

## Informatiesystemen voor productiebeheersing op afdelingsniveau

***Citation for published version (APA):***

Bertrand, J. W. M., & Wortmann, J. C. (1981). Informatiesystemen voor productiebeheersing op afdelingsniveau. *Bedrijfskunde : Tijdschrift voor Modern Management*, 53(2), 133-143.

***Document status and date:***

Published: 01/01/1981

***Document Version:***

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

***Please check the document version of this publication:***

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

***General rights***

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

***Take down policy***

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Informatiesystemen voor productiebeheersing op afdelingsniveau

## 1. Inleiding

Het invoeren van een productiebeheersingssysteem gaat vrijwel altijd gepaard met het invoeren van een bijbehorend informatiesysteem. Het is gewoonlijk verstandig om het productiebeheersingssysteem en het bijbehorend informatiesysteem in hun samenhang te ontwerpen. Niettemin is het meestal onverstandig een productiebeheersingssysteem te beschouwen als identiek aan een informatiesysteem.

Men zou voor elk niveau van besturing van de goederenstroom, die in de voorafgaande artikelen zijn behandeld, uitgebreid kunnen ingaan op de kenmerken van de bijbehorende informatiesystemen. Binnen het bestek van dit artikel beperken wij ons tot de behandeling van informatiesystemen voor productiebeheersing op afdelingsniveau. Bij deze behandeling gaat het in de eerste plaats om de vraag welke onderdelen en modules men kan onderscheiden.

Daarnaast wordt aandacht besteed aan de *kwantiteit* van de informatie en de *bruikbaarheid* van informatiesystemen.

Informatiesystemen ten behoeve van productiebeheersing kunnen worden opgedeeld naar *registrerende* subsystemen en *beslissingsondersteunende* subsystemen.

Registrerende subsystemen komen aan de orde in paragraaf 2. Deze systemen bevatten allereerst modules voor het meten van de voortgang van de goederenstroom. Men kan deze voortgang vertalen naar doelgrootheden als leverbetrouwbaarheid en bezettingsgraden. Voor dit 'vertaalproces' zijn bestanden nodig die bijv. de beschikbare capaciteiten van de fabriek

en de benodigde capaciteiten voor de gerealisceerde productie vastleggen.

De beslissingsondersteunende subsystemen worden besproken in paragraaf 3. Voor iedere beslissingsfunctie is gewoonlijk een aparte beslissingsondersteunende module nodig. Dergelijke modules maken vaak een plan voor de toekomst teneinde de gevolgen van bepaalde beslissingen voor de doelgrootheden door te rekenen. Deze modules bevatten dus, impliciet of expliciet, een model dat het verband legt tussen beïnvloedbare variabelen en doelgrootheden. Wij noemen zo'n model het *procesmodel* van de beslissingsfunctie.

De concepten die in paragraaf 2 en paragraaf 3 worden geïntroduceerd zullen worden toegelicht in paragraaf 4 en 5. Het betreft hier de praktijktoepassing, die is besproken in [2].

## 2. Registrerende systemen

### *Voortgang van de goederenstroom*

De eenvoudigste registratie van de productievoortgang bestaat hierin, dat men van elke order bijhoudt welke bewerkingen gereed zijn. Varianten van deze registratie richten zich op groepen van korte bewerkingen of delen van (lange) bewerkingen. Verder worden er vaak per order gegevens uit het planningsproces bijgehouden, zoals de afgegeven levertijd van de order en de planperiode van elke bewerking (vgl. [2]). Een eenvoudige uitbreiding van deze registratie verkrijgt men door niet alleen per order de voortgang bij te houden, maar ook per capaciteitsgroep de wachtende orders te

registreren. Dit is vooral van belang, wanneer de wachtende orders niet bij de betreffende capaciteitsgroep worden opgeslagen. Een andere uitbreiding van de registratie betreft de gegevens over de fysieke uitvoering van de bewerking, zoals de nacalculatorische bewerkingstijd, de eventuele uitval, de operator, de machine waarop de bewerking heeft plaatsgevonden, enz.

In veel Nederlandse bedrijven laat de kwaliteit van deze simpele registratie nog veel te wensen over. Men kan zich afvragen of dit een gevolg is van de afschaffing van het stukloon. De kostendaling van de minicomputer maakt het momenteel echter al snel mogelijk deze registratie met behulp van elektronische informatieverwerking plaats te laten vinden. In toenevende mate verschijnen complete systemen hiervoor op de markt. Het voordeel van dergelijke systemen ligt vooral in hun *on-line/real-time* karakter: de voortgangsmeldingen van de orders kunnen door de operators op de fabrieksvloer meteen na het gereedkomen van een bewerking worden verzorgd. Dit is niet alleen van belang voor de beslissingsondersteunende systemen, zoals wij zullen zien in de volgende paragraaf, maar ook voor het vermijden van fouten in de registratie. Het computersysteem kan via een rechtstreekse vraag-en-antwoord communicatie alle benodigde gegevens verkrijgen van de betreffende operator op het moment waarop deze alles nog precies weet over de betreffende bewerking. Deze voordelen nemen overigens niet weg dat ook handmatige systemen soms uitstekend kunnen voldoen.

