NN 8201 110447 C

# INFORMATIESYSTEMEN EN HET BESTUREN VAN ONDERNEMINGEN

G.C.J.F. NIELEN

BIBLIOTHEEK
DER
NDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN.

I08201.447

NN08201,447

# STELLINGEN

*G. C. Nielen*
*13 juni 1969*

I

Bij besturingsorganen voor lagere modules vindt men vaak onbegrip ten opzichte van de voorschriften die uit hogere modules voortkomen. Dit onbegrip is structureel; het is te verklaren uit specialisatie en onvermogen om veel vreemde gebonden aspecten te overzien. Verstrekken van de juiste informatie zal dan ook slechts ten dele een oplossing geven.

GOULDNER A., Patterns of Industrial Bureaucracy, New York, 1954.
Dit proefschrift.

II

Drucker suggereert dat computertoepassing zal leiden tot een organisatiestructuur, die gefundeerd is op de 'logic of the work to be done' in plaats van op de 'absence of information'. Dit is een ontoelaatbare overdrijving: beide factoren beïnvloeden de organisatiestructuur, wellicht zal hun onderlinge verhouding door computertoepassing verschuiven.

DRUCKER P. F., The manager and the Moron,
International Management, November 1967.
Dit proefschrift.

III

De thans moderne middelen voor de communicatie tussen mens en computer (graphical display) voldoen nog lang niet aan de ergonomische eisen die we moeten stellen om tot 'conversatie' tussen mens en machine te geraken.

IV

Bij de ontwikkeling van de informatietechniek ontstaan hinderlijke vertragingen door het gebruik van termen die te snel van inhoud veranderen of die in wezen metaforisch zijn (Management Information System, Modulaire programmering, creativiteit van computers, total systems).

V

De term 'programmatuur' is bedoeld om het gedeelte van een programma aan te geven, dat complexe machinefuncties bestuurt. Het gebruik van 'programmatuur' als synoniem voor 'programmering' of 'programma' is af te raden.

VI

De 'managerial gap' die zich voordoet tussen de U.S.A. en West-Europa berust hoofdzakelijk op de conforme denktrant van de Amerikaanse zakenman.

SERVAN SCHREIBER J. J., Le défi Américan, Parijs, 1967.

VII

Het standaardiseren van programma's en zelfs van programmatuur kan voorlopig nog geen grote resultaten opleveren.

VIII

Het maken van prognoses ten behoeve van hoge modules is een taak die meer aandacht moet krijgen en hoger gewaardeerd moet worden.

IX

Als de Verrijzenis van Christus een fundamenteel geloofsgegeven is, dan dient in de prediking onze eigen persoonlijke verrijzenis onverhuld naar voren te worden gebracht. Dit in tegenstelling tot de behandeling hiervan in de Nieuwe Katechismus (pag. 551 e.v.).

De Nieuwe Katechismus, Hilversum, 1966.

X

Het studieprogramma van de Landbouwhogeschool biedt door zijn universeel karakter goede mogelijkheden voor een academische opleiding ten behoeve van vakgebieden die op het moment van studeren nog niet bestaan.

XI

Een omschrijving van het begrip 'toeval', die slechts onbekende en/of onbestuurbare aspecten ter sprake brengt, is onvolledig.

VAN LAER P. H. en DANKMEYER J., Betekenis van de termen 'toeval' en 'toevallig', Alg. Ned. Tijdschrift voor Wijsbegeerte en Psychologie, dec. 1965.

XII

Ter verbetering van de kwaliteit van een gazon kunnen verscheidene milieuverbeterende ingrepen dienen. Omspitten en opnieuw inzaaien zonder meer kan daar niet toe gerekend worden.

XIII

Tijdens het bieden bij het bridgespel is een zwak volgbod op tweede hand af te raden; dit in tegenstelling tot een zwak openingsbod op tweede hand.

NN 8201,447

# INFORMATIESYSTEMEN EN HET BESTUREN VAN ONDERNEMINGEN

**PROEFSCHRIFT**

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR
IN DE LANDBOUWWETENSCHAPPEN,
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS, DR. IR. F. HELLINGA,
HOOGLERAAR IN DE CULTUURTECHNIEK,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN VAN EEN COMMISSIE
UIT DE SENAAT VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG 13 JUNI 1969 TE 16.00 UUR

DOOR

**G. C. J. F. NIELEN**

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL

NAUTA + SEQUITUR ASTRA +

N. SAMSOM NV ALPHEN AAN DEN RIJN 1969

ISN = 104 681-03

Dit proefschrift met stellingen van
GERARDUS CHRISTIAAN JOHANNES FRANCISCUS NIELEN,
landbouwkundig ingenieur,
geboren te Haarlemmermeer, 20 april 1926,
is goedgekeurd door de promotoren dr. B. van Rootselaar,
hoogleraar in de wiskunde, aan de Landbouwhogeschool
en dr. M. Euwe, hoogleraar in de methodologie
van de automatische informatieverwerking
aan de Katholieke Hogeschool, te Tilburg.

De Rector Magnificus van de Landbouwhogeschool
F. Hellinga

Wageningen, 14 april 1969

BIBLIOTHEEK
DER
LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN.

*aan ir. M. Lopes Cardozo*

**INHOUDSOPGAVE**


0 Inleiding blz. 1

1 Besturing 3
1.0.0 inleiding 3
1.0.1 stadia in besturing 3
1.1 Gebeurtenissen, aspecten 4
1.1.1 gebeurtenissen 4
1.1.2 aspecten 4
1.1.3 samenhang van aspecten 5
1.1.4 complexe besturing 5
1.2 Modules 7
1.2.1 verschillende modules 7
1.2.2 eigen aspecten, vreemde aspecten 7
1.2.3 autarkische aspecten, vreemde gebonden aspecten 9
1.3 Besturende instanties 10
1.4 Gegevens rond een module 11
1.4.1 besluit 11
1.4.2 plan 12
1.4.3 protoplan 13
1.4.4 oriëntatie 13
1.4.5 prognose 14
1.4.6 extrapolatie 14
1.4.7 betrouwbaarheid van oriëntaties, extrapolaties 14
1.4.8 rapporten 15
1.4.9 statuut 15
1.5 Activiteit rond een module 17
1.5.1 planning 17
1.5.2 de implementatie van een besluit 19
1.6 Het tijdelement 20
1.6.1 de planningtijd en de termijn van een module 21
1.6.2 analyse van de termijn van een module 23

2 Besturingsstructuur 26
2.1 De doelmatigheid van een besturingsstructuur 26
2.1.1 economie 28
2.1.2 compleetheid 28
2.1.3 consistentie 28
2.1.4 besturend vermogen 29
2.1.5 het opvoeren van het vermogen per module 30
2.2 Het vormen van modules 31
2.2.1 de capaciteit van een besturingsorgaan 32
2.2.2 de toe te wijzen aspecten 33
2.2.3 centralisatie en decentralisatie 34
2.2.4 het splitsen en samenvoegen van modules 36
2.2.5 het toewijzen van aspecten aan modules 37
2.3 Relaties in de structuur 41
2.3.1 hogere en lagere modules 41
2.3.2 superieure plannen 41
2.3.3 dominantie 43
2.4 Een piramidale besturingsstructuur 45
2.4.1 niveaus van modules 45
2.4.2 meerdimensionale structuur 46
2.4.3 horizontale – verticale relaties 47

3 Gegevensverwerking en de betekenis van computers 49
3.1 Gegevensverwerking 49
3.2 Informatiesystemen 50
3.3 De ervaring van een informatiesysteem 52
3.3.1 bestanden 53
3.3.2 modellen 54
3.3.3 procedures 55
3.3.4 modificeerbare systemen 58
3.4 Besturingssystemen 60
3.5 Wiskundige beschrijving van systemen 61
3.5.1 notatie 61
3.5.2 passief stationair systeem 62
3.5.3 actief systeem 63
3.5.4 deelsystemen, doorsnede, vereniging 63
3.5.5 niet stationaire systemen 64
3.6 Mechanisatie, computers 64
3.6.1 stuurtijd van een systeem 64
3.6.2 mechanisatie 65
3.6.3 de computer 65
3.6.4 de programmeerbaarheid van procedures 68
3.7 Mens-machine systemen 70

4 Versnelling van gegevensverwerking 73
4.1 Geïsoleerde systemen 74
4.2 Standaardisatie 77
4.3 Integratie van systemen 79
4.3.0 vereniging van systemen 79
4.3.1 modulesystemen 80
4.3.2 geïntegreerde systemen 81
4.3.3 rapportering 83
4.3.4 communicatie 85
4.3.5 extrapolatie 86
4.3.6 prognoses, protoplannen, statuut, analyses 87
4.3.7 opslag van ervaring 89
4.3.8 geïntegreerde bestuurlijke informatiesystemen 90
4.4 Mechanisatie 92
4.5 Een gemechaniseerd, geïntegreerd systeem van besturing 96
4.5.1 de computer 97
4.5.2 de geheugenorganisatie 101
4.5.3 de procedures 105

Samenvatting 108

Summary 112

Literatuur 116

# 0. INLEIDING

Het vak informatietechniek is nog zo jong, dat er weinig bezonken opinies bestaan over de invloed van informatietechniek op het functioneren van organisaties. Dit uit zich in het onbeantwoord blijven van belangrijke vragen als: wat zou men met machines als computers kunnen doen in een bedrijf; zal de hele bedrijfsleiding vervangen worden door één man-met-een-knop en dergelijke.
Bij velen leeft de overtuiging dat de invloed van de computer op de manier waarop wij onze ondernemingen besturen zeer groot zal zijn, maar zij tasten in het duister omtrent de kwantiteit van deze invloed en omtrent de vorm die hij aan zal nemen.
De mogelijkheden met computers zijn onduidelijk, zolang we ons baseren op de computers en informatiesystemen van vandaag en op de opvattingen over besturingsorganisaties zoals die vandaag bestaan.

Bij het bestuderen van de plaats van een computer in de bestuurlijke gegevensverwerking is het dan ook nodig gebleken een nieuw begrippenstelsel op te bouwen om organisaties te beschrijven; evenzo om informatiesystemen en computers te definiëren op een manier die toelaat hun invloed op besturingsorganisaties te behandelen.
Het in hoofdstuk 1 ontwikkelde begrippenstelsel omtrent besturingsorganisatie is gekenmerkt door de omstandigheid, dat de activiteit van besturingsorganen beschreven wordt in termen van het verwerken van gegevens. Vrijwel alles wat er in een besturingsorganisatie gebeurt is tenslotte gegevensverwerking van een of andere soort; wij definiëren en detailleren nu besturing zelf als gegevensverwerking.

Het beeld van een besturingsstructuur, zoals dat uit het gezichtspunt van gegevensverwerking naar voren komt, is – zij het door het ontbreken van de menselijke aspecten, zoals motivatie, doelstelling en inspiratie wat dor – goed bruikbaar als basis voor beschouwingen omtrent computertoepassing.
Het doelmatiger maken van een dergelijke besturingsstructuur hebben we namelijk kunnen formuleren in termen van reorganisatie enerzijds en verbetering

en versnelling in informatietechniek anderzijds.
In hoofdstuk 2 worden de besturingsstructuur, de doelmatigheid ervan en enkele factoren, die invloed hebben op die doelmatigheid, besproken. De studie omtrent versnelling en verbetering van de gegevensverwerking met behulp van computers raakt gemakkelijk verzeild in de problemen die vandaag de toepassing van computers omringen. Deze problemen zijn nochtans van zo voorbijgaande aard (snelle technische ontwikkeling, grote prijsdaling), dat de oplossing ervan geen algemene geldigheid belooft te hebben.
Wij hebben deze moeilijkheden willen vermijden en kwamen daardoor voor de noodzaak te staan gegevensverwerking en de rol van de computer te beschrijven op een functionele wijze. In hoofdstuk 3 wordt dan ook een aantal begrippen uit de gegevensverwerking ontwikkeld, die – hoe primitief ook – toestaan de rol van de computer te beschrijven in termen van een van zijn functies.
Het blijkt mogelijk te zijn de betekenis van de computer te verbinden aan het begrip dat wij hebben over de manier van doen, oftewel de procedures bij het verwerken van gegevens.
Bovendien hebben wij een aantal begrippen uit de gegevensverwerking zodanig wiskundig kunnen formuleren, dat algebraïsche bewerkingen met informatiesystemen mogelijk blijken. Uit deze wiskundige afleidingen komen weer resultaten naar voren, die een praktische interpretatie hebben.
In hoofdstuk 4 bereiken we dan ook – zij het na wat omzwervingen langs andere mogelijkheden om de gegevensverwerking te versnellen – de conclusie, dat de computer in principe alle goed beschrijfbare gegevensverwerking in een besturingsorganisatie zal kunnen overnemen. Dit geeft aanleiding tot de praktische vraag, aan welke eisen een dergelijke computer zal moeten voldoen en hoe de gang van zaken dan zal zijn.
De invloed van de computer op de besturingsstructuur blijkt te bestaan in het concentreren van de nog onbekende problemen op de mensen in de besturingsorganisatie; in het drastisch versnellen van de rapportering en de analyse van gegevens die welbekende zaken betreffen; en ten slotte in het kunnen hanteren van ingewikkelde procedures en modellen voor het maken van prognoses met een hoge kwaliteit.
Dit zal leiden tot een mens-machine-systeem met een macht van besturing, die veel groter is dan die van de huidige besturingssystemen. Wij geloven niet te overdrijven als we beweren, dat het vermogen om te besturen door de samenwerking van mens en computer drastisch zal toenemen. Dat wil zeggen, dat we onze ondernemingen óf veel groter kunnen maken met behoud van de bestaande bestuurbaarheid, óf veel sneller kunnen laten reageren op de wereld om ons heen.

# 1. BESTURING

1.0.0 Om zijn doel te bereiken probeert de mens gebeurtenissen te beïnvloeden; hij tracht een toestand te scheppen, die naar zijn mening het doel zo dicht mogelijk benadert. In deze studie willen we ons bezighouden met 'besturen' in de zin van 'iets een richting geven' zonder ons af te vragen, op welke gronden een doel gesteld wordt en *welk* doel er precies gesteld wordt.

Veel auteurs (ANSOFF, ANTHONY, SIMON 1961) hebben zich beziggehouden met de doelstelling van mensen en ondernemingen en met de criteria omtrent het genoegzaam bereikt zijn van het doel.
Wij willen de aanwezigheid van doel en van criteria veronderstellen en ons uitsluitend richten op de activiteiten, die een begintoestand doen overgaan in een toestand, die volgens de criteria voldoende dicht bij het gestelde doel ligt.

In de literatuur worden vaak doelstelling en besturing verward of men beschouwt doelstelling als eerste fase van besturing. Dit lijkt ons onjuist. Hoewel de mens geneigd is zijn doelstellingen te laten beïnvloeden door de stuurmogelijkheden is het voor een strakke discussie nuttig aan te nemen, dat in een organisatie een doel gesteld moet worden met voorbijgaan van de eventuele directe bereikbaarheid. Het is de eindtoestand, die direct bereikbaar moet schijnen, niet het doel.

VAN DUSSELDORP wijst er in zijn dissertatie op dat de gewenste toestand (door hem doelstelling genoemd) in de loop van het besturingsproces veranderen kan. Het is dus niet zeker, dat een in het begin bereikbaar lijkende toestand gerealiseerd wordt; de werkelijke eindtoestand kan dichter bij of verder van het doel af liggen.

1.0.1 De bezigheid 'besturen' in de tijd beschouwd, geeft aanleiding tot het onderscheiden van enkele stadia:
- een initiatiestadium, waarin de kennis omtrent de gewenste richting en vermoedens omtrent stuurmogelijkheden leiden tot een wens;
- een informatiestadium, waarin gegevens worden verzameld en verwerkt

en waarin ook een besluit tot stand komt (het plan);
- een planstadium, waarin het plan op uitvoerbaarheid wordt getoetst;
- een implementatiestadium, waarin het plan tot uitvoering gebracht. wordt

Het bestaan van een planstadium roept de vraag op waarom er tijd moet verlopen tussen het nemen van een besluit en het implementeren van dat besluit. De aanwezigheid van nog niet in uitvoering genomen besluiten en de duur van het planstadium worden in het volgende verklaard uit de veelzijdigheid van de te besturen gebeurtenissen.

## 1.1 Gebeurtenissen, aspecten

1.1.1 Het woord gebeurtenissen willen we gebruiken voor alle veranderingen die zich in de werkelijke wereld voltrekken. In het bijzonder echter richten we ons op de gebeurtenissen die in en om een industriële onderneming bepalend zijn voor het succes van zo'n onderneming. Dus de ontwikkeling, fabricage en verkoop van produkten. Ter illustratie zullen we evenwel soms het bouwen van een fabriek of een huis aanhalen, om een algemeen begeleidend voorbeeld te hebben.
Verandering is te omschrijven als het niet handhaven van een 'toestand'. Het begrip toestand staat dus voor een momentopname: één concrete realisatie in een overigens dynamisch gebeuren.

> De overgang van een (begin)toestand naar een andere (eind)toestand heet een gebeurtenis.

Er zijn eenvoudige gebeurtenissen (het openen van een kraan) en gecompliceerde gebeurtenissen (het bouwen van een fabriek). Sommige laten zich exact beschrijven, andere zijn moeilijk in begrippen te vangen en vertonen veel, verschillende aspecten.

1.1.2 Het woord 'aspecten' staat voor een abstractie met betrekking tot een of meer kwaliteiten van een toestand of gebeurtenis. Toestanden kunnen als aspecten hebben: vorm, kleur, ruimte, ligging, chemische samenstelling, sterkte, voedingswaarde, gewicht etc. etc.
Gebeurtenissen hebben als aspecten: economie, tijdsduur, gereedschap, kapitaalinvestering etc. etc.

Wij voeren het begrip *aspect* in voor de verzameling waarden die een variabele kan aannemen. Het aspect 'kleur' bevat bijvoorbeeld de waarden: rood,

wit, blauw etc.; het aspect 'vorm' bijvoorbeeld: vierkant, rond, driehoekig etc. Onder het besturen van een aspect verstaan we dan het kiezen van één van de waarden binnen het aspect. We zullen dit de realisatie R(a) van het aspect a noemen.

De verzameling van alle aspecten, die we op een gegeven tijdstip (bijvoorbeeld met betrekking tot een onderneming) in beschouwing nemen, zullen we aanduiden met A. Hieronder vallen niet alleen de bestuurde aspecten, maar ook de aspecten die we moeten of willen overlaten aan het toeval.

1.1.3 Aspecten van een gebeurtenis of een toestand kunnen onafhankelijk van elkaar zijn, dan wel elkaar beïnvloeden. Wanneer we twee aspecten van een zelfde toestand beschouwen limiteert de vaststelling van één aspect soms de keuze met betrekking tot het andere.
(Bijvoorbeeld: het materiaal waarvan we een voorwerp zullen maken beperkt meestal de keus van de kleur.)

Hiertoe nemen we een beperkingsrelatie B op A aan, met dien verstande dat aBb voorstelt: de beperking in de keus van b veroorzaakt door het kiezen van een realisatie van a.
Deze beperkingsrelatie is een graduele; de keus van b kan veel of weinig afnemen. We zullen echter slechts 2 gevallen onderscheiden:

> aBb = 0 wil zeggen: de keus van b wordt niet beperkt door het kiezen van een realisatie van a;
>
> aBb $\neq$ 0 wil zeggen: de keus van b kan worden beperkt door het kiezen van een realisatie van a.

De beperkingsrelatie B is niet zonder meer omkeerbaar. Men kan zich voorstellen, dat het kiezen van een materiaal wel de keus in kleur beperkt, terwijl het kiezen van een kleur niet de materiaalkeuze beperkt.
De hoeveelheid door een aspect a beperkte aspecten wordt door zoveel omstandigheden (technologie, fysische samenhangen, economische samenhangen, schaarste) bepaald, dat wij slechts kunnen opmerken dat er een grote variatie in deze hoeveelheid verwacht moet worden.

1.1.4 Onder het besturen van een gebeurtenis of een toestand verstaan we in het algemeen het zodanig beïnvloeden van de gebeurtenis dat er een gewenste eindtoestand ontstaat. Dit besturen is onder meer een functie van de doelstelling en van de beschikbare gegevens.

We zullen in deze paragraaf het begrip besturingsfunctie hanteren, maar ons voorlopig distantiëren van de vorm, die zo'n functie heeft. Als bijvoorbeeld een te bouwen huis een zekere netto-inhoud moet hebben, kunnen we in het midden laten *hoe* deze netto-inhoud gerealiseerd wordt; ons interesseert alleen, dat er gebeurtenissen plaatsvinden die ertoe leiden, dat het huis een bepaalde netto-inhoud heeft.

We willen afzien van de mogelijkheid, dat elke besturingsfunctie één aspect bestuurt; het lijkt nuttiger en realistisch aan te nemen, dat een besturingsfunctie een aantal (meestal verwante en gecorreleerde) aspecten betreft. Zo zal de besturingsfunctie die de netto-inhoud van een huis betreft ook de vorm en de indeling betreffen en wellicht ook de ligging (architect-functie).

We willen derhalve verzamelingen van aspecten onderkennen die gekenmerkt worden door het bestaan van één besturingsfunctie per verzameling. We zullen deze deelverzamelingen van A *modules* noemen. Binnen elke module onderkennen we dan nog een deelverzameling EM waarop de besturingsfunctie werkt.

Een besturingsfunctie voor een aantal aspecten moet worden uitgeoefend op een plaats en een tijdstip, waarop de betrokken aspecten als één geheel kunnen worden overzien.

Veel gebeurtenissen, waarop wij ons in de industriële onderneming richten, zijn echter zó gecompliceerd dat ze niet op één punt binnen redelijke tijd te overzien zijn. Als voorbeeld: de bouw van een fabriek omvat aspecten van capaciteit, ontwerp, gereedschap, materiaal, personeel die alle een specialistische zienswijze vragen om te worden bestuurd; het besturen van al deze aspecten vanuit één punt zou te lang duren (vgl. 2.2.4).

Uiteraard is het 'binnen redelijke tijd te overzien zijn' van een gebeurtenis ook bepaald door de capaciteit van de besturende instantie. Een bepaalde gebeurtenis zal wellicht door de ene instantie wel en door een andere niet kunnen worden overzien of wellicht door de ene snel en door de andere langzaam.

Het is niet uit te sluiten, dat de besturende capaciteit van de mens door de moderne gegevensverwerkende hulpmiddelen zodanig zal worden opgevoerd, dat er geen complexe besturingssituaties meer voorkomen; elke gebeurtenis zou dan vanuit één instantie in zijn geheel kunnen worden overzien.

We willen ons echter op het standpunt stellen dat er steeds nieuwe doelstellingen

en steeds nieuwe criteria zullen komen. Hiermee sluiten we aan bij de gedachten van SCHUMPETER, die het ondernemerschap definieert als het vinden van nieuwe combinaties. De gedurige veranderingen in doelstelling, criteria en bovendien de veranderingen in de toestand (door toeval veroorzaakt) zijn telkens onoverzichtelijke of zelfs onbekende gebeurtenissen.

We bestuderen in het vervolg slechts de situaties, waarin de gebeurtenis niet door één besturende instantie kan worden overzien, m.a.w. er is een aantal besturingsfuncties en daarmede eenzelfde aantal modules.

## 1.2 Modules

1.2.1 Waar niet alle aspecten van een gebeurtenis vanuit één instantie kunnen worden overzien, zullen de aspecten gegroepeerd worden tot verzamelingen oftewel tot modules, die wel door één instantie kunnen worden overzien.

Een module is niet de taak van één afdeling of één persoon; juist om de associatie met afdelingen en individuele taken te vermijden is de term module gekozen. De kern van de definitie ligt in de ene besturingsfunctie: het in één besluit rekening houden met een aantal aspecten; het publiceren van een plan, waarin deze aspecten in hun onderling verband werden overzien.

Modules kunnen van elkaar onderscheiden worden in de zin, dat twee besturende instanties in dezelfde tijd verschillende modules besturen, maar ook in de zin dat één instantie achtereenvolgens verschillende modules bestuurt. In het laatste geval kunnen twee modules door dezelfde personen, hulpmiddelen en machines bestuurd worden zonder ieder hun identiteit als module te verliezen.

Zo is met betrekking tot het bouwen van een fabriek 'de architectuur' een module. Deze module wordt niet bestuurd door één persoon en wellicht ook niet gedurende de hele bouwtijd van de fabriek. Bovendien is het niet in deze module alleen dat het bouwen van de fabriek bestuurd wordt; de netto vloeroppervlakte bijvoorbeeld wordt geregeld door de opdrachtgever, het aantrekken van hulpmateriaal door de aannemer etc. etc.

1.2.2 De omstandigheid dat er in besturing sprake kan zijn van meer dan één module geeft aanleiding de te besturen aspecten naar het gezichtspunt van één module te klasseren in twee categorieën (vgl. fig. 1.2.2).

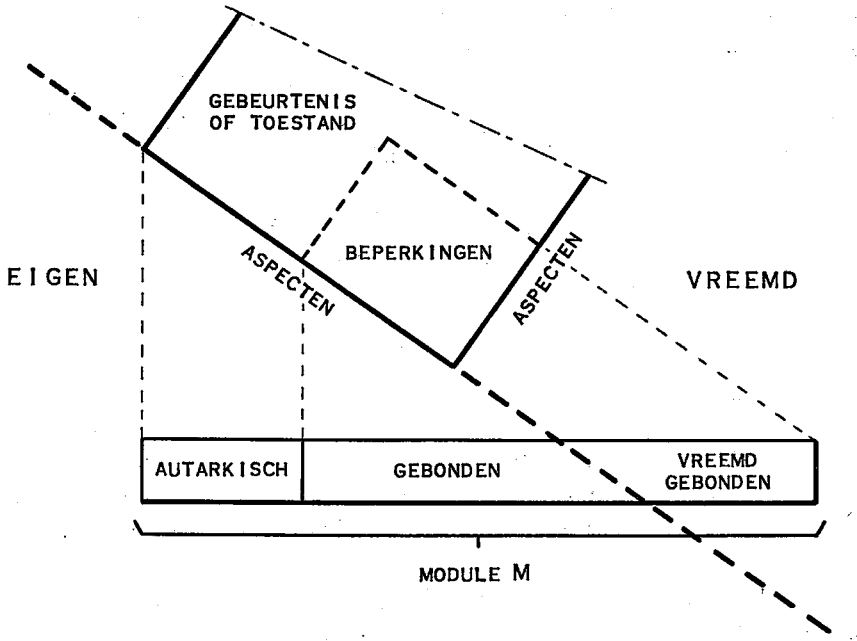



FIG.1.2.2 ASPECTEN VAN MODULE M

We willen namelijk onderscheid maken tussen de aspecten die in een module M worden bestuurd en alle andere aspecten.

> Aspecten, die tot M behoren en die gezamenlijk bestuurd worden, heten *eigen aspecten* van M; ze worden aangeduid als EM.

Alle andere aspecten (bestuurd in andere modules of in het geheel niet bestuurd) willen we aanduiden als vreemde aspecten.

> Aspecten die niet in EM bestuurd worden heten *vreemde aspecten* van M; ze worden aangeduid als VM.

Zo is de financiering van een huis een voor de architectuur vreemd aspect evenzeer als de barometerstand ten tijde van het bouwen. Het is niet uit te sluiten, dat een aspect zowel tot de eigen als tot de vreemde aspecten van M behoort; het wordt dan namelijk op meer dan een plaats bestuurd. We willen de discussie omtrent deze mogelijkheid verplaatsen naar hoofdstuk 2 (decentralisatie 2.2.3) en ons voorlopig op het standpunt plaatsen, dat bij een besturen van één ge-

beurtenis elk aspect maar op één plaats gerealiseerd kan worden. VM is dan bedoeld als het complement van EM in A.

1.2.3 De aspecten van gecompliceerde gebeurtenissen vertonen een gamma van onderlinge afhankelijkheid. Sommige aspecten zijn vrijwel onafhankelijk van elkaar (de vorm van een gebouw en de netto-inhoud); andere zijn in hoge mate afhankelijk (de vorm van het gebouw en de vereiste verwarmingscapaciteit).

Deze beperkingsrelaties tussen de aspecten van een gecompliceerde gebeurtenis veroorzaken een moeilijkheid bij het groeperen van aspecten tot modules. Het streven is weliswaar gericht op het concentreren van gecorreleerde aspecten in één module (vgl. 2.2.4), maar waar dat niet lukt, worden modules van elkaar afhankelijk in de zin dat besluiten voor de ene de vrijheid in de besturing van de andere belemmeren.
Zo zal de ontwerper van een elektrisch apparaat er bijvoorbeeld op moeten rekenen, dat er tijdens de ontwikkelperiode nieuwe onderdelen ter beschikking komen.
Een advertentiecampagne moet samenvallen met hoge activiteit in de distributie van het geadverteerde produkt.

Er zijn derhalve binnen de eigen aspecten van een module nog een tweetal deelverzamelingen te onderscheiden met betrekking tot beperkingsrelaties.

Eigen aspecten van M die geen beperkingen veroorzaken in vreemde aspecten van M en ook niet worden beperkt door vreemde aspecten van M heten *autarkische* aspecten van M; ze worden aangeduid als AM.

$a \in AM$, als $a \in EM$ en $bBa = 0$ en
$aBb = 0$ voor alle $b \in VM$.

Autarkische aspecten kunnen wel elkaar beperken. Ze worden dan – in hun afhankelijkheid – gezamenlijk bestuurd.

Aspecten, die in M bestuurd worden, kunnen beperkt zijn door vreemde aspecten en/of vreemde aspecten beperken. We noemen deze categorie: *gebonden* aspecten van M, genoteerd als GM.

$a \in GM$ als $a \in EM$ en als $aBb \neq 0$
of $bBa \neq 0$ voor enig aspect $b \in VM$.

Binnen de gebonden aspecten zullen we nog onderscheid maken tussen beper-

kende aspecten en beperkte aspecten; een formele definitie daarvan lijkt niet nodig.

Interessant zijn ook de aspecten die niet in M bestuurd worden, maar wel met de in M bestuurde aspecten een beperkingsrelatie hebben. We noemen ze *vreemde gebonden* aspecten van M en noteren VGM.

$a \in VGM$ als $a \in VM$ en $aBb \neq 0$ of
$bBa \neq 0$ voor enige $b \in EM$.

De vreemde gebonden aspecten zullen worden beschouwd als te behoren tot de module; hoewel ze daar niet bestuurd worden, is hun invloed op de besturing van een module zeer groot.
Een module M omvat aldus EM waarvoor de besturing geldt en VGM waarvoor die niet geldt. (Modules die geen VGM bevatten, zullen we buiten beschouwing laten.)

$$M = EM \cup VGM.$$

Hoewel elke module nu per definitie vreemde gebonden aspecten omvat zullen er toch paren modules bestaan, die niets met elkaar te maken hebben ofwel onafhankelijk van elkaar zijn.

$M_1$ heet onafhankelijk van $M_2$ als $VGM_1 \cap GM_2$ leeg is, d.w.z. geen aspecten bevat. ($VGM_1 \cap GM_2 = VGM_2 \cap GM_1$).

Wanneer twee modules wel met elkaar te maken krijgen, zullen we ze afhankelijk of verbonden noemen.

## 1.3 Besturende instanties

Besturen houdt in, dat er gekozen wordt uit verschillende alternatieven. Deze keuze kan geprogrammeerd zijn (SIMON 1960) of gebaseerd zijn op een vrijheid, die voortkomt uit onbekendheid met of afwezigheid van regels die de gebeurtenissen beheersen.
Zo is rechts houden in het Nederlandse wegverkeer tegenwoordig een geprogrammeerde keuze; in de 18e eeuw was het wellicht een vrije keuze. (De individuele keuze om thans toch links te houden is een vorm van vrijheid, die in deze studie niet te pas komt.)

Wij wensen ons voorlopig te richten op die vormen van besturing, waarin althans enige mate van vrijheid aangetroffen wordt. Het besturen in complete bekendheid met de betrokken regels kan namelijk als een simpele vorm van besturen worden opgevat.

Hiertoe onderscheiden we besturingsfuncties, die ondubbelzinnig beschrijfbaar zijn (programmeerbaar, vgl. 3.6.4) en functies die dat niet zijn.

Onder een *besturingsorgaan* zullen we verstaan: een besturende instantie die een module volgens niet geheel geprogrammeerde regels bestuurt.

Onder *uitvoerend orgaan* verstaan we: een besturende instantie die een module volgens geheel geprogrammeerde regels bestuurt.

We maken dit onderscheid, omdat programmeerbare besturingsfuncties in aanmerking komen voor mechanisatie (alle machines zijn uitvoerende organen), terwijl de andere besturingsfuncties de aanwezigheid van de mens in het besturingsorgaan noodzakelijk maken.

In aansluiting op de ideeën van JAQUES willen we namelijk vaststellen, dat de mens in staat is onbeschrijfbare besturingsfuncties te realiseren en zelfs node fungeert in een ondubbelzinnig beschreven besturingsactiviteit.

Indien besturende instanties hun vrijheid uitsluitend benutten voor het besturen van autarkische aspecten, behoeven ze geen plannen te maken. Daarom worden ze door sommigen opgevat als uitvoerend organen. Wij zullen ze tot de besturingsorganen rekenen vanwege de onprogrammeerbaarheid.

## 1.4 Gegevens rond één module

Het besturen van gebeurtenissen heeft plaats op grond van gegevens. Deze gegevens beschrijven de doelstelling, de begintoestand, de gebeurtenissen, de plannen van anderen en dergelijke. We willen nu nagaan, welke soorten gegevens bij de besturing van een module gebruikt worden.

1.4.1 De aanwezigheid van VGM en GM in een module houdt in, dat de vrijheid van het besturingsorgaan van die module van buitenaf belemmerd kan worden en ook dat hijzelf elders vrijheid kan beperken. Om eventuele tegenstrijdigheden met betrekking tot de besturing van de betrokken gebeurtenis op te sporen is daarom nodig, dat per module bekend is, welke acties zullen worden ondernomen.

> Een uitspraak, die voor een aangegeven tijdvak T een actie specificeert met betrekking tot een module M, heet een *besluit* van M.

Soms schijnt het alsof een besturingsorgaan zich slechts met enkele aspecten van zijn module tegelijk bemoeit; dit is echter niet het geval. Als de architect een besluit neemt m.b.t. de vorm van het gebouw heeft hij de andere aspecten van architectuur in dat besluit betrokken, ook al worden ze wellicht niet direct beinvloed.
We kunnen dus spreken van een besluit van M; besluiten voor deelverzamelingen van EM erkennen wij niet.

