

MARKETING EN VOORRADEN

door Prof. Dr. A. Bosman

1 Inleiding

In dit artikel zullen we ons niet bezig houden met detailproblemen de regulering van voorraden betreffende. Uit de ontwikkeling in de technieken gedurende de laatste decennia blijkt duidelijk dat we op een breukpunt zijn aangekomen. Dat breukpunt kan het beste worden gekenmerkt door de verschillen in ontwikkeling te beschouwen tussen enerzijds de technologie van de rekenautomaat, zowel hardware als software, en anderzijds het gebruik dat van dit apparaat in de bedrijfsorganisatie wordt gemaakt. Spreken we bij de technologie op dit moment van de vierde generatie, bij de toepassing verkeren we op de overgang van de eerste naar de tweede generatie. Dit verschil in ontwikkeling is voor een deel een gevolg van het te laat onderkennen van de mogelijkheden die de rekenautomaat biedt bij het oplossen van problemen in bedrijfsorganisaties. Voor zover deze mogelijkheden al werden onderkend, werden oplossingen gezocht voor afzonderlijke vraagstukken. Het grote probleem in elke organisatie, nl. dat van de coördinatie van beslissingen werd vrijwel nooit als uitgangspunt voor het ontwerp van informatiesystemen gekozen.¹⁾

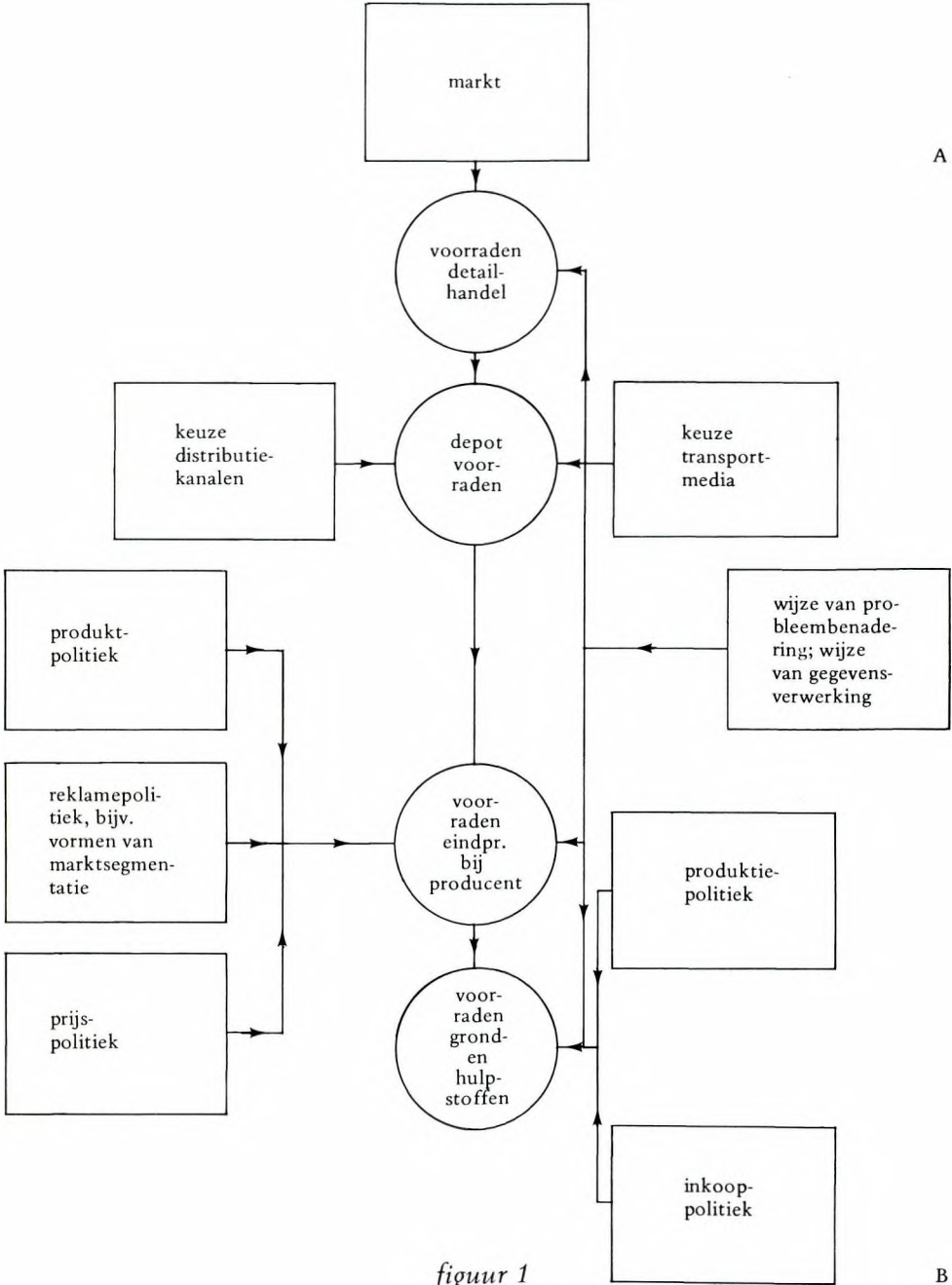
Het probleem van de coördinatie is als uitgangspunt van dit artikel gekozen. We zijn ons bewust van het feit dat we waarschijnlijk meer problemen oproepen dan oplossen. Het aangeven van een weg voor het oplossen van bepaalde problemen in het vlak van de coördinatie, waarbij voorraden altijd een grote, zij het dan afgeleide, rol hebben gespeeld, leek ons echter belangrijk. We gaan op een groot aantal vragen, die relevant zijn voor het probleem, wegens ruimtegebrek niet in. Dit betreffen in het bijzonder vragen van gegevensverwerking en statistische aard. In paragraaf twee wordt een uiteenzetting gegeven over de in de literatuur meestal besproken functies van voorraden. In paragraaf drie wordt dan aangetoond dat de geschetste benadering van de functies van voorraden vragen oproept indien men het principe van het beheersen van het proces in een organisatie als uitgangspunt van de behandeling kiest. Er worden dan twee andere functies van voorraden onderscheiden. Aan deze functies wordt in paragraaf vier nader aandacht geschonken. In het bijzonder aan het geven van een inhoud aan de relatie tussen deze twee functies blijkt, gezien vanuit een oogpunt van coördinatie, grote behoefte te bestaan. Een voorstel tot het specificeren van een dergelijke relatie wordt in die paragraaf gedaan. De relatie tussen deze twee functies is in het bijzonder ook van belang voor het oplossen van vraagstukken in het vlak van voorraden en marketingproblemen. Juist door het niet correct specificeren van de functies van voorraden loopt men het gevaar de reden voor het te hoog worden van voorraden te zoeken in een niet adequate productieplanning. De oorzaak ligt echter veelal aan de marketingkant van de organisatie.

