

Technische Universiteit Delft
Faculteit der Wiskunde en Informatica

Collegedietaat

INFORMATIE-SYSTEMEN

vak a136A

Prof. dr. H.G. Sol
Uitgave 1988

INFORMATIE-SYSTEMEN

	blz.
VOORWOORD	001
1. INLEIDING	003
1.1. Het vakgebied Informatica	003
1.2. Het vakgebied Informatiesystemen	005
1.3. Ontwikkelingen rond informatiesystemen	007
1.4. Literatuur	010
2. INFORMEREN EN BESLISSEN	011
2.1. Beslissen en informatie	011
2.2. Individuele beslissers	014
2.3. Probleemoplossen in organisaties	019
2.4. Systemen en modellen	022
2.5. Organiseren	029
2.6. Literatuur	034
3. INFORMATIESYSTEMEN	035
3.1. Informatie	035
3.2. Informatieleer	036
3.3. Het informatieparadigma	042
3.4. Beschrijvingsvormen van informatiesystemen	049
3.5. Typologie van informatiesystemen	052
3.6. Literatuur	066
4. ONTWERPEN	067
4.1. Denkwijze, afbeeldingswijze, werkwijze en beheerswijze	067
4.2. Systeembeschrijving	079
4.3. Ontwerptheorieën	082
4.4. Een voorbeeld	084
4.5. Literatuur	086

5. METHODIEKEN	089
5.1. De plaats van methodieken	089
5.2. De systeemcyclus, een overzicht	092
5.3. De afzonderlijke systeemfasen	096
5.4. Vergelijking van methodieken	111
5.5. Ontwikkelomgevingen	124
5.6. Ontwerpen in de praktijk	127
5.7. Literatuur	132

BIJLAGEN

I Kernbegrippen

II Technieken

A. Stroomschema's

B. Beslissingstabellen

C. Processtructuurdiagrammen

D. Petrinetten

E. Precedentieschema's

F. Hiërarchische structuurschema's

G. Gegevensstructuurdiagrammen

III Baten en lasten van informatiesystemen

VOORWOORD

Het college Informatiesystemen a136A is bestemd voor degenen die inzicht wensen te verkrijgen in de gegevensverwerking in organisaties. Het behandelt theorieën van informatiesystemen voor het functioneren van bedrijven en instellingen en methodieken voor het ontwerpen en bouwen van dergelijke systemen.

De benodigde voorkennis is die van de colleges a130 of a133 (inleiding informatica) en bb1 (inleiding bedrijfsleer). Aanbeveling verdient een diepgaande kennis van de computerkunde (bijvoorbeeld a138, gegevensverwerking I) en van de bedrijfskunde (bijvoorbeeld bb4/5, industriële organisatie) of bestuurskunde. Om de toegepaste informatica met vrucht te kunnen bestuderen is ervaring met het programmeren van computers noodzakelijk. Enige werkervaring – van welke aard dan ook – in een grotere organisatie bevordert een goed begrip van de behandelde stof.

Over de collegestof wordt een schriftelijk tentamen afgenomen. Mondelinge tentamens worden alleen in uitzonderingsgevallen toegestaan. De verplichte tentamenstof bestaat uit het collegedictaat en een selectie uit de literatuur. Die selectie wordt elk jaar opnieuw vastgesteld.

Veel studenten blijken enige moeite te hebben met het 'abstracte en verbale' karakter van het vak. Gedeeltelijk wordt hieraan tegemoet gekomen door tijdens het college zoveel mogelijk praktijkervaringen en voorbeelden te bespreken.

Het college Informatiesystemen a136A is dus niet bedoeld als opleiding in het ontwerpen van systemen. Het doel is de studenten zover te brengen dat zij zelfstandig de literatuur op dit gebied kunnen bestuderen en in de praktijk voorkomende problemen kunnen herkennen en in een algemeen kader plaatsen. Daarnaast verzorgt de Vakgroep Informatiesystemen diverse verdiepingskursussen, waaronder een werkcollege systeemontwerpen (a136C).

Men kan de toegepaste informatica ook kiezen als uitgangspunt voor verdere studie: een (vervangende) taak of een scriptie in het geheel van een individueel studieprogramma en als afstudeergebied. Een beschrijving van het studieprogramma in de afstudeerrichting Informatiesystemen is opgenomen in een gelijknamige brochure, te verkrijgen bij het secretariaat van de Vakgroep Informatiesystemen. Het afstuderen gebeurt veelal in de praktijk

bij een particulier bedrijf of een overheidsinstelling. De begeleiding wordt verzorgd vanuit de TUD op basis van overeenstemming met de betrokken organisatie over het studieonderwerp en de wijze van aanpak.

Het college a136A werd tot 1984 gegeven door Prof. drs. B.K. Brussaard. Het wordt vanaf het collegejaar 1984/1985 verzorgd door Prof. dr. H.G. Sol. Met instemming van Prof. Brussaard zijn mede vanwege de continuïteit van het studieprogramma gedeelten uit de uitgave van 1983/1984 gehandhaafd.

Het dictaat kan in eerste instantie worden bestudeerd in de volgorde van de inhoudsopgave. Het is zo bondig mogelijk geschreven. Literatuurverwijzingen zijn aan het einde van elk hoofdstuk opgenomen.

1. INLEIDING

1.1. Het vakgebied informatica

Een veel geciteerde omschrijving van de informatica is:

‘Het vakgebied dat zich bezighoudt met de theoretische studie van informatiesystemen tezamen met de praktische realisatie in menselijke taken en machines, in het bijzonder computers’.

De informatica kan als volgt worden ingedeeld:

- a. THEORETISCHE INFORMATICA, ook abstracte, fundamentele of formele informatica genoemd. Zij houdt zich bezig met de mathematisch-logische en de linguïstische grondslagen van de informatica, zoals algemene begripsvorming, theorie van formele talen, automatentheorie, vraagstukken van berekenbaarheid en bewijsbaarheid. Het zwaartepunt van de wetenschapsbeoefening van dit deel van de informatica ligt bij de wiskundige faculteiten van de universiteiten. De theoretische informatica is een basis voor de opleiding in de informatica in de beide andere delen.
- b. KERN INFORMATICA, ook technische of praktische informatica genoemd. Zij houdt zich bezig met het ontwerpen en bouwen van gegevensverwerkende apparatuur en toepassingsonafhankelijke programmatuur, zoals vertalers, dienstprogramma's en programmatuur voor databankbeheer. In het Engels is de aanduiding COMPUTERSCIENCE gebruikelijk, in het Nederlands computerkunde. Het zwaartepunt van de technische informatica ligt wat betreft de apparatuur bij Electrotechniek en wat betreft de programmatuur bij Informatica aan de Technische Universiteiten.
- c. TOEGEPASTE INFORMATICA, ook wel methodologische informatica of informatiekunde genoemd. Zij houdt zich bezig met het tot stand brengen en het functioneren van informatiesystemen, in het bijzonder met gebruikmaking van computers, voor zover het zinvol is dat te beschouwen los van de vakgebieden waarop toepassing plaats vindt. In de Angelsaksische landen is de aanduiding INFORMATION SYSTEMS, of system analysis and design, gebruikelijk, hoewel ook in het internationale verkeer de aanduiding ‘applied informatics’ steeds meer ingang vindt. De toegepaste informatica wordt onder verschillende benamingen zowel beoefend aan de Technische Universiteiten als aan de Economische Faculteiten en in interdisciplinair verband bij Bedrijfs- en Bestuurskunde.

De toepassingen zelf, de informatiesystemen, vindt men op bijna elk vakge-

bied zowel in de techniek als op kantoor. In toenemende mate vindt men ook toepassingen in van oudsher tot de alpha-wetenschappen gerekende vakgebieden, zoals psychologie, rechtswetenschappen, bibliotheekwetenschappen. Soms worden de toepassingen van de informatica op een bepaald vakgebied met dat vakgebied aangeduid, bijvoorbeeld medische informatica, juridische informatica, of geodetische informatica.

Tot slot nog twee andere definities n.l. van de IFIP (International Federation for Information Processing):

'Informatics is the totality of disciplines and technologies for the systematic treatment, particularly by computer, of data and information seen as the medium for knowledge with a view to its conservation in time and its communication in space',

en van de UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization):

'Informatics encompasses fields related to design, construction, evaluation, use and maintenance of data processing, storage and communication systems, including the hardware, the software as well as the human and organizational aspect and the complex of their industrial, commercial, administrative, social and political impact'.

Merk op dat de IFIP-definitie een gebied van wetenschap tracht te omschrijven en de UNESCO een gebied van maatschappelijke activiteiten.

Voor een anthologie van informatica definities en een lijst met kernbegrippen wordt verwezen naar bijlage I.

Pas op met de volgende Engelse termen die vaak ten onrechte letterlijk worden vertaald:

- INFORMATION THEORY: goed Nederlands is: 'signaaltheorie', een mathematisch-statistische communicatietheorie die een hulpwetenschap is voor de technische informatica, met name de telecommunicatie;
- INFORMATION SCIENCES: goed Nederlands is: 'bibliotheekwetenschappen'. Het raakvlak met de toegepaste informatica wordt in dit geval gevormd door documentaire informatiesystemen en massamedia.

Pas op met de Nederlandse termen 'informatievoorziening' en 'informatieverzorging' die zeer verschillend worden gebruikt. In dit dictaat wordt onder INFORMATIEVOORZIENING verstaan het geheel van informatiesystemen waarvan een organisatie eenheid gebruik maakt. INFORMATIEVERZORGING wordt

wel gebruikt voor gedeelten daarvan, n.l. voor de documentaire informatievoorziening. In het Engels wordt dit veelal aangeduid met 'information storage and retrieval'. Daarnaast kent men financiële en administratieve informatievoorziening, in het Engels: 'commercial data processing'.

Als bijvoeglijk naamwoord van informatica én van informatie wordt INFORMATISCH gebruikt, niet: informatieel of informatorisch!. In het Engels wél: informatics—informatical (vgl. mathematics—mathematical) en information—informational (vgl. relation—relational).

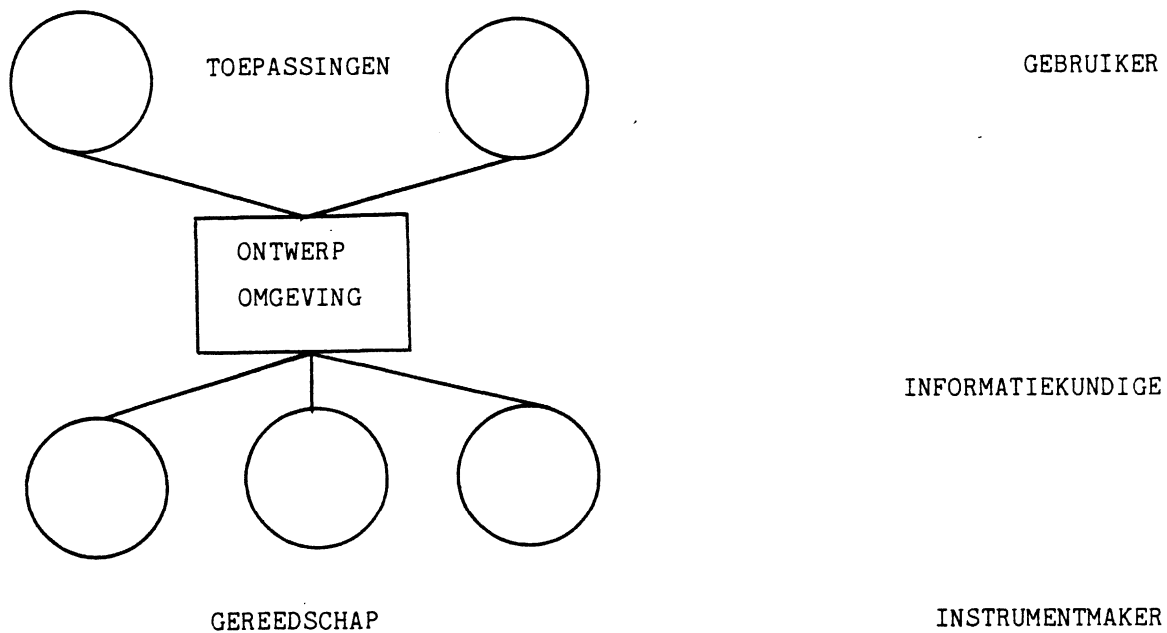
1.2. Het vakgebied informatiesystemen

Informatieproblemen in organisaties hebben altijd al bestaan. Immers, informatiesystemen bevatten en vervaardigen modellen van reële systemen die zij besturen. Zelf zijn informatiesystemen ook reële systemen. Maar juist door de snelheid van gegevensverwerking en de mogelijkheden die door de moderne informatietechnologie geïntroduceerd zijn om complexe problemen op te lossen, komt het besturen van organisaties in een ander daglicht te staan. De doelmatigheid en doeltreffendheid van organisaties kan belangrijk vergroot worden door de informatievoorziening goed te organiseren. Organisatie—theorieën moeten hieraan aangepast worden en analyse- en ontwerpmethoden moeten hierop afgestemd worden.

Zo kunnen we in het vakgebied Informatiesystemen de volgende probleemgebieden onderscheiden:

- De keuze uit concepten, uitgangspunten en theorieën over het gebeuren in organisaties.
- De keuze uit mogelijke beschrijvingswijzen en -technieken om de huidige en de gewenste situatie weer te geven, rekening houdend met de probleemstelling en de achtergronden van de verschillende gebruikers.
- De analyse van de bestaande situatie en het genereren van alternatieven, waarbij de organisatorische mogelijkheden in het oog gehouden moeten worden.
- De keuze uit verschillende methoden en technieken voor het ontwerp en de bouw van informatiesystemen.
- De problemen die zich voordoen bij het invoeren van informatiesystemen.
- De organisatie van de informatievoorziening.
- De formulering van informatiebeleid en informatieplannen.

Het vakgebied informatiesystemen bevindt zich op het raakvlak tussen organisatie en informatisering. Dit is weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1

Uit Figuur 1.1 komt naar voren, dat bij het ontwerpen van informatiesystemen de informatiekundige een brugfunctie vervult tussen de gebruiker en de instrumentmaker. Hier is sprake van een interdisciplinaire functie-uitoefening, waarbij bijdragen geleverd worden vanuit de wiskunde, statistiek, operationeel onderzoek, bedrijfseconomie, organisatiekunde, technische en sociale wetenschappen.

Voor een informatiekundige zijn bijvoorbeeld de volgende functies denkbaar:

- automatiseringsadviseur
- projectleider
- informatie-analist
- systeemanalist
- systeemontwerper
- diverse functies in en om rekencentra.

De functies vindt men zowel bij het bedrijfsleven als bij de (semi-)overheid.

1.3. Ontwikkelingen rond informatiesystemen

Ontwikkelingen rond informatiesystemen voltrekken zich in een hoog tempo. Generaties van computersystemen, van programmatuur, van formele talen en van ontwerpgereedschap volgen elkaar snel op. Men spreekt zelfs van de 4e en 5e generatie van systemen. De n-de generatie zal niet lang meer op zich laten wachten. Toch is het goed terughoudend te zijn in het gebruik van het woord generatie in dit verband. De technologische ontwikkelingen gaan daarvoor te snel. De genoemde 4-5 generaties wisselen elkaar af binnen 1-2 generaties gebruikers. Het lijkt aan te bevelen het woord generatie alleen in deze laatste context te hanteren. Immers, een gebruikersgeneratie heeft een kenmerkende achtergrond, opleiding, ervaring en belevingswereld. Men kan zich afvragen of we niet te hoge verwachtingen hebben van de aanpassingsmogelijkheden binnen één gebruikersgeneratie in het licht van de technologische veranderingssnelheid.

Voor een goed begrip van de ontwikkelingen onderscheiden we in het gebruik van computers in organisaties:

1. Transaktieverwerkende systemen (TV),
2. Management informatiesystemen (MIS),
3. Systemen voor persoonlijk computergebruik (PCG).

ad 1. Transaktieverwerkende systemen

Deze toepassingen wordt gekenmerkt door de automatisering van massa-administraties. De ontwikkelingen worden beheerst door technische randvoorwaarden, met name beperkte rekensnelheid en geen direkt toegankelijke geheugens voor de opslag van gegevens. De verwerking geschiedt seriegewijs met sequentieel toegankelijke geheugens.

De uitvoer van de geautomatiseerde processen is niet wezenlijk anders dan vóór de automatisering het geval is. De tijd noodzakelijk voor de productie van data kan worden ingekort. Daardoor kan in een aantal gevallen de frequentie van de informatievoorziening worden opgevoerd. Bij het ontwerpen van applicaties liggen de informatiebehoeften veelal vast. Centraal staat het volledig specificeren van de (administratieve) processen en de constructie van efficiënte programmatuur. De ondersteuning op het bestuurlijke vlak is gering, in het bijzonder bij de beslissingsvoorbereiding.

ad 2. Management informatiesystemen

In deze klasse toepassingen wordt de computer meer en meer gebruikt voor planningdoeleinden. Van verschillende kanten, bijvoorbeeld vanuit de operationele research, worden algoritmen aangedragen waarmee planningproblemen op computers kunnen worden opgelost.

In het midden van de jaren zestig ontstaat het begrip management informatiesystemen. Door het merendeel van de auteurs wordt een MIS gedefinieerd, zie Burch en Strater (1974, p. 71), als een concreet systeem dat de volgende drie functies vervult:

- 'to meet legal and transactional data processing requirements,
- to provide information to management for support of planning, control ling, and decision making activities, and
- to provide a variety of reports, as required, to external constituents'.

Kenmerkend voor deze toepassingen is de veelal impliciet gehanteerde veronderstelling dat het functioneren van een organisatie kan worden beschreven door middel van gekoppelde modellen met verschillende niveaus van aggregatie die een totaal systeem vormen. Deze modellen bestaan meestal uit een stelsel vergelijkingen. De bruikbaarheid van deze modellen staat en valt met de mate waarin acceptabele verbanden tussen verklarende en verklaarde variabelen kunnen worden vastgelegd op basis van de beschikbare gegevens.

ad 3. Persoonlijk computer gebruik

De derde klasse van toepassingen wordt mogelijk gemaakt door de ontwikkeling van database systemen en interactieve programmatuur. Door de mogelijkheden van gegevensbanken, mens-machine interactie, data-communicatie en tekstverwerking kan direct worden aangesloten bij individuele (of groepsgerichte) beslissings- en gegevensverwerkende processen. Deze processen worden veelal gekenmerkt door relatief weinig transacties, vaak met een hoge toegevoegde waarde en door een niet op voorhand duidelijk structureerbare probleemspecificatie, veelal met zachte gegevens gericht op effectieve probleemoplossing.

Deze indeling in informatiesystemen is samenvattend in Figuur 1.2 weergegeven, waarbij wij kijken naar de soort problemen die worden aangepakt, en naar de gevolgde denkwijze, modelleringswijze, werkwijze en beheerswijze bij het ontwikkelen van informatiesystemen.

	TV	MIS	PCG
soort problemen	(goed) gestructureerde processen	(goed) gedefinieerde informatievoorziening	slecht gestructureerde beslissingsondersteuning
denkwijze	procesgericht	gegevensgericht	probleemgericht
modelleringswijze	deduktief, accent op hoe en waarmee	induktief, accent op wat	hypothetisch-induktief, accent op waartoe
werkwijze	lineair	iteratief	incrementeel
beheerswijze	projektgroep	harmonie	participatief

Figuur 1.2

1.4. Literatuur bij hoofdstuk 1

- Bosman, A. en Sol, H.G., Bestuurlijke Informatiekunde in het Wetenschappelijk Onderwijs, Informatie, Jaargang 25, nr. 6, 1983.
- Bosman, A., Sol, H.G., Systemen voor management ondersteuning, in: Bosman, A., Sol, H.G., Oonincx, J.A.M. (eds.), Ontwikkelingen rond Informatiesystemen, Samson, Alphen aan den Rijn, 1984.
- Brussaard, B.K., Informatiesystemen in de praktijk, oratie TH-Delft, 1973.
- Burch, J.C., Strater, F.R., Information systems: Theory and Practice, Hamilton Publishing Company, Santa Barbara, 1974.
- Groeneboom, G.J., Informatie en Informatica, Maandblad voor Accountancy en bedrijfshuishoudkunde (MAB), februari 1978, blz. 69-78.
- Over informatica-onderwijs, Rapport van de Verkenningcommissie (Nielen, G.C., Pool, J.A. van der), Staatsuitgeverij, 1981.
- Koningsveld, H., Het verschijnsel wetenschap, Boom, Meppel, 1976.
- Peursen, C.A. van, De opbouw van de wetenschap, Boom, Meppel, 1980
- Sol, H.G., Expertise rond Informatiesysteemontwerp, Samson, Alphen aan den Rijn, 1984.
- Sol, H.G. (ed.), Decision Support Systems: A Decade in Perspective, North-Holland, Amsterdam, 1986.
- Sprague, R.H., McNurlin, B.C., Information Systems Management in Practice, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1986.

2. INFORMEREN EN BESLISSSEN

2.1. Beslissen en informatie

Mensen in organisaties hebben met grote en kleine problemen te maken, die wellicht met computers beter kunnen worden opgelost. Voor dit doel worden informatiesystemen ontwikkeld. Informatiesystemen bevatten en vervaardigen modellen van reële systemen, die zij besturen. Informatiesystemen vormen dus geen doel op zichzelf, maar vinden hun bestaansrecht in een verhoging van de doelmatigheid en doelgerichtheid van organisaties. In vele gevallen kan deze verhoging worden gevonden in een verbetering van de processen van probleemoplossen. Aangezien probleemoplossen niet los gezien kan worden van beslissen, gaat het dus om de rol die computers spelen bij het verwerken van gegevens in beslissingssituaties.

Van alle informatie waarover een mens beschikt en van alle informatie die een rol speelt bij het nemen van beslissingen wordt maar een klein deel geleverd door informatiesystemen. Dit blijkt als men 'informatie' voor een intuïtieve begripsvorming op een aantal manieren onderscheidt, zie Figuur 2.1.

BEWUST	(a)	ON(DER)BEWUST
GEFORMULEERD	(b)	ONGEFORMULEERD
FORMEEL	(c)	INFORMEEL
GESTRUCTUREERD	(d)	ONGESTRUCTUREERD
GEAUTOMATISEERD	(e)	NIET-GEAUTOMATISEERD

Figuur 2.1.

Voor een goed begrip van deze onderscheidingen kan men een bepaalde beslissing in gedachten nemen, bijvoorbeeld het selecteren van een sollicitant, of het toewijzen van een onderzoek- of reclame-budget. Elke onderscheiding is een continuüm. Bijvoorbeeld informatie is niet bewust óf onbewust (a), maar kan bijvoorbeeld ook nauwelijks, half of sterk bewust zijn. Bij formele informatie (c) kan zijn voorgeschreven dat iemand informatie moet geven of in aanmerking moet nemen, maar niet precies waarover die informa-

tie gaat en in welke categorieën of met welke nauwkeurigheid deze moet zijn uitgedrukt.

De onderscheidingen zijn ook niet onafhankelijk van elkaar, bijvoorbeeld alleen bewuste informatie (a) kan al dan niet geformuleerd (b) zijn en alleen geformuleerde informatie (b) kan al dan niet formele informatie (c) zijn. Anderzijds kunnen formele en informele informatie (c) en gestructureerde en ongestructureerde informatie (d) al dan niet geautomatiseerd (e) zijn.

ad (a) De invloed van ONBEWUSTE en van ONDERBEWUSTE INFORMATIE (bijvoorbeeld vooroordelen) op beslissingen kan op een later tijdstip spontaan of door beïnvloeding van buiten bewust worden gemaakt.

ad (b) GEFORMULEERDE INFORMATIE is bewuste informatie die in principe ook voor anderen toegankelijk is gemaakt (uitgesproken of opgeschreven). Niet tot uitdrukking gebrachte kennis is men zich wel bewust, maar 'houdt men voor zich'.

ad (c) FORMELE INFORMATIE vloeit voort uit vastgelegde bevoegdheden en verantwoordelijkheden. De procedures schrijven voor dat ze er is en hoe ze moet worden gebruikt. Informele informatie speelt 'officieel' geen rol (praatjes bij de koffie, telefonische inlichtingen van een vriendje), maar zonder die informele communicatie kan geen enkele organisatie functioneren.

'Formeel' is hier dus in bestuurlijk-organisatorische of sociologische zin gebruikt en niet in logisch-wiskundige zin zoals in 'formele' talen en andere formeel-logische maar empirisch-lege stelsels. Geformaliseerde informatie is hier dus formeel gemaakte informatie in dezelfde bestuurlijk-organisatorische zin en niet in de zin van uitgedrukt volgens de regels van een formele kunsttaal.

ad (d) ONGESTRUCTUREERDE of minder gestructureerde informatie is in natuurlijke taal uitgedrukte 'tekst' bijvoorbeeld in rapporten, notulen, e.d. Zij onderscheidt zich van gestructureerde informatie door het gebruik van een onnauwkeurige syntaxis en een veel minder beperkte semantiek. Gestructureerde informatie laat het gebruik van formele kunsttalen toe, bijvoorbeeld op 'rubrieken' in formulieren en op vast ingedeelde tabellen, bij gestandaardiseerde

opdrachten, e.d.

In GESTRUCTUREERDE informatie wordt de betekenis van de kleinste eenheid (data-elementen met meestal vaste lengte) bepaald door de positie op de drager. Bij ongestructureerde informatie is de betekenis van de kleinste eenheid ('text-strings' met variabele lengte) afhankelijk van de context. Gestructureerde informatie is meestal kwantificerend, afleiding vindt plaats door logisch-wiskundige operatoren en dus ook door computers. Ongestructureerde informatie is in hoofdzaak kwalificerend, afleiding vindt plaats door taalkundige operatoren en dus vooral door de mens.

'Gestructureerd' (eng.: formatted) is hier gebruikt in plaats van 'geformaliseerd' omdat geformaliseerd in het algemene spraakgebruik behalve 'in een bepaalde vorm (of structuur) gebracht' ook, zelfs achteraf, 'formeel (of officieel) gemaakt' kan betekenen. Zie ad (c). Voor gestructureerd in de hier bedoelde betekenis wordt ook vaak GEFORMATTEERD gebruikt.

ad (e) GEAUTOMATISEERDE informatie is door computers verwerkte informatie. Informatiesystemen worden gerealiseerd in computers (machinaal) én in menselijke taken (manueel). Vele informatiesystemen verwerken uitsluitend formele, geformatteerde informatie. In de computertoepassingen van de 'information sciences' (documentaire en bibliotheekwetenschappen) en in de kantoorautomatisering ('text-processing') wordt ook minder gestructureerde informatie met behulp van computers verwerkt. Ook informele al dan niet gestructureerde informatie kan door computers verwerkt worden bijvoorbeeld subjectieve alleen voor persoonlijk gebruik bestemde informatie in beslissingsondersteunende systemen. In nog weer andere gevallen wordt zogenaamde grafische informatie verwerkt zoals diagrammen, tekeningen, foto's die in de computer wel is gedigitaliseerd maar voor de mens in analoge vorm wordt weergegeven.

De bewerking van niet geformatteerde informatie door machines bestaat alleen uit overdracht in de tijd, de ruimte of de vorm. Inhoudelijke afleidingen zijn uiterst beperkt of per definitie niet mogelijk.

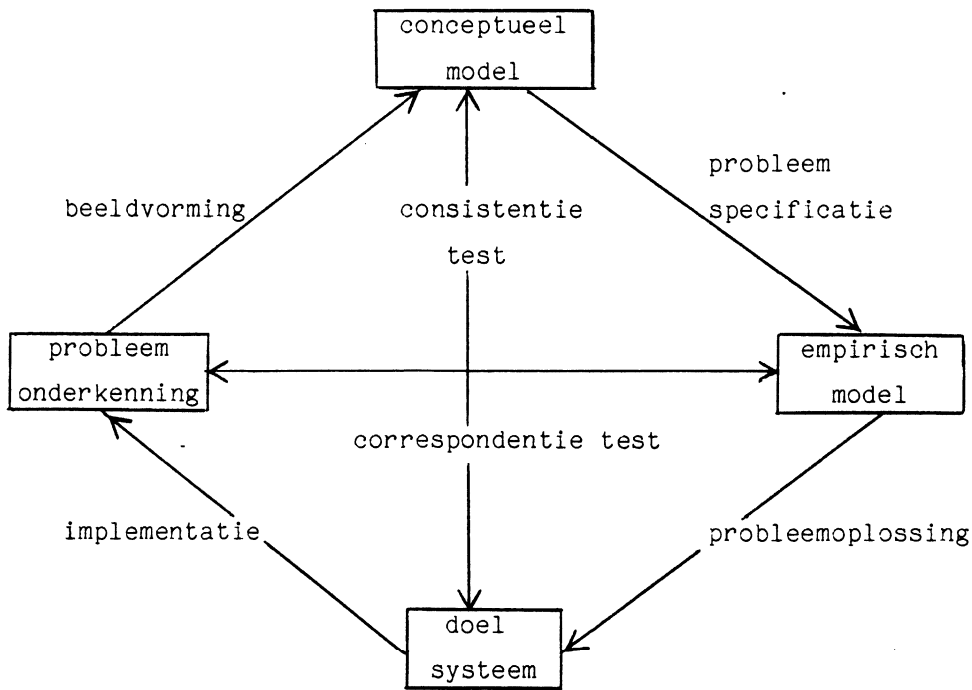
2.2. Individuele beslissers

Voordat wij de rol van computers bij het oplossen van problemen kunnen bespreken, staan wij stil bij de vraag WAT is eigenlijk een PROBLEEM, en HOE gaat men te werk bij het oplossen hiervan. Er bestaan talloze definities van een probleem. Wij willen aansluiten bij de lijn van Ackoff (1974), Mitroff et al. (1974) en Kramer (1978):

Er is sprake van een probleem als aan de volgende voorwaarden is voldaan: een PROBLEEM EIGENAAR TWIJFELT over de BESTE KEUZE om de ONTEVREDENHEID met de bestaande toestand te veranderen, waarbij er een of meer OPLOSSINGEN bestaan en twee of meer niet even efficiënte of effectieve WERKWIJZEN, en een OMGEVING waarin factoren voorkomen die de oplossing kunnen beïnvloeden.

Met EFFICIENTIE of doelmatigheid geeft men aan dat men niet meer middelen dan nodig mag gebruiken om gestelde doelstellingen te bereiken. Bij EFFECTIVITEIT of doelgerichtheid probeert men de hoogst mogelijke uitkomsten met gegeven middelen te bereiken.

Deze omschrijving van een probleem maakt duidelijk, dat men pas een probleem kan overdragen, als men een beeld van een probleem gevormd heeft en men het verder gespecificeerd heeft. In Figuur 2.2 zijn de verschillende manieren weergegeven waarop een proces van probleemoplossen kan worden doorlopen.



Figuur 2.2

Wij onderscheiden hierin de PRODUCTEN probleemonderkenning, conceptueel model, empirisch model en doelsysteem. Deze producten zijn verbonden met de ACTIVITEITEN beeldvorming, probleemspecificatie, probleemoplossing, implementatie, consistentietest en correspondentietest.

Wat houden deze activiteiten nu in?

In de BEELDVORMING probeert men het probleem af te bakenen en aan te geven wat wel of niet belangrijk is. De beeldvorming vindt plaats vanuit een bepaalde Weltanschauung of optiek. Bijvoorbeeld: beschrijf de organisatie in termen van stromen van goederen, geld en mankracht. De keuze van een optiek weerspiegelt een bepaalde denkwijze om het probleem aan te pakken. Daarna wordt aan de hand van een theorie en van beschikbare gegevens gezocht naar een mogelijke invulling van een empirisch model. We hebben dan een model dat zo goed mogelijk correspondeert met het in werkelijkheid voorkomende probleem. De CORRESPONDENTIE TEST is hiervoor maatgevend. Vervolgens leiden analyses met dit model tot een nadere PROBLEEMSPECIFICATIE. Deze wordt als referentiekader gebruikt voor het zoeken naar en accepteren van een OPLOSSING. De oplossing moet CONSISTENT zijn met het gevormde beeld. Tijdens deze activiteit lossen analyse en synthese elkaar af. Deze

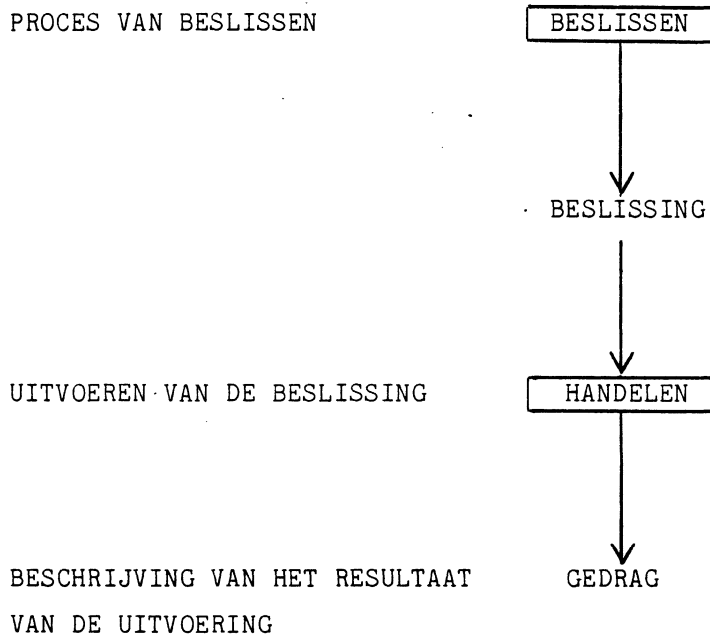
oplossingen vloeien niet alleen uit de analyses voort, maar worden daarnaast gegenereerd vanuit een ontwerpfilosofie.

De gekozen oplossing moet in de probleemsituatie GEIMPLEMENTEERD worden.

Bij het beschrijven van het proces van probleemoplossen maken wij onderscheid tussen:

- het PROCES van het nemen van een beslissing,
- het resultaat van dit proces, de BESLISSING,
- het uitvoeren van activiteit ter implementatie van de beslissing, aangeduid met HANDELEN,
- de beschrijving van de uitkomsten van het handelen, het GEDRAG.

Dit is weergegeven in Figuur 2.3.



Figuur 2.3

Daarnaast maken wij onderscheid tussen BEGRIP en TERM. Een begrip is een ding of een gedachte of een complex van dingen of gedachten die in een of andere taal met een term worden aangeduid. Begripsvorming vindt op vele manieren plaats. Het begint meestal met de bewustwording van een probleem. Deze bewustwording blijkt uit de uitdrukking in taal en wordt soms in een later stadium met het oog op een bepaald doel samengevat in een definitie. Bewustwording en begripsvorming bestaan in feite uit het zich eigen maken

van een bepaalde wijze van beeldvorming en probleemspecificatie. Zij zijn het gevolg van het niet in overeenstemming zijn van de waargenomen werkelijkheid met de verwachte of de gewenste werkelijkheid, die in onvrede met de bestaande toestand tot uiting komt. Vergeleken met de begripsvorming is de keuze van de termen een eenvoudige en relatief onbelangrijke zaak, hoewel aan de opbouw van een geschikte terminologie bepaalde eisen worden gesteld. Discussies over de gebruikte terminologie zijn nogal nutteloos, maar het gebruik van verschillende termen voor hetzelfde begrip is niet doelmatig en achter een verschil in terminologie kan zich een verschil in begripsinhoud verbergen.

Kort samengevat: begrippen worden gevormd ten behoeve van het begrijpen (kennisverwerving), termen worden gekozen ten behoeve van het communiceren (kennisoverdracht).

Er is een groot aantal wegen waarlangs men problemen kan oplossen. De boven beschreven activiteiten kunnen sterk verschillen. Ook kunnen ze op verschillende manieren worden gecombineerd. Deze combinaties kan men in verschillende klassen indelen door de introductie van het begrip MODELCYCLUS. Aan de hand van Figuur 2.2 kan men verschillende modelcyclussen onderscheiden. Omdat een modelcyclus vaak samengaat met een bepaalde optiek om naar een probleem te kijken, heeft Churchman (1971) een aantal onderzoekssystemen (inquiring systems) onderscheiden. Langefors (1978) karakteriseert deze als volgt:

Leibnitzian: purely formal, deductive;
Lockean : experiential, inductive, consensual, empirical;
Kantian : both formal and empirical, reconciles Leibnitzian and Lockean;
Hegelian : conflict, synthetic design, the strongest possible conflict on any issue;
Singerian : synthetic, interdisciplinary, attempting to integrate scientific, ethical and esthetic modes of thought.

Churchman is een aanhanger van het Singeriaanse onderzoekstelsel. De achterliggende modelcyclus duiden wij aan als inductief-hypothetisch. Deze modelcyclus

- legt de nadruk op de constructie van een conceptueel model en een empirisch model in een beschrijvende zin om met dit kenmodel een goed ver-

- trekpunt of referentiekader te vinden voor de formulering van het eigenlijke probleem en het zoeken naar een oplossing;
- probeert conceptuele modellen of visies expliciet, herkenbaar vast te leggen en snel naar de eigenaars van het probleem terug te koppelen;
 - biedt mogelijkheden voor een interdisciplinaire probleembeschrijving;
 - besteedt aandacht aan experimenten om tot een goed ontwerp te komen;
 - onderkent dat in de synthese-fase bij het zoeken naar een oplossing steeds conceptuele en empirische modellen geanalyseerd worden.

De keuze voor een bepaalde modelcyclus geeft nog niet aan hoe in specifieke probleemsituaties het proces van probleemoplossen zou kunnen verlopen, of hoe - in andere woorden - het onderzoekstelsel er precies uit moet zien. Voor deze toespitsing hanteren wij het begrip METHODIEK.

Wanneer men literatuur over individuele beslissingsprocessen bekijkt, komt men een veel gemaakt onderscheid tussen goed- en slecht-gestructureerde problemen tegen.

Uhr stelt: 'ill-formedness in problems seems to be related to issues of vagueness, ambiguity, flexibility, creativity, about all of which little is known'.

Sølvberg (1975) noemt een probleem goed-gestructureerd 'when it can be written down, documented and handed over to a specialist who will solve the problem without needing additional information ... An ill-structured or wicked problem has no definite formulation. No matter how the ill-structured problem is formulated, the problem solver comes up with a request for additional information ... Every formulation of an ill-structured problem corresponds to a statement of the problem and vice versa. To understand a problem is identical with solving the problem.'

Newell (1969) stelt 'a problem solver finds a problem ill-structured if the power of the methods that are applicable to the problem lies below a certain threshold'.

Wij vinden deze omschrijvingen van slecht-gestructureerde problemen te vaag. Daarom noemen wij een probleem GOED-GESTRUCTUREERD als aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- de verzameling alternatieve oplossingen is eindig en begrensd;
- de oplossingen zijn op een consistente wijze af te leiden uit een empirisch model dat een goede overeenstemming met de probleemsituatie vertoont;

- de effectiviteit of efficiëntie van de oplossingen kan numeriek worden bepaald.

Problemen die niet aan deze voorwaarden voldoen noemen wij SLECHT-GESTRUKTUREERD. We noemen een probleem GOED-GEDEFINIEERD als een verzameling alternatieven kan worden aangeduid.

Individuele beslissers hebben bij het oplossen van problemen te maken met verschillende cognitieve beperkingen. Deze komen met name naar voren in de activiteiten beeldvorming, probleemspecificatie, probleemoplossing en implementatie. Mensen vallen voor deze activiteiten vaak terug op vuistregels of zoekprocedures.

Wanneer een individu een slecht-gestruktureerd probleem tegenkomt, probeert het dit probleem op te lossen door het te herdefiniëren in een op zijn minst goed-gedefinieerd probleem. De activiteit beeldvorming wordt dan ondergeschikt gemaakt aan de probleemspecificatie. Door de toepassing van specifieke algoritmen wordt vaak een consistente oplossing bereikt. In een natuurwetenschappelijke omgeving zien we dat in dit soort situaties vaak wordt teruggегrepen naar een axiomatische aanpak in een Leibniziaans onderzoekstestem.

2.3. Probleemoplossen in organisaties

Wij definiëren een organisatie als een doelgericht systeem van personen, die bewust of onbewust samenwerken teneinde daardoor direct of indirect hun persoonlijke belangen te bevorderen.

Deze definitie impliceert dat een organisatie bepaalde doeleinden op een of andere manier tracht te bereiken. Om dit te realiseren moeten beslissingen worden genomen over verschillende wegen die daarbij gevolgd kunnen worden. Beslissen in organisaties is daarom te beschouwen als een proces van probleem oplossen.

Wanneer men beslissingsprocessen in organisaties wil beschrijven kan men dat doen vanuit verschillende invalshoeken. In navolging van Simon (1976) onderscheiden wij

- a. subjektief rationeel gedrag.
- b. beperkt rationeel gedrag.

De belangrijkste verschillen in het toepassen van deze optieken bij het

beschrijven van beslissingsprocessen zijn:

1. Beperkte rationaliteit richt zich op de beschrijving van procedures die beslissingsprocessen weergeven in normale omstandigheden. Hier wordt dan bijvoorbeeld expliciet uitgegaan van vertragingen in de gegevensverwerking, onnauwkeurige gegevens, slechte voorspelbaarheid en beperkte menselijke rekencapaciteit. Bij subjectief rationeel gedrag probeert men voor te schrijven hoe beslissers handelen in kunstmatige omstandigheden, bijvoorbeeld gekarakteriseerd door volledige kennis.
2. Bij beperkte rationaliteit ligt de nadruk op een goede overeenstemming tussen de empirische modellen en de probleemsituaties.
3. Bij beperkte rationaliteit onderkent men dat beslissers in procedures vaak een bevredigende oplossing nastreven, die niet meteen de optimale behoefte te zijn.
4. Bij beperkte rationaliteit beschrijft men beslissers in hun 'eigen' omgeving met hun eigen begrippen en termen in de conceptuele modellen en empirische modellen. Subjectieve rationaliteit introduceert de 'homo economicus', die tegelijkertijd als 'homo informaticus' alles weet, en bij alle gegevens kan komen.