### *Meting van doelgrootheden*

In [2] werden voor een job-shop (machine fabriek) met functionele lay-out de volgende doelgrootheden onderscheiden: de bezettingsgraad van de capaciteiten, de gemiddelde doorlooptijd en de levertijdsafwijking van de orders. Om de werkelijke prestaties van een productie-afdeling m.b.t. deze doelgrootheden

te meten, is een vertaalproces vanuit de produktievoortgangsregistratie nodig. De bezettingsgraad is de verhouding tussen benodigde capaciteit en beschikbare capaciteit per periode. Bij de bepaling van de *benodigde* capaciteit baseert men zich meestal op voorcalculatorische gegevens. Een verschil tussen vóór- en nacalculatie van benodigde capaciteit per bewerking wordt als een efficiency-resultaat gezien. Bij de bepaling van de *beschikbare* capaciteit gaat men uit van de werkelijke beschikbare capaciteit, omdat deze – op korte termijn – als niet-beïnvloedbaar wordt beschouwd. Uiteraard moeten de verschillende capaciteitsgegevens die voor dit vertaalproces nodig zijn, apart worden geregistreerd. Hierop komen wij aan het eind van deze paragraaf terug.

De gemiddelde doorlooptijd van de orders wordt sterk beïnvloed door het gemiddeld aantal bewerkingen per order. Wanneer dit aantal bewerkingen niet constant is, is de gemiddelde doorlooptijd *per bewerking* veel interessanter. Wanneer de verschillende werkplekken qua wachtrij-situatie sterk uiteenlopen is de gemiddelde doorlooptijd *per bewerking per werkplek* van belang. Deze gegevens worden verkregen door aggregatie vanuit de produktievoortgangsregistratie. Voor dit vertaalproces is weer een aparte registratie nodig, die bewerkingen relateert aan werkplekken.

Voor de levertijdsafwijking geldt een soortgelijk betoog als voor de gemiddelde doorlooptijd: ook hier is het vaak van belang de toename of reductie in levertijdsafwijking per werkplek te beschouwen. Om andere redenen is het vaak interessant orders in categorieën in te delen bij analyse van levertijdsafwijkingen (bijv. verschillende orders van één produkt). Ook dit vergt registratie van dergelijke categorieën. Men verkrijgt inzicht in de prestaties van de beslissingsfuncties per afdeling (of werkplek) door de gemeten waarden van de doelgrootheden in een bepaalde periode te vergelijken met de norm-waarden. Deze norm-waarden worden vastgesteld door de beslissingscoördinatie-

functie (zie [2]). Zinvolle vergelijkingen zijn alleen mogelijk als de norm-waarden constant zijn of slechts zeer langzaam wijzigen.

*De bestanden: het PCI-model*

Om de registrerende functies in uitgebreide zin mogelijk te maken dienen een aantal bestanden te worden bijgehouden. Zoals in de volgende paragraaf zal blijken zijn deze bestanden ook nodig voor de beslissingsondersteunende functies. De gegevens die moeten worden bijgehouden betreffen niet alleen de orders en hun bewerkingen, maar óók de benodigde capaciteit per bewerking (voorcalculatorisch), de capaciteitsgroepen, en, bijv., werkplekken waarin gelijksoortige capaciteitsgroepen zijn samengenomen. Wanneer meerdere orders voor één produkt kunnen voorkomen (zoals bij fabricage op voorraad) is het vaak verstandig een aantal gegevens *per produkt* op te slaan. Deze gegevens, zoals de bewerkingsvolgorde en de benodigde capaciteit per bewerking, kunnen dan voor elke order eenvoudig uit de produkt-gegevens worden overgenomen.

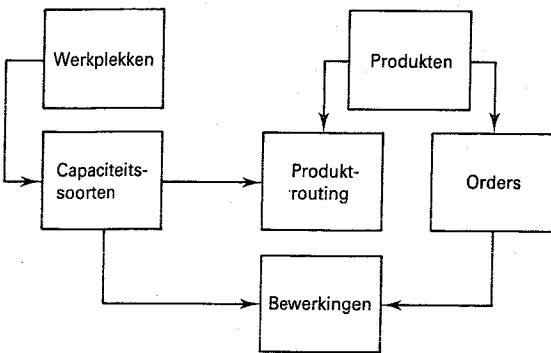
Het bovenstaande kan worden geïllustreerd met behulp van *figuur 1*. Deze figuur toont in de rechthoeken een aantal bestanden, die met elkaar samenhangen via pijlen. Men noemt een dergelijke figuur: een *Bachman-diagram* [1]. De betekenis van een pijl van bestand *A* naar be-

stand *B* is als volgt: bij ieder record uit bestand *A* horen een willekeurig aantal records uit bestand *B* maar bij ieder record uit bestand *B* hoort slechts één record uit bestand *A*. In *figuur 1* kunnen er per produkt bijv. een willekeurig aantal orders optreden, maar per order is er slechts één produkt waarvoor de betreffende order is uitgegeven. Een werkplek mag uit een willekeurig aantal capaciteitssoorten bestaan, maar elke capaciteitssoort behoort slechts tot één werkplek. Merk op, dat in *figuur 1*, elke bewerking – voorcalculatorisch – slechts aan één capaciteitsgroep kan worden gerelateerd. Dit maakt het onmogelijk, multi-inzetbaarheid te representeren.

