent. Er wordt gedetecteerd of de machinist tijdig aan de opdracht voldoet; zo niet, dan volgt een snelremming.
2. De werkelijke snelheid overschrijdt de toegelaten, of  $V_t < V_w$ . Nu volgt een remopdracht in de vorm van een continu belsignaal. Blijkt na enkele seconden dat de machinist reageert door inderdaad te remmen, dan gaat de rit verder, de machinist blijft baas over de trein en kan zonder dat de ATB-apparatuur merkbaar ingrijpt, zijn remming beëindigen als de gewenste (lagere) snelheid bereikt is. Blijkt uit de detectie dat de machinist niet of onvoldoende remt, dan wordt de trein d.m.v. een snelremming tot stilstand gebracht.

## 6. Ontwikkelingen tot op heden

Het aanbrengen van baanapparatuur vereist de aanwezigheid van moderne beveiliging, met name de geïsoleerde spoorstroomlopen. Deze moderne beveiliging was eind 1960 slechts op 40% van het spoorwegnet aanwezig en er zijn daarom twee gescheiden programma's opgezet:

- het aanbrengen van de aanvullende ATB-apparatuur op die baanvakken die reeds van moderne beveiliging waren voorzien
- een moderniseringsprogramma voor het overige, grootste deel van het net.

Dit moderniseringsprogramma houdt in:

- het automatisch blokstelsel op de vrije baan
- relaisbeveiliging op de emplacements
- centrale verkeersleiding installaties
- automatische beveiliging van nagenoeg alle bewaakte overwegen en van zeer veel onbeveiligde overwegen
- de baanapparatuur voor de ATB.

De beide programma's zijn in uitvoering en in 1985 is ongeveer 1500 km van het net uitgerust met ATB-baanapparatuur. De bedoeling is om het hele programma, 1800 km, in 1988 te voltooien.

Het ontwerp van treinapparatuur fase II stamt uit 1960.

Het is een combinatie van traditionele relaistechiek en van, voor die tijd moderne, elektronica. Na aanloopmoeilijkheden in de zestiger jaren is in het begin van de jaren zeventig de apparatuur (fase II genaamd) operationeel geworden, fase I betreft een experiment uit de jaren 50.

In 1972 is een geheel nieuwe opzet van ATB-treinapparatuur ontworpen, fase III.

In 1975 is een prototype serie van 15 fase III ATB-kasten in dienst genomen. Nadat in de praktijk noodzakelijk gebleken verbeteringen in het ontwerp verwerkt waren, is de fase III treinapparatuur sinds 1978 operationeel.



## 7. Mogelijke ontwikkelingen in de toekomst

### Mogelijke ontwikkeling in de toekomst

Vanwege de sterk verhoogde veiligheid door het ATB-systeem is gekozen voor het zo snel mogelijk voltooien van het programma. Wel vinden regelmatig ontwikkelingen plaats waardoor bepaalde componenten of schakelingen in de bestaande baanapparatuur verbeteren. De huidige ontwikkelingen in het toepassen van micro-processors in de spoorwegbeveiliging wijzen er echter op, dat binnen een beperkt aantal jaren ATB-treinapparatuur, bestuurd door een micro-computer, mogelijk wordt. Gezien de voordelen die "fase IV" lijkt te zullen gaan bieden worden de ontwikkelingen door NS actief gevolgd.