

De computergestuurde modelbaan

Voorwoord

Vanaf 1991 is in enkele delen de zesde druk van het losbladige handboek - "De computergestuurde modelbaan" - verschenen. Sinds 2000 is wel informatie betreffende gewijzigde en nieuwe kaarten gepubliceerd maar niet meer in de vorm van het oorspronkelijke handboek. Omdat het laten drukken van een herziene uitgave hoge kosten met zich brengt en elektronische publicatie inmiddels een hoge vlucht heeft genomen is besloten daarvan gebruik te maken. De hoofdstukken 6 tot en met 12 van het handboek, waarin de kaarten van het HCCM-systeem worden besproken, zullen in een aangepaste en verkorte vorm als informatiebladen op de website van de HCCM <http://hccm-gg.hobby.nl> worden gepubliceerd, een aantal bladen is daar al te vinden.

Dit informatieblad komt in de plaats van de hoofdstukken 1 tot en met 3 van het handboek. Zolang de voorraad strekt is de gedrukte uitvoering nog verkrijgbaar.

Beperking aansprakelijkheid

Het bestuur van de HCCM garandeert de goede werking van de in het ledenpakket beschreven en/of geleverde hardware en software, waarbij uitgegaan moet worden van de meest recent uitgegeven versie(s).

Het bestuur van de HCCM sluit de aansprakelijkheid uit voor alle directe en indirecte gevolgschade ten gevolge van het gebruik, dat al dan niet onbedoeld of foutief, afwijkend is van of strijdig met de meegeleverde instructies, van onderdelen van het ledenpakket.

Het bestuur van de HCCM aanvaardt de verplichting een eventueel beschadigd onderdeel van het ledenpakket te vervangen indien die beschadiging aanwezig was op het moment van verwerving door de gebruiker.

Het bestuur en/of stuurgroepleden van de HCCM zijn slechts aansprakelijk voor de gevolgen van de tijdens bijeenkomsten gegeven hulp en/of adviezen ten aanzien van het ledenpakket of de besturing van modelbanen, welke hulp en adviezen naar objectieve maatstaven gemeten als volstrekt ondeskundig dan wel opzettelijk onjuist of foutief moeten worden gekwalificeerd.

1 Modelbaanautomatisering

Iedereen die met modeltreinen speelt komt vroeger of later tot de ontdekking dat er een grens is aan het aantal treinen dat één persoon tegelijkertijd handmatig kan bedienen. Meestal, na de zoveelste botsing van treinen, ontstaat dan de behoefte aan een systeem dat dergelijke ongelukken kan voorkomen.

1.1 Geschiedenis

Om ongelukken te voorkomen zijn de trajecten bij het echte spoorwegbedrijf met behulp van een seinstelsel in *blokken* verdeeld, in elk blok kan zich slechts één trein bevinden. Dat principe wordt op de modelbaan nagebootst door de baan in elektrisch van elkaar gescheiden blokken te verdelen. De elkaar opvolgende oplossingen zijn steeds gebaseerd op de ontwikkeling van de techniek. Zo ontstonden eerst mechanische constructies, daarna volgden schakelingen met relais en weer later elektronische schakelingen. Die werden eerst gebouwd met discrete componenten (weerstand, condensatoren, transistoren en dergelijke) daarna deden geïntegreerde schakelingen (IC's) hun intrede. Hierin werden eerst een aantal gelijksoortige schakelingen ondergebracht, later

gevolgd door schakelingen, microprocessors (μ P) genoemd, waarmee complexe besturingen voor de beveiliging en zelfs automatisering van modelbanen kunnen worden gerealiseerd.

1.1.1 Het HCCM-systeem

In 1978 ontwikkelde een groepje leden binnen de Hobby Computer Club (HCC) een systeem om een modelbaan te besturen met een computer. Het in locomotieven onderbrengen van (elektronische) componenten voor de besturing ervan was toen nog niet mogelijk, daarom werd een *blokgestuurd* systeem ontworpen. Het kenmerk daarvan is dat de modelbaan in blokken wordt verdeeld die apart door de computer kunnen worden aangestuurd. Daarvoor werd een Apple II gebruikt, een destijds zeer populaire huiscomputer. Omdat computers (nog steeds) niet in staat zijn de nodige rijstroom aan de baan te leveren werd tevens een schakel tussen computer en modelbaan bedacht, een zogenoemde "interface". Daarin worden de stuurcommando's van de computer omgezet in regeling van de rijstroom voor de afzonderlijke blokken van de baan. Het transport van gegevens tussen computer en interface vond meestal parallel plaats (meerdere signalen tegelijk over een aantal aders van een kabel). Deze methode is geheel vervangen door serieel transport (meerdere signalen na elkaar over één draad) volgens de standaard RS232. Daarvoor zijn "personal computers" (PC's) meestal voorzien van twee aansluitingen, communicatiepoorten genoemd (COM1 en COM2). De in hoofdstuk 5 van het handboek omschreven kaarten voor parallel transport worden niet meer geleverd. Naar het zich thans laat aanzien zullen de COM-poorten binnen afzienbare tijd worden vervangen door USB-poorten (USB = Universal Serial Bus).

Zonder een *besturingssysteem* (operating system, afgekort OS), in feite een computerprogramma, dat zorgt voor de algemene besturing kan een computer niets, daarom wordt met iedere computer een dergelijk programma meegeleverd of door de leverancier vóór levering in de computer geladen (geïnstalleerd).