Het gelijktijdig bestaan van meer dan één besluit voor één bepaalde module en één bepaald tijdvak sluiten wij uit. Een besluit voor module $M_i$ en tijdvak $T_j$ zal in de plaats komen voor een mogelijk eerder genomen besluit voor $M_i$ en $T_j$ en niet daarnaast kunnen bestaan. Wel kunnen er meer besluiten van M zijn, maar die betreffen dan verschillende tijdvakken.
Het tijdstip of tijdvak, waarop of waarin de actie zal worden uitgevoerd wordt vaak impliciet gegeven of in vage termen gesteld. Een besluit wordt echter pas bruikbaar als het op een tijdstip of een tijdvak van actie betrokken wordt. Het is namelijk vaak juist het tijdvak, waarin een actie plaatsvindt, dat de correlatie met andere aspecten veroorzaakt. We zijn geïnteresseerd in het verschil tussen het besluit: 'We gaan het betonskelet storten over 3 jaar' en het besluit: 'We gaan het betonskelet storten op aanstaande woensdag'.

1.4.2 Het besturingsorgaan, dat de eigen aspecten van een module M bestuurt, moet zijn besluiten toetsen op uitvoerbaarheid met betrekking tot de genomen besluiten van instanties die zijn VGM besturen en waarvan M dus afhankelijk is. Er moet communicatie tot stand komen tussen de besturingsorganen van alle modules die de vrijheid van M beperken en het besturingsorgaan van M, maar evenzeer tussen het besturingsorgaan van M en alle besturingsorganen van de van M afhankelijke modules.
Daartoe zal elk besturingsorgaan zijn besluiten met betrekking tot gebonden aspecten op een begrijpelijke wijze moeten doorgeven. Deze formeel vastgelegde besluiten zullen we plannen noemen.

> Een formeel vastgelegd besluit van M omtrent de gebonden aspecten van M heet een *plan* van M.

Dat een plan alleen gebonden aspecten bevat komt voort uit de omstandigheid dat met de autarkische aspecten van M geen enkel ander besturingsorgaan iets te doen heeft.

Wij maken hier een wat specifiek gebruik van het woord 'plan'; vaak komt men dit woord tegen waar wij 'besluit' schrijven. We willen echter onderscheid maken tussen de besluiten, zoals ze binnen het besturingsorgaan bestaan en de besluiten omtrent gebonden aspecten die gepubliceerd worden buiten het besturingsorgaan. Het woord 'plan' komt het dichtst bij 'besluiten over gebonden aspecten'.

Een besluit hoort bij een module; het kan binnen het betreffende besturingsorgaan blijven (i.v.m. eigen aspecten) of gepubliceerd worden. Essentieel voor een plan is de formele vastlegging: het moet dienen ter overdracht van genomen besluiten en moet dus voldoen aan een zodanige vorm, dat het in de betrokken afhankelijke besturingsorganen begrepen wordt (overigens ontbreekt het daar nogal eens aan).
Wij willen aannemen, dat elke module steeds een plan heeft (eventueel een plan om niets te doen); dit heeft tot gevolg, dat we steeds over het veranderen van het vigerende plan spreken, ook als het nieuwe aspecten betreft.

Bij het besturen van autarkische aspecten is een plan overbodig. Immers 'autarkisch' houdt in, dat alle aspecten (eventueel in hun onderlinge samenhang) tegelijk kunnen worden overzien en dus ook zonder uitwisseling van plannen kunnen worden bestuurd. (Een schilder is vrij in het gebruik van zijn linker- of zijn rechterhand: hij maakt daaromtrent geen plan.)

Plannen hebben steeds een voorlopig karakter. Zij bevatten besluiten omtrent gebonden aspecten en zijn dus vatbaar voor beïnvloeding van buiten.
Over waarschijnlijkheid van plannen valt niets te zeggen: er is nl. geen sprake van een kans, dat een plan wordt uitgevoerd. Een plan is van kracht tot het veranderd wordt of tot het uitgevoerd is.

1.4.3 Voordat een besluit tot stand komt, bestaat het als regel reeds enige tijd in een rudimentaire, niet publiceerbare vorm. In de wandeling wordt een dergelijk rudimentair besluit ook als 'plan' aangeduid. Wij zullen waar nodig het woord 'protoplan' gebruiken. Het gebruik van het woord protoplan in plaats van 'protobesluit' berust op de associatie die wij hebben tussen 'plan' en 'voorlopig' en de associatie tussen 'besluit' en 'definitief'.
Daarom leidt een protoplan binnen een besturingsorgaan tot een besluit, dat naar buiten toe weer plan heet, omdat het elders afgestemd moet worden.

1.4.4 Plannen hebben een communicatiekarakter; zij dragen de consequenties van besluiten over in de ruimte of in de tijd. Het besturingsorgaan dat een

plan voor een andere module *ontvangt*, zal dit soort gegeven moeten onderscheiden van de plannen, die het zelf maakt.
Hiertoe zullen we het begrip oriëntatie definiëren.

> Een plan met betrekking tot vreemde gebonden aspecten van M heet een *oriëntatie* van M.

1.4.5 Bij een module zal steeds behoefte bestaan aan gegevens omtrent vreemde gebonden aspecten. Wanneer die gegevens niet als oriëntaties te krijgen zijn (bijvoorbeeld omdat de betreffende module door een vijandig orgaan bestuurd wordt, omdat communicatie anderszins ontbreekt of omdat de vreemde gebonden aspecten helemaal niet geregeld worden) zullen er toch uitspraken gedaan moeten worden omtrent de te verwachten toestand met betrekking tot deze aspecten.

> Een voor een module M geaccepteerde uitspraak omtrent vreemde gebonden aspecten heet een *prognose* van M.

Uitspraken kunnen binnen of buiten het besturingsorgaan van de betrokken module gedaan worden. Het accepteren van een uitspraak door het besturingsorgaan maakt er een prognose van. Het zonder meer accepteren van een uitspraak van buiten het besturingsorgaan zullen we een triviale prognose noemen.

Prognoses kunnen betrekking hebben op aspecten, die in het geheel niet geregeld worden (het weer) of op aspecten die wel geregeld worden, maar waaromtrent geen oriëntaties bestaan (consumentengedrag). Bovendien kan een prognose in de plaats komen van een bestaande oriëntatie, die niet ter beschikking is of niet vertrouwd wordt.

1.4.6 Uitspraken over vreemde gebonden aspecten, die ontstaan buiten het besturingsorgaan van de module, maar geen oriëntaties zijn, zullen wij *extrapolaties* noemen. Accepteren van een extrapolatie maakt hem tot een prognose.

Extrapolaties zullen vaak betrekking hebben op een stochastische variabele. Statistisch gesproken is het gewenst, dat extrapolaties zuivere schattingen zijn. De doeltreffendheid van de schattingen kan als maat voor de kwaliteit van de betreffende prognose worden gehanteerd. Soms kan een betrouwbaarheidsinterval worden aangegeven.

1.4.7 De omstandigheid dat voor de module alle gegevens met betrekking tot vreemde aspecten een waarde-oordeel ondergaan, leidt soms tot begripsver-

warring omtrent prognose en oriëntatie. Bij veel modules worden de oriëntaties inderdaad steeds 'aangepast' op grond van (vermeende) kennis omtrent de besturingskwaliteiten van de andere besturingsorganen.

WARREN merkt op, dat het daarom nodig is, bij oriëntaties en extrapolaties een aanduiding te krijgen op welke gronden zij tot stand gekomen zijn. De betrouwbaarheid van oriëntaties is zó belangrijk dat er veel (informele) communicatie aan besteed wordt.

LITTERER gaat zelfs zo ver, dat hij de persoonlijke status van de mensen in een organisatie beschouwt als een uitvloeisel van de behoefte, elkaars plannen en uitspraken onmiddellijk op hun waarde en betrouwbaarheid te toetsen.

1.4.8 Het besturingsorgaan moet bij zijn besturing uitgaan van een begintoestand die door de gebeurtenis zal worden veranderd in een eindtoestand.
Hiertoe moet de toestand van de module bekend zijn; uiteraard alleen met betrekking tot de eigen aspecten.

> De voor de module ontvangen gegevens omtrent de eigen aspecten van de toestand heten *rapporten.*

Rapporten beschrijven nooit de werkelijke toestand maar een toestand op een vroeger tijdstip (vgl. 1.6.1). Deze en andere omstandigheden kunnen ertoe nopen, prognoses te gebruiken omtrent de begintoestand.

1.4.9 De gebeurtenissen, waarover besluiten genomen worden, kunnen worden opgevat als transformaties van een situatie vóór de gebeurtenis in een situatie ná de gebeurtenis.
Zoals in het volgende zal blijken is het bij het vormen van een besluit nodig, protoplannen te toetsen aan prognoses, rapporten e.d. Sommige van deze gegevens echter beschrijven de begintoestand, andere de gewenste toestand. Het is dan ook voor het toetsen nodig, dat de gegevens getransformeerd kunnen worden.

> De collectie gegevens, die de overgang van begintoestand naar eindtoestand beschrijft voor zover het de eigen aspecten van een module betreft, heet het *statuut* van die module.

Het woord 'statuut' is voor deze verzameling gegevens gekozen, omdat meer voor de hand liggende termen als: functiebeschrijving, stuklijsten, recept,

draaiboek, handelwijze niet voldoende associatie geven met het deels vrij, deels voorgeschreven zijn van de besturingsactiviteit.

Het statuut, dat de transformatie van begin- in eindsituatie beschrijft, is de afbeelding van alle handelingen, die de gebeurtenis doen plaats vinden. In een module, die fabricage bestuurt spreekt men van *stuklijsten* en *fabricagevoorschriften*. In andere modules is het statuut vaak minder exact en heeft veelal geen gangbare naam.

Zo zal de architect bij zijn modules zelden precies hebben vastgelegd wat er nodig is om tot een ontwerp van een fabriek te komen; daarentegen weet de betonaannemer zeer nauwkeurig wat er nodig is om een vloer naar gegeven eisen te storten.

Het statuut ontstaat deels uit eigen activiteit van het besturingsorgaan, deels is het opgelegd van buitenaf (vgl. 2.3). Het van buitenaf opgelegde deel van het statuut noemen we *voorschriften*. Deze voorschriften ontstaan uit de besturing van hogere modules (vgl. 2.3.1) en schermen die hogere modules af tegen al te veel en al te frequente verbindingen met andere in de structuur minder belangrijke modules.

In het vrije deel van het statuut kunnen we nog onderscheid maken tussen geregelde en ongeregelde activiteit. Regelmatig terugkerende gebeurtenissen zullen met regels (eigengemaakte) worden bestuurd; zeldzame gebeurtenissen en nieuwe gebeurtenissen worden volgens een ongespecialiseerde en vaak ook ongespecificeerde handelwijze bestuurd.

- Het statuut wordt gebruikt om protoplannen, prognoses, oriëntaties en rapporten in termen van de eindsituatie te transformeren in termen van de beginsituatie of omgekeerd.

De transformatie van eind- naar beginsituatie wordt de *analyse* genoemd: de inverse transformatie die de gebeurtenis zelf beschrijft, heeft geen naam.

Het statuut mag niet verward worden met de activiteiten die tot implementatie van het besluit voeren. Als een betonaannemer overweegt op 12 december te gaan storten, gebruikt hij zijn statuut om te bepalen hoeveel auto's er ter beschikking moeten zijn op die dag. Pas later neemt hij maatregelen, die voeren tot het ter beschikking zijn van die auto's.

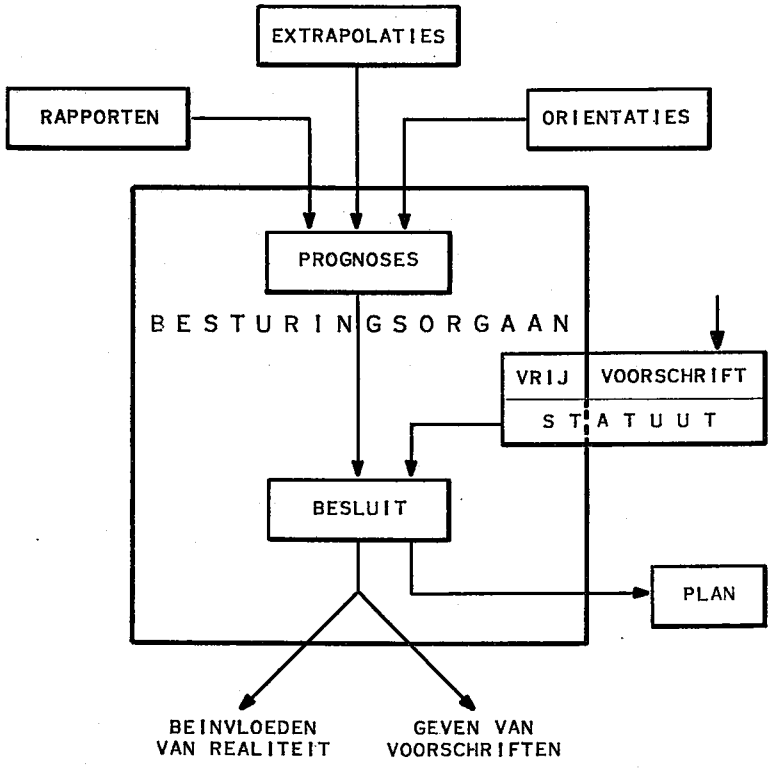



FIG. 1.4 GEGEVENS BIJ EEN MODULE

In figuur 1.4 zijn de verschillende begrippen die bij besturing te pas komen, in schets gebracht. Hierbij valt nog op te merken, dat een plan leidt tot oriëntaties; het beïnvloeden van de realiteit leidt tot rapporten; het veranderen van voorschriften leidt tot andere voorschriften. Alleen extrapolaties hebben geen pendant, zij komen tot stand op andere gronden dan besturingsactiviteit.

## 1.5 Activiteit rond één module

1.5.1 *Planning*. Het is wellicht denkbaar dat op enig tijdstip een besluit vigeert of een protoplan bestaat, dat beschrijft hoe de momentane toestand overgebracht kan worden in de op dat zelfde moment gewenste eindtoestand. We willen een dergelijk besluit *uitvoerbaar* noemen. De dynamiek echter in de

toestand, de doelstelling en het statuut en nog de omstandigheid, dat de vreemde aspecten óf helemaal niet bestuurd worden óf op een onbekende of onbegrepen manier, zullen – vroeger of later – leiden tot het *niet* uitvoerbaar zijn van het besluit.

Het is aldus noodzakelijk gedurig na te gaan of het besluit nog uitvoerbaar is op grond van prognoses, rapporten en oriëntaties. Bij gebrek aan overeenstemming zal er iets moeten worden veranderd, want het heeft geen zin vast te houden aan een besluit dat klaarblijkelijk in de uitvoering onbevredigend is.

> *Planning* is het geheel van activiteiten dat leidt tot het opstellen van een uitvoerbaar besluit.

De werkzaamheden bij de planning laten zich onderscheiden in:
a. het waarnemen en verzamelen van rapporten, extrapolaties en oriëntaties;
b. het opstellen (of aanpassen) van de dan nog noodzakelijke prognoses;
c. het opstellen van een protoplan;
d. het analyseren van het protoplan;
e. het toetsen van het protoplan.

Deze werkzaamheden beschrijft SIMON in zijn studie over besluitvorming als 'intelligence' (a) en 'design' (c, d, e). Zijn begrip 'choice' komt in deze studie naar voren als de beslissing omtrent de uitvoering van het besluit oftewel het kiezen van één realisatie voor elk der aspecten van de module (zie 1.5.2).

Wanneer een protoplan de toets doorstaat, wordt het een besluit; een deel daarvan kan naar de betrokken besturingsorganen worden doorgestuurd. Wanneer de toets echter negatief uitvalt, moet men iets veranderen. (In aanmerking voor verandering komen: het protoplan, de oriëntaties en het statuut.)
Na de veranderingen wordt het (nieuwe) protoplan geanalyseerd met het (nieuwe) statuut en getoetst aan de (nieuwe) oriëntaties, rapporten en prognoses.
Aldus komt in een iteratieve procedure een nieuw besluit en een nieuw plan tot stand.

De rapporten komen niet in aanmerking voor veranderingen, althans niet als onderdeel van planning. Zij beschrijven de toestand zoals die kort geleden was; wanneer er aanleiding zou zijn te twijfelen aan de juistheid van de rapporten, moeten ze worden vervangen. De uitvoerbaarheid van een protoplan kan wel door die verandering worden beïnvloed, maar niet andersom.

Het veranderen van een protoplan is steeds zonder meer mogelijk; de doelmatigheid van de verandering echter onttrekt zich aan beoordeling a priori. Daardoor is het maken van een nieuw protoplan een kwestie van 'inzicht', 'intuitie', 'gevoel' en dergelijke moeilijk beschrijfbare invloeden. Pas na de volgende toets kan blijken of de verandering in het protoplan adequaat is.

Het veranderen van oriëntaties is soms mogelijk; de veranderbaarheid van oriëntaties geeft aanleiding tot het uitwerken van de relaties tussen de betrokken modules (zie 2.3).

Het veranderen van prognoses op grond van gebrek aan uitvoerbaarheid van het protoplan is af te raden. SIMON stelt terecht, dat een protoplan, gebaseerd op juiste doelstellingen maar in tegenspraak met prognoses, een utopie is.
Slechts gebrek aan vertrouwen in de kwaliteit van prognoses mag leiden tot veranderingen daarin.

Het veranderen van het statuut is tot op zekere hoogte mogelijk. Voortbordurend op de gedachten van JAQUES kan men in het statuut een voorgeschreven gedeelte ('prescribed') en een kiesbaar gedeelte ('discretionary') onderkennen.
Veranderingen in het kiesbare deel hangen samen met de uitingen van creativiteit, die de vooruitgang van de techniek bewerkstelligen. Een dergelijke verandering houdt namelijk in, dat de gebeurtenissen zelf moeten veranderen.

Het veranderen van de voorschriften is niet mogelijk; wel kan men bij het besturen van de module afwijken van de voorschriften. Het is dan echter nodig naar de module die de voorschriften opleverde te rapporteren dat die activiteit heeft geleid tot een inadequate toestand. Dit rapport kan het planningproces voor laatstgenoemde module op gang brengen teneinde tot betere voorschriften te komen.

1.5.2 *De implementatie van een besluit.* Het uitvoeren van een besluit is het omzetten van dat besluit in een daad. Dit vraagt een beslissing, die SIMON 'choice' noemt. Er wordt inderdaad gekozen tussen enerzijds het handhaven van het besluit (met als enig mogelijk nut het verder toetsen van de uitvoerbaarheid) en anderzijds het als compleet uitvoerbaar en maximaal doeltreffend accepteren van het besluit.

Over het moment, waarop een besluit geïmplementeerd wordt, kan slechts worden opgemerkt, dat dit afhangt van het vertrouwen dat de bestuurder in de uitvoerbaarheid ervan heeft.

Er blijft altijd een rest onzekerheid over, die genegeerd moet worden als men tot actie overgaat (JAQUES).

Wanneer een besluit tot uitvoering wordt gebracht, heeft dat niet steeds een 'gebeurtenis' tot gevolg in de zin van het storten van beton. Het kan zich ook manifesteren als een verandering in de voorschriften bij andere modules.
Verreweg de meeste besluiten worden op deze indirecte manier uitgevoerd en geven aanleiding tot de autoritaire structuur van besturingsorganisaties (vgl. 2.4).

Wanneer wij besturingsorganen als mogelijk object van besturing beschouwen is het veranderen van voorschriften een gebeurtenis in de gedefinieerde zin. Formeel is het onderscheid tussen directe en indirecte implementatie van een plan dus niet aanwezig.

Bij directe acties worden de resultaten kenbaar gemaakt als rapporten over de toestand. Bij indirecte acties worden de goede resultaten niet gerapporteerd; de slechte resultaten komen terug bij de module in de vorm van oriëntaties: dat men van het voorschrift af gaat wijken respectievelijk in de vorm van rapporten: dat men ervan afgeweken is.
We volstaan met op te merken, dat er geen principieel doch slechts een gradueel verschil is tussen het direct beïnvloeden van de gebeurtenissen en het beïnvloeden van de besturingsorganen en de hun toegewezen modules. (Door ANSOFF operational planning respectievelijk structural planning genoemd.)

Zoals in het vervolg zal blijken zijn de voorschriften, die men uit een module genereert vaak identiek met het laatste plan van die module (of ze worden er onmiddellijk uit afgeleid). Vandaar dat de begrippen 'plan', 'oriëntatie' en 'voorschrift' in de praktijk vaak voor elkaar in de plaats komen. Ook het woord 'planning' staat dan voor die begrippen. ('We moeten ons aan de planning houden.')

We zullen ons in deze studie echter houden aan de door ons zelf ingevoerde begrippen en termen. We vertrouwen, dat het spraakgebruik en onze terminologie niet zo ver uiteenlopen, dat er misverstand ontstaat.

## 1.6 Het tijdelement

Wanneer planning geen tijd zou kosten, zouden de gedurige veranderingen in oriëntaties en rapporten wellicht aanleiding zijn continu voort te gaan met

planning en besturing. We moeten echter vaststellen, dat enerzijds planning een vorm van gegevensverwerking is, die (soms erg veel) tijd vraagt, waardoor de acties van een besturingsorgaan een intermitterend karakter krijgen; terwijl anderzijds een continue of zeer frequente besturing van de gebeurtenissen ongewenst kan zijn.
Elk proces heeft een eigen reactietijd, die bepalend is voor de optimale frequentie van besturen. Een te snelle besturing kan ongewenste effecten hebben, zoals te hoog energieverbruik of oscillaties; een te langzame besturing daarentegen staat toe, dat het proces zich buiten gewenste grenzen gaat afspelen. Wanneer bijvoorbeeld een glasoven enkele uren nodig heeft om van temperatuur te veranderen is het onefficiënt, een besturingsorgaan op te stellen dat in 2 minuten een nieuwe temperatuur kan kiezen. Evenzeer is het af te raden, de temperatuur eens per week te besturen.

De tijd, die voor de besturing blijkt 'nodig' te zijn, moet dan ook geprojecteerd worden op de reactietijd die gewenst wordt in het proces. Voorlopig beperken we ons echter tot de analyse van de in de besturingsorganen benodigde tijd; in 2.1 komen we terug op de vereiste tijd.

### 1.6.1 *De planningtijd en de termijn van een module*

Het tijdsinterval tussen het moment, dat het vigerende besluit als onuitvoerbaar wordt ervaren en het moment, dat een protoplan als besluit wordt geaccepteerd heet de *planningtijd* van een module.

De grootte van de planningtijd wordt bepaald door de snelheid waarmee de externe gegevens ter beschikking komen (een kwestie van communicatie) door het aantal te besturen aspecten (een kwestie van organisatie) en door de werksnelheid binnen het besturingsorgaan (een kwestie van informatiesysteem).

Binnen de planningtijd is het besturingsorgaan niet in staat iets te doen aan implementatie van besluiten. De gebeurtenissen, die plaatsvinden gedurende de planningtijd, moeten dus bestuurd zijn vóórdat de planningtijd begint en de resultaten ervan worden pas gerapporteerd ná de planningtijd.

Doordat men een module niet kan besturen tijdens de planningtijd, moeten de besluiten betrekking hebben op een periode in de toekomst. De gegevens over de toestand zijn dus *altijd* oud; rapporten moeten derhalve altijd aangevuld of vervangen worden door prognoses. (Eventueel door de prognose, dat de toestand nog wel zo zal zijn als de rapporten beschrijven.)

Uit de definitie van module (waar geschreven is, dat de aspecten *tegelijk* worden bestuurd) en de aanwezigheid van een planningtijd volgt, dat de aspecten die als één module worden bestuurd steeds gelijke planningtijd hebben. We mogen dus van de planningtijd van een module spreken, waarmee overigens niet is gezegd, dat de planningtijd van een module constant is.

- De bedoeling van een plan is, dat het bij de afhankelijke modules op uitvoerbaarheid getoetst wordt; we moeten er dus rekening mee houden dat er na de publikatie van een plan boodschappen binnenkomen die het plan onuitvoerbaar verklaren m.b.t. de gebonden aspecten. In zekere zin degradeert het betreffende besluit daardoor tot een onuitvoerbaar protoplan.

Om tot een plan te geraken dat bij alle betrokken modules als uitvoerbaar wordt geaccepteerd, zal een plan als regel een aantal malen herzien worden vóórdat het wordt uitgevoerd.
Naarmate de prognoses minder doeltreffend zijn en het aantal afhankelijke modules groter, mag men verwachten dat er meer dergelijke herzieningen nodig zijn.

> De tijd vanaf het moment dat het vigerende besluit als onuitvoerbaar wordt ervaren tot het moment dat de implementatie van een besluit aanvangt heet de *termijn* van een besluit.

De tijd van de implementatie zelf valt buiten de termijn, voor zover er tenminste tijdens de implementatie niet meer gepland wordt.

De termijn van een besluit is moeilijk uit te drukken in de planningtijd van de module. Bij het besturen van een eenmalige gebeurtenis is de planningtijd voor een herziening wellicht kleiner dan de tijd voor het eerste plan en staat het aantal herzieningen allerminst vast.

Bij het besturen van gedurig terugkerende gebeurtenissen is de planningtijd veelal constant, maar ook hier wordt in het ene geval een besluit bijvoorbeeld na 2 herzieningen uitgevoerd, in een ander geval wellicht na 3 of 4 herzieningen. We zullen toch van de termijn van een module spreken en bedoelen daarmee de gemiddelde termijn van een groot aantal besluiten van die module.

> De verwachtingswaarde van de termijn van een besluit van een module M heet de *termijn* t(M) van die module.

- Het begrip termijn moet niet verward worden met de tijd, die men vooruitziet

bij het maken van een plan of prognose. Bijvoorbeeld: wij planten bomen, omdat wij honderd jaar vooruitzien; de termijn van een besluit voor een bebossingsproject is echter veel korter, wellicht 1 of 2 jaar.

> Het tijdvak, dat bij het maken van een protoplan of een prognose voor een module in beschouwing genomen wordt heet het *zicht* van die module.

Het zicht van een module is niet kleiner dan de termijn van die module. Het zicht omvat steeds de termijn plus de tijd die verloopt met het implementeren van de betreffende besluiten. Elk van de termen in deze som kan lang of kort zijn.
Zo moet het zicht bij een reorganisatie van een bedrijf lang zijn vanwege de termijn; het zicht van een bebossingsplan vanwege de groeitijd van de bomen.

Er is overigens vaak een samenhang te bespeuren tussen de lengte van het implementatiestadium en de termijn. Gebeurtenissen die een moeilijk te veranderen toestand creëren, vragen in het algemeen zowel veel implementatietijd als een lange termijn (er moet veel afgestemd worden).

### 1.6.2 Analyse van de termijn van een module

De termijn van een module bestaat uit de volgende twee factoren:
- de planningtijd;
- het aantal malen dat een plan onuitvoerbaar wordt verklaard op grond van reacties uit afhankelijke modules.

Als mogelijke oorzaken van lange termijn komen daardoor naar voren:
- de veelheid van eigen aspecten in de module;
- het gecorreleerd zijn van de te besturen aspecten met veel vreemde aspecten;
- het moeilijk kunnen maken van prognoses;
- een groot vrij gedeelte van het statuut;
- het traag verwerken van gegevens binnen en trage communicatie tussen de besturingsorganen.

Het aantal eigen aspecten dat gegroepeerd wordt in een module is in zoverre bepalend voor de termijn, dat de planningtijd er direct door wordt beïnvloed.
Ook het aantal vreemde gebonden aspecten zou kunnen toenemen met het aantal eigen aspecten in een module (zie echter de discussie in 2.2.5).

• Het aantal vreemde gebonden aspecten vergroot de termijn meer dan lineair want het aantal protoplannen, dat onuitvoerbaar blijkt zal groter zijn én het toetsen van elk protoplan neemt meer tijd (meer oriëntaties, meer prognoses). Bovendien wordt het aantal onuitvoerbaar verklaarde plannen groter met het aantal afhankelijke modules.

De samenhang tussen de termijn t(M) en het aantal aspecten n(M) van een module is wellicht te benaderen met een functie van de vorm

$$t(M) = a_1 . e^{a_2 . n(M)}.$$

De omstandigheid dat het aantal correlaties tussen de eigen en de vreemde aspecten van een module samenhangt met de termijn van die module, leidt tot het vrijwel synoniem opvatten van de begrippen 'lange termijn' en 'belangrijke module'. Dit is een gevaarlijke associatie, want de samenhang is niet noodzakelijk aanwezig. Het belang, dat wij hechten aan de juiste besturing van een module hangt rechtstreeks samen met het aantal afhankelijke modules. Zo is bijvoorbeeld het financiële beleid van een onderneming bepalend voor het beleid in *al* haar andere modules en dus zéér belangrijk.
Zo veroorzaken veel gebonden aspecten *steeds* een groot belang van de module en soms een lange termijn van de module. Dit is echter niet steeds het geval en de stelling: 'langetermijnmodules omvatten belangrijke aspecten' moet dan ook in zijn algemeenheid verworpen worden. Ook de omgekeerde stelling: 'belangrijke aspecten vragen een lange termijn' is niet houdbaar.

• Het slecht bekend zijn met de gebeurtenissen, die bestuurd moeten worden, leidt tot lange termijn. De prognoses zijn moeilijk te maken en de voorzichtigheid gebiedt het aftasten van veel andere plannen teneinde mogelijke conflicten te vermijden. Het besturen van nieuwe fenomenen zal dan ook vrijwel steeds een lange termijn vragen. 'Nieuw' is echter weer niet hetzelfde als 'belangrijk'.

Naarmate een gebeurtenis beter begrepen wordt, zullen de organisatiedeskundigen in staat zijn vreemde gebonden aspecten te elimineren door andere modules te formeren met meer correlaties binnen de modules (zie 2.2.5).
Bovendien zal de doeltreffendheid van prognoses in de loop van de tijd toenemen. Hierdoor zal een gebeurtenis – indien dat gewenst is – op den duur op kortere termijn geregeld kunnen worden dan ten tijde, dat de gebeurtenis relatief onbekend was.

• Wanneer het statuut van een module relatief weinig voorschriften bevat, kan de planningtijd lang worden door het grote aantal mogelijke protoplannen.

Vooral wanneer men als doelstelling heeft het maximaliseren van een of andere variabele, kan een grote vrijheid in het statuut leiden tot lange planningtijd.

• De termijn is eventueel lang door trage gegevensverwerkende technieken binnen en tussen de besturingsorganen. Dit mag geen aanleiding zijn, de modules meer belang toe te schrijven dan sneller bestuurde maar overigens gelijkwaardige modules; het mag wel aanleiding zijn, de gegevensverwerking eens onder de loep te nemen.

We mogen concluderen, dat lange termijn veroorzaakt wordt door:
belangrijke, sterk gebonden aspecten en/of
nieuw te besturen fenomenen en/of
grote vrijheid en/of
trage reactie.
Het moet de moeite waard zijn de termijnen van bestaande modules te analyseren naar deze vier oorzaken, want het verkorten van de termijn (en dat is nuttig, ook bij gegeven reactietijd van de gebeurtenissen, zie 2.1.5) vraagt per oorzaak verschillende maatregelen.

• Als de termijn van een module door welke oorzaak dan ook langer wordt, moet de module meer zicht hebben en worden de prognoses daardoor als regel kwalitatief minder. Dit geeft dan weer aanleiding tot meer herzieningen, langere termijn en de noodzaak van langer zicht etc.
De termijn kan hierdoor kunstmatig groot worden en zelfs ontaarden tot oneindig groot ('géén besluit is slechter dan een slecht besluit').

# 2. BESTURINGSSTRUCTUUR

Wij houden ons in deze studie bezig met het besturen van gebeurtenissen, die niet vanuit één punt kunnen worden overzien. Deze beperking leidt – te zamen met de definitie van module – tot het concept van een aantal modules die te zamen alle beschouwde aspecten omvatten. De eindige verzameling van modules $M_i$, die samen een te regelen gebeurtenis omvatten noemen wij een besturingsstructuur of een *structuur*.

Het niet gespecificeerd zijn van 'gebeurtenis' geeft aanleiding tot vragen als: Is de activiteit van een grote gediversificeerde onderneming nog te beschouwen als één gebeurtenis?
Het antwoord kan bevestigend zijn als wij inzien, dat een dergelijk geheel tenminste enkele aspecten biedt, die voor alle activiteiten gezamenlijk gelden (zoals financiering, werkgelegenheidspolitiek, sociaal beleid). Er is dan ook in elke onderneming een module die bedrijfsomspannende aspecten bevat; deze wordt bestuurd door het hoogste besturingsorgaan.
Vanuit bepaalde gezichtspunten echter kan men de activiteit binnen een dergelijke onderneming als afzonderlijke gebeurtenissen beschouwen, bijvoorbeeld het regelen van de temperatuur van een oven in Weert en het regelen van het transport van een machine in Santiago. Het zijn dus wellicht de aspecten, die de gebeurtenis afbakenen en niet andersom.

De bestuurs*organen* en hun onderlinge verhoudingen vallen als studieobject buiten onze doelstelling. Wij zullen aannemen, dat er een besturingsorganisatie bestaat die de besturingsstructuur gebruikt om een gebeurtenis te regelen, maar niet ingaan op de problemen van gezag, persoonlijke ambitie en relaties zoals die behandeld worden door de sociologen onder de organisatietheoretici (bijv. GOULDNER).

## 2.1 De doelmatigheid van een besturingsstructuur

De eerste vraag die zich opdringt is, hoe verschillende besturingsstructuren met

elkaar vergeleken zouden kunnen worden of ook welke doelmatigheidscriteria aan een structuur gesteld mogen worden. Hoewel de doelmatigheid van sturen in elk praktisch geval geprojecteerd moet worden op de doelstelling van de (besturende) organisatie zijn er ook wel algemene criteria voor die doelmatigheid gezocht. Men kan noemen: de snelheid, de behoefte aan communicatie en het aantal modules.

- Snelheid van besturen is slechts tot op zekere hoogte bruikbaar als maat voor de doelmatigheid van de besturing.
Weliswaar bestaat er een algemeen gevoel van onbehagen met betrekking tot de huidige snelheid van grote besturingsorganisaties, maar het is niet duidelijk, hoe de optimale snelheid van besturen kan worden bepaald.
Bij toenemende snelheid van besturen zullen de kosten van de besturingsorganisatie in het algemeen toenemen en het is maar de vraag of deze kostenverhogingen gecompenseerd worden door vermindering van produktiekosten of vergroting van de opbrengst. Een ander argument tegen de bruikbaarheid van snelheid als efficiëntiecriterium is de overweging, dat kleine ondernemingen sneller reageren dan grote, terwijl toch grote ondernemingen blijkbaar zeer doeltreffend kunnen opereren.