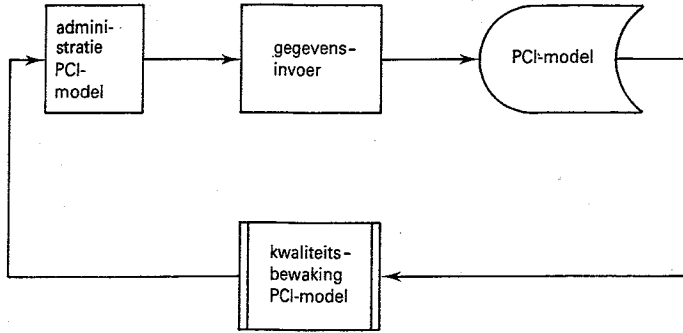
Sommige gegevens uit de bestanden van *figuur 1.*, bijv. de ordervoortgang, zijn direct waarneembaar; andere gegevens, bijv. de voorcalculatorisch benodigde capaciteit komen tot stand via een meer gecompliceerde *afbeelding* van de realiteit. Teneinde het model-karakter van deze gegevens te benadrukken noemen wij deze gegevens het *productiebeheersingsinformatie-model* (Engels: production-control information model of *PCI-model*).

In de praktijk blijkt het vaak niet eenvoudig te zijn het PCI-model in overeenstemming te houden met de realiteit. Wij zullen de mate van overeenstemming aanduiden met de *kwaliteit* van het PCI-model. Om de kwaliteit van het PCI-model te handhaven, dient men in de eerste plaats een goede organisatorische beheersing van *wijzigingen* in het productiesysteem te realiseren. Dergelijke wijzigingen hebben betrekking op de technologie, de beschikbare capaciteiten, de organisatie op de fabrieksvloer, het produktassortiment, enz. Elke wijziging in de realiteit, die weerspiegeld moet worden in het PCI-model, dient via een formele wijzigingsvergadering geautoriseerd te worden. Daarnaast kan men een organisatorische functie creëren, die tot taak heeft de kwaliteit van het PCI-model te bewaken. Men kan deze functie vanuit het informatiesysteem ondersteunen door regelmatig een aantal checks uit te voe-

*Figuur 1.* Bachman-diagram van bestanden voor een productiebesturingssysteem



Figuur 2. De onderdelen van het registrerend systeem voor het PCI-model



ren. In paragraaf 4 zal dit met een praktijkvoorbeeld worden toegelicht. De verschillende onderdelen van het registrerende systeem voor het PCI-model worden in *figuur 2*. nog eens samen afgebeeld.

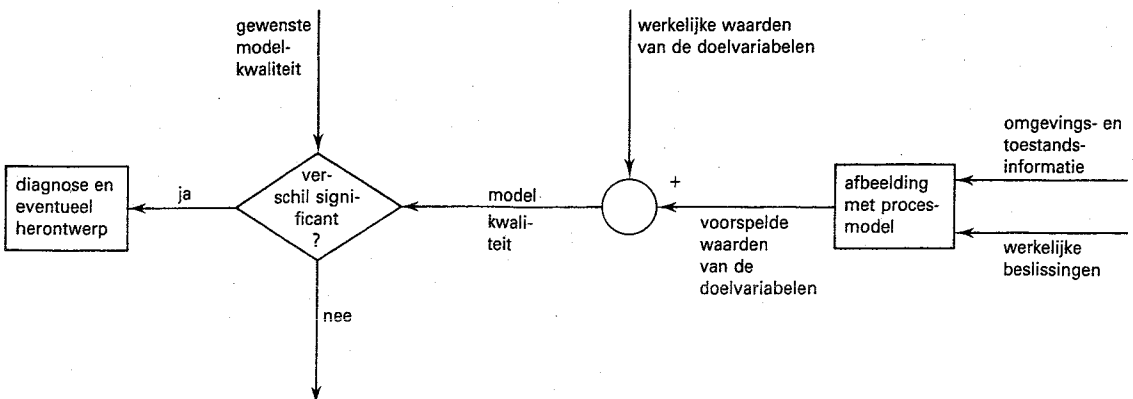
### 3. Beslissingsondersteunende systemen

De registratie van de gerealiseerde doelgrootheden, zoals in de vorige paragraaf besproken, vormt reeds een beslissingsondersteunend systeem in rudimentaire vorm. Meestal spreken wij echter van een *beslissingsondersteunend systeem* (Engels: decision-support system of *DS-system*) wanneer voor een bepaalde beslissingsfunctie specifieke informatie wordt gege-

nereerd. Deze informatie dient om de besluitvorming te verbeteren. Een DS-systeem is gewoonlijk gebaseerd op een model van het proces dat door de beslissingsfunctie moet worden beheerst. Zo'n *proces-model* kan expliciet of impliciet zijn.