Voor het feitelijke besturen van een modelbaan is een specifiek *programma* nodig, geschreven in een voor de huiscomputers van die tijd begrijpelijke *taal*. De *programmeertaal* FORTH werd gekozen omdat deze taal op alle toen in gebruik zijnde huiscomputers, die hun eigen besturingssystemen hadden, kon worden gebruikt. Het bevat aparte tabellen voor het invoeren van de gegevens van de modelbaan, de treinen en de mogelijke rij-opdrachten van een gebruiker. Dit programma is voor leden van de HCCM nog steeds verkrijgbaar.

Bij de evolutie van de huiscomputer tot personal computer (PC), met verwisselbaar geheugen heeft het *Disc Operating System* (DOS) van Microsoft als MS-DOS © een grote vlucht genomen en andere systemen van de markt verdrongen. De huidige PC's werken praktisch allemaal met een versie van WINDOWS ©. Dat is een grafisch systeem dat het mogelijk maakt ook figuren, dus ook het sporenplan van een modelbaan, te presenteren.

Begin 1998 stelde Paul Haagsma (1962) op zijn website versie 3.0 van zijn treinbesturingsprogramma KOPLOPER © ter beschikking. Dit is het meest complete programma onder Windows 95/98/Me/XP, Windows NT en Windows 2000. Het programma wordt steeds verbeterd en uitgebreid, inmiddels is versie 5.4 uitgebracht. Het vergt wel een PC met meer geheugen dan nodig was voor het FORTH-programma, evenals een kleurenbeeldscherm, de huidige PC's zijn daar echter alle van voorzien. Met behulp van KOPLOPER kan op het beeldscherm een grafische voorstelling van de baan met seinen worden gerealiseerd en kan ook de loop van de treinen worden gevolgd.

1.1.2 Treingestuurde systemen

De voortschrijdende miniaturisatie heeft geleid tot de ontwikkeling van microprocessors (μ P) met zodanig kleine afmetingen dat inbouw in locomotieven

Het treinbesturingsprogramma KOPLOPER © kan gratis worden binnengehaald van de site van de auteur <http://www.pahasoft.nl>

mogelijk is geworden. Daardoor zijn naast *blokgestuurde* systemen, zoals het HCCM-systeem, *treingestuurde* systemen ontstaan, ook wel aangeduid als *digitale* systemen. Daarbij wordt een stuk van de intelligentie in de vorm van een zogenaamde *decoder* in de locomotief ingebouwd. Tussen PC en baan bevindt zich in dit geval een eenheid met een processor die de stuurcommando's combineert met de rijspanning. De decoders in de locomotieven filteren de voor "hun" locomotief bestemde gegevens betreffende snelheid en rijrichting uit dit gecombineerde signaal.

1.2 Systeemeisen

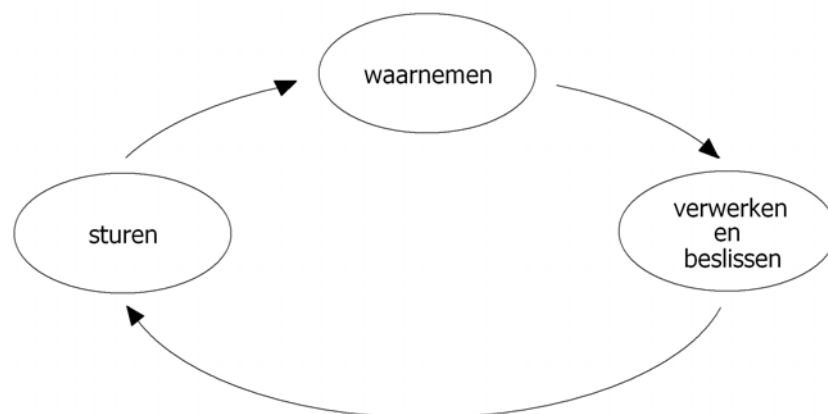
De destijds gevormde HCC-gebruikersgroep Modelbaanautomatisering HCCM wilde zoveel mogelijk leden van dienst zijn, daarom werd gekozen voor een universeel systeem dat aan de volgende eisen moest voldoen:

- Geschikt voor treinen en rails van alle merken en voor alle schalen.
- Geen wijzigingen aan treinen en rails.
- Geen beperkingen opleveren voor het sporenplan of exploitatie.
- Wijziging van de baan moet eenvoudig mogelijk zijn.
- Aansluitbaar op alle merken en typen computers.
- Betaalbaar zijn.

Het ontwikkelde systeem voldoet op een enkele uitzondering na aan deze eisen.

1.3 Besturingscyclus

Het HCCM-systeem werkt met een besturingscyclus die bestaat uit een voortdurende herhaling van waarnemen, verwerken, beslissen en besturen. Als één van de componenten in die reeks ontbreekt is geen sprake van een besturing. Dat houdt in dat het systeem niet alleen in staat moet zijn treinen, wissels en seinen te bedienen, het moet ook in staat zijn de treinen op de modelbaan waar te nemen.