Beperkte rationaliteit wordt ook wel aangeduid met procedurele rationaliteit. Wij zijn hier echter voorzichtig mee, omdat de term procedureel verschillende betekenissen kent. In een omgeving van programmeertalen slaat procedureel bijvoorbeeld op een aangeven van het hoe en niet-procedureel op het wat. Procedures in 'procedurele rationaliteit' kunnen echter zowel procedureel als niet-procedureel worden weergegeven.

Individuele treden in organisaties op als beslissers. Organisaties worden daarom geconfronteerd met de beeldvorming en probleemspecificatie van individuele beslissers.

We kunnen ons afvragen of er verschillen bestaan tussen de wijze waarop individuen binnen of buiten organisatie beslissingen nemen.

Wij merken het volgende op:

1. Individuele en groepen in organisaties kunnen met elkaar communiceren. We veronderstellen dat een individu binnen een organisatie rationeler handelt dan wanneer het alleen staat.
2. Activiteiten en componenten binnen organisaties kunnen op talloze manieren gestructureerd worden. Daardoor kan binnen een organisatie de oplossingsruimte voor problemen groter zijn dan voor individuele beslissers.

3. Een organisatie kent een functionele werkverdeling. De beslisser heeft niet dezelfde te zijn als degene die het proces van probleemoplossen begeleidt. Evenmin heeft de implementatie van de voorgestelde oplossing door de beslisser te geschieden. Daarnaast moeten individuele beslissingen binnen het gemeenschappelijke raam van doeleinden worden afgestemd.

Dit legt de nadruk op het bestaan van coördinatieproblemen in organisaties. Coördinatieproblemen zijn veelal slecht-gestructureerd.

Met betrekking tot organisatieproblemen maakt Simon (1977) een onderscheid tussen PROGRAMMEERBARE en NIET-PROGRAMMEERBARE beslissingen: 'The former refers to routine and repetitive decisions, whereas the latter describes situations where there is not a 'cut and dried' method for handling the problem because it hasn't arisen before, or because it's precise nature and structure are elusive or complex, or because it is so important that it deserves custom-tailored treatment'. Hij voegt hieraan toe: 'I hasten to add that they are not really distinct types, but a whole continuum, with highly programmed decisions at the one end and highly unprogrammed decisions at the other hand'.

Over het algemeen laat men in de literatuur het onderscheid programmeerbaar - niet-programmeerbaar samenvallen met goed - slecht-gestructureerd. Dit lijkt ons niet correct. Immers, beslissers vinden oplossingen voor slecht-gestructureerde problemen die programmeerbaar zijn. Dit maakt deze problemen zeker niet goed-gestructureerd.

Men mag concluderen dat vele problemen in organisaties slecht-gestructureerd zijn, soms goed-gedefinieerd.

Dit betekent dat extra aandacht besteed moet worden aan de activiteiten beeldvorming en probleemspecificatie.

Simon's oorspronkelijke concept van beperkte rationaliteit legt de nadruk op de eenvoud en beperktheid van individuele informatieverwerking, zie Simon (1957).

Hij stelt dat

- in het algemeen alternatieve oplossingen niet gegeven zijn, maar in een zoekproces naar boven gehaald en ontwikkeld moeten worden.
- in het algemeen beslissers een bevredigende oplossing proberen te vinden uit een beperkte verzameling alternatieven.

Het zoeken naar een bevredigende oplossing onderstreept de moeilijkheid om een verzameling alternatieven volledig te beschrijven. Om een oplossing te vinden moeten alternatieven aan doeleinden gerelateerd worden. Dit veronderstelt een voorkeursordening op basis waarvan de beste oplossing wordt gekozen. Uit de literatuur is echter bekend dat de functies die de voorkeursordeningen beschrijven niet altijd consistent zijn. Ook de sociale groep, het humeur en de omgeving beïnvloeden bijvoorbeeld individuele voorkeuren.

Keen (1981) merkt op dat 'regardless of one's viewpoint on how individuals should make decisions, it seems clear that the processes they actually rely on, do not remotely approximate the rational ideal'. Kenmerkend voor deze processen is, dat

- beslissers vaak vuistregels gebruiken. Vaak grijpt men terug op een vroegere manier van werken. Onder druk vermijden beslissers zelfs informatie. Men vereenvoudigt een probleem tot het hanteerbaar wordt.
- beslissers het gebruik van veel gegevens vermijden. Verschillende onderzoeken brengen naar voren dat 'betere' informatie niet tot 'betere' beslissingen leidt. Daarnaast wordt aan verbale gegevens vaak de voorkeur gegeven boven formele analyses.
- beslissers via 'trial and error' te werk gaan. Er zijn cognitieve beperkingen in het onderkennen van problemen, in het genereren van alternatieven en in het vinden van een oplossing. Percepties zijn selectief. Er zijn duidelijk verschillende stijlen in de manier waarop problemen worden aangepast. Zelfs ervaren en intelligente beslissers maken vele logische fouten of trekken verkeerde conclusies.

2.4. Systemen en modellen

Het begrip SYSTEEM is voor de informatica even fundamenteel als het begrip informatie.

De vele pogingen om tot een definitie van systeem te komen, stemmen met elkaar daarin overeen dat een systeem wordt gezien als een GEHEEL van SAMENHANGENDE DELEN.

Wij definiëren een systeem als een gedeelte van de wereld, dat als een geheel wordt gezien, gescheiden van de rest van de wereld gedurende een beschouwingsperiode, en dat een verzameling objecten bevat die ieder

gekaracteriseerd worden door eigenschappen, patronen en akties.

Er is een groot aantal andere min of meer scherp gedefinieerde onderscheidingen tussen systemen ontwikkeld, waarvan er een aantal van belang zijn voor de informatica:

a. OPEN en GESLOTEN systemen, te onderscheiden naar:

- het al dan niet uitwisselen (opnemen/afgeven) van materie of energie (of informatie) met een omgeving.
- het al dan niet van invloed zijn van de omgeving op het gedrag van het systeem. De bestuurs- en bedrijfswetenschappen hebben te maken met open systemen in de hier bedoelde zin.
- het al dan niet van invloed zijn van de uitvoer van het systeem op de invoer. Systemen in deze zin zijn open als zij geen terugkoppelingsmechanisme kennen en gesloten als dat wel het geval is.

In de literatuur worden deze drie aspecten niet altijd onderscheiden. In de werkelijkheid zijn zij niet altijd te scheiden.

b. een veel gebruikte ONTOLOGISCHE onderscheiding van systemen is die naar:

- CONCRETE (of materiële) systemen: systemen in de zintuiglijk waarneembare (empirische) werkelijkheid;
- ABSTRACTE (of formele) systemen.

c. CONCRETE EMPIRISCHE systemen kan men verdelen in:

- natuurlijke systemen: niet door de mens bedacht en gemaakt;
- technische systemen: bestaande uit door de mens geconstrueerde objecten;
- gemengde systemen: dit zijn 'georganiseerde' systemen bestaande uit natuurlijke én technische elementen, ook wel socio-technische systemen genoemd.

Organisaties zijn meestal gemengde systemen en hetzelfde geldt voor informatiesystemen, omdat zij uit mensen én machines bestaan.

d. DEELSYSTEMEN

Men kan systemen niet in hun totaliteit beschouwen. Men beschouwt altijd slechts een deel van een systeem. Men kan een systeem op drie manieren in deelsystemen verdelen:

- SUBsystemen: van een systeem wordt slechts een deel van de samenstellende objecten in de beschouwing betrokken, maar van die objecten wel alle relevante kenmerken;
- ASPECTsystemen: van een systeem worden weliswaar alle objecten maar van deze objecten slechts een aantal - niet alle - kenmerken in de beschouwing betrokken;
- TIJDsystemen: van een systeem wordt het gedrag slechts op één tijdstip of tijdvak of een bepaald aantal tijdstippen of tijdvakken (fasen) in de beschouwing betrokken.

Deze soorten deelsystemen spelen in organisaties en in de informatica een grote rol. Een systeem op hoger niveau, bestaande uit deelsystemen, noemt men wel SUPRA-SYSTEEM.

- e. Men onderscheidt ook nog STATISCHE en DYNAMISCHE systemen, en stochastische en deterministische systemen.

Elk deel van de werkelijkheid dat we als samenhangend geheel WILLEN beschouwen is een systeem. Een systeem bestaat uit objecten waaraan kenmerken of attributen zijn toegekend die onderlinge relaties hebben. Die relaties bestaan daaruit dat verandering in de waarde van een kenmerk van een object gepaard gaat met verandering in de waarde van een kenmerk van een ander object. In de meeste gevallen is er bovendien een relevante omgeving, d.w.z. er zijn ook, zogenaamde externe, relaties met de omgeving.

Elk object kan op een lager niveau zelf weer als een systeem worden beschouwd. We noemen het object dan een COMPONENT, zo niet dan ELEMENT. Elk systeem kan op een hoger niveau samen met andere systemen, dan objecten, weer als object van een meer omvattend systeem, een supra-systeem, worden gezien. Dit RECURSIE BEGINSSEL is essentieel voor de beschouwing van organisaties.

In de systeemleer onderscheidt men drie manieren om een systeem te definiëren:

- FUNKTIONEEL: welke functies vervult het systeem, van welk groter geheel maakt het deel uit;
- ANALYTISCH (of ontologisch): waaruit bestaat het systeem, hoe zit het in elkaar, hoe werkt het;
- GENETISCH (of teleologisch): hoe is het systeem tot stand gekomen, waar komt het vandaan, hoe verandert het in de tijd en waar gaat het naar toe

of eindigt het mee.

Modellen van systemen

Bij het communiceren over systemen maken wij MODELLEN (of afbeeldingen) van die systemen in een ander, eenvoudiger, beter bekende of beter hanteerbare werkelijkheid.

Men onderscheidt modellen van systemen naar:

- iconische modellen;
- analoge modellen;
- symbolische modellen.

Aan een ICONISCHE afbeelding kunnen direct eigenschappen van het afgebeelde systeem worden ontleend, omdat de aard van het kenmerk dezelfde is. Voorbeeld: afmeting of vorm aan een maquette of een tekening, een gelaatsuitdrukking aan een foto of een kleur aan de hand van een kleurmonster.

Aan ANALOGE afbeeldingen kunnen eigenschappen van het systeem aan het model worden ontleend na een transformatie van een bepaald kenmerk naar een ander kenmerk dat daarmee correspondeert. Voorbeeld: tijd door lengte of pneumatische druk door elektrische spanning.

Aan SYMBOLISCHE afbeeldingen kunnen eigenschappen van het afgebeelde systeem worden ontleend door interpretatie van symbolen die volgens bepaalde afspraken abstracte begrippen weergeven. Voorbeeld: letters of klanken in een verbale omschrijving, cijfers en wiskundige symbolen in een mathematisch model.

Informatiesystemen leveren in hoofdzaak symbolische afbeeldingen, numeriek of alfabetisch, in sommige gevallen iconische of analoge afbeeldingen, bijvoorbeeld grafieken of tekeningen.

Een geheel ander onderscheid van modellen is naar de aard van het gebruik ervan.

Zo kunnen we onderscheid maken tussen

- conceptuele en empirische modellen,
- beschrijvende en voorschrijvende modellen.

Het onderscheid conceptueel - empirisch is reeds in paragraaf 2.2 aan de orde geweest.

Conceptuele modellen leggen datavrije visies vast.

Empirische modellen geven een 'hardgemaakte', datagebonden beschrijving van een probleemsituatie.

Een empirisch model vertoont een valideerbare overeenkomst met een probleemsituatie.

Een beschrijvend model is een afbeelding van een bestaande of gedachte werkelijkheid, dat tot doel heeft inzicht te krijgen in de aard of de werking van een systeem.

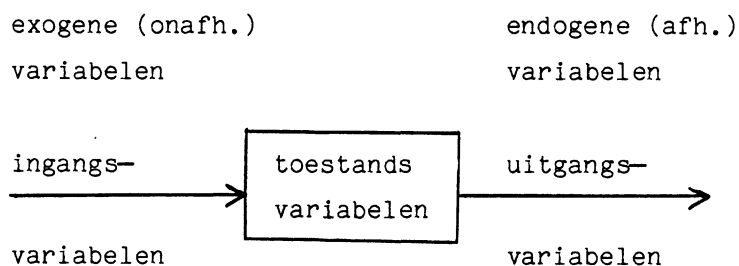
Een beschrijvend empirisch model noemen we KENmodel.

Een voorschrijvend model geeft richtlijnen voor aanpassing of verandering van het afgebeelde systeem.

Een voorschrijvend empirisch model noemen we MAAKmodel.

Door met een kenmodel te manipuleren komt vaak het echte probleem boven tafel. In de analyse-fase komen knelpunten naar voren. Echter, voor het zoeken naar een oplossing, in de synthese fase, moeten suggesties worden aangedragen. Deze vloeien ten dele voort uit de analyse-fase via experimentatie. Een ontwerpaanpak of organisatiefilosofie of speciale theorie moet echter verdere aangrijpingspunten bieden. Nu hanteert men voorschrijvende conceptuele en empirische modellen om tot een betere oplossing in de vorm van een maakmodel te komen.

Een SYMBOLISCH MODEL van een systeem kan worden beschreven in termen van VARIABELEN



Figuur 2.4

De ingangs- of invoervariabelen, ook wel onafhankelijke of exogene variabe-

len genoemd, worden op het beschouwde systeemniveau niet binnen, maar buiten het systeem bepaald. De toestandsvariabelen en de uitgangs- of uitvoervariabelen zijn dan de afhankelijke (of endogene) variabelen die op het beschouwde niveau binnen het systeem worden bepaald.

De INGANGSVARIABLEN kunnen weer worden onderscheiden naar:

- stuurvariabelen (ook regel-, beslissings- of instrumentvariabelen genoemd) die op een hoger systeemniveau worden bepaald en
- invoervariabelen die soms als gegeven constanten kunnen worden aangenomen, soms op al dan niet voorspelbare wijze variëren (dus ook invoerstoringen).

De TOESTANDSVARIABLEN (ook geheugen-, hulp- of intermediaire variabelen genoemd) behoeven als het systeem niet op lager niveau wordt beschouwd geen afbeelding te zijn van het systeem waarvoor het model 'model staat'. Zij vatten de voor het verdere gedrag relevante historie samen en hebben soms uitsluitend de functie de verbanden tussen in- en uitgangsvariabelen eenvoudig en doelmatig berekenbaar weer te geven.

De UITGANGSVARIABLEN kunnen worden onderscheiden naar:

- doel- of criteriumvariabelen: zij geven de eigenlijke functie van het systeem weer: dat waarvoor het systeem is opgezet of dat wat moet worden verklaard en
- indifferente variabelen: systeemuitvoer waarin de beheerder of de onderzoeker op dit moment niet is geïnteresseerd.

Deze modellen noemen we VERGELIJKINGEN modellen. Er wordt een vergelijking (relatie) gespecificeerd tussen een te verklaren grootheid, de endogene variabele, en een of meer verklarende grootheden, de exogene variabele(n). De invloed van de exogene variabele(n) wordt weergegeven door de parameters en de daarbij behorende tekens. De parameterwaarden en tekens zijn gegeven, bijvoorbeeld doordat men ze met behulp van technische specificaties kan berekenen of ze worden met behulp van bepaalde statistische technieken en data geschat.

Voorbeelden zijn:

- economische theorie. Exogene variabelen zijn bekend, de endogene variabelen zijn onbekend, want de onderzoeker zoekt een verklaring voor waarnemingen. Voorbeeld: verklaring van werkgelegenheid uit arbeidskosten.
- econometrie. Over een reeks van vroegere waarnemingen of experimenten

zijn endogene en exogene variabelen bekend met behulp waarvan de parameters in het model worden geschat. Deze parameters, de coëfficiënten, zijn dan de onbekende. Voorbeeld: bepaling van prijselasticiteit van de vraag naar arbeiders.

- economische politiek. De exogene beslissingsvariabelen zijn de onbekende. De doel- en toestandsvariabelen kunnen bekend zijn zodat met behulp daarvan voorstellen, adviezen of te nemen beslissingen worden berekend. Voorbeeld: toe te laten loonstijging bij bepaalde maximale werkeloosheid of omgekeerd.

In deze gevallen echter wordt geen beschrijving gegeven van het proces van beslissen, maar wordt vastgelegd of geconstateerd dan één of meer exogene variabelen op een bepaalde wijze de endogene variabele bepalen of bepaald hebben. Het zijn derhalve relaties die de effectiviteit van exogene variabelen specificeren. We moeten dan in het conceptuele model aangeven welke exogene en endogene variabelen we onderscheiden en welke functionele verbanden daartussen bestaan. Deze functionele verbanden worden wel onderverdeeld in definitie- en gedragsvergelijkingen.

Daarnaast kennen we PROCESmodellen. Hier wordt niet getracht om een probleemsituatie in vergelijkingen weer te geven. Echter men probeert het verloop van de gebeurtenissen in een systeem gedetailleerd te beschrijven. Daartoe onderscheiden wij het begrip OBJECT als een identificeerbare grootheid die een verzameling van samenhangende ATTRIBUTEN omvat.

Een object kan 'uitvoer' produceren door transformatieregels toe te passen op de waarden van attributen en door interacties met andere objecten. De mogelijke transformatieregels en interactiepaden (de akties) kunnen we vastleggen in een procespatroon binnen een object. Hiermee kunnen we de gehanteerde begrippen en regels van individuele beslissers beschrijven. Zoals Jackson (1981) zegt: 'an active reality can be properly modelled only by a dynamic model ... broadly, there will be one process for each active entity in the real world, and progress through the program text of the modelling process'.

Voorbeelden zijn: discrete simulatiemodellen en computerprogramma's, voor bijvoorbeeld orderafhandeling, facturering, voorraadbeheer.

Een voorbeeld van een procesmodel is een winkel, waarin kass's met lichtvensters die streepjescodes kunnen lezen, geïnstalleerd worden. Vaak rijzen

in dergelijke gevallen vragen als: 'leiden deze point-of-sale terminals tot extra wachtrijen, hoeveel extra terminals zijn nodig met name in piekperiodes, leiden deze terminals tot verlaging van de voorraden of tot een betere service'. Hiertoe worden de processen die een klant, een kassière en een winkelmanager uitvoeren, in stappen beschreven. De interacties en afhankelijkheden tussen de processen worden, voorzover voor het probleem van belang, uitgewerkt. Vervolgens worden deze procesbeschrijvingen in een simulatieprogramma weergegeven en in de tijd nagespeeld. Uitkomsten zijn dan bijvoorbeeld wachttijden, wachtrijlengten en bezettingsgraden.

Na verificatie en validatie van het procesmodel worden experimenten met verschillende combinaties van ingangsvariabelen uitgevoerd. De meest bevredigende combinatie wordt dan als oplossing gekozen. In enkele gevallen is het mogelijk bij een geschikte keuze van de ingangscombinaties, een verband te schatten tussen uitgangsvariabelen en ingangsvariabelen. Dan wordt een vergelijkingsmodel gebruikt om de met behulp van een procesmodel gegenereerde gegevens te beschrijven.

2.5. Organiseren

De term ORGANISATIE wordt voor twee verwante maar te onderscheiden begrippen gebruikt. Dit heeft tot gevolg dat de vraag: 'Wat is de organisatie (I) van deze organisatie (II)?', geen onzin hoeft te zijn.

Begrip (I) heeft betrekking op de ordening van de middelen die worden gebruikt om bepaalde doeleinden te verwezenlijken. De min of meer blijvende relaties tussen de middelen en de wijze waarop de middelen in onderling verband worden gebruikt worden de ORGANISATIESTRUCTUUR genoemd. Begrip (II) heeft betrekking op het min of meer van de omgeving te onderscheiden geheel van personele en materiële middelen en wordt de ORGANISATIE-EENHEID genoemd.

Tot de ORGANISATIESTRUCTUUR (I) behoren de functies, de taken, de bevoegdheden en de verantwoordelijkheden van personen en organisatie-eenheden (bevels-, controle-, advies-, overleg- en andere relaties).

Tot de organisatiestructuur behoren ook de relaties tussen de materiële

produktiemiddelen en de methoden en de technieken die door de organisatie-eenheid worden gebruikt. De organisatiestructuur is het raamwerk waarbinnen en met behulp waarvan de activiteiten zich afspelen.

Een ORGANISATIE-EENHEID (II) is elk min of meer blijvend samenwerkingsverband dat op bepaalde doeleinden gerichte activiteiten ontplooit b.v. productiebedrijven, dienstverlenende organisaties, ondernemingen, coöperaties, kerkgenootschappen, vakbonden, overheidsorganen, rechtsinstituten, onderwijsinstellingen, sportverenigingen en politieke partijen.

Ook onderdelen (afdelingen) daarvan en geordende groeperingen van meerdere eenheden (conglomeraties, federaties, concerns, e.d.) zijn organisatie-eenheden. Het begrip organisatie-eenheid zegt dus niets over de juridische vorm van de organisatie-eenheid of over de aard en de doelstelling van de activiteiten.

Soms wordt geen scherp onderscheid gemaakt tussen de beide begrippen 'organisatie' en bedoelt men met organisatie eenvoudig het geheel van de middelen (II) en van hun ordening (I).

De term ORGANISEREN wordt gebruikt voor op verschillende wijze gevormde begrippen, die nauw verwant zijn:

- a. organiseren als het afstemmen van de doelstellingen (beleid),
- b. organiseren als het ordenen van de middelen (beheer),
- c. organiseren als het beheersen van processen (uitvoering),
- d. organiseren als het verwerken van informatie.

ad a Organiseren al het op elkaar afstemmen van doelstellingen.

Er zijn verschillende categorieën personen die bij een organisatie zijn betrokken bv.:

- degenen die in de organisatie werkzaam zijn,
- leveranciers en afnemers van goederen en diensten,
- aandeelhouders, leden, omwonenden e.d.,
- opdrachtgevers, toezichthouders, initiatiefnemers, enz.

Deze categorieën zijn niet altijd scherp onderscheiden. In een sportvereniging of een kerkgenootschap kunnen de actieve leden tegelijk medewerker, financier en afnemer zijn. Bovendien is ieder indivi-

du bij een groot aantal verschillende organisaties betrokken en behoort hij in verschillende organisaties tot verschillende categorieën.

De verhoudingen van de personele categorieën binnen een organisatie hangen nauw samen met de DOELSTELLINGEN van de organisatie zoals die veelal zijn bepaald door de initiatiefnemers). We merken op dat geen enkele organisatie één ondubbelzinnige doelstelling heeft in de vorm van één te optimaliseren variabele, zoals bijvoorbeeld maximale winst, minimale kosten of grootste aantal stemmen. Er zijn altijd meerdere doelstellingen die bovendien om operationele redenen, maar in principe arbitrair, als randvoorwaarden kunnen worden geformuleerd.

De oorzaak van de meervoudigheid in de doelstelling is dat de doelstelling van de bij de organisatie betrokken categorieën verschillend kunnen zijn én dat een individu behorend tot één bepaalde categorie in één bepaalde organisatie verschillende, zelfs tegenstrijdige doelstellingen kan hebben.

Tenslotte kunnen doelstellingen afhankelijk van de beschouwde tijdsperiode verschillen en zelfs strijdig zijn. Organiseren kan daarom omschreven worden als het op elkaar afstemmen van de doelstellingen die voor een organisatie van belang zijn.

ad b Organiseren als het ordenen van de middelen met het oog op de doelstellingen.

Het ordenen omvat het afstemmen van middelen en handelingen op elkaar, op de doelstellingen en op de buitenwereld.

Het omvat zowel het op elkaar afstemmen op hetzelfde niveau (horizontale coördinatie) als het in een groter verband brengen (verticale coördinatie). De buitenwereld is van belang omdat geen enkele organisatie geheel in zichzelf is gesloten. Er zijn altijd variabele factoren van buitenaf die niet of niet geheel beïnvloedbaar zijn.

Tot de MATERIELE MIDDELEN behoren gereedschappen, machines, terreinen en gebouwen, grond- en hulpstoffen, eindvoorraden en vastgelegde kennis zoals patenten, ontwerpen, e.d. Tot de PERSONELE MIDDELEN behoren de kennis en het kunnen van alle personen die aan een organisatie in welke vorm dan ook hun medewerking verlenen.

In ons maatschappelijk stelsel kan tot op grote hoogte van beide middelen gebruik worden gemaakt als men over FINANCIËLE MIDDELEN beschikt. Daarvoor zijn personen of organisatie-eenheden nodig die direct of indirect medewerken aan het ter beschikking stellen van de financiële middelen, zoals aandeelhouders, contribuanten, belastingbetalers, geldschieters. Financiële middelen zijn een uitdrukkingmiddel van beschikkingsmacht over materiële en personele middelen. Maatschappelijk gezien is geld een organisatorisch hulpmiddel, geen produktiemiddel.

Een belangrijk aspect van de ordening van de middelen is de temporele ordening of tijdsplanning, zie ad c.

ad c Organiseren als het beheersen van processen.

Onder a en b zijn de middelen van een organisatie min of meer als gegeven grootheden beschouwd. Strikt genomen is dit alleen op een bepaald ogenblik het geval. Machines slijten, energie wordt omgezet, personeel verloopt, materiaal wordt verbruikt, geld loopt om, klanten- of ledenbestanden muteren, de maatschappij verandert, etc.

Alle middelen zijn aan verandering onderhevig dat wil zeggen zij doorlopen in de tijd processen. Het gebeuren in een organisatie bestaat in feite uit een groot aantal interdependente deelprocessen. Men kan een organisatie als organisatie-eenheid daarom ook omschrijven als een zeer ingewikkeld proces en organiseren als het beheersen van dat proces.

Processen spelen zich af in een structuur. De organisatiestructuur (I) geeft het relatief blijvende geheel van het proces dat zich in een organisatie-eenheid (II) afspeelt. De structuur is niet absoluut, maar slechts relatief blijvend, want ook organisatievormen en werkmethoden zijn, zij het gewoonlijk langzamer dan andere componenten, aan verandering onderhevig. Zij maken op hun beurt ook weer deel uit van processen die beheerst moeten worden.

Op een nog hoger niveau zijn ook de doeleinden van een organisatie aan verandering onderhevig en moet ook dat proces worden beheerst.

ad d Organiseren als het verwerken van informatie.

Om processen te beheersen is informatie nodig. Informatie over de doelstellingen en de middelen met de structuur waarbinnen de processen zich afspelen. Daarnaast is informatie nodig over de buitenwereld voorzover die voor een organisatie-eenheid relevant is en over het verloop van de processen binnen de organisatie-eenheid. De benodigde informatie wordt geleverd door informatiesystemen. In deze zin kan organiseren ook worden omschreven als het verwerken van informatie, zoals beslissen in feite als informatieverwerken kan worden beschouwd, hetzij door de mens, hetzij door machines.

Deze vier benaderingswijzen leggen achtereenvolgens het accent op verschillende aspecten van het organiseren en wel ongeveer in overeenstemming met de ontwikkeling van de organisatie-theorie sinds het begin van deze eeuw:

- Scientific Management/Administrative Management,
- Human Relations,
- Management Science, waaronder operational research,
- Systems Analysis/Informatics.

Tegenwoordig legt de organisatietheorie er sterk de nadruk op dat de structurering van de organisatie een belangrijke instrumentele variabele is, zeker als men gebruik wil maken van de mogelijkheden die de moderne informatietechnologie biedt.

Dit wordt ook wel uitgedrukt door de afstemming van organisatie-eenheden, in samenhang met de informatievoorziening, als het coördinatie-probleem in organisaties aan te duiden.

Kieser en Kubicek (1977) geven vier basisvormen om tot coördinatie te komen:

- a. richtlijnen in een volledig hiërarchische structuur,
- b. zelfbestuur,
- c. budgetten in de vorm van activiteitenprogramma's,
- d. planning.

2.6. Literatuur

- Ackoff, R.L., Redesigning the future, John Wiley, New York, 1974.
- Boulding, K.E., General System Theory - The skeleton of science, Management Science, April 1956, pp. 197-208
- Churchman, C.W., The design of inquiring systems, Basic Books, New York, 1974.
- Davis, G.B. Olson, M.H., Management Information Systems∇ Conceptual Foundations, Structure and Development, McGraw Hill, 1985.
- Eyzenga, G.R., Organisatie en systeem, Agon Elsevier, Amsterdam, 1975.
- Hanken, A.F.J., Reuver, H.P. Inleiding tot de systeemleer, Stenfert Kroese, Leiden, 1973.
- Keen, P.G.W., Decision Support Systems: A research perspective, in: Fick, G., Sprague, R.H. (eds.), Decision Support Systems: Issues and Challenges, Pergamon Press, Oxford, 1980.
- Kieser, A, Kubicek, H., Organization, De Gruyter, Berlin, 1977.
- Kramer, N.J.T.A., Systeem in probleem, Stenfert Kroese, Leiden, 1978.
- Langefors, B., Analysis of user needs, in: Bracchi, G., Lockemann, P.C. (eds.), Information systems methodology, Springer Verlag, Berlin, 1978.
- Leeuw, A.C.J. de, Systeemleer en organisatieler, Stenfert Kroese, Leiden, 1974.
- Mitroff, I.I. et al., On managing science in the system age: Two schemes for the study of science as a whole systems phenomenon, TIMS Interfaces, Vol. 4, Nr. 3, 1974.
- Simon, H.A., A behavioral model of rational choice, in: Simon, H.A. (eds.), Models of man, John Wiley, New York, 1957.
- Simon, H.A., From substantive to procedural rationality, in: Kastelein, T.J. Kuipers, S.K. (eds.), 25 years economic theory, retrospect and prospect, Martinus Nijhoff, Leiden, 1976.
- Simon, H.A., The new science of management decision, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1977.
- Sitter, L.U. de, Op weg naar nieuwe fabrieken en kantoren, Kluwer, Deventer, 1982.
- Veld, J. In 't, Analyse van Organisatieproblemen, Elsevier, 1983.
- Verriijn Stuart, A.A., Kwantitatieve aspecten van informatiesystemen, Samsom, Alphen aan den Rijn, 1976.

3. INFORMATIESYSTEMEN

3.1. Informatie

Informatie heeft twee kanten

Het begrip informatie is zo fundamenteel dat het meestal met een primitieve term wordt ingevoerd. Zo ook hier. Voor men bewust met de informatica in aanraking komt is de vorming van het begrip informatie al begonnen en wordt de term al gebruikt en wel ongeveer op de manier zoals dat in de informatica het geval is:

- informatie heeft te maken met aanwezige kennis (statisch) en met kennisnemen van iets (dynamisch);
- er wordt kennis genomen door mensen (onmiddellijk), eventueel ook via andere systemen (middellijk);
- het object van kennisneming (dat waar de informatie over gaat) is alles wat in ons bewustzijn is of komt.

Kennis is altijd een afbeelding van een of andere werkelijkheid en wordt vastgelegd of vorm gegeven in een andere werkelijkheid, MEDIUM of INFORMATIEDRAGER genoemd.

Informatie beeldt iets af en is tegelijkertijd zelf ook iets, nl. een informatiedrager. Zo is een tekening op een schoolbord tegelijkertijd een afbeelding van wat het afbeeldt én een schoolbord met krijtstrepen. Stamper (1973) spreekt van de 'incestueuze verhouding' tussen het beeld en het afgebeelde of tussen het onderwerp van communicatie en het medium van communicatie.

Informatie versus gegevens

In de literatuur komt men vaak het onderscheid tegen tussen INFORMATIE en GEGEVENS:

- gegevens is de objectief waarneembare weerslag van kennis in een drager: 'data are a representation of facts or ideas in a formalized manner capable of being communicated or manipulated by some process' (IFIP).
- informatie is de betekenis die een mens aan gegevens toekent blijkens de ondernomen actie bij ontvangst van de gegevens: 'information is the meaning that a human expresses by or extracts from data by means of known conventions of representations used' (IFIP).

Deze onderscheiding vat informatie dus op als gegevens die iets nieuws toevoegen aan de kennis of de ervaring van een persoon. Het is een PSYCHOLOGISCHE onderscheiding die als zodanig voor de informaticus niet van belang is. Of gegevens informatie zijn in de aangegeven beperkte betekenis wordt geheel bepaald door de toevalligheden van een betrokken individu, het tijdstip en de context. Gegevens worden alleen in informatiesystemen opgenomen als zeker is of verwacht wordt dat zij te eniger tijd in een of ander verband voor sommige mensen en organisaties betekenis zullen hebben. Deze betekenis zal inderdaad altijd uitmonden in het nemen van beslissingen over te ondernemen activiteiten. Dat is zelfs het geval als de gegevensverwerking uitsluitend kennisverzameling tot doel lijkt te hebben, bijvoorbeeld uit wetenschappelijke onderzoekzin of nieuwsgierigheid.

3.2. Informatieleer

Een begin van een systematische beschouwing van het begrip informatie is ontleend aan de semiotiek (leer van de tekens). De semiotiek heeft zijn wortels in de filosofie en in de gedragswetenschappen.

Een uitwerking t.b.v. de informatica is gegeven door bijvoorbeeld Stamper.

Informatie kan worden gezien vanuit een aantal samenhangende gezichtshoeken of aspecten.

a. Het EMPIRISCHE aspect (medium of signaal).

Informatie heeft altijd een bepaalde materiële of energetische uitdrukking op het technisch-operationele niveau, door Stamper 'empirics' genoemd. De empiriek heeft betrekking op informatiedragers en informatiekkanalen voor de overdracht van informatie. Zij heeft afzonderlijk haar uitwerking gevonden onder de ongelukkige term 'information theory' (signaaltheorie).

b. Het SYNTACTISCHE aspect (vorm of structuur).

De tekencombinaties waaruit de informatie op een informatiedrager is opgebouwd zijn volgens bepaalde conventies gestructureerd en de transformatie van tekencombinaties in andere tekencombinaties vindt plaats volgens bepaalde regels. De syntaxis beschrijft de formele relaties tussen de tekencombinaties zowel statisch (beschreven in datastructuren) als dynamisch (beschreven in dataprocessen).

c. Het SEMANTISCHE aspect (betekenis of verwijzing).

Informatie op een informatiedrager heeft een bepaalde betekenis, d.w.z. ze geeft iets weer of verwijst naar een bestaande of een gedachte andere werkelijkheid. De semantiek geeft de relatie weer tussen de informatie en de afgebeelde werkelijkheid.

d. Het PRAGMATISCHE aspect (gebruik of verwerking).

Informatie heeft een bepaalde werking of uitwerking bij de ontvanger (mens of apparaat). Informatie heeft uiteindelijk altijd tot doel ergens iets bij iemand te bewerkstelligen, dat is de functie van informatie. De pragmatiek heeft betrekking op de relatie tussen de betekenisvolle informatie en het handelen.

In navolging van Stamper worden deze vier aspecten van informatie in omgekeerde volgorde iets verder uitgewerkt.

Opmerkingen m.b.t. de pragmatiek

a. De wijze waarop personen in een organisatie op ontvangen informatie (bijvoorbeeld uit geautomatiseerde informatiesystemen) reageren wordt mede bepaald door alle andere soorten informatie waarover zij reeds beschikken d.w.z. door hun totale psychologische en sociologische (culturele) achtergrond of referentiekader.

b. Zelfs volledig gestructureerde (eventueel geautomatiseerde) informatie kan een groot aantal verschillende reacties teweeg brengen.

Voorbeelden:

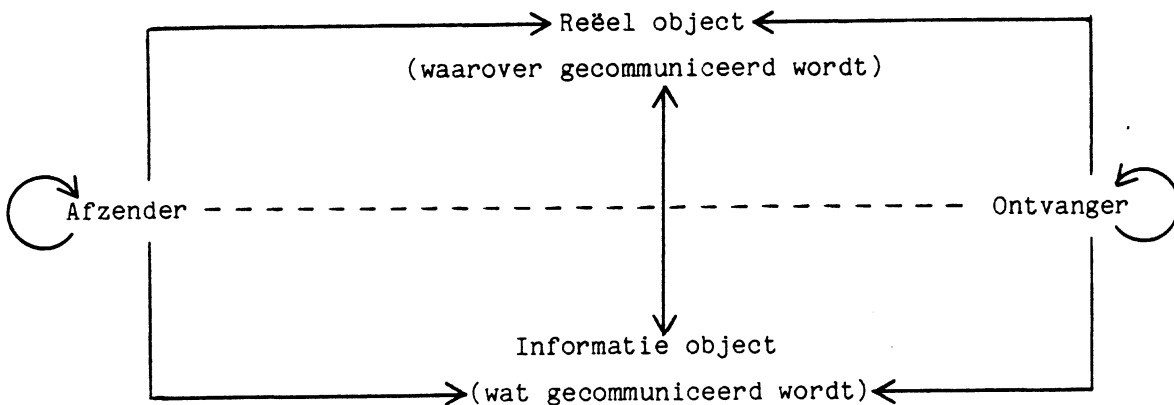
- exact gelijke copieën van een materiaalafgiftebon bij een magazijnbeheerder, een inkoper, een materiaalverbruiker, en een kostenadministrateur,
- winstcijfers van een onderneming bij de directie, de aandeelhouders, de vakbonden en de belastingdienst.

c. Communicatie tussen personen (informatie-uitwisseling) kan verschillende functies hebben b.v.:

- descriptief (beschrijvend uit directe waarneming of andere kennisbron).
- prescriptief (voorschrijvend en stimulerend of voorspellend).
- expressief (of affectief, positief of negatief waarderend, innerlijke gevoelens weergevend).
- argumentatief (overtuigend, verklarend, bewijzend, weerlegend).
- performatief (zwerend, zegenend, groetend, verontschuldigend).

Onderscheidingen van deze aard zijn moeilijk scherp te definiëren, bijvoorbeeld affectieve uitingen kunnen worden beschouwd als beschrijvingen van innerlijk toestanden. Voor de informaticus is slechts van belang dat hij zich realiseert dat informatie in organisaties bedoeld en onbedoeld totaal verschillende functies kan hebben.

d. Bij communicatie zijn altijd vier objecten betrokken, zie Figuur 3.1.



Figuur 3.1

Door informatie kan de houding van afzender en ontvanger ten opzichte van zichzelf, elkaar, het reële object en het informatie object worden beïnvloed. Dit zijn de pragmatische relaties waarmee men bij het ontwerpen van informatiesystemen zoveel mogelijk rekening moet houden (getrokken lijnen). De relatie tussen het reële object en het informatie object is de intersubjectieve semantische relatie of de 'referentie' (gestippelde lijn).

Opmerkingen m.b.t de semantiek

a. De betekenis van verbale tekens hangt nauw samen met de pragmatische functie van de informatie. Volgens sommige filosofen is de betekenis van woorden zelfs gelijk aan het gebruik. Stamper geeft het volgende overzicht, enigszins aangepast:

Betekenis	Descriptieve tekens 'ding' ↔ 'teken'	Prescriptieve tekens 'teken' ↔ 'ding'
Bepalend	'designation' b.v. beschrijvingen van gebeurtenissen, voorspellingen	'instruction' b.v. opdrachten, plannen
Waarderend	'appraisal' b.v. goed- of afkeurend	'Inducement' b.v. aansporingen, bedreigingen, beloften.

Figuur 3.2

- b. De semantiek in de informatica betreft zowel de betekenis van VERBALE informatie als die van NUMERIEKE informatie. In beide gevallen gaat het om de nauwkeurige relatie tussen het informatische object (de afbeelding) en het reële object (het afgebeelde).

De betekenis van numerieke tekens in de informatica wordt bepaald door de operaties met behulp waarvan numerieke waarden worden vastgesteld. Dit deel van de semantiek is het verst ontwikkeld, bijvoorbeeld in de vorm van de meettheorie en de statistiek. In informatiesystemen t.b.v. bedrijf en bestuur wordt van alle meetschalen gebruik gemaakt: nominaal, ordinaal, en kardinaal en bij de laatste interval-, verhoudings- en absolute schalen. De benodigde statistiek betreft het vaststellen van de betrouwbaarheid van waarnemingen (schatting- en toetsingstheorie) en het rekenen met objectieve en subjectieve waarschijnlijkheden.

- c. Het uitsluitend verbaal in natuurlijke taal definiëren van termen leidt uiteindelijk tot:
- oneindige regressie: omschrijving in steeds vagere en algemenere termen,
 - vicieuze cirkel: het meestal onbewust gebruik van de te definiëren termen in de omschrijvingsstappen,
 - dogmatische herhaling: het is zo omdat ik, de baas of een hogere macht dat zegt.

d. Er moet dus ergens vanuit de taal een oorsprong worden gemaakt naar oneigenlijke definities:

- de aanwijzende definitie binnen een bepaald taalspel: wat wijs je aan? (vorm, kleur, grootte, e.d.),
- de operationele definitie: beschrijving van een reeks handelingen (procedure of algoritme) die leidt tot eenduidige toewijzing van een eigenschap aan een object,
- de contextuele definitie: vorming van meer abstracte begrippen binnen een stelsel van gewoonten en gebruiken zoals in het sociale verkeer of in een axiomatisch stelsel in de wetenschap (impliciete definitie).

Opmerkingen m.b.t. de syntaxis

De syntaxis geeft een beschrijving van toegelaten tekencombinaties en tekentransformaties zoals:

- bits in bitconfiguraties (bijvoorbeeld codes voor alpha-numerieke tekens),
- conventionele tekens in woorden of getallen (velden of rubrieken van informatiedragers),
- tekencombinaties in berichten of beschrijvingen (formulieren, records, of andere geformatteerde eenheden),
- informatieverzamelingen in de vorm van (sub)bestanden of databanken (ook verzamelingen van documenten).