Er is sprake van een *expliciet* proces-model, wanneer het DS-systeem in staat is de waarde van beïnvloedbare variabelen te vertalen naar doelgrootheden, bij gegeven waarden van eventuele niet-beïnvloedbare variabelen. Voor de werkuitgifte-beslissing in de job-shop bijv., kan men vaak een model ontwerpen dat de doelgroothed, de gemiddelde doorlooptijd van de orders, berekent op basis van een voorgestelde werkuitgifte-beslissing. Uiteraard dient

Figuur 3. Principe-schema voor het bewaken van de kwaliteit van de procesmodellen

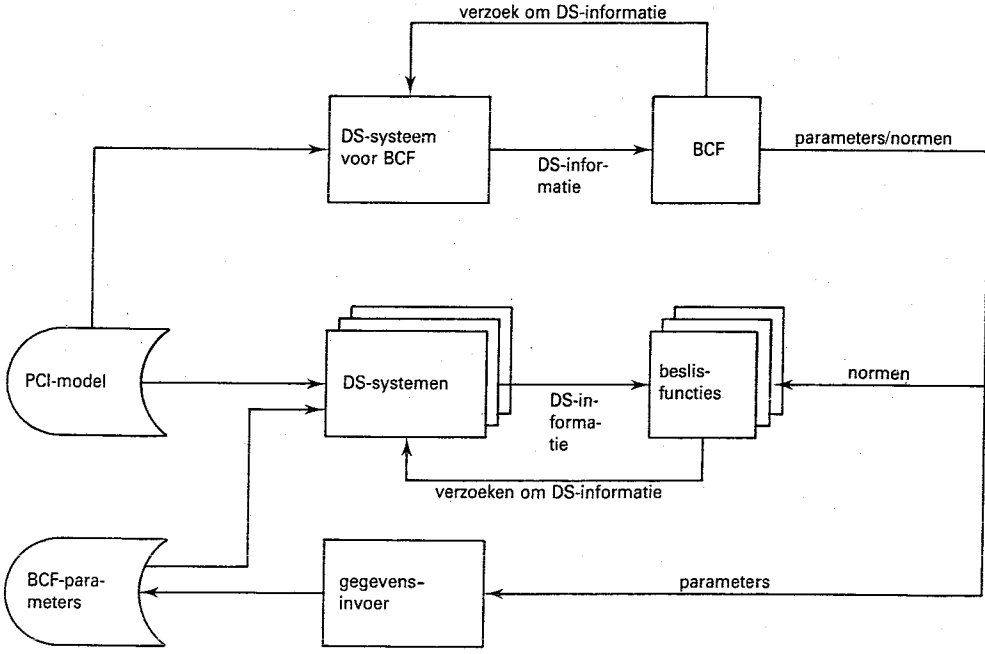


men hierbij te specificeren wat de waarden van de niet-beïnvloedbare variabelen zijn, bijv. de beschikbare capaciteiten. De berekening maakt gebruik van toestand-variabelen, zoals de resterende werklast (vgl. [2]). Voor de berekening van toestand-variabelen en voor de vertaling naar doelgrootheden heeft men telkens het PCI-model nodig.

Er is sprake van een *impliciet* proces-model, wanneer de vertaling van beïnvloedbare grootheden naar doelgrootheden niet wordt gemaakt door het DS-systeem. In zo'n geval berekent het DS-systeem bijv. alleen de relevant geachte toestand-grootheden of voorspelt het alleen bepaalde niet-beïnvloedbare variabelen. In de job-shop gebeurt de capaciteitstoekenningsbeslissing bijv., vaak via prioriteitsregels (vgl. [2]). Wanneer een DS-systeem de prioriteitsgetallen voor de orders in een wachtrij berekent op basis van deze regels wordt gebruik gemaakt van een impliciet proces-model.

Expliciete proces-modellen hebben het voordeel, dat men de *kwaliteit* van deze modellen en van de op deze modellen gebaseerde beslissprocedures kan bewaken. De wijze waarop dit in principe kan gebeuren is, voor het bewaken van de kwaliteit van de modellen, weergegeven in *figuur 3*. Men registreert allereerst welke beslissingen feitelijk zijn genomen in een bepaalde periode. Daarnaast registreert men de feitelijk opgetreden waarden van de niet-beïnvloedbare variabelen. Deze grootheden voert men toe aan het proces-model, teneinde de *voorspelde* waarden van de doelgrootheden te kunnen bepalen. Wanneer de *feitelijke* waarden van deze doelgrootheden eveneens geregistreerd zijn geeft het verschil de kwaliteit van het proces-model aan. De moeilijkheden die men kan ontmoeten bij het operationeel gebruik van dit soort procedures worden besproken in [3] waar, voor een bepaalde praktijk-situatie, deze procedures worden uitgewerkt

Figuur 4. De coördinatie van de lokale beslisfuncties



voor diverse beslisfuncties.

### *Interacties tussen verschillende DS-systemen*

De verschillende beslissingsfuncties binnen het productiebeheersingssysteem worden op elkaar afgestemd door de *beslissingscoördinatiefunctie, BCF* (vgl. [2]). De BCF bepaalt de normen voor de lokale doelstellingen van de andere beslissingsfuncties. De BCF is echter zelf een beslissingsfunctie, die precies als alle andere beslissingsfuncties kan worden ondersteund met een DS-systeem. De BCF heeft tot taak voor conflicterende doelstellingen normen te bepalen in onderlinge samenhang. Hiervoor is een expliciet model van deze samenhang vaak noodzakelijk. Binnen het informatiesysteem worden de *normen* die de BCF genereert opgeslagen als *parameters*, die door de verschillende DS-systemen weer worden gebruikt. Dit is schematisch weergegeven in *figuur 4*.