Afbeelding 1
Besturingscyclus

Dat gebeurt door middel van een detectiesysteem dat met de rails is verbonden. Door onderbrekingen in de rails is de baan op een logische manier in *blokken* verdeeld. Elk blok is verder onderverdeeld in maximaal vier *secties*. Met behulp van elektronische schakelingen kan de aanwezigheid van een (deel van de) trein worden vastgesteld. De besturingscyclus verloopt in principe als volgt:

1. De PC, in feite het programma, selecteert een blokkaart, dat is een stukje van de baan.
2. De blokkaart meldt aan de PC welke secties vrij of bezet zijn (waarnemen).
3. De PC bepaalt aan de hand van de in zijn geheugen aanwezige situatie of sprake is van een verandering daarin en welke acties eventueel kunnen worden ondernomen (verwerken).

4. Vervolgens beslist de PC welke actie daadwerkelijk moet worden ondernomen (beslissen).
5. De PC stuurt de nodige signalen naar een functiekaart die de opdracht uitvoert (sturen). Dat kan een wijziging van de snelheid zijn of bijvoorbeeld het stellen van een wissel.

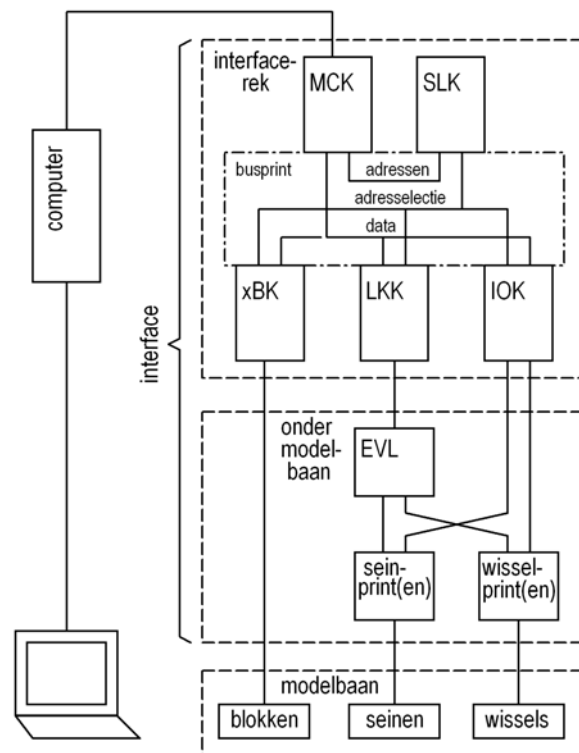
Deze cyclus herhaalt zich ongeveer viermaal per seconde.

1.4 Het systeem in vogelvlucht

Een computergestuurde modelbaan bestaat uit drie hoofdonderdelen:

- De computer (PC)
- Het interface
- De modelbaan

Afbeelding 2 geeft het blokschema weer, de kaarten die onder de modelbaan zijn getekend behoren tot het interface. Het interfacerek dient in verband met de bekabeling in de buurt van (meestal onder) de baan te worden opgesteld.



Afbeelding 2
Blok-schema

Het beeldscherm en toetsenbord moeten als controle- en bedieningsorgaan een zodanige plaats hebben dat daarvandaan de baan kan worden overzien. De plaats van de computer is voor het systeem niet van belang.

De computer geeft opdrachten aan en ontvangt meldingen van de modelbaan, het interface zorgt voor de vertaling (aanpassing) van opdrachten en meldingen. Dat vertalen gebeurt in een combinatie van schakelingen die enerzijds naar de PC en anderzijds naar de modelbaan "kijken" en worden "gezien". Daaruit is in de Engelse terminologie de benaming interface ontstaan (inter = tussen, face = gezicht).

Uiteraard moeten de verschillende onderdelen met elkaar worden verbonden, dat wordt de bekabeling genoemd. Voor wat betreft de toegepaste draaddoorsneden is dat een overdreven benaming, met betrekking tot het aantal draden is hij wel terecht.

1.4.1 De computer

De computer kan een willekeurige PC vanaf XT zijn met minimaal één COM-poort voor verbinding met het interface. Om het treinbesturingsprogramma KOPLOPER te kunnen gebruiken moet minimaal Windows 95 geïnstalleerd zijn.

1.4.2 Het interface

Interfaces bestaan veelal uit een aantal modules (printkaarten) voor specifieke functies, die worden ondergebracht in rekken. Grotere interfaces bestaan uit meerdere rekken. Om het gebruik van verschillende fabrikaten rekken en printkaarten door elkaar mogelijk te maken zijn de maten gestandaardiseerd. De maat over de bevestigingshoeken bedraagt 19" en zo is de benaming 19"-rek ontstaan.

In het HCCM-systeem kan het interface uit maximaal vier rekken bestaan. Elk rek biedt plaats aan 16 functiekaarten, dat zijn kaarten die de verbinding met de baan onderhouden, en 3 systeemkaarten die de verbinding met de PC en eventueel tussen de rekken onderling onderhouden. Een deel van de kaarten wordt in de praktische uitvoering onder de baan gemonteerd om bekabeling tussen interfacerek en baan te besparen en spanningsverlies, vooral bij het aansturen van wissels, te voorkomen.

1.4.3 De modelbaan

De markt van modelspoortreinen kent verschillende schaalgrootten en railsystemen voor gelijk- en wisselspanning. Voor het HCCM-systeem is de schaalkeuze niet belangrijk, alleen moet de voedingsspanning zijn aangepast aan de spanning die de tractiemiddelen in de gebruikte schaal vragen.