In de informatica wordt niet alleen gebruik gemaakt van de syntaxis van de formele talen (symbolische logica). In toenemende mate speelt ook de theorie van de natuurlijke talen een rol, bijvoorbeeld in de vorm van de generatieve grammatica. Verder vindt de predicaat-logica en de propositie-logica thans directe toepassing in databankbeheerssystemen en in de ontwikkeling van daarbij gebruikte algemene of toepassingsgerichte manipulatietaalen.

Opmerkingen over de empiriek

- a. De empiriek houdt zich bezig met de informatie- of communicatietechniek voor het overbrengen van tekens - dan signalen genoemd - tussen en binnen machines. Eraan ten grondslag ligt de mathematisch-statistische communicatietheorie voor de fysieke overdracht van berichten (transmissie van bitrepresentaties over kanalen). De hiervoor vaak gebruikte term 'information theory' is ongelukkig gekozen omdat deze theorie zich niet

bezighoudt met de betekenis van informatie (semantiek), noch met de werking of het gebruik van de informatie (pragmatiek), maar uitsluitend met 'betekenisloze' fysische verschijnselen.

- b. Een HOEVEELHEID informatie wordt mathematisch gedefinieerd als het gemiddelde aantal bits dat nodig is om een bepaald bericht te identificeren uit de verzameling van alle mogelijke berichten waartoe dat bepaalde bericht behoort. Een bepaald bericht indiceert de toestand van een bepaald object of een systeem. Die verwachte hoeveelheid informatie van een bericht wordt weergegeven met de bekende formule:

$$H = \sum_i P_i I_i$$

waarin

$$I_i = {}^2\log 2/P_i \text{ (in bits).}$$

Hierbij geeft i een bepaalde toestand van het object aan, P_i de waarschijnlijkheid van die toestand en I_i de hoeveelheid informatie die een boodschap mededeelt. De definitie van I_i voldoet aan de eis dat de hoeveelheid informatie van een boodschap geringer is naarmate de waarschijnlijkheid van een bepaalde toestand groter is en dat de informatie over alle toestanden van een object optelbaar moet zijn.

- c. De 'informatietheorie' houdt zich bezig met signaalhoeveelheden, snelheden, betrouwbaarheden, doelmatigheid en overtolligheid van technische elementen in informatiesystemen. Dit laatste is vooral van belang bij het coderen van informatie. De 'informatietheorie' is verder belangrijk voor de begripsvorming, maar vindt geen directe toepassing bij het oplossen van problemen in de communicatie tussen mensen en machines en tussen mensen onderling.
- d. De informatietheorie geeft niet de enige wijze waarop hoeveelheden informatie kunnen worden gemeten, ook afgezien van de triviale wijze waarop informatiestromen of bestanden in andere eenheden dan bits kunnen worden gekwantificeerd (media-snelheden, geheugengrootten, aantallen eindtoestanden, e.d.). Die andere kwantitatieve benaderingen liggen echter op het niveau van de pragmatiek, bijvoorbeeld de economische waarde (kosten en opbrengsten) van informatie bij het nemen van beslissingen, en op syntactisch en semantisch niveau met verschillende mogelijkheden om waarschijnlijkheden te benaderen.

3.3. Het informatie paradigma

Alle dynamische systemen kunnen worden beschouwd als te bestaan uit twee deelsystemen, namelijk een REEEL SYSTEEM (RS) en een INFORMATIESYSTEEM (IS).

De RS vormen de te beheersen of te onderzoeken werkelijkheid. Voor het onderzoek of de beheersing moet men die systemen kenbaar maken, d.w.z. op de een of andere manier beschrijven of afbeelden. De benodigde afbeeldingen worden vervaardigd door informatiesystemen. IS en RS zijn daarom nauw op elkaar betrokken en vormen op een hoger niveau weer één geheel (reëel) systeem. Met betrekking tot informatiesystemen dient men zich derhalve voortdurend te realiseren:

INFORMATIESYSTEMEN BEVATTEN EN VERVAARDIGEN AFBEELDINGEN VAN REELE SYSTEMEN

maar

INFORMATIESYSTEMEN ZIJN ZELF OOK REELE SYSTEMEN

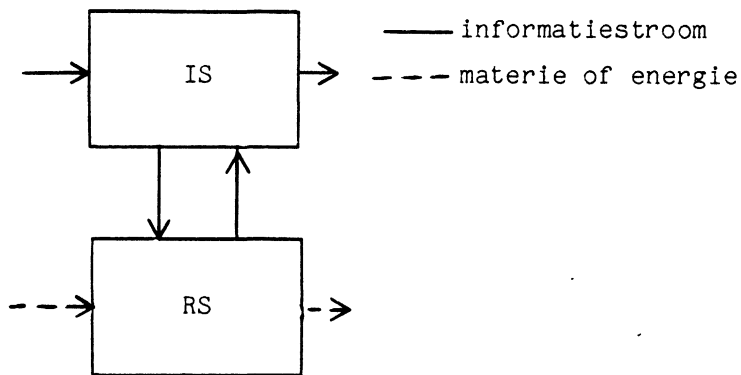
en

ELK (REEEL) INFORMATIESYSTEEM IS OP HOGER NIVEAU DEEL VAN EEN GROTER (REEEL)
SYSTEEM

Het systeemtheoretische uitgangspunt voor de behandeling van het begrip informatiesysteem is een zogenaamd systeemparadigma en wel het informatie-systeemparadigma (korthedshalve het INFORMATIEPARADIGMA genoemd). Het luidt:

Elke groep van samenhangende dynamische verschijnselen (elk systeem) kan worden geabstraheerd tot een reëel systeem (RS) en een informatiesysteem (IS) waarbij het IS het gedrag van het RS bepaalt.

Schematisch kan het informatieparadigma als volgt worden voorgesteld:



Figuur 3.3

In het RS spelen zich reële processen af, er worden bijvoorbeeld grondstoffen getransformeerd naar eindproducten. Dit proces wordt bestuurd door het IS dat daarvoor informatie ontvangt over het RS (bijvoorbeeld waarnemingen) en informatie afgeeft aan het RS (bijvoorbeeld beslissingen). Daarnaast ontvangt het IS ook informatie uit de omgeving (bijvoorbeeld doelstellingen) en geeft het ook informatie af aan de omgeving (bijvoorbeeld mededelingen). Ook in het IS spelen zich processen af (informatische processen). De reële processen en de informatische processen staan met elkaar in verbinding via informatiestromen (reële informatiedragers). RS en IS zijn dus open dynamische systemen.

Voorbeelden van RS'en zijn: een voorraadmagazijn (het IS omvat dan onder andere de voorraadadministratie en de bestelafdeling), een machinefabriek (het IS omvat dan onder andere de planningafdeling) en een stad (het IS omvat dan onder andere het gemeentebestuur).

Om een RS te kunnen besturen, bevat en vervaardigt een IS afbeeldingen van het RS (en van de relevante omgeving). Die afbeeldingen geven weer hoe het RS op een bepaald ogenblik is of in het verleden was (verslagen, statistieken, registraties, meetresultaten, documentaties), respectievelijk in de toekomst wordt of kan worden (plannen, prognoses, ontwerpen, begrotingen, etc.). Deze afbeeldingen zijn symbolische modellen met ABSTRACTE relaties tot het RS. De relaties tussen IS en RS worden CONCREET als informatie uit het IS iets in het RS bewerkstelligt (opdrachten, instructies, richtlijnen, etc.).

Het informatieparadigma abstraheert een beschouwd concreet systeem tot een RS en een IS, dat wil zeggen: het laat weg wat niet relevant is voor een

gekozen probleemstelling, zowel systeemcomponenten als systeem-aspecten. Het informatieparadigma ordent voorstellingen van overblijvende componenten en aspecten met het oog op die probleemstelling in RS- en IS-configuraties. Dit abstraherings- en ordeningsproces is vaak moeilijk, maar is van grote praktische betekenis. Men bepaalt hiermee of een component van een concreet systeem als deel van het IS of als deel van het RS moet worden beschouwd, afhankelijk van het op te lossen probleem.

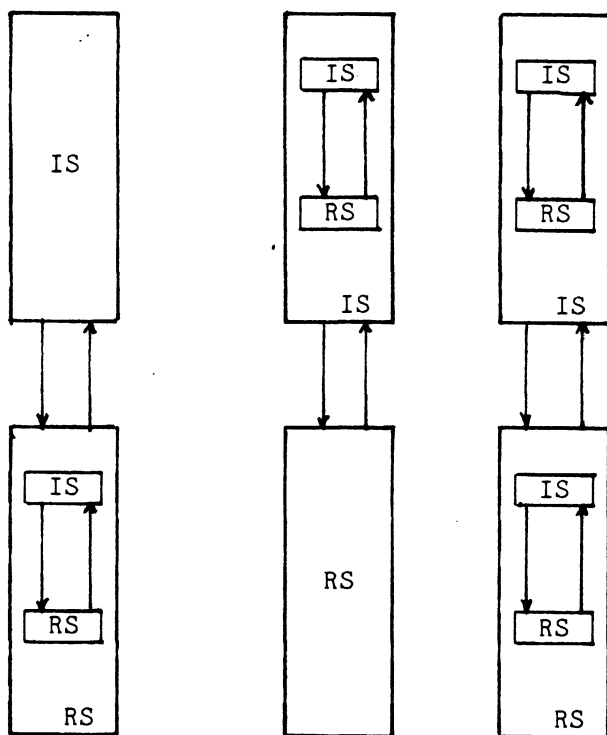
Fysiek zijn IS-componenten niet altijd eenvoudig te onderscheiden van RS-componenten die door het IS worden afgebeeld en bestuurd. Men kan n.l. alle concrete betrekkingen (mechanisch, electrisch, biologisch, economisch) tussen de elementen van een reëel systeem, beschouwen als onderlinge informatiestromen. Zo maken de zintuigen, de hersenen en het zenuwstelsel deel uit van het informatiesysteem van een dierlijk of menselijk wezen. De hersenen bevatten ook afbeeldingen of modellen van het verdere biologische lichaam en spelen een rol bij het besturen van dat lichaam.

Een personeelsinformatiesysteem (personeelsfunctionarissen, personeelsadministratie, etc.) maakt bijvoorbeeld deel uit van het bedrijf dat met behulp van dat IS zijn personeel beheert. Zo maken leidingkaarten, technische tekeningen etc., deel uit van het energiebedrijf waarin zij worden gebruikt, en dat zij afbeelden. En zo is een ingevulde betaalcheque zowel afbeelding van een object van eigendom n.l. geld (RS) als opdracht tot overboeking van de ene rekening op de andere (IS).

Het recursiebeginsel

Het recursiebeginsel maakt deel uit van het informatieparadigma en houdt in dat het informatieparadigma ook geldt voor deelsystemen, bijvoorbeeld ook voor het RS en het IS van een systeem.

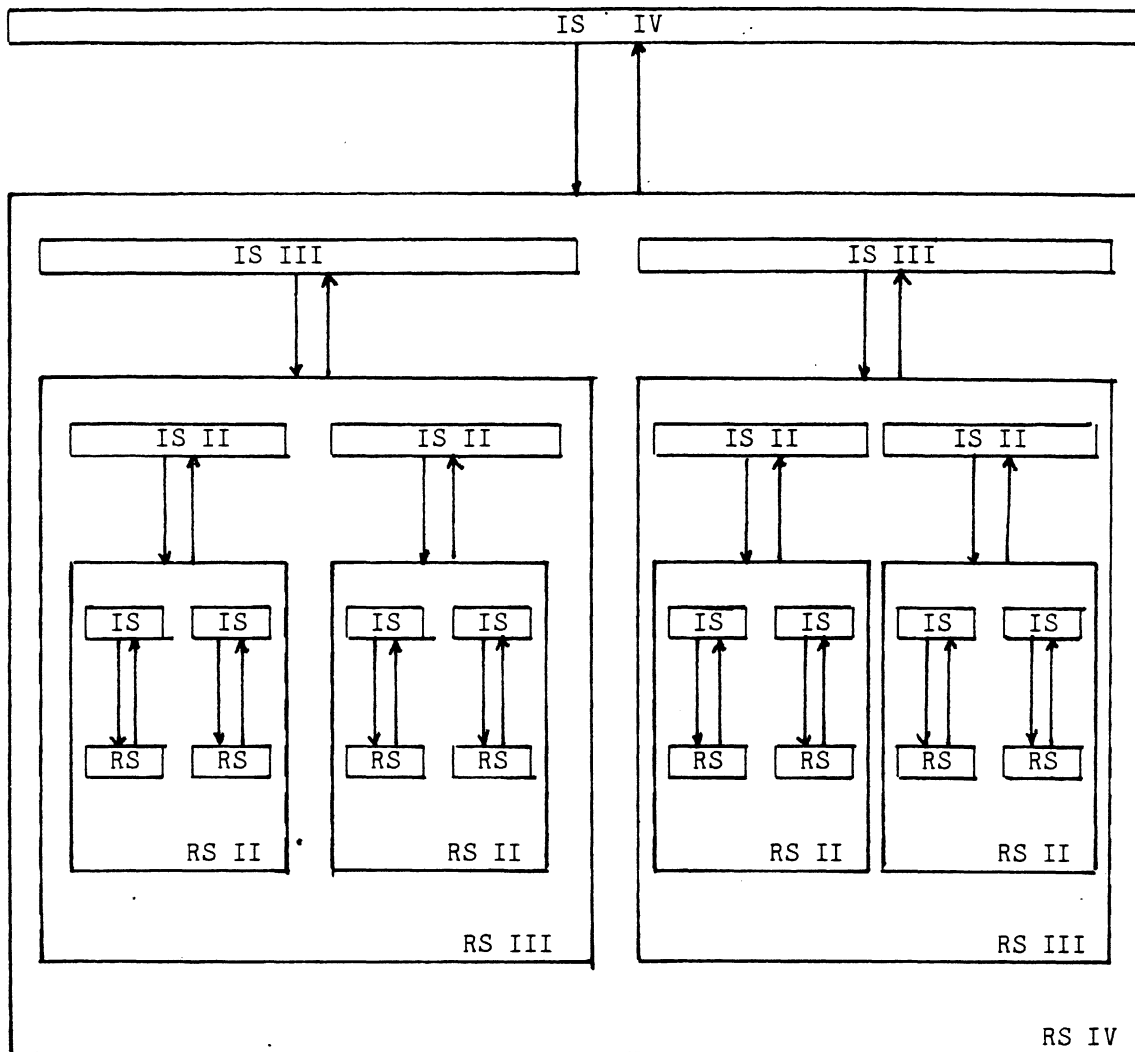
Elk van de deelsystemen IS en RS kunnen met het oog op het oplossen van een bepaald probleem weer worden beschouwd als te bestaan uit een IS en een RS, zie Figuur 3.4.



Figuur 3.4: Recursiebeginsel

Het betekent ook dat elk systeem beschouwd wordt als te bestaan uit een IS en een RS, dat op een hoger niveau weer deel uitmaakt van een IS of een RS op dat hogere niveau (suprasystemen).

Als men in een systeemhiërarchie het informatieparadigma alleen toepast op de reële systemen dan krijgt men het beeld van Figuur 3.5. Men kan hetzelfde doen voor de informatiesystemen en voor beide tegelijkertijd (niet afgebeeld).



Figuur 3.5: Systeemniveaus

Toelichting bij figuur 3.4 en 3.5.

- a. Materiële, energetische, personele en bijvoorbeeld financiële stromen tussen de RS'en en met de omgeving zijn niet voorgesteld, alleen de informatische verbindingen binnen het beschouwde geheel zijn aangegeven. De informatische verbindingen van de IS'en op elk niveau met de omgeving, zijn eveneens niet afgebeeld. Informatie over materiële stromen tussen de RS'en wordt doorgegeven door de IS'en van die RS'en aan de hogere IS'en.
- b. In elke organisatie opereert een groot aantal verschillende informatiesystemen op verschillende niveaus. Het is de taak van de informatiekun-

dige die niveaus te onderscheiden en een RS en een IS 'te zien zitten'. Dit geldt zowel voor de analyse van een bestaande organisatie als voor het ontwerp van een nieuwe. De kunst is de niveaus zo te kiezen en de IS'en en de RS'en zo af te grenzen dat met behulp van de IS'en de RS'en bestuurbaar blijven op die aspecten waarvoor men dat wenselijk acht. Daaruit vloeit dan een aantal eisen voort met betrekking tot de praktische aspecten van informatiesystemen zoals snelheid, betrouwbaarheid, flexibiliteit.

- c. Ook voor het informatieparadigma geldt het algemene systeemadagium dat 'iets' niet een systeem (dus ook niet een RS of een IS) is maar als zodanig wordt beschouwd. De gekozen beschouwing is dus contingent: een empirisch object dat als een element van een IS of een RS wordt beschouwd, kan dus in de ene beschouwing tot een ander (deel)systeem behoren dan in de andere beschouwing, en ook in de ene beschouwing tot een IS en in de andere tot een RS.

In het informatieparadigma is verder sprake van dynamische verschijnselen. Elk RS of IS is óók een tijdsysteem. Wat op korte termijn of op lager niveau als statisch gegeven wordt beschouwd, kan op langere termijn en op hoger niveau als een dynamisch verschijnsel optreden en dus als te besturen element.

- d. Alle organisaties (systemen) zijn voortdurend en in alle opzichten in beweging, ook op niet voorspelde en dus in eerste instantie niet bestuurde wijze. Aanvankelijk vat men dit op als 'storingsen' en zolang die binnen de besturingsmogelijkheden blijven is er niets ernstigs aan de hand (activiteitsbesturing of UITVOERING). Is dat niet zo dan kan men op een ander niveau en met een ander besturingsdeelsysteem de relatief statische structuur van het RS veranderen met overeenkomstige aanpassing van het eerste besturingsniveau (middelbesturing of BEHEER). Is ook dat niet mogelijk dan kan men op nog hoger niveau komen tot veranderingen in de relatief nog meer statische doelstellingen van het systeem (de functie van een systeem in het grotere geheel - doelbesturing of BELEID). Op al deze verschijnselen is het informatieparadigma met het recursiebeginsel toepasbaar. Lukt de besturing niet of niet tijdig, dan loopt de zaak uit de hand (een technische installatie ontploft, een onderneming gaat failliet).

Het demarcatieprobleem

Elke besturingssituatie die men in termen van het informatieparadigma wil analyseren vraagt om drie afbakeningen en wel:

- a. van het RS tot de omgeving,
- b. van het IS tot de omgeving,
- c. van het RS tot het IS.

ad a, de grens tussen het RS en de omgeving.

De invoer en de uitvoer van het reële systeem, bijvoorbeeld materiaal of energie is afkomstig uit de omgeving. Zij behoren op het moment van 'binnentreden' respectievelijk op het moment van 'uittreden' tot het RS. Alle invoer uit de omgeving die invloed heeft op het gedrag (uitvoer) van het reële systeem is relevant en behoort tot het RS. De omgevingsinvloed (invoer) kan ook bestaan uit 'storingen', bijvoorbeeld verschijnselen in de omgeving die het gedrag van mensen in het RS (invoer van arbeid) beïnvloeden of onvoorspelbare schommelingen in de kwaliteit van de ingekochte grondstoffen of de vraag naar geproduceerde diensten (bijvoorbeeld het weer).

ad b, de grens tussen het IS en de omgeving.

Tot de informatie uit de omgeving behoort de doelstelling (de norm) van een beschouwd systeem die op een hoger niveau wordt gegeven, maar die, eenmaal gegeven, deel uitmaakt van de informatie in het IS. Ook informatie van en over de omgeving die het mogelijk maakt toekomstige invloeden van de omgeving op het RS (invoer van IS) te voorspellen behoort tot het IS, evenals alle informatie die het IS aan de omgeving afgeeft bijvoorbeeld aan een hoger niveau. Tot het IS behoort dus alle informatie die nodig is voor de beïnvloeding van het gedrag van het RS, en behoren de middelen die voor de verkrijging (verwerking etc.) van die informatie worden gebruikt.

ad c, de grens tussen het IS en het RS.

Het waarnemen van het RS, bijvoorbeeld het meten van de invoer, kan al tot het IS gerekend worden, evenals de overdracht van de stuurinformatie aan het RS, voor de beïnvloeding van de invoer of het verwerkingsproces van het RS.

Om het RS te besturen beschikt het IS niet alleen over informatie met betrekking tot invoer-, toestands- en uitvoervariabelen, maar ook over informatie over het verband tussen deze variabelen en stuurvariabelen.

Dit model is nodig om in het IS te bepalen welke stuurmaatregelen nodig zijn.

3.4. Beschrijvingsvormen van informatiesystemen

De functionele beschrijving van IS

Functioneel gezien is de taak van een IS het vervaardigen van afbeeldingen van een organisatie voor het besturen van die organisatie. Elke organisatie beschikt over een aantal ISen die gezamenlijk de informatievoorziening van die organisatie vormen. Zonder informatievoorziening kunnen dynamische systemen niet bestaan. Desnoods wordt het IS gevoerd met potlood en papier of alleen 'in het hoofd van de baas'. Het proces van het vervaardigen van de benodigde afbeeldingen bestaat uit een groot aantal deelfuncties, zoals waarnemen, vastleggen, bewerken, opbergen, bewaren, opzoeken, overdragen, verstrekken en vernietigen. De informatie wordt daarbij naar behoefte getransformeerd naar plaats, tijd, vorm en inhoud.

Men kan informatiesystemen dus ook zien als subsystemen van de informatievoorziening van een organisatie. De onderscheiden subsystemen van de informatievoorziening worden bepaald door de onderscheiden subsystemen van de organisatie voor de besturing waarvan een IS moet dienen. De afgrenzing van de subsystemen vindt plaats naar organisatorische eenheden, zoals bedrijven of afdelingen binnen bedrijven of maatschappelijke sectoren.

De genetische beschrijving van IS

Genetisch (naar ontstaan of oorzaak gezien) of teleologisch (naar uiteindelijke ontwikkelingsgang of doelstelling gezien) kan men een IS op verschillende manieren omschrijven als TIJDsysteem.

- a. de fasering van de SYSTEEMCYCLUS. De fasen van de systeemcyclus worden gevormd door groepen van activiteiten die achtereenvolgens nodig zijn om een IS tot stand te brengen en te doen functioneren. Zo onderscheidt men wel vooronderzoek, probleemanalyse, systeemontwerp, systeemontwikkeling, systeeminvoering, systeemgebruik en systeemonderhoud.
- b. De fasering naar NIVEAUS van informatievoorziening. Zij wordt bepaald door de technische en methodologische ontwikkeling en de mate waarin een organisatie of een maatschappelijke sector daar gebruik van maakt.
- c. De fasering van de INVOERING van een bepaald informatiesysteem op een

bepaald technisch niveau in achtereenvolgens verschillende onderdelen van een organisatie.

Analytische beschrijving van informatiesystemen

Analytisch (of ontologisch) kan men informatiesystemen definiëren in termen van de reële componenten waaruit zij bestaan (subsystemen). Van elk van de componenten kan men bepaalde facetten bezien (aspectsystemen). Elk informatiesysteem bestaat ALTIJD uit vijf componenten, nl.:

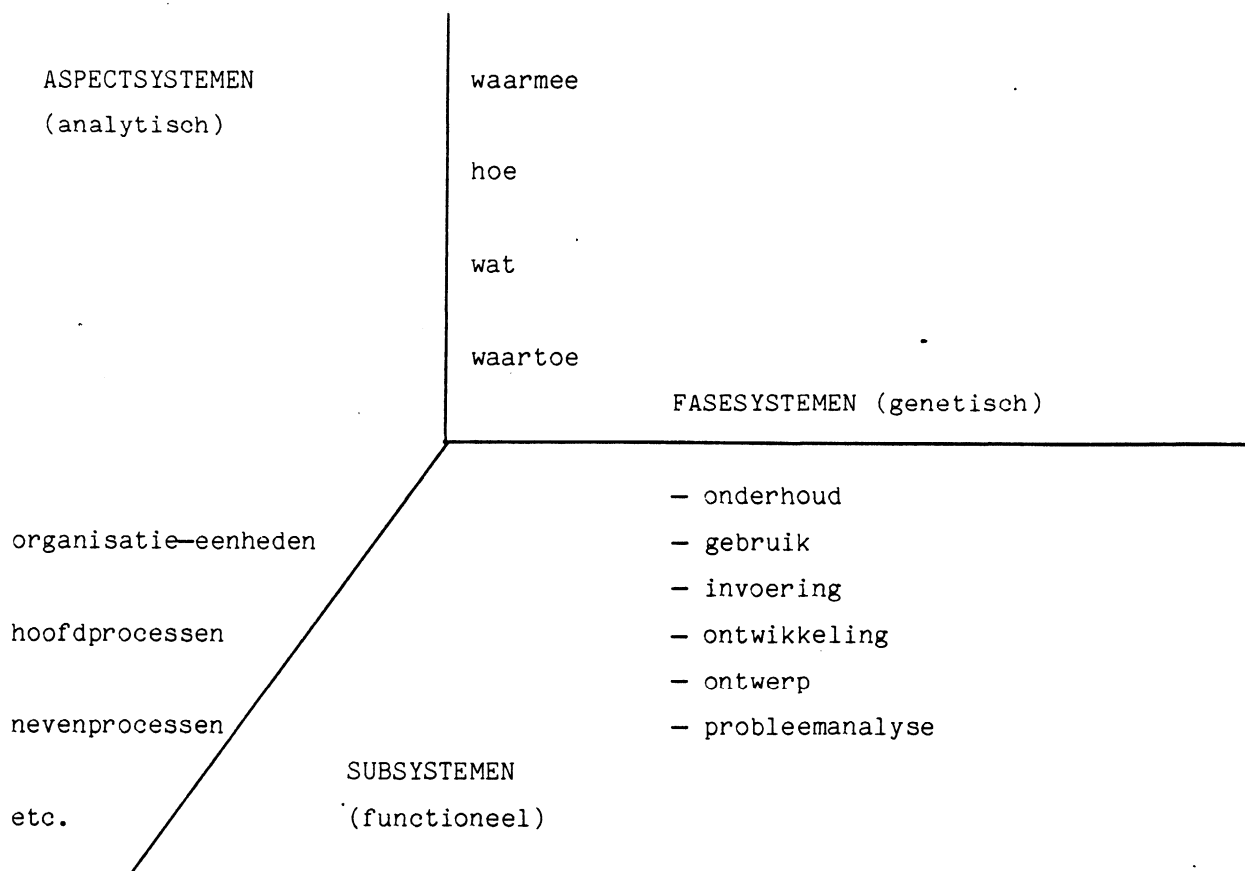
- gegevensverzamelingen,
- apparatuur,
- programmatuur,
- mensen,
- procedures.

Informatie in een IS wordt fysiek uitgedrukt in informatiedragers die vast (formulieren, computergeheugens, lijsten, tekeningen, magneetbanden, etc.) of vluchtig zijn (elektromagnetische golven, menselijke geheugens, elektrische impulsen, beelden op schermen, etc.).

De transformaties worden uitgevoerd door machines (computers, meet- en regelapparatuur, telecommunicatieapparatuur, etc.) en door mensen (datatypistes, volksvertegenwoordigers, boekhouders, managers, constructeurs, politici, accountants, onderzoekers, etc.). De machines werken volgens vastgelegde programmatuur of worden op andere wijze af- of ingesteld of bediend. De mensen werken volgens vastgelegde procedures of worden op andere wijze op hun functie gericht (opleiding, training, toekennen van bevoegdheden en verantwoordelijkheden). Het werk van de informatiekundige bestaat grotendeels uit het specificeren van deze systeemcomponenten.

De deelsystemen van IS (overzicht)

Met inachtneming van de vijf componenten waaruit ieder reëel IS bestaat kan men het voorgaande en het volgende nog eens als volgt schematisch samenvatten:



Figuur 3.6; Deelsystemen van IS

In woorden: elke reële component van een informatiesysteem wordt gebruikt in één of meer functionele deelsystemen van de informatievoorziening. De informatiekundige bevindt zich op een bepaald ogenblik in één van de fasen (tijdsystemen) van de systeemcyclus en richt zich dan (afwisselend) op één van de vier informatische aspecten die men analytisch aan een informatiesysteem kan onderscheiden.

De samenhang tussen deze drie dimensies voor de beschrijving van een reëel informatiesysteem (de vijf componenten) is dus zeer uiteenlopend en aan verandering onderhevig.

Enkele voorbeelden:

- Men heeft wel gedacht dat er een overwegend verband bestond tussen de fasen van de systeemcyclus en de systeemaspecten (bijvoorbeeld probleem-analyse vnl. waartoe, systeemontwikkeling vnl. wat, enz.). In werkelijkheid kunnen alle aspecten in alle fasen van groot belang zijn.
- Bepaalde componenten van een IS kunnen voor zeer verschillende subsystemen worden gebruikt b.v. de centrale 'multi-purpose computer' voor een hele afdeling of een bedrijf of zelfs meerdere bedrijven (servicebu-

reaus), of een databank waarvan verschillende bedrijfsonderdelen voor verschillende doeleinden gebruikmaken.

- Sommige systeemfasen behoeven in een bepaalde situatie voor bepaalde subsystemen in het geheel niet doorlopen te worden (bijvoorbeeld systeemontwerp bij de invoering van een standaardpakket voor personeelsbeheer).
- Een verandering in een bepaald hoofdproces kan de oorzaak zijn van een technologisch productieprobleem in de gegevensverwerking en al het andere volledig ongemoeid laten (bijvoorbeeld plotselinge groei of geografische spreiding van het RS).
- Een bepaalde organisatie-eenheid kan zich voor verschillende en voor dezelfde toepassingen (informatiesystemen) in verschillende systeemfasen bevinden en gebruik maken van verschillend toegeruste reële informatiesystemen (voorzieningsniveaus).

3.5. Typologie van informatiesystemen

Er bestaan weinig statistische gegevens over informatiesystemen. Alleen in Nederland worden sinds kort door het CBS automatiseringsenquêtes gehouden. De schaarse publicaties over aantallen computers per land en leverancier hebben weinig betekenis. Enkele problemen zijn:

- terughoudendheid bij leveranciers en gebruikers (ook servicebureaus) bij de informatieverzameling (concurrentie-overwegingen);
- onduidelijkheid over de begrippen computers en automatisering (tafel- en boekhoudrekenmachines, inbouwcomputers in andere apparatuur, inclusief of exclusief periferie en datacommunicatie-apparatuur, etc.);
- arbitraire weging van aantallen met koop- en huursommen (computergeneraties, wijzigingen in prijs/prestatieverhoudingen);
- onduidelijke en onvergelykbare indelingen naar typen informatiesystemen en maatschappelijke sectoren en bedrijfstakken.

Grote organisaties (concerns, overheid) hebben naar de aard van hun hoofdactiviteiten een zeer gemengd karakter (zowel verschillende industriële activiteiten als verschillende soorten dienstverlening), terwijl veel toepassingen in zeer verschillende bedrijfstakken voorkomen (bijvoorbeeld personeelsinformatiesystemen). Veel organisaties beschikken ook zelf niet over voldoende gegevens over hun eigen informatievoorziening (bijvoorbeeld gebruiksintensiteit van apparatuur in aantal gebruiksuren per jaar en bezetting van apparatuurcomponenten per toepassing). Tenslotte zijn de apparatuurkosten slechts een deel van de totale kosten van de (geautomati-

seerde) informatievoorziening, variërend van 15 tot 50% afhankelijk van de aard en het niveau van de toepassing en de definitie van kosten. De totale kosten van de informatievoorziening variëren van 0,1% tot 1,5 of zelfs 2,5% van de omzet (begroting) van organisaties die niet informatieverwerking als hoofdactiviteit hebben. Als informatieverwerking wel de hoofdactiviteit is, ligt dat percentage natuurlijk veel hoger.

Bronnen:

Jaarverslagen van (vooral openbare) rekencentra, Diebold Research Programma's, de resultaten van de landelijke automatiseringsenquetes in Nederland, interne rapporten van computerleveranciers.

De volgende lijst beoogt een illustratie te geven van het huidige computer gebruik.

- produktiebesturing in de procesindustrie (olie, chemie, water)
- produktiebeheersing bij stuk- en serieproduktie (incl. diensten, behandelingsvoortgang)
- dienstroosteropstelling en inzetplanning (onderwijsinstellingen, ziekenhuizen, vervoersbedrijven, politie, maar ook bedrijven met continu- en stuk-serieproduktie)
- reserveringssystemen (vervoer, hotelwezen, sport, cultuur, theaters, verhuurbedrijven)
- registratie van roerend goed (voertuigen, werktuigen, dieren, vuurwapens)
- administratieve dienstverlening (verzekeringen, geldverkeer, bankaire zaken, vermogensbeheer, boekhouding)
- personeelsbeheer (van aanstelling tot afvloeiing, kwalitatieve en kwantitatieve beheersing)
- voorraadbeheer (verbruiksvoorspelling, bestelbeheer, bewaringen, afgifte)
- beheer vaste produktiemiddelen (kapaciteitsplanning, onderhoud en vervanging)
- massale raadplegingen (verkiezingen, enquetes, referenda)
- werk- en voertuigbesturing (bijv. vliegtuigen, schepen, gereedschapmachines, zetmachines)
- afzet- en behoeftenanalyse en -prognose (alle sectoren)
- registratie onroerende goederen (grond, water, gebouwen, leidingen)
- verkeersregeling (wegen, vliegvelden, havens)
- meteorologische toepassingen (weersvoorspelling, milieubeheer)
- planologische toepassingen (optimalisatie van grondgebruik, groei en spreiding van werkgelegenheid en bevolking)

- projectbeheer (netwerkplanning, kosten- en kwaliteitsbewaking)
- persoons-informatiesystemen (burgelijke stand, sociale, juridische en politionele zaken, credietverlening)
- wetenschappelijk onderzoek (alle gebieden, ook alphawetenschappen zoals linguïstiek, psychologie, jurimetrie)
- documentaire informatiesystemen (boeken, tijdschriften, octrooien, correspondentie, veelal 'information-retrieval')
- technisch ontwerpwerk (alle sectoren, 'computer aided design', analytische berekeningen, simulaties), al dan niet gecombineerd met 'computer aided manufacturing.
- bemiddelingssystemen ('matching' bij werkgelegenheid, huwelijken, makelaardij)
- tekstverwerkende systemen (het opstellen van bestekken, akten, contracten), werkplekautomatisering (op kantoor en in de fabriek).
- creatieve toepassingen (componeren, computergrafiek)
- organisatie-informatiesystemen (bedrijfsregisters, handelsregisters, juridische registers)
- econometrische toepassingen (macro-economisch zoals monetaire en inkomenspolitiek en micro-economisch zoals t.b.v. prijs- en investeringsbeslissingen)
- onderwijstoepassingen (instructie, toetsing, CAI, CMI, managementspelen)
- vergunningsystemen
- massa-administraties (leden- en incasso-administraties, belastingen, abonnementen, huren en pachten, verbruikersadministraties van openbare nutsbedrijven)
- externe rapportage (belastingen, statistiek, bestuursorganen, aandeelhouders e.d.)
- medische toepassingen (diagnose, therapie, patientbewaking)
- interne rapportage (budgettering, kostenanalyse, afzetanalyse)
- transportplanning (alle sectoren)
- vervaardiging van visuele hulpmiddelen (topografische kaarten, technische tekeningen, grafieken)
- inkomensherverdelingen (sociale uitkeringen, belastingheffingen, studiekostenfinanciering)
- uitleensystemen (bibliotheken, musea, gereedschapsmagazijnen)
- procedure informatiesystemen (agendering, voortgangsbewaking, behandeling, afdoening van 'stukken' in vertegenwoordigende lichamen, commissie's, overheidsorganen)
- systemen ter ondersteuning van de besluitvorming.

Computertoepassingen kunnen naar een aantal kenmerken worden onderscheiden. Het nut van een bepaalde indeling is meestal beperkt tot één bepaalde doelstelling, bijvoorbeeld apparatuurkeuze, bepaling van de interne of externe organisatiestructuur van een rekencentrum (RC), bestandsorganisatie, marktanalyse voor apparatuur en (standaard) programmatuur. Voor alle beschrijvingskenmerken van computertoepassingen geldt echter dat:

- zij geen scherpe onderscheiding opleveren en er dus grensgevallen zijn,
- de grenzen voortdurend in beweging zijn door de technisch-economische ontwikkeling,
- zij wél essentiële overwegingen aan de hand doen voor het ontwerpen van de systemen.

a. Technische en organisatorische toepassingen

Onder technische informatieverwerking wordt verstaan informatieverwerking waarvan de uitvoer van de computer zonder menselijke tussenkomst direct wordt gebruikt voor de besturing van andere door machines uit te voeren activiteiten (dit is 'on-line' computergebruik; als ook aan de invoerzijde geen menselijke tussenkomst plaatsvindt spreekt men van 'in-line' computergebruik). Dit gebied omvat de automatisering in engere zin, b.v. automatische besturing van voer-, vaar-, vlieg- en werktuigen en automatische regelingen in de procesindustrie. Tot de organisatorische informatieverwerking worden gerekend alle toepassingen waarbij de uitvoer van de computer bestemd is voor de mens (een opdracht, een vraag om verdere informatie, een antwoord op een vraag, de uitkomst van een berekening, informatie t.b.v. beslissingen of 'ter informatie', etc.).

b. Indeling naar operationele samenhang tussen IS en RS

Deze samenhang varieert van volledige afhankelijkheid zonder menselijke tussenkomst (in feite technische toepassingen) tot het vrijwel ontbreken van samenhang bij ongevraagde routinematige en vrijblijvende informatie 'ter kennisneming' waarbij het volledig aan de ontvanger wordt overgelaten of hij iets met de verstrekte informatie doet en zo ja, wat (een groot gedeelte van de conventionele administratie en de statistiek).

In feite wordt deze samenhang bepaald door de wijze waarop in de organisatie het coördinatieprobleem wordt opgelost. Met verschillende oplossingsvormen hangen verschillende inrichtingen van IS samen.

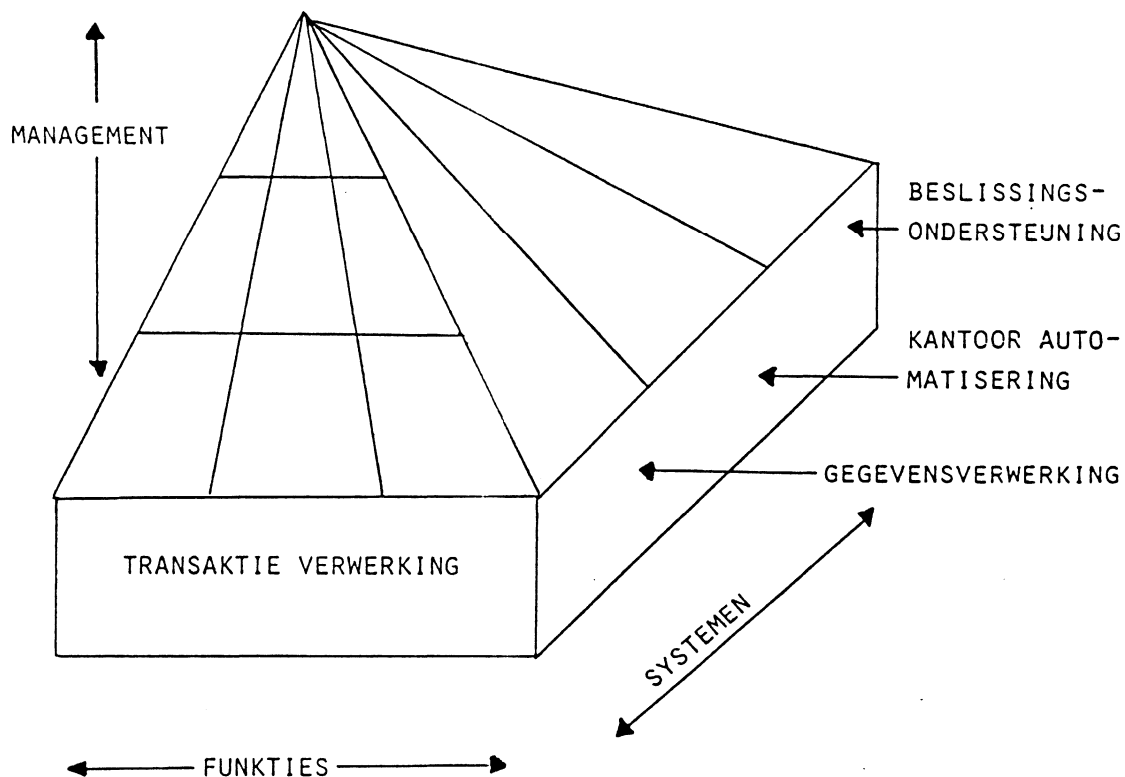
Kenmerkende voorbeelden:

1. toepassingen waarbij slechts één man aan in- en/of uitvoerzijde van de computer afhankelijk is (wetenschappelijk onderzoek, technisch ontwerpwerk, programma-ontwikkeling, enz.). Essentieel voor het

ontwerp is de gewenste responsietijd. Deze kan variëren tussen een seconde of minder (mens-machineconversatie) en bijvoorbeeld 24 uur (goedkoper en bij juiste planning en bepaalde werkwijze vaak ook mogelijk);

2. toepassingen t.b.v. het voorbereiden van beslissingen met werking op langere termijn voor organisatie-eenheden met een aantal personen (planningsproblemen, investeringsbeslissingen e.d.). Deze toepassingen hebben meestal geen sterke tijdgebondenheid. De beslissingen worden ook vaak op andere wijze genomen en meestal spelen bij de beslissing ook andere overwegingen een rol dan de gekwantificeerde factoren die in de computerbewerking zijn opgenomen;
3. informatiesystemen met nadruk op registratie en verzameling bij een groot aantal organisatie-eenheden, terwijl de resultaten door een veel kleiner aantal organisatie-eenheden worden gebruikt (niet onmiddellijk benodigd en niet tijdgebonden, zoals de meeste administratieve en beschrijvend statistische toepassingen);
4. informatiesystemen met de nadruk op verstrekking en spreiding van detailinformatie waaraan onmiddellijke behoefte bestaat (bijvoorbeeld reserveringssystemen, uitleensystemen, geldverkeer, sommige werkorder- en voortgangsbewakingssystemen). De responsietijd is bij deze systemen doorslaggevend omdat de voortgang van de activiteiten van de personen die de informatie vragen direkt afhankelijk is van de juiste en de snelle werking van het systeem.