- Soms wordt de behoefte aan communicatie als criterium genomen: (GROFFEN, MCDONOUGH) hoe minder communicatie, hoe beter de structuur. Dit criterium kan niet goed zijn, omdat het voorbij gaat aan de – in de jongste geschiedenis evidente – ontwikkeling naar grotere bedrijven, die relatief steeds meer interne communicatie vragen en toch klaarblijkelijk bevredigend werken.

- Het aantal modules (en daarmee de behoefte aan communicatie) is niet als maatstaf te gebruiken, omdat verdergaande specialisatie zowel als een 'slechte structuur' zou kunnen leiden tot veel modules.

Wij moeten er in het denken over besturingsstructuur van uitgaan, dat het besturen van veel aspecten van de gebeurtenis een *voordeel* is ten opzichte van het globaal besturen van diezelfde gebeurtenis. Zoals de vreemde gebonden aspecten van een module belemmerend en vertragend werken op de besturing van die module, zo is ook een structuur beter te besturen naarmate er minder gebonden aspecten door vreemden worden bestuurd. Vandaar het streven van ondernemingen, *in* hun structuur alle gebonden aspecten onder te brengen (klantenbinding, opkopen van leveranciers, concurrenten etc. etc.).

Het enige bezwaar tegen grote besturingsorganisaties is de traagheid, die ontstaat doordat men zoveel aspecten met zoveel correlaties moet behandelen. De

bezwaren richten zich nooit tegen de hoeveelheid aspecten, de specialisatie, de communicatie, het aantal modules of de omvang van de organisatie.

We willen nu een viertal criteria aangeven waaraan de doelmatigheid van een structuur ons inziens kan worden afgemeten: economie, compleetheid, consistentie en besturend vermogen.

2.1.1 De *economie* van een gegeven besturingsstructuur blijkt uit het antwoord op de vraag, of er een andere structuur is, die de doelstelling van de organisatie met minder offers bereikt. De te brengen offers worden veroorzaakt door de produktiemiddelen die de gebeurtenissen doen plaatsvinden en de besturingsorganisatie; deze twee termen beïnvloeden elkaar op een voorlopig niet te kwantificeren wijze. Dit sluit een algemene discussie omtrent de economie van de structuur uit. We moeten echter in het volgende steeds een zeker minimum aan economie als premisse nemen; m.a.w. wanneer bepaalde maatregelen de structuur anderszins zouden verbeteren maar de economie zouden doen dalen, moeten ze als ondoelmatig worden afgewezen.
Extra nadruk willen we nog geven aan de observatie, dat de economie van een structuur niet gemeten kan worden aan de kosten van besturing alleen, maar uitsluitend aan het totaal van de offers in de besturing en het proces tezamen.

2.1.2 Onder de *compleetheid* van een structuur willen wij verstaan, de mate waarin de aspecten die in beschouwing genomen zijn ook bestuurd worden, dus het verschil tussen de verzameling A en de samenvoeging van alle in de modules bestuurde aspecten $\cup$ $EM_i$.
GALBRAITH wijst er in zijn magistrale boek 'The new industrial state' op dat grote ondernemingen erop uit zijn hun besturingsveld gedurig te vergroten; tot in het gedrag van de consument en de ingrepen van de overheid toe.
De groei van een onderneming is mede te verklaren uit de wens naar het compleet besturen van alle onderkende aspecten. Dit streven kan echter niet bevredigd worden als niet steeds aan de levensvatbaarheid van de organisatie is voldaan in de zin, dat de structuur de genoemde minimale economie moet hebben; het bedrijf moet enige winst maken (GALBRAITH 1967).
Waar de criteria economie en compleetheid met elkaar in tegenspraak zijn, moet de economie prioriteit krijgen, totdat een zekere economie bereikt is, daarna kan compleetheid het eerste criterium zijn.

2.1.3 De *consistentie* van een structuur betreft de mate waarin de besluiten met betrekking tot dezelfde aspecten aan elkaar gelijk zijn. Vooruitlopend op de discussie in 2.2.3 mogen we hier vaststellen, dat veel aspecten in meer dan één module voorkomen. Waar dit het geval is kunnen we als criterium aan de struc-

tuur stellen, hoe vaak de realisatie van eenzelfde aspect in verschillende modules dezelfde is.
In termen van hoofdstuk 1 zouden we een structuur consistent willen noemen, waar $R_M(a) = R_N(a)$ als M en N verschillende modules zijn, die allebei het aspect a bevatten.
Eenvoudige waarneming leert, dat veel grote en doelmatige structuren verre van consistent zijn. Dezelfde waarneming leert echter bovendien, dat er wel gestreefd wordt naar consistentie, maar blijkbaar in latere instantie. Expansie wordt over het algemeen hoger gewaardeerd dan consistentie; consistentie komt als criterium pas aan de beurt in perioden van consolidatie.
Wanneer een onderneming sterk groeit en gebeurtenissen snel bestuurd moeten worden, neemt men veelal geen tijd om de consistentie van de besturing te verbeteren.
Consistentie is blijkbaar ook geen algemeen geldig criterium; aspecten waaromtrent communicatie tot stand moet komen zullen eerder consistentie vereisen dan aspecten die als regel autarkisch bestuurd worden.

Waar men consistentie in besturing verlangt, zal men standaardiseren in techniek, methoden en ook in de verwerking van gegevens (vgl. 4.2).
Consistentie kan worden bereikt door het geven van voorschriften aan alle modules die een bepaald aspect bevatten. Het aspect wordt dan indirect bestuurd in de ene module die de voorschriften maakt (centralisatie 2.2.3) en volgens voorschrift gerealiseerd in de desbetreffende andere modules.
De voor- en nadelen van consistentie vallen dus samen met die van centralisatie (2.2.3) en standaardisatie (4.2); deze zijn enerzijds: grotere produktiviteit, vermijden van duplicering van arbeid, gemakkelijker communicatie en anderzijds: kleine reactiesnelheid, weinig resistentie tegen catastrofen, weinig aanleiding voor vernieuwing.

2.1.4 Aangezien de snelheid van besturen in tegenstelling staat tot de compleetheid en de consistentie van de structuur en in sommige gevallen ook in tegenstelling tot de economie ervan, willen we een samengesteld criterium definiëren dat de snelheid bevat, maar dat in rechtstreeks verband staat met de doelmatigheid van een besturingsorganisatie.
Onder het *besturend vermogen* van een structuur willen we dan verstaan: het totaal aantal realisaties (eventueel van verschillende aspecten) dat bij een gegeven reactietijd kan worden overzien. Er zijn weliswaar belangrijke en minder belangrijke aspecten en bovendien moeilijk en minder moeilijk te kiezen realisaties, maar als benadering van de 'kracht tot besturen' lijkt ons het besturend vermogen een hanteerbaar criterium.
Door de reactietijd van het besturend apparaat als gegeven te beschouwen

kunnen we de economie van de gebeurtenissen zelf als gewaarborgd aannemen; het blijft wel de vraag of de economie van het geheel bij het gebruik van een structuur met groter vermogen (die vast wel duurder is) optimaal blijft.
Het criterium besturend vermogen is bovendien niet in tegenstelling met compleetheid want het besturen van een toenemend aantal aspecten is erin vervat.
Consistentie en vermogen hangen niet direct samen; ze mogen afzonderlijk als criterium worden benut. Met behulp van deze twee criteria willen we het samenstellen van modules en hun onderlinge relatie aan een nadere analyse onderwerpen.

### 2.1.5 *Het opvoeren van het vermogen per module*

Het doelmatigheidscriterium 'vermogen' kan ook worden toegepast per module, mits wij als conditie stellen dat het opvoeren van het vermogen van een module niet gaat ten koste van het vermogen van de hele besturingsorganisatie. Binnen deze beperking is aldus het vermogen van een module op te voeren door er meer aspecten of aspecten met meer realisaties in onder te brengen, dan wel door de termijn te verkorten.

Wij hebben gezien, dat het aantal eigen aspecten van een module samenhangt met de termijn van die module. De termijn van een nog te creëren module is dus in elk geval te kiezen door het toewijzen van veel of weinig aspecten aan die module, met slechts de beperking, dat de termijn niet zo lang mag worden dat hij ontaardt in zéér lang (vgl. 1.6.2).

Wij zullen in het volgende bezien hoe wij het vermogen van een aantal gegeven modules kunnen opvoeren door de termijn te verkorten. Dit is niet altijd gunstig, want de optimale termijn voor het besturen van gebeurtenissen wordt bepaald door de reactietijd van de gebeurtenissen zelf (vgl. 1.6). Mocht het verkorten van de termijn van bestaande modules resulteren in een ongewenst korte termijn, dan is het echter een koud kunstje nieuwe modules te formeren met meer aspecten en dus weer langere termijn. Het opgevoerde vermogen van de besturingsorganisatie blijft daardoor behouden. We mogen derhalve het verkorten van de termijn van bestaande modules als primaire factor beschouwen in het opvoeren van het vermogen.

Het verkorten van de termijn van een module is te bereiken door:
- het verminderen van het aantal vreemde gebonden aspecten (organisatiestructuur);

- het versnellen van de gegevensverwerking (informatiesystemen en automatisering);
- het verbeteren van de kwaliteit van de prognoses (operations research).

Maatregelen uit deze drie klassen kunnen elkaar tot op zekere hoogte vervangen en vullen elkaar tot op zekere hoogte aan. Het is daarom zinvol in een onderneming de besluiten omtrent de prioriteit van projecten in enig van deze drie gebieden in één bevoegdheid onder te brengen.

• In deze studie willen we nu eerst de structurele maatregelen tot het verkorten van de termijn behandelen; in hoofdstuk 4 komt verbetering en versnelling van de gegevensverwerking aan de orde.

## 2.2 Het vormen van modules

De structurele maatregelen ter vergroting van het vermogen van een besturingsorganisatie hebben als doel: het verminderen van het aantal vreemde gebonden aspecten per module. Dit aantal hangt af van de relaties tussen de modules en wij zullen dus in de volgende paragrafen de gehele structuur moeten beschouwen in plaats van de modules op zichzelf.

Het aantal vreemde gebonden aspecten is van enorm belang in een besturingsstructuur. Het komt als invloed naar voren bij het aantal te verwerken oriëntaties, bij het aantal malen dat een plan herzien moet worden, en bij het aantal communicatielijnen tussen modules.

Het aantal vreemde gebonden aspecten kan worden verkleind door:
- de correlaties tussen de aspecten weg te nemen;
- gecorreleerde aspecten aan één module toe te wijzen.

De kwalijke invloed van het aantal vreemde gebonden aspecten kan worden verminderd door:
- het geven van voorschriften (dominantie).

• Het wegnemen van correlaties kan op velerlei manieren gebeuren. Waar correlaties ontstaan waren door technische oorzaken is het wegnemen ervan één van de belangrijkste taken van de technische ontwikkelaar. Nieuwe technieken zullen er vaak op gericht zijn speciale materialen te vermijden, licenties te beeindigen, moeilijk gereedschap overbodig te maken etc.
Wij zullen hierop niet ingaan: interessant in ons kader is alleen de observatie, dat het wegnemen van correlaties gedurig plaatsvindt.

Waar correlaties bestaan doordat verschillende acties op eenzelfde tijdstip moeten plaatsvinden (produktie van onderdelen en montage van die onderdelen) kunnen ze worden geëlimineerd door het aanhouden van voorraad (van de desbetreffende onderdelen). In dit verband moet het begrip 'voorraad' een ruime betekenis hebben en bijvoorbeeld ook onbenutte capaciteit omvatten.
ZANNETOS gebruikt het begrip 'substability' in plaats van 'voorraad in ruime zin'; hij accentueert daarmee het niet geheel onafhankelijk zijn van de twee betrokken modules. Hij wijst er bovendien op, dat voorraad het inzicht in de afhankelijkheid en de veranderingen daarvan belemmert. Hij concludeert, dat men gedurig bezig moet zijn om 'substabilities' te vervangen door betere toewijzing van de aspecten aan de modules (reorganisation).

Wij beperken nu ons onderwerp tot het verminderen van afhankelijkheden door het optimaal toewijzen van aspecten aan modules. Hiertoe zullen wij allereerst ingaan op de optimale omvang van een module in verband met de capaciteit van het betrokken besturingsorgaan.

2.2.1 *De capaciteit van een besturingsorgaan.* Organiseren in de zin van het scheppen van een besturingsorganisatie, is niet te beschrijven met de door ons in hoofdstuk 1 ontwikkelde begrippen alleen. Waar mensen gemotiveerd moeten worden om hun gedrag te doen leiden tot efficiënte besturing, spelen overwegingen uit een andere begrippenwereld een grote rol (SELZNIK).

Wij willen ons echter niet bezighouden met de problemen *in* een besturingsorganisatie, maar uitsluitend vaststellen wat de invloeden zijn van de besturingsorganen op de modules en de structuur van modules.

Als voorbeeld herhalen wij hier, dat 'module' niet hetzelfde is als 'afdeling'; het is een eenheid van besturing die niet hoeft samen te vallen met de taak van een aangewezen groep mensen.
Het is bijvoorbeeld niet noodzakelijk, dat de besluiten die voor één module genomen worden, geconcentreerd zijn in één persoon. De kracht van het concept 'module' is juist, dat het vrij is van de omstandigheid of de besluiten genomen zijn door een man of een commissie, of het besluit een compromis is of niet, of de beslisser al of niet de baas is van de staffunctionarissen etc. etc.

Sommige mensen beschikken over een groot inzicht in een bepaald vakgebied en kunnen daardoor goede prognoses maken, maar zijn als persoonlijkheid ongeschikt om besluiten te nemen. Anderen excelleren in het transformeren van plannen in termen van oriëntaties. Zo vindt ieder individu een plaats rond de

modules en worden modules bestuurd met full-time of part-time werkende personen. GROFFEN gaat op dit probleem in, maar raakt verward in de taak van mensen en de functie van hun module. Zijn discussie over centraliseren en ontverticaliseren leidt daardoor niet tot conclusies (l.c. pag. 25–37).

De mens komt in deze studie naar voren als een besturingshulpmiddel met een zekere capaciteit, kwalitatief en kwantitatief. Dat wij hiermee de mens als verschijnsel onrecht aandoen is duidelijk; zo stelt bijvoorbeeld de mens ook het doel van de hele organisatie. Wij gaan hieraan voorbij.
Wanneer wij abstraheren van mens, gedrag en taak blijkt een besturingsstructuur te bestaan uit modules die als het ware het skelet vormen, waaromheen in een concrete organisatie de mensen hun taak zo passend mogelijk zoeken. Dit leidt tot een zekere besturende capaciteit per module, die wij in het vervolg als gegeven zullen aannemen.

De capaciteit van een besturingsorgaan is niet uit te drukken in aantal aspecten of aantal gebonden aspecten. Beter inzicht in de samenhang der dingen verhoogt evenzeer de capaciteit als gegevensverwerkende technieken. Bovendien, de soort aspecten en de soort samenhang is evenzeer bepalend als het aantal.

2.2.2 *De toe te wijzen aspecten.* Zoals in hoofdstuk 1 uiteengezet, is er een schier eindeloze (nochtans eindige) reeks aspecten te besturen; deze aspecten vertonen een groot gamma van correlaties. Zowel het aantal aspecten als het aantal en de soort der beperkingen veranderen gedurig; er zijn invloeden die deze aantallen vergroten en ook invloeden die ze verkleinen.

Een veel gehoorde klacht, dat de problemen steeds ingewikkelder worden, moet vertaald worden in het herkennen van meer aspecten aan toestanden en gebeurtenissen. Naarmate onze blik verruimt, zien wij meer aspecten, de correlaties worden duidelijker en de bindingen worden sterker beseft.

Ook het streven naar het opvoeren van de efficiency door specialisatie is een consequentie van het feit dat er steeds meer aspecten aan de gebeurtenissen worden onderkend (LITTERER). Dit leidt tot verdere verdeling van werk en heeft in het algemeen een toename van het aantal vreemde gebonden aspecten tot gevolg.

Schaarste aan een goed kan oorzaak zijn, dat er steeds meer aspecten mee gecorreleerd worden. Als voorbeeld kan wellicht de schaarste aan bouwcapaciteit worden genoemd die in de jaren 1950–1960 geleid heeft tot een stelsel van langvooruit aan te vragen bouwvergunningen.

Wanneer een aspect zeer lange tijd vereist om veranderd te worden, zullen er wellicht meer andere aspecten mee gecorreleerd zijn, dan wanneer het snel aan te passen is.
Zo is de architectuur van een gebouw bijvoorbeeld 30 jaar lang beperkend voor aspecten van bewoning en gebruik en het interieur slechts voor bijvoorbeeld 3 jaar. Het gebruik van het gebouw is dan sterker afhankelijk van de architectuur dan van het interieur.

Er zijn aspecten die in de loop van de jongste geschiedenis met steeds langer zicht zijn geregeld (personeelsbeleid van grote ondernemingen; ruimtelijke ordening) en ook aspecten, die met steeds korter zicht konden worden bestuurd (transport over grote afstand).

De 'vooruitgang van de techniek' kan in de termen van deze paragraaf worden vertaald als: het zodanig veranderen van de manier van doen (dus van het statuut), dat bestaande correlaties worden geëlimineerd (materialen met meer toepassingen, universelere machines, numerieke besturing werken alle in die richting).

Er zal in de praktijk moeten worden uitgegaan van een gedurig veranderend, samenhangend geheel van aspecten. Nieuwe aspecten worden herkend, andere worden sterker gecorreleerd dan vroeger, weer andere worden ontrafeld en van elkaar onafhankelijk gemaakt.

Wij willen – na geconstateerd te hebben, dat elke groepering van aspecten tot modules door deze dynamiek snel haar optimaliteit verliest – in het volgende uitgaan van een invariant stel aspecten met invariante correlatiepatronen; dus van een momentopname.

2.2.3 *Centralisatie en decentralisatie.* Een van de mogelijkheden tot het elimineren van afhankelijkheid tussen modules is een organisatorische maatregel, die door ZANNETOS aangeduid wordt als *decentralisatie.*

Decentralisatie bestaat uit het toewijzen van een zelfde aspect aan meer dan een module; wanneer men daarvoor een aspect kiest, dat veel andere aspecten beperkt en het vervolgens toewijst aan elk der modules die erdoor beperkt werden, wordt afhankelijkheid geëlimineerd.

Als regel wordt bij decentralisatie de betrokken gebeurtenis gesplitst. Wanneer een aspect op een ondeelbare gebeurtenis slaat, is decentralisatie ervan slechts een andere schrijfwijze voor duplicering. Decentralisatie is nuttig als de gebeur-

tenis te splitsen is in een aantal gebeurtenissen die alle het betrokken aspect bezitten.

In een decentrale structuur bevatten sommige modules dezelfde aspecten. Hiermee wordt het begrip decentralisatie gescheiden van wat men wel hoort noemen 'geografische decentralisatie' of 'functionele decentralisatie'. Deze laatste twee begrippen worden losweg gebruikt om het groeperen van gebeurtenissen naar geografische of functionele indelingen aan te geven, maar hebben geen exacte betekenis met betrekking tot centrale of niet centrale besturing van aspecten.

Wanneer wij een module formeren die alle gebeurtenissen in Brabant omvat naast een andere voor Gelderland, hebben we niet gedecentraliseerd. Het wordt pas decentralisatie, als de module Brabant zelf mag financieren en de module Gelderland ook.

Decentralisatie is geen 'delegatie van bevoegdheden' noch een maat daarvoor. Delegatie van bevoegdheden wordt door ons geschreven als: het toewijzen van (inmiddels beter bekende) aspecten aan lagere modules; één vorm daarvan – het toewijzen van aspecten aan meer dan een module – is decentralisatie te noemen, maar beschrijft het begrip niet.

In de strakkere formulering uit hoofdstuk 1 schrijven we decentralisatie als volgt:

> Wanneer $a \in EM$, $b \in EN$ en $aBb \neq 0$ dan is module N afhankelijk van module M.
> We nemen nu aan dat – door splitsing van de gebeurtenissen – het aspect a vervangen wordt door a′ en a″, waarbij $a'Bb \neq 0$ en $a''Bb = 0$.
> Vervolgens formeren we nieuwe modules zodat $a'' \in M'$, $a' \in EN'$ en $b \in EN'$.
> Nu zijn M′ en N′ onafhankelijk.

Decentralisatie is maar tot op zekere hoogte mogelijk; zij wordt begrensd door de capaciteit rond de modules. Wanneer namelijk het toewijzen van (ook elders toegewezen) aspecten zou leiden tot splitsing van een module is het middel erger dan de kwaal.

ZANNETOS wijst erop dat het niet is toegestaan de begrippen 'decentraal' en 'centraal' in absolute zin te gebruiken. Men zal steeds moeten bedenken dat het over één of enkele aspecten gaat, waardoor er een gradatie in het begrip decentraal besloten is. Bovendien gaat het altijd om twee of meer modules, zodat de-

centraal ook een relatie met andere impliceert, die gekwantificeerd moet worden.

Centralisatie heeft volgens ZANNETOS als kenmerken:
- meer gelegenheid tot specialisatie;
- meer gelegenheid voor initiële investeringen: grotere produktiviteit;
- het vermijden van sub-optimalisatie en duplicering van arbeid;
- veel behoefte aan oriëntaties en voorschriften: minder aan prognoses.

Decentralisatie heeft als kenmerken:
- grotere reactiesnelheid in de besturing (door het wegnemen van verbindingen);
- resistentie van de structuur tegen catastrofen rond één module (door de duplicering);
- weinig behoefte aan oriëntaties en voorschriften, meer behoefte aan prognoses en rapporten;
- goede voedingsbodem voor vernieuwingen (door de variëteit van aspecten per module).

Decentralisatie verlaagt meestal de consistentie en verkleint het vermogen van de besturingsstructuur omdat één aspect nu op meer plaatsen besturingsenergie vereist. Decentralisatie vergroot het vermogen van de besturingsstructuur door het autarkisch maken van aspecten, dus elimineren van vreemde gebonden aspecten en het verkorten van de termijn.
Uit het bestaan van deze twee tegengestelde effecten kunnen wellicht de eindeloze discussies over het al of niet wenselijk zijn van decentralisatie worden verklaard.
Een goede structuur moet – zoals opgemerkt in 2.2.2 – gedurig gereorganiseerd worden. Bij de hergroepering van aspecten kan men zich steeds afvragen waar decentralisatie nodig is en waar centralisatie; beide vormen hebben voordelen, die per geval doorslaggevend kunnen zijn. ZANNETOS stelt, dat het grootste voordeel te behalen valt met het afwisselen van centralisatie- en decentralisatiepolitiek. In de centralistische periode kan men de produktiviteit vergroten op basis van de vernieuwingen, die in de decentralistische periode ontstaan zijn.

2.2.4 *Het splitsen en samenvoegen van modules.* Veranderingen in de besturingsstructuur bestaan uit het splitsen en/of het samenvoegen van modules. Ook waar nieuwe aspecten moeten worden ondergebracht of aspecten verdwijnen, kan dit worden opgevat als een samenvoeging of een splitsing van modules.

Als in het volgende een module K de samenvoeging is van modules M en N

(of M en N een splitsing van K) dan gelden de volgende observaties.

• K zal niet meer eigen aspecten hebben, dan M plus N, d.w.z. $EK \subset EN \cup EM$. Naarmate M en N met betrekking tot meer aspecten gedecentraliseerd zijn, zal het aantal eigen aspecten in K relatief kleiner zijn.

• K zal niet minder autarkische aspecten hebben dan M plus N, d.w.z. $AK \supset AN \cup AM$.
Naarmate M en N meer aspecten bevatten die beperkt worden door aspecten in N resp. M, zal K relatief meer autarkische aspecten bevatten.

• K zal niet meer vreemde gebonden aspecten omvatten dan M plus N, dus $VGK \subset VGN \cup VGM$. Naarmate M en N meer aspecten bevatten, die door dezelfde vreemde aspecten worden beperkt, zal K relatief minder vreemde gebonden aspecten bevatten.

Dit alles leidt tot de voorlopige conclusie, dat het samenvoegen van modules nuttig zou kunnen zijn, waar die afzonderlijke modules gedecentraliseerd zijn, elkaar beperken of vanuit dezelfde andere modules beperkt zijn.

Het bezwaar tegen het samenvoegen van modules is steeds: de toenemende termijn van groter wordende modules. Zoals reeds in 1.6.2 is opgemerkt hangt de termijn van een module samen met het aantal eigen aspecten, vermoedelijk volgens een niet-lineair verband. Vergroting van de omvang van een module zal dan leiden tot een meer dan evenredig langere termijn.

Het samenvoegen van modules leidt dus tot een groter vermogen als het termijnverlengende effect van de samenvoeging gecompenseerd wordt door de genoemde termijn-verkortende effecten: minder vreemde gebonden aspecten, meer autarkie.

Met betrekking tot de consistentie is het samenvoegen van modules nooit verkeerd: het kan echter weinig of geen verbetering brengen, als de afzonderlijke modules reeds consistent of niet gedecentraliseerd waren.

2.2.5 *Het toewijzen van aspecten aan modules.* In de meeste publikaties over organisatiestructuur worden de aspecten (althans op papier) gegroepeerd naar soort. Men onderkent 'commerciële afdelingen', 'gereedschapmakerijen' en dergelijke of ook wel strategische aspecten, beleidszaken en uitvoerende zaken. De activiteiten rond dergelijke besturingseenheden worden dan aangegeven met

termen als strategische planning (ANTHONY), regionale overheidsplanning (VAN DUSSELDORP), produktieplanning en dergelijke.

ANSOFF en ANTHONY herkennen strategische, beheers- en operationele aspecten. Hierbij wordt onder 'strategisch' verstaan: met betrekking tot de onderneming als geheel ten opzichte van de buitenwereld, onder 'beheer': met betrekking tot onderliggende modules en onder 'operationeel': met betrekking tot directe besturing.
Het is goed mogelijk, dat elk soort aspecten haar eigen eisen stelt aan de capaciteit van de besturingsorganen.
Bovendien is vast te stellen, dat het besturen van strategische aspecten *alle* onderdelen van de structuur betreft; dus binnen de structuur belangrijk is, veel vreemde gebonden aspecten meebrengt en meestal in hoge modules thuishoort (als er weinig voorschriften voor bestaan, vgl. 2.3.1).
Beheersaspecten zullen belangrijker zijn, naarmate ze grotere stukken van de structuur betreffen. Operationele aspecten kunnen belangrijk zijn, als ze te maken hebben met schaarse goederen die veel toepassingsmogelijkheden hebben (grote vrijheid in het statuut).

Het zijn echter fundamenteel niet deze classificaties van aspecten, die de basis mogen zijn voor de groepering tot modules. Slechts samenloop van termijn (bijv. met strategie) of correlaties (bijv. binnen het commerciële traject) met deze classificaties doet het voorkomen, alsof er zoiets als strategische of commerciële modules bestaan.

In werkelijkheid blijken afdelingen zich dan ook vaak te bemoeien met aspecten, die ver buiten hun 'klasse' vallen. Zo zien we 'strategische' organen met personeelaspecten bezig en 'financiële' afdelingen met het doen van omzetvoorspelling.

Hoe hoger de modules, hoe moeilijker de aspecten te classificeren zijn. De taken die de hoogste bestuurscolleges op zich nemen, zijn meestal zodanig onbeschrijfbaar, dat ze zich aan elke classificatie onttrekken.

MEY beschrijft in zijn leerboek allerlei classificaties van aspecten. Concentratie van aspecten die de gewenste toestand betreffen bijvoorbeeld, noemt hij specialisatie; concentratie van aspecten die de gebeurtenis betreffen, noemt hij differentiatie. Ook deze indeling heeft slechts nut in zover ze correlaties van aspecten omvat. In de tegenwoordige maatschappij zijn echter de aspecten van de toestand niet per se gescheiden van de aspecten van de gebeurtenis; MEY's indeling doet mij daarom nu wat incidenteel en verouderd aan.

VAN DUSSELDORP omschrijft het begrip 'meerdimensionale planning' (vrijwel gelijk aan ons begrip: samenstel van module-plannen) en ook het begrip 'comprehensive planning'. Met dit laatste bedoelt hij de situatie, dat in een module veel verschillende aspecten geconcentreerd zijn. Het begrip 'comprehensive planning' blijkt echter onhanteerbaar te zijn (vgl. discussie l.c. pag. 22) om conclusies te bereiken.

• Het toewijzen van aspecten aan modules zal in de praktijk gebeuren op grond van de volgende overwegingen:

a. De aspecten binnen één module zullen gelijktijdig bestuurd worden (dus met dezelfde planningtijd);
b. Gecorreleerde aspecten moeten zo mogelijk aan dezelfde module worden toegewezen (vgl. 2.2.4).

Om het vermogen van een besturingsstructuur te maximaliseren zullen de aspecten gegroepeerd worden tot modules met een termijn die ze voor hun besturing vereisen. Vermenging van aspecten met verschillende optimale regeltijd in één module is af te raden.

Te lange termijn van de module veroorzaakt onbestuurbaarheid van het korte-regeltijd-vragende aspect. Te korte termijn van de module is energieverspilling met betrekking tot het met lange regeltijd te regelen aspect.

Vermenging van lange-termijn- en korte-termijn-aspecten verkleint bovendien het aantal toe te wijzen lange-termijn-aspecten per module. Hierdoor neemt het aantal vreemde gebonden aspecten toe, want de lange-termijn-aspecten hebben in het algemeen meer verbindingen dan de nu toegewezen korte-termijn-aspecten. VAN DUSSELDORP signaleert de kwalijke resultaten van deze vermenging voor het streekplan Nickerie in Suriname.

We gaan er in het volgende van uit, dat er een indeling van modules naar termijn bestaat en dat lange-termijn-modules in het algemeen hoger zijn in de zin van 2.3 en belangrijker aspecten omvatten dan korte-termijn-modules (zie voor mogelijke uitzonderingen op deze algemene regel de discussie in 1.6.2).
Deze indeling naar termijn leidt echter niet tot scherp af te bakenen niveaus in de besturingsstructuur; daarvoor is er een te grote verscheidenheid in termijnen van modules.

• In een bedrijf komen veel aspecten met nagenoeg gelijke termijn voor. De afnemer en de producent van een artikel bijvoorbeeld opereren soms op ongelijke maar vaak op gelijke termijn.

Wanneer de leverancier op langere termijn werkt dan de afnemer, spreekt men over leveren uit voorraad of van een supply relatie. De produktierelatie (NIELEN 1967) echter wordt gekenmerkt door het op gelijke termijn reageren van leverancier en afnemer, de minimalisatie van voorraad en de grote gebondenheid van leverancier- en afnemeraspecten.

Aspecten met gelijke termijn zullen zodanig in modules gegroepeerd worden, dat de afhankelijkheid van de betrokken modules minimaal is. Het groeperen van onderling gecorreleerde aspecten tot één module is nuttig, doordat de afhankelijkheid dan binnen de module valt en geen aanleiding is tot bindingen met andere modules. We zien evenwel, dat het niet mogelijk is, *alle* correlaties binnen modules onder te brengen.

Sommige organisatorische indelingen nemen als criterium de geografische plaats van de gebeurtenissen, dus indelingen naar land, regio, gemeente of iets van dien aard. Anderen zoeken correlaties op basis van nabijheid van de standpunten, die de aspecten opleveren; zo groepeert men bijvoorbeeld reclame met marktonderzoek, psychologische met medische dienstverlening. Deze indelingen zijn nuttig in zover ze inderdaad gecorreleerde aspecten binnen de klassen onderbrengen.

Vaak is dat echter niet het geval; correlaties treden in het algemeen niet op volgens bestaande classeringen. Correlaties tussen medische en psychologische aspecten zijn wellicht zwak vergeleken bij correlaties tussen beloningssystemen en psychologische reacties. Bovendien bestaan correlaties vaak in zodanige patronen dat geen enkele groepering erin slaagt de correlaties bijeen te houden.

Wanneer wij ons een handelsonderneming voorstellen, waarin de modules geformeerd zijn naar artikelaspecten, zullen er bindingen tussen de modules bestaan met betrekking tot de klantenaspecten. Wanneer er veel klanten zijn die meer dan één artikel afnemen, is het denkbaar dat een groepering naar klantenaspecten minder verbindingen met betrekking tot artikelen oplevert.

Wij kunnen ons echter toch bedienen van termen als 'commerciële module'. Het is natuurlijk waar, dat in de meeste modules wel een zodanige groepering van aspecten wordt bestuurd, dat er een naam aan gegeven kan worden. (Namen hebben de gunstige eigenschap dat ze bijna elke doorsnede van de realiteit kunnen indiceren.)

## 2.3 Relaties in de structuur

We hebben in het vorige vastgesteld, dat er in een structuur een (groot) aantal modules voorkomt die elkaar minder of meer kunnen belemmeren, verschillende termijn kunnen hebben en zich van elkaar kunnen onderscheiden in de soort aspecten die ze bevatten. We willen thans nagaan in welke relatie deze modules tot elkaar staan.

2.3.1 *Hogere en lagere modules.* Niet alle modules vragen een zelfde capaciteit, er zijn moeilijk te besturen modules en gemakkelijk te besturen modules. Modules met veel vreemde gebonden aspecten en een relatief klein voorgeschreven deel van het statuut, vragen voor hun besturing veel zicht, moeilijk te maken prognoses en besluitvorming onder grote onzekerheid. We zullen deze modules *hogere* modules noemen. Modules met weinig vreemde gebonden aspecten en modules, die met weinig vrijheid bestuurd worden heten dan *lagere* modules.

Lagere modules worden dus gekenmerkt door een klein aantal vreemde gebonden aspecten en/of door een groot voorgeschreven deel van het statuut. Voorbeelden van de eerste soort zijn: de problemen van een kamergeleerde, of die van Robinson Crusoë; voorbeelden van de tweede soort vinden wij bij wagenvoerders, kassiers etc. (JAQUES). 'Hoog' is aldus niet identiek met 'belangrijk'. Er zijn blijkens de voorbeelden van JAQUES modules met zeer veel vreemde gebonden aspecten (dus belangrijke) die in grote onvrijheid bestuurd worden. Anderzijds is ook een meteorologische dienst een lagere module, want weliswaar is 'het weer' een aspect met zeer veel verbindingen maar er valt niets te sturen.

De capaciteit rond de modules verandert gedurig. Door meer ervaren mensen en betere gegevensverwerkende techniek wordt de capaciteit groter: door personeelsverloop wordt hij kleiner.
In dit hoofdstuk beschouwen wij echter de capaciteit van de besturingsorganen als vast; in hoofdstuk 4 gaan wij na, wat de invloed van betere gegevensverwerking op de capaciteit en daardoor op de structuur is.