1.4.3.1 Rails, wissels en seinen

In de schaal H0 zijn de zogenaamde M-rails van Märklin en de rails van Trix Express, oude uitvoering, niet bruikbaar.

In de praktijk van de afgelopen 20 jaar is gebleken dat er nauwelijks tot geen gebruikers zijn van het HCCM-systeem in combinatie met een baan met het drierailsysteem. Daarom wordt hieraan verder geen aandacht besteed. Vragen over deze combinatie kunnen echter altijd op de bijeenkomsten worden gesteld of via de secretaris van de HCCM.

Het sporenplan van de modelbaan moet om meerdere treinen gelijk te laten rijden worden verdeeld in blokken. Net als bij het grootbedrijf mag in een blok slechts één trein aanwezig zijn, dat wordt daar gehandhaafd door het systeem van seinen die de machinist opdragen snelheid te minderen of te stoppen als in het volgende blok een trein aanwezig is. Die functie wordt op de modelbaan vervuld door de PC die aan de hand van de bezetmeldingen weet waar elke trein is. Om dat mogelijk te maken zijn op de modelbaan de blokken in beide rails elektrisch van elkaar gescheiden. Van elk blok is één rail bovendien gedeeld in maximaal vier secties.

De op de baan aanwezige wissels en seinen worden door de PC vanuit het interface bestuurd. Seinen vervullen op de baan slechts een decoratieve functie.

1.4.3.2 Rollend materieel

Op de baan bevindt zich het rollend materieel, locomotieven, rijtuigen (voor personen) en wagens (voor goederen). Beide kunnen vanuit de winkel zonder aanpassingen op de baan worden gezet, aangenomen dat zij zijn voorzien van (bij voorkeur éézijdig) geïsoleerde wielstellen met metalen wielen. Eventueel in rijtuigen aanwezige binnenverlichting zal normaal op de rijspanning branden.

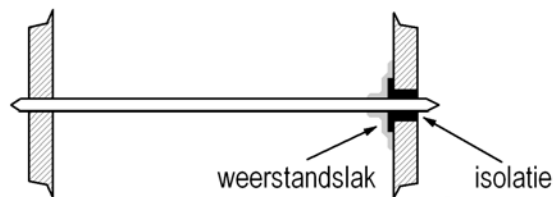
Bij het tweerail-systeem hoeft aan de loc's niets te worden gewijzigd. Aan de wagens is voor de bezetmelding een kleine aanpassing nodig,

Om op de juiste plek voor een sein te stoppen of een wissel te laten omstellen na het volledig passeren van een trein moet de detectie zo nauwkeurig mogelijk gebeuren. Het is daarom noodzakelijk dat minimaal de voorste en laatste wielen van getrokken en geduwde treinen worden gedetecteerd. Wagens voorzien van binnen- en/of sluitverlichting worden zonder aanpassing gedetecteerd. Aan wagens zonder verlichting is voor de bezetmelding een kleine aanpassing nodig. Als de stroomafname is verdeeld over twee draaistellen en een dergelijke wagen aan het eind of op de kop van een trein wordt ingezet is voor de gewenste nauwkeurige plaatsbepaling de hierna omschreven aanpassing echter wel nodig.

De aanpassing bestaat uit het realiseren van een weerstand van $10 \div 40 \text{ k}\Omega$ per wielstel met behulp van weerstandslak (te koop tijdens de ledenbijeenkomsten). Het aanbrengen moet in enkele lagen gebeuren waarbij de lak tussendoor goed moet drogen. Het is verstandig na elke laag te meten hoe groot de weerstandswaarde is. Na drie of vier keer opbrengen is de vereiste waarde meestal bereikt.

De weerstandswaarde kan eenvoudig worden gemeten door een behandeld wielstel op een op een stukje rails te zetten waarop op een Ohmmeter is aangesloten. Om van een goede detectie verzekerd te zijn is het nodig de wielstellen van alle wagens te behandelen en te onderhouden. Het aangekoekte vuil moet regelmatig van de wielen worden verwijderd, niet alleen van de locomotieven maar ook van de wagens.

Afbeelding 3
Aanbrengen van
de weerstandslak
aan een wielstel



N.B. Weerstandslak is giftig en vluchtig, de ruimte waar de lak wordt gebruikt moet goed worden geventileerd, geen open vuur in de nabijheid en niet roken!

1.5 De baan

Over de opbouw van de modelbaan en de constructie van tafels of modules zijn al veel boeken geschreven, daaraan wordt hierna geen aandacht besteed. Voor een goede werking van systemen die berusten op het detecteren van treinen, dus ook HCCM-systeem, is nog meer dan alleen voor de tractie een goed contact tussen wielen en rails nodig. Daarvoor is het noodzakelijk dat sporen en wissels zorgvuldig op een vlakke ondergrond worden aangelegd.

Zie voor
technische
gegevens van
de bekabeling
infoblad 15

Het systeem vereist dat de blokken in beide rails elektrisch van elkaar zijn gescheiden. Elk blok van vier secties heeft bij een tweerail-systeem vijf draden tussen interface en blok. In de praktijk komt dat neer op het per blok bundelen van de draden of het gebruik van kabels die met een connector op het interface worden aangesloten. Het is verstandig de bedrading te voorzien van labels en een goede administratie bij te houden zodat ook na langere tijd terug kan worden gevonden wat met welke draad is verbonden. Als de draad- en/of kabelbundels eenmaal onder de baan zijn vastgebonden is het volgen van de verbindingen nauwelijks meer mogelijk.