Een mogelijke uitwerking wordt gegeven in figuur 3.7.



Figuur 3.7.

- De samenhang tussen RS en IS wordt langs 3 assen tot uitdrukking gebracht:
- de indeling in bedrijfsfuncties, denk bijvoorbeeld aan het traditionele onderscheid tussen produktie, marketing en financiering.
 - de indeling in management niveaus, denk aan de taken die samenhangen met operationele planning, administratieve of taktische planning en strategische planning.
 - de computersystemen die transakties verwerken en van hieruit de reguliere management informatie verzorgen, de systemen ter ondersteuning van direkt uitvoerende taken op de werkplek (kantoor of fabriek) en de systemen ter ondersteuning van de besluitvorming die gebruik maken van technieken uit de operationele research, de statistiek en de informatietechnologie.

Alhoewel deze figuur vaak gebruikt wordt, dient deze toch met de nodige voorzichtigheid gehanteerd te worden: de 3 management niveaus weerspiegelen een zeer specifieke kijk op het coördinatieprobleem. Echter, in vele

(leer)boeken over organisatiekunde wordt deze indeling – helaas – niet of nog nauwelijks ter discussie gesteld. Juist de moderne informatietechnologie maakt het mogelijk meer flexibele organisatiestructuren te ontwerpen en aan te passen aan de bedrijfssituatie. Zo verschilt een organisatiestructuur van continue-productie aanzienlijk van die voor stuk/serie- of stuk-productie. Ook valt te denken aan logistieke systemen ter integrale besturing van de goederenstroom.

c. Indeling naar operationele kenmerken van de IS

Deze kenmerken zijn b.v.:

- éénmalig, meermalig of routinematig gebruik van IS (vnl. bestanden en programma's);
- vaste periodiciteit of a-periodiciteit van de verwerking (planbaarheid);
- omvang en spreiding in de tijd van het apparatuurbeslag door de IS
- samenhang van de IS met het oog op bestandsgebruik (informatiestromen) en het verloop van deze kenmerken in de tijd (integratiegraad);
- toepassingsonafhankelijkheid en herkomst van gebruikte programmatuur (standaardisatiegraad);
- aard van de verwerking voor plaatsen van uitvoering (spreidingsgraad);
- serie- en postgewijze verwerking, plaatselijk en op afstand (local and remote batch- and transaction processing).

Operationele kenmerken zijn o.a. bepalend voor het apparatuur- en programmatuurbeleid.

d. Niet zinvolle indelingen

Indelingen van computergebruik naar de aard van de gebruikende organisaties geven geen informatie over de aard van de IS'en (vergelijk het gebruik van overeenkomstige personele of financiële informatiesystemen in totaal verschillende bedrijven en het gebruik van LP pakketten voor totaal verschillende toepassingen). Ook indelingen naar 'administratieve' en 'technisch-wetenschappelijke' toepassingen en naar traditionele vakgebieden zoals medische, documentaire of geodetische toepassingen geven uit informatisch oogpunt geen inzicht omdat:

- door steeds meer toepassingen gebruik gemaakt wordt of kan worden van toepassingsonafhankelijke (standaard) apparatuur;
- de aanvankelijke verschillen in apparatuureisen voor de technisch-economische ontwikkelingen en het niveau van de toepassingen steeds kleiner worden (in/output-bound versus process-bound, onvertraagde

- versus serieverwerking);
- voor zover die verschillen van belang zijn is eraan tegemoet gekomen door de ontwikkeling van 'general purpose computers', 'multi programming', computernetwerken en gespreide verwerking (distributed systems);
 - in één bepaalde organisatie alle toepassingscategorieën steeds grotere samenhang vertonen (integratie van gegevens en programma's);
 - informatici steeds minder afkomstig zijn uit andere vakgebieden en daardoor wat betreft kennis en ervaring minder gebonden aan bepaalde toepassingen;
 - de benodigde kennis van de informatica voor gekwalificeerde systemen zo omvangrijk is dat ze niet (meer) naast een ander vak kan worden opgedaan en onderhouden.

Trends in de toepassing van de informatica

- a. Er is een algemene trend in de aard van de toepassing van computers van organisatorisch naar technisch. Dit gaat soms gepaard met het gebruik van 'special purpose' of 'dedicated' computers (vgl. meet- en regeltechniek). De oorzaak is dat steeds meer een zodanig inzicht in de problemen wordt verkregen dat de activiteiten aan machines (uiteindelijk zonder menselijke tussenkomst) worden overgedragen. Desondanks neemt de absolute omvang van de organisatorische toepassingen toe door nieuwe toepassingen.
- b. Veranderingen in de aard van de informatie: niet alleen steeds meer ongestructureerde informatie (documentaire IS, tekstverwerking), maar ook informele en voorlopige (zachte of alleen voor persoonlijk gebruik bestemde) informatie wordt met computers verwerkt (expert systemen).
- c. Veranderingen in de aard van de problemen die met behulp van computers worden opgelost. Ligt de nadruk eerst op de oplossing van goedgestructureerde en goed-afgebakende problemen, met de opkomst van systemen voor managementondersteuning en persoonlijk computergebruik komen slechtgestructureerde problemen binnen het bereik van velen.
- d. Toenemende integratie d.w.z. steeds grotere onderlinge samenhang en afhankelijkheid van de verschillende computertoepassingen binnen één organisatie-eenheid en tussen organisatie-eenheden. Deze integratie heeft zowel betrekking op de gegevens zelf (databanken) als op de pro-

grammatuur (data base management), maar gaat gepaard met geografische spreiding van opslag en verwerking (concentratie en deconcentratie).

e. Verschuiving in de motivering van de toepassing van de computer. Aanvankelijk ging het om de vervanging van menselijke arbeid door machines voor dezelfde informatiebehoeften (doelmatigheid). Steeds meer gaat het om kwalitatieve verbetering van de informatievoorziening voor dezelfde problemen (doeltreffendheid) en tenslotte om geheel nieuwe informatievoorziening voor de oplossing van problemen waarvoor voorheen geen oplossing bestond.

f. Maatschappelijk zijn de volgende ontwikkelingen van belang:

- steeds snellere goedkopere apparatuur (dus ook voor kleine bedrijven en zelfs individuele personen toegankelijk),
- steeds meer interactieve mens-machine toepassingen, en opkomst van persoonlijk computergebruik,
- steeds meer vluchtige media (beeldschermen en telecommunicatie in plaats van papier en postverkeer), de 'paperless society',
- steeds meer invloed van de gemeenschap (privacy-wetgeving, netwerkgeregeling e.d.).

Voorbeelden van informatiesystemen

a. Productie-informatiesystemen

Een informatiesysteem voor de besturing van de voortbrenging in industriële bedrijven is conceptueel eenvoudig. De technische uitvoering kan uiteraard zeer omvangrijk zijn. Het reële systeem bestaat uit voorraden van grond- en hulpstoffen en van tussen- en eindprodukten, zowel aanwezige als geplande of voorspelde voorraden (logistieke IS). Het informatiesysteem geeft deze objecten weer uit ontvangen informatie of genereert zelf nieuwe informatie (bestellingen van klanten, geplaatste inkopen, verwachte verkopen, geplande produktie, etc.). Daarvoor is ook informatie nodig over de produktiemiddelen die bij de omzettingsprocessen worden gebruikt (machines, personeel, opslagruimte, e.d.). Bepaalde informatiedeelsystemen leveren bijvoorbeeld specificaties van mogelijke eindprodukten (ontwerpen), mogelijke verwerkingsprocessen (planningen), informatie over de inkoopmarkt (leveranciers) en de verkoopmarkt (afnemers). Naast dit hoofdproces dat betrekking heeft op eigenlijke voortbrenging is er een groot aantal ondersteunende of nevenprocessen zoals voor personeel, financiën en materiaal (de drie M's: Men,

Money and Materials).

b. Personeels-informatiesystemen

Het reële systeem dat door een personeelsinformatiesysteem wordt afgebeeld is het proces van behoeftebepaling, werving, selectie, opleiding, bijscholing, beoordeling, bevordering, loopbaanplanning en afvloeiing van personeel.

Een personeelsinformatiesysteem geeft beschrijvingen van de personeelsleden in een aantal min of meer vaste kenmerken, zoals geboortedatum, opleiding en ervaring, en min of meer variabele zoals afdeling, tijdsbesteding in vroegere perioden of in geplande toekomstige perioden. Met behulp van deze en andere informatie kan bijvoorbeeld een mathematisch model worden gebouwd waarmee zaken als personeelsverloop, afdelingsbezetting, kunnen worden voorspeld. Dit gebeurt met behulp van reeds aanwezige of te vervaardigen afbeeldingen, opgeslagen in kaartenbakken of in de geheugens van mensen en computers. Een personeelsinformatiesysteem is uiteraard gekoppeld aan bijvoorbeeld het productie-informatiesysteem (prestaties, planning op korte termijn) en het financiële informatiesysteem (salarisbetalingen, belastingafdrachten, etc.).

c. Financiële informatiesystemen

Elke organisatie beschikt eveneens over een financieel informatiesysteem dat het reële nevenproces van de in- en de uitgaande geldstromen helpt besturen (betalingen aan leveranciers, ontvangsten van afnemers, salarissen en dividenduitkeringen, belasting- en premieafdrachten, enz.). Het gaat hier om de vastlegging van vermogensrechtelijke verhoudingen en de daaruit voortvloeiende betalingen en ontvangsten (dus ook leningen en vorderingen, evenals kredieten van en schulden aan derden). Ook dit informatiesysteem vertoont uiteraard koppelingen met de andere informatiesystemen. Voor zover een organisatie voor een markt werkt kan de betaalmiddelenstroom ook gezien worden als het sluitstuk van de zogenaamde waardenkringloop inkoop-productie-verkoop en opnieuw inkoop met geld uit de verkoop, enz. Dit is echter niet in alle organisaties of niet voor het geheel van de kringloop het geval (subsidies, lidmaatschapsgelden en andere bijdragen of uitkeringen) zelfs niet als het hoofdproces reële goederen voortbrengt.

Een geheel andere zaak is dat het reële hoofdproces en de nevenprocessen

binnen een organisatie veelal ook in geld worden uitgedrukt, zelfs al leidt dit niet of heeft dit niet geleid tot feitelijke geldoverdrachten. Het gaat dan om het economisch beschrijven van de processen in de organisatie, bijvoorbeeld t.b.v. doelmatigheidsbewaking in de produktie, het nemen van investeringsbeslissingen en het werken via een budgetteringssysteem.

Het reële object is niet de geldstroom of de vermogensrechtelijke verhouding maar een ander object, bijvoorbeeld een machine, een voorraad of een activiteit waarvan sommige eigenschappen in geldseenheden worden uitgedrukt.

Een derde categorie van financiële informatiesystemen vindt men in organisaties waarvan het hoofdproces uit financiële handelingen bestaat.

d. Informatiesystemen in organisaties met informatieverwerking als hoofdproces

Dit soort organisaties komt veel voor in de overheidssector en in de dienstverlenende sector, bijvoorbeeld openbare registraties van bevolking en vaste goederen, statistiekbureaus, verzekeringsmaatschappijen, belastingdiensten, banken, sociale diensten, e.d. De informatie in de hoofdprocessen van deze organisaties is altijd ook een afbeelding van reële gebeurtenissen buiten het informatieverwerkende proces. Een belangrijke vraag is, in hoeverre men het reële systeem buiten de desbetreffende organisatie in de analyse moet of kan betrekken. De activiteiten binnen de organisatie zijn bijvoorbeeld de uitvoering van betalingsopdrachten, inning van verzekeringspremies, respectievelijk het doen van verzekeringsuitkeringen, produktie van verkiezingsoproepen en verwerking van verkiezingsuitslagen etc.

Voor de besturing van deze activiteiten is er binnen die organisaties evenals in alle andere organisaties, behoefte aan een ander informatiesysteem dat het (hier informatieverwerkende) hoofdproces bestuurt. Dit andere informatiesysteem geeft dus afbeeldingen van een afbeeldingen verwerkend (hoofd)systeem. Het is noodzakelijk dit andere IS scherp te onderscheiden van het IS dat het hoofdproces bevat.

Vaak worden administratieve en statistische diensten binnen organisaties die niet informatieverwerking als hoofdtaak hebben, ook gezien als op zichzelf staande organisatie-eenheden (reële systemen) waarvan het hoofdproces dan weer wel informatieverwerking is. De administratie (statistiek) wordt dan doel op zichzelf in plaats van hulpmiddel voor de besturing

van het RS (dus een IS). Dit moet ten enenmale worden afgewezen.

e. Informatiesystemen op technisch en wetenschappelijk gebied

Dit betreft activiteiten die resulteren in geestelijke produkten op technisch of wetenschappelijk gebied. Wetenschappelijke publicaties en technische ontwerpen kunnen worden gezien als voortbrengselen van een informatiesysteem dat op een hoger niveau deel uitmaakt van een groter reëel systeem; bijvoorbeeld het ontwerp voor de bouw of het onderhoud van een infrastructuur zoals een wegennet en een wetenschappelijk onderzoek dat tot doel heeft een bepaald probleem in de maatschappij op te lossen of dat vooralsnog alleen maar tot doel heeft de kennis te vergroten.

Men zou kunnen menen dat onderzoek, gezien als informatiesysteem, soms geheel buiten het onderzochte reële systeem staat, bijvoorbeeld het werk van een wetenschapper die het functioneren van een organisatie bestudeert. Op een hoger niveau is echter ook die onderzoeker en zijn onderzoek weer deel van een reëel systeem. Dat systeem is het bestuurlijke geheel dat opdracht gaf voor het onderzoek en waaraan de onderzoeker rapporteert en dat er voor zorgt dat hij betaald wordt. Elk orgaan dat middelen beschikbaar stelt voor onderzoek is een besturend orgaan (IS) op hoger niveau.

De RS-IS analyse toegepast op het onderwijs leidt tot een onderscheid tussen (a) het reële informatieverwerkende systeem dat gevormd wordt door het kennisverwervingsproces van leerlingen of studenten met alle hulpmiddelen die in dit proces worden gebruikt (computer-gesteund onderwijs) en (b) informatiesystemen die worden gebruikt om het leerproces te besturen (Computer aided/assisted instruction tegenover computer managed instruction).

f. Documentaire informatiesystemen

Sommige organisaties hebben als hoofdtaak, meestal ongestructureerde, informatie te verzamelen, op te slaan en te verstrekken (bijvoorbeeld documentatiecentra, bibliotheken, registratuurafdelingen, archieven). De objecten van het reële systeem zijn hier eenheden ongestructureerde informatie, zoals boeken, brieven, rapporten, tijdschriftartikelen en wetten. Deze ongestructureerde informatie beeldt iets af in een bestaande of een gedachte werkelijkheid.

Ook deze organisaties hebben echter voor de uitvoering van hun taken weer

informatiesystemen nodig die afbeeldingen geven van de objecten van het hoofdproces. Deze zogenaamde 'informationstorage and retrieval' systemen verwerken in elk geval gestructureerde informatie-kenmerken van deze objecten zoals titel, schrijver, jaar van uitgifte, opbergplaats (signatuur), en eventueel een beperkt aantal trefwoorden die de inhoud representeren. In dit geval is sprake van 'reference-retrieval'. Een stap verder gaat het bovendien opnemen in het IS van een samenvatting of vooral de volledige tekst van een document. Er is dan sprake van 'document-retrieval'. In sommige en in een toenemend aantal gevallen komt deze ongestructureerde informatie als zodanig ook m.b.v. de computer tot stand (z.g. tekstverwerking). Er is sprake van 'data retrieval' als het IS in staat is antwoord te geven op vragen die in de tekst van een document zijn opgenomen. Dit is alleen mogelijk als de inhoud van het document volledig is gestructureerd (bijvoorbeeld statistieken, registraties). Het is verwarrend in die gevallen nog van documentaire IS te spreken.

g. Informatiesystemen t.b.v. de informatievoorziening

Ook in de informatievoorziening zelf spelen IS een grote rol. Enkele voorbeelden:

- om het tot stand komen van reële IS'en te besturen zijn ook weer IS'en nodig. Zo'n projectbeheers-IS beschrijft de activiteiten van de systeemcyclus die een IS doorloopt. Het geeft informatie over de projectplanning en de voortgang, de te besteden en de bestede middelen, etc. Het is een soort productie informatiesysteem.
- de activiteiten van de systeemcyclus t.b.v. afzonderlijke IS'en bestaan grotendeels uit het vervaardigen van zogenaamde systeemdocumentatie. Ook ter ondersteuning daarvan zijn IS'en ontwikkeld. IS'en voor het vertalen, testen en beheren van programmatuur kan men eveneens daartoe rekenen, evenals het beheer (bijhouding, verspreiding) van procedures.
- ter ondersteuning van de systeemcyclus activiteiten maar vooral t.b.v. het zogenaamde informatiebeleid zijn IS'en ontwikkeld voor het beheer van databanken met z.g. gegevensgidsen (data directories and data dictionaries). Zij bevatten de meta-informatie, dus informatie over de informatie, in de informatiesystemen (meta-IS).
- op een hoger niveau sluit hierop aan het informatiesysteem dat richtlijnen en aanbevelingen levert voor de medewerkers van de ontwerpafdeling. Deze richtlijnen betreffen bijvoorbeeld de te gebruiken methoden en technieken (standaardisatie) en de ontwerprestricties waarbinnen zij moeten werken.

- een ander IS binnen de informatievoorziening is de dienstprogrammatuur die gelijktijdige en volgtijdige verwerking van verschillende programma's in een computersysteem of een computernetwerk bestuurt (het 'operating-system', inclusief de datacommunicatie-programmatuur met de toepassings-onafhankelijke manuele bediening van de apparatuur).
- weer een ander IS is nodig voor het beheer van de apparatuur op langere termijn, o.a. op grond van prestatie-evaluatie en bezettingsprognoses. Dit mondt uit in configuratie-wijzigingen, e.d. Dit systeem maakt deel uit van de beleidsplanning van de informatievoorziening in een organisatie-eenheid of een maatschappelijke sector.

h. Beslissingsondersteunende systemen

Hoewel alle informatiesystemen direct of indirect de besluitvorming dienen is er een klasse van toepassingen ontstaan, 'decision support systems' genoemd. Zij kenmerken zich vooral door:

- oplossing van slecht-gestructureerde problemen;
- direct gebruik 'aan de terminal' door de besluitvormers zelf;
- gebruikmaking van reeds door andere IS beschikbaar gemaakte informatie via vraagtafen, telecommunicatie en toepassingspakketten bijvoorbeeld uit de statistiek en de operationele research;
- interactieve gebruikmaking van eigen (subjectieve) al dan niet in de computer bewaarde ervaringsgegevens en waardeoordelen.

Deze systemen bieden voor de volgende managementtaken de volgende faciliteiten:

- schrijven - tekstverwerking
- communiceren - netwerken, brievenbussystemen, agenda boeken, elektronisch confereren
- verwerken gegevens - financiële modellen
- data hanteren - vraagtafen, statistiek
- probleem-formuleren - simulatie
- beslissen - persoonlijk computergebruik, simulatie
- implementeren - data-tekstintegratie, simulatie

Deze systemen sluiten aan bij individuele (of groepsgewijze) beslissings- en gegevensverwerkende processen, veelal gekenmerkt door relatief weinig transacties, vaak met een hoge toegevoegde waarde en door een niet op voorhand duidelijk structureerbare probleemspecificatie, veelal met zachte gegevens, gericht op effectieve oplossingen.

3.6. Literatuur

- Blumenthal, S.C., Management Information Systems, Prentice Hall, New York, 1976.
- Bosman, A., Een meta-theorie over het gedrag van organisaties, Stenfert Kroese, Leiden, 1977.
- Davis, G.B., Management Informations Systems, Conceptual Foundations, Structure and Developement, McGraw Hill, 1974.
- Galbraith, J.R., Designing complex organisations, Addison-Wesley, 1973 en Organisation Design, Addison-Wesley, 1977.
- Koningsveld, H., Het verschijnsel Wetenschap, Boom, Meppel, 1976.
- Kühn, T.S., The structure of scientific revolutions, University of Chicago Press, Londen, 1973.
- McLean, E., Sol, H.G. (eds.), Decision Support Systems: A Decade in Perspective, North-Holland, Amsterdam, 1986.
- Mertens, P., Angewandte Informatik, De Gruyter, Berlin, 1972.
- Shannon, C.E., W. Weaver, The mathematical theory of communication, University Press of Illinios, 1963.
- Sitter, L.U. de, Op weg naar nieuwe fabrieken en kantoren, Kluwer, 1982.
- Sol, H.G. (ed.), Processes and Tools for Decision Support, North-Holland, Amsterdam, 1983.
- Sol, H.G., Paradoxes around DSS, Proceedings NATO Summer Course, Springer, 1986.
- Sprague, R.H., Carlson, E.D., Building Effective Decision Support Systems, Prentice Hall, 1982
- Sprague, R.H., A framework for Research on Decision Support Systems, in: Fick, G., Sprague, R.H. (eds.), Decision Support Systems: Issues and Challenges, Pergamon Press, Oxford, 1980.
- Sprague, R.H., Watson, H.J., Decision Support Systems: Putting theory into practice, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1986.
- Stamper, R., Information in Business and Administrative Systems, B.T. Batsford, London, 1973.
- Sundgren, B., Theory of Data Bases, Petrocelli/Charter, New York, 1975.
- Verrijn Stuart, A.A., Kwantitatieve aspecten van informatiesystemen, Samsom, 1976.

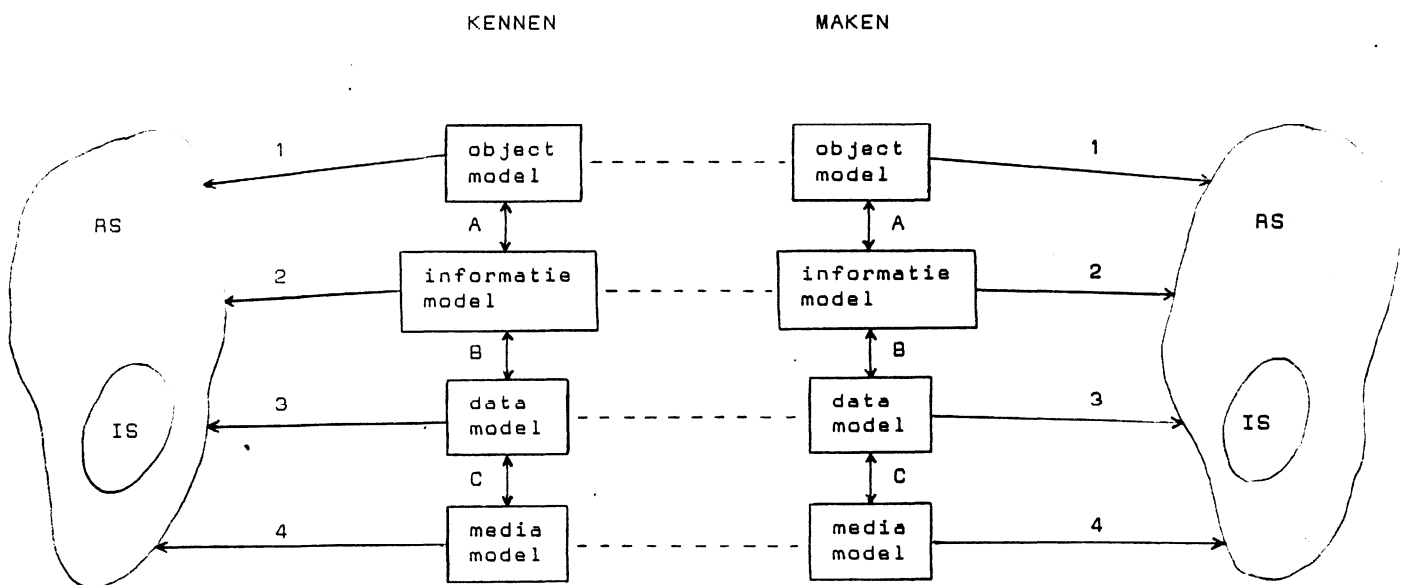
4. ONTWERPEN

4.1. Denkwijze, afbeeldingswijze, werkwijze en beheerswijze

Ontwerpen van informatiesystemen is een proces van probleemoplossen, zoals dit in hoofdstuk 2 in het algemeen is beschreven. Omdat dit proces een onduidelijk gestructureerd en complex probleem is, wordt het vaak opgesplitst in hapklare brokken met een aanwijsbaar produkt.

De hapklare brokken hebben betrekking op duidelijk af te bakenen modelleringsstappen, die verschillende modellen opleveren. Allereerst zijn dit kenmodellen van het objektsysteem (OS), waarmee we de combinatie van RS en IS die we beschouwen, aanduiden. Vervolgens komen we maakmodellen tegen van het te implementeren IS.

De samenhang hiertussen is geschetst in figuur 4.1.



Figuur 4.1. Modellen rond informatiesysteemontwerp

Ieder van deze modellen maakt onderdeel uit van een modellencyclus in een proces van probleemoplossen, zie figuur 2.1. Tijdens het ontwerpproces levert figuur 4.1. een momentopname, waarbij ieder model een stadium op het

ontwikkelingspad van kennen naar maken aangeeft.

Het complexe ontwerpprobleem kan men aanpakken door:

1. vanuit een bepaalde optiek tegen het probleem aan te kijken: Men gaat dan uit van een specifieke DENKWIJZE. Sommige ontwerpers nemen de bestaande bedrijfsfuncties als uitgangspunt en gaan na welke gemeenschappelijke datastructuren hierbij aansluiten. Andere beschouwen zeer gedetailleerd de bestaande processen in het objektsysteem. Voor een beschrijving kan het informatieparadigma een analytisch hulpmiddel zijn, echter voor de synthese van kenmodellen naar maakmodellen zijn ontwerptheorieën nodig.

2. het probleem in sub-problemen te verdelen. Men gaat dan uit van een specifieke AFBEELDINGSWIJZE.

Een voorbeeld is de indeling in:

a. een systelogisch probleem, dat zich met de modellering van een objektsysteem vanuit een organisatorische invalshoek bezighoudt (het WAAROM),

b. een infologisch probleem, waarbij de gegevensstructuren en de verwerkingsprocessen die nodig zijn om de gegevens te kunnen produceren centraal staan (het WAT).

c. een datalogisch probleem, dat zich richt op de wijze waarop en de vorm waarin het gegevensverwerkend systeem wordt gerealiseerd (het HOE),

d. een technologisch probleem, waarin men moet aangeven welke technische hulpmiddelen worden gebruikt (het WAARMEE).

3. Een fasering in het ontwerpproces aan te brengen. Men let nu op de WERKWIJZE.

Davis e.a. (1980) stellen informatiebehoeften centraal in dit proces. Door een accurate en volledige beschrijving van de informatiebehoeften zal het informatiesysteem, met een grote kans op succes, ontworpen en geïmplementeerd kunnen worden.

Bij het bepalen van de informatiebehoeften bestaan twee belangrijke bronnen van onzekerheid. De eerste is het verkrijgen van een beschrijving van de informatiebehoeften, bijvoorbeeld d.m.v. interview's, analyse van beslissingsprocessen, etc. De tweede is de verzekering dat de verkregen informatiebehoeften akkuraat, consistent en volledig zijn.

Factoren die invloed hebben op de mate van onzekerheid zijn bijvoorbeeld

definieerbaarheid van het probleem, structuur van de bestaande systemen, projectomvang, begrip van de gebruiker en bekwaamheid van de ontwerper. Elke methodiek hanteert impliciet een strategie om onzekerheid te reduceren. Er worden wel vier strategieën onderscheiden, zie ook Sol en IJpelaar (1983):

- directe acceptatie van gebruikersbehoeften,
- een lineaire strategie,
- een iteratieve strategie,
- een incrementele strategie.

Deze strategieën men terugvinden in de stysteemcyclus die bij het ontwerpen en bouwen van informatiesystemen wordt doorlopen.

4. Het project te besturen met de daarvoor beschikbare methoden en technieken. Nu staat de BEHEERSWIJZE centraal.

De beheersing van een project vraagt om aandacht voor tijd, geld en mankracht om een kwalitatief goed produkt op te leveren. De organisatie van het project en de informatie over de voortgang van het project zijn hierbij essentieel. Concreet gaat het om:

- de taakstelling voor het project en de daarin te onderscheiden activiteiten,
- de bevoegdheden van de projectleden,
- de volgorde planning van de activiteiten,
- de capaciteitsplanning van de te besteden mankracht en hulpmiddelen,
- de voortgangsbewaking,
- de vastlegging.

Een keuze voor de denkwijze, afbeeldingswijze, werkwijze en beheerwijze vormen samen een projektaanpak, toegespitst op een specifieke probleemsituatie.

Voor de duidelijkheid zij gesteld dat denkwijze, afbeeldingswijze, werkwijze en beheerswijze zeker niet onafhankelijk van elkaar zijn. Naar onze mening volgt uit een probleemopsplitsing een fasering en een controleaanpak. In praktijksituaties kan hiervoor een aanzet worden gegeven door aan de hand van tabel 4.1 een zogenaamde 'contingency-analysis' uit te voeren.

	post onvoorzien
	laag ————— hoog
probleem	
structuur	
omvang	
gebruikers	
ontwerpers	

Tabel 4.1

We schatten nu de post onvoorzien voor ieder van de factoren in. Bijvoorbeeld, een duidelijk probleem (laag) in een afgebakende structuur (laag) van grote omvang (hoog) met onervaren gebruikers (hoog) en een redelijke ontwerpstaf (laag) vraagt om een lineaire strategie met accent op de infologie en de datalogie, terwijl de projektcontrole en gebruikersopleiding uitermate belangrijk zijn. Is het probleem onduidelijk (hoog) in een niet vastliggende structuur (hoog), doch van beperkte omvang (laag), dan staat het systelogisch probleem centraal, waarvoor een incrementele strategie gehanteerd kan worden, indien de gebruikers zich hierin kunnen vinden (matig) met gekwalificeerde ontwerpers (laag).

De sub-problemen systelogie, infologie, datalogie en technologie lichten we verder toe:

ad a. De ontwerper vraagt zich af wat het te besturen RS is dat de opdrachtgever voor de geest staat. Dit RS wordt het objektsysteem van de opdrachtgever genoemd. Het objektsysteem van de informatiekundige is het RIS dat hij moet bouwen. De informatiekundige maakt zich een voorstelling van de gewenste wijze van functioneren (besturen) van het RS, en vraagt zich af of dat met een (eventueel verbeterd) IS kan worden verwezenlijkt. Dit aspect van het IS wordt weergegeven in het z.g. objektsysteem. De informatie wordt bezien naar haar werking (pragmatisch).

ad b. Het infologisch probleem betreft de functionele eisen waaraan het IS moet voldoen in termen van aan het RS en de omgeving (ook hogere IS) te ontlenen gegevens, en in termen van door het IS aan het RS te presenteren informatie, zowel kwalitatief als kwantitatief en temporeel.

Dit aspect van het IS wordt weergegeven in het z.g. INFORMATIEMODEL. De gegevens zijn aan elkaar gerelateerd naar betekenis (semantisch).

ad c. Het datalogisch probleem van een IS betreft de processen en de structuren met behulp waarvan aan de functionele eisen kan worden voldaan. Dit aspect van het IS wordt weergegeven in het z.g. (abstracte) DATAMODEL voor wat betreft de benodigde gegevensverzamelingen. De data werden geordend en de benodigde bewerkingen worden beschreven in een bepaalde taal (syntactisch). Het datalogisch probleem van het IS betreft eveneens de specificatie van de eisen waaraan moet worden voldaan door de andere componenten van een IS (personen en procedures, apparatuur en toepassingsonafhankelijke programmatuur).

ad d. Het technologisch probleem betreft de realisatie van alle componenten van het IS die de beoogde structuren en processen tot stand brengen. Dit aspect van het IS wordt weergegeven in het z.g. (concrete) MEDIA-MODEL voor wat betreft de benodigde gegevensverzamelingen. De media zijn daarin op elkaar betrokken naar hun materieel-energetische verschijningsvorm (empirisch). Dit aspect betreft eveneens de beschrijving van de overige (concrete) componenten waarin het IS uiteindelijk wordt uitgevoerd, zoals apparatuurkeuze en personeelselectie.

Dat IS vaak te duur, te laat gereed of te weinig flexibel zijn is veelal een gevolg van het feit dat men bovengenoemde problemen niet voldoende heeft onderscheiden en daardoor onvoldoende gebruik heeft gemaakt van de beschikbare informatische hulpmiddelen. Men heeft bijvoorbeeld de informatie-eisen direct geformuleerd in termen van de mogelijkheden van een bepaalde informatiedrager in plaats van een geschikte informatiedrager te kiezen nadat het probleem is gespecificeerd. De te gebruiken methoden en technieken moeten helpen dergelijke fouten te voorkomen.

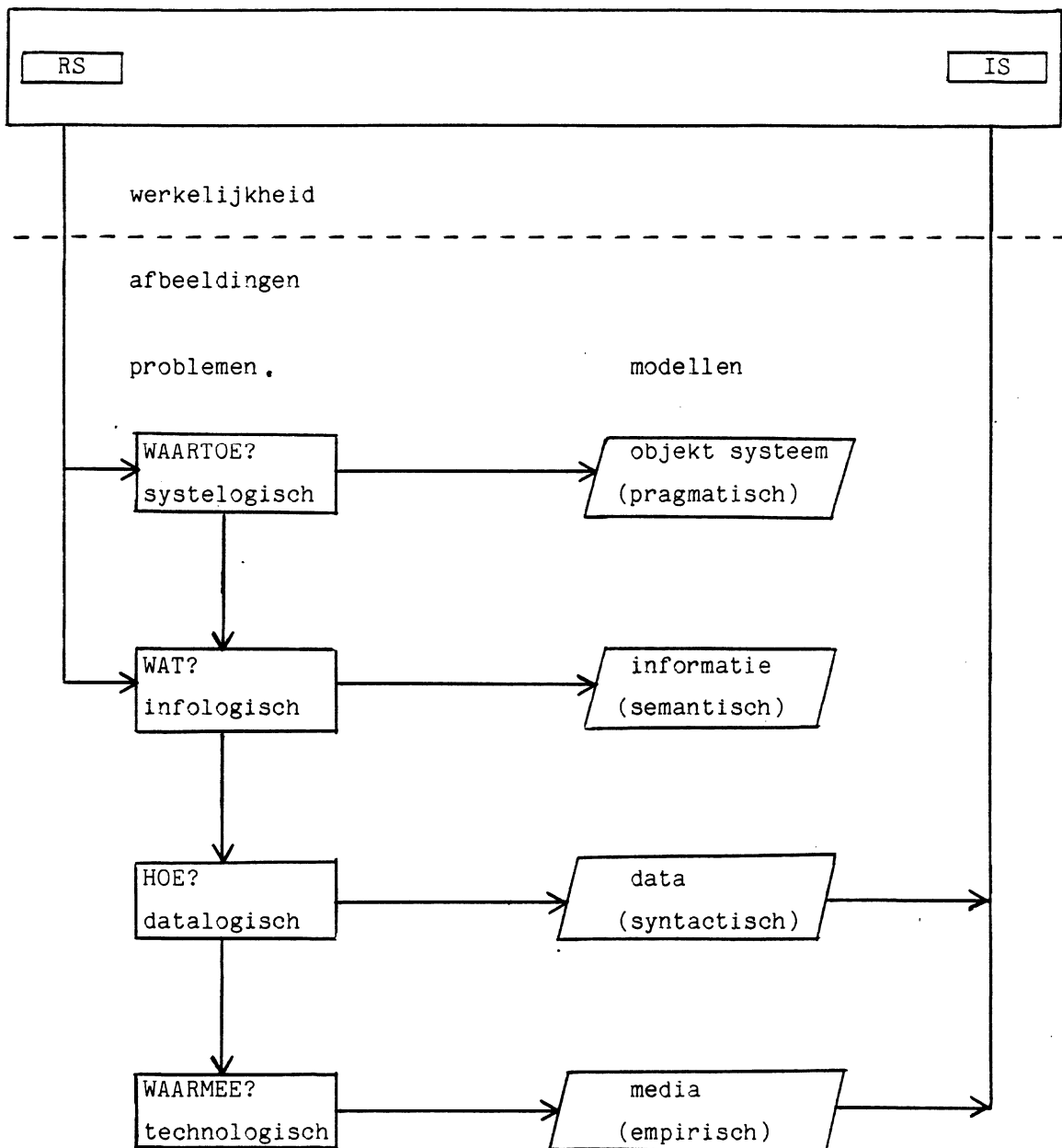
Figuur 4.2 licht de samenhang tussen de geïntroduceerde begrippen toe.

We merken hierbij op:

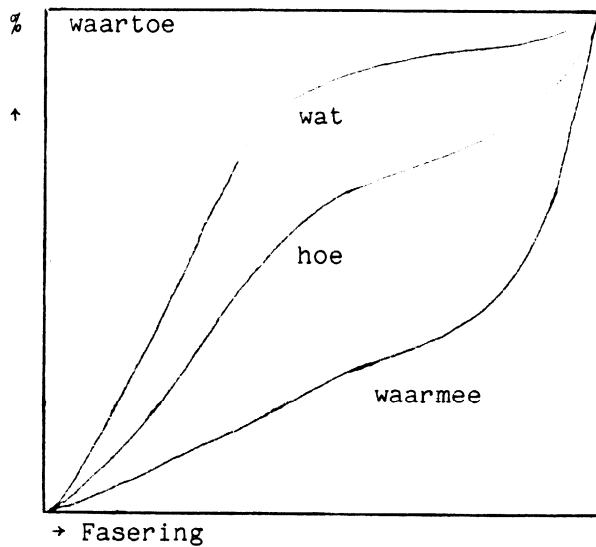
- De aangegeven modellen hebben betrekking op één component van het IS (de verzameling afbeeldingen in het IS). De datalogische en de technologische

beschouwingwijze moeten ook de andere componenten omvatten.

- De pijlen in figuur 4.2 geven de belangrijkste begripsmatige betrekkingen weer, geen volgorde van handelingen.
- De meeste conceptuele problemen ontstaan als het RS een reël (te besturen) IS is.
- Men kan de probleembeschouwing zien als een methodologisch hulpmiddel voor het verkrijgen van inzicht in wat een IS eigenlijk is. De problemen zijn echter ook gecorreleerd met de volgtijdelijke fasen in het ontwerpproces. Dit is in figuur 4.3 getekend.



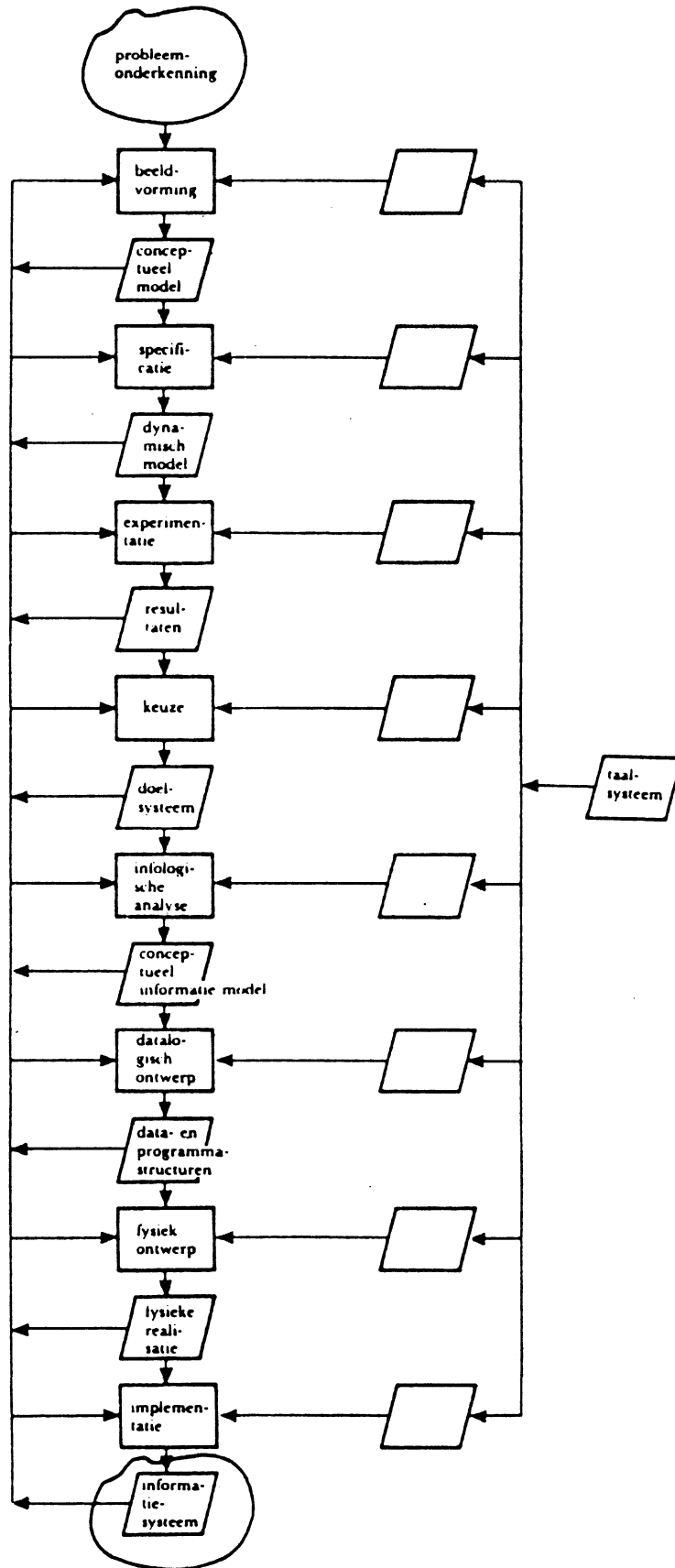
Figuur 4.2. Ontwerpen: problemen en modellen



Figuur 4.3. Samenhang tussen fasering en accent op problemen

4.2. **Systeembeschrijving**

Ontwerpen is probleemoplossen. Probleemoplossen kan niet zonder modelleren. Afwisselend hebben we te maken met conceptuele en empirische modellen, zowel beschrijvende als voorschrijvende. We hebben reeds onderscheid gemaakt tussen kenmodel en maakmodel. Ook is naar voren gebracht dat het onderscheid systelogie, infologie, datalogie, technologie nauw verwant is met een conceptueel en empirisch model van het reële systeem, een informatiemodel, een datamodel en een mediamodel. Meer algemeen is dit weergegeven in figuur 4.4.