### *Bruikbaarheid van DS-systemen*

Bij de beoordeling van bruikbaarheid (of 'gebruiksvriendelijkheid') van DS-systemen is het onderscheid nuttig tussen twee categorieën gebruikers: operators en eind-gebruikers. *Operators* zijn degenen die rechtstreeks de computerapparatuur bedienen, via het verzorgen van input (batch-gewijs of on-line) en eventueel het distribueren van output. Deze input bestaat vaak uit een voorgestelde beslissing en een aantal nevencondities. *Eind-gebruikers* zijn degenen die de DS-informatie voor hun beslissingen nodig hebben. Soms zijn de operators en de eind-gebruikers verenigd in één persoon, maar ook dan blijft het onderscheid in beide aspecten nuttig.

Bruikbaarheid vanuit het operator-oogpunt heeft in de eerste plaats betrekking op de fysieke en ergonomische aspecten van het mens-machine systeem. Vervolgens is het invoeren van gegevens voor het verkrijgen van DS-informatie belangrijk. Het gaat hierbij om de logica

en uniformiteit van de regels waaraan de input moet voldoen, het gemak waarmee men deze input kan manipuleren, de aard van eventuele foutmeldingen, de kwaliteit van de documentatie, enz.

Bruikbaarheid vanuit het oogpunt van de eindgebruiker heeft natuurlijk in de eerste plaats betrekking op de kwaliteit van de aangeleverde informatie: als de kwaliteit van het PCI-model of van het betreffende proces-model slecht is, is de aangeleverde informatie niet bruikbaar. De bruikbaarheid van het DS-systeem wordt vervolgens bepaald door de vraag in hoeverre het probleem van de beslisser overeenkomt met de probleemstelling die aan het DS-systeem ten grondslag ligt. Als de beslisser (al of niet terecht) een andere probleemstelling ervaart, is het DS-systeem voor hem niet bruikbaar. Een derde aspect is natuurlijk de vormgeving; leesbaarheid en overzichtelijkheid van de gepresenteerde informatie. Ook hier speelt de ergonomie een belangrijke rol. De mate waarin de informatie up-to-date moet zijn is verschillend voor verschillende beslissingsfuncties. Voor de capaciteitstoewijzingsbeslissing is realtime informatie echter vaak gewenst. Tenslotte noemen wij hier de *turn-around time* van verzoeken om DS-informatie. Voor sommige beslissingsfuncties is het geen bezwaar wanneer er enkele dagen verstrijken vóórdat men antwoord heeft van een DS-systeem, terwijl in andere situaties 15 seconden al te lang is!

### **4. Registrerende systemen in een praktijk situatie**

In [2] werd een diffusie-afdeling van een halfgeleiderfabriek beschreven. Tevens werd het productiebeheersingssysteem 'Beheersing Werklast (BeWe)', dat voor deze afdeling is ontwikkeld, in grote lijnen aangegeven. Wij zullen in de komende paragrafen de concepten uit paragraaf 2 en 3 illustreren, door een beschrijving van het informatiesysteem dat ter ondersteuning van de productiebeheersing nodig bleek.

### *Registratie van de voortgang van de goederenstroom*

In de afdeling was reeds een systeem in ontwikkeling, waarmee de voortgang van de individuele partijen op de fabrieksvloer kon worden geregistreerd.

Dit systeem, ERIC (*Error Recognition Integrated Circuits*) bestaat uit een minicomputer met een aantal terminals. Wanneer een operator een bewerking aan een partij begint of beëindigt wordt dit via de terminal doorgegeven aan ERIC. Daarnaast houdt ERIC bepaalde gegevens bij over uitval en doorlooptijden. Het systeem is in eerste instantie ontwikkeld om fouten in de fabricage te voorkomen. Het bevat ook de bedieningsvoorschriften die door de operator on-line kunnen worden geraadpleegd. Daarnaast vormt ERIC de basis voor systemen ter bewaking van de kwaliteit en ter verbetering van de technologie.

### *Registratie van het PCI-model*

Voor de productiebeheersing in de diffusie-afdeling werd een specifiek PCI-model ontwikkeld. In dit PCI-model worden de beschikbare capaciteiten (multi-inzetbare operators en machines) beschreven, en gerelateerd aan de capaciteits-behoefte van individuele bewerkingen. Daarnaast bevat het PCI-model uiteraard de verschillende diffusie-processen en hun routingen, alsmede de orders (partijen) en hun bewerkingen. Hetzelfde model wordt tegenwoordig ook gebruikt voor de jaarlijkse calculatie en begroting.

Op de afdeling functioneert een goed systeem voor wijzigingen. Er is een aparte functionaris voor het verzorgen van de niet-routinematige wijzigingen in de bestanden van het PCI-model. Tevens is er een aparte functionaris die verantwoordelijk is voor de kwaliteit van het PCI-model. Met name de beschrijving van de benodigde capaciteit voor een bewerking kost nog al eens wat hoofdbreken. Teneinde de bewaking

van de kwaliteit van het PCI-model in dit opzicht te vergemakkelijken worden dagelijks door een aparte module een aantal checks uitgevoerd. Een voorbeeld van zo'n check is het volgende. Stel dat aan het begin van een bepaalde periode de werkvoorraad bij een werkplek (in manuren) groter is dan de beschikbare capaciteit gedurende die periode. Dan zal, indien er voldoende machinecapaciteit is, de productie gedurende de periode gelijk moeten zijn aan de capaciteit.