¹⁾ We zullen ons niet bezighouden met de vraag wat onder een informatiesysteem moet worden verstaan. Een voor dit artikel acceptabele inhoud geeft: J. C. Emery: *Organizational Planning and Control Systems*, Londen 1969.

Eerst indien we de marketing en produktie aan elkaar relateren kunnen we uitspraken doen over de vraag hoe we voorraden moeten beheersen.

2 Functies van voorraden

In figuur 1 is aangegeven waar in de goederenstroom die loopt van producenten naar consumenten voorraden kunnen zijn opgenomen.



Ter toelichting op de figuur het volgende:

- 1 De richting van de pijlen is bepaald door de stromen van gegevens van belang voor de analyse van de voorraadproblematiek.
- 2 Het schema in figuur 1 is vereenvoudigd door het weglaten van mogelijke schakels tussen producent en consument.
Deze schakels maken de figuur complexer, maar zij veranderen weinig aan de problematiek.
- 3 De cirkels geven voorraden weer, die in dit geval zijn onderscheiden naar de aard van de produkten of de plaats waar ze worden aangehouden. In de vierkanten zijn enkele van de belangrijkste beslissingsvariabelen van de organisatie genoemd, die invloed kunnen uitoefenen op het al of niet aanwezig zijn van voorraden en op de grootte daarvan.²⁾ De opsomming is niet uitputtend. Alhoewel aan bepaalde voorraden bepaalde beslissingsvariabelen rechtstreeks zijn gekoppeld, mag hieruit niet worden afgeleid dat alleen deze variabelen de grootte van die voorraad bepalen. Eén van de grote problemen van de voorraadpolitiek, juist in het kader van de marketing, is dat alle beslissingsvariabelen in meer of mindere mate alle voorraadniveaus kunnen beïnvloeden. Voor de bestudering van de voorraadproblematiek is het nuttig een tweedeling te maken, die in figuur 1 wordt weergegeven door de letters A en B. We zullen deze onderverdeling aangeven met resp. de woorden *extern* en *intern distributiesysteem*.

Wij hebben in figuur 1 in het meest rechts in de figuur geplaatste vierkant twee factoren opgenomen die naar onze mening van belang zijn voor de bestudering van de voorraadproblematiek. In dit artikel zullen we voornamelijk aandacht besteden aan het eerste punt. We kunnen wat wordt verstaan onder de wijze van benadering van het probleem het beste schetsen aan de hand van een bespreking van de verschillende functies die in de literatuur aan het houden van voorraden worden toegekend.³⁾ Buffa onderscheidt vier functies.⁴⁾

- 1 De *pijplijnfunctie*, is een gevolg van het feit dat we in het externe en interne distributiesysteem te maken hebben met stromen goederen die zich bewegen van de ene naar de andere voorraad. Ook deze stromen kunnen worden beschouwd als voorraden, nl. als voorraden goederen in bewerking. Het begrip bewerking moet ruim worden geïnterpreteerd.
- 2 De *instelfunctie*, het in beweging houden van de goederenstroom maakt het noodzakelijk dat men op bepaalde punten over voorraden goederen beschikt.⁵⁾ Zouden deze voorraden niet aanwezig zijn, dan zou de stroom voortdurend stagneren.

²⁾ Een beslissingsvariabele of instrumentele variabele is een grootheid waarvan de inhoud door de organisatie wordt bepaald.

³⁾ Wij hebben deze functies ontleend aan E. S. Buffa: *Production-Inventory Systems: planning and control*, Homewood 1968, pag. 13 e.v. We dachten dat de indeling van Buffa representatief is voor die, welke men doorgaans in de literatuur aantreft.

⁴⁾ Buffa, t.a.p., pag. 13, noemt er vijf. Twee daarvan hebben wij samengevat in de instelfunctie.

⁵⁾ De term instelfunctie mag niet worden vereenzelvigd met het begrip seriegrootte. Het begrip instelfunctie heeft te maken met alle overwegingen en factoren die de grootte en samenstelling van de goederenstroom bepalen. Dat zijn veel meer factoren dan in de beschouwing worden betrokken bij de bepaling van de seriegrootte.

Bij deze instelfunctie gaat het om het geven van een inhoud aan het in de bedrijfseconomie gebruikte begrip normale voorraad. Een kwantitatieve inhoud kan daaraan worden gegeven m.b.v. de begrippen roulerende en veiligheidsvoorraad. De roulerende voorraad wordt bepaald door de bestelhoeveelheid of de seriegrootte⁶). De veiligheidsvoorraad wordt bepaald door de verhouding tussen de zgn. kosten van „neen-verkopen” en de voorraadkosten, beide per eenheid produkt, en de stochastiek in de vraag en de leveringstijd.

- 3 De functie van de *seizoenvoorraden* is die van het bewerkstelligen van een aanpassing tussen de fluctuaties in de vraag en de grootte van de capaciteit der zgn. duurzame productiefactoren. Seizoenvoorraden maken het mogelijk de capaciteit van de zo juist genoemde productiefactoren te laten bepalen door een grootte van de vraag kleiner dan het maximum van die vraag.
- 4 De *ontkoppelingsfunctie* van voorraden maakt het mogelijk bepaalde delen van het productieproces en bepaalde delen van het distributiesysteem, in het bijzonder wat betreft de regeling van de omvang en de snelheid van de goederenstroom, onafhankelijk van elkaar te laten verlopen.