Figuur 4.4.

Modellen worden weergegeven in een bepaalde taal. Een taal biedt een aantal primitieve termen of basisbegrippen aan. Hiermee kan een aantal concepten geformuleerd worden om bepaalde probleemsituaties in kaart te brengen.

Voor ieder van de ontwerpactiviteiten kunnen hulpmiddelen gehanteerd worden, die op een bepaalde taal zijn gebaseerd.

Laten we ons allereerst richten op het maken van STATISCHE systeembeschrijvingen.

We gaan uit van zintuiglijk waarneembare, gemakkelijk in tijd en ruimte te onderscheiden objecten, zoals afzonderlijke mensen of afzonderlijke auto's. Een groot gedeelte van de informatie in het dagelijks leven wordt per empirisch reëel object verzameld, bewaard en verstrekt. De informatie bestaat uit een weergave van eigenschappen van objecten zoals grootte, ouderdom of kleur.

Dit uitgangspunt is als volgt uit te breiden:

- informatie over groepen van objecten in plaats van over afzonderlijke objecten (aggregatie);
- informatie over delen van objecten in plaats van over afzonderlijke objecten (reticulatie);
- informatie t.b.v. het onderscheiden van de objecten:
 - . onderscheiding van objecten binnen een groep (classificatie-probleem);
 - . afgrenzing van objecten binnen een groep (definitie-probleem);
 - . unieke aanduiding van objecten binnen een groep (identificatie-probleem);
- informatie over verschillende soorten eigenschappen van objecten:
 - . onafhankelijke (of locale) eigenschappen van afzonderlijke objecten;
 - . eigenschappen die afhankelijk zijn van andere eigenschappen van dezelfde objecten;
 - . eigenschappen die afhankelijk zijn van de eigenschappen van andere objecten binnen dezelfde groep, of van eigenschappen van objecten in een andere groep;
- informatie over andere dan direct waarneembare objecten ten gevolge van samenhangen tussen objecten of delen daarvan, bijvoorbeeld een huwelijk of een werkorder.

Daarnaast is er een groot aantal andere complicaties:

- het tijdsaspect (wanneer heeft het object de betreffende eigenschappen);
- de mogelijkheid en de wijze van bepaling van een eigenschap (kennis,

- categoriale indelingen, meetschalen en dergelijke);
- representatie van de eigenschap (natuurlijke taal, codering, meetstelsels, coördinatenstelsels en dergelijke);
- informatie over betrouwbaarheid, nauwkeurigheid, bron, bestemming, openbaarheid, vertrouwelijkheid en dergelijke van de informatie;
- de bepaling van de afgeleide informatie met rekenkundige en logische bewerkingen leidend tot statistische en andere 'metrische' problemen (bijvoorbeeld psychometrische of econometrische).

Het basisbegrip objekt

We bezien nu eerst het begrip OBJEKT nader. Objecten zijn alle concrete of abstracte entiteiten die we willen onderscheiden. Noch in het communiceren over een RS, noch in het communiceren over een IS willen we echter steeds alle objecten afzonderlijk bezien. We vormen daarom groepen van objecten die we OBJEKTTYPEN noemen. We doen dat om doelmatigheidsredenen zo, dat we bij het beschrijven van IS niet steeds over de informatie van elk afzonderlijk objekt behoeven te spreken, maar kunnen spreken over een groep van objecten tezamen. Een andere reden is dat we vaak geïnteresseerd zijn in informatie over groepen van objecten (natuurlijk: meestal óók in informatie over afzonderlijke objecten) en daarom moeten we ook over groepen van objecten kunnen spreken als over een nieuw afzonderlijk objekt waarover informatie moet worden geleverd. Naar het RS gezien (systemologisch) spreken we over REELE (afzonderlijke) OBJEKTEN EN REELE OBJEKTTYPEN. Naar het IS gezien (infologisch) spreken we over INFORMATIE OBJEKTEN EN INFORMATIE-OBJEKTTYPEN (of informatische objecten resp. objekttypen). De individuele entiteiten van beide categorieën (de objecten en de objekttypen) hebben een naam: de objektnaam en de objekttypenaam. Zowel de aanduidingen 'reëel' en 'informatie' (of informatisch) bij objecten en objekttypen als de aanduiding 'naam' laten we echter vaak weg als er geen misverstand mogelijk is. Misverstand ontstaat als we die aanduidingen ten onrechte weglaten.

Objecten behoren tot één objekttype als ze zich voor het doel waarvoor we ze nodig hebben niet onderscheiden in de benodigde informatie. Om te kunnen beslissen of een bepaald objekt tot een bepaald objekttype behoort, moet er een criterium zijn met behulp waarvan we die beslissing kunnen nemen. Dit criterium, ook GENERERENDE of VITALE EIGENSCHAP genoemd, is als het ware in het objekt verborgen en niet expliciet in een informatie-eenheid tot uitdrukking gebracht. Elk objekt dat tot het bepaalde objekttype behoort heeft immers deze eigenschap. Anders gezegd: met elk objekttype is een bepaald predikaat of groep van predikaten geassocieerd. Welk predikaat dat

is, wordt op hoger niveau in meta-informatie (handleidingen of een 'data dictionary') vastgelegd in de 'definitie' van het objekttype. Overigens is het lang niet altijd eenvoudig een eenduidig operationeel criterium te formuleren. Nieuwe objekttypen worden gevormd door bepaalde waarden van een bepaald kenmerk in de genererende eigenschap van het nieuwe (sub-)type op te nemen.

Naast de vitale eigenschap onderscheiden we de IDENTIFICERENDE eigenschap. Dit is de eigenschap die de afzonderlijke objecten binnen het objekttype herkenbaar moet maken. De vitale eigenschap onderscheidt het object van andere objecten buiten het objekttype (classificatie criterium). De identificerende eigenschap onderscheidt een object van andere objecten binnen hetzelfde type (unieke objectnaam of identiteitssleutel). Deze 'key' is binnen het IS altijd nodig om de informatie-objecten van elkaar te kunnen onderscheiden (terug te vinden), maar meestal ook in het RS (vergelijk huisnummerbordjes met hemelcoördinaten van sterren).

Het basisbegrip kenmerk

We bezien nu het begrip KENMERK nader. Eigenschappen beschrijven objecten. Onder eigenschap verstaat men gewoonlijk de aard van een eigenschap tezamen met de waarde van die eigenschap (bijvoorbeeld eigenschapstype of kenmerk 'geboortjaar' met de waarde '1930'). De aard van de eigenschap of het eigenschapstype wordt meestal KENMERK genoemd. Eigenschappen (proporties) en kenmerken (attributes) worden in de informatica niet altijd scherp onderscheiden. Als dat niet tot misverstand leidt wordt in dit dictaat gesproken over eigenschappen zonder meer, anders over eigenschapstypen (of kenmerken) enerzijds, en eigenschapswaarden (of waarden) anderzijds.

Voor de beschrijving van een object is gewoonlijk een aantal verschillende kenmerken van belang. Een objektidentificatie met een aanduiding van een kenmerk en de bij dat object behorende eigenschapswaarde vormt de kleinste informatie-eenheid. Dit veronderstelt dat bekend is over welk objekttype we het hebben. Een object kan dus met zoveel kleinste informatie-eenheden worden omschreven als er relevante eigenschappen zijn. Ook het kenmerk (of eigenschapstype) heeft een naam nodig. Bovendien moet van elk kenmerk bekend zijn hoe de waarde van dat kenmerk wordt bepaald. Sommige eigenschappen kennen alleen de waarden 'ja' en 'nee'. Het object heeft dan die eigenschap wel of niet, eventueel met in het informatiesysteem als derde mogelijkheid 'niet bekend'. Andere eigenschappen kunnen een aantal kwali-

tatieve waarden aannemen of gemeten of getelde kwantitatieve waarden. De stand van de kennis en de gebruiken op het bepaalde vakgebied van het betreffende reële systeem bepalen hoe de waardebeoordeling plaatsvindt.

Er is een aantal categorieën van eigenschappen. De eenvoudigste eigenschap is de tot nu toe besproken categorie van de zogenaamde ZELFSTANDIGE OF LOKALE EIGENSCHAP. De waarden van deze eigenschap zijn onafhankelijk van de andere eigenschappen van het object en van de eigenschappen van andere objecten van hetzelfde type of van andere typen.

Daarnaast kennen we AFHANKELIJKE eigenschappen, bijvoorbeeld:

- leeftijd van een persoonsobject is afhankelijk van het geboortjaar van hetzelfde object (men maakt wel onderscheid tussen tijdsafhankelijke en tijdsafhankelijke kenmerken).
- leeftijd van een persoonsobject is ook niet geheel onafhankelijk van de leeftijd of het geboortjaar van de ouders, dus van een ander object van hetzelfde type, nl. persoon.
- leeftijd van een persoon als eigenaar kan ook één van de kenmerken zijn van een object van een ander type, auto.

Het basisbegrip relatie

Als eigenschappen samenhangen met andere eigenschappen van hetzelfde object of van andere objecten wordt vaak van het bestaan van RELATIES gesproken. Het begrip relatie heeft in de informatica en daarbuiten echter een aantal verschillende betekenissen. We beperken ons hier tot beschrijvende relaties.

Een TWEEVoudige relatie bestaat tussen twee objecten bijvoorbeeld de vader-zoon relatie of de relatie echtgenoot-echtgenote. Men kan de tweevoudige relatie als een bijzonder type eigenschap afbeelden, nl. als kenmerk van het ene met als waarde de objectidentificatie van het andere object, en omgekeerd. Alle n-voudige relaties kan men op deze wijze weer geven, namelijk door elke plaats binnen de relatie als een afzonderlijk kenmerk te definiëren. Men kan echter ook een relatie als een zelfstandig object van een ander objecttype zien, bijvoorbeeld het objecttype 'afkomst' of 'huwelijk' met als kenmerken de verschillende 'plaatsen' (ook vaak ROLLEN genoemd) binnen de relatie en met als waarden de identificatie van de gerelateerde 'oorspronkelijke' objecten. Relatie-objecten worden wel 'relationships' genoemd.

Het begrip rol heeft eveneens niet altijd precies dezelfde betekenis. Bijvoorbeeld personen kunnen optreden in de 'rol' van echtgenoot (als bij het relatie-objekt huwelijk), maar dezelfde persoon kan in een informatiesysteem ook optreden in de 'rol' van chef van het zelfstandige objekt afdeling, etcetera.

Welke keuze men maakt wordt in eerste instantie bepaald door de 'kijk' op het RS waarvoor men een IS bouwt. Dat kunnen de 'kijken' van verschillende gebruikers zijn. De relatie-objekten kunnen als eigenschap behalve aanduidingen van gerelateerde objekten ook zelfstandig eigenschappen hebben, bijvoorbeeld de huwelijksdatum van het 'relationship' huwelijk. Omgekeerd kan een zelfstandige eigenschap van een relatie-objekt ook als eigenschap van de gerelateerde objekten worden opgevat. In dat geval heeft die eigenschap bij de beide afzonderlijke gerelateerde objekten een gelijke waarde, bijvoorbeeld de huwelijksdatum.

Ook locale eigenschappen kunnen als afzonderlijk objekt worden gezien ('enkelvoudige relaties'). Tot de eigenschappen van deze nieuwe objekten behoren dan bijvoorbeeld de objektidentificaties van de oorspronkelijke objekten die deze eigenschap hebben, maar ook deze nieuwe 'eigenschaps-objekten' kunnen weer zelfstandige nieuwe eigenschappen (en relaties!) hebben, enzovoorts.

In vele gevallen doet het onnatuurlijk aan relaties en locale eigenschappen van gemakkelijk zintuiglijk waarneembare en te onderscheiden objekten systelogisch als afzonderlijke reële of informatische objekten te zien. Logisch is er echter niets tegenin te brengen. In sommige formele datamodellen wordt dat dan ook gedaan. Belangrijker is dat een dergelijke 'niet natuurlijke' benadering economische en andere voordelen zou kunnen hebben in gegevensbeheersystemen en informatiesystemen en wel op infologisch, datalogisch en technologisch niveau, wat ten koste gaat van de herkenbaarheid op systelogisch niveau. Meer en meer groeit daarom de onderkenning dat voor de oplossing van de verschillende sub-problemen verschillende datamodellen gehanteerd kunnen worden.

Het basisbegrip waarde

We bezien nu het basisbegrip WAARDE verder. Bij elk kenmerk van een objekttype kunnen bepaalde waarden voorkomen, maar ook het waardebegrip moet worden gerelativeerd. Afzonderlijke waarden kunnen nl. als eigenschapstype (kenmerk) of als bijzonder objekt worden gezien. Dit is gewoonlijk nog

'onnatuurlijker' dan eigenschappen of relaties als objekt te zien. Dit laatste lukt bij relaties nog wel, vooral als er een document is waarop de relatie is vastgelegd (contract, akte, en dergelijke). Maar om dezelfde redenen als bij relaties is het soms nodig ook waarden te objectiveren (strikt formele modelontwikkeling en technisch-economische voordelen). Een voorbeeld is de reeks gehele getallen. Elk getal kan al dan niet binnen bepaalde grenzen de 'rol' van een jaartal of lengte (bijvoorbeeld in centimeters) of een aantal kinderen vervullen. Indien een waarde (getal) als een objekt wordt beschouwd zijn de eigenschapstypen (kenmerken) de verschillende rollen, en zijn de waarden bijvoorbeeld de administratiecode of de naam van de persoon met dat bepaalde geboortjaar, die bepaalde lengte of dat aantal kinderen.

Een afzonderlijk probleem is hoe een waarde wordt genoteerd en gepresenteerd, niet alleen bij de gegevensvastlegging en de opslag, maar ook bij de verwerking en de verstrekking aan de gebruiker. Bij numerieke waarden bijvoorbeeld de keuze tussen vaste en drijvende komma, en de keuze van het maatstelsel, bij alfabetische omschrijvingen de keuze van het gebruik van een natuurlijke taal of van afkortingen en coderingen, etc.

Met behulp van objecten is slechts een gedeelte van een RS en van een IS in kaart te brengen. Objecten worden immers gebruikt in bepaalde activiteiten of funkties. Het weergeven van welke objecten in welke funkties gebruikt worden, kan in een incidentie-matrix geschieden, of ook in data-flow diagrammen. Functies kunnen veelal hiërarchisch worden opgesplitst. Functies of activiteiten worden in een bepaalde volgorde uitgevoerd. Dit kan worden weergegeven in precedentie-matrices, in activiteiten schema's, of in functie-afhankelijkheidsdiagrammen.

Soms is het gewenst om in detail aan te geven welke toestandsveranderingen in objecten van invloed zijn op of veroorzaakt worden door bepaalde activiteiten. Dit kan bijvoorbeeld worden weergegeven in levenscyclusdiagrammen van objecten of in petri-netten. Voor een verdere uitwerking hiervan wordt de lezer verwezen naar Bijlage II.

Tot zover hebben we gekeken naar mogelijkheden om systemen statisch te beschrijven, zonder rekening te houden met tijdsaspecten. Een eerste mogelijkheid om DYNAMISCHE systeembeschrijvingen te geven ligt in de introductie van het begrip gebeurtenis of event. Een gebeurtenis wordt gekarakteriseerd door een tijdstip waarop een toestandsverandering in één of meer objecten plaatsvindt. Een gebeurtenis kan als trigger een of meer toestandsveranderingen induceren.

In sommige gevallen is het omslachtig om het gebeuren in organisaties volledig te beschrijven in begin- en eindgebeurtenissen. Het is dan meer natuurlijk om aktiviteiten te beschrijven, die een zekere tijdsduur in beslag nemen en op een of meerdere objekten werken. Een functie omvat dan een of meerdere aktiviteiten die in een vastliggende of conditionele volgorde worden afgewerkt.

Een andere beschrijvingsvorm probeert niet op voorhand een scheiding te maken tussen objekten en functies. Echter, men probeert het verloop van de gebeurtenissen in een systeem gedetailleerd te beschrijven. Hiervoor bestaan een drietal benaderingswijzen:

a. de gebeurtenis-benadering

Hierbij gaat men uit van gebeurtenissen die een toestandsverandering in het objekt-systeem teweeg brengen. De gebeurtenis zelf is tijdloos. In een voorbeeld van een winkel met klanten, bedienden en kassières zijn gebeurtenissen:

- aankomst van een klant
- begin bediening
- einde bediening
- begin betaling
- einde betaling
- vertrek van een klant

b. de aktiviteiten-benadering

Wanneer men deze benaderingswijze hanteert, stelt men zich op als toeschouwer van het objektsysteem. Men probeert dan aktiviteiten te onderscheiden als verzamelingen akties die de toestandsvariabelen op gelijke wijze doen veranderen.

In het voorbeeld kunnen als aktiviteiten met een beginpunt, een eindpunt, een tijdsduur en een specifieke afhandelingsinstructie beschouwd worden:

- bediening
- betaling

c. de proces-georiënteerde benadering.

Een proces is een verzameling gebeurtenissen binnen een systeem-component. Om deze te kunnen beschrijven, onderscheiden wij het begrip PROCES-OBJEKT dat 'gedrag' kan produceren door transformatieregels toe te passen op de waarden van attributen en door interacties met andere objekten. De mogelijke transformatieregels en interactiepaden (de AKTIES) kunnen we vastleggen in een proces-patroon of scenario binnen een proces-objekt. In het voorbeeld van de winkel zijn een klant, een be-

diende en een kassière te beschouwen als proces-objekten met eigen kenmerken en aktiepatronen. Hiermee kunnen we de black box van individuele beslissers openbreken en de gehanteerde begrippen en regels beschrijven. De beschrijvingsvorm van proces-objekten met hun attributen en akties blijkt flexibel te zijn voor het beschrijven van individuele beslissers. Zij sluit direkt aan bij representatievormen die we kennen vanuit het gebied van de kunstmatige intelligentie.

Welke beschrijvingswijze men ook kiest, het resultaat is een logische beschrijving van het reële systeem of van het informatiesysteem. In het laatste geval spreken we van een informatiemodel, waarvan bekend is aan welke operationele eisen het moet voldoen.

Tijdens de oplossing van het infologisch probleem moet dit informatiemodel vertaald worden in een gegevensmodel en een programmamodel. Het gegevensmodel wordt ook wel aangeduid als conceptueel schema. Om een situatie in een gegevensmodel vast te leggen, kunnen verschillende 'datamodellen' gehanteerd worden. Bekende 'datamodellen' zijn: het entity-attribute-relationship-model, het binaire model, het entity-relationship model. Een conceptueel schema wordt vertaald in interne en externe schema's, zie Griethuysen (1981).

4.3. Ontwerptheorieën

Bij het ontwerpen van informatiesystemen speelt als denkwijze altijd mee een optiek over het funktionieren van organisaties. Vaak komt dit al tot uitdrukking bij het vormen van een beeld van de bestaande situatie en het hard maken hiervan. Echter, bij het bedenken van alternatieven, het eigenlijke ontwerpen, komt een ontwerptheorie in het bijzonder naar voren.

Zonder naar volledigheid te willen streven noemen we enkele theorieën:

1. Bij het beschrijven van een objektsysteem kan men uitgaan van vooraf gedefinieerde organisatorische functies. Vaak wordt hiervoor de traditionele indeling marketing, produktie en financiering gehanteerd. De afstemming van de verschillende functies verloopt dan via het topmanagement en/of via een budgetteringssysteem. In deze gedachtengang ligt een opzet voor een informatiesysteem, dat gebaseerd is op bijvoorbeeld de goederenstroombeheersing, minder voor de hand. Immers, men blijft uitgaan van de bestaande funktionele structuren. Deze aanpak wordt wel de data gerichte aanpak genoemd, wanneer men op basis van de

gegeven functies een logische gegevensstructuur vaststelt.

2. Verrijn Stuart (1976) hanteert in navolging van Blumenthal een besturingsmodel van een organisatie. Nagegaan wordt welke primaire processen in de organisatie plaatsvinden en welke processen ter besturing hiervan geïdentificeerd kunnen worden. Deze aanpak wordt wel de proces-gerichte benadering genoemd. Dit kader werkt verhelderend voor de identificatie van het objektsysteem en het informatiesysteem. Echter, de inhoud van de componenten en de sub-systeemkeuze wordt niet door een besturingsmodel aangedragen. Bovendien leidt dit denken in regelkringen mogelijkwerwijs tot het verwaarlozen van een belangrijk aspect bij beslissingen in organisaties, namelijk het kiezen uit alternatieven. Anders gezegd, de nadruk ligt op een voorschrijvend conceptueel model, niet op een empirische invulling.
3. In de wereld van beslissingsondersteunende systemen wordt er veelvuldig van uitgegaan dat 'zwak gekoppelde systemen' een goede oplossing bieden voor afstemmingsproblemen in organisaties. Men denkt dan individuen of groepen die via persoonlijk computergebruik hun beslissingen ondersteunen, te kunnen afstemmen via een budgetteringssysteem of via een datacommunicatienetwerk met mogelijkheden voor elektronisch berichtenverkeer etc. Afstemming lijkt ons hier moeilijk realiseerbaar en wildgroei niet onlogisch, tenzij hiervoor in het systelogisch ontwerp waarborgen worden ingebouwd.
4. Wij stellen bij de constructie van het conceptueel model en het empirisch model het onderscheid tussen lokale en globale beslissingen en de coördinatie hiervan centraal. Lokale beslissingen zijn relatief eenvoudig, zijn gegeven in fysieke eenheden en zijn gericht op de goederenstroombeheersing. Globale beslissingen richten zich op de coördinatie.

De data en de procesaanpak worden wel als twee uitersten naast elkaar gesteld. Dit lijkt ons echter niet juist. In de eerste plaats wordt in beide benaderingen de bestaande situatie geanalyseerd. Richtlijnen voor - systelogische - veranderingen vloeien hier echter niet automatisch uit voort.

Daarnaast is er een onlosmakelijke samenhang tussen data-analyse en functie- (of proces-) analyse. Interactie-diagrammen, precedentie-diagrammen en precedentie-matrices, dataflow diagrammen, hiërarchische input-output diagrammen zijn voorbeelden van beschrijvingswijzen die deze samenhang weergeven.

4.4. Een voorbeeld

Ter toelichting gaan wij uit van een hypothetische casuspositie van een grootwinkelbedrijf, die is uitgewerkt in Sol (1982). Wij hanteren hierbij figuur 4.4. als leidraad. De aanpak is de volgende:

- maak een systeem beschrijving,
- probeer vervolgens beslissingsregels te achterhalen, en maak hiervan een dynamisch model.
- analyseer de beslissingsregels met behulp van dit model,
- creëer alternatieve oplossingen en test een bevredigende oplossing als prototype,
- kijk hoe het prototype in een informatieverwerkend systeem geïmplementeerd kan worden.

Op basis van onze ontwerptheorie richten wij ons eerst op de beschrijving van lokale beslissingen, met name met betrekking tot de voorraadregulering. Daarmee kunnen wij in principe de vertaalslag naar globale beslissingen en de assortimentsamenstelling maken. Als communicatievoertuig kiezen wij de beschrijvingsvorm van proces-objekten.

Vervolgens wordt een conceptueel model geconstrueerd. Dit bestaat uit de proces-objektypen die de beslissingsprocessen weergeven en uit de hierin gehanteerde objektypen voor de beschrijving van fysieke en informatiestromen. Van deze objektypen wordt een attribuutspecificatie gegeven voor zover deze bijdraagt tot een verdere afbakening van de probleemsituatie. Zo onderscheiden we winkel, fabriek, magazijn, artikel, order, orderregel, leverancier, leverantie, filiaalchef, magazijnchef, fabrieksplanner, voorraadbeheersing, inkoop.

Daarna volgt de constructie van een dynamisch model, waarin regels voor de voorraadregulering in het licht van de voor de beslissers beschikbare gegevens in detail gespecificeerd worden.

Het dynamisch modelsysteem wordt geverifieerd op consistentie en op betrouwbaarheid van de gebruikte verdelingen met hun parameters. De resultaten worden ter validatie aan plausibiliteitstoetsen onderworpen.

Het gevalideerde model van de actuele situatie wordt geanalyseerd door met behulp van regressieanalyse mogelijke verbanden na te gaan. Instrumentele variabelen zijn dan maximumvoorraad per artikel en bestelpunt. Niet-beheersbare variabelen zijn omzetbijdrage per artikel en vraag per artikel. De belangrijkste endogene variabelen zijn de technische voorraad en de economische voorraad.

De belangrijkste conclusie is dat er in de actuele situatie geen verbanden kunnen worden gevonden per artikel op winkel en op magazijnniveau. Alleen aggregatie van artikelen per locatie levert acceptabele verbanden op. Op weekbasis en geaggregeerd per locatie komen enige verbanden naar voren tussen economische en technische voorraad aan de ene kant en bestelpunt, omzet bijdrage en vraag anderzijds. Analyse van tijdseries suggereert verbanden die bij nader onderzoek niet bevestigd worden. Dit impliceert dat de tijdigheid van informatie van geringe betekenis is in de situatie van dit grootwinkelbedrijf.

Deze analyse betekent dat de beschikbaarheid van meer gegevens over lokale beslissingen niet noodzakelijk tot meer inzicht leidt. Wij vinden weinig aanzetten tot een verbetering van de voorraadbeheersing op lokaal en globaal niveau.

Op basis van de analyse van de actuele situatie en van onze ontwerptheorie bekijken wij als variabelen in een verder onderzoek de bestelintervallen per winkel en magazijn, de instelling van de maximumvoorraden en het gehanteerde bestelsysteem. Na een verkenning van de variabelen wordt een proefopzet gemaakt.

Wij concluderen dat een bestelsysteem met vaste bestelintervallen en variabele bestelhoeveelheden een goede oplossing biedt. Voor dit alternatief wordt een verder onderzoek gedaan om de maximumvoorraden en de bestelintervallen goed in te stellen. Wij vinden een verband tussen technische voorraad en maximumvoorraad en tussen economische voorraad en maximumvoorraad per artikel geaggregeerd over alle winkels. Uitspraken over de effecten van instrumentele variabelen op artikelniveau per winkel zijn echter moeilijk te doen. Het vasthouden van locale gegevens levert dus in dit geval nauwelijks inzicht op.

Wel kunnen deze gegevens worden samengevat in verdelingsfuncties waarmee het dynamisch model gevoed kan worden. Wij introduceren daarmee het model-systeem als beslissingsondersteunend systeem in het te implementeren informatiesysteem. Dan moeten per artikel een verdelingsfunctie van levertijden en van ordergrootte worden bijgehouden. Daarnaast is per winkel een verdelingsfunctie van de vraag nodig. Op soortgelijke wijze kunnen diverse andere beslissingsondersteunende systemen ontwikkeld worden, bijvoorbeeld voor productie planning en assortimentsamenstelling.

Het voorgestelde bestelsysteem samen met de beslissingsondersteunende systemen voor globale beslissingen kan technisch op verschillende manieren gerealiseerd worden. Een van die mogelijkheden is het installeren van point

of sales terminals die lokaal staan opgesteld. Voor deze oplossing bekijken wij de datalogische en technologische realiseerbaarheid. Wij concluderen dat een terminal per winkel tot acceptabele wachttijden en bezettingen leidt.

De gekozen systelogische specificatie wordt als doelsysteem vastgelegd, waarmee de effectiviteit van het informatiesysteem nu in hoofdlijnen is bepaald. Voor de beoordeling van de efficiëntie moet een koppeling naar de infologische analyse en het datalogisch ontwerp gemaakt worden.

Het doelsysteem is een goed gedefinieerd uitgangspunt voor de uitwerking van het infologische, datalogische en technologische probleem. Het doelsysteem wordt aangevuld tot een informatiemodel door alle administratieve processen en terminal-interactieprocessen voor zover nodig weer te geven. Door simulatie met prototypes die hieruit worden afgeleid, komen diverse informatie- en operationele eisen naar voren. Het informatiemodel kan eenvoudig worden vertaald in een gegevensbankmodel en een conceptueel programamodel.

Hieruit kunnen bijvoorbeeld Codasyl gerichte data- en mediamodellen en applicatieprogramma's worden gegenereerd. Simulatie is goed te gebruiken om de efficiëntie van deze ontwerpen te analyseren en te verbeteren.

De implementatie wordt door middel van de ontwikkelde modellen ondersteund. Aangezien het oorspronkelijke modelsysteem deel uitmaakt van het informatiesysteem, blijft nu een ontwikkelsysteem voor de aanpak van slecht gestructureerde problemen in de organisatie operationeel.

4.5. Literatuur

- Pin-Shan-Chen, P., Entity-relationshipmodel - towards a unified view of data, ACM, maart 1976, pg. 9-36
- Davis, G.B., McKeen, J.D., Naumann, J.D., Determining Information Requirements: A contingency Method for Selection of a Requirements Assurance Strategy, The Journal of Systems and Software 1, 1980.
- ISO TC97/SC5/WG3 rapport over Concepts and terminology for the conceptual schema, february, 1981, J.J. Griethuysen in INFORMATIE, juli/augustus 1981.
- Langefors, B., Samuelson, K., Information and Data in Systems, Protocol-

- li/Charter, New York 1976.
- Langefors, B., Sudgren, B., Information systems Architecture, Protocol-
li/Charter, New York, 1975.
 - Olle, T.W., Sol, H.G., Verrijn Stuart, A.A., Information Systems Design
Methodologies: A Comparative Review, North-Holland, Amsterdam, 1982.
 - Olle, T.W., Sol, H.G., Tully, C.W., Information Systems Design Methodolo-
gies: A Feature Analyses, North-Holland, Amsterdam, 1983.
 - Olle, T.W., Sol, H.G., Verrijn Stuart, A.A., Information Systems Design
Methodologies: Improving the Practice, North-Holland, Amsterdam, 1986.
 - Sol, H.G., Simulation in Information Systems Development, dissertatie
Rijksuniversiteit Groningen, 1982.
 - Verrijn Stuart, A.A., Kwantitatieve aspecten van informatiesystemen, Sam-
son, Alphen aan den Rijn, 1976.

5. METHODIEKEN

5.1. De plaats van methodieken

Informatiesystemen worden ontwikkeld om een bijdrage te leveren aan een beter functioneren van organisaties. Kwaliteit zou dan ook een zeer belangrijk kenmerk van informatiesystemen moeten zijn, alhoewel dit niet eenvoudig te meten is. Rzevski (1982) onderscheidt de volgende criteria voor de kwaliteit van informatiesystemen:

- betrouwbaarheid, bijv. te meten aan beschikbaarheidsuren
- onderhoudbaarheid, uren besteed aan nieuwbouw versus onderhoud,
- uitbreidbaarheid, nieuwbouwuren,
- bruikbaarheid, het aantal klachten en wijzigingsaanvragen,
- relevantie, gerealiseerde kosten en baten,
- robuustheid, nieuwbouwuren,
- overdraagbaarheid, conversie-uren,
- technische doelmatigheid, looptijden, schijf- en cpu bezetting.

Methodieken voor de ontwikkeling van informatiesystemen staan momenteel sterk in de belangstelling, niet in het minst omdat men verwacht dat een goede methodiek de juiste balans tussen kwaliteit van het produkt en produktiviteit van het ontwerpproces weet aan te geven. In onderzoeken komt naar voren dat er nog weinig uniformiteit in methodieken te onderkennen is, laat staan dat er zoiets als een beste methodiek aangeduid zou kunnen worden, zie Olle, Sol en Verrijn Stuart (1982) In Olle, Sol en Tully (1983) blijkt dat een kader voor vergelijking van methodieken nog uitermate moeilijk aan te geven is. Vele discussies op dit terrein kan men structureren door een onderscheid te maken tussen aan de ene kant DOELMATIGHEID (efficiëntie) en DOELGERICHTHEID (effektiviteit), en aan de andere kant tussen het ontwikkelings PROCES en de resulterende PRODUCTEN, zie Olle, Sol en Verrijn Stuart (1986).

Gereedschap voor automatisering van de informatisering richt zich tot nu toe sterk op de verhoging van de doelmatigheid, met name in de ontwerp- en implementatiefasen. Tegenover deze 'technology push' staat een 'application pull':

- Onderhoud van informatiesystemen vergt meer en meer beschikbare middelen.
- De gebruiker in een omgeving van kantoorautomatisering of beslissingsondersteunende systemen stelt hoge eisen aan de doelgerichtheid van de ontwikkelde informatiesystemen.

Het is niet denkbeeldig, dat de door produktiviteitsverbetering gecreëerde ruimte door deze 'application backlog' wordt opgevuld. Ook in de software engineering zijn vele ontwikkelingen gaande om tot een produktiviteitsverbetering te komen, zie bijvoorbeeld Wasserman (1982). Hetzelfde geldt voor het gereedschap voor de ontwikkeling van beslissingsondersteunende systemen, zie Bonczek et al. (1982), Dickson (1983) en Sol (1983).

Wat zijn methodieken?

Onder een METHODIEK wordt in het algemeen verstaan een samenhangend geheel van methoden voor de aanpak van een bepaalde categorie van praktische (technische of organisatorische) problemen. Onder een METHODOLOGIE wordt verstaan een samenhangend geheel van methoden voor de oplossing van een bepaalde categorie van theoretische (wetenschappelijke) problemen.

METHODEN (werkwijzen) zijn verzamelingen van voorschriften en regels zoals die in de werkelijkheid worden gehanteerd (descriptie) of zoals die gehanteerd zouden moeten worden (prescriptie).

TECHNIEKEN zijn de hulpmiddelen waarvan men bij het toepassen van een methode gebruik maakt en/of de vaardigheden die men zich daarvoor eigen heeft moeten maken (vergelijk de techniek van het pianospelen met gebruikmaking van het hulpmiddel notenschrift). Vaak worden deze begrippen niet onderscheiden. Het engelse 'methodology' betekent zowel methodiek als methodologie.

Bij voorkeur zouden methoden en technieken moeten passen in methodieken en die zouden op hun beurt een theoretische en methodologische onderbouwing moeten hebben. In de werkelijkheid is dat nooit volledig het geval. Wel wordt de markt overspoeld met aanbiedingen van publicaties, opleidingen en n-de generatie-systemen m.b.t. het tot stand brengen en in bedrijf houden van informatiesystemen. De pretenties van deze aanbiedingen zijn bijna altijd groter dan de prestaties. Meestal omvatten zij slechts een deeloplossing voor een bepaald aspect voor bepaalde fasen van een bepaald type informatiesysteem.

Binnen een rekencentrum of afdeling systeemontwerp dient zoveel mogelijk te worden gewerkt volgens een bepaalde bij voorkeur gestandaardiseerde

werkwijze.

Deze STANDAARDISATIE is een groot probleem. De oorzaak hiervan is het nog ontbreken van een algemene vakopleiding die door een desnoods ambachtelijke traditie een zekere vaste vorm heeft gekregen.

Het is minder belangrijk welke regels worden gegeven dan dat aan de gegeven regels de hand wordt gehouden.

De redenen om tenminste tot een interne standaardisatie te komen zijn:

- a. grotere zekerheid dat de kwaliteit van het werk aan de eisen voldoet (systematisch volgen van afhandelingslijsten en de documentatie van voorgaande fasen);
- b. gemakkelijker overdracht van werkzaamheden bijvoorbeeld bij ziekte, promotie, ontslag, verandering van prioriteiten e.d.;
- c. sneller inwerken en opleiden van nieuw personeel;
- d. sneller werk doordat niet telkens opnieuw behoeft te worden overwogen hoe gewerkt zal worden en een zekere routine in het gebruik van de gekozen methodiek ontstaat;
- e. gemakkelijke en effectieve controle op de uitgevoerde werkzaamheden door de leiding, ten gevolge van de vaste wijze van rapporteren, volgorde e.d.;
- f. gemakkelijke conversie naar andere machines en programmeertalen;
- g. gemakkelijke uitwisseling en samenwerking met andere rekencentra;
- h. grotere toegankelijkheid van de ontwikkelde systemen in verband met wijzigingen en uitbreidingen op een later tijdstip;
- i. voorwaarde om te kunnen communiceren met opdrachtgevers, die ook in de gekozen verslagleggingsmethoden moeten worden ingewerkt.

Zowel nationaal als internationaal wordt gewerkt aan normalisatie van systeemdocumentatie, b.v. het ISO Draft Proposal 6592. Standaardisatie is in het algemeen vrijwillig beperken van het aantal variëteiten op elk organisatorisch en maatschappelijk niveau. Onder normalisatie verstaat men in principe het dwingend voorschrijven van het volgen van de vastgestelde normen liefst op nationaal of internationaal niveau. Ook internationaal worden de termen standaardisatie en normalisatie echter door elkaar gebruikt.

Behalve voor documentatie wordt er ook gestreefd naar standaardisatie voor de systeemcomponenten zelf zoals apparatuur, informatiedragers, programmeertalen en programma's, definities en identificatie van informatie-objekten en informatiekenmerken, etc. Met name van de zijde van de overheid wordt daaraan grote waarde gehecht.

Standaardisatie heeft niet alleen grote (industrie-)politieke consequenties, maar is ook van uitermate groot belang voor de doelmatigheid en de bestuurbaarheid van de particuliere en de openbare sector. Voor de ontwerper is van praktisch belang dat hij zich in elke fase van de projectcyclus moet afvragen of hij voldoende heeft nagegaan of gebruik kan worden gemaakt van reeds bestaande, bij voorkeur gestandaardiseerde componenten. Voor de informatiemanager is van belang dat hij zonodig dwingende aanwijzingen geeft.

De standaardisatie in de informatica loopt vaak vast op zulke triviale problemen als de wijze waarop namen en adressen worden geschreven, de opmaak van facturen en bestellingen, de digitale codering van letters en cijfers, de keuze van maateenheden, en de terminologie voor het gebruik van gegevensbeheersystemen en andere toepassingsonafhankelijke programmatuur.

Voorbeelden van normalisatie(-voorstellen) zijn:

NEN 3283: Automatische gegevensverwerking - symbolen voorstroomschema's.

NPR 3592: Regels voor het toepassen van symbolen en stroomschema's.

NEN 1422: Programma Structuurdiagram.

De belangrijke ontwikkelingen van de laatste jaren zijn het 'Open System Interconnection Model' (ISO-Reference Model) voor informatie-overdracht en het ontwerp 'Conceptual Schema' (begrippen en termen) voor informatieverzamelingen.

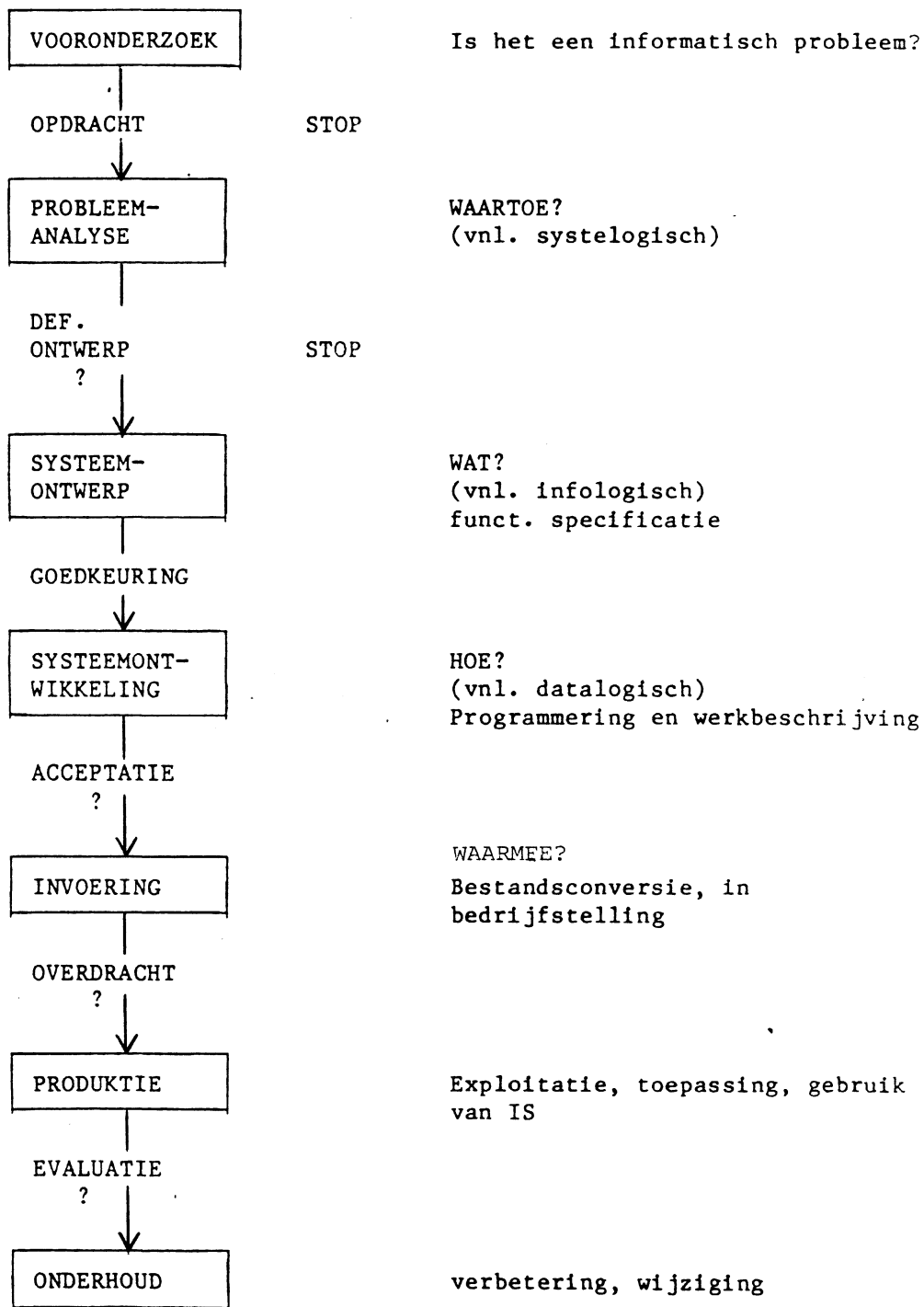
5.2. De systeemcyclus, een overzicht

Reeds eerder is opgemerkt, dat een aanpak voor het ontwerpen van informatiesystemen in een specifieke probleemsituatie het resultaat is van een denkwijze, een afbeeldingswijze, een werkwijze en een beheerswijze. Laten we ons eerst richten op de werkwijze en de beheerswijze die we in vele methodieken tegenkomen. Veelal komt men dan de fasenindeling van de systeemcyclus tegen.