Op de modelbaan komen ook wissels, seinen en ontkoppelaars voor. Welke kaarten daarvoor nodig zijn en hoe een en ander moet worden aangesloten wordt in de betreffende informatiebladen uitgelegd.

1.6 Het sporenplan en de blokindeling

In principe is elke modelbaan – ongeacht het sporenplan – met een computer te besturen. Een sporenplan moet echter logisch zijn en aansluiten bij het uit te beelden bedrijf, het is afhankelijk van de beschikbare ruimte en de toegepaste schaalgrootte. Zuinig zijn met wissels komt de realiteit ten goede en beperkt de kosten. Vandaar dat een sporenplan goed moet worden doordacht, daarbij mag aan de ontwerpregels uit het echte spoorwegbedrijf niet teveel geweld aan worden gedaan. Het ontwerpen van een baan gebeurt op papier, eventueel met behulp van daarvoor bestaande computerprogramma's en kost nog niets. In dit stadium fouten voorkomen kan veel geld besparen.

Vanzelfsprekend bestaat er een relatie tussen het sporenplan en het aantal treinen. In theorie kunnen op een baan maximaal evenveel treinen rijden als er blokken zijn min één, maar in de praktijk functioneert dat niet. De in 1988 gebouwde demonstratiebaan heeft 25 blokken; het rijgedrag blijft aanvaardbaar bij het inzetten van ongeveer acht treinen. Meer treinen veroorzaken stilstand doordat ze teveel op elkaar moeten wachten.

Het is van belang dat het plan, voordat de baan wordt gerealiseerd, "definitief" is en de plaats van de blok- en sectiescheidingen is bepaald. Daarbij is de lengte van de treinen waarmee zal worden gereden van belang. Om geleidelijk te kunnen optrekken en stoppen is het gewenst dat de bloklengte ongeveer anderhalf maal de maximale treinlengte is.

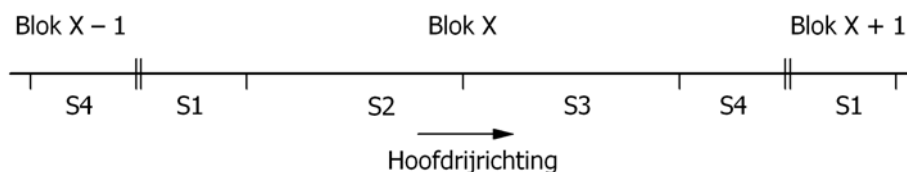
1.6.1 Definities

Bij de behandeling van de baanindeling worden een aantal termen gebruikt die hierna eerst worden verklaard.

1.6.1.1 Blok

Onder een *blok* wordt in het HCCM-systeem een gedeelte van de baan verstaan dat aan beide zijden elektrisch van andere blokken is gescheiden en dat is aangesloten op één blokkaart in het interfacerek. Op de vrije baan komt een dergelijk blok overeen met het begrip uit het echte spoorwegbedrijf, namelijk een gedeelte tussen twee seinen waarin zich maar één trein mag bevinden. Op emplacementen van de modelbaan gaat die gelijkenis niet meer op.

Afbeelding 4
Blok met 4 secties



Een blokscheiding wordt aangegeven door twee streepjes dwars op de lijn die het spoor aanduidt te zetten. In de hoofdrijrichting rijdt de trein vooruit als de rechter rail elektrisch positief is ten opzichte van de linker rail

1.6.1.2 Sectie

Een *sectie* is een gedeelte van een blok dat in één rail elektrisch is gescheiden van andere secties van dat blok en uiteraard van de laatste sectie van het voorgaande blok dan wel de eerste sectie van het volgende blok. Een sectie is het laagste niveau waarbinnen een (deel van een) trein kan worden gedetecteerd. Een blok heeft maximaal vier secties, de sectiescheidingen worden aangegeven met een streepje aan de rechterzijde, gezien in de rijrichting, van de lijn die het spoor aangeeft.

1.6.1.3 Soorten blokken

In het in FORTH geschreven treinbesturingsprogramma wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten blokken.

Een *doorrijblok* is daarin een blok waarin de treinen in normale gevallen niet zullen stoppen, bij voorbeeld omdat er (veel) wissels in voorkomen. Een trein moet een wisselstraat zo vlug mogelijk verlaten om andere treinen gelegenheid te geven er gebruik van te maken. Een *stopblok* is een blok waarin de treinen tijdens het bedrijf kunnen en mogen stoppen. Hoewel beveiligingstechnisch niet noodzakelijk is het uit een oogpunt van exploitatie goed de treinlengte en de lengte van stopblokken op stations en emplacements op elkaar af te stemmen om te voorkomen dat kop en/of staart van een trein een wissel(straat) blokkeren.