2.3.2 *Superieure plannen.* Het mogelijk onuitvoerbaar worden van een besluit met betrekking tot oriëntaties roept de vraag op, of in geval van een dergelijk conflict het besluit moet worden herzien, dan wel dat er een boodschap moet worden afgegeven die veroorzaakt, dat het plan van de andere module wordt herzien. Het bestaan van deze twee oplossingen voor een conflict geeft aanleiding tot het onderscheiden van kwaliteitsrelaties tussen modules.

Hoewel in het algemeen zowel het besluit als de oriëntatie zal veranderen (compromis) willen we hier slechts de twee extreme mogelijkheden bestuderen:
a. het besluit verandert en de oriëntatie niet;
b. het besluit verandert niet en de oriëntatie wel.
Compromissen kunnen beschreven worden als een reeks gevallen van de hier genoemde twee mogelijkheden.

> Een besluit van module $M_1$ heet *superieur* aan een besluit van module $M_2$ als een nieuw besluit van $M_2$ genomen wordt om dat van $M_1$ uitvoerbaar te maken. Het oude besluit van $M_2$ heet in dit geval *inferieur*.

Superioriteit kan latent zijn; het besturingsorgaan van $M_1$ hoeft niet te beseffen dat de besluiten van $M_1$ superieur zullen zijn.

Superioriteit is geen constant fenomeen; waar vandaag het besluit van module $M_1$ superieur is aan dat van module $M_2$ kan dat morgen omgekeerd zijn. In het volgende echter zal blijken, dat men binnen een besturingsstructuur voor sommige modules vrijwel steeds superieure besluiten moet hebben. Wij zullen die modules als dominante modules aangeven (vgl. 2.3.3).

Wanneer de besluiten van een module $M_1$ altijd superieur zijn aan die van $M_2$ hoeft $M_2$ geen plannen naar $M_1$ te sturen. De oriëntaties vanuit $M_1$ krijgen het karakter van voorschriften in $M_2$.
Wanneer men in het besturingsorgaan voor een module $M_2$ slechts superieure oriëntaties ontvangt in alle relaties, behoeven er geen plannen gemaakt te worden. De gebonden aspecten van $M_2$ worden dan feitelijk geregeld in de voorschrijvende modules.

De beweegredenen om een oriëntatie als superieur aan het eigen besluit te erkennen alsmede de gezagsconflicten en sociale verhoudingen die met deze erkenning samenhangen worden beschreven door vele organisatietheoretici (bijv. GOULDNER).

In principe moet dát besluit als superieur worden erkend, dat tot de meest bevredigende toestand leidt, maar vaak zal de evaluatie in het ene besturingsorgaan op andere gronden plaatsvinden dan in het andere. Soms ook is er een derde besturende instantie, die evaluerend optreedt of kan een exacte economische evaluatie van de alternatieve eindtoestanden gemaakt worden.

Om het nemen van onuitvoerbare (inferieure) besluiten te vermijden is het aan te bevelen, dat bij elke oriëntatie een oordeel gevormd wordt omtrent de mogelijke superioriteit van die oriëntatie over de eigen besluiten. Wanneer superiori-

teit verwacht wordt kan men reeds bij het opstellen van de protoplannen rekening houden met de moeilijke veranderbaarheid van de betrokken oriëntatie.

Zo zal de loodgieter wellicht niet proberen de architect te bewegen het ontwerp van het gebouw zó te wijzigen, dat de buizen een minimum aan bochten hebben, maar zijn eigen besluiten binnen het kader van het ontworpen gebouw plaatsen. Anderzijds kán de loodgieter van mening zijn dat rechte buizen een ander ontwerp rechtvaardigen; naarmate zijn eigen oordeel daaromtrent beter is, zal hij vaker zijn eigen besluiten uitgevoerd zien.

Ter beoordeling van de kwaliteit van een oriëntatie wordt vaak gesteld, dat de gegevens die daartoe leidden (de prognose, de rapporten, de doelstelling) bij elk plan gepubliceerd moeten worden. Dit moge juist zijn, maar het leidt tot een vrijwel eindeloze begripsverwarring met betrekking tot plan, prognose, doelstelling en dergelijke.

VAN DUSSELDORP concludeert dat een plan zowel doelstelling als rapporten over de begintoestand moet omvatten. Dit alles wijst erop, dat de betrokken besturingsorganen niet overtuigd zijn van de superioriteit van een oriëntatie voordat ze de betreffende gedachtengang hebben gedupliceerd of anderszins begrepen.

2.3.3 *Dominantie.* Het is veelal niet mogelijk, alle vreemde gebonden aspecten in een besturingsstructuur te elimineren. Het vertragende effect van vreemde gebonden aspecten in een module M kan echter verkleind worden door het geven van voorschriften die de afhankelijke modules dwingen hun aspecten zo te besturen, dat het besturen van de gecorreleerde aspecten in M daarvan geen hinder heeft.
Als voorbeeld kunnen we noemen, dat in een onderneming het rendement over het bedrijfskapitaal als regel bestuurd wordt door aan allerlei modules (die dat rendement niet besturen maar wel beïnvloeden door hun kosten) voorschriften te geven die het uitgeven van geld belemmeren: kostenbudgetten die het gedurig communiceren met de 'rendement'-module overbodig maken.

We hebben in het vorige gezien, dat – in geval van conflict tussen plan en oriëntatie – het ene plan superieur is ten opzichte van het andere en dat deze superioriteit gebaseerd wordt op het bevredigender zijn van de eindtoestand.
Ook hebben wij vastgesteld dat ingeval module M steeds superieure plannen heeft t.o.v. module N, de oriëntaties van N in M geen betekenis hebben en gevoeglijk kunnen wegblijven.
Daar wij echter niet willen aannemen, dat een besturingsorgaan *altijd* betere

plannen maakt dan een of meer andere, willen we het begrip *dominantie* gaan gebruiken.
We zullen M dominant noemen over N als de plannen van M vrijwel steeds superieur zijn aan de plannen van N. Hierdoor neemt de termijn van M af (zelden verzamelen van oriëntaties uit N, zelden afstemmen met oriëntaties uit N) en het vermogen toe.

Dominantie moet onderscheiden worden van het 'de-baas-zijn'. Dit laatste heeft te maken met de rol, die mensen in besturing spelen; niet met het afstemmen van plannen. Vaak echter zijn de mensen rond dominante modules 'de baas van' mensen rond gedomineerde modules.

Het besturingsorgaan voor de module die gedomineerd wordt, wijkt af van het voor zijn eigen module optimale plan, want wij willen aannemen dat er – voor het conflict met de dominante module zich openbaarde – een voor de eigen module beste besluit bestond.

Dit afwijken van het optimale plan kan gemotiveerd zijn door een inzicht in het te bereiken optimum over de twee modules gezamenlijk.
Een gezamenlijk optimum is slechts interessant als beide modules in één structuur opereren. Men kan dan zelfs een gezamenlijk optimum *garanderen* door het geven van de juiste voorschriften aan de twee modules. Dit is het typische voordeel dat in een gezagsstructuur te behalen valt.

Waar voorschriften voortkomen uit dominantie, moet de voorschriftenmaker rekening houden met de afwijkingen, die men bij de gedomineerde module van zijn 'beste' plan moet maken. De voorschriften moeten deze afwijkingen als normaal presenteren.

• Aanleiding tot dominantie mag alleen zijn: het bestuurbaarder maken van hoge modules. Het is echter onjuist, dominantie te identificeren met 'belangrijk'; vaak is een aspect belangrijk zonder in de besturing een grote rol te spelen (zie 2.3.1 voor het verschil tussen belangrijk en hoog).
De socioloog VAN DUSSELDORP concludeert in zijn dissertatie – als het ware tegen zijn zin – dat, ofschoon het sociale aspect primair is, in de praktijk juist het economische en technische aspect de neiging heeft te domineren en maatgevend te werken.
Dit bevestigt onze observatie, dat 'dominantie' niet samenhangt met 'belangrijker' naar theoretische of ideële maatstaven, maar alleen met 'belangrijker' naar uitvoerbaarheidsmaatstaven.
Daarom worden bijvoorbeeld fundamentele research-activiteiten op een dus-

danige plaats in de structuur opgesteld, dat zij niet gedomineerd kunnen worden vanuit de directe bedrijfsvoering, maar op hun beurt ook niet dominant zijn.

Het bezit van veel vreemde gebonden aspecten en het in grote vrijheid besturen zijn kenmerken van lange-termijn-modules; lange-termijn-modules zullen dus als regel dominant moeten zijn in conflicten met korte-termijn-modules.
Als een korte-termijn-module begint te domineren over een lange-termijn-module, moet de organisatie worden herzien: er worden blijkbaar belangrijke aspecten geregeld in lage modules.

Waar trage reactie een oorzaak is van lange termijn zal de dominantie die daar eventueel uit voortvloeit, ondervonden worden als onjuist. In dat geval zal de gegevensverwerking waarvan de module zich bedient, moeten worden aangepast.

## 2.4 Een piramidale besturingsstructuur

De structuur die uit de voorgaande paragrafen naar voren komt, wordt bepaald door de aanwezigheid van hogere modules (die over het algemeen op langere termijn werken) en lagere modules (die op kortere termijn werken). Er zijn blijkbaar gradaties in hoog en laag.

De hogere modules schermen zichzelf af tegen al te veel oriëntaties door het geven van voorschriften aan de lagere; slechts bij uitzondering zal een plan van een lagere module leiden tot een oriëntatie in een hogere (management by exception).

Waar er meer aspecten zijn met weinig correlaties dan aspecten met veel correlaties, zijn er wellicht meer korte-termijn-modules dan lange-termijn-modules. Dit geeft aanleiding tot de piramidale structuur in besturingsstelsels.
Wij zien echter niet in, dat dit altijd zo zou *moeten* zijn, ook al wordt gesuggereerd, dat door de invloed van de computer het aantal korte-termijn-modules afneemt (doordat ze zoveel groter van omvang kunnen zijn) en dat de besturingsstructuur niet meer op een piramide lijkt maar op een ui (Allium Cepa L.). Het zij zo; de structuur zal er in essentie niet anders door worden.

2.4.1 In een vroegere studie (NIELEN 1967) heb ik gesuggereerd, dat er in een onderneming 6 *vaste* niveaus van modules zouden zijn.
1. doelstelling van de onderneming; 2. investering in mensen en gebouwen; 3. produktontwikkeling, verkoopvoorbereiding; 4. materiaalvoorziening;

5. produktiebesturing, distributie; 6. produktie, transport.
Deze opvatting negeerde de pragmatische dynamiek in de besturingsstructuur. Elke kenschetsing van niveaus kan slechts geldig zijn voor één speciale structuur op één speciaal tijdstip; in andere omstandigheden of korte tijd later zijn de niveaus anders: dan is bijvoorbeeld wellicht de materiaalvoorziening een zodanig gebonden aspect dat het op een hoger niveau behandeld moet worden. Ook waar VAN DUSSELDORP niveaus in planning wil onderscheiden, loopt hij onmiddellijk vast in het afbakenen van die niveaus (l.c. pag. 17). Zijn indeling in sectoren (dat is: met betrekking tot de soort aspecten) voert niet tot essentiële klassen. Elke indeling is uiteindelijk empirisch; men groepeert aspecten in feite op basis van concentratie van correlaties.

• Telkens als een korte-termijn-module domineert over een lange-termijn-module, zal de organisatie worden herzien. Het is dan blijkbaar nodig het op kortere termijn geregelde aspect toe te wijzen aan een module met langer zicht. Dit gebeurt in werkelijkheid dan ook gedurig: het is een van de redenen van de dynamiek in de organisatiestructuur.

• Het verschil tussen staf- en lijnfuncties heeft reeds lang zijn betekenis verloren. Zg. staffuncties behandelen immers ook een aantal aspecten, zijn bevoegd voorschriften te verstrekken, maken plannen etc. etc. Het zijn normale modules die zich slechts triviaal onderscheiden van zg. lijnfuncties in de soort aspecten die ze regelen (aspecten van eindmontage heten 'lijn'; personeelaspecten 'staf').

Ook splitsing in leidinggevende en uitvoerende modules is overbodig; wanneer het verschil gelegen zou zijn in de mate, waarin initiatief kan worden ontplooid (MEY) is de overgang van leidinggevend naar uitvoerend zo gradueel, dat de classificatie haar doel mist. Samenvattend: wij zien wel een gradatie in hoge en lage modules, in lange-termijn- en korte-termijn-modules maar zien geen aanleiding daar een classificatie of een kwantitatieve maat aan te verbinden.

2.4.2 Het is onjuist en verwarrend te stellen, dat een lagere module het plan van een hogere zou moeten 'detailleren' of 'uitvoeren'. Het begrip 'uitvoerend' is in het spraakgebruik een glijdend begrip; het duidt op alle werkzaamheden beneden het niveau van de spreker. Daarmee is het begrip onbruikbaar.
VAN DUSSELDORP poneert dat '...het regionale plan van het nationale en het lokale van het regionale is afgeleid'.
Hij verklaart, dat slechts tijdnood op het nationale niveau de oorzaak is, dat het regionale plan vaak te vroeg klaar is en daardoor niet hanteerbaar. Wij moeten – op grond van onze eigen overwegingen – echter concluderen, dat de toewijzing

van de aspecten aan de modules op een verkeerde basis gebeurd is, of zelfs dat het 'afgeleid zijn' van het ene plan uit het andere, geen juiste opvatting is. Ook SIMON schrijft dat de besluiten op direct uitvoerend niveau tot stand komen binnen de begrenzing van een statuut, dat in steeds toenemende specificiteit bepaald is door modules 'boven' de uitvoerende module. Hij suggereert in de context dat al deze invloeden in één dimensie passend *van boven* komen. Wij stellen, dat de structuur van modules een veel-dimensionale is, waar bovendien de associatie van superioriteit met 'boven' niet steeds van toepassing is.
Een plan van een lagere module kan best eens superieur zijn aan dat van een hogere (zoals het zich in de voorschriften doet kennen). Zoals bekend, wordt het volgen van voorschriften niet steeds geaccepteerd als excuus voor een handelwijze.
Wij willen de opvatting van SIMON dan ook uitbreiden tot de stelling: dat het voorgeschreven deel van het statuut van een module tot stand komt door voorschriften vanuit alle met die module verbonden modules. Hierbij valt wel een gradatie waar te nemen in de zin, dat het merendeel van de voorschriften vanuit hogere modules zullen binnenkomen. De suggestie van een hiërarchie-binnen-één-dimensie nemen wij echter niet over. In onze gedachtengang past een hiërarchische structuur, waarbij voorschriften weliswaar als regel van boven komen maar niet uit één punt.
Simons voorbeeld (l.c. pag. 225) van de soldaat, die voorschriften in toenemende specificiteit van boven krijgt, benutten wij om te beweren dat het *niet* zo is, dat de generaal het kader verschaft waarbinnen de kapitein het kader verschaft, waarbinnen de luitenant het kader verschaft, waarbinnen etc. etc. de soldaat iets doet.
In onze 'aspecten'-beschouwing past het voorbeeld van de generaal die voor de luchtdekking zorgt, de kapitein die voor de wapens zorgt, de luitenant die de flankdekking bestuurt etc. etc. tot de soldaat, die binnen zijn voorschriften m.b.t. bewapening, dekking, luchtafweer en dergelijke nog plannen maakt en direct uitvoert.

2.4.3 Met het verwerpen van de één- of tweedimensionale 'span of control' als basisconceptie voor de besturingsorganisatie valt tevens de betekenis weg van begrippen als horizontale en verticale communicatie (MEY: pag. 313).

Communicatie is in onze opvatting te splitsen in:
a. het publiceren van plannen; het krijgen van oriëntaties;
b. het doorgeven van voorschriften; het accepteren van voorschriften.

Men zou eventueel a. 'horizontaal' en b. 'verticaal' kunnen noemen maar daarmee wordt opnieuw gesuggereerd dat er vaste niveaus in de structuur zouden

zijn. Dit nu is onjuist. Hoewel van twee modules wellicht kan worden vastgesteld wie van de twee de hoogste is, is de communicatie altijd in meer of mindere mate 'diagonaal'. Een deel van de oriëntatie zal als voorschrift worden opgevat, een ander deel niet.

Men is geneigd verticaal te associëren met voorschriften en rapporten, horizontaal met plannen en oriëntaties. Het verschil is dan te schrijven als een verschil in de motivering tot het accepteren van dominantie; bij de verticale relatie is het angst of gehoorzaamheid, bij de horizontale is het begrip voor een gezamenlijk optimum, of bereidheid tot zakelijke schikking (GROFFEN).

Verticale relaties bestaan alleen waar de lagere module door een machine bestuurd wordt; in alle andere gevallen is er slechts sprake van dominantie die per se doorbroken kan worden met een superieur plan van de lagere module.

# 3. GEGEVENSVERWERKING EN DE BETEKENIS VAN COMPUTERS

Voordat wij kunnen overgaan tot het bestuderen van de veranderingen in een besturingsstructuur door invloeden vanuit de gegevensverwerking, willen wij een hoofdstuk wijden aan de begrippen die bij gegevensverwerking te pas komen. In de eerste paragrafen wordt een aantal begrippen omschreven; in paragraaf 3.5 wordt een wiskundige formulering van die begrippen gegeven. Ook de toepassing van computers in algemene zin zal in dit hoofdstuk aan de orde worden gesteld.

## 3.1 Gegevensverwerking

Om onze kennis te vergroten en gebeurtenissen te besturen verwerken wij gegevens. Deze gegevens komen tot ons in de vorm van berichten of ze zijn het resultaat van actief waarnemen. Sommige gegevens zijn nieuw, andere oud; sommige zijn belangrijk, andere zijn verwaarloosbaar.

Het woord *gegevens* wordt gehanteerd als verzamelnaam voor: boodschappen, waarnemingen, modellen, metingen, feiten etc.; kortom voor alles wat als drager kan fungeren van informatie omtrent gebeurtenissen, toestanden, manieren van doen, abstracties en ideeën. Gegevens zijn – hoewel steeds gedragen door een materieel medium – geen materiële grootheden.

Het begrip *bewerken* (of *verwerken*) van gegevens wordt gebruikt voor alles, wat men met gegevens kan doen. Waarnemen, transporteren, selecteren, groeperen, in volgorde brengen, rekenen, bewaren, vernietigen; al deze bewerkingen zijn gericht op het onderling confronteren van gegevens.
Gegevensverwerking leidt meestal tot creatie van andere gegevens. Zo kunnen bijvoorbeeld gegevens worden getransformeerd tot sommen, gemiddelden of andere afgeleide gegevens. Nieuwe zowel als oude gegevens zijn in principe vatbaar voor verandering.

Wij willen onderscheid maken tussen bruikbare en verwaarloosbare gegevens.

Soms kunnen gegevens worden gebruikt om gebeurtenissen direct te besturen: ze worden dan gelijkgesteld aan afgepaste hoeveelheden energie (signalen); soms worden ze gebruikt om kennis te vergroten, inzicht te verbeteren of ervaring te doen groeien.

We zullen de beschouwingen dan ook richten op die gegevensverzamelingen, waarin drie deelverzamelingen worden onderscheiden:

E bevat de gegevens die ervaring beschrijven;
B bevat de gegevens die als boodschap kunnen dienen;
O bevat de onbruikbare gegevens.

Gegevensverwerking culmineert in het separeren van alle in een verzameling aanwezige gegevens in bruikbare en verwaarloosbare; de andere bewerkingen dienen om deze separatie mogelijk te maken dan wel om de bruikbare gegevens te benutten.
Deze bezigheden die in een gegevensverzameling V leiden tot het scheiden van de gegevens zullen we de *separatiefunctie* op de verzameling V noemen.

De bruikbaarheid van gegevens berust op een waarde-oordeel, dat niet stabiel hoeft te zijn. Een gegeven kan bruikbaar lijken op het ene moment en verwaarloosbaar op een ander.
Wij willen de bruikbaarheid van een gegeven beschouwen op het moment van de separatie, zonder ons te bekommeren om de latere bruikbaarheid.

Verwaarloosbare gegevens zijn de niet bruikbare gegevens; zij kunnen worden vernietigd of 'vergeten'. In het volgende zullen wij aannemen, dat verwaarloosbare gegevens, zodra ze als zodanig herkend zijn, verdwijnen. De deelverzameling O blijft dan ook verder buiten beschouwing.

Het waarde-oordeel, dat de basis is voor separatie zullen wij bij elke separatiefunctie aanwezig veronderstellen en verder buiten beschouwing laten, behalve de opmerking dat de separatiefunctie is vastgelegd in procedures (zie 3.3.3); deze procedures brengen het waarde-oordeel over.

## 3.2 Informatiesystemen

Een verzameling gegevens met een daarop van toepassing zijnde separatiefunctie heet een *informatiesysteem*. Wij zullen in het volgende vaak het woord 'systeem' gebruiken in plaats van 'informatiesysteem'. Hoewel het woord systeem eigenlijk een veel ruimere betekenis heeft (woningbouw, meubelcon-

structie, telefoonnetwerk) lijkt ons verwarring uitgesloten.

Met het begrip 'systeem' kunnen we een aantal gegevensvormen nader definiëren.
Een gegeven, dat afkomstig is van buiten het systeem en dat nog niet is gesepareerd, heet een *waarneming*.
Gegevens, die niet door het systeem actief worden waargenomen, maar op andere wijze tot het systeem gaan behoren, zijn ook waarnemingen (denk aan de invoergegevens bij een computer).

Een gegeven dat het systeem verlaat heet een *boodschap*.
Het woord boodschap is gekozen omdat het meestal gaat om gegevens die elders worden gebruikt. Onze definitie omvat echter ook gegevens die met andere bedoeling doorgegeven worden naar een ander systeem of in signalen ter besturing worden omgezet.

Het bestaan van waarnemingen en de separatie daarvan sluit in, dat de gegevensverzameling in een systeem veranderlijk is. Zowel de verzameling als het voor het systeem nuttige deel ervan moeten dus voorzien worden van een tijdaanduiding. Als tijdmaat zullen we nemen: het aantal malen n, dat de separatiefunctie is toegepast.

De verzameling van de op een zeker tijdstip nuttige gegevens binnen een systeem heet de *ervaring* E(n) van dat systeem.
De gegevens die leiden tot verandering in de ervaring van een systeem willen we *informatie* noemen.
Wanneer dus geldt dat $E(n+1) \neq E(n)$, bevatte de betrokken waarneming informatie.

Wanneer een waarneming – na de separatie – niets bijdraagt tot verandering van de ervaring, bevatte hij geen informatie voor het systeem. Aldus is informatie geen objectief begrip: een gegeven kan in het ene systeem wel en in het andere systeem geen informatie bevatten.

Wij volgen hiermee de gedachtengang uit de informatietheorie in plaats van die van WILSON. Deze laatste beschouwt namelijk informatie als te zijn: de *capaciteit* om verandering in ervaring te veroorzaken. Capaciteit om ervaring te beïnvloeden heeft echter elk gegeven: er is vast wel een systeem te vinden, waar een gegeven de ervaring zal beïnvloeden. Wij houden ons daarom liever aan de definitie van SHANNON, ook al is die gebaseerd op de relatieve waarde van een gegeven voor één systeem.

Zelfs al zou een waarneming wel tot een boodschap leiden maar niet tot verandering van de ervaring, dan bevatte hij geen informatie voor het systeem. In deze gedachtengang wordt aan bijvoorbeeld een systeem ter besturing van een stel liften nooit informatie toegevoegd (wel waarnemingen) en moet het begrip informatie geassocieerd worden met systemen die 'ergens wijzer van kunnen worden' zoals bijvoorbeeld het informatiesysteem in de menselijke hersenen.
In deze studie beperken wij ons nu tot die systemen, die informatie op kunnen nemen; vandaar dat wij ze – zij het wat voorbarig – informatiesystemen hebben genoemd.

## 3.3 De ervaring van een informatiesysteem

In elk informatiesysteem onderkennen we aldus gegevens met een voorbijgaand karakter (waarnemingen die op weg zijn naar de separatie en boodschappen die nog niet uit het systeem verdwenen zijn) en gegevens met een weliswaar dynamisch maar toch blijvend karakter (ervaring). Deze blijvende gegevens en hun ontwikkeling vormen het onderwerp van de volgende paragrafen.

Ervaring is noodzakelijk om gegevens te verwerken; ervaring ontstaat als gevolg van gegevensverwerking. Dit recursieve karakter van ervaring vraagt om een beginpunt. Wij willen aannemen, dat elk systeem bij de creatie een initiële hoeveelheid ervaring meekrijgt.

De bron van deze initiële ervaring valt buiten het bestek van deze studie. Wel is belangrijk te overwegen, dat deze bron aanwezig blijft tijdens de ontwikkeling van de ervaring. Ook, dat het nuttig kan zijn een systeem te reconstrueren in de zin dat het een nieuwe 'initiële' ervaring meekrijgt. (Bijvoorbeeld het inbrengen van een bedradingspaneel, het instellen van knoppen etc.)

De groei van ervaring in informatieverwerkende systemen zou een S-curve kunnen volgen. Enerzijds is namelijk de ervaring zelf voorwaarde voor de groei en anderzijds heeft de bekendheid met de realiteit een maximum dat de groei van de ervaring belemmert naarmate hij volmaakter is. Zo ontwikkelt zich de ervaring in een systeem eerst langzaam, dan snel en dan weer langzaam.

In aansluiting op de ideeën van BOULDING willen we verschil maken tussen *toevoegingen* aan ervaring en *modificatie* van ervaring. Een typisch voorbeeld van een toevoeging is de informatie, dat een banksaldo *f* 19,35 is. Modificaties betreffen structuur of methode, bijvoorbeeld een nieuwe manier van renteberekening.

Toevoegingen veroorzaken kwantitatieve groei, modificaties kwalitatieve groei van ervaring.

Functies en andere werkzaamheden laten zich in gegevensvorm vastleggen. We willen aannemen, dat de deelverzameling E(n) de beschrijving bevat van alle functies die in en om het betrokken systeem kunnen worden toegepast.

De verzameling gegevens in E(n) die de functies in het systeem beschrijft, heet de *procedures* P(n) van dat systeem.

De verzameling gegevens in E(n) die niet de functies in het systeem beschrijft, heet de *bestanden* van dat systeem.

Het bevat zijn van de beschrijving van de functies in E(n) geeft als mogelijkheid, dat de functies op hun eigen beschrijving van toepassing zijn, waardoor het systeem niet stationair blijft. (Bij stationaire systemen zijn de functies invariant gedurende de levensduur van het systeem; als voorbeeld van een stationair systeem noemen we een kilometerteller.)

Ervaring omvat aldus gegevens betreffende de realiteit (de bestanden) en daarnaast de procedures die de handelingen in het systeem determineren. Hoewel deze twee categorieën ervaring samenhangen en elkaar beïnvloeden willen we ze apart analyseren. Eerst de gegevens omtrent de realiteit, (bestanden en modellen) later de procedures die de handelwijze bepalen en het waarde-oordeel overbrengen.

3.3.1 *Bestanden.* Er zijn twee manieren om de realiteit in gegevens af te beelden: de eerste manier beschrijft de realiteit in concreto, dus in termen van gebeurtenissen of toestand, tijd en plaats, zonder tot abstracties over te gaan. Deze beschrijving noemen we *bestanden* of *files*. Tijd en plaats zijn vaak impliciet gegeven: 'Het banksaldo van N. is *f* 19,35' impliceert dat er een datum is, waarop deze toestand heerste en een bank, waarbij het saldo aangehouden wordt.
Als voorbeeld van dit type gegeven noemen we:
voorraadgegevens, banksaldi, adressen, telefoonnummers, nieuwtjes.

Concrete beschrijvingen zijn een primitieve, kwantitatieve vorm van ervaring; zij indiceren afwezigheid van inzicht in de gebeurtenissen. Indien bijvoorbeeld de keus van iemands woonplaats bekend zou zijn als functie van een stel bekende parameters (inkomen, leeftijd, kindertal) zouden er geen adresboeken

hoeven te bestaan. Het adresboek suggereert de afwezigheid van een dergelijke functie.

De vorm van informatie die aanleiding is tot mutatie in het bestand van een systeem, willen we nu formeel *toevoegingen* gaan noemen. De keuze van dit woord geeft de suggestie dat een bestand nooit kan afnemen: inderdaad zal een bestand meestal slechts in omvang afnemen door veranderingen van een ander soort: veranderingen, die structurele wijzigingen tot gevolg hebben.

Wanneer geldt, dat $E(n+1) \neq E(n)$ en tevens dat $P(n+1) = P(n)$, heet de in de waarneming vervatte informatie een *toevoeging* aan het systeem.

Later zal blijken dat bestanden ook kunnen veranderen bij modificatie maar dan verandert er meer dan de bestanden alleen.

3.3.2 *Modellen.* Eén van de bedoelingen van het opslaan van ervaring is het ontdekken van wetmatigheden in de gebeurtenissen; wetmatigheden die extrapolaties toelaten ter ondersteuning van het besturen van die klasse gebeurtenissen.

De werkelijkheid heeft echter een groot aantal dimensies of aspecten; de ons bekende wetmatigheden betreffen over het algemeen een klein aantal dimensies of aspecten. Ingeval wij nu wetmatigheden op de werkelijkheid willen toepassen moeten wij de werkelijkheid afbeelden op de aspecten waarvoor de wetmatigheden gelden.

We noemen een model: een verzameling aspecten met daarop gedefinieerd een aantal relaties, die beschrijven hoe de variabelen binnen of tussen de aspecten samenhangen.

Jammer genoeg heeft het woord model associaties met 'normatief' of 'gewenst'; wij zullen die associatie niet overnemen. Een model kan slecht zijn in de zin, dat het onvoldoende aspecten van de werkelijkheid bevat en/of in de zin, dat de bekende wetten tot te weinig conclusies voeren.

Naarmate een model meer aspecten omvat is het geschikter om de realiteit af te beelden en zullen waarnemingen vollediger kunnen worden verwerkt. Men zou kunnen spreken van de gegevensverwerkende capaciteit van een model.

Bij het afbeelden van de realiteit op een model gaan de aspecten van de realiteit die niet behoren tot de verzameling verloren. Zo zullen aspecten als het volks-

karakter, het klimaat en de staatsgodsdienst van een land in een economisch model niet voorkomen, hoewel daardoor wellicht belangrijke invloeden niet in beschouwing kunnen worden genomen.
De betekenis van een model voor de ervaring in een informatiesysteem ligt in de invloed die het heeft op de gebruikte separatiefunctie. Het is op grond van modellen, dat wij bepaalde gegevens verwaarloosbaar achten en andere nuttig. Modellen zijn de basis voor de te gebruiken functies.

- De bestanden die deel uitmaken van de ervaring van een systeem hangen dan ook samen met het model waarop de procedures berusten. Voorraadgegevens bijvoorbeeld worden soms opgeslagen in procenten van het verbruik omdat er een model gehanteerd wordt dat zegt, dat dit gegeven invariant in de tijd is en dus vergelijking van geval tot geval toelaat.

De waarnemingen die een systeem binnengevoerd worden moeten getransformeerd worden tot ze passen in de aspecten die het model bevat. Dit betekent meestal een vereenvoudiging van de waarnemingen: (men noemt dit 'data reduction').

De boodschappen die aan een systeem ontleend worden zijn evenzo afhankelijk van de gebruikte modellen; ze kunnen geen aspecten bevatten die in het model afwezig zijn.
Als deze boodschappen een 'onbevredigend effect hebben op de realiteit' moeten de modellen in het systeem worden veranderd. Dit betekent, dat een bestaande, eventueel zelfs niet stationaire separatiefunctie van tijd tot tijd vervangen zal worden door een andere, die op betere of meer omvattende modellen berust.

Wanneer de modellen die aan een separatiefunctie ten grondslag liggen veranderen, is er meestal aanleiding de bestanden te herzien of zelfs te vernietigen. (Toen de loonbelasting in een formule werd vastgelegd, werden de loonbelastingtabellen overbodig.)

3.3.3 *Procedures.* We hebben aangenomen, dat elk informatiesysteem een hoeveelheid functies heeft die in abstracto als een gegevensverzameling op te vatten is. Deze verzameling hebben we de procedures van het systeem genoemd. Omdat een informatiesysteem zich moet materialiseren om in besturing een rol te spelen, willen we ons nu afvragen hoe die functies in concreto zullen worden vastgelegd.

Een deel ligt vast in mechanische, elektrische of chemische verbindingen, standen, potentialen etc. In computertermen is dit deel de constructie en de be-

drading van de machine; bij de mens ligt dit deel vast als bijvoorbeeld de gevoeligheid van het oog voor slechts een deel van het spectrum.

Een ander deel ligt vast in gegevensvorm; hierbij is dan een mechanisme of organisme aanwezig, dat deze gegevens op tijd omzet in (elektrische) signalen, die de functies toepassen in het systeem. Bij een computer is dit het intern opgeslagen programma; bij de mens het in zijn geheugen bewaarde gedragspatroon.

Het gedeelte van de functies in een systeem, dat in gegevensvorm is vastgelegd noemen we de *instructies* van het systeem. Instructies zijn gemakkelijk te veranderen en geven een informatiesysteem in dat geval een niet stationair karakter.

Het gedeelte van de procedures dat in apparatuur of orgaan is vastgelegd noemen we de *constructie* van het systeem. We willen aannemen, dat de constructie van een systeem invariant is; als de constructie veranderd wordt, geeft dit aanleiding tot een ander systeem.

Er bestaan systemen, die geen instructies kennen en waar de procedures geheel tot de constructie behoren. Wij laten deze systemen in het vervolg buiten beschouwing (televisie, telefoon, draaibanken; te veel om op te noemen).

- De procedures, die door de mens worden toegepast bij zijn eigen gegevensverwerking zijn over het algemeen vaag, dubbelzinnig en bovendien niet in exacte termen weergegeven.
Bij gegevensverwerking door een machine willen we procedures toepassen die reproduceerbare en exacte resultaten opleveren.

We willen daarom binnen de procedures van een informatiesysteem een gedeelte afzonderen, dat geschikt is om in een machine te worden toegepast; we zullen dit gedeelte de *programmering* of het *programma* van een informatiesysteem noemen.
Hoewel deze term in het bijzonder gebruikt wordt voor procedures in een computer is hij goed algemeen bruikbaar.

Tegenover het begrip 'programma' willen wij de intuïtieve procedures plaatsen die, dubbelzinnig en soms zelfs onbeschrijfbaar, op een niet te determineren wijze tot resultaat voeren. Dit resultaat is dan ook vaak geen bewijsbaar maximum van een variabele maar voldoet aan de eis van 'bevredigend' met betrekking tot een doelstelling.