In figuur 5.1. zijn de SYSTEEMFASEN schematisch weergegeven. Een gedetailleerde behandeling volgt in 5.3. De systeemfasen vertonen inhoudelijk in de literatuur en in praktijk grote overeenkomst. Ze verschillen echter in afgrenzing, gedetailleerde uitwerking en terminologie.

VOORONDERZOEK en/of PROBLEEMANALYSE worden soms 'toepasbaarheids- of haalbaarheidsonderzoek' (feasability-study) genoemd. Ook wordt hier meer en meer de aktiviteit 'planning van de informatiseringsstrategie' geplaatst. Deze fasen met de fase SYSTEEMONTWERP worden samen vaak 'systeem-analyse' genoemd.

De meeste onduidelijkheid bestaat over de term 'systeemontwikkeling'. Soms wordt tussen de twee fasen SYSTEEMONTWERP en SYSTEEMONTWIKKELING een fase tussengevoegd met een overeenkomstige afsplitsing van activiteiten. Men krijgt dan daarvoor drie fasen met bijvoorbeeld de namen 'functioneel ontwerp', 'technisch ontwerp' en 'systeembouw'. De 'systeembouw' omvat dan hoofdzakelijk programmering en werkbeschrijving. In de technische informatica wordt voor de programmering soms de term 'implementatie' gebruikt. In de toegepaste informatica wordt 'implementatie' meestal gebruikt voor de fase INVOERING. Tenslotte worden de termen 'systeemontwerp' en 'systeemontwikkeling' veel gebruikt voor alle fasen tot aan of zelfs tot en met INVOERING en inclusief ONDERHOUD, dus alleen PRODUCTIE uitgezonderd.



figuur 5.1. Systeemfasering

Toelichting bij figuur 5.1.

- a. Het eindprodukt van elke fase bestaat uit één of meer 'documenten' die aan bepaalde eisen voldoen. In oudere handboeken over de toepassing van computers wordt de documentatie veelal als een laatste en afzonderlijke fase genoemd. Dit moet ten enen male worden afgewezen omdat:
- elke fase en zelfs subfase afzonderlijk moet worden afgesloten met een schriftelijke vastlegging van de resultaten.
 - deze vastlegging moet worden goedgekeurd voordat aan de volgende fase mag worden begonnen.

Er moet precies worden aangegeven wanneer een bepaalde fase is afgesloten (meetpunten). De meetpunten zijn het gereedkomen van de documentatie. De activiteiten van elke fase zijn de werkzaamheden die nodig zijn om de documentatie te vervaardigen. Zonder de documentatie is een activiteit niet beëindigd, zelfs niet aantoonbaar uitgevoerd. Dit is kenmerkend voor de constructie die informatiesysteem heet. De documentatiemethoden zijn zeer nauw verweven met analyse- en ontwerpmethodieken. De niet voor een bepaald IS vervaardigde componenten, bijvoorbeeld apparatuur, standaard programmatuur en personeel, worden kant en klaar van elders betrokken en na acceptatietest of andere toetsing ingebouwd.

- b. Op elke fase volgt een formele beslissing op basis van de in die fase geproduceerde documenten. Slechts op de eerste fasen kan een 'stop' volgen. Op alle andere fasen kan een herhaling, in de vorm van een wijziging, aanvulling of correctie van de zojuist doorlopen fase volgen. Het afbreken van projecten in andere dan de beide eerste fasen en het terugkoppelen naar vroegere fasen dan de zojuist doorlopen fase betekent dat er ernstige fouten zijn gemaakt. Dit geldt niet voor de fase ONDERHOUD. Vanuit de onderhoudsfase kan naar elke vroegere fase worden teruggekoppeld, zie gestippelde terugkoppeling in het schema. Op formeel genomen besluiten kan alleen door het voor dat besluit bevoegde orgaan worden teruggekomen. Ook binnen de hoofdfasen vinden een of meer keren terugkoppelingen plaats, maar dat heeft niets met 'fouten' te maken: het behoort tot de normale ontwerp- en uitvoeringsprocedure: bijvoorbeeld testprocedures in de programmering of correctieprocedures in de productie.

- c. De verantwoordelijkheid voor elke fase van een bepaald project en voor elke daarop volgende beslissing moet worden toegewezen aan een bepaalde

organisatie-eenheid. De beslissing na elke fase dient bij voorkeur te geschieden door anderen dan degenen die de fase hebben uitgevoerd. Dit betekent echter niet dat de taakverdeling tussen verticale en horizontale en tussen externe en interne organisatie-eenheden per fase voor alle projecten dezelfde is. De toewijzing kan van project tot project verschillen. De algemene organisatiestructuur, zoals toewijzing van taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden moet daarentegen wel worden geformuleerd in termen van de fasen van de systeemcyclus.

d. In het denken van de informatiekundige overlappen fasen elkaar omdat men meestal zijn gedachten al over de volgende fase(n) moet laten gaan voordat de voorgaande fase afgesloten kan worden (IS-aspecten). De grondregel is echter dat dit slechts mag gebeuren voor zover het nodig is om de fase waar aan men werkt eventueel voorlopig af te sluiten.

e. Alle fasen moet men in de praktijk verder detailleren.

Het ontwerpen van informatiesystemen is een zodanig omvangrijke en fijn gestructureerde activiteit geworden dat het evenals op vele andere gebieden noodzakelijk is met uitgebreide afhandelingsschema's te werken. Deze afhandelingsschema's zullen van organisatie tot organisatie enigszins verschillen door de aard van de informatiesystemen en het ervaringsniveau.

5.3. De afzonderlijke systeemfasen

De hieronder volgende behandeling van de afzonderlijke systeemfasen is vooral gericht op de in elke fase te produceren documenten.

Vooronderzoek

Het uitgangspunt is een probleemsituatie in een organisatie. Vastgesteld moet worden wat het probleem is en hoe het kan worden opgelost (systelogische beschouwing). Het doel van het VOORONDERZOEK is vooral na te gaan of het de moeite kan lonen een onderzoek in te stellen naar de mogelijkheden en de hoedanigheden van een nieuw informatiesysteem. Het gaat om een eerste gebiedsafgrenzing (het te besturen RS) en het verkrijgen van een eerste indicatie over de omvang en de aard van de sociale, economische, bestuurlijke, organisatorische en technische implicaties van een nieuw informatiesysteem en de daarmee gemoeide inspanningen.

In diverse organisaties gaan automatiseringsprojecten steeds meer

onderlinge samenhang vertonen. Daarnaast moeten nieuwe informatiesystemen ontworpen worden die in meerdere of mindere mate gebaseerd zijn op bestaande systemen.

Dit impliceert een verschuiving van een individuele, projekt-gerichte aanpak naar een planning van de organisatie van de informatievoorziening, zowel op korte als op lange termijn. Het informatieplan moet dan een kader bieden voor een vooronderzoek, omdat al voldoende van het probleemgebied bekend is. Het vooronderzoek blijft in dat geval beperkt tot de formulering van een opdracht voor de volgende fase.

Het eindrapport van de fase VOORONDERZOEK bevat een concreet advies over het al dan niet overgaan tot de volgende fase. Gezien de aard van de fase vooronderzoek kunnen weinig formele, laat staan gestandaardiseerde eisen aan de vorm van de rapportage worden gesteld. In elk geval dient te worden aangegeven door wie op welke termijn en met welke voorlopig geraamde kosten een eventuele PROBLEEMANALYSE dient te worden uitgevoerd. In grote organisaties waarin veel vooronderzoek plaatsvindt zullen ook hiervoor weer min of meer vastgestelde procedures bestaan, bijvoorbeeld contractmodellen voor opdrachten aan interne automatiseringsorganisaties of externe adviesbureaus voor de uitvoering van een PROBLEEMANALYSE.

Het vooronderzoeksrapport dient een eerste raming van tijd en kosten van de volgende fase(n) te geven.

Probleemanalyse

De doelstelling van de PROBLEEMANALYSE is vast te stellen in hoeverre informatievoorziening van een reëel systeem zich voor automatisering of andere verbeteringen leent. Alle aspecten die van invloed kunnen zijn op de beslissing een nieuw of verbeterd informatiesysteem te bouwen en/of in te voeren worden onderzocht. Daartoe is naast kennis van de informatica vooral kennis van het probleemgebied noodzakelijk. Het gaat om een (systemologische) analyse van (de informatiebehoeften van) het reële systeem, vandaar dat men de PROBLEEMANALYSE vaak samen met een deel van het SYSTEEMONTWERP ook wel systeemanalyse noemt. Het is in het algemeen niet nodig een volledige en gedetailleerde beschrijving te maken van het bestaande informatiesysteem of het bestaande reële systeem (let op: het bijzondere geval waarin het hoofdproces van het reële systeem uit gegevensverwerking bestaat). Slechts die informatie die nodig is om tot een verantwoorde beslissing over de overgang naar de volgende fase (het SYSTEEMONTWERP) te komen dient te worden verzameld en slechts deelproblemen die daarop van invloed zijn

dienen in de PROBLEEMANALYSE in detail te worden onderzocht.

Bovendien:

- Hoe omvangrijker het te onderzoeken systeem is, hoe groter de waarschijnlijkheid dat de beschreven toestand verouderd is tegen de tijd dat men de verzamelde informatie gaat gebruiken.
- Het is voor systeemontwerpers bij het zoeken naar nieuwe oplossingen erg moeilijk zich los te maken van bestaande methoden als die net van tevoren in detail zijn onderzocht en beschreven.

Principiële beslissingen zijn nodig over vraagstukken als:

- a. de organisatorische en personele consequenties van invoering van een nieuw informatiesysteem.
- b. de in een kosten- en batenanalyse op te nemen factoren bij een voorstel tot ontwikkeling en invoering van een nieuw informatiesysteem.
- c. de mogelijkheid om gebruik te maken van bestaande informatiesystemen, of componenten daarin.
- d. welk eigen, bestaand of nieuw of extern rekencentrum zal worden ingeschakeld.
- e. de belangrijkste consequenties voor de apparatuur en de toepassings-onafhankelijke programmatuur van dat centrum.
- f. de belangrijkste technische keuzen, zoals die tussen serieverwerking en postgewijze verwerking.
- g. de mate van geografische spreiding van dit informatiesysteem en de daarmee samenhangende delen van het reële systeem.

Aan de inhoud van het rapport dat de PROBLEEMANALYSE afsluit kunnen een groot aantal formele eisen worden gesteld in de vorm van uitgebreide afhandellingslijsten, die in de literatuur zijn te vinden.

De indeling van een rapport over probleemanalyse kan zijn:

- I. algemene informatie: zoals projektnaam, opdrachtgever, verantwoordelijk projectleider en systeemontwerpers, analysekosten e.d.
- II. de probleemstelling: een korte beschrijving van de oorspronkelijke aanleiding en de doelstelling van het te ontwikkelen informatiesysteem of -substysteem.
- III. de voorgestelde oplossingen: globaal, eventueel alternatieven met in

detail slechts kritische vraagstukken waarover verschil van mening met betrekking tot de uitvoerbaarheid of de kosten zou kunnen bestaan.

IV. beoordeling: aan de hand van aan te geven criteria in conclusies en aanbevelingen met name in tijd en kosten voor alle volgende fasen.

De PROBLEEMANALYSE heeft als documentatie (in tegenstelling tot het SYSTEEMONTWERP) slechts tijdelijke betekenis, namelijk tot een beslissing is genomen. Het rapport wordt dan ook niet bij de tijd gehouden als later zou blijken dat er onjuistheden of onvolledigheden in voorkomen. Het kan eventueel wel worden gebruikt bij een analyse van later optredende moeilijkheden, en bij een latere EVALUATIE.

Systeemontwerp

Het SYSTEEMONTWERP omvat de specificatie van het te vervaardigen informatiesysteem. De benodigde apparatuur, programmatuur, procedures en organisatorische wijzigingen zijn daarin zo ver in detail uitgewerkt dat in principe zonder verder onderzoek van het RS, de ONTWIKKELING van het IS kan plaatsvinden.

Op grond van het SYSTEEMONTWERP moet:

- de opdrachtgever zijn definitieve goedkeuring aan het te bouwen en in te voeren informatiesysteem kunnen geven.
- de programmering voor de computers en de werkinstructie voor alle systeemstappen kunnen worden uitgewerkt.
- de benodigde apparatuur kan worden besteld (in uitzonderingsgevallen ontworpen).
- de benodigde organisatorische en personele maatregelen worden genomen.

In verband met deze meervoudige doelstelling onderscheidt men in het algemeen twee sub-fasen, namelijk:

- A. Een functioneel of logisch ontwerp, hierin wordt een specificatie van de kwalitatieve informatie-eisen gegeven Deze infologische specificatie richt zich onder meer op eisen van tijdigheid en betrouwbaarheid.
- B. Een technisch of fysiek ontwerp, hierin wordt een specificatie van de systeemcomponenten gegeven waarmee aan de gestelde kwantitatieve informatie-eisen kan worden voldaan Deze datalogische specificatie gaat onder

meer in op eisen van flexibiliteit en responsietijd.

In toenemende mate wordt een voornamelijk systemologisch gericht 'functioneel ontwerp' gescheiden van een in strikte zin meer infologisch gericht 'logisch ontwerp'. Iets dergelijks ziet men soms bij B: splitsing tussen een datalogisch en technologisch ontwerp. Let echter op de samenhang tussen problemen en fasen.

Het probleem is dat men een logisch ontwerp moeilijk definitief kan omschrijven als men geen voorstelling heeft van de gedetailleerde oplossingsmogelijkheden en de daaruit gemaakte keuze. In vele gevallen is daarom een aantal iteraties nodig voor met de volgende fase (de SYSTEEMONTWIKKELING) kan worden begonnen. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer men een prototyping-aanpak volgt om die onderdelen waarover onzekerheid bestaat in enkele iteratieslagen nader te specificeren.

Alhoewel het onderscheid tussen beide deelfasen van het SYSTEEMONTWERP mede onder invloed van moderne hulpmiddelen vervaagt en het accent afhangt van de probleemsituatie, dienen beide deelfasen wel afzonderlijk te worden beschreven. De subfasen kunnen door afzonderlijke teams van specialisten ('information-analysts' respectievelijk 'system designers') worden uitgevoerd. Vooral bij zeer grote 'dedicated systems' waarvoor niet alleen programmatuur maar ook apparatuur moet worden ontworpen heeft deze werkverdeling voordelen en kan zij zelfs noodzakelijk zijn.

Het systeemontwerp als geïntegreerd dokument dient een vaste opbouw in hoofdstukken e.d. te hebben bijv.:

- I. Algemene informatie (titel, opdrachtgever, inhoudspecificatie met alle bijlagen, etc.).
- II. Doelstelling (opdracht en gebiedsafgrenzing)
- III. Systeembeschrijving (globaal ontwerp)
- IV. Procesbeschrijving (detail ontwerp)
- V. Gegevensbeschrijving (informatiemodel)
- VI. Invoeringsproblematiek (incl. aanbevelingen)

Ad II (Doelstelling)

In het hoofdstuk Doelstelling kan de opdracht worden vermeld, eventueel ontleend aan de probleemanalyse. In elk geval dienen de uitgangspunten en de te verwachten resultaten te worden aangegeven. Dit is nodig voor de

latere evaluatie. Tevens dient in dit hoofdstuk de samenhang met andere subsystemen te worden vastgelegd en een eventuele uitvoering in fasen te worden aangekondigd.

Ad III (Systeembeschrijving)

In het hoofdstuk Systeembeschrijving worden de afzonderlijke systeemstappen behandeld, aan de hand van een in een bijlage van het systeemontwerp opgenomen systeemstroomschema.

Een systeemstap wordt gedefinieerd als een ononderbroken reeks handelingen op één arbeidsplaats als het om manuele handelingen gaat en als één arbeidsgang met één programma of één machine-instelling als het om een machinale systeemstap gaat (let op: interactieve informatiesystemen).

Dit veronderstelt dus dat men de infologische beschouwing al achter de rug heeft en het resultaat weergeeft in - in elk geval voorlopige - datalogische termen. Of dit zo is en kan hangt af van de gevolgde methodiek en het probleem.

De systeembeschrijving in afzonderlijke systeemstappen kan volgens een afhandelingsschema plaatsvinden, bijvoorbeeld:

1. Aard van de stap: het doel van het programma of de handelingenreeks (de 'functional specification').
2. Aard en samenhang van de benodigde gegevens in elke stap, dit is de grens van het systelogisch en het infologisch niveau (informatie-model).
3. Motivering van de splitsingen en de volgorde van de afzonderlijke systeemstappen.
4. Frequentie en tijdstip van de verwerking (keuze van serie- of postgewijze verwerking).
5. Schatting van verwerkings (responsie) tijden en kosten per stap - gebaseerd op ramingen van de hoeveelheid te verwerken gegevens en te verstrekken informatie ('performance specification').
6. Keuze en indeling (opmaak) van informatiedragers vooral van de externe informatiedragers zoals formulieren en beeldschermen. De 'data specification' op datalogisch en technologisch niveau van interne geheugens wordt gewoonlijk bij de SYSTEEMONTWIKKELING (volgende fase) uitgevoerd.
7. Eerste indicatie van de gebruikte systeemconfiguratie (gelijktijdig beslag op de aanwezige of benodigde computerconfiguratie) en andere

hulpmiddelen.

8. Beveiligings- en betrouwbaarheidsmaatregelen.
9. Flexibiliteitsmaatregelen (toepasbaarheid, wijzigingsmogelijkheden, uitbreidbaarheid, etc.).

Er dient zoveel mogelijk met standaardformulieren te worden gewerkt, bijv. bij de beschrijving van informatie-elementen en de indeling van de informatiedragers.

Ad IV (Procesbeschrijving)

Het hoofdstuk systeembeschrijving van het SYSTEEMONTWERP wordt gevolgd door het hoofdstuk procesbeschrijving (programma- en procedurebeschrijvingen). De procesbeschrijving en de gegevensbeschrijving (zie ad. V) zijn het uitgangspunt voor de volgende projectfase: de SYSTEEMONTWIKKELING. Eerst in die fase ontstaan de eigenlijke programma's en de werkinstructies. De programma- en procedurebeschrijvingen worden gewoonlijk gegeven aan de hand van programma- en procedurestroonschema's die als bijlage bij het systeemontwerp zijn opgenomen.

Deze stroonschema's maken deel uit van het SYSTEEMONTWERP en moeten onafhankelijk zijn van machinetype en programmeertaal zodat ze ook door in de symbolen ingewerkte leken kunnen worden gelezen. Hetzelfde geldt voor gebruikte beslissingstabellen en andere systematische overzichten.

Voor een programmabeschrijving kunnen in een afhandelingsschema bijvoorbeeld de volgende punten zijn opgenomen:

1. eigenlijke verwerkingsvoorschriften
2. uitwerking en motivering van de modulering
3. in- en uitvoercontroles
4. signalering en afhandeling van fouten
5. programmabegrenzings (bereik van variabelen)
6. afrondingsregels
7. inhoud en toegankelijkheid van constanten en tabellen
8. gebruik van standaard subroutines
9. testaanwijzingen
10. communicatie met operators e.d.

Overeenkomstige aanwijzingen kunnen worden gegeven voor de procedurebeschrijving. In interactieve systemen is de logische programmabeschrijving moeilijk van de manuele behandelingen te scheiden. Bij de technische uit-

werking in de programma's en de werkinstructies is de scheiding wel nodig. Voor de documentatie van interactieve systemen in de verschillende systeemfasen bestaan nog geen afzonderlijke technieken.

Ad V (Gegevensbeschrijving)

De vorm van het hoofdstuk gegevensbeschrijving wordt sterk bepaald door de gevolgde methodiek en het niveau van toepassing. Als bijvoorbeeld gebruik wordt gemaakt van een bestaande databank met een goed beheerssysteem, dan kan daar naar worden verwezen. In het andere geval moeten alle data-elementen en hun semantische relaties worden beschreven op een wijze die in de betreffende organisatie in de volgende fase bruikbaar is. In elk geval dienen dan de externe (in- en uitvoer) informatiedragers expliciet te worden beschreven, zelfs op datalogisch/technologisch niveau.

Ad VI (Invoeringsproblematiek)

Het hoofdstuk invoeringsproblematiek geeft een overzicht van alle te nemen organisatorische maatregelen (bijvoorbeeld overplaatsing en omscholing van personeel) en andere éénmalige acties (bijvoorbeeld bestandsopbouw en schoning of conversie) die nodig zijn om het informatiesysteem na het gereedkomen van programma's en werkinstructies in de praktijk in te voeren. In dit onderdeel dienen ook de eisen te worden vermeld met betrekking tot proefdraaien en de controle daarop.

De verantwoordelijkheid voor de invoeringswerkzaamheden met een schatting van de omvang ervan dient te worden vastgelegd, evenals het schema voor de benodigde opleiding en oefening van verstrekkers en gebruikers van informatie; dit alles met de beperking dat het nodig moet zijn ze in dit stadium expliciet aan de goedkeuring van de opdrachtgever te onderwerpen. De omvang en de aard van de invoering kunnen van dien aard zijn dat sprake is van een afzonderlijk (gewoonlijk éénmalig) systeem. Het invoeringshoofdstuk bevat tevens de definitieve tijdsplanning en kostenraming van alle nog volgende projectfasen.

Bijhouden van het systeemontwerp

Het systeemontwerp is een document dat doorlopend bij de tijd moet worden gehouden. Een goedgekeurd systeemontwerp mag dus niet zonder meer worden gewijzigd en er mag ook niet van worden afgeweken, tenzij de wijzigingen in aparte systeemwijzigingen zijn opgenomen.

Systeemontwikkeling

De SYSTEEMONTWIKKELING omvat twee hoofdactiviteiten namelijk:

- A. de programmering (vervaardiging van programma's)
- B. de werkbeschrijving (vervaardiging van handleidingen)

De programma's bevatten de gedetailleerde verwerkingsvoorschriften voor de computer, de handleidingen bevatten de werkvoorschriften voor het personeel dat bij de informatieverwerking is betrokken vanaf de eerste vastlegging of waarneming (machinaal of manueel) tot het uiteindelijke gebruik of de te nemen acties (dus ook voor de bediening van de centrale computer en voor de eindgebruikers van een eindtoestel). Tot deze fase behoort zonnodig ook de vervaardiging van nieuwe functie- en taakbeschrijvingen van aan te trekken of om te scholen personeel.

Test en instructie

De programma's moeten worden getest en proefgedraaid op de te gebruiken apparatuur. Er moet instructie worden gegeven aan degenen die volgens de handleidingen zullen gaan werken. Er moet met hen worden geoefend en er moet worden getoetst of zij voldoende zijn voorbereid. Alle benodigde organisatorische maatregelen moeten met de betrokkenen worden doorgesproken en voorbereid. Deze werkzaamheden maken een integraal deel uit van de fase SYSTEEMONTWIKKELING.

Er moet onderscheiden worden tussen speciale voorschriften (programma's en werk voor instructies) die specifiek zijn voor een bepaald informatiesysteem en algemene voorschriften die dat niet zijn. In de programmering zijn niet-specifiek bijvoorbeeld standaard computerprogramma's (sorteren, drukken, etc.) en standaard modules (bijvoorbeeld mathematische routines, postale adresopmaak). In de werkbeschrijving zijn niet-specifiek de werk-instructies behorend bij standaardprogramma's en de manuele standaardhandleidingen die ook in andere systemen voorkomen, bijvoorbeeld opheffen van machinestoringen.

Ad A De programmering

De programmering mondt uit in een programmadossier dat de volgende delen omvat:

- I. Algemene informatie: verwijzing naar systeemontwerp of bij meervoudig gebruik naar andere systeemontwerpen, gebruikte programmeertalen en taalniveaus, programma-omvang, afwijkingen van de standaards in de betrokken organisaties, etc.

- II. De programmabeschrijving en de gegevensbeschrijving: voor zover die niet reeds in de systeembeschrijving en de procesbeschrijving van het systeemontwerp zijn opgenomen. De vorm moet hier voor de onderhoudsprogrammeur geschikt zijn en behoeft niet voor de opdrachtgever toegankelijk te zijn. De vorm is sterk afhankelijk van de gebruikte programmeertaal, het gebruikte taalniveau en het gebruikte gegevensbeheerssysteem. Hoe hoger en hoe algemener deze hulpmiddelen zijn, hoe meer van de hier bedoelde documentatie niet afzonderlijk behoeft te worden vervaardigd omdat alles uit de programmalijsen en andere met de computer vervaardigde documenten blijkt.

- III. Programmastroomschema's (of andere systematische overzichten). In deze schema's dient niet in de eerste plaats de logische samenhang van de probleemstelling te worden getoond. Het gaat hier vooral om de technische constructie van het programma op datalogisch niveau. Afhankelijk van de probleemstelling en de gebruikte programmeertaal zal het niet altijd noodzakelijk zijn van het systeemontwerp afwijkende programmastroomschema's te vervaardigen. Er kan dan worden volstaan met een juist gebruik van de hulpmiddelen die door het bedrijfssysteem en de ontwerp-methodiek, zoals programmabibliotheek, automatic flow-charting, compiler listing, e.d. worden geboden. Bij grotere programma's is het meestal noodzakelijk schema's te maken op verschillende niveaus.

- IV. Programmalijsen: De gebruikte taal (source code) zoals die aan de computer wordt toegevoerd en de vorm waarin het programma door de compiler wordt geleverd (objectcode), met eventueel diverse niveaus tussen oorspronkelijke invoer en uiteindelijke machine-instructie, bepalen op welke wijze de programma's in het programmadosier worden bewaard.

- V. Testdocumentatie: Zij bestaat uit een algemene beschrijving van de gekozen testmethodiek met gebruikmaking van standaardtestbestanden en voorgeteste standaardmodules en met voorbeelden van testinvoer en

testuitvoer. De testactiviteiten zijn een integraal bestanddeel van de systeemontwikkeling en kunnen zelfs invloed hebben op het systeemontwerp.

Ad B De werkbeschrijving

Het doel van de te vervaardigen handleidingen is voor elke systeemstap zoveel mogelijk in gestandaardiseerde vorm een concrete uitvoeringsinstructie te geven. Deze werkbeschrijving bestaat uit twee delen, namelijk gelijneariseerde systeemstroomschema's en individuele werkinstructies per systeemstap.

Het verdient aanbeveling tenminste standaardformulieren te hebben voor de volgende systeemstappen:

- a. routinematige vastlegging van gegevens in machinaal verwerkbare vorm via bepaalde informatiedragers of door het direct ingeven in de machine (data-entry).
- b. de manuele werkzaamheden van algemene aard zoals (de-)coderen, afstemmen, registers bijwerken, e.d.
- c. handelingen met hulpmachines (voor- en nabewerkingsapparatuur, ook nietgekoppelde computerapparatuur).
- d. handelingen met de computer (operatorinstructies voor on-line apparatuur).
- e. interactieve handelingen (instructies voor de bediening van eindtoestellen door z.g. eindgebruikers).

Iedere werkinstructie dient te bevatten:

- aard van de werkzaamheden
- opdrachtgever (bevoegdheid)
- door wie uit te voeren
- wijze van uitvoering
- tijdstip of tijdvak van uitvoering
- gebruikte apparatuur/andere hulpmiddelen
- aantal/omvang van informatiedragers
- bestemming/herkomst van informatiedragers (bewaartermijnen)
- controle/correctie maatregelen.

De werkbeschrijving dient zodanig te worden opgebouwd dat zij op verschillende wijzen kan worden gesorteerd, bijv. naar uitvoerende organisatie-eenheden of afzonderlijke werkplekken. Alleen ononderbroken reeksen handelingen op één werkplek mogen in één instructie en op één blad in het

gelinealiseerde systeemschema worden samengevat. De werkbeschrijving dient ook de instructies te omvatten die in uitzonderingsgevallen gehanteerd worden (noodprocedures bij uitvallen van de apparatuur, fouten-afhandeling en signalering, herstartprocedures bij on-line systemen) voorzover die niet in algemene instructies zijn vastgelegd. Bij interactieve systemen worden de instructies voor het bedienend personeel steeds meer opgenomen in de computerprogramma's en tijdens de verwerking op aanvraag van de bediende of door het programma op het beeldscherm gepresenteerd.

De werkbeschrijving is het belangrijkste instructiehulpmiddel. Het verdient aanbeveling de uiteindelijke uitvoerders te betrekken bij het opstellen van de instructies, in grote organisaties een aantal representatief geachte gebruikers). In elk geval dient de werkbeschrijving te worden goedgekeurd en geaccepteerd door de uitvoerende eenheden. Aan de werkbeschrijving kunnen voorbeelden en oefenmateriaal worden toegevoegd.

Invoering

De INVOERING van een systeem stuit ook bij zorgvuldige voorbereidingen op problemen:

- a. de overgang van een bestaand informatiesysteem naar een volgend informatiesysteem vereist een groot aantal éénmalige maatregelen en werkzaamheden. Deze kunnen een zodanig karakter aannemen dat van een afzonderlijk systeem kan worden gesproken.
- b. de voorgaande fasen zijn nooit volledig correct uitgevoerd. Er blijken niet alleen fouten in programma's en leemten in de werkinstructies voor te komen, maar ook tekortkomingen in de PROBLEEMANALYSE en in het SYSTEEMONTWERP.
- c. zelfs als de overgang in het psychologisch-organisatorisch vlak goed is voorbereid kan de moeilijke inwerktijd zijn terugslag hebben op de uiteindelijke resultaten van het systeem.

Als voor de PROBLEEMANALYSE geldt voor de INVOERING dat zij sterk afhankelijk is van o.a. de aard van het informatiesysteem.

Na het testen van afzonderlijke modules en programma's en het uitvoeren van stroomtests en systeemtests, met zorgvuldig uitgedachte proefgegevens volgt de proeftijd:

- proefdraaien met een gedeelte van de werkelijke gegevens of gevallen uit

het verleden;

- proefdraaien met een gedeelte van de werkelijke gegevens gelijktijdig met het oude systeem;
- proefdraaien met de volledige gegevens uit voorgaande perioden;
- proefdraaien met volledige werkelijke gegevens, gelijktijdig met het oude systeem.

De laatste methode lijkt de beste. Zij is zelden uitvoerbaar omdat in een dergelijke parallel-periode een 'dubbele' capaciteit aan personeel, ruimte en apparatuur gelijktijdig beschikbaar zou moeten zijn. Bovendien is er geen zekerheid dat een proef bestaande uit 'toevallige' werkelijke gegevens voldoende gevarieerd is. In testgegevens dienen immers ook alle mogelijke fouten voor te komen. Tenslotte is het nieuwe systeem zelden zodanig gelijk aan het oude dat de resultaten voor controledoeleinden zonder meer vergeleken kunnen worden.

In vele gevallen moeten bestanden geconverteerd worden van een oud informatiesysteem naar de informatiedragers van het nieuwe systeem. Hierbij treden vragen op als:

- omzetting van de ene informatiedrager naar de andere informatiedrager;
- samenvoegen van voorheen afzonderlijke bestanden;
- opruimen van fouten in de oude bestanden die tijdens de conversie worden geconstateerd;
- verandering of invoering van coderingen (bestandsintegratie);
- overlapping met tevoren beschikbare of nagekomen mutaties;
- ononderbroken voortgang van de reële operaties tijdens de conversie;
- aansluitingsproblemen tijdens de conversieperiode (volledigheid van relatieleggingen en inhoud).

Bestandsconversies kunnen zo veelomvattend zijn dat gedurende een zeer lange tijd het oude en het nieuwe systeem naast elkaar bestaan, elk met een gedeelte van het bestand. Voor beide systemen en voor de dan stapsgewijs of continu uitgevoerde conversie dienen volledige systeemontwerpen inclusief werkbeschrijvingen e.d. te bestaan. Voor de gehele conversieperiode dient een zorgvuldig uitgewerkt tijdschema te worden opgesteld, in vele gevallen is netwerkplanning een onmisbaar hulpmiddel.

Systeemwijzigingen die een gevolg zijn van de ervaringen in de invoeringsperiode behoren dezelfde procedure te volgen als 'normaal' ONDERHOUD. Er moeten procedures uitgewerkt worden voor het vergelijken van de oude en

de nieuwe werkwijze, voor analyseren van verschillen en het nemen van corrigerende maatregelen.

Er moet aangegeven worden op welke tijdstippen nog terugval op de oude methode mogelijk is, of dat uitwijk naar een andere noodmethode noodzakelijk is. Conversiesystemen zijn bijzonder kritisch als ze éénmalig of binnen een bepaalde korte periode moeten worden uitgevoerd, omdat er dan geen gelegenheid is ze in de loop van de tijd te verbeteren.

De installatie van nieuwe of de uitbreiding van bestaande apparatuur in dezelfde ruimte als waar de oude apparatuur staat kan eveneens problemen geven. Daarnaast is er de verhuizings- en hergroeperingsproblematiek in aansluiting op de nieuwe organisatiestructuur. De INVOERING kan zowel in tijd als in kosten meer inspanning vergen dan alle voorgaande fasen samen!

De invoering van het systeem dient zorgvuldig te worden begeleid, ook op de hogere niveaus en in organisatie-eenheden die niet direct bij de uitvoering zijn betrokken. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen algemene voorlichting, systeemgebonden voorlichting, en de eigenlijke instructie. De instructie kan het karakter van bijscholing of zelfs omscholing aannemen.

De INVOERING wordt afgesloten door acceptatie op het tijdstip dat de verantwoordelijkheid voor het systeem wordt overgedragen aan de uitvoerende organisatie-eenheden. Een ontwerporganisatie heeft dan alleen nog te maken met de onderhoudsfase.

Productie

In deze fase is het systeem normaal in bedrijf en dient informatie te worden verzameld voor lopende of incidentele evaluatie van het systeem. Soms wordt de invoeringsperiode besloten met een evaluatie, maar in de meeste gevallen is pas na langere tijd een definitief oordeel mogelijk over de vraag of de oorspronkelijke doelstellingen zijn bereikt.

De evaluatie is dan als éénmalige handeling of als voortdurend terugkerende activiteit in de onderhoudsprocedure ingebouwd. Tijdens invoering en productie moet grote aandacht worden besteed aan de analyse van fouten en andere tekortkomingen.

De analyse van de fouten en de opheffing van tekortkomingen geven onmisbare informatie over de mate waarin het systeem aan de oorspronkelijke doelstellingen beantwoordt.

Onderhoud

Elk informatiesysteem is in de loop van de tijd door verschillende oorzaken aan veranderingen onderhevig. De uitvoering van deze veranderingen is een afzonderlijke fase die in principe uit dezelfde deelfasen is opgebouwd als de fasen van de systeemcyclus in zijn totaliteit.

De oorzaken van systeemwijzigingen kunnen zijn:

- a. ontdekte fouten en onvolkomenheden in de probleemanalyse, het systeemontwerp, de programma's of de werkinstructies;
- b. wijzigingen of uitbreidingen tengevolge van oorzaken buiten de eigen organisatie, bijvoorbeeld wetsvoorschriften;
- c. wijzigingen of uitbreidingen op verzoek van de opdrachtgever binnen de eigen organisatie;
- d. doelmatigheidsverbeteringen in de uitvoering van het systeem door of vanwege de automatiseringsorganisatie bijvoorbeeld tengevolge van groei;
- e. invoering van nieuwe apparatuur, bedieningssystemen of programmeertalen of wijzigingen in het personeel.

De documentatie van systeemwijzigingen dient aan te sluiten op die van het oorspronkelijke systeem. Ook voor het document dat de systeemwijziging beschrijft verdient het aanbeveling een vaste indeling voor te schrijven, bijvoorbeeld:

- algemene gegevens
- reden van wijziging
- inhoud van wijziging (leesbaar voor de opdrachtgever)
- technische aanwijzingen (hoe de programma's te veranderen)
- aanwijzingen van testpunten waarop bijzonder gelet moet worden
- opgave van te wijzigen werkinstructies
- geschatte tijd en uitvoeringskosten
- streefdatum van de in te voeren wijziging

Het document systeemwijziging is een aanvulling op het document systeemontwerp. Indien het aantal systeemwijzigingen zo groot geworden is of de systeemwijzigingen zo ingrijpend zijn dat het oorspronkelijke systeemontwerp praktisch ontoegankelijk is geworden dient men een geheel nieuw systeemontwerp te vervaardigen waarin alle (ook vroegere) wijzigingen zijn

verwerkt. Een alternatief is voortdurend het systeemontwerp zelf te wijzigen zodat op elk moment de laatste toestand wordt weergegeven. Dit kan echter zeer kostbaar worden en ook uit controle-, invoerings- en archiveringsoogpunt ongewenst zijn. Moderne ontwikkelgereedschappen ondersteunen deze activiteit meer en meer.

De wijzigingen in de verdere documentatie (programmadossier en handleidingen) hebben geen aanvullend maar een vervangend karakter. Deze documenten moeten voortdurend en volledig bij de tijd zijn omdat ze in de dagelijkse uitvoering worden gebruikt. Er dient dus een zeer strak georganiseerde bijhoudingsdienst te bestaan die niet alleen zorgt voor het vervaardigen van de wijzigingen (nieuwe programmalistings, bijgewerkte stroomschema's, nieuwe werkinstructies, e.d.) maar ook voor de juiste distributie, vervanging in de instructieboeken op de plaatsen waar er mee gewerkt wordt, verwijdering en vernietiging van oude instructies (behalve voor controle-doeleinden in het archief).

De goedkeurings- en testprocedures van systeemwijzigingen dienen zoveel mogelijk aan te sluiten op die van het oorspronkelijke systeem. Het is doelmatig zoveel mogelijk wijzigingen in één pakket af te handelen. De grens tussen nieuwbouw (of vervanging) en onderhoud wordt grotendeels bepaald door budgettaire en organisatorische overwegingen.

5.4. **Vergelijking van methodieken**

Er is in de afgelopen jaren een aantal pogingen ondernomen om afzonderlijke methoden en technieken en min of meer samenhangende en omvattende methodieken met elkaar te vergelijken.

Een vergelijkingskader wordt geboden door te kijken naar de achterliggende:

- a. denkwijze,
- b. afbeeldingswijze,
- c. denkwijze,
- d. beheerswijze.

Ad a. Denkwijze

Dit kenmerk bevat twee elementen n.l. het object waarop de methodiek betrekking heeft en het min of meer wetenschappelijk verantwoorde en operationeel bruikbare begrippenstelsel, dat men hanteert.

Sommige als methodiek gepresenteerde zaken blijken bv. alleen betrekking te hebben op SYSTEEMONTWIKKELING en dan met name programmering, en vaak daarvan alleen bepaalde aspecten, zoals structurering of correctheid van programma's.

Andere methodieken nemen een gehele organisatie als reëel systeem tot object en wel de besturingsaspecten daarvan, zoals veranderingsanalyse en informatiebehoefteanalyse.

Het gehanteerde begrippenstelsel onderscheidt zich vooral door de mate waarin van (pseudo)formalismen gebruikt wordt gemaakt. Dit laatste is bepalend voor de mate waarin de computer kan worden ingezet bij de ondersteuning of zelfs de uitvoering van bepaalde activiteiten.

Ad b./c. Afbeeldingswijze en Werkwijze

Gegeven de objectkeuze is de vraag op welke wijze de methodiek voorschrijft hoe men te werk gaat en welke hulpmiddelen daarbij ter beschikking staan.

Globale aanduidingen zijn b.v.:

- opwaarts (bottom-up) of neerwaarts (top-down)
- concentrische benadering (centre-out of outside-in) of lineaire benadering, of mengvormen en afwisselend gebruik daarvan.