In het treinbesturingsprogramma KOPLOPER © kan een onbeperkt aantal verschillende soorten bloktypes worden vastgelegd. Hierbij kan bij voorbeeld onderscheid worden gemaakt tussen *normaal blok*, *stationsblok*, *opstelspoor* enz. In plaats van doorrijblokken wordt in KOPLOPER voor de voeding van wisselstraten de term aanvullende blokkaarten gebruikt, zie voor nadere uitleg de handleiding van KOPLOPER

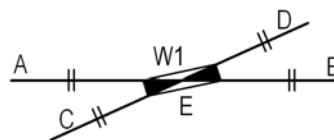
1.6.1.4 Wissels en kruisingen

Wat een *wissel* en een *kruising* zijn wordt bekend verondersteld, de begrippen *engels wissel* en *kruiswissel* worden echter vaak met elkaar verward. Zoals uit



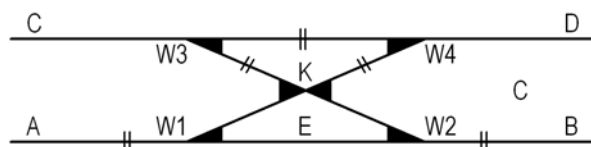
Afbeelding 5
Wissel en kruising

afbeelding 6 blijkt bestaat een *engels wissel* in principe uit twee wissels die in elkaar zijn geschoven zodat een kruising ontstaat over de rechtdoorgaande sporen. De erin opgenomen wissels maken niet alleen de rechtdoorgaande treinbewegingen A – B of C – D mogelijk maar ook A – D of C – B.



Afbeelding 6
Engels wissel

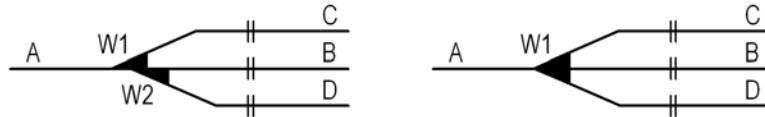
Een *kruiswissel* is een samenstel van vier wissels gelegen in twee parallelle sporen gecombineerd met een kruising. Deze configuratie maakt verkeer van A naar B mogelijk tegelijk met verkeer van D naar C. Bovendien is een overloop van A naar D mogelijk terwijl de blokken B en C bezet zijn, dan wel van B naar C terwijl A en D bezet zijn. Deze situatie komt bij het echte spoorwegbedrijf vaak voor, het voordeel is dat de rechtdoorgaande sporen met hogere snelheid kunnen worden bereden. Op de modelbaan is er meestal geen ruimte voor en het is bovendien een kostbare oplossing.



Afbeelding 7
Kruiswissel

Vanwege de beperkte ruimte bestaat vaak de neiging op de modelbaan zogeheten *driewegwissels* te gebruiken (in het echt komen ze nauwelijks voor). Ook dit zijn in feite twee in elkaar geschoven wissels, nu echter zonder kruising. Asymmetrische/verschoven driewegwissels worden gestuurd als twee separate wissels, voor de symmetrische variant is meestal een aparte voorziening in het besturingsprogramma nodig.

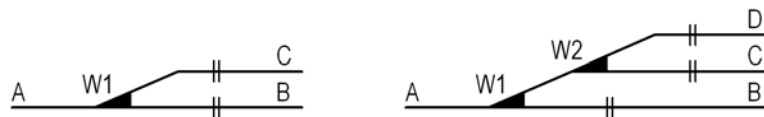
Afbeelding 8
Driewegwissel
verschoven (links)
symmetrisch (rechts)



1.6.2 Blokindeling

Elk sporenplan is erop gericht meerdere treinen te laten rijden, anders heeft een besturing met een computer geen zin. De vraag is dan hoe een sporenplan op de meest economische manier in blokken kan worden ingedeeld. De indeling van de vrije baan is niet moeilijk; modelbanen hebben echter – in tegenstelling tot het echte spoorbedrijf – nauwelijks lange, in blokken verdeelde, trajecten zonder wissels. Meestal is een modelbaan één emplacement waarvan de uit-

Afbeelding 9
Wissel(s) aan het
eind of begin
van een blok

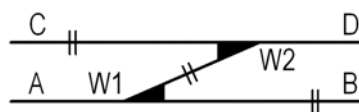


einden weer aan elkaar zijn gelegd. Ter besparing van het aantal blokken, in feite van het aantal blokkaarten (die zijn kostbaar), is het zinvol bij het ontwerp te streven naar opname van zoveel mogelijk wissels in de blokken.

Als vanuit één spoor een splitsing naar twee of meer sporen wordt gemaakt kunnen de wissels in het blok van het uitwaaierende spoor liggen, zoals in blok A in afbeelding 9. In de situatie van een wisselverbinding tussen twee parallelle sporen, een zogeheten overloopwissel, is het goed mogelijk de wissels in de blokken op te nemen. De blokscheidingen moeten dan worden aangebracht als in afbeelding 10 is aangegeven.

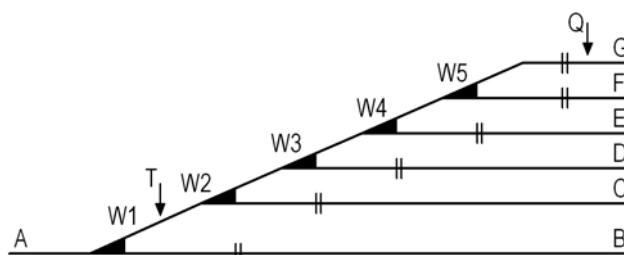
Een wissel mag alleen worden omgezet als zeker is dat zich geen trein op het wissel bevindt. Met andere woorden de sectie, of liever nog het gehele blok