### *Registratie van de werklast*

Men zal zich herinneren uit [2] dat de werklast op de vloer de belangrijkste toestand-grootheid van het productiebeheersingssysteem is. In de diffusiefabriek wordt de werklast voor een capaciteitssoort  $x$  gedefinieerd als de totale hoeveelheid uitgegeven, maar nog niet verzet werk van capaciteitssoort  $x$ . De werklast per capaciteitssoort wordt uitgedrukt in manuren of machine-uren.

Wanneer  $WL_x(p)$  de werklast van capaciteitssoort  $x$  aan het begin van periode  $p$  voorstelt, dan kan men de volgende balans-vergelijking opstellen:

$$WL_x(p+1) = WL_x(p) + OPZ_x(p) - VRZ_x(p) \quad (1)$$

Waarbij  $OPZ_x(p)$  de hoeveelheid werk die is opgezet gedurende periode  $p$  voor capaciteitssoort  $x$  voorstelt, en  $VRZ_x(p)$  de hoeveelheid werk die is verzet. In deze vergelijking wordt dus het verloop van de belangrijkste toestand-grootheid beschreven. Bovendien kan men m.b.v. deze vergelijking bepalen in hoeverre de opzet-beslissing er in slaagt, de werklast in overeenstemming met de norm te houden. Tenslotte geeft het verzette werk, na deling door de beschikbare capaciteit, direct de *bezettingsgraad* voor capaciteitssoort  $x$  gedurende periode  $p$ .

Vanwege het belang van deze balansvergelijking is een aparte registratiemodule ontworpen, die de grootheden van de balansvergelijking dagelijks signaleert. Tevens worden nog



enkele verstoringbronnen, zoals uitval van plakken of partijen, en reparatie-werk apart gesignaleerd. Merk op dat voor het uitvoeren van de berekeningen voortdurend de voorcalculato-  
rische beschrijving van de benodigde capaciteit per bewerking uit het PCI-model gebruikt wordt.

### 5. De beslissingsondersteunende systemen (DS-systemen)

#### Beslissingscoördinatie functie (BCF)

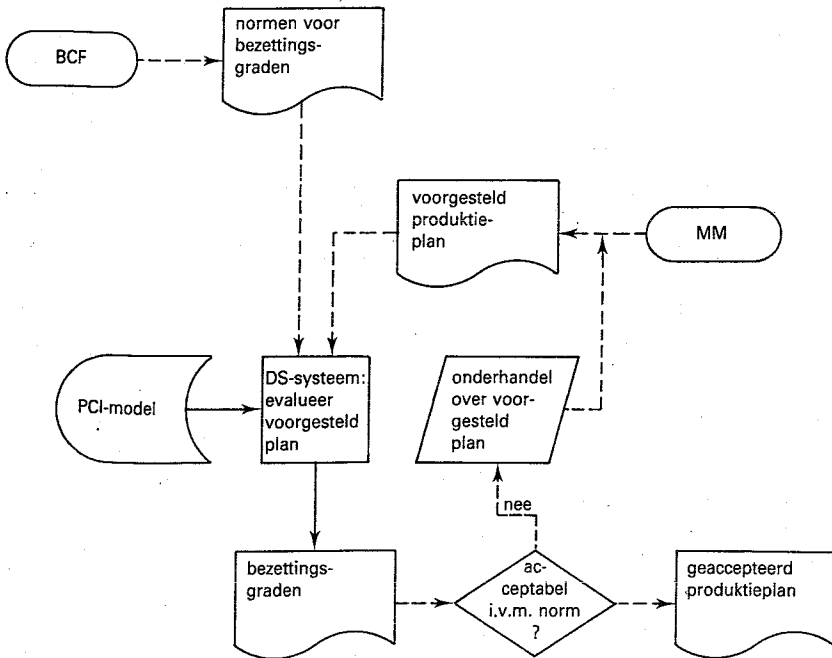
De BCF specificeert de normen voor conflicterende doelstellingen. In de diffusie-afdeling treedt alleen een conflict op tussen gemiddelde doorlooptijd en bezettingsgraad. De variantie in de levertijdsafwijking kan worden geminimaliseerd door een goede order-tijdplanning en door een goede prioriteitsregel (vgl. [2], par. 5). De prioriteitsregel komt verderop aan de orde.

Het DS-systeem voor de BCF dient daarom de relaties tussen doorlooptijd en bezettingsgraad per werkplek te kunnen presenteren. Deze relaties worden in de praktijk gemeten en in grafiek-vorm gepresenteerd. In [2] zijn dergelijke grafieken in de figuren 7 t/m 10 reeds weergegeven. De gekozen norm-doorlooptijden worden door MM weer gehanteerd in het besturingssysteem SEMT (vgl. [4]).