Men kan in de werkwijze een drietal categorieën van aanpak onderscheiden, zoals besproken in 4.3:

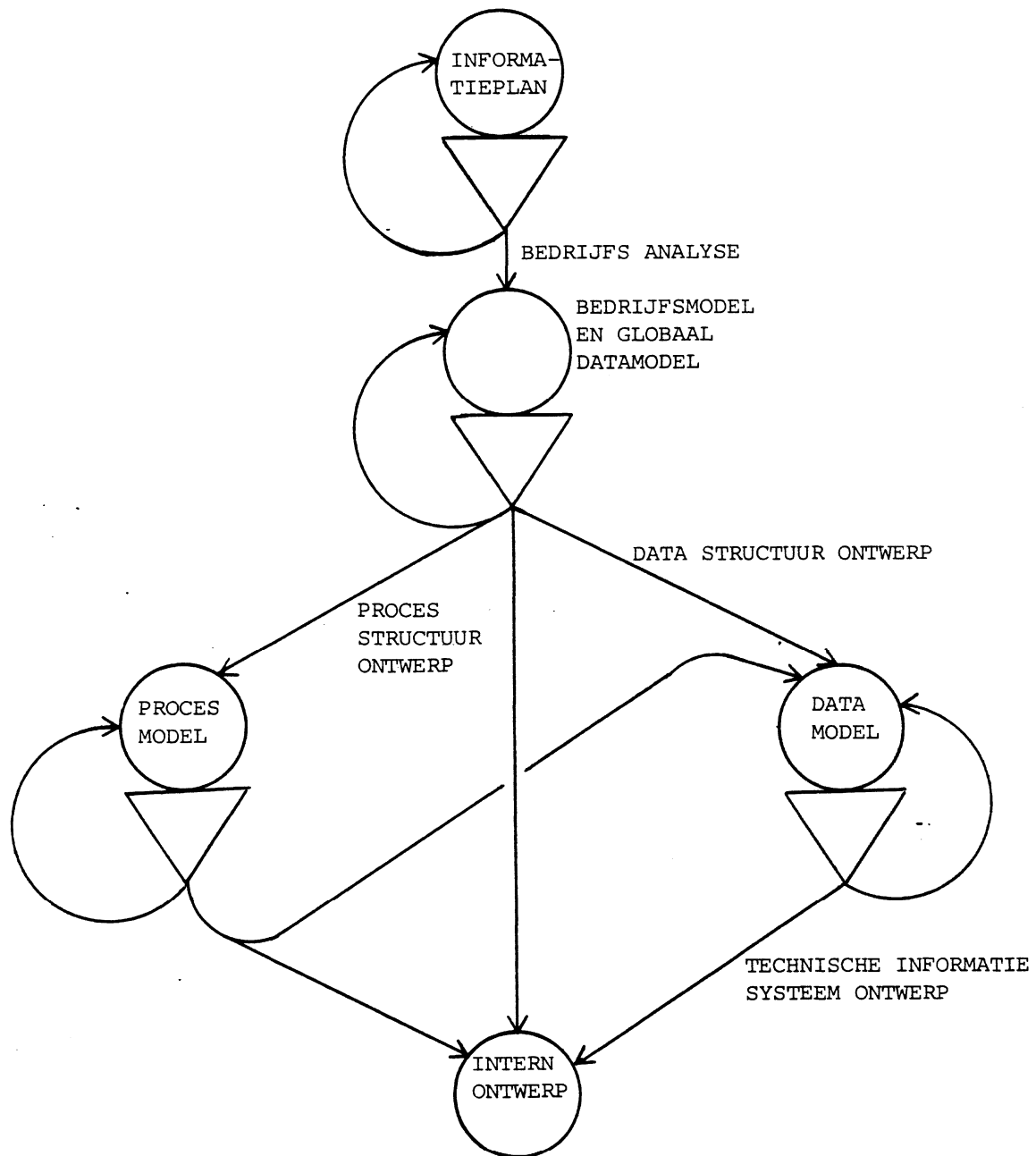
- a. data gericht, zie figuur 5.2.
- b. proces gericht, zie figuur 5.3.
- c. object gericht, zie figuur 5.4.

Ad d. Beheerswijze

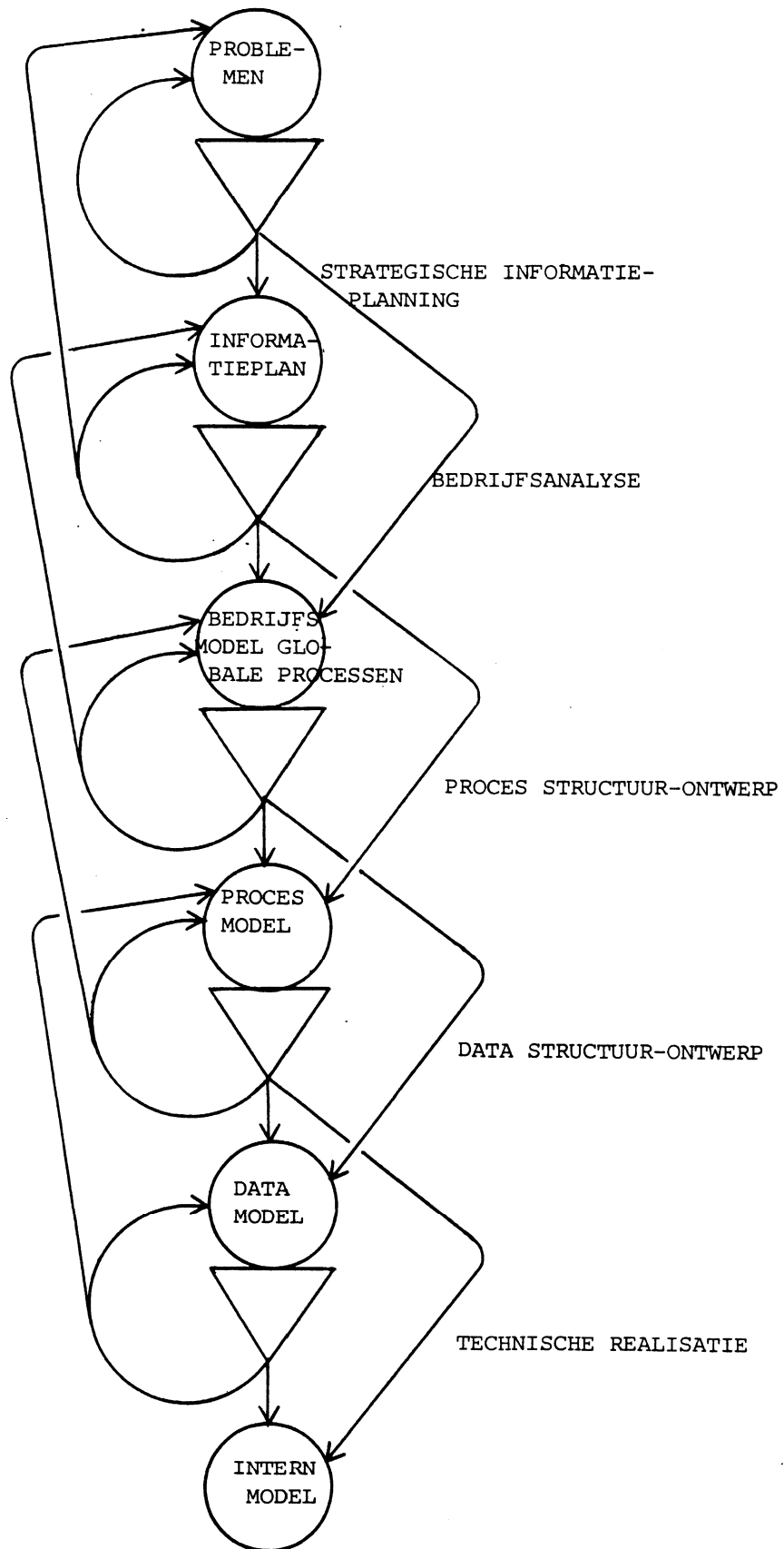
Gegeven de objecten, de werkwijze en de gevraagde eindproducten (documenten) geeft een goede methodiek tevens aan op welke wijze men de uit te voeren werkzaamheden kan besturen. Het uitgangspunt is meestal een bepaalde voorgeschreven systeemcyclus die precies aangeeft welke activiteiten in welke volgorde door wie uitgevoerd moeten worden hoe men dat kan bewaken. Hulpmiddelen daarbij zijn bijvoorbeeld budgetteringsmethoden, plannings-technieken netwerkplanning, afhandelingslijsten en organisatorische voorschriften.

Voor een eerste indruk van de inhoud en de hoedanigheden van wat als een methodiek wordt aangeboden wordt vaak gebruik gemaakt van een evaluatiematrix. Daarin zijn verticaal de activiteiten weergegeven waarop de methodiek betrekking heeft, en horizontaal de factoren waarop de methodieken worden vergeleken. De activiteiten zijn vaak de fasen van een min of meer gedetailleerde systeemcyclus, of te bereiken (tussen) resultaten of mijlpalen en daarbij behorende documenten.

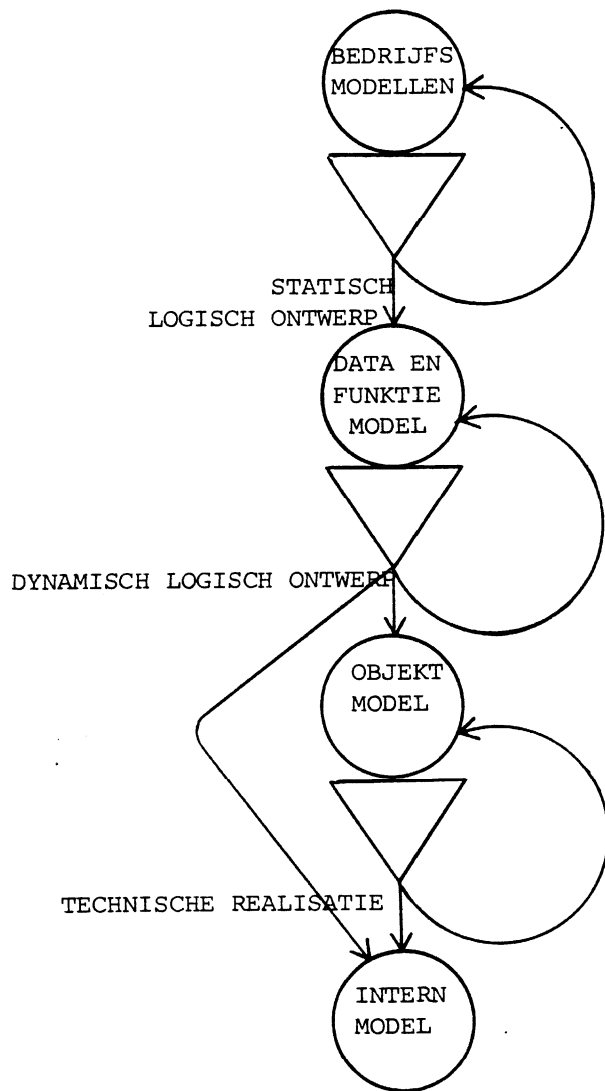
De vergelijkingsfactoren zijn bijv. het al of niet aanwezig zijn van bepaalde hulpmiddelen, de algemene toepasbaarheid in termen van typen informatiesystemen, de organisatorische of technische overdraagbaarheid, e.d.



Figuur 5.2.



Figuur 5.3.



Figuur 5.4.

Voor een eerste vergelijking kan worden volstaan met het door arcering globaal aangegeven van wat op een bepaalde methodiek van toepassing is. Voor een meer gedetailleerde vergelijking kunnen waarderingsaanduidingen, zoals goed, matig, slecht) of korte omschrijvingen worden gegeven. De belangrijkste tot nu toe te trekken conclusie is dat er nog steeds geen methodieken bestaan die alle activiteiten die nodig kunnen zijn omvatten, en dat de wel omvatte activiteiten en de daarbij aangeboden hulpmiddelen onvoldoende aansluiten op de niet-omvatte activiteiten en de daarbij te gebruiken hulpmiddelen die andere methodieken dienen. Tegelijkertijd blijkt het in de praktijk door organisatorische weerstand tegen verandering erg moeilijk eenmaal ingevoerde methoden hoe gebrekkig die ook zijn, te vervangen door op onderdelen wel degelijk beschikbaar komende betere methoden.

De belangrijkste aan methodieken te stellen eisen:

- a. Omvat de methodiek alle fasen van systeemcyclus? Met name het VOOR-ONDERZOEK en de PROBLEEMANALYSE met methoden en technieken voor projectselectie, prioriteitenbepaling, kostenbatenanalyse, e.d.
- b. Is de methodiek toepasbaar voor alle typen informatiesystemen? Sommige methodieken zijn speciaal geschikt voor bepaalde functionele hoofd- of nevensystemen, bij bepaalde technologische oplossingen of niveaus, op een bepaald startniveau of voor organisaties met een bepaalde structuur.
- c. Ligt het zwaartepunt van de methodiek op bepaalde IS-aspecten? Worden de aspecten sterk vereenzelvigd met bepaalde activiteiten of zelfs fasen? Hoe vindt de integratie van de verschillende aspecten daadwerkelijk plaats?
- d. Is de methodiek zelf goed gedocumenteerd (publicaties), overdraagbaar (zijn er cursussen), wordt zij onderhouden, is ze levensvatbaar? (zijn er gebruikers-organisaties), is zij onafhankelijk van bepaalde (computer) leveranciers?
- e. Sluiten de aangeboden methoden voor de verschillende activiteiten op elkaar aan (is het eindproduct van de een uitgangspunt voor de ander?). Zijn ze automatiseerbaar of worden ze door automatiserings-hulpmiddelen ondersteund? Zijn ze beheersbaar (flexibel aan omstandigheden aanpasbaar, deel van een beheerssysteem e.d.)?

En tenslotte wat zijn de belangrijkste in de methodiek toepasbare technieken? Tot de belangrijkste en hoogst ontwikkelde technieken behoren uiteraard:

- probleembeschrijvingstalen,
- gegevensbeheerssystemen,
- hogere programmeertalen.

Daarnaast worden in de literatuur genoemd en worden in de praktijk gebruikt:

- interviewmethoden,
- stroomschematechnieken,
- structuurschematechnieken,
- rapportagemethoden,
- literatuuronderzoekmethoden,
- beslissingstabellen,
- statistische technieken,
- documentatiesystemen,
- systeemmatrices,
- precedentieanalyse technieken,
- netwerkplanningmethoden.

Steeds vaker wordt het gebruik ervan door specifieke programmatuur ondersteund: door de computer vervaardigde schema's, tekstverwerking voor documentatie e.d., automatische generatie van demonstratie- en testgegevens, programma's voor beeldschermopmaak, etc.

De verzameling van methodieken voor het ontwerpen van informatiesystemen, met name gericht op transaktieverwerkende processen en reguliere informatievoorziening, is groot. We lichten een aantal methodieken, die tezamen een representatieve steekproef vormen, uit deze verzameling. In tabel 5.1 geven wij enkele kernwoorden per methodiek weer. Information Engineering (IE) is een commercieel beschikbare uitgebalanceerde methode, die alle stadia van de levenscyclus dekt. IE blijkt ook goed te integreren met bijvoorbeeld het project-management raamwerk van SDM. Een schema is weergegeven in figuur 5.5.

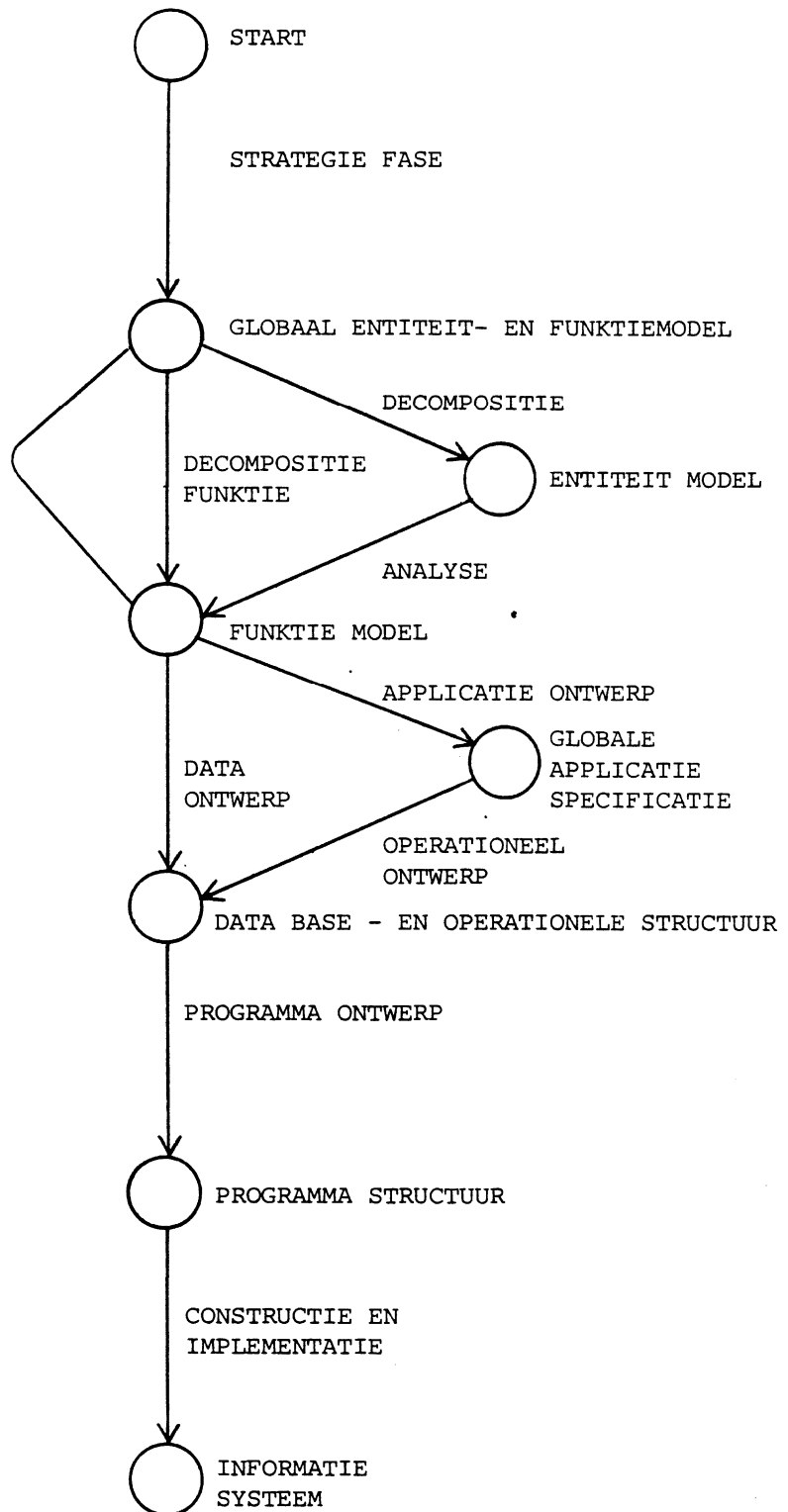
SADT is een voorbeeld van een groep methodieken die zich richten op 'Structural Systems Analysis'. Bekend is hiervan de flow georiënteerde schematechniek die objecten via gebeurtenissen probeert te koppelen.

ISAC gaat primair uit van het procesverloop binnen organisatorische functies. Dit wordt weergegeven in incidentie- en precedentie-schema's. Een

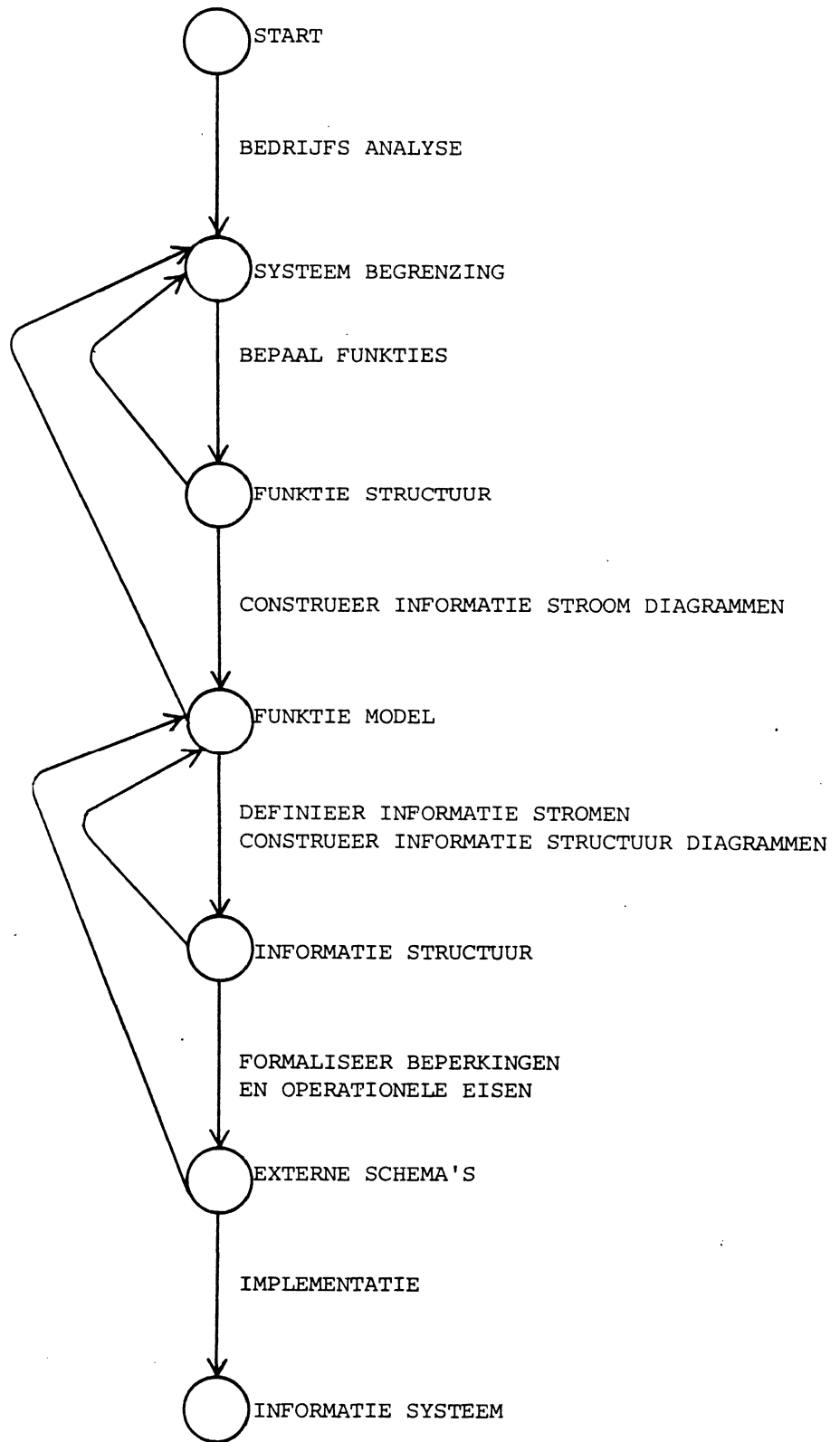
sterke data-oriëntatie staat centraal in NIAM, waar gestreefd wordt naar een zo volledig mogelijke vastlegging van de 'Universe of Discourse', zie figuur 5.6. Vanuit de ervaringen met gestructureerd programmeren probeert JSD/JSP een objectstelsel direkt te modelleren in objecten die data en processpecificaties omvatten. CIAM maakt gebruik van predicaten-logica om op een declaratieve manier een objectstelsel met tijdsafhankelijkheden te beschrijven, zie figuur 5.7. Als voorbeeld van een incrementele methodiek, die afkomstig is uit de software engineering, dient USE.

Van deze methodieken is in tabel 5.2 weergegeven welke stadia van de levenscyclus, nl. probleemanalyse, systeemontwerp, systeemontwikkeling, invoering en onderhoud, bestreken worden. We dienen hierbij echter wel te bedenken, dat het onderscheid in stadia wordt ingegeven vanuit een lineaire strategie. Om iteratieve of incrementele strategieën goed tot hun recht te laten komen, is een ander onderscheid vereist.

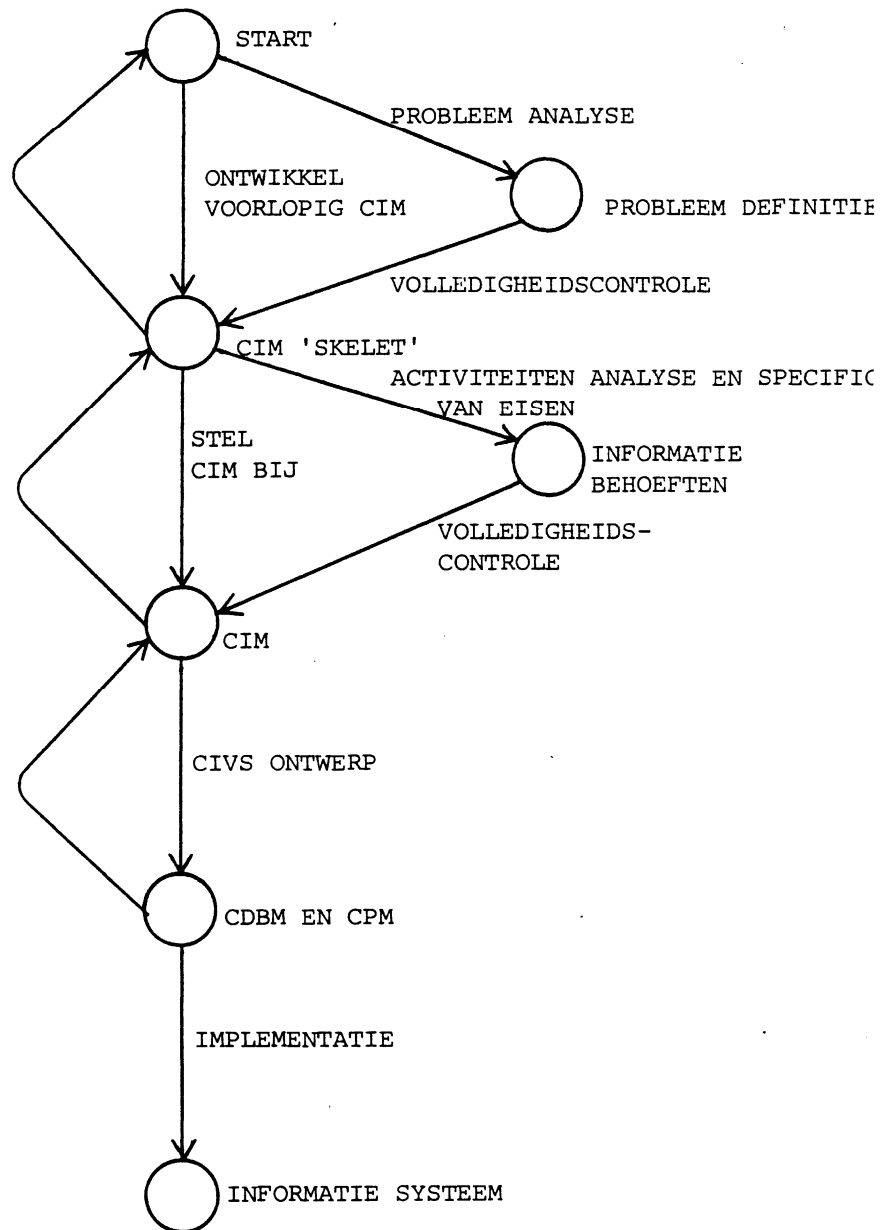
Tabel 5.3 geeft een overzicht van het gehanteerde datamodel, de representatieve vorm, de documentatie, de gebruiksvriendelijkheid, de aanwezige hulpmiddelen, en de vorm van kwaliteitscontrole.



Figuur 5.5.



Figuur 5.6.



CIM : CONCEPTUEEL INFORMATIE MODEL
 CIVS: CONCEPTUEEL INFORMATIE VERWERKEND SYSTEEM
 CDBM: CONCEPTUEEL DATA BASE MODEL
 CBM : CONCEPTUEEL PROGRAMMA MODEL

Figuur 5.7.

Enige methodiekenTabel 5.1

methodiek	origine	kernwoorden
IE	James Martin	traditioneel, gehele levenscyclus
SADT	Ross	things, happenings
ISAC	Lundeberg-ISAC	veranderingsanalyse, proces, precedentie
NIAM	Nijssen, CDC	sentences, data-gericht
JSD	Jackson	object = data + proces
CIAM	Syslab	rule based, time
USE	Wasserman	incremental design

Vergelijking Stadia levenscyclusTabel 5.2

methodiek	probleem analyse	systeem- ontwerp	systeem- ontwikkeling	invoering	onderhoud
IE	X	X	X	X	X
SADT	X	X	X		
ISAC	X	X	X		
NIAM		X	X	X	
JSD	X	X	X	X	
CIAM	X	X	X	X	
USE		X	X	X	X

VergelijkingTabel 5.3

metho- die	data model representatievorm	documenta- tie	gebruik	gereed- schap	kwaliteits- controle
IE	entity-rel	diagrammen	formulieren	gemakkelijk	IEF,excel-consistency larator checks
SADT	entity-rel	grafisch	formulieren	gemakkelijk	excelle- rator cycle
ISAC	—	grafisch	formulieren	matig	Graphdoc EUES inspectie
NIAM	relationeel	RIDL	ISDIS, formulieren	moeilijk	ISDIS formeel
JSD	entity-rel	diagrammen	formulieren	matig	Action diagrammer cycle
CIAM	entity-rel	taal	formulieren	moeilijk	IMT understanding stage,formeel
USE	entity-rel	PLAIN, diagrammen	formulieren	gemakkelijk	TROLL RAPID checks

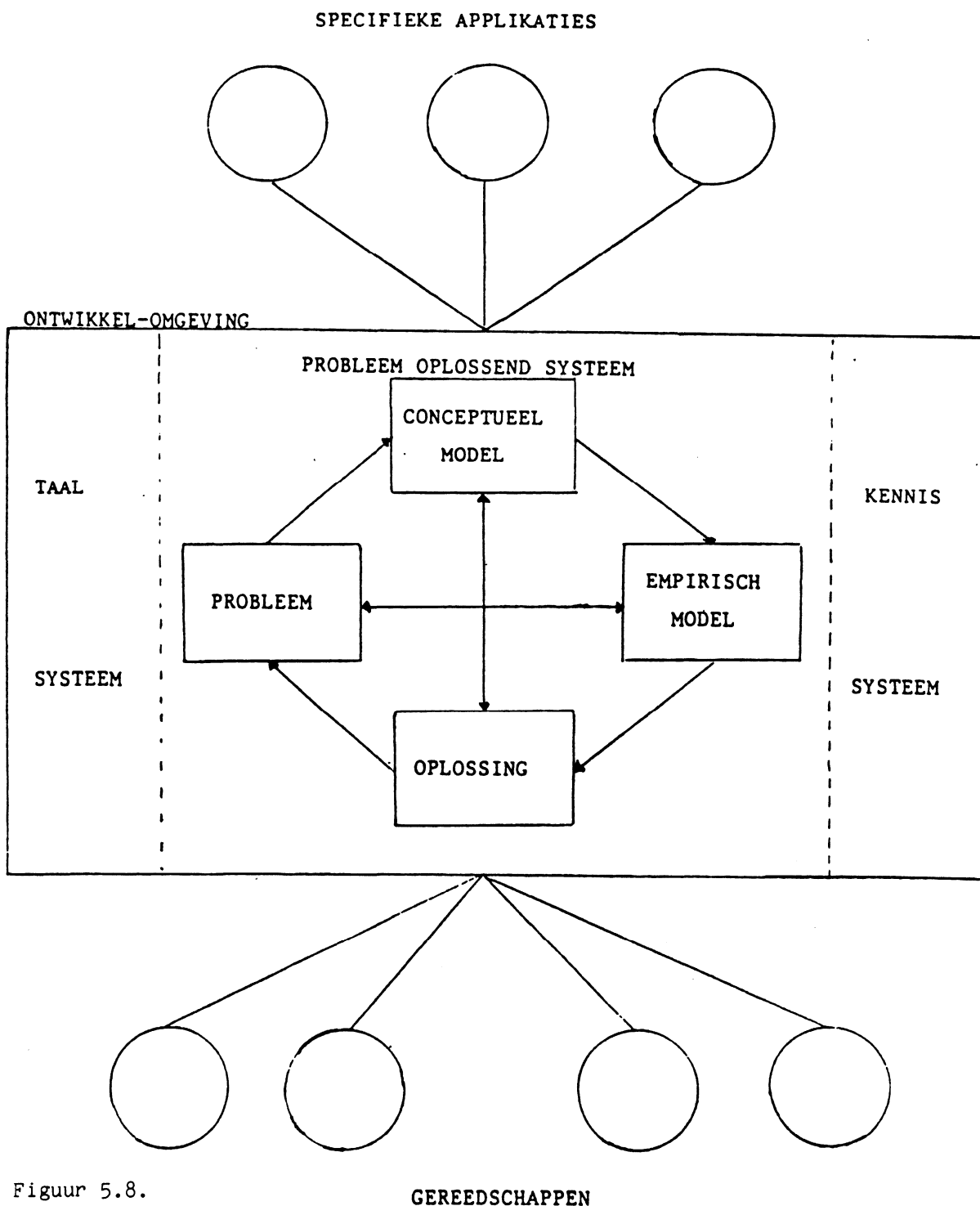
entity-rel betekent: entity-relationship

5.5. Ontwikkelomgevingen

Gereedschap vormt geen doel op zich, maar wordt gebruikt om te komen tot kwalitatief goede systemen die een bijdrage leveren aan een beter functioneren van organisaties. In Sol (1982) tonen wij aan dat het ontwerpen van informatiesystemen, en ook van DSS, opgevat kan worden als een bijzonder geval van een proces van probleemoplossen. Mitroff et al. (1974) hebben een kader geschetst, waarin verschillende aanpakken bij probleemoplossen kunnen worden aangegeven. Bonczek et al. (1980) geven een uitbreiding aan het door Sprague (1980) geïntroduceerde raamwerk, waarin de concepten van een data base, een model base en een software systeem, worden vervangen door die van een taalsysteem, een kennissysteem, en een probleemoplossend systeem. Het taalsysteem bevat de taalkundige uitdrukkingmogelijkheden voor een probleemoplosser. In het kennissysteem is kennis over een probleemgebied vastgelegd. Het probleemoplossend systeem probeert de problemen uitgedrukt in het taalsysteem mede met behulp van het kennissysteem tot een oplossing te brengen. In figuur 5.8 intergreren wij deze verschillende

raamwerken tot een nieuw. Wanneer we een kennissysteem opvatten als een gestructureerde verzameling feiten en regels en een probleem oplossend systeem bekijken als een systeem dat logische gevolgtrekkingen op basis van de opgeslagen kennis kan maken, dan hebben we te maken met een expert systeem.

Figuur 5.8. brengt daarmee ook naar voren dat kennisverwerkende systemen een belangrijk component vormen van informatiesystemen.



Figuur 5.8.

Er bestaat niet zoiets als een beste methodiek. Sølvsberg (1983) onderscheidt twee nieuwe wegen om hierin vooruitgang te boeken via 'system development and maintenance environments:

- the LANGUAGE approach implies the development of a high level specification language including implementation tools, where all of the utilities for keeping track of system components are supporting the chosen language.
- the INTEGRATION approach implies the interfacing and integration of a variety of commercially available tools, each tool being applied for only a small part of the total design process'.

Sølvsberg kiest voor de tweede weg, die hij aanduidt als de 'Information System Factory'. Een soortgelijke benadering komen wij tegen bij Verlinden (1982), die de Siemens Develop Machine beschrijft. De volgende instrumenten voor systeem- en programma-ontwikkeling worden door hem gepresenteerd:

- Byblos, voor het bijhouden van de ontwerp- en programmadocumentatie,
- Columbus, voor gestructureerd programmeren,
- Testmanager, voor het uitvoeren van testwerkzaamheden,
- Mms, voor het verrichten van prestatiemetingen,
- Fms, voor het comprimeren van bestanden,
- David, voor het in dialoog beheren van bestanden.

Ook Wasserman (1982) slaat deze weg in, wanneer hij een aantal kenmerken van een 'software development methodology' als onderdeel van een ontwikkelomgeving voor informatiesystemen onderkent. Als mogelijk (geautomatiseerd) gereedschap binnen zo'n omgeving kan genoemd worden:

- Tedium (Blum), in een IMS-omgeving.
- IMT (Lundberg), voor beschrijving van conceptuele data en programma-modellen op basis van predicaten-logica.
- Infolog (Sernadas), als 'an event based model and logic for the rigorous and abstract specification of loosely connected software system which communicate through messages'.
- uitbreidingen in de PSL/PSA-omgeving, met name voor simulaties in het systemologisch probleem (Bodart).
- Systematrix and Cogitor (Jäderlund).
- Use (Wasserman) met Plain, Troll, Unix.
- CS4 (Bubenko) en andere systemen voor prototyping van relationele databases.

Het blijft echter een open vraag, op welke manier de beoogde integratie van deze verschillende onderdelen gerealiseerd kan worden.

Wij hebben nog weinig aandacht besteed aan de ontwikkeling van systemen voor management-ondersteuning. Ogenschijnlijk hebben wij te maken met een andere wereld. Naar onze mening zijn de verschillen slechts marginaal. Dit standpunt wordt gedeeld door Bonczek et al. (1983), die een ontwikkelomgeving voor BOS introduceren. Daarin onderscheiden zij:

- system analysis and design facility;
- model management language;
- screen management language;
- source generator;
- graphics generator;
- request handler.

De marginale verschillen met methodieken in een ontwikkelomgeving voor transaktieverwerkende systemen leggen zij bij het doel en de snelheid van het ontwerpproces, ten dele bij de mate van gestructureerdheid van de problemen.

Gewezen wordt op de 'rapid feedback' van incrementeel ontwerpen door de toepassing van Problem Statement en Requirement Specification Languages. Een eerste aanzet voor een dergelijke omgeving is bekend in de APL-wereld en in APE, zie Van Beek (1982).

5.6. Ontwerpmethodieken in de praktijk

De opsomming in de vorige paragraaf zou de indruk kunnen wekken dat er aan het hanteren van de gereedschapskist weinig of geen bezwaren kleven. Er zijn duidelijk nog vele problemen ten aanzien van methodieken die om een oplossing vragen, zie Bemelmans (1983). Bemelmans concludeert dat methodieken:

- sterk gericht zijn op de ontwikkeling van transaktieverwerkende systemen;
- weinig aandacht besteden aan het in de kaart brengen van communicatieprocessen;
- voorbij gaan aan prestatie-eisen of de kwaliteit van een eindproduct;
- de benodigde definities van data- en programmastructuren voor zowel projectbesturing als systeembesturing niet of nauwelijks mee nemen.

Wij voegen hier aan toe, dat

- cijfers over efficiënte en effectiviteit van methodieken niet of nauwe-

- lijks voorhanden zijn;
- meer aandacht nodig is voor de dynamiek van systeembeschrijvingen naast de uitwerking van conceptuele schema's;
 - er nog weinig aandacht besteed wordt aan efficiënte herontwerpen.

Ook in IFIP verband komt men tot soortgelijke conclusies, zie Olle, Sol en Verrijn Stuart (1982), Olle, Sol en Tully (1983) en Olle, Sol en Verrijn Stuart (1986). Mocht er ooit gedacht zijn aan een universele methode die toepasbaar is in elke organisatie voor ieder soort probleem, dan vindt deze gedacht nu zeker geen ondersteuning meer. Het is duidelijk dat er nog vele vraagtekens staan rond de keuze van een methodiek in een bepaalde probleemsituatie. Toch veronderstelt men dat methodieken kunnen bijdragen tot een betere doelmatigheid en doelgerichtheid, zowel van het proces als van het product.

Zoals gesteld geeft de methodiek concreet aan voor een bepaald toepassingsgebied

- hoe de complexiteit van het ontwerpprobleem wordt aangepakt, d.w.z. welke sub-problemen onderscheiden worden om de complexiteit te reduceren en welke begrippen daarvoor geïntroduceerd moeten worden;
- hoe de strategie voor de projectaanpak er uit ziet;
- hoe het project gecontroleerd en/of gedocumenteerd wordt.

Laten wij eerst eens een aantal bijdragen bekijken met betrekking tot de gehanteerde denkwijze en afbeeldingswijze.

De meeste methodieken besteden weinig aandacht aan het systemologisch probleem.

Bubenko (1982) maakt onderscheid tussen een 'understanding stage' en een 'conceptual information modeling and conceptual program modeling stage'. De understanding stage speelt bij hem op het raakvlak tussen systemologie en infologie.

In de 'understanding stage' moet een volledig beschrijvend model of kenmodel van het objectsysteem gemaakt worden. Een doorlichting van mogelijke knelpunten als basis voor het zoeken naar verbetering in de vorm van een maakmodel of voorschrijvend model, komt echter bij hem niet aan de orde.

Hetzelfde kan opgemerkt worden van ISAC, zie Lundeborg (1982). In ISAC wordt een stadium van 'change analysis' onderscheiden. De overgang van beschrijvend naar voorschrijvend blijft ook hier in nevelen gehuld. Waar de mogelijke knelpunten vandaan komen en hoe de oplossingen hiervoor op hun merites moeten worden beoordeeld, blijft onduidelijk. Wellicht kan men

via een analyse van Critical Success Factors, zie Alloway (1980), Rockart (1982), hier handvaten bieden om tot een betere probleemherkenning in de 'understanding stage' te komen.

Falkenberg et al. (1983) onderkennen dat ook in NIAM de beschrijving van het objectstelsel meer aandacht verdient. Zij stellen dan ook voor NIAM met ISAC te combineren. Onze genoemde bezwaren tegen ISAC met betrekking tot het voortraject worden hiermee echter niet weggenomen.

In D2S2, zie Van Lith (1982), wordt het stadium strategische analyse onderscheiden. Naast de onderkenning dat een informatieplan gestoeld moet zijn op een meer of minder gedetailleerde functie- en entiteitenanalyse, geeft deze methodiek niet aan hoe dit nu moet verlopen. Met andere woorden het systemologisch probleem wordt wel gesignaleerd, doch niet opgelost.

De methodiek BSP, zie Sebus (1981), legt zich toe op een strategische verkenning en de invulling van een informatiebeleid vanuit een top-down doelstellingenanalyse. De aanpak is deductief, voorschrijvend van aard en tamelijk gedetailleerd voor een vluchtige probleemherkenning en formulering.