Afbeelding 10
Overloopwissel



waarin het wissel ligt, mag niet bezet zijn als de wisselspoel wordt bekrachtigd. Dat kan aanleiding zijn tot het onderbrengen van een of meerdere wissels in een apart blok. In afbeelding 11 wordt blok A pas vrijgegeven als de trein het punt Q is gepasseerd. Door het aanbrengen van een blokscheiding bij T ontstaat een *aanvullend blok* en wordt blok A al vrijgegeven als de trein punt T is

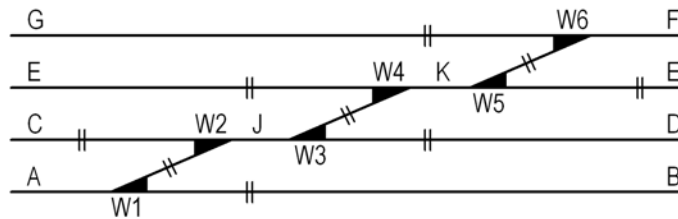
Afbeelding 11
Wisselstraat in
aanvullend blok



gepasseerd. Daardoor is veel eerder verkeer van A naar B of omgekeerd mogelijk.

Vaak is het voor een vlotte afwikkeling van het treinverkeer gewenst een wisselstraat in meerdere aanvullende blokken te verdelen, afbeelding 12 geeft daarvan een voorbeeld. Als het aanvullende blok J bij blok C of D wordt ge-

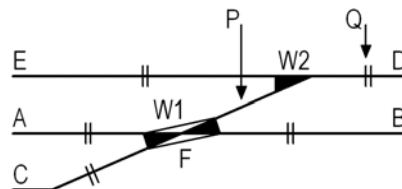
Afbeelding 12
Wisselstraat met 2
aanvullende blokken



voegd is verkeer van A naar F of H alleen mogelijk als blok C of D (afhankelijk van waaraan blok J is gekoppeld) vrij zijn. Als dat dan perron- of opstelsporen zijn blokkeert een daar aanwezige trein die beweging. De aanvullende blokken J en K kunnen ook niet worden samengevoegd omdat daardoor gelijktijdig verkeer van A naar D en van E naar F, of omgekeerd, onmogelijk wordt gemaakt. Deze configuratie kan ook met engelse wissels worden gebouwd. Dat spaart ruimte maar het aantal blokscheidingen blijft gelijk. Ook bij afzonderlijke engelse wissels moeten, om de hiervoor geschetste situaties te voorkomen, alle vier aansluitingen van blokscheidingen worden voorzien (afbeelding 6).

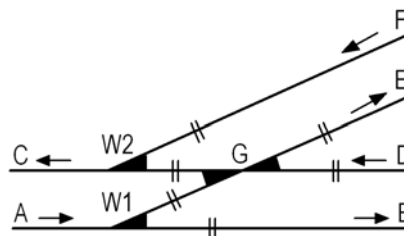
Hoe belangrijk het plaatsen van de blokscheidingen is toont afbeelding 13. Als de scheiding bij Q wordt aangebracht is het aanvullende blok F bij elke treinbeweging bezet, er is dus maar één beweging tegelijk mogelijk. Als de scheiding echter bij P wordt aangebracht kan verkeer tussen D en E plaats vinden, onafhankelijk van verkeer tussen B en A of C.

Afbeelding 13
Juiste plaatsing van
blokscheidingen



Een vaak voorkomende ingewikkelde situatie is de dubbelsporige aftakking volgens afbeelding 14. Hierbij is het noodzakelijk de kruising als apart aanvullend blok aan te sluiten. Hier zijn steeds twee treinbewegingen tegelijkertijd mogelijk, namelijk $A \rightarrow B$ met $D \rightarrow C$ of $F \rightarrow C$ dan wel $A \rightarrow E$ met $F \rightarrow C$. Het feit dat bij sommige railfabrikanten de beide sporen van de kruising elektrisch van elkaar zijn gescheiden doet niet ter zake. Het blok G is nodig op grond van de exploitatie, niet op grond van de stroomgeleiding. De blokscheidingen zijn in

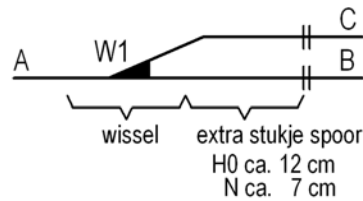
Afbeelding 14
Dubbelsporige
afsplitsing



dit geval ook nodig omdat de polariteit van blok G voor de rijrichting $A \rightarrow E$ tegengesteld is aan die voor de rijrichting $D \rightarrow C$. dat wordt weliswaar in de software geregeld maar het zou onvoorspelbare gevolgen hebben als blok G niet van de aansluitende sporen zou zijn gescheiden.

1.6.3 Blok- en sectiescheidingen

Na al wat hiervoor is gezegd over de *blokindeling* dient nog aandacht te worden besteed aan de *blokscheidingen*. Deze moeten altijd zo liggen dat, als de eerste of de laatste as van een trein net over een scheiding staat, het niet mogelijk is dat een over een naastliggend spoor passerende trein de kop of de staart van



Afbeelding 15
Extra spoorlengte
na een wissel

de eerste trein raakt. Daarom mogen blokscheidingen niet direct na een wissel worden gelegd maar zoals in bovenstaande afbeelding, afhankelijk van de schaal, een stukje erna. Deze regel is niet altijd toepasbaar bij meerdere aaneengesloten wissels zoals in wisselstraten. Bij het invoeren van (aanvullende) blokken in de *software* moet daarmee rekening worden gehouden, dat is bij voorbeeld mogelijk door een wisselstraat pas vrij te geven als bepaalde (aanvullende) blokken niet meer bezet zijn. Dat kan betekenen dat een (lange) trein een wisselstraat bezet houdt waardoor het overige treinverkeer wordt opgehouden.