#### De beslissing over het productieplan

De informatiestromen voor de maandelijkse beslissing over het productieplan zijn weergegeven in *figuur 5*. Een door MM voorgesteld productieplan kan door het DS-systeem worden vertaald naar bezettingsgraden. Voor deze vertaling is het PCI-model nodig. De bezettingsgraden worden gespiegeld aan de normen die de BCF heeft gesteld. Dit kan aanleiding zijn met MM te onderhandelen over wijzigingen.

Figuur 5. Informatiestromen voor de beslissing over het productieplan



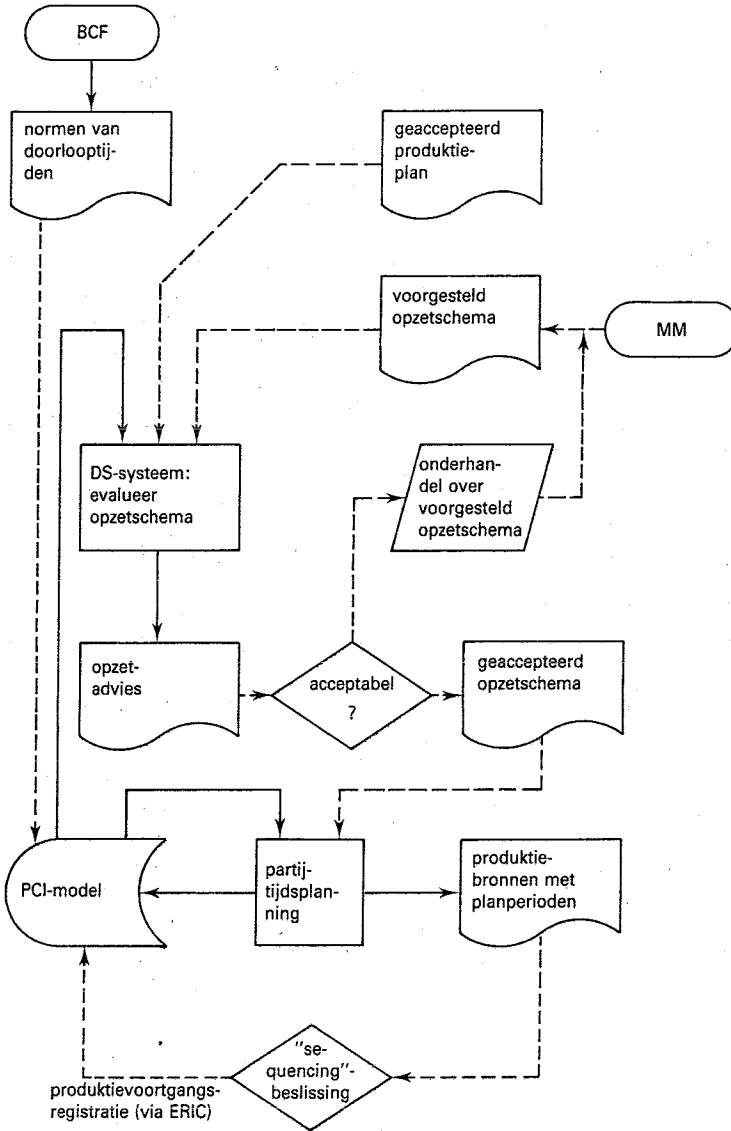
Het proces leidt uiteindelijk tot een *geaccepteerd productieplan*. Dit productieplan geldt als norm voor MM voor wat betreft wekelijks te produceren voorstellen voor opzetschema's. Hierbij dient vooral ook de *procesmix* constant te blijven (vgl. [2]). Het geaccepteerde productieplan vormt de basis voor het berekenen van

de *werklast norm* bij de wekelijkse opzet-beslissing.

*De beslissing over opzetschema's en partij-tijdplanning*

Een opzetschema specificeert het aantal par-

Figuur 6. De informatiestromen voor de opzetschema-beslissingen



tijen en de types producten van de partijen, die de komende week worden opgezet. Deze beslissing dient de afwijking tussen de normwerklast en de reële werklast zo klein mogelijk te maken. De tijdplanning van een partij bestaat uit de planperiodes van de individuele bewerkingen van een partij.

De informatiestromen die voor deze wekelijkse beslissingen nodig zijn, zijn weergegeven in *figuur 6*. Allereerst berekent het DS-systeem de normwerklast op grond van het geaccepteerde productieplan en de norm-doorlooptijden die door de BCF zijn vastgesteld. Vervolgens wordt de huidige resterende werklast berekend. Hieraan worden de partijen uit het voorgestelde opzetschema één voor één toegevoegd. Op deze wijze kan een advies worden gegenereerd over de partijen die moeten worden opgezet om de werklast in *alle* capaciteitsdimensies zoveel mogelijk in overeenstemming te brengen met de norm. De DS-informatie kan aanleiding geven tot een onderhandelingsproces met MM. Dit proces resulteert in een *geaccepteerd opzetschema*.