Uit de indeling van Buffa blijkt dat hij een tweetal richtlijnen heeft gebruikt om tot de onderverdeling van functies te komen. De ene richtlijn is het aangeven van oorzaken die tot het ontstaan van functies van voorraden leiden, zoals de seizoen-, de onkoppelings- en de instelfunctie. De tweede richtlijn is waarschijnlijk een streven bepaalde voorraden van een bepaald etiket te voorzien, zoals die voortvloeiende uit de pijplijnfunctie. Het duidelijkst komt dit bij Buffa echter naar voren als hij twee afzonderlijke functies onderscheidt, die samenvallen met de roulerende en de veiligheidsvoorraad. De vraag rijst of de twee onderscheiden richtlijnen in bepaalde gevallen niet tot indelingen leiden die elkaar geheel of gedeeltelijk overlappen, waardoor aan het ontstaan van een zekere verwarring niet kan worden ontkomen. Dit is zeker het geval bij de indeling van Buffa. Zo kan de seizoenvoorraad in vele gevallen de functies van onkoppelings- en instelvoorraad overnemen. Ook de onkoppelingsfunctie kan in bepaalde situaties door de uit de instelfunctie voortvloeiende voorraden worden overgenomen. Het koppelen van voorraden aan functies, in die zin dat een bepaalde voorraad van een naam en daarmee van een functie wordt voorzien, achten wij onjuist. Het gevaar is nl. groot dat juist door deze koppeling bepaalde functies die voorraden vervullen over het hoofd worden gezien.

Het zojuist genoemde bezwaar gaat een rol spelen indien we ons afvragen hoe we de grootte van voorraden vooraf kunnen berekenen. Uiteraard staat deze vraagstelling in de bedrijfseconomie centraal.⁷) Immers zouden we deze

⁶) Men spreekt van een optimale bestelhoeveelheid of optimale seriegrootte indien de grootte van de betrokken hoeveelheden wordt bepaald door het minimum van een kostenfunctie. Uiteraard is het zeer goed mogelijk een andere waardefunctie te gebruiken dan een kostenfunctie, zie paragraaf vier.

⁷) De lezers die deze uitspraak beschouwen als een open deur intrappen, zou ik willen verzoeken in de bedrijfseconomische literatuur na te gaan welke voorraadbegrippen een inhoud hebben die zich, zonder één of meer aanvullende veronderstellingen, leent voor kwantificering. Een duidelijk voorbeeld daarvan is bijv. het begrip normale voorraad.

vraag niet kunnen beantwoorden, dan is achteraf geen zinvolle uitspraak over het al of niet te groot zijn van een voorraad mogelijk. Alvorens we echter kunnen gaan rekenen, zullen we ons moeten afvragen welk doel we wensen te bereiken met de uitvoering van deze berekeningen. Dat betekent dat we alvorens we gaan rekenen eerst een uitspraak zullen moeten doen over de wijze van rekenen en het nemen van beslissingen. Deze laatste staat weer in verband met de wijze waarop de organisatie zich „gedraagt” en daarvan zou men een specificatie kunnen geven door de wijze waarop men in die organisatie een probleem benadert en de wijze waarop men in die organisatie de gegevens verwerkt. Daarmee zijn we aangeland in het meest rechtse vierkant in figuur 1.

3 De wijze van handelen en de functies van voorraden

De wijze waarop een organisatie zich „gedraagt” kan men ook omschrijven als de wijze van handelen van de organisatie.⁸⁾ We gaan ervan uit dat deze wijze van handelen wordt bepaald door het streven van de organisatie veel aandacht te schenken aan de coördinatie. Voor zover het de voorraadproblematiek betreft, betekent dit dat de grootte van bepaalde voorraden niet afzonderlijk wordt beschouwd maar juist in relatie met de waarden van alle relevante beslissingsvariabelen. In het algemeen zal dit betekenen dat men de relaties tussen de beslissingsvariabelen moet kennen. In de terminologie van figuur 1 betekent dit dat we de voorraden in het interne distributiesysteem beschouwen als een afhankelijke van de bij dat systeem in die figuur genoemde beslissingsvariabelen.

Beslissingen worden in een organisatie genomen om de daarin voorkomende processen te beheersen. Beheersen kan op twee, nogal verschillende manieren, worden uitgevoerd, nl. door planning en sturen. Onder *planning* verstaan we het oplossen van een expliciet of impliciet geformuleerd model. Het model bestaat uit relaties tussen exogene en endogene en tussen endogene variabelen onderling. Wil men een model oplossen, d.w.z. waarden toekennen aan endogene variabelen, dan zal men vooraf waarden moeten toekennen aan de exogene variabelen in het model. Voor de planning betekent dit dat men voor de relevante planperiode schattingen moet maken van de exogene variabelen in het model. Het woord schatten houdt echter in dat aan de uitkomsten van de berekening een bepaalde onbetrouwbaarheid inhaerent is. Deze kan zo groot zijn dat het plan voor het nemen van beslissingen niet kan worden gebruikt. Even aannemend dat daarvoor in de sfeer van de technieken der planning geen oplossing kan worden gevonden, dan zal het proces waarom het gaat moeten worden beheerst door sturen. Onder *sturen* verstaan we de verzameling van methoden die onderwerp van studie van de cybernetica zijn, waarvan die der terugkoppelende regeling de bekendste is. Deze methoden bewerkstelligen dat een uitvoer voortdurend wordt aangepast aan

⁸⁾ Zie voor een verder gaande uiteenzetting hierover, A. Bosman: „De elektronische rekenmachine: rekenen en redeneren”, *Bedrijfs-economische verkenningen*, red. J. L. Bouma en H. Willems, Den Haag 1965.

J. L. Bouma: *Ondernemingsdoel en winst*. Leiden 1966.

een norm.⁹⁾ De twee groepen van methoden verschillen, zeker indien men de praktische uitwerking ervan beschouwt, sterk van elkaar. De belangrijkste verschilpunten zijn:

- 1 Bij planning zoekt men een goede of zelfs optimale oplossing. Bij sturen tracht men een proces aan te passen aan een norm. Het criterium dat hierbij wordt gebruikt is stabiliteit.
- 2 Planning kan betrekking hebben op elke periode. Sturen heeft altijd betrekking op een zeer korte periode. Voldoet men aan deze voorwaarde niet, dan is het in het merendeel der gevallen niet mogelijk de stabiliteit van het proces te handhaven.¹⁰⁾
- 3 Indien exogene variabelen tijdens de uitvoering van een plan andere waarden aannemen dan de geschatte, dan heeft dit in vele gevallen tot gevolg dat het plan moet worden herzien. Herziening vindt plaats door opnieuw te plannen, d.w.z. d.m.v. het doorlopen van alle fasen van de planning-cyclus. Bijsturen is dan niet het geval. Sturen is er juist op gericht om afwijkingen van uitvoer en norm direct en automatisch te corrigeren.
- 4 Plannen kan d.m.v. gegevensverwerking met een sequentieel toegankelijk massageheugen zonder tijdscharen. Sturen kan alleen met een direct toegankelijk massageheugen en tijdscharen.