De constructie van een systeem behoort als regel tot het programma; bij een computer is dat steeds het geval. Instructies kunnen geprogrammeerd zijn of behoren tot de intuïtieve procedures. In het spraakgebruik betekent het woord 'programma' het deel van de instructies, dat tot de programmering behoort.

SIMON stelt tegenover elkaar 'programmeerbaar' en 'onprogrammeerbaar', waarbij hij overigens opmerkt, dat 'onprogrammeerbaar' een aanduiding is voor procedures, waarvan wij de exacte beschrijving (nog) niet kennen. Een gunstig kenmerk van programma's is de relatief kleine inspanning die nodig is om een resultaat te bereiken; het nut van intuïtieve procedures daarentegen schuilt in de bruikbaarheid ervan in onbekende situaties.
De mens is daardoor geneigd in onbekende situaties gebruik te maken van zijn intuïtieve procedures (ofte wel zijn 'denken') en in bekende repeterende situaties van zijn programma's (ofte wel zijn 'routinehandelingen').
Wij willen hieraan toevoegen, dat het overbrengen van routinematige gegevensverwerkende functies naar een machine een verdergaande stap is in diezelfde richting: grotere bekendheid met de situatie, meer redenen om programma's te gebruiken, grotere doelmatigheid in het bereiken van resultaten.

Programma's hebben ten opzichte van intuïtieve procedures een zelfde plaats als modellen ten opzichte van de realiteit. Het zijn evenzeer afbeeldingen in een beperktere en daardoor bekende omgeving. Er gaan ook aspecten van de werkelijkheid verloren bij het overbrengen van procedures naar programma's. Men kent dit verschijnsel als 'verstarring' (bij het gebruik van machines; bij bureaucratie).

De betekenis van programma's moet gezocht worden in de voorspelbaarheid en de reproduceerbaarheid van het resultaat ervan. De betekenis van intuïtieve procedures is te vinden in de variëteit van probleemsituaties waarvoor ze oplossingen geven. Het adequaat zijn van programma's en andere procedures binnen een systeem moet van buitenaf bepaald worden.

• Doordat de mens meestal niet weet, *hoe* hij zijn gegevens verwerkt, is het afbeelden van mensenwerk in programma's een taak, die veel analyse inhoudt. Men noemt deze bezigheid dan ook systeemanalyse. Het riskante element bij systeemanalyse is dat de geconstrueerde programma's dikwijls de facto niet beschrijven, wat de mens doet.

Er zijn programma's die niet tot dezelfde resultaten voeren als de procedures die erin moesten worden afgebeeld: deze programma's heten 'fout'.
Er zijn ook programma's die weliswaar kwalitatief de juiste resultaten kunnen

opleveren, maar die een veel te grote hoeveelheid energie of tijd gebruiken om tot die resultaten te komen: zulke programma's heten 'onbruikbaar'. In deze zin beschouwt EUWE schaakprogramma's als goeddeels onbruikbaar *(Euratoom, 1963.)*

Er doen zich veel gevallen voor, waar het nog niet gelukt is de menselijke aanpak van een probleem te vangen in een bruikbaar programma (vertalen, medische diagnose, production scheduling). Wij willen afzien van de mogelijkheid (en de wenselijkheid) te zijner tijd alle menselijke gegevensverwerking programmeerbaar te maken; het lijkt op het ogenblik realistisch ervan uit te gaan dat vele systemen onprogrammeerbare procedures bevatten.

• Ook aan een programma ligt steeds een model ten grondslag. Het programma voor een extrapolatie van het verbruik van een artikel berust op een model omtrent het verbruikspatroon; een sorteerprogramma op de volgorde in het alfabet etc.

Het veranderen van de procedures van een informatiesysteem is een belangwekkende activiteit. Door het veranderen van de instructie wordt het systeem niet-stationair; door het veranderen van de constructie wordt het een nieuw systeem.

We zullen verandering van de instructie *modificatie* van het systeem noemen, veranderingen in de constructie uiteraard *reconstructie.*

In deze termen is het inlezen van bestaande programma's in een computer te schrijven als een modificatie; het verzetten van instelknoppen een reconstructie, het ponsen van een nieuw programma een reconstructie etc.
We willen niet suggereren, dat deze termen in het spraakgebruik een plaats moeten krijgen, maar zullen ze in het vervolg van deze studie nauwgezet hanteren.

3.3.4 *Modificeerbare systemen.* Niet elk gematerialiseerd informatiesysteem is tot modificatie in staat. De allereerste elektronische rekenmachines bijvoorbeeld werden extern geprogrammeerd, waardoor de procedures niet binnen de machine in gegevensvorm aanwezig waren. Ook een draaiorgel is een dergelijk extern geprogrammeerd systeem; het inleggen van een ander boek heet in onze termen een reconstructie van het draaiorgel.

Reconstructie zowel als modificatie van een systeem leidt als regel tot veranderingen in de bestanden. Meestal worden ze dan niet groter, maar juist kleiner,

bijvoorbeeld omdat ze vervangen worden door een geprogrammeerde formule.

In sommige gegevensverwerkende systemen zijn de procedures niet vatbaar voor onmiddellijke beïnvloeding; dan verlaat een deel van de gegevens (als boodschap) het systeem om als initiële ervaring terug te keren bij een reconstructie van het systeem.

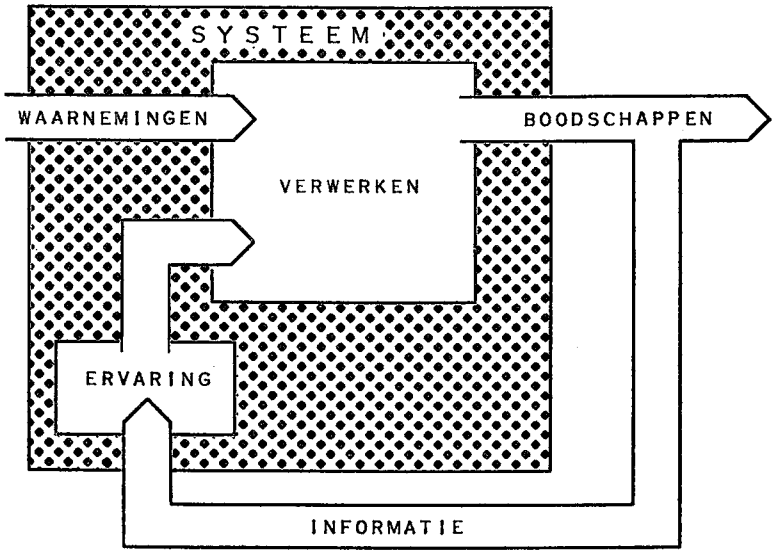



FIG.3.3.4.1

Als voorbeeld hiervan moge dienen het bedieningssysteem voor een stel liften. Een belangrijk deel van de ervaring ligt vast in de bedrading en de afstelling van de regelcircuits.
Een herhaald optreden van een overbelastingsalarm kan op den duur leiden tot andere afstellingen of andere bedrading. Het overbelastingsalarm heeft daardoor de natuur van boodschap én van informatie.

In die gevallen, waar de procedures in de ervaring onmiddellijk veranderd kunnen worden, kunnen we het begrip modificeerbaar of informatieverwerkend systeem gebruiken.

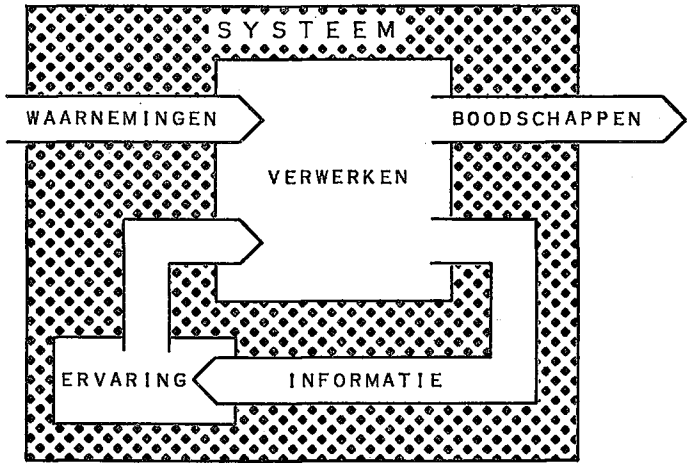



FIG.3.3.4.2

Als voorbeeld van modificeerbare informatiesystemen kunnen we de hoger ontwikkelde biologische systemen aanvoeren. De opbouw van de ervaring gaat daar onafscheidelijk samen met de verwerking zelf; er is geen noodzaak van reconstructie. Een ander voorbeeld is de computer.

## 3.4 Besturingssystemen

We hebben in de voorgaande hoofdstukken gezien, dat een besturingsmodule bestuurd wordt door een besturingsorgaan. Deze besturingsorganen zijn informatiesystemen van een bepaald soort; ze zijn gekenmerkt door boodschappen die ter besturing van de betrokken module worden benut. Overigens kunnen ze allerhande variaties van systemen zijn; met of zonder instructies, modificeerbaar of niet.

De relatie tussen het besturend systeem en de bestuurde module is in hoofdzaak, dat het systeem een model van de module bevat. De module is de verzameling aspecten waarvoor in het informatiesysteem de relaties bekend zijn. Module plus besturingsfuncties is dan de realisatie van het model van de gebeurtenissen waarmee het besturend informatiesysteem werkt. Met andere woorden: in het systeem worden de gegevens omtrent eigen en vreemde gebonden aspecten van de module als nuttige ervaring beschouwd; gegevens over andere vreemde aspecten als overbodige gegevens. De boodschappen uit het informatiesysteem

betreffen steeds de eigen aspecten van de module.

In een statische en goed bekende situatie is het zelfs denkbaar, dat de eigen en vreemde gebonden aspecten van de module volgens een berekenbare functie rechtstreeks tot de separatie aanleiding geven; bovendien de boodschappen tot directe besturing van de aspecten. We kennen dit soort besturingssystemen in de procesbeheersing (process control).

## 3.5 Wiskundige beschrijving van systemen

In deze paragraaf zijn een aantal wiskundige formuleringen, stellingen en resultaten weergegeven, die volgens VAN ROOTSELAAR de basis vormen voor de omschrijvingen van begrippen en relaties in de voorgaande paragrafen over gegevensverwerking. *(niet gepubliceerd)*

3.5.1 We beschouwen de deelverzamelingen van een vaste verzameling G en geven die aan met hoofdletters X, Y enz.

$X \cap Y$ betekent de doorsnede van X en Y;
$X \cup Y$ betekent de vereniging van X en Y;
$\overline{X}$ betekent het complement van X;
$\phi$ betekent de lege verzameling;
$X \subset Y$ betekent X is deelverzameling van Y.

Onder een projectie $\varphi$ verstaan we een functie, die aan elke verzameling X een nieuwe verzameling $\varphi$ X toevoegt, zo dat:

$$\varphi X \subset X$$
$$\varphi \varphi X = \varphi X$$
$$\varphi (X \cap Y) = \varphi X \cap \varphi Y$$
$$\varphi (X \cup Y) = \varphi X \cup \varphi Y$$

We hanteren de volgende rekenregels voor functies:

$\varphi \leqslant \psi$ als $\varphi X \subset \psi X$ voor alle X
$(\varphi + \psi)$ X is gedefinieerd als $\varphi X \cup \psi X$
$(\varphi \ . \ \psi)$ X is $\varphi X \cap \psi X$
$\overline{\varphi}$ X is $X \cap \overline{\varphi X}$

Voor verdere elementaire begrippen en regels verwijzen we naar de literatuur.

3.5.2 Onder een passief stationair informatiesysteem verstaan we het geheel van een drietal projecties $\omega$, $\varepsilon$, $\beta$ en een verzameling V(o), zodat voor alle X geldt:

$$\omega X \cup \varepsilon X \cup \beta X = X$$
$$\omega X \cap (\varepsilon X \cup \beta X) = \phi$$

$\omega X$ is onbelangrijk
$\varepsilon X$ is belangrijk binnen het systeem
$\beta X$ is belangrijk buiten het systeem

Een gevolg hiervan is, dat voor alle X geldt:

$$\omega(\varepsilon X) = \varepsilon(\omega X) = \omega(\beta X) = \beta(\omega X) = \phi$$

Ook is te bewijzen, dat voor alle X, Y, Z geldt:

$$\omega X \cap (\varepsilon Y \cap \beta Z) = \phi$$

(Een informatiesysteem zal dus niet iets uit één verzameling waardevol vinden, dat hij uit een andere verzameling waardeloos acht).

We stellen ons voor, dat een systeem $\Sigma$ successievelijk waarnemingsverzamelingen W(1), W(2), ... met behulp van $\omega$, $\varepsilon$, en $\beta$ indeelt, waarbij een rij verzamelingen {V(n)} ontstaat.

$$V(n) = O(n) \cup E(n) \cup \beta\, W(n), \text{ waarin}$$
$$O(o) = \omega V(o) \qquad O(n+1) = O(n) \cup \omega W(n+1)$$
$$E(o) = \varepsilon V(o) \qquad E(n+1) = E(n) \cup \varepsilon W(n+1)$$

De rijen {E(n)} en {O(n)} zijn volgens definitie niet afnemend. Het niet afnemend zijn van {E(n)} is geen bevredigende eigenschap. We ontkomen hieraan als we overgaan op niet stationaire systemen (zie 3.5.5).

Te bewijzen is, dat

$$O(n) = \omega V(n) \text{ en } E(n) = \varepsilon V(n)$$

zodat dus O(n) alle onbruikbare elementen van V(n) bevat en E(n) alle binnen het systeem bruikbare.

$\beta W(n)$ bevat elementen die buiten het systeem nuttig zijn. De stelling, dat alle elementen, die zich nu in E(n) bevinden en tevens nuttig zijn buiten het systeem, ooit tot enige $\beta W(i)$ ($i = 0, 1, 2 \ldots n$) hebben behoord, kan bewezen worden. Zo is dus alles wat nuttig is buiten het systeem als boodschap ter beschikking geweest.

3.5.3 We definiëren een actief systeem door een aantal verzamelingsfuncties $\pi_k$ toe te voegen, die in staat zijn nieuwe gegevens te creëren.
Hierbij mogen we veronderstellen, dat

$$\pi_i E(n) \subset W(n+1) \qquad i = 1, 2, \ldots k$$

waardoor de nieuwe gegevens als waarneming in het volgende stadium fungeren.

Een informatiesysteem heeft dan de vorm:

$$\Sigma = (\omega, \varepsilon, \beta, V(o), \pi_1, \ldots \pi_k)$$

3.5.4 Een algebra van actief-stationaire systemen is mogelijk door een deelsysteem, een doorsnede van systemen en een vereniging van systemen te definiëren als volgt (de interpretatie hiervan wordt in 4.3.0 gegeven).

Zij $\quad \Sigma = (\omega, \varepsilon, \beta, V(o), \pi_1 \ldots \pi_k)$

en $\quad \Pi = (\omega', \varepsilon', \beta', V'(o), \pi'_1, \ldots \pi'_m)$

dan geldt als definitie van een deelsysteem:

$$\Pi \leqslant \Sigma \text{ als } \omega' \leqslant \omega, \varepsilon' \leqslant \varepsilon + \omega, \beta' \geqslant \beta, V'(o) \subset V(o), \{\pi\} \subset \{\pi'\}$$

De doorsnede van twee systemen is:

$$\Pi \wedge \Sigma = (\omega\omega', (\varepsilon+\omega)(\varepsilon'+\omega')\omega\omega', \beta+\beta', V(o) \cap V'(o), \{\pi\} \cap \{\pi'\})$$

Niet alleen is dan $\Pi \wedge \Sigma$ op zich weer een systeem, maar bovendien geldt:

$$\begin{array}{ll} \Pi \wedge \Sigma \leqslant \Pi & \Pi \wedge \Sigma \leqslant \Sigma \\ \Pi \wedge \Sigma = \Pi & \rightarrow \Pi \leqslant \Sigma \\ \Pi \leqslant \Sigma & \rightarrow \Pi \wedge \Sigma = \Pi \end{array}$$

$$\Omega \wedge (\Pi \wedge \Sigma) = (\Omega \wedge \Pi) \wedge \Sigma$$
$$\Omega \leqslant \Pi \text{ en } \Omega \leqslant \Sigma \rightarrow \Omega \leqslant \Pi \wedge \Sigma$$

Wanneer de vereniging van twee systemen gedefinieerd wordt als:

$$\Pi \vee \Sigma = (\omega + \omega', \varepsilon\,\overline{\omega}' + \varepsilon'\,\overline{\omega}, \beta\,\beta', V(o) \cup V'(o), \{\pi\} \cup \{\pi'\})$$

is $\Pi \vee \Sigma$ ook een systeem en geldt:

$$\Pi \leqslant \Pi \vee \Sigma \text{ en } \Sigma \leqslant \Pi \vee \Sigma$$
als $\Pi \leqslant \Omega$ en $\Sigma \leqslant \Omega$, dan $\Pi \vee \Sigma \leqslant \Omega$
$$\Omega \vee (\Pi \vee \Sigma) = (\Omega \vee \Pi) \vee \Sigma$$

Bovendien is te bewijzen, dat

$$\Omega \wedge (\Pi \vee \Sigma) = (\Omega \wedge \Pi) \vee (\Omega \wedge \Sigma)$$
en $$\Omega \vee (\Pi \wedge \Sigma) = (\Omega \vee \Pi) \wedge (\Omega \vee \Sigma)$$

3.5.5 We spreken van een niet stationair systeem als we toelaten, dat de drie projecties niet constant zijn, maar door de rijen W(n) en door $\pi_i$ kunnen worden veranderd.

Als $P \subset E(n)$ de verzameling is van de beschrijvingen van de functies $\omega$, $\varepsilon$, $\beta$, $\pi_i$, correspondeert een verandering van P met verandering van $\omega$, $\varepsilon$, $\beta$, $\pi_i$.

De uitdrukking voor E(n+1) verandert in:

$$E(n+1) = \varepsilon_{n+1} E(n) \cup \varepsilon_{n+1} W(n+1)$$

en omdat $\varepsilon_{n+1} E(n) \subset E(n)$ kan $\{E(n)\}$ afnemend zijn.

## 3.6 Mechanisatie, computers

3.6.1 *Stuurtijd van een systeem.* De abstracte beschouwingswijze van informatiesystemen, die we in de voorgaande paragrafen hebben ontwikkeld, zou ons over het hoofd kunnen doen zien, dat elk systeem gerealiseerd moet worden in materiële vorm (mensen, machines, kaartenbestanden en dergelijke) wil het in concreto enig nut hebben. Een gerealiseerd systeem heeft tijd nodig om de separatiefunctie uit te oefenen.

Bij een besturend informatiesysteem is de tijd, die verloopt tussen het actueel worden van de behoefte aan een boodschap (meestal is dat het tijdstip van waarnemen) en het afgeven van een corresponderende boodschap van groot belang voor de bestuurbaarheid van de betrokken module. We zullen dit tijdsinterval de stuurtijd of regeltijd van het systeem noemen.
Naarmate de stuurtijd van een systeem korter gekozen wordt zijn de kosten van het gerealiseerd systeem hoger. Wanneer bijvoorbeeld de gewenste stuurtijd één dag zou zijn, kunnen we de waarnemingen gedurende de dag verzamelen en de separatiefunctie één keer per dag uitoefenen. Geheugens kunnen van het langzame (dus goedkope) type zijn. Bij een gevraagde stuurtijd van 10 seconden echter moet het gegevenstransport met de snelste middelen worden uitgevoerd, geheugens moeten snel zijn en de separatiefunctie moet vaak worden uitgeoefend.

3.6.2 *Mechanisatie.* Er zijn vanouds machines in gebruik bij gegevensverwerking. Wanneer wij het transporteren van gegevens onder de verwerking rekenen, zijn telefoon, telegraaf, radio in die zin ook gegevensverwerkende machines. Meer in het bijzonder bedoelen we echter rekenmachines, sorteermachines, telmachines en dergelijke. Al deze machines en apparaten kunnen een bepaalde functie in informatiesystemen vervullen.
Computers[1] nemen een bijzondere plaats in onder de gegevensverwerkende machines, omdat ze *alle* functies in een systeem kunnen vervullen, mits die in een programma zijn beschreven.
Elke vorm van gegevensverwerking die we exact kunnen beschrijven, kan een computer uitvoeren, ook wanneer daarbij modificatie nodig zou zijn.

Wanneer wij ons dan in het volgende in het bijzonder met computers bezighouden, is dat geen negatie van de aanwezigheid van alle andere apparaten, maar een concentratie op de meestomvattende gegevensverwerkende machine.

3.6.3 *De computer.* Een computer bestaat uit 5 groepen verbonden apparaten:
- de perifere apparatuur met als functie het opnemen van waarnemingen en het afgeven van boodschappen;
- de transportapparatuur voor verzamelen en distribueren van gegevens;

1 Oorspronkelijk ontwikkeld als rekenmachine. Het applicatieveld van de computers is steeds vergroot zodat ze tegenwoordig in allerlei soorten van gegevensverwerking worden toegepast. Wij prefereren daarom het woord 'computer' boven 'rekenmachine'; het roept (in het Nederlands) minder associaties op met 'rekenen' dan de woorden 'rekenmachine', 'rekentuig' of 'rekenautomaat'.

- de geheugens voor opslag van ervaring en als tijdelijke bewaarplaats voor andere gegevens;
- de transformatie- en vergelijkingsapparatuur;
- de besturingsapparatuur.

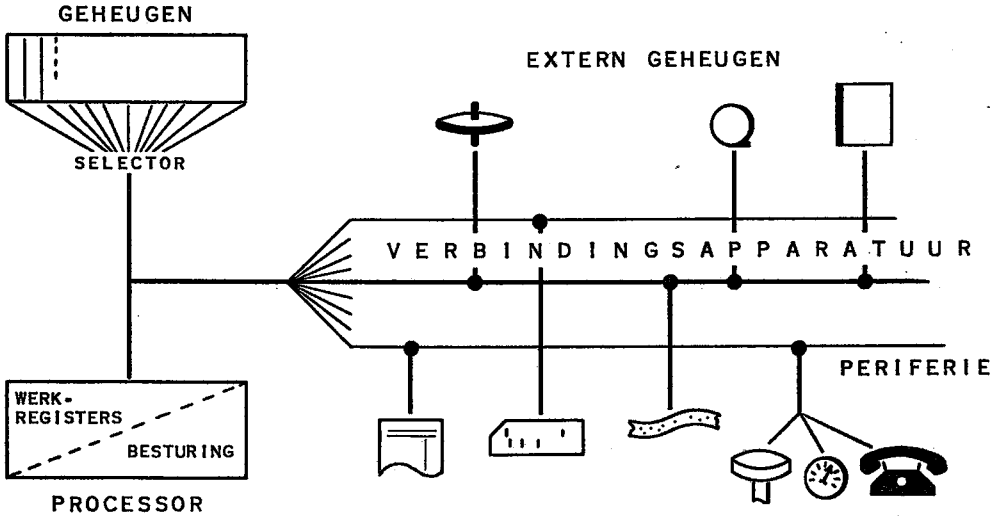



FIG.3.6.3 SCHETS VAN EEN COMPUTER

Bij een moderne computer kan de perifere apparatuur samengesteld worden uit een schier onbeperkt arsenaal van apparaten: luidsprekers, schrijfmachines, regeldrukkers, plotters, televisieschermen met aangepaste aanwijsmogelijkheden, toetsenborden, kaartlezers, bandlezers, enz. enz.

Onder de transportapparatuur vallen niet alleen de bestaande telefoon- en telegraaffaciliteiten (waarop de computer kan worden aangesloten) maar ook de binnen de computer onderscheiden machines als kanalen, multiplexers, couplers en dergelijke.

De multipliciteit van de in- en uitgang aan een computer biedt de mogelijkheid, meer dan een gebruiker te verbinden aan één machine. Dit geeft aanleiding tot gezamenlijk gebruik van apparatuur door overigens onverbonden gebruikers;

ook tot gezamenlijk gebruik door een groep gebruikers, die van elkaar afhankelijk zijn.

Bij gezamenlijk gebruiken van één computer wordt de tijd van de centrale processor verdeeld over de gebruikers. Wanneer deze daarbij een korte reactietijd verlangen, moet de verdeling van de tijd in kleine stukjes geschieden. Men noemt dit gebruik 'time-sharing' of 'time-slicing'.

Bij time-sharing-computers heeft elke gebruiker zijn eigen periferie (er is geen tijd om naar de computer toe te gaan en op een vrij apparaat te wachten) en een eigen stuk geheugen voor zijn specifieke ervaring.
Het voordeel van time-sharing boven afzonderlijke systemen is dan ook slechts te zoeken in de mate waarin gebruikers gebruik maken van dezelfde ervaring in het systeem.

Gezamenlijk gebruikte ervaring kan betrekking hebben op procedures (bij wetenschappelijk rekenwerk komen veel algemeen bruikbare procedures voor) op modellen (die zijn veelal gezamenlijk bruikbaar) en op bestanden (reserveringssystemen, voorraadadministratie ontlenen hun waarde daaraan).

- De geheugens van een computer bestaan uit kerntjesgeheugens (in verschillende soorten), trommels, schijven, magneetkaarten, magneetbanden, etc.

De capaciteit en de toegangstijd van geheugens hebben grote betekenis voor de mogelijkheden van de computer. Deze twee aspecten zijn jammer genoeg in praktische tegenstelling met elkaar: Snelle geheugens zijn kostbaar en worden daarom meestal met kleine capaciteit gebruikt (0,5 microseconde toegangstijd; 200.000 karakters inhoud). Langzamer geheugens zijn goedkoper te construeren en worden toegepast als ondersteuningsgeheugen (50 milliseconde toegangstijd; 200 miljoen karakters inhoud). De meeste computers hebben dan ook meer dan één geheugentype ter beschikking.
Van de vele mogelijkheden voor het opslaan van grote hoeveelheden gegevens noemen we:
– magneetbanden met een schier onbeperkte capaciteit en een toegangstijd van uren (door de lange duur van de hulpwerkzaamheden die noodzakelijk zijn om magneetband te kunnen benutten);
– magnetische schijven met een betaalbare capaciteit van $10^{10}$ karakters en een toegangstijd van 0,1 seconde.

- De transformatie- en vergelijkapparatuur plus de besturingsapparatuur zijn gecombineerd tot de 'processor'. Hierin wordt gebruik gemaakt van elektro-

nische circuits, die zeer grote snelheid paren aan een zeer grote betrouwbaarheid. De betekenis van de processor is, dat hij – geleid door instructies uit het geheugen – in staat is, elke beschrijfbare functie uit te voeren. De bewerkingen op de gegevens (transformaties, separatie) vinden plaats in de processor; de processor bestuurt ook de computer.
Voor verdere uiteenzettingen omtrent de bouw en de werking van computers verwijzen we naar de literatuur.

• De computer biedt de mogelijkheid, volgens gegeven programma's waarnemingen te verzamelen en te confronteren met in de geheugens opgeslagen bestanden.
Na de separatie kan de computer de boodschappen te bestemder plaatse geleiden, de informatie opslaan en de te verwaarlozen gegevens vernietigen. Aldus kan één computer een compleet systeem mechaniseren.

Het aparte van een computer schuilt in de omstandigheid, dat de instructies volgens welke de gegevensverwerking verloopt in de normale geheugens zijn opgeslagen en daar niet te onderscheiden zijn van andere gegevens. Het onderscheid tussen besturende gegevens en te bewerken gegevens wordt binnen een computer alleen gemaakt door het *moment waarop* de gegevens uit het geheugen naar de processor worden overgebracht.

Hierdoor is de hele geheugeninhoud en dus elke vorm van ervaring die daar aanwezig is (bestanden en procedures) te onderwerpen aan normale bewerkingen; hij kan worden verplaatst, veranderd en vernietigd. We hebben deze faciliteit in het voorgaande modificatie genoemd. Een computer is aldus een gegevensverwerkende machine, waarmee een modificeerbaar informatiesysteem gerealiseerd kan worden. Dat van de modificatiemogelijkheid voorlopig weinig gebruik gemaakt wordt, mag geen reden zijn om deze mogelijkheid als wezenlijk kenmerk van een computer te ontkennen.

3.6.4 *De programmeerbaarheid van procedures.* De belangrijkste voorwaarde voor het gebruik van een machine is de aanwezigheid van een bruikbaar en in een voor die machine leesbare vorm gebracht programma. Deze voorwaarde geldt evenzeer voor een computer: alles wat een computer doet (ook het beïnvloeden van zijn eigen programma!) moet vastliggen in een programma, dat voor de betrokken computer leesbaar is.

Onder 'leesbaar zijn' moet hier worden verstaan, dat de instructies een zodanige vorm hebben, dat de machine ze kan inlezen en uitvoeren zonder voorafgaande bewerking. In dit verband is een in assembleertaal geschreven programma lees-

baar voor de computer: het wordt tijdens het inlezen vertaald naar machine-instructies.

Een bijzonder puntje bij computers is wel, dat de programma's met grote snelheid kunnen worden geactiveerd, benut en weer opgeborgen. Hierdoor kan in een computer zeer veel ervaring in 'slapende' vorm worden vastgelegd en op commando worden gebruikt. De ervaring *moet* echter in voor de computer leesbare programma's zijn vastgelegd.

Deze voorwaarde geeft aanleiding tot de volgende belemmeringen (economische, technische en psychologische belemmeringen voor het gebruik van machines worden hier genegeerd) in het gebruik van computers:

- De eis van leesbaarheid heeft tot gevolg dat een bestaand programma dat moet worden uitgevoerd op een nieuw type computer, herschreven moet worden. Deze puur kwantitatieve belemmering gaan wij voorbij, te meer daar in principe het herschrijven van een zelfde programma machinewerk is en de computers meer en meer op elkaar gaan lijken.

- Werkzaamheden, die zich zonder meer lenen tot programmering, moeten in concreto geprogrammeerd worden voordat ze door een computer worden overgenomen. Ook dit is een puur kwantitatieve belemmering, die versterkt wordt door het gebrek aan vakbekwame mensen die dat programmeren moeten doen en verzwakt wordt doordat men langzaam aan tot standaardisatie komt van veel voorkomende werkzaamheden.

De bijzondere snelheid waarmee computers van programma kunnen wisselen heeft geleid tot het bestaan van allerlei gestandaardiseerde programma's die door de computerfabrikant met de machine worden meegeleverd. We noemen dit de *programmatuur* van een computer. Deze programma's betreffen uit de aard der zaak minder de toepassing van de machine dan het besturen van complexe machinefuncties.

Als uiteenlopende voorbeelden van programmatuur noemen we:
– de programma's die nodig zijn om een inkomend telegrafisch bericht op te vangen, te controleren op transmissiefouten en te decoderen;
– de programma's die dienen om gegevens te sorteren;
– de programma's om gelijktijdig gebruik van een computer mogelijk te maken (identificatie van gebruikers, ophalen van de betrokken programma's, interruptie van lopende programma's, bescherming van toegewezen delen geheugen tegen misbruik, etc. etc.).

– de programma's die dienen om een niet leesbaar programma om te zetten in een voor een aangegeven computer leesbaar programma (compilers, vertalers);
– de programma's die dienen om een fout programma op de voet te volgen teneinde de fout te lokaliseren (tracers).

• Veel werkzaamheden laten zich niet of slechts met grote moeite en na veel onderzoek programmeren. Bovendien is dan het gemaakte programma nog al te vaak geen adequate beschrijving van wat er gebeuren moet. Hierdoor kunnen computers nog niet bevredigend schaken, vertalen, een werkrooster opstellen en dergelijke.

Het pijnlijkste voorbeeld van deze belemmeringen is, dat de procedures die bij modificatie te pas komen zich tot nu toe grotendeels aan programmering hebben onttrokken. Weliswaar wordt de mogelijkheid van programmamodificatie veel gebruikt, maar de potentie van modificatie – het zelf opbouwen van adequate procedures, zoals bijvoorbeeld mensen dat kunnen – is toch nog zeer ver van gerealiseerd. We hebben met de computer een machine ter beschikking die zou kunnen leren zichzelf te programmeren, als we hem konden vertellen hoe dat in zijn werk gaat.

• De programmeerbaarheid van een procedure hangt samen met het begrip dat wij hebben van de gebeurtenissen die met die procedure geregeld worden. Wij mogen er daarom wel van uitgaan dat in de toekomst meer en meer procedures geprogrammeerd zullen worden. Met name de ontwikkeling van programma's voor het omzetten van intuïtieve procedures in programma's zal leiden tot het ter beschikking komen van een enorm arsenaal van programma's voor de meest uiteenlopende gegevensverwerking.

Deze overwegingen mogen desalniettemin geen aanleiding zijn tot de uitspraak dat 'alles in de toekomst programmeerbaar zal zijn'. Voor zover er nieuwe problemen en nieuwe gebeurtenissen blijven optreden zullen er in eerste instantie ongeprogrammeerde oplossingen gehanteerd moeten worden. Het is bovendien de vraag of – in welke toekomst dan ook – alles geprogrammeerd *zal* worden; misschien is het in veel gevallen de moeite niet waard.

## 3.7 Mens-machinesystemen

Het moge aldus duidelijk zijn, dat computers in toenemende mate toegepast zullen worden in de – thans door mensen gerealiseerde – informatiesystemen; ook, dat er in veel systemen onprogrammeerbare procedures overblijven, die

niet met machines – zelfs niet met een computer – zullen worden uitgevoerd.

Computers zijn snel, accuraat en betrouwbaar; de mens is flexibel en oorspronkelijk. Op een enkele uitzondering na zullen gemechaniseerde systemen mensen (het feit dat ik de mens in deze studie vereenzelvig met een gegevensverwerkend organisme mag niet suggereren, dat ik daarmee de mens genoegzaam beschreven acht) *én* computers moeten omvatten. Er zal een intensieve communicatie tussen deze twee gerealiseerd moeten worden.

De methoden die de mens bij zijn gegevensverwerking gebruikt zijn aangepast aan de steeds veranderende en onoverzichtelijke wereld om hem heen (SIMON). Ze worden gekenmerkt door onvolledigheid en adaptatie aan nieuwe omstandigheden, door heuristische technieken en het slechts zeldzaam voorkomen van programma's, door onreproduceerbaarheid en onverwachte oplossingen, door abstractie en de mogelijkheid van misverstand.

ANSOFF wijst erop, dat bij het sturen van gebeurtenissen die mede door mensenwerk tot stand komen, behalve gegevens ook inspiratie overgebracht moet worden. Onder inspiratie valt dan te verstaan: het stimuleren van de intuïtieve activiteiten die onmisbaar zijn voor het plaatsvinden van de gebeurtenis.