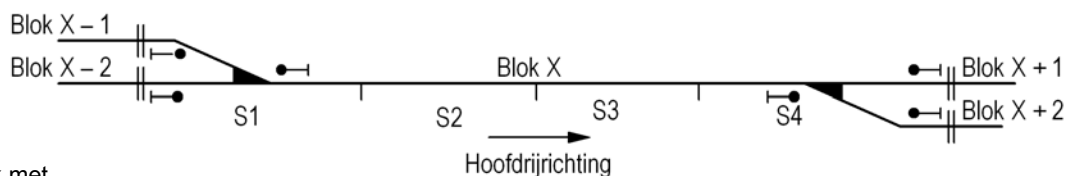
1.6.3.1 Nummering van secties

Een blok heeft maximaal vier secties, zie afbeelding 4. Binnen de HCCM is vastgelegd dat de sectiescheidingen, in de rijrichting gezien, in de rechter spoorstaaf worden aangebracht en in diezelfde rijrichting worden genummerd van S1 tot en met S4.

In een blok waarin mag worden gestopt dienen de beide uiterste secties als stopsectie, dat is de sectie waarin de kop van de trein tot stilstand komt. Als in een stopsectie geen wissels voorkomen zijn ze bij H0 ongeveer 40 cm en bij N ongeveer 25 cm lang. Het FORTH-programma is gebaseerd op vier secties per blok. De ruimte tussen de stopsecties kan voor de secties S2 en S3 in twee gelijke delen worden gesplitst. Het programma KOPLOPER © biedt de mogelijkheid in stations voor korte treinen S2 of S3 als stopsectie te definiëren, op de vrije baan kan met drie secties worden volstaan.

Als er wissels in een blok liggen wordt de situatie ingewikkelder. Het is mogelijk wissels midden in een blok te leggen, in de *software* moet dan wel worden ingevoerd dat het volgende (of voorgaande) blok niet op S4 respectievelijk S1 is aangesloten maar op S2 of S3. Bij een logische opbouw van het sporenplan zal dit niet vaak voorkomen.

Als een wissel in een stopsectie ligt wordt de ruimte die het wissel inneemt bij de sectie getrokken en ook de extra lengte die nodig is voor een veilige passage van de treinen, zie hiervoor. In een blok met wissels staan de seinen niet meer bij de blokscheidingen maar voor het wissel. De afstand van de sectiescheiding



Afbeelding 16
Wissels in blok met
seinen

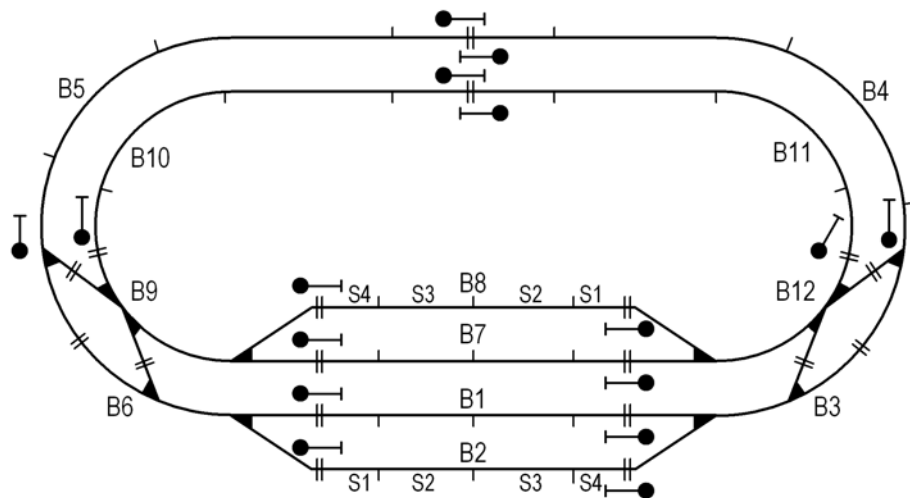
tot aan het sein is zo groot dat stoppen voor het sein mogelijk is, aangenomen dat de trein op kruipsnelheid de stopsectie binnenrijdt, dus ongeveer 40 cm in H0 en 25 cm in N.

1.6.3.2 Treingestuurde systemen

Bij treingestuurde systemen wordt ook een indeling in blokken toegepast, alleen de dubbelzijdige blokscheiding vervalt. Wat in het blokgestuurde systeem een sectie wordt genoemd heet in treingestuurde systemen een bezetmeldersectie of kortweg bezetmelder.

1.6.4 Voorbeeld

Het volgende eenvoudige sporenplan geeft een indruk van de indeling in blokken en secties. Door toepassing van slechts vier aanvullende blokken (B3, B6, B9 en B12) is het mogelijk vanaf de (stations)sporen (B1, B2, B7 en B8) zowel linksom alsook rechtsom te rijden. Tijdens de gebruikersbijeenkomsten die met uitzondering van de zomermaanden regelmatig worden gehouden bestaat de mogelijkheid eigen ontwerpen te bespreken.



Afbeelding 17
Eenvoudig
sporenplan