Alhoewel er duidelijk verschillen bestaan tussen planning en sturen hebben beide ook raakpunten. Sturen is veelal niet mogelijk zonder planning, omdat de norm en de frequentie van meting ergens aan moeten worden ontleend.¹¹⁾ Het onderscheid tussen plannen en sturen is vooral van belang voor de analyse van de voorraadproblematiek, en wel om twee redenen:

- 1 De grootte en samenstelling van de goederenstroom wordt in de praktijk bepaald m.b.v. planningstechnieken. Dat betekent dat schattingen moeten worden gemaakt van exogene variabelen, bijv. de grootte van de te verwachten vraag, en dat daarna de niveaus van de endogene variabelen kunnen worden berekend. Voorraadmiveaus kunnen daarbij endogene variabelen en/of ook instrumentele variabelen zijn.¹²⁾ Indien tijdens de uitvoering van het plan blijkt dat de schatting van bepaalde exogene variabelen, in het bijzonder de vraag, onjuist is geweest zal dit resulteren in voorraadmiveaus die bij de planning niet zijn voorzien. Voorraden hebben dan ook de functie verstoringen, dat wil in dit geval zeggen afwijkingen tussen schatting en werkelijkheid, op te vangen. Deze twee functies van voorraden, nl. instrument bij de uitvoering van de produktie

⁹⁾ Steeds opnieuw blijkt dat het gebezigde onderscheid tussen planning en besturen bij economen verwarring wekt. Deze verwarring is waarschijnlijk een gevolg van de gebruikte terminologie. Besturen wordt in de bedrijfseconomie gebruikt in twee betekenissen, nl. in die van beheersen en in die van sturen. In de Angelsaksische literatuur ontmoet men hetzelfde probleem bij het gebruik van het woord „control”. Ook in het geval van beheersen wordt dikwijls gebruik gemaakt van het begrip terugkoppeling. Dit wekt echter verwarring. Terugkoppeling in deze laatste betekenis heeft in de praktische uitvoering niets uitstaande met hetzelfde begrip uit de cybernetica.

¹⁰⁾ Zie voor een uiteenzetting over de lengte van zeer kort en het feit dat de stabiliteit niet kan worden gehandhaafd, A. Bosman: *Systemen, planning, netwerken*, Leiden 1969, hfst. IV.

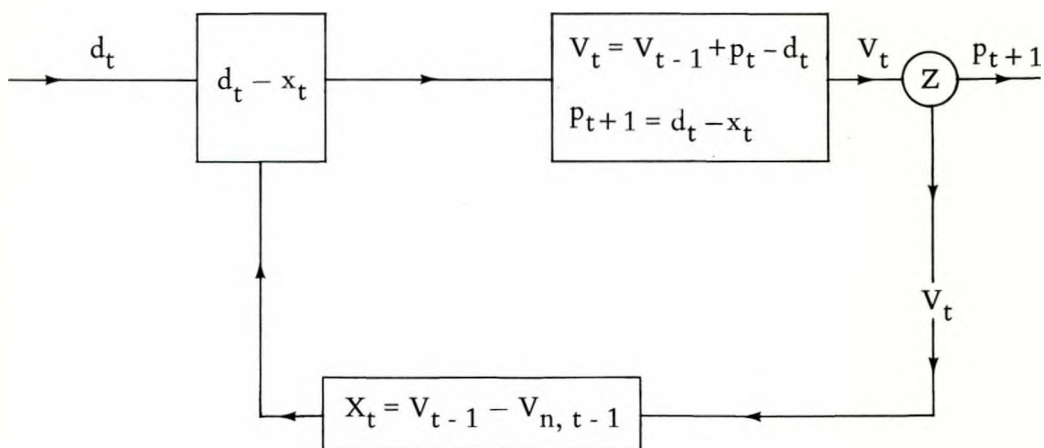
¹¹⁾ De frequentie van meting van de uitvoer vormt een probleem, omdat we aannemen dat het technisch onmogelijk en economisch onverantwoord zou zijn om continu te meten.

¹²⁾ Het begrip instrumentele variabele is niet gelijk aan dat van een endogene variabele. In het kader van een bepaald probleem kan een variabele als exogeen voor de oplossing van dat probleem worden beschouwd, terwijl deze wel door de organisatie kan worden beïnvloed.

en instrument voor het opvangen van verstoringen, moeten worden onderscheiden en gescheiden. Dit laatste voornamelijk zoals we in de volgende paragraaf zullen aantonen, omdat de wijze van benadering en berekening in beide gevallen van elkaar verschilt. We zullen de eerste functie de *niveaufunctie* en de andere de *reguleringsfunctie* van voorraden noemen. Het onderscheid tussen deze twee functies van voorraden is belangrijker dan dat gemaakt in paragraaf twee. Met name belangrijker indien we bij de benadering van de voorraadproblematiek uitgaan van het feit dat twee hiervoor reeds genoemde punten centraal behoren te staan. Deze punten zijn:

- a. De coördinatie van de beslissingsvariabelen in het distributiesysteem voor zover het in dit geval de bepaling van de grootte van de voorraden betreft.
- b. Het verschaffen van mogelijkheden om de voorraadniveaus te beheersen.

- 2 Juist in verband met het beheersen moet er nadrukkelijk op worden gewezen dat het onjuist is te veronderstellen dat de reguleringsfunctie van voorraden alleen zou kunnen worden uitgevoerd met behulp van sturen. Nog scherper gesteld, we zullen aantonen dat het zeer onwaarschijnlijk is dat deze functie ooit door sturen zal worden gerealiseerd. We beschouwen daarvoor figuur 2 waarin m.b.v. een terugkoppelingsregeling een relatie is gelegd tussen een produktieniveaubepaling en sturen.¹³⁾



figuur 2

¹³⁾ Zie ook: A. Bosman en H. G. Werkema: „Produktieplanning en productiebesturing”, *Maandblad voor Bedrijfsadministratie en organisatie*, jrg. 69 (1965), nr. 814.

De variabelen hebben de volgende betekenis.

d_t = de vraag gedurende periode t ,

p_t = de produktie gedurende periode t ,

V_t = de werkelijke voorraad aan het einde van periode t of aan het begin van periode $t + 1$,

$V_{n,t}$ = de normvoorraad voor periode t ,

x_t = het verschil tussen de werkelijke voorraad aan het einde van periode $t - 1$ en de normvoorraad voor die periode,

Z = het meetpunt, waar de grootte van de uitvoer wordt bepaald.