Het aandeel van de mens in een systeem zal groot zijn, waar de ervaring in het systeem nog primitief is. In kwalitatief verder ontwikkelde systemen is het aandeel van de machine groter; met als eindpunt de regelsystemen zoals wij die in procesindustrie en ruimtevaart zien, waar de mens slechts een geringe functie heeft.

De voor de keus van een computer doorslaggevende complicatie bij de communicatie tussen mens en machine is de noodzaak van ogenblikkelijke reactie van de machine op de waarnemingen die de mens hem verstrekt. De mens is namelijk met betrekking tot de communicatie met anderen ingesteld op deze onmiddellijke reactie, die hem de gelegenheid geeft de juistheid en de volledigheid van zijn eigen boodschappen te controleren.

In de achter ons liggende jaren waren deze eisen om economische en technische redenen over het algemeen niet te vervullen[1], zodat veel man-machinesystemen

1 Een met dergelijke snelheid reagerende computer moet uitgerust zijn met volledig gemechaniseerd transport tussen de perifericapparatuur en de centrale gedeelten van de machine. Bovendien met een willekeurig toegankelijk geheugen voor alle opslag en met programma's die – behalve de toepassing zelf – het verkeer tussen periferie en geheugen regelen op een manier die de computer voor andere doelen bruikbaar maakt op de momenten dat die mens hem niet nodig heeft.

last hadden van de ontstellende hoeveelheid fouten en slordigheden die de computer binnenkwamen en slechts met grote moeite achteraf konden worden gecorrigeerd.

Een snelle reactie van de machine is bovendien voorwaarde voor het effectief benutten van de oorspronkelijkheid van de mens. De mens kan namelijk de consequenties van een oorspronkelijke gedachte zelden snel genoeg overzien; de machine is daar bij uitstek geschikt voor. Naarmate de mens meer oorspronkelijke mogelijkheden per eenheid van tijd kan doorwerken, is het effect van de oorspronkelijkheid te vergroten.

ENGELBART heeft bij Stanford Research Institute speciale aandacht besteed aan de problemen die zich voordoen bij het ondersteunen van de menselijke oorspronkelijkheid met een direct reagerende computer. Hij concludeert dat het menselijk intellect pas goed tot zijn recht komt als het aangevuld wordt door een computer.

# 4. VERSNELLING VAN GEGEVENSVERWERKING

## 4.0 Inleiding

We hebben gezien in 2.1.5, dat er drie mogelijke ingrepen zijn om het vermogen van een besturingsstructuur op te voeren:
- het verminderen van het aantal vreemde gebonden aspecten;
- het opvoeren van de snelheid van gegevensverwerking;
- het verbeteren van de kwaliteit van prognoses.

De structurele maatregelen, die leiden tot het verminderen van het totale aantal vreemde gebonden aspecten, zijn in hoofdstuk 2 aangeduid. In dit hoofdstuk willen we ons in het bijzonder bezighouden met de versnelling van de gegevensverwerking en de invloed daarvan op de besturing. Eerst echter enkele opmerkingen over de onderlinge beïnvloeding van de kwaliteit van de gegevens en de termijn van modules.

Prognoses komen in de plaats van niet ter beschikking zijnde of als onbetrouwbaar gekwalificeerde rapporten en oriëntaties. Overwegend, dat zowel rapporten als oriëntaties in meer of mindere mate verouderd zijn op het moment, dat ze gebruikt moeten worden, willen we vaststellen dat *alle* gegevens, die aan een module gepresenteerd worden, vervangen worden door prognoses en dat de prognoses het fundament vormen van de besluiten van een module.

Het vergroten van de kwaliteit van de aangeboden gegevens en van de daaruit voortkomende prognoses heeft tot gevolg dat er minder iteraties in het planningproces nodig zijn: dit leidt tot verkorting van de termijn van de modules (met als minimum de planningtijd).

Versnelling van de gegevensverwerking leidt tot het verkorten van de planningtijd. Dit heeft twee gevolgen:
- de termijn van de modules wordt korter;
- de prognoses behoeven minder zicht en worden doeltreffender.

De samenhang van de termijn van een module en de kwaliteit van de prognoses is dus te schetsen als volgt:

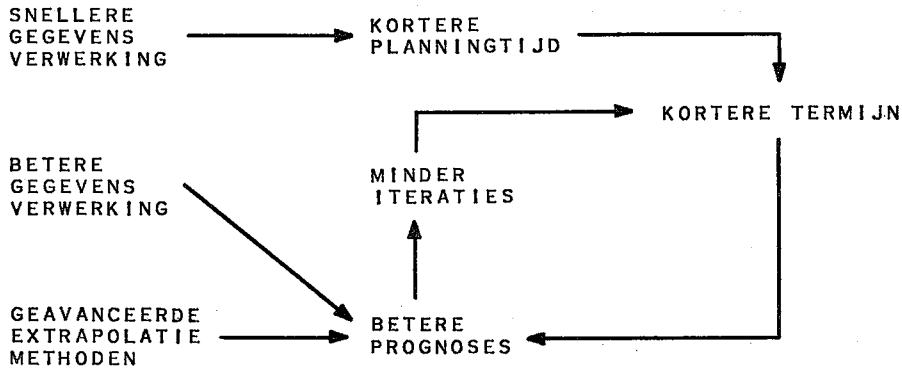



FIG.4.0

De kwaliteit van de prognoses wordt bepaald door het inzicht, waarmee het besturingsorgaan de aangeboden gegevens evalueert, maar uiteraard ook door het aantal en de betrouwbaarheid van de binnenkomende rapporten, oriëntaties en extrapolaties. De rapporten en oriëntaties kunnen in hoofdzaak verbeterd worden door het toepassen van betere informatietechniek; extrapolaties door het toepassen van betere modellen en geavanceerde numerieke techniek.

Het gebruik van geavanceerde extrapolatietechnieken willen we als onderwerp buiten deze studie laten; er is veel over gepubliceerd (zie voor een bibliografie: BROWN). Wij willen ons concentreren op het opvoeren van de snelheid en de betrouwbaarheid van de gegevensverwerking, zowel binnen als buiten de besturingsorganen.
Hiertoe gaan we na hoe een aantal besturingsorganen gebruik zou kunnen maken van een aantal informatiesystemen en wat de invloed van de introductie van computers in dit geheel is.

## 4.1 Geïsoleerde systemen

De gegevensverwerking in een besturingsstructuur is niet per module georganiseerd. Voor verschillende modules gebruiken we soms gegevens uit dezelfde bron, dezelfde ervaringscomponenten, of we richten onze activiteit op hetzelfde punt. Er zijn aldus systemen mogelijk, die meer dan één module bedienen en er zijn wellicht modules, die meer dan één systeem benutten.

Prognoses bijvoorbeeld betreffen weliswaar theoretisch per module specifieke aspecten, maar zowel de basisgegevens voor de prognose als de methoden van extrapoleren en prognotiseren zijn vaak dezelfde voor verschillende modules. Bovendien willen de besturingsorganen vaak de prognoses van andere modules kennen om de oriëntaties vanuit die andere module te ondersteunen.

Als beginpunt van de discussie willen we ons twee modules voorstellen, waarvan de besturingssystemen niet gemechaniseerd zijn en bovendien ten opzichte van elkaar geïsoleerd. Geïsoleerd noemen we systemen die geen gemeenschappelijk subsysteem hebben. Ze kunnen wel dezelfde gegevens hanteren of dezelfde procedures, maar er is geen compleet systeem te herkennen, dat onderdeel van beide is (vgl. 3.5.4).
Wanneer twee geïsoleerde systemen gegevens moeten uitwisselen, stelt het ene een boodschap ter beschikking, die door het andere kan worden waargenomen.

Waar we voor twee modules geïsoleerde besturingssystemen benutten, zullen de volgende observaties gelden:

- Communicatie tussen de systemen kan slechts plaatsvinden via een 'vertaling' van elkaars boodschappen. We moeten namelijk aannemen dat de twee systemen specifieke termen hanteren en specifieke vormen van boodschappen hebben, zodat een boodschap van het ene systeem die een waarneming wordt voor het andere, daar opnieuw om verwerking vraagt.

We moeten zelfs vrezen, dat het 'vertalen' niet eenduidig mogelijk is. Voor de ene module zal men begrippen hanteren die in de andere niet voorkomen (een berucht voorbeeld: artikelgroepen zullen in de eerste module andere artikelen om vattendan in de tweede; statistieken per artikelgroep zijn dan onvertaalbaar).

- Rapporten omtrent de toestand zullen niet consistent zijn. Het moment van rapporteren is ongetwijfeld verschillend en beide modules geven aanleiding tot interesse in goeddeels andere aspecten, zodat waar de rapporten dezelfde aspecten weergeven gemakkelijk discrepanties en verschillen van opvatting optreden.
Trage communicatie en inconsistentie in de gerapporteerde toestand kan desastreuze gevolgen hebben (het meer-dan-vol boeken van vliegtuigen; het verkopen van gereserveerde voorraad; interferentie van medische therapieën bij één patiënt).

- Gegevens met betrekking tot gebonden aspecten zullen in elk van de systemen waargenomen en op specifieke wijze verwerkt worden. Zo zou een pro-

gnose voor de ene module een gegeven kunnen missen, terwijl de prognose voor de andere module er wel rekening mee houdt.

• Voor zover de twee systemen vergelijkbare procedures benutten (bijvoorbeeld voor het maken van extrapolaties) zal er duplicering van arbeid optreden in het ontwerpen en vernieuwen van deze procedures.

Deze opsomming van negatieve eigenschappen van geïsoleerde systemen moet worden gevolgd door die van de positieve eigenschappen:

• In een geïsoleerd systeem kunnen relatief simpele bestanden en procedures gebruikt worden, toegespitst op de problemen van die éne module. De identificatie van objecten bijvoorbeeld betreft een kleinere populatie en kan eenvoudiger zijn.

Zo is bijvoorbeeld in het klinisch chemisch laboratorium van het Universiteitshospitaal in San Francisco een patiëntcode in gebruik, die slechts 3 cijfers beslaat. Prof. Brecher, de directeur van dat laboratorium, verklaarde dat er nooit meer dan 1000 patiënten tegelijk in behandeling zijn, dat een getal van meer dan 3 cijfers niet op reageerbuisjes kan staan en dat de vertaling van de labcode naar de externe patiëntcode (naam, geboortedatum etc. etc.) vice versa gemakkelijk uitgevoerd werd (met een computer).

• De tijd, nodig voor het ontwerpen en invoeren van een geïsoleerd systeem is kort (in vergelijking tot die voor een geïntegreerd systeem, zie 4.3.8).

Het benutten van geïsoleerde systemen is aan te bevelen waar de betrokken modules niet of nauwelijks van elkaar afhankelijk zijn. ACKOFF merkt op, dat voor twee besturingseenheden in een concurrentiepositie het uitwisselen van gegevens niet zinvol is. Waar dus in een organisatiestructuur bewust concurrentie wordt toegelaten of zelfs gestimuleerd, zijn geïsoleerde systemen – ook voor afhankelijke modules – op hun plaats.
Waar de verbondenheid toeneemt wordt de behoefte aan snelle communicatie, uitsluiting van misverstand en consistentie in de rapportering groter en zullen de voordelen van geïsoleerde systemen hun gewicht verliezen.

De oplossing van deze problemen kan gezocht worden in *standaardisatie*, *integratie* en *mechanisatie*.
Onder standaardisatie verstaan we het benutten van dezelfde gegevens in verschillende systemen. In termen van hoofdstuk 3 zijn twee systemen $\Sigma$ en $\Pi$ gestandaardiseerd inzover de doorsnede van $\vee_{\Sigma}(o)$ en $\vee_{\Pi}(o)$ elementen bevat.

Onder integratie verstaan we het creëren van systemen, die een aantal andere systemen omvatten.
Dus als $\Omega = \Pi \vee \Sigma$, dan heet $\Omega$ een geïntegreerd systeem.

Onder mechanisatie verstaan we het realiseren van systemen met een computer (zoals reeds opgemerkt in 3.6.2 beperken we het begrip mechanisatie bewust).
Deze drie begrippen houden alle een gradatie in; zelden zullen alle systemen dezelfde ervaring hebben, alle modules bediend worden vanuit één systeem of zal alle gegevensverwerking met machines worden uitgevoerd. We willen de mogelijke voordelen en nadelen van deze drie activiteiten opsommen, zodat in een praktische situatie een afgewogen beslissing kan worden genomen.

Enig accent willen we leggen op het nadeel van de lange voorbereidingstijd bij zowel standaardiseren, integreren als mechaniseren. Dit maakt het ontwerpen van nieuwe informatiesystemen tot een langdurig karwei, in een omgeving die snel verandert. Hierdoor komen systeemontwerpgroepen soms in de impasse, dat ze meer tijd nodig hebben om een systeem te ontwerpen, dan de besturingsorganen om hun eisen te veranderen.

## 4.2 Standaardisatie

Standaardisatie in gegevensverwerking is het streven naar het gelijk maken van modellen, begrippen, termen, procedures, vormen (formats), frequenties etc. etc. in de betrokken systemen.
Zij kan betrekking hebben op waarnemingen, boodschappen en ervaring in al haar vormen.

We willen hier de gezamenlijke ervaring, die de mensen in hun cultuurpatroon hebben vastgelegd, buiten discussie laten[1] en ons beperken tot de ervaring die rechtstreeks te maken heeft met het besturen van een onderneming.
Met deze beperking kunnen we spreken over geïsoleerde systemen, die geen gezamenlijke ervaring benutten (en die dus voor hun communicatie moeten terugvallen op de universelere communicatiemogelijkheden uit een gezamenlijke cultuur) en dit begrip stellen tegenover gestandaardiseerde systemen (waar speciale ervaring gelijkelijk benut wordt).

1 De stelling, dat homogeniteit in cultuurpatroon zal leiden tot snelle communicatie, vermijden van misverstand, hoge kwaliteit van prognoses en dus tot efficiënte besturingsstructuren, wordt ondersteund door de economische en bedrijfstechnische voorsprong van de USA, waar een zeer homogeen (zelfs conformistisch) cultuurpatroon bestaat onder de zakenmensen.

Deze standaardisatie van gegevens is tot op zekere hoogte noodzakelijk om tot consistente besturing van modules en communicatie tussen systemen te geraken. Het hanteren van dezelfde modellen en begrippen in gegevensverwerking is vergelijkbaar met het hanteren van gestandaardiseerde bouten, moeren, plaatdiktes etc. in de mechanische constructie. Wil men tot 'passing' geraken dan moet men standaardbegrippen en -maten hanteren.
Het is echter in het geheel *niet* noodzakelijk voor gezamenlijke begrippen ook uniforme termen te hanteren. Er is wel iets voor te zeggen dat elk systeem dat gegevens over personen bevat, die personen onder een uniforme aanduiding identificeert (legernummer of zoiets) maar het is niet noodzakelijk. Er zijn vóór- en nadelen aan verbonden, die in praktische gevallen doorslaggevend kunnen zijn.

De met standaardisatie te behalen effecten zijn:
- het openen van de mogelijkheid boodschappen eenduidig te vertalen;
- het overbodig maken van het vertalen van boodschappen;
- consistentie in de verwerking van waarnemingen;
- efficiency in het ontwerpen van procedures, modellen.

In het algemeen zullen we bij overgaan tot standaardisatie de nadelen van centralisatie zien optreden, want standaardiseren houdt in, dat er slechts op één plaats besloten wordt, welk begrip, welke term, welke procedure gehanteerd zal worden.

De typische bezwaren van standaardisatie zijn:
- universele oplossingen zijn voor specifieke problemen minder efficiënt;
- vernieuwingen vragen veel inspanning;
- standaardiseren vraagt veel tijd.

Deze nadelen zijn met betrekking tot gegevensverwerking: lange voorbereidingstijd van een systeem, moeilijke veranderbaarheid van de gekozen termen, gedwongen gebruik van termen die binnen één systeem niet verkozen zouden zijn.

Standaardiseren vergroot de efficiëntie in de systemen, het verkleint de mogelijkheden van vernieuwing. We zullen dan ook de standaardisatie moeten uitstellen in die gevallen dat de ontwikkeling snel verloopt en de meningen nog sterk verdeeld zijn.

Te vrezen valt bijvoorbeeld, dat we voorlopig niet voldoende inzicht hebben om te beslissen welke computerprogramma's als standaard gepresenteerd zouden

moeten worden. Er valt in de programmatuur van computers nog bitter weinig patroon te herkennen, hoewel de toepassingen toch vaak op dezelfde problemen betrekking hebben.

• Integreren en standaardiseren kunnen wel, maar hoeven niet gecombineerd te worden.
Het integreren van systemen zonder standaardisatie lijkt op het eerste gezicht een onbegonnen taak; in het verleden is dat dan ook nooit uitvoerbaar gebleken.

We willen echter hier vaststellen dat de computer ons voor het eerst in staat stelt, systemen te integreren *zonder* over te gaan tot standaardisatie van termen, vormen en procedures. Vertalen van termen en vormen is namelijk in een computer relatief gemakkelijk te doen en het verwisselen van de toe te passen procedure is een kwestie van milliseconden.
Bij handsystemen is dat een zodanig moeilijke zaak, dat men integratie zonder standaardisatie niet toe kan passen.

Bij toepassing van een computer kunnen we nu twee geïsoleerde systemen – waar dat nuttig is – achtereenvolgens de volgende bewerkingen laten ondergaan:
- zo ver standaardiseren, dat vertaling van boodschappen mogelijk wordt;
- integreren;
- verder standaardiseren.

Het verder standaardiseren binnen een geïntegreerd systeem heeft voordelen m.b.t. de systeemefficiëntie (niet meer op de module-efficiëntie want die was al behaald door de integratie). Van de nadelen van standaardisatie blijft meestal alleen de moeizame vernieuwing over, want het efficiency-verlies door universelere procedures zal meestal wel gecompenseerd worden door de winst bij het wegvallen van vertalingen.

## 4.3 Integratie van systemen

Integratie in de gegevensverwerking is het streven naar het één maken van de systemen die worden benut. Het kan betrekking hebben op alle werkzaamheden, die in systemen onderscheiden worden, ook op die welke als een deelsysteem te onderscheiden zijn; bijvoorbeeld rapportering, extrapolatie, communicatie en dergelijke.

4.3.0 *Vereniging van systemen.* Met de definitie van een geïntegreerd systeem

als een vereniging van systemen hebben we enige voorwaarden geïmpliceerd, die in 3.5.4 in wiskundige termen zijn vastgelegd. De interpretatie van deze formulering is voor de vereniging van twee componentsystemen als volgt:

a. Het geïntegreerde systeem kan niet als bruikbaar beschouwen, wat door tenminste een van de componentsystemen als onbruikbaar wordt beschouwd.
b. Het geïntegreerde systeem moet als ervaring beschouwen, wat door één van de componentsystemen als ervaring wordt beschouwd en tegelijk *niet* door het andere als onbruikbaar.
c. Het geïntegreerde systeem moet als boodschap beschouwen, wat door beide systemen tegelijk als boodschap wordt beschouwd.
d. Het geïntegreerde systeem moet de gegevens en de transformatiefuncties van elk der componentsystemen bevatten.

Zoals uit de volgende paragrafen zal blijken, is de voorwaarde a. slechts zinvol vervuld, waar de twee componentsystemen dezelfde elementen tegelijk onbruikbaar vinden.

4.3.1 Met de definitie van informatiesysteem uit hoofdstuk 3 hebben wij bereikt, dat vrijwel elke eenheid van gegevensverwerking (telefooncentrales, mensen, automatische piloten, rekenmachines) als systeem kan worden opgevat. Het is nu de tijd om wat specifieker te worden, immer met de concentratie op het besturen van complexe gebeurtenissen.

Wij willen als eerste onderscheiden: het besturings- of modulesysteem (zie 3.4), waarvan de functie leidt tot ervaring met betrekking tot het besturen van één module (prognoses, het vrije deel van het statuut) en tot boodschappen m.b.t. het besturen van één module (besluiten, plannen, indicatie van acties).
Het moet uitgesloten worden, dat een modulesysteem minder of meer dan precies één module bestuurt, want het begrip module is gedefinieerd op het *als één geheel* besturen van een verzameling aspecten.

In een modulesysteem zijn een aantal werkzaamheden te onderscheiden (bijvoorbeeld het maken van extrapolaties) die op zichzelf aanleiding geven tot een informatiesysteem. Dit kan een subsysteem zijn van het modulesysteem in de zin van 3.5.4, als de daar geformuleerde voorwaarden zijn vervuld. Bij deze voorwaarden zijn de volgende interessant:

- het subsysteem mag niets onbruikbaar vinden, wat het hoofdsysteem bruikbaar acht;
- het subsysteem moet tenminste als boodschap beschouwen, wat het hoofdsysteem als boodschap beschouwt;

- het subsysteem kan geen transformaties uitvoeren, die het hoofdsysteem niet kan uitvoeren.

Een subsysteem van een modulesysteem kan wel behoren tot een geïntegreerd systeem.

Een modulesysteem kan op deze wijze een aantal subsystemen bevatten, die elk tot een ander geïntegreerd systeem behoren (bijvoorbeeld extrapolatiesystemen, rapporteringssystemen, communicatiesystemen). Een geïntegreerd systeem dat deelsystemen gemeen heeft met alle modulesystemen in een structuur, zou wellicht terecht de naam 'totaal systeem' kunnen dragen, maar deze term is zó misbruikt, dat we hem zelf niet willen benutten.

4.3.2 Bij elk geïntegreerd systeem kan men aangeven om welke subsystemen het gaat (dus de specifieke functie) en over hoeveel en welke modules er geïntegreerd is. We zullen hierop ingaan in de volgende paragrafen.

Het toepassen van een geïntegreerd systeem heeft in vergelijking met het toepassen van geïsoleerde systemen de volgende voordelen:
- het is mogelijk de toestand eenduidig vast te leggen;
- communicatie in de zin van uitwisselen van boodschappen kan worden versneld;
- de efficiëntie van de opslag van de ervaring kan worden vergroot.

Typische bezwaren van integratie zijn:
- langere voorbereidingstijd per systeem;
- de nodige vertalingen moeten in het systeem gebeuren;
- de identificatie van de verscheidene gebruikers en de mogelijk noodzakelijke beveiliging van specifieke delen van de ervaring moet in het systeem gebeuren.

Het integreren van systemen is aldus een discutabele activiteit. Er zijn argumenten vóór zowel als tegen integratie, dit in tegenstelling tot de momenteel wel gehoorde opvatting, dat het integreren van alle systemen tot één reuzesysteem slechts een kwestie van tijd is.

Over integratie van systemen is namelijk momenteel veel te doen; de toepassing van computers met hun multipliciteit van in- en uitgangen opent de mogelijkheid tot verregaande (sommigen zeggen zelfs: totale) integratie van de gegevensverwerking. Jammer genoeg heerst er grote verwarring over het begrip integratie. Sommigen hanteren het begrip voor het elimineren van modules, anderen voor het gezamenlijk gebruik van een computer, weer anderen zonder enige uitleg.

Gezamenlijk gebruik van apparatuur impliceert niet dat er een geïntegreerd systeem gebruikt wordt. Het komt voor, dat twee concurrerende bedrijven (die voorwaar hun systemen niet zullen integreren) tezamen één computer gebruiken, eventueel zelfs door multiprogrammering tegelijkertijd.
Wij laten in het volgende het gezamenlijk gebruik van computers zonder integratie van systemen buiten beschouwing.

Integratie impliceert wel het gezamenlijk gebruik van apparatuur. Het spraakgebruik suggereert echter, dat bij 'integratie' iets meer gezamenlijk gebruikt wordt dan pure techniek. (Aansluiting op één elektrische centrale wordt niet ondervonden als integratie.) We zijn dan ook erg gelukkig met de voorwaarden voor een geïntegreerd systeem, zoals die uit de wiskundige formulering naar voren komen, met name de suggestie dat integreren alleen zinvol is, als de componentsystemen (in dit verband dus de modulesystemen) gezamenlijke deelsystemen hebben.
De observatie, dat een modulesysteem als geheel niet in aanmerking komt voor integratie (zie 4.3.1) betekent in dit verband, dat er in elk modulesysteem althans een deel van de gegevens zó specifiek is, dat het slechts daar alleen als bruikbaar wordt gekwalificeerd.

We willen derhalve nagaan welke gegevensverwerking uit een besturingssysteem in aanmerking komt om met een geïntegreerd systeem te worden uitgevoerd.

In termen van gegevensverwerking ten behoeve van een module worden de volgende activiteiten onderscheiden:
1. Waarnemen buiten de module:
   - rapporten;
   - oriëntaties;
   - veranderingen in het voorschrift.
2. Waarnemen binnen de module:
   - protoplan;
   - veranderingen in het statuut.
3. Opslaan en ter beschikking stellen van ervaring.
4. Verwerken:
   - maken van prognoses;
   - analyse / synthese van protoplan en prognoses;
   - toetsen op uitvoerbaarheid van protoplan.
5. Afgeven van boodschappen binnen de module:
   - onuitvoerbaarheid van protoplan.
6. Afgeven van boodschappen buiten de module:
   - plan;

– veranderingen in andermans voorschrift.

Met betrekking tot integreerbaarheid worden deze activiteiten gegroepeerd naar de bron of de bestemming van de gegevens:
1. het waarnemen van rapporten;
2. het uitwisselen van oriëntaties en voorschriften tussen modules;
3. het maken van extrapolaties;
4. het maken van prognoses;
   het waarnemen van veranderingen in statuut en van protoplannen;
   het analyseren van protoplannen en het toetsen op uitvoerbaarheid;
   het signaleren van onuitvoerbaarheid;
5. het opslaan en ter beschikking stellen van ervaring.

4.3.3 *Rapportering*. Het besturingsorgaan van een module moet de toestand leren kennen door het waarnemen van rapporten. Wat betreft de eigen aspecten van de toestand kan deze rapportering per module geschieden of ook geïntegreerd plaatsvinden; integratie kan hierbij voordelen bieden.

Rapporten betreffen gegevens omtrent de eigen aspecten van de realiteit. Weliswaar zijn dit per module meestal verschillende aspecten, maar het is één realiteit. Zo zal de voorraad eindprodukten in een industriële onderneming bekend moeten zijn in vele modules; de ene module omvat de in beslag genomen kubieke meters, de andere de artikelen zelf, de volgende kapitaalgebruik, weer andere bederfelijkheid, veiligheid etc.
Met betrekking tot gebonden aspecten kan een geïntegreerd rapporteringssysteem veel nut hebben. Het is tot nog toe vaak gemakkelijker een gebeurtenis of een toestand in algemene termen te beschrijven ('er liggen 1200 balen AB 16 in het magazijn') dan de beschrijving per module specifiek te maken (*f* 24000,— is geïnvesteerd voor 2 maanden; de vloer is belast tot 80% van het draagvermogen; artikel AB 16 is leverbaar, etc.).

De noodzaak gedurig te reorganiseren (2.2.2) vergroot de wenselijkheid van integratie in de rapportering; vooropgesteld dat het geïntegreerde systeem zulke reorganisaties toelaat. Als dat niet het geval is, is een geïntegreerd systeem alleen maar een groter blok aan het been dan ingeval van geïsoleerde systemen.

Rapporten ten dienste van modules die distributie, transport en verkoopaspecten omvatten, worden momenteel veelal geproduceerd door één enkel systeem. Rapporten ten dienste van modules met betrekking tot fabricage, onderdelenvoorziening, inkoop e.d. worden echter tot op heden vaak niet op deze wijze ge-

produceerd. Ze worden dan afgeleid uit de behoeften van de vóórliggende (dichter bij de markt opererende) modules.

Wanneer echter het besturingsorgaan van een module voor zijn rapporten genoegen neemt met de oriëntaties van de vóórliggende modules, verspeelt hij tijd en inzicht. Tijd, doordat de gegevens eerst via alle voorliggende modules (die telkens hun termijn nodig hebben om tot een plan te komen) moeten gaan; Inzicht, doordat bij elke module de gegevens gefiltreerd worden.

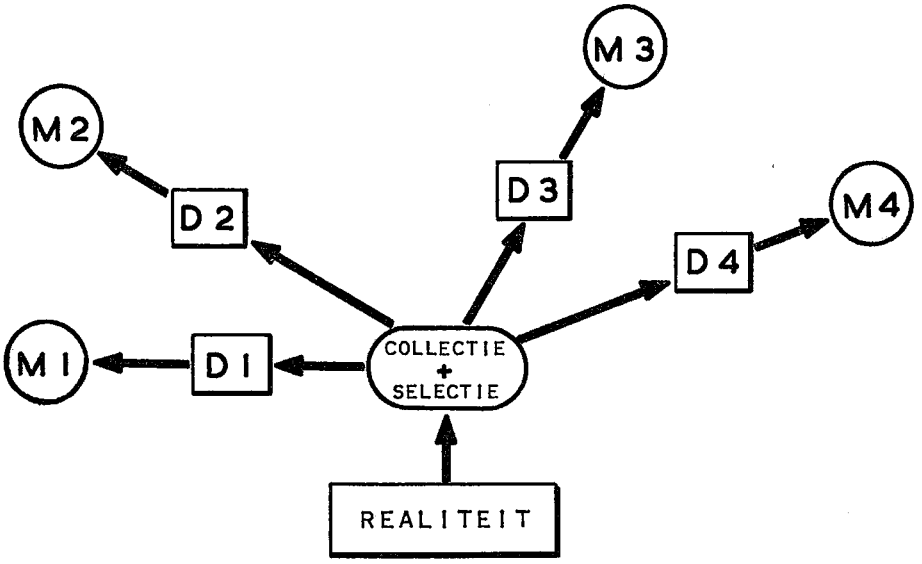



FIG.4.3.3 EEN GEINTEGREERD RAPPORTERINGSSYSTEEM

FORRESTER signaleert de mogelijk kwalijke gevolgen van het verschaffen van afgeleide gegevens als rapporten over de werkelijkheid. Niet alleen creëert het filtreren van gegevens de door hem bestudeerde onregelmatigheden, bovendien geven dergelijke rapporten eigenlijk slechts gegevens omtrent vreemde aspecten in plaats van omtrent eigen aspecten.
Wanneer bijvoorbeeld een onderdelenfabrikant zich vergenoegt met gegevens van zijn directe afnemers, kan hij zijn capaciteitsplanning pas starten ná hun

reactietijd. Verder zullen de onderdelenorders een andere fluctuatie vertonen dan de feitelijk geconsumeerde (in assemblages verkochte) onderdelen. Ten slotte luiden de orders in af te leveren onderdelen in plaats van in produktiecapaciteit. Wanneer dezelfde onderdelenfabrikant rapporten zou krijgen over de hoeveelheid van zijn produktiecapaciteit, die de uiteindelijke consument van het geassembleerde produkt opneemt, zouden al de drie bezwaren verdwijnen. Een geïntegreerd rapporteringssysteem zal steeds zo ontworpen zijn, dat voor elke module de rapporten rechtstreeks uit de realiteit komen.

Waar rapporten betrekking hebben op continu veranderende grootheden krijgen ze de vorm van gemiddelde waarden over een tijdsinterval. Dat tijdsinterval kan gevoeglijk samenvallen met de planningtijd van de betrokken module. In een geïntegreerd rapporteringssysteem kan dan ook een per module aangepaste vertraging $D_i$ in de rapporten aanvaard worden.

Wat betreft de vorm van een rapport is er steeds de keus, een boodschap af te geven die een nieuwe toestand geheel beschrijft tegenover een boodschap die de afwijkingen t.o.v. een eerder bekende toestand beschrijft (dit geldt ook voor oriëntaties én prognoses). De keus moet worden bepaald door de gegevensverwerkende technieken.

4.3.4 *Communicatie.* Het publiceren van plannen en voorschriften is altijd gericht op een of meer andere modules; de waargenomen oriëntaties en veranderingen in het voorgeschreven deel van het statuut origineren altijd bij andere modules.

Het berichtenverkeer *tussen* modulesystemen willen we communicatie noemen. Communicatie tussen geïsoleerde systemen neemt de vorm aan van een grensovergang: het ene systeem levert een boodschap, die door het andere als waarneming wordt opgevat. Dit vereist een zeker minimum aan standaardisatie (zie 4.2), maar hoeft het geïsoleerd zijn van de systemen niet op te heffen.

Een (geïntegreerd) communicatiesysteem is dan een systeem, dat boodschappen van een aantal modulesystemen overbrengt naar een aantal andere. Bovendien zou het berichten kunnen transformeren, dupliceren, controleren op standaardvorm, etc.
Op deze wijze is er een keus, de communicatie van module tot module te verzorgen met een geïntegreerd systeem dan wel over te laten aan de uitwisseling van boodschappen tussen de geïsoleerde systemen per module.

Het ligt voor de hand modules die veel met elkaar te maken hebben te voorzien

van een geïntegreerd communicatiesysteem. De vraag, voor hoeveel en welke modules plannen en voorschriften zouden moeten worden uitgewisseld via één systeem, wordt later beantwoord.
Het integreren van de communicatie voor het besturen van slechts *twee* modules schept geen probleem. Wanneer er echter een totaal aantal van N modules is, waarvan elke module $M_i$ ($i = 1, 2, ...N$) verbinding moet hebben met $N_i$ ($1 \leqslant N_i < N$) andere modules, ontstaat de behoefte aan een netwerk van verbindingen.
Een dergelijk netwerk is complexer dan een telefoon- of telegraafnetwerk. Bij deze laatste geldt namelijk meestal dat $N_i = 1$ terwijl bij het overbrengen van plannen meestal $N_i > 1$ is.

Wanneer $N_i+1$ plannen op elkaar afgestemd moeten worden, is een paarsgewijze communicatie vaak niet efficiënt. Zij wordt dan vervangen door groepscommunicatie (eventueel van alle $N_i+1$ modules tegelijk). Dit heet dan een 'planningvergadering' of iets dergelijks.

Een typisch aspect van een geïntegreerd oriëntatiesysteem is de dwang tot communicatie. Budgetten bijvoorbeeld *moeten* worden ingediend vóór een zeker tijdstip. Een dienstregeling is over het algemeen aanwezig, die bij de modules voorschrijft, in welke vorm en wanneer de plannen moeten worden afgegeven.
In een geïntegreerd communicatiesysteem zal het soms zinvol zijn de waarnemingen ten behoeve van sommige modules te transformeren. Zo kan een oriëntatie een optelling van een aantal plannen zijn (totale behoefte aan een artikel als som van de verkoopplannen per regio).

4.3.5 *Extrapolatie.* Het maken van prognoses is formeel niet te integreren omdat een prognose pas ontstaat op het moment dat hij voor de module is geaccepteerd.
Het lijkt ons zinvol de mogelijkheid open te laten, dat enige uitspraak binnen de structuur over toestanden of gebeurtenis door het besturingsorgaan van de module wordt verworpen. Het *doen* van uitspraken over toestanden en gebeurtenissen kan echter uitstekend buiten modules gebeuren en is dan voor een aantal modules te combineren. We zullen dit in deze paragraaf een geïntegreerd extrapolatiesysteem noemen.