Merk op, dat het proces-model dat aan de opzet-beslissing ten grondslag ligt, in feite wordt gevormd door de balansvergelijking. Dit model bevat geen coëfficiënten die in de praktijk moeten worden geschat. Er is reeds opgemerkt in paragraaf 4 dat een aantal verstoringstermen in het model apart worden gemeten. Een aparte module van het informatiesysteem voorziet de partijen van het geaccepteerde opzetplan van een tijdplanning. Deze tijdplanning wordt vastgelegd in het PCI-model. Op basis hiervan kunnen partij-bonnen worden afgedrukt die voor elke bewerking een planperiode bevatten. Deze planperiode wordt weer gebruikt bij de partij-volgorde beslissing, zoals wij zullen zien.

#### *Het inzetten van operators op werkplekken*

Met de beslissing over het inzetten van multi-inzetbare operators op werkplekken wordt

beoogd een goede bezettingsgraad van de capaciteiten te realiseren. Het uiteindelijke DS-systeem ter ondersteuning van deze beslissing is niet gebaseerd op een expliciet procesmodel. Dat wil zeggen dat het gevolg van bepaalde inzet-beslissingen voor de bezettingsgraden niet is gemodelleerd. Daarom concentreert het DS-systeem zich op de signalering van een aantal toestandsgrootheden, als:

- de werkvoorraad op de verschillende werkplekken, d.w.z. de hoeveelheid werk die staat te wachten in elke wachtrij;
- het potentiële werkaanbod op korte termijn en de eventuele voorzienbare 'bottlenecks' op capaciteitsgebied;
- de vóór- of achterstand van de productie op elke werkplek; de vóór- of achterstand wordt afgeleid uit de tijdplannen van de orders. Bij een goede werklastbeheersing zal de voorstand of achterstand van de *totale* afdeling klein zijn, maar de vóór- en achterstanden van verschillende werkplekken relatief t.o.v. elkaar kunnen soms oplopen tot één of twee dagen productie. Relatieve achterstand van een werkplek gaat vaak gepaard met een hoge werkvoorraad of een hoog potentieel werkaanbod. In dat geval dient men veel capaciteit aan de betreffende werkplek toe te kennen;
- tenslotte wordt de verdeling van de partijen over verschillende *fasen* van het proces en over verschillende procesgroepen gesignaleerd.

#### *Het kiezen van een partij uit een wachtrij*

Bij de volgorde-beslissing (het kiezen van een partij uit een wachtrij) dient de operator een partij te kiezen waarvan de eerstvolgende bewerking de *laagste* planperiode heeft. Op deze wijze krijgen partijen, die achterlopen t.o.v. hun tijdsplanning, altijd prioriteit. Om de keuze voor de operator te vereenvoudigen zijn de partijen in elke wachtrij *fysiek gesorteerd* opgeslagen. Het criterium waarop zij gesorteerd

Figuur 7. De indeling van de stellingen voor de opslag van de partijen per wachtrij

van- daag	$\leq 73$	4888 71	5002 73	partijnummer plandatum eerstvolgende bewerking	
	74		4972 74	4973 74	4998 74
	75	4965 75	4921 75	4974 75	5012 75
	$\geq 76$	4899 76	4920 76	4936 78	5001 77
	plandagen				

staan is de planperiode van de eerstvolgende bewerking. De sortering wordt bereikt door alle partijen in stellingen te plaatsen, die vier planken bevatten (zie *figuur 7*). Voor het gemak zijn alleen de partijnummers weergegeven en – cursief –, de planperiode voor de eerstvolgende bewerking aan een partij. Tijdens de planperiode 75 is één plank gereserveerd voor partijen waarvan de eerstvolgende bewerking een planperiode groter dan 75 heeft. Een tweede plank is gereserveerd voor partijen waarvan de eerstvolgende bewerking de planperiode 75 heeft, enz. Zo is het voor de operator eenvoudig een partij te vinden met de laagste plandatum voor de volgende bewerking. Uiteraard, de operator moet bij het wegzetten van partijen in de volgende wachtrij wél de juiste plank kiezen.

## 6. Besluit

In paragraaf 4 en 5 zijn enkele voorbeelden gegeven van registrerende en beslissingsondersteunende systemen (DS-systemen) in de praktijk. Vooral de registrerende systemen blijken in dit voorbeeld baat te hebben bij real-time informatieverwerkingsmogelijkheden.

De samenhang tussen de verschillende DS-systemen is aangegeven in *figuur 5 en 6*. Het beslissingsondersteunend systeem voor de 'sequencing' beslissing, tenslotte, werd gerealiseerd d.m.v. een simpel fysiek opslagsysteem. Hieruit blijkt dat voor alle beslissingsfuncties die in [2] zijn onderscheiden het informatiesysteem adequate ondersteuning kan bieden.

### Literatuur

1. C. W. Bachman, 'Data Structure Diagrams'. *Data Base, Quaterly Newsletter of ACM SIGBDP*, Vol. 1 (1969), no. 2, p. 4-10.
2. J. W. M. Bertrand en J. C. Wortmann, 'Productiebeheersing bij de fabricage van enkelvoudige componenten op afdelingsniveau', *Bedrijfskunde*, dit nummer.
3. J. W. M. Bertrand en J. C. Wortmann, *Production Control and Information Systems for Component Manufacturing Shops*. Elsevier, Amsterdam, 1981.
4. F. J. Stommels, 'Productieplanning voor een keten met grote onzekerheden', *Bedrijfskunde*, dit nummer.