Veronderstel dat we het schema in figuur 2 interpreteren als een systeem voor sturen. De vraag die dan rijst is met welke frequentie wordt gemeten. Deze frequentie wordt bepaald door de lengte van t . Zou t kort zijn, om de gedachten te bepalen een halve of een hele dag, dan zou de produktie steeds aan het einde van t opnieuw moeten worden ingesteld. Zowel in het geval van de stukproduktie, als in het geval van de serie- of massaproduktie, is dat een onmogelijke opgave. Onmogelijk omdat het in het eerste geval geen enkele zin heeft de vraag over een dergelijke korte periode te meten, in de beide andere gevallen omdat we in strijd zouden komen met de uitkomsten van de planning, nl. de bepaling van de grootte van de serie en/of de indeling van de lopende banden. De daaruit voortvloeiende stagnatie zou zulke hoge kosten met zich meebrengen dat deze eventuele voordelen ver zouden overtreffen. Dat betekent dat de vraag over een langere periode moet worden geaggregeerd. Is dat echter het geval dan spelen andere factoren, zoals de beschikbare hoeveelheden der produktiefactoren, een belangrijke rol bij de bepaling van het produktieniveau. Niet aangenomen mag worden dat elke waarde van p dan kan worden gefabriceerd, zodat na de regeling, in figuur 2 beschreven, een planningprocedure zou moeten worden uitgevoerd. Daarmee is dan deze regeling een onderdeel geworden van deze planningprocedure, een onderdeel dat niet meer doet dan de relevante V_t bepalen. Uiteraard is dit een standaardonderdeel van elke planprocedure. In beide gevallen zijn we nog voorbij gegaan aan de vraag hoe de waarde van $V_{n,t}$ zou moeten worden bepaald. Sturen kan bij de produktie worden toegepast bij de regulering van de stromen der onderdelenfabricage in het geval van de stukproduktie. Andere toepassingen zijn, voor zover we nu kunnen overzien, niet erg waarschijnlijk.¹⁴) In het geval van de onderdelenfabricage is het niet waarschijnlijk dat voorraden grond- en hulpstoffen een belangrijke rol spelen.

Niettegenstaande deze negatieve uitkomst speelt de reguleringsfunctie van voorraden een belangrijke rol. Belangrijk omdat het duidelijk wijst op een van de meest zwakke plekken in het bestand aan technieken waarover we op dit moment beschikken. Deze zwakke plek is voornamelijk een gevolg van het feit dat het element van de coördinatie bij de planning veelal wordt

¹⁴) Zie voor een verdere uiteenzetting hierover, A. Bosman, *Systemen, planning, netwerken*, Leiden 1969.

verwaarloosd. Juist door het ontbreken van deze coördinatie is het niet mogelijk op de korte termijn maatregelen te treffen die het mogelijk maken overtollige voorraden op een andere manier te bestrijden dan ze gedurende een relatief lange periode overtollig te laten. Steeds weer blijkt dat een evenwicht tussen vraag en aanbod op een markt niet tot stand komt door prijsveranderingen, zoals de prijstheorie ons leert, maar door mutaties in voorraden op de korte termijn en door mutaties in hoeveelheden duurzame produktiefactoren op de langere termijn.¹⁵⁾ Dat betekent tweeërlei:

a. Organisaties moeten meer aandacht besteden aan de wijze waarop ze exogene variabelen schatten, omdat fouten daarin zich uiten via de restpost voorraden.

b. Meer aandacht moet worden geschonken aan het nemen van maatregelen om overtollige voorraden op te heffen. Hierbij is het vooral van belang dat men nagaat in hoeverre daarvoor veranderingen in de marktinstrumenten zouden kunnen worden gebruikt. De nu gehanteerde stelling dat de reguleringsfunctie van voorraden altijd moet lopen via de produktie achten wij in zijn algemeenheid onjuist. De stelling is niet bewezen, maar voornamelijk gepostuleerd uitgaande van het feit dat de mate van onzekerheid bij mutaties van marktinstrumenten zo groot is dat ze voor het reguleren van voorraden niet kunnen worden gebruikt. Dit is echter meer een stelling van zwakte, dan één die theoretisch is gefundeerd.

4 Niveau- en reguleringsfunctie van voorraden

Gezien de in de vorige paragraaf besproken inhoud van de niveau- en de reguleringsfunctie merkten we reeds op dat het streven een bepaalde voorraad aan te duiden met een bepaalde naam veelal zal leiden tot verwarring. Op een bepaald moment zal een voorraad beide functies vervullen, op een ander moment geen van beide. Het probleem is het juist aan te geven wanneer er van het ene of het andere moment sprake is.

Bij de bepaling van de juiste niveaus van voorraden zullen we er vooral naar streven, zoals reeds werd opgemerkt, het aspect van de coördinatie in de beschouwing te betrekken. Het gaat dan in het interne distributiesysteem om vragen van grootte van seizoenvoorraden en problemen van substitutie van voorraden door overwerk of het aantrekken van extra capaciteit door uitbesteding of aantrekken van tijdelijke capaciteit. In deze sfeer liggen ook problemen van ontkoppeling, in het bijzonder de vraag in hoeverre het de kosten waard is bepaalde delen van het produktieproces onafhankelijk van elkaar te kunnen reguleren. Naar ons idee wordt deze vraag dikwijls te snel in positieve zin beantwoord. Te snel, omdat men een bepaalde situatie met weinig of geen coördinatie als uitgangspunt van de redenering kiest. Uiteraard zal het weinig verbazing wekken, indien men in een dergelijke situatie voor onafhankelijkheid kiest. Onderzoek toont steeds opnieuw aan dat bij het ontbreken van een reguleringsfunctie bij het optreden van verstoringen in onafhankelijk

¹⁵⁾ Zie hiervoor o.a. A. A. Hirsch en M. C. Lovell: *Sales Anticipations and Inventory Behavior*, New York 1969.

van elkaar werkende sub-systemen, de voorraden de restpost vormen.¹⁶⁾ Deze conclusie ligt voor de hand omdat voorraden door hun niveauregeling per definitie de functie van restpost zullen overnemen.