Het maken van prognoses is namelijk deels te beschrijven als extrapolatie met behulp van bekende algorithmen en deels als het inventief schatten van de resultaten van onbeschreven ontwikkelingen.
De merites van deze twee zo uiteenlopende methoden vullen elkaar aan: keer op keer blijken algorithmen-alleen te leiden tot inadequate prognoses, even vaak

blijkt dat mensen-alleen de te berekenen consequenties van goed bekende trends niet kunnen overzien.

Extrapolaties over verbruik van artikelen worden bijvoorbeeld momenteel als regel met een computerprogramma gemaakt. De fouten van deze programma's wegen niet op tegen de voordelen, die met een machine te halen zijn (zie voor een overzicht van deze materie: BROWN).
Prognoses over technische ontwikkeling kunnen daarentegen vooralsnog beter via mensenwerk tot stand komen.
We moeten derhalve een scheiding aanbrengen tussen de aspecten die zich lenen voor deterministische extrapolatie en de aspecten die zich daartoe niet lenen. Op grond van de discussie in 2.2.5 lijkt het mogelijk korte-termijnmodules te voorzien van grotendeels machinale prognoses; bij lange-termijnmodules moet echter in hoofdzaak de mens deze taak verrichten.

Het maken van extrapolaties is een bezigheid die veel specialistische kennis vereist: niet alleen op het gebied van de methoden ter verwerking van waarnemingen, maar – zoals gezegd – ook omtrent de aspecten, waarover prognoses gemaakt worden (QUINN). Hierom wordt het extrapoleren vaak als aparte taak georganiseerd; een dergelijke extrapolatieafdeling (vaak 'planning' genaamd) werkt dan ten behoeve van een aantal modules.

Waar een geïntegreerd extrapolatiesysteem wordt benut, is het zinvol de rapporten en de oriëntaties die de basis van de extrapolatie vormen, te richten op dit systeem en niet meer op de modulesystemen. De besturingsorganen krijgen dan uit één informatiesysteem boodschappen die beschouwd kunnen worden als de 'beste' uitspraak over het betrokken aspect van toestand of gebeurtenis, zonder dat er verschil gemaakt wordt naargelang het een oriëntatie, een rapport of een extrapolatie is.

Wanneer de integratie zover wordt doorgevoerd, dat rapportering, oriëntering en extrapolering leiden tot één boodschap *moet* – met grote nadruk zij dat hier gesteld – het besturingsorgaan van de module een gemakkelijke mogelijkheid hebben de boodschap te doen vervangen door zijn samenstellende componenten. Het is immers aan het besturingsorgaan van de module ter beoordeling of een extrapolatie geaccepteerd, een rapport vertrouwd of een oriëntatie aangenomen zal worden. Wanneer deze mogelijkheid niet aanwezig is, is het besturingsorgaan lamgelegd, subsidiair de module geëlimineerd.

4.3.6 *Prognoses, protoplannen, statuut, analyses.* Evenals het maken van prognoses is het opstellen van een protoplan eigen aan één module; het is on-

mogelijk één protoplan voor meerdere modules te maken, want dan zouden die modules per definitie één module zijn. Ook veranderingen in het statuut betreffen steeds eigen aspecten en kunnen op geen manier buiten de module ontstaan of buiten de module worden benut.

Vooruitlopend op de conclusie in 4.4, dat de inzet van computers leidt tot het toewijzen van meer aspecten per module, willen wij benadrukken, dat het maken van protoplannen (en van plannen) niet geïntegreerd kan worden.
Het is hier nuttig, gebruik te maken van ons onderscheid tussen het elimineren van modules en het integreren van systemen. Het kan namelijk gebeuren dat door de inzet van computers een nieuwe situatie ontstaat, waarin in één protoplan de aspecten worden betrokken die vroeger in een aantal protoplannen werden bestuurd. Er zijn dan blijkbaar wel modules geëlimineerd maar het maken van het (nieuwe) protoplan betreft toch steeds één (nieuwe) module.

Het analyseren van een protoplan met behulp van het statuut raakt in principe niet het wezen van de module; het is een berekening en komt derhalve in aanmerking voor een geïntegreerd systeem, voorzover het statuut en het protoplan volledig en exact beschreven zijn. Waar echter het statuut niet in exacte regels is gevat, vermengt zich de transformatie van het protoplan met het opstellen van het protoplan en de veranderingen in het statuut, en dat raakt weer het wezen van de module.
Ook voor het *toetsen* van een protoplan geldt, dat het niet per module hoeft te gebeuren, voorzover het toetsen niet vermengd wordt met het veranderen van het protoplan of het statuut.

Er is aanleiding het toetsen van protoplannen met een geïntegreerd systeem te doen, als de betrokken modules veel met elkaar te maken hebben en ten opzichte van elkaar niet dominant zijn. Dan zijn namelijk de boodschappen omtrent de onuitvoerbaarheid van het protoplan gelijkwaardig aan nieuw ontvangen oriëntaties en bestaat de behoefte aan snelle en gemakkelijke communicatie om tot een afgestemd stel plannen te komen.

Bij het integreren van het toetsen van protoplannen zal er dan een systeem ontworpen moeten worden, dat de oriëntaties doorgeeft, de rapporten bijhoudt, de protoplannen transformeert en toetst. Het streven naar een situatie, waar de protoplannen van één module getoetst zouden kunnen worden aan de rapporten etc. van andere modules (het zogenaamde 'doorrekenen' van plannen) is echter onvruchtbaar. De mogelijkheid, dat men voor andere modules protoplannen inbrengt die in conflict zijn met het eerstbedoelde protoplan, moet open blijven.

Anders bestaat het gevaar, dat alle betrokken modules min één worden geëlimineerd met als resultaat, dat er een onhanteerbaar grote module ontstaat.

4.3.7 *Opslag van ervaring*. Zoals eerder opgemerkt willen wij hier niet ingaan op de problemen van het opslaan en ter beschikking stellen van ervaring-in-het-algemeen. In de literatuur vinden we dit onderwerp veelal onder het hoofd: Information storage and retrieval.
Wij beperken ons tot de ervaring die bij het besturen van een onderneming te pas komt.
In het bijzonder richten wij ons op de ervaring die in een modulesysteem bestaat: methoden van prognotiseren, besluitvormingsregels, het statuut (in het bijzonder het voorgeschreven deel ervan), bestaande prognoses, de vastgelegde toestand etc. etc.

Er zijn twee redenen om opslag van deze gegevens te integreren:
- het opslaan van gegevens vergt gespecialiseerde procedures, die gezamenlijk gebruikt kunnen worden;
- duplicering van gegevens is in sommige omstandigheden af te raden.

De technische geheugens waarover de mens beschikken kan, zijn geen van alle associatief zoals biologische geheugens dat zijn. Waar een associatief geheugen in staat is gegevens af te leveren omtrent een object (of een gebeurtenis of een toestand) op activatie met een vrijwel willekeurige combinatie van aspecten van dat object, moeten technische geheugens geactiveerd worden met één aspect van dat object.

De organisatie van deze geheugens en de procedures om gegevens op te halen op basis van een ander dan dat ene aspect zijn zodanig complex, dat integratie van de opgeslagen gegevens alleen daarom al interessant kan zijn (zo gebruikt men vaak voor meer modules gecombineerd één archief; bijvoorbeeld van kopiefacturen).

In het bijzonder bij de opslag van gegevens in een computergeheugen (zoals schijven- of strippengeheugens) is een grote hoeveelheid programmering noodzakelijk om de gegevens op te zoeken, te transformeren, te beveiligen, bij te houden en dergelijke. De programmatuur die dit verzorgt staat bekend onder de naam 'file management' of 'data management'.
Er is ongetwijfeld voordeel te behalen door de opslag van verschillende besturingssystemen onder te brengen in één data-managementsysteem.

- Geïsoleerde systemen bevatten vaak identieke delen ervaring (wetboeken,

statistieken, richtlijnen, voorraadgegevens). Wanneer tot integratie wordt overgegaan, zal men kunnen volstaan met een eenmalige opslag van deze gedeelten. Dit heeft – behalve een besparing op kosten van geheugen (die overigens niet groot hoeft te zijn) – effect op de consistentie van de gegevens.
Waar deze consistentie van groot belang is en bovendien de opgeslagen ervaring snel verandert (voorraadgegevens, niet wetboeken) zal men om deze reden overgaan tot integratie.

Als voorbeeld beschouwen we een structuur, die decentralisatie vertoont; daar immers omvatten verschillende modules eenzelfde aspect, kunnen de betrokken organen de toestand onafhankelijk van elkaar beïnvloeden en hebben zij behoefte aan consistente gegevens over die toestand. Reserveersystemen van luchtvaartmaatschappijen zijn noodzakelijk om te voorkomen, dat twee agenten die gedecentraliseerd plaatsen verkopen, elkaar hinderen. Een geïntegreerd en snel reagerend systeem m.b.t. de opslag van gegevens omtrent de nog vrije plaatsen in de vliegtuigen is hier nuttig gebleken.

Het is duidelijk, dat een geïntegreerd opslagsysteem, dat gecreëerd wordt omwille van de ondubbelzinnige ervaring, ook geïntegreerd moet zijn wat betreft de waarnemingen, die die ervaring beïnvloeden. Dat betekent voor een besturingsorganisatie, dat het in principe zinvol is de rapportering, de communicatie, de extrapolatie, de analyse van protoplannen en de opslag te integreren in één informatiesysteem. In de literatuur wordt een dergelijk systeem genoemd: een management information system (RHIND).

4.3.8 *Geïntegreerde bestuurlijke informatiesystemen.* In de vorige paragrafen stelden wij vast, dat van de gegevensverwerking in een besturingsstructuur alles in aanmerking komt voor integratie, behalve:
- het opstellen van protoplannen en het veranderen van het vrije deel van het statuut;
- het maken van prognoses; in de zin van het accepteren van een uitspraak (die eventueel wel geïntegreerd tot stand kwam);
- het analyseren en toetsen van protoplannen in de gevallen, dat de gebeurtenis niet voldoende bekend is om de werkzaamheden exact te beschrijven.

Over het praktische nut van een geïntegreerd informatiesysteem is daarmee echter nog niets gezegd; de bezwaren van integratie blijven aanwezig. Dit dilemma culmineert in de vraag: onder welke omstandigheden zal men gegevensverwerking uit gegeven modulesystemen overbrengen naar geïntegreerde systemen. Het antwoord moet gevonden worden in de mate, waarin de module-

systemen behoefte hebben aan snelheid van communicatie en consistentie in de vastlegging.

Snelle communicatie is het belangrijkst waar veel modules korte termijn moeten hebben en waar bovendien weinig of geen dominante relaties bestaan (bij dominantie immers is de berichtenstroom eenzijdig en vraagt geen extra snelle communicatie). Consistentie is het belangrijkst waar modules gedecentraliseerd zijn m.b.t. veel aspecten.
Het is niet eenvoudig over het nut van geïntegreerde systemen te schrijven zonder de mechanisatie van systemen in de discussie te betrekken. Integratie kan veelal alleen plaatshebben als de gegevens snel in de modulesystemen ter beschikking zijn; dit is soms alleen met machinaal gegevenstransport te bereiken.

De introductie van computers in de gegevensverwerking heeft daardoor een aantal effecten, die over het algemeen simultaan optreden:
- het gezamenlijk gebruik van één machine kan tot integratie aanleiding geven;
- de gegevensverwerking kan worden versneld en verbeterd;
- geavanceerde prognosetechnieken kunnen worden benut;
- (als secundair effect) het aantal modules kan door hergroepering worden verkleind.

De simultaneïteit van deze effecten heeft geleid tot verwarring in de gebruikte termen en begrippen. Zo leest men over 'integrated systems' zonder dat het duidelijk wordt hoeveel systemen er geïntegreerd worden, waar de grenzen van het nieuwe systeem liggen en in hoeverre er modules geëlimineerd worden.

Er wordt zelfs wel geschreven over 'total systems'.
Als men uitgaat van de gedachte, dat het gebruik van computers zal toestaan alle aspecten van een gebeurtenis aan één module toe te wijzen, is de gedachte aan één (totaal)systeem per gezagsstructuur niet inconsequent. Deze premisse lijkt ons echter voor de meeste structuren onrealistisch. Wij willen ons liever bezighouden met gebeurtenissen, die – met of zonder computerhulp – bestuurd worden via 2 of meer modules.
Bovendien willen wij ons distanciëren van de houding als zou een informatieverwerkend systeem 'totaal' zijn in de zin van 'onveranderlijk'. In de huidige tijdschriftliteratuur vindt men vaak een atmosfeer van onbegrensd vertrouwen in de aldaar beschreven systemen en een gebrek aan inzicht in de tijdelijkheid van elk systeem.

Gezien de eis van gedurige reorganisatie van een modulaire besturingsstructuur lijkt het ons niet realistisch te geloven, dat een systeem zó ontworpen zou kun-

nen worden dat het de veranderingen in de gebruikte modellen, de veranderingen in de formatie van modules en veranderingen in de procedures zou kunnen volgen zonder reconstructies van ingrijpende aard.

Liever erkennen wij een begrenzing van elk systeem in de ruimte en in de tijd. Elk systeem heeft dan ten minste één voorganger en ten minste één opvolger; elk systeem heeft invoer van gegevens te verwachten van ten minste één zendend systeem en moet uitvoer leveren aan ten minste één ontvangend systeem.

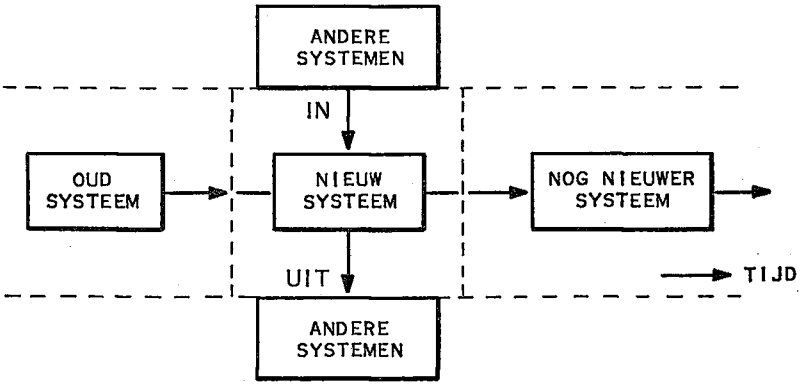



FIG.4.3.8 DE RAAKPUNTEN VAN EEN NIEUW SYSTEEM

## 4.4 Mechanisatie

Veel gegevensverwerkende systemen – en in het bijzonder geïntegreerde systemen – lenen zich voor mechanisatie met behulp van computers. Wij willen derhalve thans nagaan wat de invloed is van de mechanisatie van de gegevensverwerking rond besturingsmodules en besturingsorganen.
Het geheel van activiteiten rond het toepassen van computers in besturingsstructuren wordt op het ogenblik 'Automatisering' genoemd; het begrip automatisering staat nochtans voor: het uitschakelen van menselijk handelen op een gebied, waar dat uitschakelen nog niet gebruikelijk is (vandaar de behoefte aan verfijningen als Detroit automation en Office automation). Wij zullen het begrip 'automatisering' daarom vermijden.

De betekenis van de toepassing van computers in besturingssystemen is in het

voorgaande herhaaldelijk aan de orde geweest. Wij kunnen de effecten van computertoepassing als volgt samenvatten:
- opvoeren van de snelheid in geïsoleerde systemen;
- integratie van systemen;
- toepassing van ingewikkelde procedures
  (geavanceerde extrapolaties, gestandaardiseerde systemen).

Als premisse bij de discussie over de mechanisatie van besturingssystemen willen wij nemen: een maximaal gebruik van computers. Hiermee mag niet de indruk gewekt worden dat een maximale inzet van computers normaal is. Het ontwerpen van gemechaniseerde systemen is een moeilijke, nog slecht omschreven en tijdrovende bezigheid, wat voorlopig nog een belemmering vormt om in elk besturingsprobleem computers toe te passen. Wij willen echter in deze studie niet ingaan op de moeilijkheden bij het ontwerpen van gemechaniseerde systemen en beschouwen de belemmering als niet aanwezig.
Ook de problemen die verbonden zijn aan het financieren, installeren en rendabel gebruiken van computers slaan wij over. (Zie hiervoor *Managementaspecten van de automatisering.)*

De reden voor het besluit de economische en technische problemen rond een computer voorbij te gaan, is de razendsnelle ontwikkeling in computertechnologie, en de opmerkelijke prijsdaling van computers. De prijs per bewerking is de laatste tijd met 50% per 39 maanden gedaald (KNIGHT). De belemmeringen in het technische of economische vlak zijn aldus zo snel voorbijgaand, dat we ze in deze studie niet in aanmerking kunnen nemen.

Veeleer willen wij de mogelijkheden van de computer in de nabije toekomst exploreren; voorzover wij echter praktische voorbeelden gebruiken, zijn dit over het algemeen computertoepassingen, die getekend zijn door de technische en economische mogelijkheden die golden op het moment van het systeemontwerp.

Onder maximale inzet van computers verstaan wij aldus de situatie, dat alle werkzaamheden die thans programmeerbaar lijken, door machines worden uitgevoerd. (Het programmeerbaar zijn van werk verschuift in de tijd; ontwikkelingen in de methodiek maken langzamerhand meer procedures programmeerbaar. Wij zullen ons baseren op de programmeerbaarheid rond 1970.)

Onder programmeerbaar hebben wij in 3.6.4 verstaan: de mogelijkheid tot het opstellen van programma's die resultaten opleveren, die voldoende lijken op de resultaten van de corresponderende intuïtieve procedures. We hebben boven-

dien vastgesteld, dat veel van de werkzaamheden voor de besturing van korte-termijnmodules deze mogelijkheid bieden. Wij gaan dat nu wat uitvoeriger na.

De werkzaamheden in besturingssystemen zijn mechaniseerbaar voorzover de modules goed bekende aspecten bevatten (en dus over het algemeen korte termijn zullen hebben). Op deze algemene regel zijn echter een aantal uitzonderingen te specificeren.

- Om te beginnen zijn er een aantal werkzaamheden die – afgezien van het goed of slecht bekend zijn van de aspecten – niet in aanmerking komen voor mechanisatie.

Het veranderen van het vrije deel van het statuut laat zich vooralsnog niet in een programma beschrijven. Het is de vraag of we daar iets aan zullen kunnen doen.
Bovendien valt op te merken, dat besluiten die gaandeweg een gedetermineerd karakter krijgen, overgebracht zullen worden naar het voorschrift van een uitvoerend orgaan, waar ze niet meer vatbaar zijn voor verandering en dus geen object van planning. Het opstellen van veranderingen in het vrije deel van het statuut moet dus – ook in korte-termijnmodules – buiten de computer blijven.

Wellicht ten overvloede wijzen wij hier op de discussie in 1.3 waaruit bleek, dat de werkzaamheden in een uitvoerend orgaan door het ontbreken van enige vrijheid volledig te mechaniseren zijn. Zo is de numerieke besturing van een freesbank een voorbeeld van een vrijwel compleet gemechaniseerd besturend orgaan. Ook in de proces-industrie vinden we dergelijke voorbeelden, waar de 'besluiten' t.b.v. de betrokken module het resultaat zijn van geheel bekende programma's.

Ook het maken van prognoses (die niet triviaal zijn in de zin van het *zonder meer* accepteren van de aangeboden rapporten, oriëntaties en extrapolaties), valt buiten de mogelijkheden van programmering. Naarmate de rapporten, oriëntaties en extrapolaties slechter zijn is het maken van een prognose moeilijker te beschrijven. We kunnen alleen dan computers gebruiken, als de prognoses geen evaluatie vereisen.

- Een ander type uitzondering op de regel, dat de besturing van goed bekende aspecten programmeerbare werkzaamheden met zich brengt, betreft de rapportering. Toestanden kunnen in algemene termen worden vastgelegd zonder alle aspecten van die toestand expliciet weer te geven (de voorraden zijn hoog; Tanzania is een ontwikkelingsland; dat boek gaat over automatisering).

Rapporten betreffen de toestand en zullen dus relatief gemakkelijk via programma's tot stand kunnen komen. Het moet dan mogelijk zijn gemechaniseer-

de rapporteringssystemen te ontwerpen ook voor modules, die slecht bekende aspecten bevatten.

Een dergelijk gemechaniseerd (en wellicht ook geïntegreerd) rapporteringssysteem moet zo universeel van opzet zijn, dat de slecht geformuleerde en steeds wisselende interesse met betrekking tot de hogere modules kan worden bevredigd zonder reconstructie van het systeem.
Het is niet gemakkelijk aan deze laatste eis te voldoen; men neemt zijn toevlucht momenteel tot het opslaan van zoveel mogelijk aspecten van de toestand (als voorbeeld: personeelbestanden omvatten hobby's, taalcapaciteit, sociaal niveau van huisgenoten, etc. etc.) en tot het gebruik van procedures, waarin de mens heuristisch te werk kan blijven gaan (conversational programs).
In de vaktijdschriften worden dergelijke rapporteringssystemen ook alweer aangeduid als 'management information systems'.

RHIND komt tot de conclusie, dat voor hogere modules alleen machinale rapportering zinvol is.

ACKOFF schrijft over de fouten die bij het ontwerpen van een Management Information System worden gemaakt. Hij wijst erop, dat de manager (het besturingsorgaan van een hoge module) niet van tevoren weet wat hij wil, zodat elk management information system de controle op eigen bruikbaarheid moet bevatten.

Zo komen we tot de opvatting, dat het gebruik van computers in de gegevensverwerking zich zal concentreren rond de besturing van lagere modules en de rapportering naar hogere modules. In verband hiermee zal alleen in de uitvoerende organen de mens geen rol meer spelen; in de modulesystemen echter vormt hij een essentieel subsysteem, ook op de lagere niveaus.

Hierbij valt nog aan te tekenen, dat als het maximaal gebruik van computers is gerealiseerd, de hoeveelheid computerwerk zal blijven toenemen, omdat het aantal goed bekende aspecten toeneemt. Hiermee is echter niet gezegd, dat de hoeveelheid mensenwerk verder zal afnemen.
Het probleem van de werkgelegenheid en de invloed van de computertoepassing daarop zullen we hier verder buiten discussie laten.

Computers kunnen binnen de geschetste beperkingen worden gebruikt voor communicatie, rapportering, centrale opslag van ervaring, transformatie van protoplannen, kortom voor alles wat ook in aanmerking kwam voor integratie. De snelheid die zodoende te bereiken valt, is enorm: communicatie kan plaats-

vinden in minuten, referentie aan opgeslagen ervaring in milliseconden, transformatie van protoplannen in kwartieren (bij reeds ver geïntegreerde transformatiesystemen).

Dit betekent, dat verregaande herstructurering nodig zal zijn, als we deze snelheid willen benutten in de vorm van grotere modules (vgl. 2.2.4). Dit is dan ook inderdaad een algemeen begeleidend verschijnsel bij mechanisatie.
Omdat de toepassing van computers in dit gebied nog zo slecht ontwikkeld is, valt er geen behoorlijk bruikbaar concreet voorbeeld te vinden van de invloed van deze mechanisatie plus reorganisatie.

We willen daarom deze studie nu afsluiten met een *theoretisch* voorbeeld van een geïntegreerd, gemechaniseerd informatiesysteem, zoals dat in een besturingsstructuur zou kunnen voorkomen (en te zijner tijd ook zal voorkomen). We zullen dit systeem aanduiden als MIB; geMechaniseerd geIntegreerd systeem ten dienste van Besturing.

## 4.5 Een gemechaniseerd, geïntegreerd systeem voor besturing (MIB)

In het volgende willen we een geïntegreerd computersysteem beschrijven dat ten dienste staat van een aantal modules in een besturingsstructuur. We zullen aannemen, dat de modules op nagenoeg gelijke termijn opereren en wel zo kort, dat de planningtijd in de orde van één uur ligt.

Het is zeker niet noodzakelijk de diensten van een MIB te beperken tot modulesystemen met nagenoeg gelijke termijn; er is niets tegen, de gegevens van de ene module met korte en die van een andere module met lange intervallen te verschaffen.
De communicatiebehoefte is echter minder groot tussen modules met uiteenlopende termijn omdat daartussen dominantie zal optreden, zodat een MIB zijn grootste nut zal hebben voor een aantal modules met ongeveer gelijke termijn.

Gaarne willen wij onze discussie over een MIB illustreren met een praktisch voorbeeld; voorzover dit mogelijk is willen wij dit doen aan de hand van het systeem dat ten dienste staat van de fabricage van kleine huishoudelijke apparaten te Drachten, Hoogeveen en Groningen. Dit systeem is beschreven in een intern Philipsrapport dat voor geïnteresseerden ter inzage is. We zullen het DHG noemen.

In aansluiting op een eerder gemaakte opmerking over praktische realisatie

van een MIB zij hier vastgesteld dat op het moment (december 1968) een computer voor een MIB met bijpassende programmatuur niet of nauwelijks binnen de technische en economische mogelijkheden van het Nederlandse bedrijfsleven ligt. Wij mogen echter verwachten, dat dit reeds in het komende jaar verandert.

4.5.1 *De computer.* De eisen die we aan de computer van een MIB moeten stellen worden veroorzaakt door de behoefte aan korte tijd voor het toetsen van protoplannen en aan integratie van de opgeslagen gegevens omtrent de gebeurtenis.
Het besluit, de huidige technische en economische belemmeringen te negeren, dwingt ons in te gaan op de vraag naar de grens die wij moeten stellen aan de snelheid van gegevensverwerking. Een computer is immers nu reeds in staat (als we hem duur genoeg maken) een protoplan te toetsen in enkele seconden, en wij moeten ons afvragen onder welke omstandigheden dat zinvol is.

De termijn van een module moet kort zijn in verhouding tot de reactietijd van de bestuurde gebeurtenis, dus de tijd die nodig is om de toestand te veranderen. In de procesregeling kent men regels voor deze verhouding: zij is afhankelijk van de grootte van de te verwachten verstoringen in het proces.
De gebeurtenissen, die we met een MIB sturen zijn over het algemeen discontinu (orders, afleveringen) en onttrekken zich vooralsnog aan de beschouwingen uit de procesregeling.
Aannemende, dat een onverwachte order op een gespecificeerd artikel een grote verstoring in het proces inhoudt, willen we voor een MIB maar eens uitgaan van de vuistregel, dat de regeltijd : reactietijd = 1 : 100. Als men dus bijvoorbeeld gewend is, een produktie-eenheid eens per week om te stellen, moet de module die dat aspect bevat een termijn hebben van 1,5 uur.

Waar we ons in dit voorbeeld in het bijzonder met korte-termijnaspecten bezighouden, mogen we aannemen, dat de prognoses door het korte zicht een hoge kwaliteit hebben, zodat het aantal planningtijden in de termijn klein is (2 of 1). De planningtijd heeft dan de orde van grootte van 1 uur voor gebeurtenissen die per week variabel zijn. Per dag regelbare gebeurtenissen (bijvoorbeeld: goederen verzenden uit een magazijn) behoeven een planningtijd van 5 minuten.

De planningtijd van een module is samengesteld uit de voor de diverse planningwerkzaamheden benodigde tijd, met dien verstande dat niet alle werkzaamheden telkens nodig zijn en dat sommige werkzaamheden simultaan kunnen gebeuren.

| A | B | C |
|---|---|---|
| rapporten verzamelen | statuut wijzigen | |
| extrapolaties verzamelen | | |
| oriëntaties verzamelen | protoplan maken | protoplan toetsen |
| voorschriftveranderingen aanbrengen | | |
| prognoses maken | oriëntaties beïnvloeden | |
| | ◄——— n maal herhalen ———► | |

Waar we maximaal computergebruik veronderstellen, zullen de werkzaamheden onder A en C met de machine gebeuren; die onder B met mensen. Omdat de mens tijdens zijn concentratie op B niet wil wachten op C, moet de computer een protoplan kunnen toetsen en de resultaten daarvan doorgeven in hoogstens enkele minuten. Een regeltijd van minder dan 5 seconden lijkt echter niet nodig. Zolang de mens niet bezig is met B, kan de machine met betrekking tot C 'slapen'.

De tijd die nodig is om een adequaat plan op te stellen (BCBC...) is aldus vrijwel geheel bepaald door de tijd van B; die op zijn beurt bepaald wordt door de snelheid van de mensen in het betrokken besturingsorgaan en de hoeveelheid eigen en vreemde gebonden aspecten waarmee ze rekening moeten houden. Een optimum daarin (vgl. 2.2.5) kan gezocht worden zonder de tijd voor C in aanmerking te nemen.
In feite is de laatste opmerking zeer ver buiten de computerpraktijk van *vandaag* (bij DHG duurt het toetsen van één protoplan momenteel nog 15 minuten). Het zal wellicht nooit zo ver komen, dat de tijd van C verwaarloosbaar is. Dit temeer omdat er steeds meer van de computer gevraagd zal worden tijdens het toetsen van protoplannen, die steeds meer aspecten zullen omvatten. De optimale termijn van een module moet dan bepaald worden op grond van de toelaatbare tijd van C én van B.

Het verzamelen van rapporten, voorschriften en oriëntaties en het maken van extrapolaties gebeurt in een MIB niet telkens opnieuw; de laatste stand wordt in de computer opgeslagen, terwijl de veranderingen worden waargenomen en verwerkt. De gebeurtenissen, de veranderingen in de toestand, voltrekken zich relatief zeer langzaam (eens per 150 planningtijden); de veranderingen in oriëntaties sneller (eens per planningtijd van de vreemde module en die is in de gegeven probleemsituatie ongeveer gelijk aan de eigen planningtijd) en de veranderingen in het voorschrift eens per planningtijd van hogere modules.

De werkzaamheden onder A zijn aldus gereduceerd tot het verwerken van de relatief weinige sinds de vorige planningtijd opgetreden veranderingen. We stellen ons voor, dat de tijd, die we ons voor A veroorloven, klein moet zijn t.o.v. de planningtijd, omdat het vermogen van de modules gebonden is aan de tijd, die aan B kan worden besteed.

We komen aldus tot de volgende waarden als orde van grootte voor de grenzen van het met computers wenselijke:

| reactietijd van de gebeurtenis | planningtijd | A | B | C |
|---|---|---|---|---|
| 1 week | 60′ | 5′ | 10′ | 10″ |
| 1 dag | 5′ | 30″ | 1′ | 10″ |

Deze eisen kunnen worden benut om een configuratie van de computer in een MIB op te stellen.
Het waarnemen van veranderingen in de toestand zal moeten gebeuren via lijnverbindingen (fysiek transport van gegevens is zelden zo te organiseren dat het korter dan 5 minuten duurt); de periferieapparatuur kan zo gekozen worden, dat er een klein aantal veranderingen in een minuut kan worden verwerkt. Hieraan voldoet een ponsbandlezer of ponskaartlezer.

Wanneer we zouden verkiezen de voorkomende veranderingen niet buiten de machine op te sparen, maar direct waar te nemen en in de computer te bufferen, tot ze verwerkt moeten worden, kan meetapparatuur of een handbediende machine als perifeer apparaat dienen. De computer moet dan echter gedurig actief zijn met betrekking tot het opvangen van de berichten en dit vereist een aanzienlijk blok programmatuur. De keuze zal moeten worden bepaald door de regelmaat in het planningproces; bij grote regelmaat is het gedurig waarnemen de minder goede oplossing.
Het waarnemen van de veranderingen in oriëntaties kan elegant georganiseerd worden door de machinale planningwerkzaamheden voor de omringende modules met dezelfde computer uit te voeren. De oriëntaties zijn dan reeds in de machine aanwezig op het moment dat de planningtijd begint. (Dit stelt eisen aan de volgorde, waarin de modules hun planning doen, zie 4.5.3.)

Het is niet aan te nemen, dat *alle* modules die afhankelijk van elkaar zijn, zouden kunnen worden bediend met één systeem; er moet een grens gesteld worden aan het aantal modules. Wij stellen ons voor dat het weinig nut heeft,

modules in het systeem te betrekken die in minder dan 5%[1] van de planningcycli een (nieuwe) oriëntatie veroorzaken.
Die oriëntaties moeten dan door de computer worden waargenomen (zie het waarnemen van de rapporten).

De veranderingen in het voorschrift komen van hogere modules, die een langere termijn hebben en in ons voorbeeld niet met hetzelfde systeem worden bediend. De computer kan ze via dezelfde techniek waarnemen als die voor de veranderingen in de toestand benut wordt.

De perifere apparatuur ten dienste van de modules zelf moet in staat zijn de uitvoerbaarheid van een protoplan onmiddellijk te presenteren en de veranderingen in protoplan en/of statuut onmiddellijk op te nemen. Dit geschiedt momenteel wel met een snelle schrijfmachine of met een televisiebeeldeenheid. De ontwikkeling wijst op een toenemend gebruik van beeldeenheden.

Lijnverbindingen die de afstand tussen de besturingsorganen en de computer overbruggen zijn *niet* noodzakelijk. De modules kunnen namelijk toch niet tegelijk bediend worden en bovendien zijn de besturingsorganen niet gedurig actief aan planning bezig. Het is dus denkbaar, dat een aantal mensen van verschillende modules elkaar afwisselt bij eenzelfde perifeer apparaat. Naarmate de prijs van de apparatuur en die van de lijntransmissie daalt, zullen we ons echter ongetwijfeld één apparaat per besturingsorgaan gaan veroorloven en dan ook lijnverbindingen.

De periferie van een MIB-computer zal dus bestaan uit:
- een aantal ponskaartlezers of ponsbandlezers die intermitterend actief zijn of een aantal meetinstrumenten of toetsenborden, die gedurig actief zijn;
- een aantal beeldeenheden.

Dit alles direct verbonden over de afstand die de gebeurtenis en de besturingsorganen van de fysieke opstelling van de computer scheidt.

Het geheugen van de computer moet een beeld bevatten van de toestand en van de actuele oriëntaties. Verder de statuten van de aangesloten modules. Uiteraard ook alle programma's, die op de planning betrekking hebben. Deze ervaring beslaat in een MIB ongeveer $10^7$ karakters (stuklijsten, voorraden, bestelgegevens, produktieplannen van $10^4$ artikelen).

1 De grens van 5% is geheel arbitrair gekozen.

De gegevens in de ervaring vertonen niet gedurig de hoogste activiteit: slechts sommige artikelen zijn te eniger tijd in produktie, voor slechts sommige modules is men actief met planning bezig. Dat betekent, dat we deze gegevens als regel zullen bewaren in een geheugen dat weinig activiteit toestaat (en goedkoop is) maar dan wel zodanig dat de opgeslagen gegevens geactiveerd moeten kunnen worden binnen enkele minuten of seconden en – in hun actieve perioden – bereikbaar moeten zijn binnen enkele milliseconden. Dit wordt gerealiseerd door de gegevens op te slaan op schijfgeheugens en ze bij activering over te brengen naar een snel geheugen.

4.5.2 *Geheugenorganisatie.* Voordat we de geheugenorganisatie uitwerken willen we eerst vaststellen wat in grote trekken de gang van zaken is in een MIB ten dienste van een aantal op elkaar aansluitende produktieafdelingen (bijv. onderdelenfabricage, subassembleren, assembleren, verpakken).

In dergelijke omstandigheden kunnen de gegevens (oriëntaties, toestand, prognoses en plannen) onderscheiden worden naargelang ze gelden vóór of na de activiteit van de afdeling. Zo kennen we afname-oriëntaties (orders) en toeleveringsoriëntaties (bevestigde bestellingen), ook afnameprognoses en toeleveringsprognoses (bestaande levertijden). (Zie fig. 4.5.2.1.)
Daarenboven zijn de eigen afname-oriëntaties goeddeels een samenvatting van de toeleverplannen van nabije modules en de eigen toeleveringsoriëntaties een samenvatting van de afleverplannen van (andere) nabije modules.

De gang van zaken tijdens het toetsen van de plannen is kort te beschrijven als:
- afname-oriëntaties minus eindvoorraad vergelijken met afleverplan;
- afleverplan transformeren tot capaciteitsbehoefte en materiaalbehoefte;
- capaciteitsbehoefte vergelijken met capaciteit;
- materiaalbehoefte minus materiaalvoorraad minus toeleveringsoriëntaties vergelijken met toeleveringsprognoses;
- toeleverplan opstellen (oftewel bestellingen plaatsen).

• De geheugenorganisatie in een MIB wordt bepaald door het geïntegreerde karakter van het systeem: elk gegeven moet zodanig worden vastgelegd dat een aantal systeemonderdelen er gebruik van kan maken, eventueel zelfs tegelijkertijd of nagenoeg tegelijkertijd. Deze omstandigheid en de eis van consistentie in de opgeslagen gegevens leidt tot de noodzaak elk gegeven op slechts één plaats vast te leggen.
Dit vereist speciale maatregelen met betrekking tot het vastleggen van relaties. In geïsoleerde en langzamer werkende systemen namelijk worden relaties vaak vastgelegd door de gegevens die de elementen beschrijven, in elkaars nabijheid

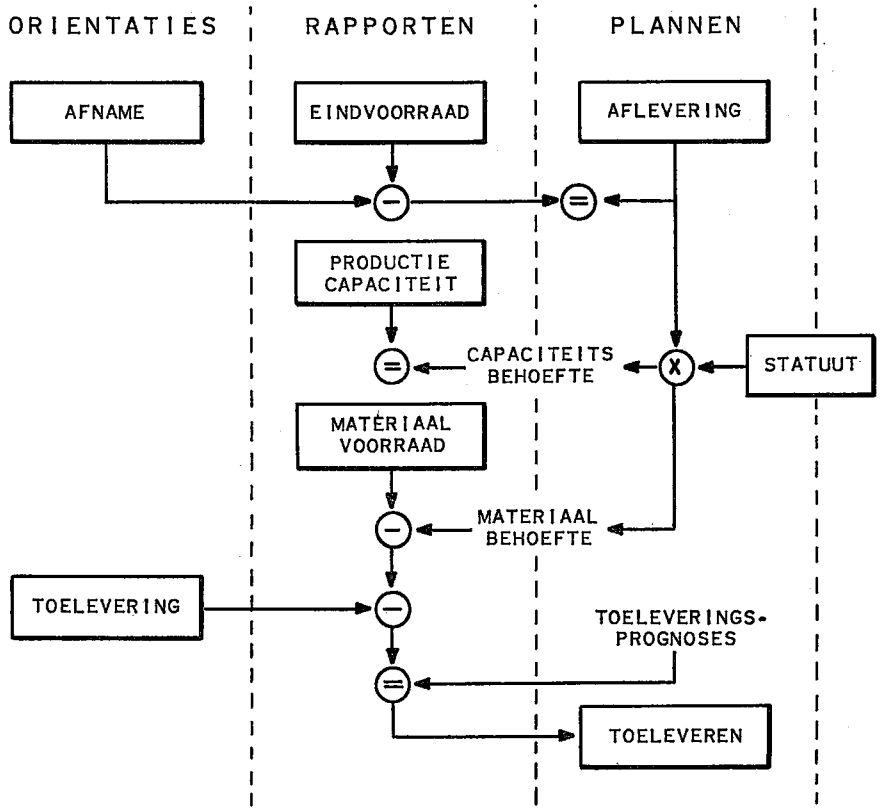



FIG.4.5.2.1 DETAILLERING VAN DE GEGEVENS VOOR EEN MODULE

te houden. (Een order vermeldt klant plus artikel; een stuklijst het eindprodukt plus de beschrijving van de onderdelen.)
Deze vastleggingsmethode is in een MIB niet te gebruiken, omdat daardoor gegevens over elementen met meer dan een relatie op meer dan één plaats voorkomen en bij veranderingen niet gelijktijdig of snel genoeg opgespoord en gecorrigeerd kunnen worden (als er 100 orders zijn van één klant en zijn adres verandert, moet dit op 100 plaatsen gecorrigeerd worden).

In plaats daarvan gebruikt men een methode, die door ons indertijd 'kettingadressering' is genoemd en inmiddels deel uitmaakt van de programmatuur van de meeste computers (*Chainaddressing* 1965).
Hierbij worden relaties expliciet vastgelegd als een koppel verwijzingen naar de

gegevens per element; de gegevens per element komen slechts op één plaats voor.
We spreken van elementbestanden en relatiebestanden.
Aangezien we de gegevens van een aantal modules willen integreren en elke module een aantal verschillende, maar soms ook dezelfde artikelen gebruikt of fabriceert, zullen we de gegevens samenbrengen in een vijftal bestanden die gelijksoortige gegevens bevatten. Twee van deze bestanden beschrijven elementen; de drie andere beschrijven relaties (zie fig. 4.5.2.2).

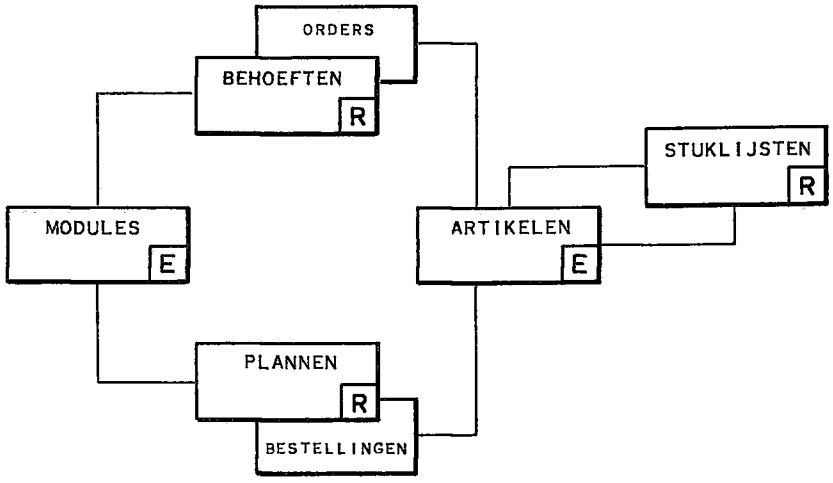



FIG.4.5.2.2 SCHEMA VAN DE GEHEUGENINHOUD IN EEN MIB

In het modulebestand worden de besturingsorganen van de diverse modules aangegeven om waarnemingen en boodschappen te kunnen dirigeren. Verder kan daar de hun toegewezen capaciteit worden beschreven. In het artikelbestand is vastgelegd: omschrijvingen, codes, voorraad (eventueel gesplitst naar fysieke locatie van de artikelen) prijs, en dergelijke voor het artikel specifieke gegevens. De elementbestanden bevatten ook de nodige verwijzingen naar de relatiebestanden.

Het behoeftebestand beschrijft relaties tussen artikelen en de modules die deze artikelen gebruiken. Het bevat per relatie de hoeveelheid (gespecificeerd in de tijd) die van dit bepaalde artikel voor deze bepaalde bestemming ter beschik-

king moet zijn. Door de methode van kettingadressering is het nu mogelijk op elk gewenst moment per artikel de totale behoefte te berekenen of ook per module een totaal overzicht van alle behoeften op te stellen.

Het plannenbestand bevat relaties tussen artikelen en de modules die voor de produktie van deze artikelen zorgen. Per relatie wordt het vigerende produktieplan geregistreerd. Door de kettingadressering is het mogelijk op elk gewenst moment een overzicht te maken van alle plannen per module en aldus het gehele plan. Ook een overzicht van alle plannen per artikel kan nuttig zijn, ingeval meer leveranciers dezelfde produkten leveren (decentralisatie).

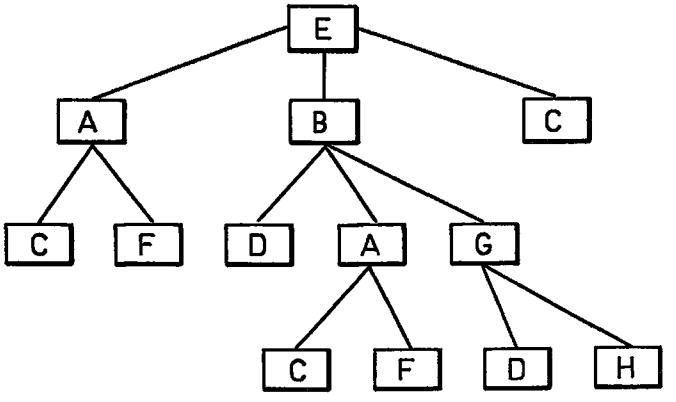
Bij reorganisaties zullen modules verdwijnen en vervangen worden door andere. Kettingadressering stelt ons in staat de relaties tussen modules en artikelen te verbreken en opnieuw op te bouwen, op analoge wijze als nodig is bij het vervangen of introduceren van artikelen.

Zowel het behoeftebestand als het plannenbestand moet gegevens bevatten met betrekking tot niet aangesloten modules. Hiertoe is in het behoeftebestand plaats gemaakt voor externe orders en in het plannenbestand voor externe bestellingen. In het artikelbestand wordt bijgehouden of het artikel intern of extern verbruikt en/of geproduceerd wordt; de verwijzingen naar behoefte- en plannenbestand zijn daarop afgestemd.

Het stuklijstenbestand bevat de relaties tussen artikelen en produktiecapaciteit en de relaties tussen de artikelen onderling. De relaties tussen artikelen zijn complex in de zin, dat elk artikel benut kan worden als onderdeel voor elk ander artikel.
Als voorbeeld geven we een typische relatiestructuur, zoals die bij de produktie van apparaten bestaat (fig. 4.5.2.3).

De transformatie van (proto)plannen kan gehinderd worden door deze complexe structuur van stuklijsten. De analyse kan namelijk behoeften creëren aan artikelen, die al geanalyseerd zijn. In het voorbeeld van fig. 4.5.2.3 zou het jammer zijn A te analyseren vóórdat B geanalyseerd is; de analyse van B voegt namelijk toe aan de behoefte aan A.
Deze complicatie kan worden vermeden door de artikelen te voorzien van een volgorde-indicatie met betrekking tot de transformatie (in het jargon heet deze volgorde-indicatie: 'level').
Op dezelfde wijze kunnen de modules worden voorzien van een volgordeaanduiding, die de werkzaamheden bij een integrale analyse vergemakkelijkt. Men

analyseert dan eerst de plannen van de eindmontage, dan die van de subassemblage, dan die van halffabrikaten etc.




DIVERSE ONDERDELEN KOMEN MEERMALEN VOOR
EN WEL IN VERSCHILLENDE STADIA VAN ASSEMBLAGE

FIG.4.5.2.3 SCHEMA VAN DE OPBOUW VAN EEN ARTIKEL E

4.5.3 *De procedures.* De procedure in een MIB ten behoeve van n modules valt uiteen in een aantal groepen programma's:

- het aanbrengen van wijzigingen in de geïntegreerde bestanden (produktiemeldingen, afleveringen, afkeuringen, andere stuklijsten en voorschriften);
- het waarnemen van veranderingen in een plan, het analyseren van een protoplan, het toetsen; } n x
- het publiceren van veranderingen in de plannen; orderbevestigingen, bestellijsten, produktieopdrachten.

Het aanbrengen van wijzigingen in de bestanden verdient geen uitgebreide beschouwing. Opgemerkt zij alleen, dat een aanzienlijke inspanning vereist is om de waarnemingen te controleren op de juiste terminologie en vorm ('screeningprocedure'). Deze inspanning wordt groter naarmate de boodschappen omtrent fouten in de invoer langer onderweg zijn naar de plaats waar de invoer ontstond. Waar de computer onmiddellijk ($\leqslant$ 5 sec.) reageert op ingevoerde gegevens kunnen fouten ook onmiddellijk worden hersteld.

Tijdens het maken van een protoplan door het besturingsorgaan moet de com-

puter niet alleen snelle analyses, syntheses en vergelijkingen maken; hij moet ook antwoord kunnen geven op allerlei vragen, die tijdens de planning opkomen.
Wij noemen:
- welke artikelen kunnen een gegeven artikel vervangen;
- waar wordt een artikel verwerkt en waarin;
- wie heeft de behoefte aan een artikel veroorzaakt;
- wie kan een artikel leveren.

Met kettingadressering kan dit soort relaties elegant worden vastgelegd en snel beschikbaar zijn.

Het publiceren van veranderingen in de plannen hoeft eigenlijk alleen te geschieden ten dienste van de modules, die geen gebruik maken van het MIB. Leveranciers moeten bestellingen krijgen, klanten bevestiging van hun orders, ondergeschikte modules hun voorschriften (produktie- en transportbonnen). De modules, die wel van het MIB gebruik maken zien de veranderingen aan het begin van hun planningtijd.

Het is dan echter nuttig, de modules tussendoor boodschappen te sturen als de rapporten of de oriëntaties veranderen. Dit kan worden verfijnd, door in de programma's normen op te nemen, die dienen tot het wel of niet signaleren van veranderingen. (Bijvoorbeeld: het afnemen van de economische voorraad van een artikel tot aan het bestelpunt wordt niet gesignaleerd; het afnemen van de voorraad tot beneden het bestelpunt wordt wel gesignaleerd.)

De programma's in een MIB moeten simultaan in actie kunnen zijn; echter met dien verstande, dat de bestanden voor een module niet mogen veranderen terwijl voor die module protoplannen getoetst worden (wel eventueel direct daarna). Dit wordt opgelost door in de bestanden, waar nodig, twee waarden op te nemen voor één gegeven: één die niet verandert tijdens de planning, één die wel verandert. (De behoefte aan een artikel is dus tijdens de planning constant, terwijl simultaan diezelfde behoefte – bijvoorbeeld door produktiemeldingen – veranderd wordt.)

Dezelfde dubbele vastlegging dient voor het toetsen van protoplannen: het plan kan constant blijven, terwijl de waarden voor het protoplan variëren met de ingebrachte veranderingen in protoplan of statuut. Met behulp van deze kunstgreep kunnen zelfs alle n modules simultaan bezig zijn met het toetsen van protoplannen zonder elkaars randvoorwaarden gedurig te beïnvloeden. De overgang van protoplan naar plan geschiedt door de provisorische waarde over te brengen naar de vaste waarde.

- De eisen die we aan de programmatuur van een MIB moeten stellen zijn:
- het gezamenlijk en gelijktijdig gebruik van de machine (time sharing);
- het gebruik van geïntegreerde opslag in een schijvengeheugen (kettingadressering);
- het gebruik van beeldeenheden voor de planning;
- het gebruik van een (groot) aantal gelijktijdig actieve lijnverbindingen.

Waar men zich in de praktijk momenteel nog geen simultaneïteit op deze schaal kan veroorloven, worden de programma's achtereenvolgens uitgevoerd: eerst worden alle bestanden bijgewerkt, dan worden alle plannen bijgewerkt (het toetsen van protoplannen gebeurt separaat) en dan wordt plan na plan geanalyseerd tot behoeften. De per module gegenereerde behoeften worden nu onmiddellijk gebruikt om de plannen van de volgende modules te toetsen. Een plan kan derhalve inadequaat blijken te zijn, door wijzigingen in de oriëntaties die niet bekend waren toen het protoplan geaccepteerd werd.

Bij DHG, waar deze procedure wordt gevolgd, is men dan ook tot de ontdekking gekomen, dat sommige halffabricatenplannen vaak superieur zijn aan de eindmontageplannen. De analyseprocedure moet dan worden herhaald met nieuwe eindmontageplannen.

Het is duidelijk, dat de methode van integrale analyse (zoals bij DHG toegepast) geen stand zal houden met het goedkoper worden van computercapaciteit. Het voordeel is immers alleen machine-efficiency; het nadeel is de zojuist beschreven soort verrassingen en de verplichting voor elke aangesloten module een tijdschema van planning aan te houden. Gemakkelijker is het als men voor elke module naar genoegen de planning kan doen met een minimum aan eisen, door het systeem opgelegd.

Met een MIB zoals hier geschetst kan elk besturingsorgaan voor elke module op de tijd die hemzelf het beste uitkomt, een nieuw plan opstellen, dat uitvoerbaar is m.b.t. de gegevens, die vastlagen op het moment, dat hij zijn planning begon.

## SAMENVATTING

In complexe besturingssituaties zijn de te besturen gebeurtenissen niet binnen redelijke tijd vanuit één punt in hun geheel te overzien. De aan de gebeurtenissen te onderscheiden aspecten worden daartoe gegroepeerd tot modules, die elk wel als een geheel worden bestuurd. Dergelijke besturing wordt getekend door de afhankelijkheid van modules. Die afhankelijkheid kan ontstaan als de realisatie van één aspect de keuze binnen een ander aspect beperkt.
Waar deze beperkingen binnen modules gelden bestaat geen belemmering in de besturing (autarkische aspecten); waar ze van module tot module gelden zijn de betrokken modules van elkaar afhankelijk (vreemde gebonden aspecten).
Het nemen van besluiten ter besturing van een module vraagt behalve gegevens omtrent de eigen aspecten van de betrokken module, ook gegevens omtrent de vreemde gebonden aspecten. Deze gegevens bestaan uit diverse soorten; rapporten beschrijven de uitgangssituatie, oriëntaties de besluiten voor andere modules en extrapolaties de meest waarschijnlijke resultaten van onbestuurde invloeden. Deze drie gegevensstromen worden gecombineerd en geëvalueerd teneinde te geraken tot prognoses, die de ontwikkeling van de toestand zo goed mogelijk beschrijven. (Goed in de zin van 'de werkelijkheid nauwkeurig beschrijvend'; niet in de zin van 'dicht bij een ideaal'.)

Voor elke module bestaat verder het statuut, dat beschrijft volgens welke regels (voorgeschreven of eigengemaakt) de besturing van de eigen aspecten verlopen zal. Het statuut en de prognoses worden gecombineerd tot een besluit van de module, dat – voorzover het beperkingen oplegt – gepubliceerd wordt als een plan. Na enige tijd – die nodig is om besturingsorganen van andere modules gelegenheid te geven op het plan te reageren – wordt het besluit geïmplementeerd.

De termijn van een module is de tijd, die gemiddeld nodig is om de gebeurtenissen te regelen. Deze termijn moet in een bepaalde verhouding staan tot de reactietijd van de gebeurtenissen zelf; deze eis leidt – samen met de soort aspecten – tot consequenties voor de omvang van modules.
Het groeperen van aspecten tot modules heeft een besturingsstructuur tot gevolg;

aan deze structuur kunnen een aantal doelmatigheidseisen worden gesteld: economie, compleetheid, consistentie en besturend vermogen. Het opvoeren van het besturend vermogen kan als primaire doelstelling opgevat worden voor structurele en de gegevensverwerking versnellende maatregelen. De structurele maatregelen bestaan uit het toewijzen van aspecten aan modules of uit het splitsen en samenvoegen van modules. De dynamiek in de aspecten en hun beperkingsrelaties dwingt tot gedurige reorganisatie.

Een besturingsstructuur is niet homogeen; er zijn hogere en lagere modules, waarbij de hogere modules die aspecten omvatten, welke door het veroorzaken van veel beperkingen als 'belangrijk' worden ondervonden. Meestal valt 'belangrijk' samen met een lange termijn van de module. De verhouding tussen modules wordt gekenmerkt door de mate waarin de plannen van een module uitvoerbaar blijken te zijn, ofte wel superieur zijn. Een module is dominant, als zijn plan meestal superieur is.

De voorschriften die het statuut van een module mede uitmaken komen niet uit één andere module voort, maar uit een aantal (dominante) modules.
In deze opvatting zijn begrippen als 'span of control', 'verticale hiërarchie' 'staf- en lijnfuncties' niet te plaatsen. De besturingsstructuur vertoont zich als een dynamisch geheel met een ongeveer piramidale vorm, waarin een aantal modules voorkomen, die een veelvormig net van verbindingen hebben voor het uitwisselen en evalueren van gegevens.
De termijn van de modules wordt mede bepaald door de gegevensverwerkende techniek in en tussen de besturingsorganen; snellere gegevensverwerking leidt tot grotere modules, een groter besturend vermogen, een betere benadering van een complete besturing en wellicht ook tot economischer besturing.
Deze effecten zijn slechts te behalen als de versnelling van de gegevensverwerking gepaard gaat met de corresponderende herstructurering.

Gegevensverwerking is een zeer sterk verbreide bezigheid, die nadere detaillering behoeft. Wanneer we het begrip 'informatiesysteem' invoeren als een verzameling gegevens, waarbinnen een separatiefunctie in staat is de gegevens in te delen naar onbruikbaar, bruikbaar binnen het systeem en bruikbaar buiten het systeem, zijn we in staat een aantal strakkere definities te geven van tot nog toe slecht beschreven begrippen. Een waarneming is een gegeven, dat aan een systeem wordt toegevoegd; een boodschap een gegeven, dat het systeem verlaat. Ervaring zijn de gegevens, die te eniger tijd binnen het systeem bruikbaar worden geacht; informatie zijn gegevens, die aanleiding geven tot verandering in die ervaring. Binnen de ervaring onderscheiden we de procedures, die een beschrijving zijn van alle functies die in het systeem kunnen worden toegepast. Een deel

van deze procedures is niet te modificeren zonder het systeem zelf aan te tasten, een ander deel – de instructies – is binnen het systeem modificeerbaar.
Sommige procedures kunnen exact beschreven worden en heten dan een programma; andere procedures zijn onbevredigend beschreven, helemaal niet beschreven of zelfs (voorlopig) onbeschrijfbaar. Computers kunnen alle gegevensverwerking uitvoeren, tot en met modificatie van de instructies, mits de procedures geheel in de vorm van een programma zijn gebracht.
De abstracte beschouwingswijze van systeem als een verzameling gegevens met een aantal bijbehorende functies laat een mathematische formulering toe van systeem, deelsysteem, doorsnede van systemen en vereniging van systemen; die formulering leidt tot een algebra van systemen, zij het vooralsnog niet van modificeerbare systemen.
Een in ons kader interessante vorm van informatiesysteem is het besturingssysteem, dat in zijn gegevensverzameling een gerealiseerd model van de corresponderende module bevat. De waarnemingen van een dergelijk systeem betreffen in hoofdzaak de eigen en vreemde gebonden aspecten van de module; de boodschappen geven aanleiding tot besturen van de eigen aspecten van die module. Uit de definitie van module als een ineens bestuurde verzameling aspecten volgt, dat besturingssystemen, zoals hier gedefinieerd, onsplitsbaar en onverenigbaar zijn. Wel kunnen deelsystemen van een besturingssysteem worden verenigd.

De gegevensverwerking die in een besturingsstructuur door middel van mensen en machines plaatsvindt, kan op diverse wijzen worden verbeterd en versneld. Kwalitatieve verbetering is te bereiken door het toepassen van meer verfijnde modellen alsmede door vermindering van de vertraging en vergroting van de consistentie in de rapportering. Versnelling is het resultaat van maatregelen als standaardisatie, integratie en mechanisatie; het blijkt dat deze maatregelen elkaar beïnvloeden en elkaar gedeeltelijk kunnen vervangen.

Standaardisatie is het aan elkaar gelijk maken van elementen in systemen, integratie is het creëren van systemen die een aantal (deel)systemen omvatten en mechaniseren staat in deze studie voor het toepassen van computers.
Elk van deze maatregelen heeft vóór- en nadelen; niet alle systemen moeten worden geïntegreerd, gemechaniseerd en/of gestandaardiseerd. Het begrip 'total system' wordt dan ook onhanteerbaar geacht. Integratie is zinvol, waar systemen ten dienste staan van afhankelijke modules en ze bovendien gelijke componenten bevatten in bestanden of procedures.
De tijd, die voor het ontwerp van een geïntegreerd systeem nodig is, kan echter te lang zijn met betrekking tot de – in het komend decennium – snel wisselende eisen aan een systeem.

Computers bieden gelegenheid systemen te ontwerpen met ingewikkelde procedures, die toch snel reageren; door de mogelijkheid van gespreide in- en uitgangen en een centraal geheugen kan consistentie worden verzekerd. Een geïntegreerd, gemechaniseerd informatiesysteem ten behoeve van besturing (MIB) zal de rapportering, de communicatie en de analyse van plannen voor een aantal modules kunnen verzorgen. Door de aanwezigheid van de mens in een MIB moet de computer een vrijwel onmiddellijke reactie kunnen geven op suggesties voor besturingsingrepen. Dit vraagt een geheugenorganisatie die toestaat, elk opgeslagen gegeven op willekeurige momenten te bereiken; dit wordt mogelijk gemaakt door een methode van vastlegging, die kettingadressering wordt genoemd. De eisen, die we aan de machine in een MIB stellen zijn dusdanig, dat we dergelijke systemen in de nabije toekomst kunnen verwachten.

## SUMMARY

In a complex management environment, the events to be controlled cannot be comprehended within a reasonable time. The different aspects of the events, however, may be grouped into modules, which can be controlled as one unit.
This type of control is influenced by the dependence of modules. This dependence may result where the controlling of one aspect limits the choice in another aspect. If these limitations exist within one module, the control is not impaired; if they exist from module to module, the modules are dependent ('bound foreign aspects' are not controlled by us, but they limit the choice in the control of our module).
Decision making for a module demands data, both for the 'indigenous' aspects of the module and for its bound foreign aspects. The data take the following form: 'reports' describe the situation to depart from, 'orientations' the decisions from the modules that limit our choice, 'extrapolations' the most probable outcome of uncontrolled aspects. These three types of data are combined and evaluated to form 'predictions' which describe the course of events as accurately as possible.
For every module there also is a 'statute' containing the rules (prescribed or discretionary) that govern the actions of the controlling unit of the module. The statute and predictions are combined to yield a 'decision' that is published as a plan insofar as it implies limitations elsewhere. After some delay, necessary for the dependent modules to react to this plan (for them an orientation) the decision is executed or implemented (to be executed by others).
The 'term' of a module is the average time needed to initiate the execution of a decision with respect to the aspects in that module. A close relationship must exist between the term of a module and the time needed to change the initial situation to the desired situation. This relationship is used to determine the allowable term of a module and hence, depending also on the kind of aspects, its size.

The formation of modules leads to a management structure that is subject to a number of efficiency criteria: viz. economy, completeness, consistency and 'power' (the number of aspects that are controlled within a given time).

The enhancement of the 'power' of a management unit ought to be considered as the primary objective of measures to change the structure or to accellerate the data processing.
Structural measures consist of lodging new aspects in modules or of joining and splitting existing modules into new ones. It appears necessary to continually reorganise a management structure.

A management structure is not homogeneous; there are 'lower' and 'higher' modules. The latter comprise those aspects which cause numerous limitations and are therefore considered important.
Important aspects usually are concurrent with a long term of the module: this is not always the case. The relations between management units are determined by the relative superiority of their decisions: superior meaning 'close to reality, workable' rather than 'close to an ideal'. Units that frequently publish superior decisions become dominant in the structure; the control of higher modules must be realised by dominant units.

The prescribed part of the statute of a module originates with a number of dominant modules; not with one 'boss'. In this concept of a management structure there is no place for notions like 'span of control', 'vertical hierarchy', 'staff and line functions' etc. In our idea, a structure appears as a dynamic, pyramidical form in which a number of modules exist with multiple connections of different kinds for the exchange of information.
The term of a module is partly determined by the information technique employed in and between the management units. Fast processing of data leads to bigger modules, more power, a better approximation of completeness and perhaps to more economic control. These results can only be reached if the better information technique is supplemented by the appropriate structural changes.

Data processing is an ubiquitous activity: it appears useful to define some of its concepts in detail. First we introduce an information system as being a set of data with a corresponding separation function to divide sets of data into three subsets: useful within the system; useful outside the system, useless. We then recognize 'observations' (data to be appended to the system) 'messages' (data to be released by the system) and 'experience' (data retained by the system at a given moment). Observations contain information, if the experience is changed as a result of the processing of that observation. Within the set 'experience' we recognize the subset 'procedures'; it is the description of all functions that can be applied in the system. Part of the procedures – the construction – cannot be changed without altering the system; the remaining part of the procedures – the

instructions – can be modified within the system.
Some procedures are described exactly; they are programs. Other procedures are described insufficiently, or not at all; some are even indescribable as yet. Computers can execute all data processing, including modification of instructions, provided the procedures are nothing but programs.
The abstract formulation of the concept information system leads to the mathematical descriptions of system, subsystem, union of systems, and intersection of systems. An algebra of systems can now be developed for stationary systems (no modification).

An interesting kind of information system is the control system, that contains in its experience a realised model of a module of aspects. The observations of a control system concern the indigenous and bound foreign aspects of the module, the messages give rise to the fixing of the indigenous aspects. The definition of module (assuming the simultaneous control of all aspects) implies that control systems cannot have a union and cannot be split. Subsystems of control systems, however, can be integrated into a union of systems.

The information technique as it exists in a management structure can be improved in several ways. Qualitative improvement can be made by the application of refined models, by a decrease in the delays that render predictions useless and by an increase in the consistency of reporting. Quantitative improvement can be made by an increase in data processing speed. Fast information techniques can result from three measures: standardization, integration, mechanization; these measures are sometimes interchangeable and, moreover, partly interdependent.

Standardization is the effort to use identical components in different systems; integration is the development of systems that comprise a number of (sub)-systems; mechanization is our word for the application of computers in information systems. Each of these measures has advantages and disadvantages, not necessarily all systems must be standardized, integrated and mechanised. The concept 'total system' is not useful.
Integration appears efficient where systems serve dependent modules and have common components (files or procedures). The time needed to develop an integrated system, however, can be too long with a view to the rapidly changing demands. (In the next decade this is the case.)
Computers offer the opportunity to design systems with intricate procedures and yet a short response time. Through the use of remote and multiple input/output equipment and a central memory the consistency of the data can be insured. An integrated, mechanised information system for a management

structure (MIB) can supply the reports, the orientations, the extrapolations and the analyses of tentative decisions for a number of control systems. The human element in such a system demands that the computer element responds immediately to tentative decisions. A constraint of this nature suggest a random access memory organisation: one possibility is to employ the chain addressing method.

The specifications of the computer for a MIB are such that we may expect these systems in the near future.

## LITERATUURLIJST

*Ackoff R. L.*
'Management Misinformation Systems'
Management Science, December 1967

*Ansoff H. I.*
'Corporate Strategy'
McGraw Hill, 1965

*Anthony R. N.*
'Planning and control systems'
Boston, 1965

*Boulding K. E.*
'The Image'
Ann Arbor, 1956

*Brown R. G.*
'Smoothing, forecasting and prediction'
Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1962, 1963

'*Chainaddressing*', report by a study group;
Eindhoven, Philips 1965 – niet gepubliceerd

*Drucker, Peter F.*
'The manager and the moron'
International Management, November 1967

*Van Dusseldorp D. B. W. M.*
'Meerdimensionale overheidsplanning'
Veenman, Wageningen, 1967

*Engelbart, D. C., English W. K., Rulifson J. F.*
'Study for the development of human intellect augmentation techniques'
SRI-project 5890, March 1967 (restricted)

*Euratoom, CETIS*
'Computer en schaakspel'
Amsterdam, 1963

*Forrester, Jay W.*
'Industrial Dynamics'
Wiley, Cambridge, 1961

*Galbraith J. K.*
'The new industrial state'
Hamish Hamilton, London, 1967

*Gouldner A. W.*
'Patterns of Industrial Bureaucracy'
New York, 1954

*Groffen W. H.*
'Horizontaal organiseren'
Samsom, Alphen a/d Rijn, 1963

*Jaques, Elliott*
'Measurement of responsibility'
Tavistock, London, 1956

*Knight K. E.*
'Evolving computer performance 1963–1967'
Datamation, Januari 1968

*Litterer J. A.*
'The analysis of organisations'
Wiley, New York, 1965

*Management aspecten van de automatisering*
Marka 19, Utrecht, 1965

*Mey J. L., Snel P. M.*
'Theoretische bedrijfseconomie II'
's-Gravenhage, 1958

*Nielen G. C.*
'Administratieve techniek voor management en organisatie'
Philips Administration Review; XX, 3; september 1966

*Nielen G. C.*
'Over plannen'
Philips Administration Review, augustus 1967

*Quinn J. B.*
'Technological forecasting'
Harvard Business Review, March – April 1967

*Rhind R.*
'Management Information Systems'
Business Horizons, June 1968

*Van Rootselaar B.*
'Een wiskundige kijk op het begrip model'
Landbouwkundig Tijdschrift, april 1968

*Schuh J. F.*
'Algemene theorie der automaten'
Philips, 1963

*Selznik P.*
'Leadership in administration'
Harper and Row, New York, 1957

*Simon H. A.*
'The new science of management decision'
New York, 1960

*Simon H. A.*
'Administrative behaviour' 2nd ed.
McMillan, New York, 1961

*Warren E. Kirby*
'Long range planning'
Prentice-Hall, U.S.A., 1966

*Wilson I. G. and Wilson M. E.*
'Information, computers and system design'
New York, 1965

*Zannetos, Zenon S.*
'Measuring the efficiency of organisation structures: some implications for the control system of the firm'
Working paper 117-65, A. P. Sloan School of Management
MIT Cambridge (Mass.)

*Zannetos, Zenon S.*
'On the theory of divisional structures: some aspects of centralisation and decentralisation of control and decision making'
Management Science, December 1965, Vol. XII, nr. 4