Van essentieel belang voor de planning van voorraden, is het vinden van een evenwicht tussen de niveau- en de reguleringsfunctie. De optimale waarde van dit evenwicht ligt weer voor de hand. Dit houdt in dat men de reguleringsfunctie zoveel mogelijk reduceert en de niveaufunctie zo veel mogelijk beklemtoont. Wil men daar naar streven dan zal vooral veel aandacht moeten worden geschonken aan de methoden voor schatting van exogene variabelen, in het bijzonder de te verwachten vraag. Het is in dit artikel niet de plaats om uitgebreid in te gaan op de voor- en nadelen van bepaalde schattingsprocedures. Gegeven het belang van deze methoden voor het voorraadbeleid willen we er toch een enkele opmerking over maken. Men zou de methoden voor de schatting van de toekomstige vraag in twee groepen kunnen onderverdelen.

A. De eerste groep tracht een bepaald patroon te onderkennen in de reeks cijfers van de vraag in het verleden. Kent men dit patroon, dan kan dit worden gebruikt voor een vraagprojectie. Over het algemeen werken deze methoden slechts voor de korte periode.

B. De tweede groep tracht de variabelen te vinden die de grootte van de vraag bepalen. De resultaten van de toepassing van statistische technieken zijn pover en wekken voor de nabije toekomst weinig verwachtingen. Een oplossing voor dit probleem kan worden gezocht in het toepassen van simulatietechnieken bij het voorspellen van consumentengedrag. In het bijzonder door de simulatie van het gedrag van de potentiële kopers van de produkten van de betrokken onderneming.¹⁷⁾

De technieken van de tweede groep zijn vooral van belang voor de bepaling van de niveaufunctie van de voorraden. Gegeven het feit dat bij het geven van een inhoud aan deze functie ook de problematiek van seizoenvoorraden in de beschouwing moet worden betrokken, zal een periode van ten minste een jaar moeten worden geschat. Hoe dit het beste zou kunnen worden uitgevoerd, laten we verder buiten beschouwing, hoe belangrijk dat probleem in vele gevallen ook zal zijn. Dit buiten beschouwing laten is een gevolg van het feit dat het naar onze mening niet mogelijk is algemene uitspraken te doen over de methoden die het beste zouden functioneren. Deze uitspraak is in zijn algemeenheid niet mogelijk, omdat deze afhangt van een veelheid van factoren die van geval tot geval kunnen verschillen. Enkele van de belangrijkste van deze factoren zijn:

¹⁶⁾ Zie bijv. D. F. Boyd en H. J. Krasnow: „Economic Evaluation of Management Information Systems”, *IBM Systems Journal*, Vol 2 (1963), nr. 1, herdrukt in *Management Information Systems, Penguin modern management Readings*, 1971.

¹⁷⁾ Zie voor een overzicht van de toepassing van methoden voor het voorspellen van consumentengedrag: D. B. Montgomery en J. L. Urban: *Management Science in Marketing*, Englewood Cliffs 1969; voor een toepassing van econometrische methoden: R. E. Frank en W. F. Massy: *An Econometric Approach to a Marketing Decision Model*, MIT press 1971; voor een gedetailleerde beschrijving van de simulatie van consumentengedrag: J. F. Engel, O. T. Kollat en R. D. Blackwell: *Consumer Behavior*, New York 1968; A. E. Amstutz: *Computer Simulation of Competitive Market Response*, MIT press 1967.

- a. de vorm van de verdelingsfunctie van de vraag,
- b. de inhoud van de waardefunctie, deze zal vooral worden bepaald door de aard van de toepassing,
- c. de inhoud van de „marketing-mix”.¹⁸⁾

De schattingen op relatief lange termijn zouden op de volgende wijze kunnen worden gebruikt om de niveaufunctie van voorraden te berekenen. We gaan uit van een seizoengevoelige vraag. Het seizoenpatroon is gebonden aan de kwartaalindeling van een jaar. Per kwartaal wordt een minimum, een normale en een maximum vraag geschat. De inhoud van deze begrippen vereist een toelichting. De normale vraag is die omvang van de vraag die de onderneming wenst te verkopen, rekening houdende met kosten van „neen-verkopen” en kosten van overtollige voorraden. Over het algemeen worden alleen de kosten van „neen-verkopen” in de beschouwing betrokken. In ons geval willen we ook aandacht besteden aan de kosten van overtollige voorraden. Tot deze kosten kunnen worden gerekend die, welke voortvloeien uit de eventuele extra omstellingen in volgende perioden of de prijsreductie c.q. de additionele reclame die in een volgende periode moet worden gemaakt om de overtollige voorraden te kunnen afzetten. De minimum vraag is die omvang van de vraag die men, rekening houdende met de kosten van „neen-verkopen”, in elk geval wenst te produceren. De maximumvraag is die omvang van de vraag die men maximaal, rekening houdende met de kosten van overtollige voorraden, wenst te produceren. Bij deze drie vraagschattingen behoren twee voorraadniveaus, nl. het voorraadniveau één en twee. Het voorraadniveau één aan het begin van periode $t + 1$ is:

$$V_{1t+1} = V_{1t} + P_t - d_{tn} \quad V_{1t+1} \geq 0$$

Het voorraadniveau twee aan het begin van periode $t + 1$ is:

$$V_{2t+1} = V_{1t} + V_{2t} + P_t - d_{tn} - V_{1t+1} \quad V_{1t+1} \text{ en } V_{2t+1} \geq 0$$

We nemen aan dat één volgende kostenrelatie geldt, waarin:

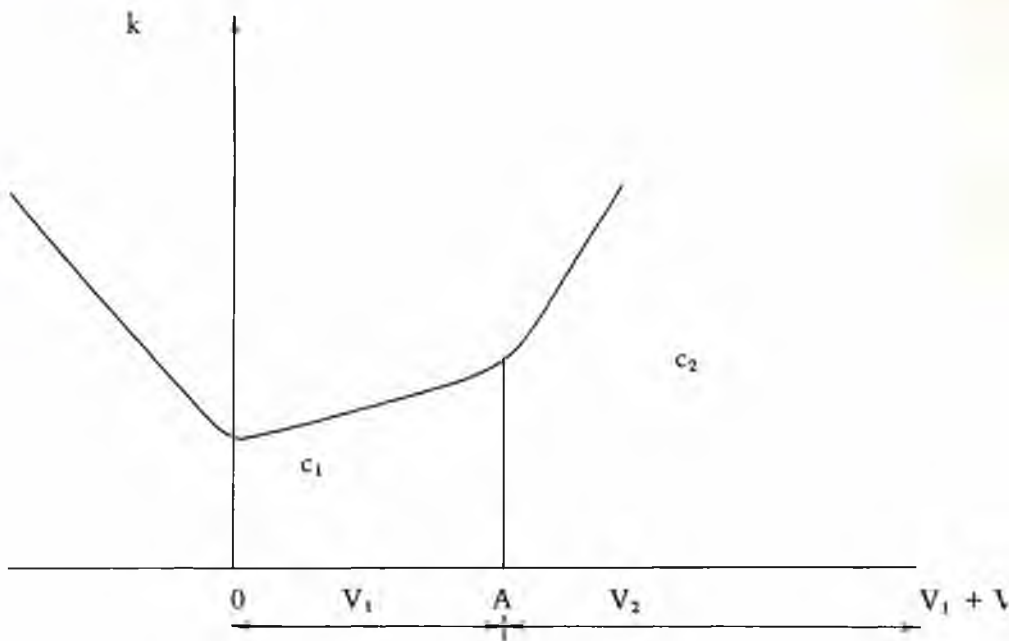
K = kosten van voorraadhouden per eenheid produkt per tijdsperiode,

p_t = de produktieomvang in periode t ,

d_t = de geschatte normale vraag in periode t .

De kosten van het voorraad houden per éénheid produkt per periode verschillen voor V_1 en V_2 , ze worden in figuur 3 weergegeven door respectievelijk C_1 en C_2 . De keuze van de grootte van de voorraden kan wat betreft de seizoenvoorraden, rekening houdende met de grootte van C_1 en C_2 , worden bepaald d.m.v. lineaire programmering. Er ontstaat dan een tableau waarin de vier kwartalen afzonderlijk worden vermeld, waarin het omstellen en de kosten daarvan kunnen worden weergegeven en waarin de mogelijkheid van overwerk kan worden opgenomen. Uiteraard bestaan er voor één of meer van

¹⁸⁾ Eén en ander neemt niet weg dat er meer onderzoek moet worden verricht naar de kwaliteiten van voorspellingsmethoden. Vooral van belang in dit verband is het antwoord op de vraag wanneer statistische en economische methoden moeten worden gebruikt en in welke gevallen men gebruik zou moeten maken van methoden voor het simuleren van consumentengedrag.



de aanwezige produktiefactoren beperkingen in de beschikbare hoeveelheden per periode. De besproken relaties zouden als volgt als variabelen kunnen worden opgenomen.

$$V_{1t} + V_{2t} + p_t \geq \hat{d}_t \text{ min}$$

$$V_{1t} + V_{2t} + p_t - V_{1t+1} \leq \hat{d}_{tn}$$

$$V_{1t} + V_{2t} + p_t - V_{1t+1} - V_{2t+1} \leq \hat{d}_t \text{ max}$$

$$V_{1t+1} \leq A_t$$

waarin:

$\hat{d}_t \text{ min}$ = de minimale vraag in periode t_1

$\hat{d}_t \text{ max}$ = de maximum vraag in periode t_1

A = het maximum van voorraad V_1 in periode t .

Uiteraard is het mogelijk het tableau uit te breiden met keuzevraagstukken die verband houden met de grootte van ontkoppelingsvoorraden.¹⁹⁾ Het voordeel van de zojuist geschetste benadering is, dat rekening wordt gehouden met de kosten verbonden aan extra voorraden. Het nadeel van deze methode is dat de gevolgen van verkeerde schattingen van exogene variabe-

¹⁹⁾ Volledigheidshalve wijzen we er op dat de kostencomponenten C_1 en C_2 , en dit geldt met name voor de laatste, van kwartaal tot kwartaal kunnen verschillen. Datzelfde geldt voor de grootte van A .

len, in dit geval in het bijzonder foutieve vraagschattingen, pas aan het einde van een periode, in ons geval een kwartaal blijken. Het is daarom gewenst na te gaan in hoeverre foutieve vraagschattingen reeds tussentijds, d.w.z. in een kwartaal, op hun gevolgen kunnen worden beoordeeld.

Voor het analyseren van de vraag op korte termijn zouden we gebruik kunnen maken van de eerste groep van methoden aan het begin van deze paragraaf genoemd. Eén van de bekendste van de methoden in het kader van de voorraadproblematiek is ongetwijfeld de „exponential smoothing” (e.s.)²⁰⁾ De e.s. is een berekening van een gewogen rekenkundig gemiddelde, waarbij als basisvergelijking dienst doet:

$$\hat{d}_{t+1} = \hat{d}_t + \alpha(d_t - \hat{d}_t)$$

waarin: $\hat{d}_{t+1}$ = de geschatte vraag voor periode $t+1$.

Het bezwaar van deze methode is dat er geen onderscheid kan worden gemaakt tussen systematische en toevallige oorzaken die de schattingsfout hebben veroorzaakt.²¹⁾ Dat betekent dat de regulering van voorraden grond- en hulpstoffen en halffabrikaten, problemen kan opleveren omdat er van periode tot periode verschillen optreden die een gevolg zijn van de uitkomsten van de planning. We zullen daarom de toepassing van de e.s. alleen beschouwen bij de analyse van fluctuaties van de vraag naar eindprodukten. We gaan uit van een gegeven levertijd (l), die wordt bepaald in het productieplan. Voorts nemen we aan dat we de afgezette hoeveelheden op bepaalde vaste momenten in de tijd analyseren, bijv. één maal in de 14 dagen. Men kan dan een schatting maken van het zgn. bestelpunt, en wel als volgt:

$$R_v = \hat{d}_{t+1} \times (1 + tw)$$

$$V_v = k \times Q_s \times \sqrt{(1 + tw)}$$

$$B = R_v + V_v$$

Waarin:

B = het bestelpunt,

tw = de waarnemingsperiode, in ons geval 14 dagen,

k = de zgn. veiligheidsfactor,

²⁰⁾ Zie voor een bespreking van deze methode: R. J. Brown: *Statistical Forecasting for Inventory Control*, New York 1959; E. J. F. van Winkel en D. J. Fraser: *Tijdreeksvoorspellingen en hun bewaking*, Alphen aan de Rijn 1970. Het merendeel van de door de leveranciers van rekenautomaten ontworpen applicatieprogrammatuur voor het beheer van voorraden maakt gebruik van één of andere variant van de methode der „exponential smoothing”. We noemen hier enkele van deze programma's, de keuze is willekeurig. Philips Inventory Control Techniques (PICT), publ. nr. 5122-991-06292, januari 1970, Apeldoorn;

Manufacturing Industry Inventory Control Systems, z.j., Univac International Division; *Impact-Inventory Management Program and Control Techniques*, I.B.M. *SCAN System for Inventory Management*, ICL 1966.

²¹⁾ Het onderscheid is belangrijk omdat de waarde van α ervan afhankelijk is. Immers indien de oorzaken toevallig zijn, kan een $=0$ worden gekozen, zijn ze systematisch dan zou $\alpha=1$ moeten worden gekozen. Het is mogelijk de waarde van α op grond van de grootte van de kans dat de oorzaken van de schattingsfout toevallig of systematisch zijn te laten vaststellen. Een voorbeeld daarvan is de methode die werd ontwikkeld door Dobben de Bruyn, zie Winkel en Fraser, t.a.p., en het programma PICT.

Q_s = de standaarddeviatie van de verdelingsfunctie der schattingsfouten.²²⁾

R_v = de roulerende voorraad,

V_v = de veiligheidsvoorraad.

Er wordt een bestelling geplaatst, indien $B < E$, waarin E = de economische voorraad. Indien we de grootte van k bepalen door de omvang van de normale vraag en l gelijk te stellen aan zes (aannemende dat een kwartaal zes perioden van 14 dagen omvat), dan zou B gelijk moeten zijn aan V_v . Indien B daarvan afwijkt, krijgen we een gegeven dat gebruikt kan worden om na te gaan in hoeverre bij de opstelling van het plan schattingsfouten in de vraag zijn gemaakt. Uiteraard zullen we niet op alle afwijkingen reageren met een verandering van het plan, terwijl verder mag worden aangenomen dat we niet op dezelfde wijze in alle perioden op negatieve en positieve afwijkingen zullen reageren. Noemen we een negatieve afwijking de situatie waarin $B < V_1$, dan zullen we in het algemeen pas reageren indien het verschil tussen V_1 en B een bepaalde regelgrens passeert. Indien $V_1 < B$ dan zullen we geneigd zijn, vooral indien we het kwartaal met de maximum vraag naderen, eerder te reageren. Anders gesteld de regelgrenzen zullen in het algemeen niet op gelijke afstanden van het evenwichtsniveau $B = V_1$ liggen.

Hoe we de regelgrens bepalen is een vraagstuk waaraan we in dit artikel verder geen aandacht willen schenken. Men zou daarvoor de standaarddeviatie van de som van de verdelingsfunctie der schattingsfouten kunnen nemen.

Tenslotte willen we nog op één vraagpunt wijzen, nl. de keuze van de lengte van de waarnemingsperiode tw. Deze keuze wordt mede bepaald door de interactie tussen reguleringsfunctie en niveaufunctie van voorraden. We merkten reeds op dat over deze interactie weinig of niets bekend is. Van belang in dit verband is derhalve dat een onderzoek wordt uitgevoerd, bijv. m.b.v. gevoeligheidsanalyse, hoe de relatie tussen deze twee functies ligt en hoe de waarnemingsperiode daarop van invloed is.²³⁾ Dit vraagstuk is een onderdeel van de problematiek die men ontmoet bij de opbouw van informatiesystemen. Wat we bij de opbouw van informatiesystemen trachten te bereiken, is het geven van een zodanige inhoud aan het begrip „management by exception” dat het proces van het onderkennen van uitzonderingen door een rekenautomaat kan worden uitgevoerd. Hiermee bereiken we besparingen niet alleen in de sfeer van de rekentijd, maar vooral in de veel kostbaarder analyse van de uitvoer als die door mensen moet worden verricht.²⁴⁾ Wagner heeft er enkele jaren geleden reeds op gewezen dat de gebruikelijke technie-

22) Voor de wijze van berekening, zie Brown, t.a.p., en Winkel en Frazer. Er zijn verschillende systemen mogelijk om de grootte van B te bepalen, zie R. N. van Hees en W. Monhemius: *Productiebesturing en Voorraadbeheer*, Deventer/Den Haag 1970.

23) Een dergelijk onderzoek is verricht door Boyd en Krasnow, t.a.p., zonder op de relatie tussen regulerings- en niveaufunctie van voorraden in te gaan.

24) Hierbij gaan we uit van de veronderstelling dat dat mogelijk is. Aan deze veronderstelling wordt dikwijls niet voldaan. Daarvoor kunnen in elk geval drie oorzaken worden genoemd. a. De uitvoer is dikwijls zo omvangrijk dat teveel tijd verloren gaat met het beschouwen van de gevallen die geen uitzondering zijn. b. De uitvoer komt dikwijls te laat, zodat geen maatregelen kunnen worden genomen. c. Diegene, die controleert kan niet bepalen wat de oorzaak van de afwijking is, terwijl hij voorts dikwijls niet weet welke maatregelen hij zou moeten nemen.

ken voor de beheersing van het proces in de organisatie, bijv. die van de budgettering, voor een benadering zoals zojuist genoemd geheel ongeschikt zijn.²⁵) Deze techniek werkt met geaggregeerde grootheden, die in vele gevallen tot strijdigheden kunnen leiden. Stel bijv. dat men een budget heeft voor de omvang van de voorraden en dat bij een analyse achteraf zou blijken dat dit budget te laag is, volgens de specificatie gevonden m.b.v. een beslissingstechniek die een optimale oplossing voor het productieplanningprobleem levert. Dat betekent dat ergens beslissingen zijn genomen die resulteren in een niet optimale oplossing. Op zichzelf is dit geen probleem. Wat wel een probleem is, is dat de budgettering niet aangeeft hoe de beslissingen dan wel moeten worden genomen. Immers aan de hand van het budget kan niet worden vastgesteld hoe dit over de verschillende artikelen moet worden verdeeld. Voorts is het evenmin mogelijk vast te stellen hoe de budgetten zich tussentijds zouden moeten wijzigen, als blijkt dat uit de foutieve schatting van exogene variabelen veranderingen in het plan ontstaan. Getracht is in het voorgaande een eerste stap te zetten in de richting van een mogelijke oplossing voor de problematiek van plannen en sturen. Een stap die gezet moet worden, wil men ooit in staat zijn aan het begrip informatiesysteem een andere inhoud te geven dan een louter gegevens registrerend systeem.

²⁵) H. M. Wagner: „Budgetary Control in Inventory Systems”, *Management Controls*, eds. C. P. Bonini, R. K. Jaedicke en H. M. Wagner, New York 1964.