Naar onze mening dient in het systemologisch probleem een herkenbare, verifieerbare en valideerbare beschrijving van het objectstelsel centraal te staan. De nadruk op de beschrijving van het objectstelsel en van het toepassingsgebied komen we ook tegen bij Bosman (1977), Budde (1983), Kensing (1983), Nygaard et al. (1978). Mumford (1984) wijst hier ook op. Zij geeft impliciet aan dat een voorwaarde voor het goed functioneren van de 'participative approach' ligt in het scheppen van een herkenbaar, gemeenschappelijk referentiekader. Door een nauwkeuriger beschrijving van het objectstelsel kan hieraan worden voldaan. Het is echter onze ervaring, dat een gedetailleerde (proces)beschrijving van een uitgangssituatie een relatief grote inspanning vergt. Immers, eerst wordt een conceptueel model van de bestaande situatie met voldoende detaillering gemaakt. Vervolgens wordt dit model ingedikt of vereenvoudigd met het oog op beschikbaarheid of bruikbaarheid van gegevens.

Voor de afbakening van het objectstelsel en het herkennen van de problemen hierin kan een doelstellingenanalyse of een analyse van kritieke succesfactoren een bijdrage leveren, waarmee dit probleem kleiner wordt.

Het is opvallend dat de etiketten Persoonlijk Computer Gebruik (PCG) en Management Ondersteunende Systemen (MOS) te pas en te onpas worden gebruikt, zonder dat deze begrippen nauwkeurig worden omschreven. Vele schrijvers lijken de samenvattende term Decision Support Systems (DSS) te beschouwen als een aanpak waarbij dankzij moderne technologie individuele

opvattingen en oordelen naar voren kunnen komen.

Klein en Hirschheim (1985) stellen dat 'there appears to be an implicit assumption on the part of DSS writers that DSS are beneficial to organizations and the DSS intervention process is not inherently polemic'.

Ginzberg en Stohr (1982) merken op dat de basis voor het definiëren van MOS is verschoven van een beschrijving van wat een MOS doet naar ideeën over hoe MOS kunnen worden ontwikkeld.

Deze verschuiving door de jaren heen kan als volgt worden toegelicht:

1. In het begin van de jaren '70 werd een MOS omschreven als een gecomputeriseerd systeem om het nemen van beslissingen te ondersteunen. De basis voor PCG was gelegd in het toepassen van interactieve technieken en data bases om besluitvormingsprocessen te verbeteren. In dit MOS-concept lag een sterk cognitief gericht accent op individuele beslissers.
2. In de tweede helft van de jaren '70 legde de MOS-beweging de nadruk op 'interactive computer-based systems which help decision-makers utilise data bases and models to solve ill-structured problems'. De nadruk ligt minder op het beslissingsproces dan op de ondersteuning van het persoonlijk computergebruik met hulpmiddelen om snel toepassingen te ontwikkelen.
3. Daarna begint de reclame karavaan rond MOS en PCG pas goed op gang te komen. Alle systemen die de effectiviteit van managers zouden moeten verhogen krijgen het label MOS opgeplakt. Vakgebieden als operationeel onderzoek en psychologie onderkennen de verkoopwaarde van dit etiket. Begrippen als informatiecentrum en prototyping worden in één adem genoemd met MOS en PCG.
4. Recentelijk verschuift de aandacht naar intelligente werkstations waar expertsystemen en documentsystemen persoonlijk computergebruik in een data communicatie-netwerk ondersteunen.
Elam et al. (1985) vragen derhalve om een nieuwe visie op MOS en PCG. Zij stellen voor het begrip te beperken tot 'the exploitation of intellectual and computer-related technologies to improve creativity in decisions that really matter'.

De discussie rond de begrippen MOS en PCG dient niet de aandacht af te leiden van de vraag wat de bijdrage hiervan is om het reilen en zeilen van organisaties te verbeteren. Juist hier kunnen verschillende wrijvingspunten

gesignaleerd worden op basis van de opgedane ervaringen:

a. Kennen en maken.

MOS richten zich op problemen die slecht gestructureerd zijn. Het is echter opvallend hoe weinig aandacht wordt besteed aan de stappen in het proces van probleemoplossen. Veelal onderscheidt men hier de stappen probleemonderkenning, probleemformulering, probleemoplossing en implementatie. Vele MOS richten zich op de laatste twee stappen. Echter, het lijkt niet onaannemelijk dat de eerste stappen meer aandacht gaan krijgen, zie bijvoorbeeld Landry et al. (1985), Sol (1982). Immers, voordat men een probleem kan oplossen of een MOS of informatiesysteem kan bouwen moet men de probleemsituatie in zekere mate kennen. Natuurlijk komen er ontwerpen of oplossingen tot stand, onder harde tijdsdruk of financiële druk. Dit wordt zeker in de hand gewerkt door de 'snel even doen' mentaliteit rond PCG. Toch is de stelling 'bezint eer ge begint' ook van toepassing op PCG en de ontwikkeling van MOS. Daarom dienen de probleemonderkenning en de probleemformulering meer aandacht te krijgen.

b. Aggregatie.

Bij het beschikbaar stellen van faciliteiten voor PCG gaat men vaak impliciet uit van de veronderstelling dat meer en betere informatie ook tot betere beslissingen leidt. Bovendien hanteert men veelal samenvattende of ingedikte gegevens over processen in organisaties.

In de praktijk van verschillende organisaties wordt onderscheid gemaakt tussen:

- een data base met (gedetailleerde) gegevens over het verloop van de primaire processen in de organisatie,
- een data base voor PCG met persoonlijke gegevens, externe gegevens en geaggregeerde gegevens uit de administratieve en transactieverwerkende systemen.

Er zijn verschillende, voornamelijk technische, argumenten voor dit onderscheid:

- de efficiency van bestaande data base management systemen, en speciaal relationele DBMS, levert nog steeds technische problemen op wanneer men fysiek één data base probeert te realiseren.
- PCG vraagt om een andere omgeving met programmatuur en apparatuur dan transactieverwerking.
- gegevens in de PCG-data base hebben een andere graad van nauwkeurigheid dan gegevens uit de transactieverwerkende systemen.

De PCG-data base bevat veelal gegevens die via aggregatie tot stand

gekomen zijn uit de onderliggende cijfers door bijvoorbeeld sommatie over tijd, over geografische gebieden, over produktgroepen, etc. Echter, het gebruik van deze gegevens om beslissingen te ondersteunen kan gevaarlijk zijn. Men moet een vraagteken zetten achter de waarde van management informatie die door aggregatie tot stand komt, zie Reuijl (1982), Sol (1983), Sol (1985). Het is niet gemakkelijk om in het algemeen een geschikte aggregatiegraad voor het nemen van beslissingen aan te geven. De geaggregeerde cijfers zijn niet altijd geschikt om verbanden hard te maken die de werkelijkheid goed weergeven.

De conclusie hieruit is dat de technische beschikbaarstelling van bestanden voor PCG veel minder aandacht dient te krijgen dan de logische inrichting van deze bestanden. Deze conclusie dreigt echter verloren te gaan in het reclamegeweld rond relationele DBMS, 4de generatietalen, vraagtaalen en prototyping.

c. Spreadsheet modellen en discrete simulatie modellen.

De beschikbaarheid van gegevens en de bruikbaarheid voor het ondersteunen van beslissingen wordt veelal niet ter discussie gesteld. Men gaat er vanuit dat verbanden, zoals vastgelegd in bijvoorbeeld spreadsheets de werkelijkheid goed weergeven.

Veel modellen die bij PCG gehanteerd worden, zijn z.g.n. vergelijkingenmodellen: een verzameling definitievergelijkingen en gedragsvergelijkingen. De gedragsvergelijkingen moeten worden geschat en gevalideerd. Daarna kan men met het model gaan spelen, bijvoorbeeld door 'what-if'vragen te stellen of door naar een optimale oplossing te zoeken. Echter, deze modellen zijn alleen toepasbaar onder de veronderstelling dat de vergelijkingen kunnen worden geschat en dat deze een goede beschrijving van de werkelijkheid geven.

De veronderstelling dat men een probleemsituatie kan beschrijven door in- en uitvoer van een 'black-box' te bestuderen, blijkt echter weinig op te gaan. Bovendien is een gebruiksvriendelijk pakket voor PCG geen waarborg dat goede modellen worden opgesteld.

Een oplossing kan worden gevonden door modellen te gebruiken die de black box openbreken. Met name in de discrete simulatie modellen worden de opeenvolgende fasen van een beslissingsproces wel vastgelegd. De fasen worden sequentieel doorlopen, waarbij verschillende routes kunnen worden gevolgd. Deze modellen lenen zich beter voor het beschrijven van de verschillende fasen van beslissingsprocessen dan vergelijkingenmodellen. Verder zijn ze minder afhankelijk van de beschikbaarheid van gegevens dan vergelijkingenmodellen. Echter, discrete simulatie modellen

vragen wel meer van het modelleringsvermogen van de gebruiker. Dit spanningsveld onderschrijft eens te meer dat een effectieve aanwending van faciliteiten voor PCG sterk afhangt van de modelleringskennis en de materiekkennis van de gebruiker.

Met betrekking tot de werkwijze die tot uitdrukking komt in strategieën voor het ontwerpen van informatiesystemen constateren we een grote belangstelling voor een prototyping-ontwikkeling. In het algemeen kunnen we van prototyping zeggen dat het zich richt op het snel creëren van werkende systemen in een vroegtijdig stadium. Meer concreet kunnen we stellen dat prototyping kan worden gehanteerd om

1. een beter begrip van een toepassingsgebied te krijgen,
2. informatiebehoeften juist en volledig te specificeren,
3. gebruikers interfaces te ontwikkelen,
4. (voor)productie testen uit te voeren.

Prototyping kan, zij het met verschillende inhoud, worden gehanteerd voor de oplossing van het systemologisch, het infologisch, het datalogisch en technologisch probleem. We concluderen, zie Sol (1984), dat bij prototyping – verificatie en validatie van het kenmodel niet altijd de benodigde aandacht krijgen, door een gebrekkige of te snelle conceptualisatie,

- niet iedere organisatie rijp is voor een wegwerp aanpak inherent aan prototyping,
- de overgang van een kenmodel naar maakmodel nog nauwelijks uit de verf komt,
- de oplossing snel als definitief door de organisatie wordt overgenomen zonder dat verder geëxperimenteerd wordt,
- de effectiviteit van het resultaat meer centraal staat dan de efficiëntie,
- modellen als vereenvoudiging van de uitgangssituatie gehanteerd worden, waarbij het totaalbeeld gauw uit het oog wordt verloren.

We merken op dat er zeer weinig gegevens beschikbaar zijn over de middelen die aangewend worden in de verschillende activiteiten in het ontwikkelingstraject in relatie tot de kwaliteit van het eindprodukt. Dit geldt zeker voor prototyping. Veel gegevens over de efficiëntie en effectiviteit van prototyping ontbreken nog.

Wat de beheerswijze betreft constateren we dat gereedschap voor volgordeplanning en capaciteitsplanning van automatiseringsprojecten nog weinig ingevoerd zijn. Wij hebben stochastische netwerken toegepast om te bekij-

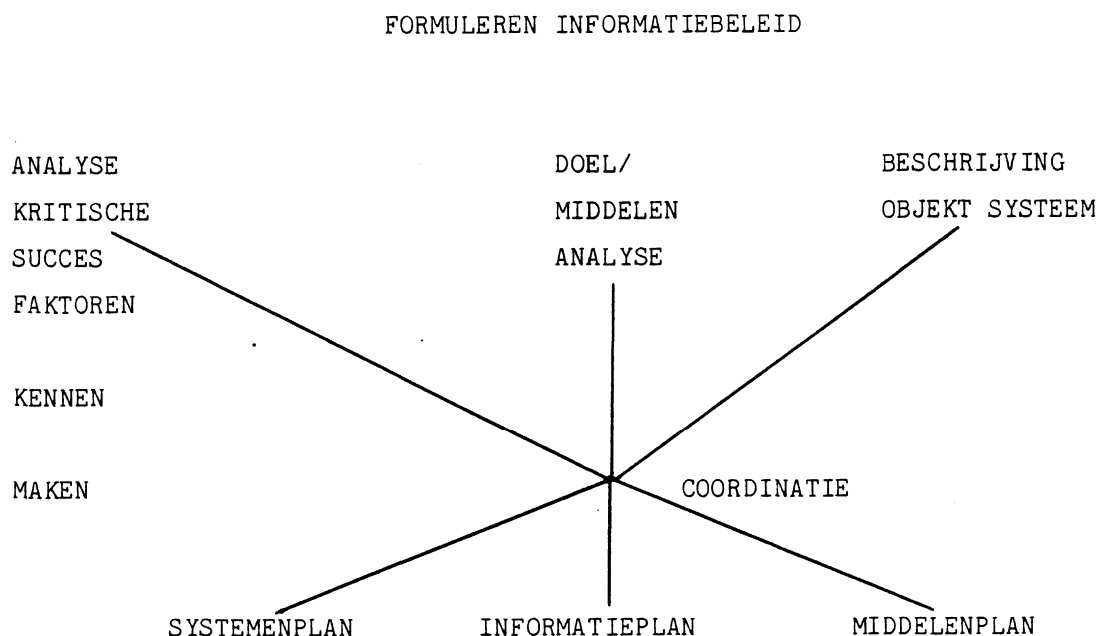
ken welke factoren de doorlooptijden van de ontwikkeling van informatiesystemen bepalen. We constateren in Sol (1982) dat in slecht-gestructureerde problemen een incrementele aanpak tot significant kortere doorlooptijden leidt dan een lineaire of iteratieve aanpak. Deze aanpak is ook bruikbaar om bij de start van een project tot een voorlopige doorlooptijdschatting te komen.

In dit verband wijzen wij erop dat een lineaire aanpak een andere contractvorm vereist dan een iteratieve of een incrementele. Een projectvorm volgens een incrementele strategie vertoont veel overeenkomst met een research en development project, en kan met soortgelijke contracten bestuurd worden.

Tot slot merken wij op dat in vele methodieken veel nadruk gelegd wordt op controle-lijsten waaraan project-rapporten en documenten moeten voldoen. Alhoewel niet genoeg aandacht gegeven kan worden aan een goede en volledige project- en programmadocumentatie, hebben we wel de indruk dat deze aandacht soms ten koste gaat van de kwaliteitscontrole en -beheersing.

Wil men de doelgerichtheid en de kwaliteit van te ontwikkelen informatiesystemen meer nadruk geven, dan dienen een organisatiebeleid en een informatiebeleid hierbij aan te sluiten.

Belangrijke componenten bij de formulering van een informatiebeleid zijn (figuur 5.9):



Figuur 5.9

1. Een INFORMATIEPLAN, omvattend de infrastructuur, waarin data-communicatiefaciliteiten zijn uitgewerkt tot op het niveau van de werkplekken en de opzet van de gegevensverzamelingen, zowel voor gemeenschappelijk gebruik als alleenstaand. Een belangrijk element hierin is het niveau van aggregatie van de gegevensverzamelingen en uitspraken over de relevantie van de inhoud hiervan voor het PCG.
2. Een SYSTEEMPLAN, omvattend prioriteiten voor de te ontwikkelen en te modificeren transactieverwerkende systemen.
3. Een MIDDELENPLAN, waarin zowel centrale als decentrale apparatuur is aangegeven, alsmede richtlijnen voor standaardisatie en onderhoud en waarin projecten rond MIV en PCG strategieën zijn aangegeven om drempels te verlagen en de acceptatie te verhogen.

Het informatiebeleid en de informatieplanning dient zich te richten op de ontwikkeling van een informatiesche infrastructuur waarin werkplekken worden ingericht voor taakuitoefening door individuen of groepen. Een belangrijk aspect is hierbij de vraag in hoeverre de werkplekken van gemeenschappelijke gegevensverzamelingen gebruik maken.

Het ontwerpen van werkplekken die een omgeving bieden voor de ondersteuning van de modellerende en de probleemoplossende taken van kenniswerkers, en het bedenken van een geschikte afstemming tussen deze werkplekken vraagt om nieuwe technieken voor systeembeschrijving en systeemanalyse, waarmee de modellerende gebruikers dynamisch in model worden gebracht.

Samenvattend merken we op dat de professie die zich bezighoudt met het ontwerpen van informatiesystemen, volop in beweging is.

1. We constateren dat het ontwerpen steeds meer gezien wordt als een proces van probleemoplossen op het raakvlak tussen RS en IS. Dit vraagt om aandacht voor de activiteiten probleemonderkenning, probleemformulering, probleemoplossing en probleemimplementatie.
2. Juist wanneer de probleemformulering niet duidelijk is, dient meer aandacht besteed te worden aan de beschrijving en analyse en vervolgens aan de generatie van alternatieven.
3. Het maken van een goed ontwerp gaat steeds minder zonder het goed kennen van de bestaande situatie. Dit wordt nog belangrijker wanneer onderhoud, renovatie en persoonlijk computergebruik toenemen.
4. In het ontwerpproces verschuift bij de vraagstelling het accent van het waarmee en het hoe naar het wat en het waartoe.
5. De discussie over een data-gerichte aanpak versus een functie-gerichte aanpak maakt plaats voor het onderscheid tussen een statische en een

dynamische beschrijving van het objektsysteem.

6. De discussie over geschikte methodieken verplaatst zich naar de vraag hoe we een omgeving kunnen inrichten ter ondersteuning van het ontwerpproces.

5.7. Literatuur

- Alloway, R.M., Defining success for data processing: a practical approach to strategic planning for the DP-Department, MIT, CISR 52, Mass, 1980.
- Beek, J. van, Een systeemontwikkelingsmethode gebaseerd op prototyping, Informatie, jaargang 24, nr. 12, 1982.
- Bemelmans, Th.M.A., Ontwikkelingsmethoden voor informatiesystemen: onopgeloste problemen, Informatie, jaargang 25, nr. 2, 1983.
- Bonczek, R.H. et al., Foundations of decision support systems, Academic Press, New York, 1981.
- Bonczek, R.H. et al., A high productivity approach to DSS development, paper Purdue University, West Lafayette, 1982.
- Bosman, A., Een metatheorie over het gedrag van organisaties, Stenfert Kroese, Leiden, 1977.
- Bubenko, J.A. et al., A declarative approach to conceptual information modeling, in: Olle, T.W., Sol, H.G., Verriijn Stuart, A.A., (eds.), Information systems design methodologies: a comparative review, North-Holland, Amsterdam, 1982.
- Budde, R., Sulla, K.H. From Application, Domain Modeling to Target System, in: Budde, R. et al., (eds.), Approaches to Prototyping, Springer, Berlin, 1984.
- Douger, J.D., Knapp, R.W. (eds.), Systems analysis techniques, John Wiley, New York, 1975.
- Davis, G.B., McKeen, J.D. en Naumann, J.D., Determining Information Requirements: A contingency method for selection of a requirements assurance strategy, The journal of systems and software 1, 1980.
- Dickson, G.W., Requisite functions for a management support facility, in Sol, H.G. (ed.), Processes and tools for decision support, North-Holland, Amsterdam, 1983.
- Eilers, H.B.: Systeemontwikkeling volgens SDM, Academic Service, Den Haag, 1979.
- Elam, J., et al., A Vision for DSS, Proceedings DSS-85, 1985.
- Falkenberg, E., et al., Feature analysis of ACM/PCM, CIAM, ISAC and NIAM, in: Olle, T.W., Sol, H.G., Tully, C.J. (eds.), Information systems Design

- Methodologies: A Feature Analysis, North-Holland, Amsterdam, 1983.
- Ginzberg, M.J. and Stohr, E.A., Decision Support Systems: Issues and Perspectives, in: Ginzberg, M.J., Reitman, W., Stohr, E.A. (eds.), Decision Support Systems, North-Holland, Amsterdam, 1982.
 - Hartman, W., Roos, J.: Technieken voor systeemonderzoek, en Methoden voor systeemonderzoek, Kluwer, Deventer, 1975.
 - Hartman, W., H. Matthes, A. Proeme: Information systems Handbook (ARDI), Philips Apeldoorn, 1972. Opvolger onder de naam PRODOSTA komt binnenkort op de markt.
 - Hice, G.F., W.S. Turner, L.F. Cashwell: System Development Methodology (SDM), North-Holland/American Elsevier, 1974. (nieuwe bijgewerkte druk 1978).
 - Hoenderkamp, TH., Sol, H.G., Protoyping: Instrument voor Systeemontwerpers, Academic Service, Den Haag, 1985.
 - Kensing, F., Property determination by prototyping, in: Budde, R., et al., (eds.), Proceedings Working Conference on Prototyping, Springer, Berlin, 1984.
 - Klein, H.K., Hirschheim, R., Consequentialist Perspective of Decision Support Systems, Decision Support Systems, Vol. 1, no. 1, 1985.
 - Landry, M., Pascot, D., Briolat, D., Can DSS Evolve Without Changing Our View of the Concept of 'Problem'?, Decision Support Systems, Vol. 1, nr. 1, 1985.
 - Lee, R.M., Logic programming and accounting epistemology, Proceedings KROT Workshop IFIP WG 8.3, Lisbon, 1983.
 - McLean, E., Sol, H.G., Decision Support Systems: A Decade in Perspective, North-Holland, Amsterdam, 1986.
 - Lith, P. van, D2S2, Informatie, Jaargang 24, nr. 11, 1982.
 - Lundeberg, M. et al., De ISAC Methodiek, Samson, 1981.
 - Lundeberg, M., The ISAC approach, in: Olle, T.W., Sol, H.G., Verriijn Stuart, A.A., (eds.), Information systems design methodologies: a comparative review, North-Holland, Amsterdam, 1982.
 - Mitroff, II., Betz, F., Pondy, L.R. en Sagasti, F., On managing science in the systems age: two schemes for the study of science as a whole systems phenomenon, TIMS Interfaces, Vol. 4, nr. 3, 1974.
 - Mumford, E., Experiences with socio-technical design, in: Bemelmans, Th.M.A., (ed.), Beyond productivity: Information systems for organizational effectiveness, North-Holland, Amsterdam, 1984.
 - Nygaard, K. et al., Introduction to the Beta programming language, NCC, Oslo, 1978.
 - Olle, T.W., Sol, H.G., en Verriijn Stuart, A.A. (eds.), Information sys-

- tems design methodologies: a comparative review, North-Holland, Amsterdam, 1983.
- Olle, T.W., Sol, H.G., Tully, C.J. (eds.), Information systems design methodologies: a feature analysis, North-Holland, Amsterdam, 1982.
 - Olle, T.W., Sol, H.G., Verrijn Stuart, A.A. (eds.), Information Systems Design Methodologies: Improving the Practice, North-Holland, Amsterdam, 1986.
 - Reuijl, J.C., On the Determination of Advertising Effectiveness, An Empirical Study of the German Cigarette Market, Stenfert Kroese, Leiden, 1982.
 - Rockart, J.F., The changing role of the information systems executive: a critical success factors perspective, Proceedings third International Conference on Information Systems, Ann Arbor, Michigan, 1982.
 - Rzevski, G., Trafford, D.B., Wells, M., The evolutionary design methodology applied to information systems, in: Olle, T.W., Sol, H.G. en Verrijn Stuart, A.A., (eds.), Information systems design methodologies: a comparative review, North-Holland, Amsterdam, 1982.
 - Sebus, G.M.W., Business systems planning, Informatie, jaargang 23, nr. 3, 1981.
 - Sol, H.G., Simulation in information systems development, Dissertatie Rijksuniversiteit Groningen, 1982.
 - Sol, H.G., Processes and tools for decision support: Inferences for future developments, North-Holland, Amsterdam, 1983.
 - Sol, H.G., Prototyping: a methodological assessment, in: Budde, R. et al. (eds.), Proceedings Working Conference on Prototyping, Springer Berlin, 1984.
 - Sol, H.G., Ypelaar, D.P.N.M., Methodieken voor informatiesysteemontwikkeling: de volgende stap in een vergelijking, Informatie, jaargang 25, nr. 9, 1983.
 - Sol, H.G., Aggregating Data for Decision Support, Decision Support Systems, vol. 1, no. 2, 1985.
 - Sølvsberg, A., An information systems factory, paper University of Trondheim, Trondheim, 1983.
 - Sprague, R.H., A framework for research on decision support systems, in: Fick, G., Sprague, R.H. (eds.), Decision support systems: issues and challenges, Pergamon Press, Oxford, 1980.
 - Verlinden, M.P., Instrumenten voor programma-ontwikkeling op basis van principes van software engineering, Informatie, jaargang 24, nr. 2, 1982.
 - Wasserman, A.I., Automated tools in the information systems development environments, in: Schneider, H-J., Wasserman, A.I., (eds.), Automated

tools for information systems design, North-Holland, Amsterdam, 1982.

BIJLAGE I

KERNBEGRIPPEN ROND INFORMATIESYSTEMEN

INFORMATICA: het vakgebied dat zich bezighoudt met de theoretische studie van informatiesystemen tezamen met de praktische realisatie in menselijke taken en machines, in het bijzonder computers.

INFORMATIE (primitieve term): heeft te maken met kennis over iets en met kennisnemen van iets door iemand.

SYSTEEM (primitieve term): elk geheel van elementen waarin men samenhang wil onderkennen kan als systeem worden beschouwd.

INFORMATIESYSTEEM (IS): een geheel van gegevensverzamelingen, van apparatuur met bijbehorende programmatuur, en van personen met de procedures volgens welke zij werken (DE SYSTEEMCOMPONENTEN), ten behoeve van het kennen of besturen van reële systemen (RS), in het bijzonder organisaties.

INFORMATIEPARADIGMA: elk geheel van samenhangende dynamische verschijnselen (dus ook elke organisatie-eenheid) kan worden beschouwd als een systeem dat bestaat uit een informatiesysteem (IS) en een reëel systeem (RS), waarbij het IS het GEDRAG van het RS bepaalt.

RECURSIEBEGINSEL (deel van het informatieparadigma): het informatieparadigma geldt ook voor elk deelsysteem, dus ook voor alle RS'en en voor alle IS'en waaruit elke organisatie-eenheid beschouwd kan worden te bestaan.

ASPECTEN VAN INFORMATIE:

- pragmatisch aspect: de functie (werking) van informatie in een reëel systeem
- semantisch aspect: de betekenis (verwijzing) van informatie als afbeelding van een reëel systeem
- syntactisch aspect: de formele structuur van informatie in een informatiesysteem (gegevensverzameling)
- empirisch aspect: de zintuigelijk waarneembare vorm waarin informatie in een reëel informatiesysteem is vastgelegd.

MANIEREN VOOR (INFORMATIE)SYSTEEM BESCHRIJVING:

- analytisch (ontologisch): de componenten waaruit een informatiesysteem bestaat met hun onderlinge relaties
- functioneel: de taken of verrichtingen van een systeem als een deel van een groter geheel
- temporeel (genetisch): de fasen waarin een systeem tot stand komt en in de loop van de tijd verandert.

ASPECTEN VAN (HET ONTWERPEN VAN) INFORMATIESYSTEMEN:

- systelogisch aspect: de probleemstelling met betrekking tot een RS waarvoor met behulp van een IS een oplossing wordt gezocht (WAARTOE)
- infologisch aspect: de specificatie van de informatie die nodig is om een RS te besturen (WAT)
- datalogisch aspect: de logische ordening van de informatie in een IS en van de processen die de informatie voortbrengen (HOE)
- technologisch aspect: de fysieke uitvoering van de componenten van een IS (WAARMEE).

Naast informatie is vaak sprake van:

- GEGEVENS:

vaak synoniem van informatie maar bij voorkeur te gebruiken als het accent valt op de afbeeldende betekenis van informatie zoals in het semantische aspect van informatie en in het infologische aspect van informatiesystemen.

- DATA:

vaak synoniem met gegevens maar bij voorkeur te gebruiken als het accent valt op de formele structuur van informatie zoals in het syntactische aspect van informatie en in het datalogische aspect van informatiesystemen.

- MEDIA (informatiedragers):

het materieel-energetische voorkomen van informatie in de empirische beschouwing van informatie en in het technologische aspect van informatiesystemen.

OBJEKTEN:

- objektsysteem (OS): dat wat men van een RS met het oog op een bepaald doel afbeeldt met behulp van een IS.
Een OS kan dus ook een (reëel) IS zijn dat met een IS voor het ontwerpen van informatiesystemen wordt afgebeeld.
- reële objecten: de afzonderlijke elementen die men in een RS wil onderscheiden.
- informatie-objecten: dat wat men van reële objecten afbeeldt met een IS (infologisch) of die afbeelding zelf (datologisch)
- objecttype: objecten behoren tot hetzelfde type als zij aan dezelfde definiërende omschrijving voldoen (dezelfde GENERERENDE OF VITALE EIGENSCHAPPEN hebben).
- (object-)kenmerk (Engels: attribute): eigenschappen beschrijven hetzelfde kenmerk (of eigenschapstype) als zij op dezelfde wijze worden bepaald.
- (kenmerk-)waarde: het getal, de code of (andere) omschrijving waarmee een bepaalde eigenschap van een bepaald object wordt weergegeven.
- (object-)identificatie (Engels: key): objecten onderscheiden zich ondubbelzinnig van elkaar als zij een kenmerk hebben dat voor elk object van dat type een unieke waarde heeft (de IDENTIFICERENDE EIGENSCHAP).
- (object-)actie: acties veranderen volgens transformatieregels de waarde van kenmerken binnen dit object of andere objecten.

BESTAND (Engels: file): gegevensverzameling die bestaat uit afbeeldingen van reële objecten van één type die zijn beschreven door informatie-objecten van één type (met dezelfde kenmerken).

DATABANK (Engels: database): gegevensverzameling met verschillende objecttypen, meestal ten behoeve van verschillende gebruikers, voor verschillende doeleinden en op afstand toegankelijk.

ORGANISATIE

- organisatie-eenheid: geheel van middelen, waaronder personele en materiële, dat bestaat met het oog op het bereiken van een bepaald doel.
- organisatie-structuur: min of meer blijvende wijze waarop organisatie-eenheden zijn geordend.
- organisatie-proces: de samenhangende beleids-, beheers-, en uitvoeringsactiviteiten van een organisatie-eenheid (op het beschouwde niveau gericht op resp. doeleinden, middelen en handelingen).

INFORMATIEVOORZIENING: het geheel van activiteiten dat ertoe dient een organisatie-eenheid de informatie te verschaffen die nodig is voor de uitvoering van haar activiteiten. Informatievoorziening omvat:

- SYSTEEMBEHEER: de zorg voor het beschikbaar stellen en houden van systeemcomponenten vanaf de bepaling van de informatiebehoefte tot en met het ontwerpen, bouwen, onderhouden en ondersteunen van informatiesystemen.
- INFORMATIEBEHEER (of BEHEER VAN INFORMATIESYSTEMEN): het exploiteren en gebruiken van informatiesystemen, inclusief het leiding geven daaraan en het houden van toezicht erop.

INFORMATIEVERZORGING: de informatievoorziening waarbij de afgebeelde reële objecten DOCUMENTEN zijn. Deze documentaire informatievoorziening betreft niet alleen bibliografische gegevens maar ook inhoudelijke informatie die losgemaakt van de bron en daardoor meestal openbaar, zelfstandig betekenis heeft voor de samenleving in brede zin (niet alleen voor een bepaalde organisatie-eenheid).

De term informatieverzorging wordt echter ook wel gebruikt voor financieel-administratieve informatievoorziening.

INFORMATIEPLANNING: de planning van de informatievoorziening bestaat uit het opstellen en bijhouden van drie soorten simultane interdependent voortschrijdende plannen op elk niveau van de organisatie:

- INFORMATIE (VOORZIENINGS)PLANNEN: meerjaren voortschrijdende overzichten van de voorgenomen activiteiten op het gebied van de informatievoorziening voor een bepaalde organisatie-eenheid;
- SYSTEEMPLANNEN (of projektplannen): overzichten van de voorgenomen activiteiten met betrekking tot een of meer fasen van een informatiesysteem in een toekomstige periode;
- MIDDELENPLANNEN: meerjaren voortschrijdende overzichten van de benodigde middelen die specifiek zijn voor de informatievoorziening en die worden beheerd door een organisatie-eenheid die in de informatievoorziening is gespecialiseerd.

Ten aanzien van INFORMATIESYSTEMEN worden verder onderscheiden:

- SYSTEEMFASEN: verzamelingen van samenhangende activiteiten die nodig zijn om een informatiesysteem tot stand te brengen en te doen functioneren zoals analyse, ontwerp, ontwikkeling, invoering, produktie en onderhoud.
- SYSTEEMEISEN: de tegen elkaar af te wegen behoeften waaraan informatie en

daarmede informatiesystemen moeten voldoen om aan de doelstelling te beantwoorden zoals eisen met betrekking tot betrouwbaarheid, snelheid, mate van detaillering, aktualiteit, veiligheid, doelmatigheid en flexibiliteit.

- SYSTEEMFUNKTIES: verzamelingen van overeenkomstige activiteiten die door informatiesystemen worden uitgevoerd, zoals vastlegging, verzameling, bewaring, ontsluiting, bewerking, verspreiding en verstrekking.
- SYSTEEMSTAPPEN: onderbroken reeksen bewerkingen die door één persoon op één arbeidsplek worden uitgevoerd (manuale en interactieve systeemstappen) of door één computerprogramma bij één machine-instelling worden afgewerkt (machinale systemen).

METHODOLOGIE omvat het samenhangende geheel van handelingen en regels voor onderzoek op een bepaald wetenschappelijk gebied. Onder METHODIEK verstaat men dan een samenhangend geheel van werkwijzen, METHODEN en hulpmiddelen (ook wel TECHNIEKEN genoemd) voor het oplossen van praktische problemen op zo'n gebied (praxeologie). Het Engelse 'methodology' betekent zowel methodologie als methodiek.

De oorspronkelijke betekenis van TECHNOLOGIE is het geheel van handelingen om natuurlijke stoffen te verwerken tot voor de mens bruikbare producten. In toenemende mate wordt het echter gebruikelijk TECHNOLOGIE (technologisch) te gelken als synoniem voor TECHNIEK (technisch), en METHODOLOGIE (methodologisch) voor METHODIEK (methodisch).

Een anthologie van informatica definities

Historisch is de term informatica de Nederlandse schrijfwijze van Informatique, de samentrekking van de Franse woorden Information en Automatique en dus niet zoals soms wordt verondersteld van Information en Mathematique. De oorspronkelijke definitie van de Académie Française is later overgenomen door de voormalige Academische Raad in Nederland en luidde:

1. Informatica houdt zich bezig met de theoretische en praktische aspecten van de verwerking – in het bijzonder met behulp van automaten – van informatie gezien als de formele neerslag van kennis en communicatie op alle gebieden van de wetenschap en samenleving.

Andere bekende omschrijvingen zijn:

2. 'Informatics is the totality of disciplines and technologies for the systematic treatment (particularly by computers) of data and information seen as the medium for knowledge with a view to its conservation in time and its communication in space' (International Federation for Information Processing – IFIP).
3. 'Informatics comprises fields related to design, construction, evaluation, use and maintenance of data processing, storage and communication systems, including the hardware, the software, as well as the human and organisational aspects and the complex of their industrial, commercial, administrative, social, and political impacts' (UNESCO definite voor informatica als gebied van maatschappelijke activiteit).
4. 'Informatica omvat de wetenschappelijke en technische aspecten van representatie en verwerking van gegevens, met behulp van automaten, en tracht hierover algemeen geldende uitspraken te doen' (SION).
5. 'Informatica is het vakgebied dat het verschijnsel informatie bestudeert in relatie tot het verwerken, overdragen en gebruiken van informatie, in hoofdzaak maar niet noodzakelijkerwijze met computers en telecommunicatiesystemen als hulpmiddel' (Nederlands Normalisatie Instituut).

Omschrijvingen die meer nadruk leggen op informatiesystemen dan op informatie en automaten (computers) zijn:

6. 'Informatica is de theoretische studie van informatiesystemen tesamen met hun praktische realisatie in menselijke taken en machines' of ook wel 'Informatica is de leer van het ontwerpen, ontwikkelen, bouwen, invoeren en in bedrijf houden van informatiesystemen' (o.a. Verkenningcommissie Informatica-onderwijs Nederland - VIN).

7. Toepassingsgerichte informatica omvat de theorie en de praktijk van het tot stand brengen en funktioneren van de informatiesystemen voor zover het zinvol is dat te beschouwen los van de vakgebieden waarop toepassing plaatsvindt (vaak ook informatiekunde genoemd met een nadere aanduiding van een toepassingsgebied bijvoorbeeld bestuurlijke informatiekunde) (Economische Faculteiten van Universiteiten).

	Informatie-aspecten (semiotiek)	IS ontwerpproblemen	IS methodieken
I	<u>Pragmatisch:</u> De functie (uitwerking) van de informatie uit een informatiesysteem op een reeel systeem. INFORMATIE (in engere zin)	<u>Systelologisch:</u> De probleemstelling met betrekking tot een RS waarvoor met behulp van een IS een oplossing wordt gezocht. WAARTOE <u>Infologisch:</u> De specificatie van de informatie als produkt dat een IS voortbrengt, nodig om een RS te kennen en/of te besturen. WAT	<u>Denkwijze:</u> De wetenschappelijke discipline of de praktische probleemstelling van waaruit men het RS waarvoor een IS moet worden ontworpen beziet. <u>Afbeeldingswijze:</u> De wijze waarop een min of meer formele afbeelding wordt gemaakt van het RS voor de kennis waarver of de besturing waarvan men een IS beschrijft (ontwerpt).
III	<u>Semantisch:</u> De betekenis (verwijzing) van informatie als afbeelding van een reeel systeem. GEGEVENS	<u>Datalogisch:</u> De structurering van de informatie en van de mer- tale en machinale processen in een IS dat de infor- matie voortbrengt. HOE	<u>Werkwijze:</u> Min of meer geformaliseerde fasering van de wijze waarop een IS tot stand komt (lineair, iteratief of incrementeel).
III	<u>Syntactisch:</u> De formele structuur van de informatie (de gegevensverzameling) in een informatiesysteem. DATA		
IV	<u>Empirisch:</u> De fysieke wijze waarop informatie in een informa- tief systeem is vastgelegd. MEDIA	<u>Technologisch:</u> De fysieke uitvoering van de componenten van een IS. WAARMEE	<u>Beheerswijze:</u> De min of meer georganiseerde wijze waarop de werkzaamheden voor het tot stand komen van een IS worden bestuurd (capaciteit, tijd, kosten en kwaliteit).

BIJLAGE II

Technieken voor (weergave van) analyse en ontwerp

A. Stroomschema's (flowcharts)

In de fasen van de systeemcyclus wordt voor verschillende doeleinden en op verschillende niveaus van detaillering gebruik gemaakt van verschillende soorten stroomschema's nl. systeemstroomschema's (I), programma- en procedurestroomschema's (II) en stroomschema's voor interactieve processen (III).

ad.I Systeem(stroom)schema's (SS), waarvan de verschillende niveaus aangegeven:

- de relatie tussen het stelsel en andere systemen (de externe interfaces)
- de onderverdeling van een systeem in deelsystemen (interne interfaces)
- de onderverdeling van een deelsysteem in manuele en machinale stelselstappen

De systeemstroomschema's maken deel uit van de systeembeschrijving in het systeemontwerp.

ad.II Programma(stroom)schema's (PS) (ook procedureschema's voor manuele systeemstappen)

Voor één programma of procedure (stelselstap) geven de verschillende niveaus aan:

- de structuur van het programma of de procedure (onderverdeling in deelprocessen of subroutines)
- de onderverdeling van een deelproces in modules (logische functies)
- de relaties binnen een module tussen condities en acties (t.b.v. de omzetting in de gebruikte programmeertaal of instructie voor mensen)

De programmastroomschema's maken deel uit van de programmabeschrijving in het systeemontwerp en zonedig van het programmadossier dat bij de systeemontwikkeling wordt vervaardigd.

Er kan een hiërarchie van stroomschema's zijn waarin elk stroomschema op lager niveau de uitwerking is van één blok uit een stroomschema op hoger niveau.

Voor de symbolen die in stroomschema's worden gebruikt zijn door het Nederlands Normalisatie Instituut normen vastgesteld die aansluiten op internationale standaards. Deze zeer uitgebreide normen vinden zelden op strikte wijze toepassing. Zie het overzichtsblad van NEN 3283. Regels voor het toepassen van stroomschemasymbolen zijn vastgelegd in NPR 3592 (Nederlands Praktijknorm).

Studerenden en informatiegebruikers hebben vaak grote moeite SS en PS te onderscheiden:

- a. Het gebruik van de zogenaamde informatiesymbolen (bijvoorbeeld de afbeelding van een ponskaart) is principieel verschillend. In het SS geeft een dergelijk symbool de fysieke informatiedrager(s) zelf weer, in een PS echter een handeling met zulk een drager (bijvoorbeeld inlezen).
- b. Iets dergelijks geldt voor het algemene handelings(proces)symbool (de rechthoek). In een SS geeft dit symbool veelal de computer (of andere machine of arbeidsplaats) aan, in een PS één of meer programma-instructies die door een computer of werkinstructies die door een mens worden uitgevoerd.
- c. De verbindingslijnen in een SS geven de loop (stroom) van de informatiedrager aan, in een PS de volgorde van de handelingen. Tijdsverschillen worden (bijvoorbeeld naar volgende mutatiegang) meestal door gestippelde stroomlijnen weergegeven. Dit laatste komt dus alleen in SS voor.
- d. In een SS worden parallelle takken beide (eventueel zelfs gelijktijdig) doorlopen (vergelijk planningnetwerken). Zij volgen op een splitsing-handeling. In een PS zijn parallelle takken alternatieve takken waarvan er bij uitvoering één wordt gekozen. Zij volgen op een beslissingshandeling.
- e. In een PS kunnen lussen voorkomen. In SS wijzen lussen op een fout, behalve bij onderbreking in de tijd en dan bij voorkeur met gestippelde lijnen aan te geven (zie punt c.).

Een veel voorkomende fout in stroomschema's is dat systeemstappen (in SS) en handelingen binnen een manuele of machinale systeemstap (in PS) in één schema worden opgenomen. Daaruit blijkt altijd het ontbreken van inzicht in het functioneren van een IS.

ad.III Stroomschema's voor interactieve processen (dialoogstructuren)

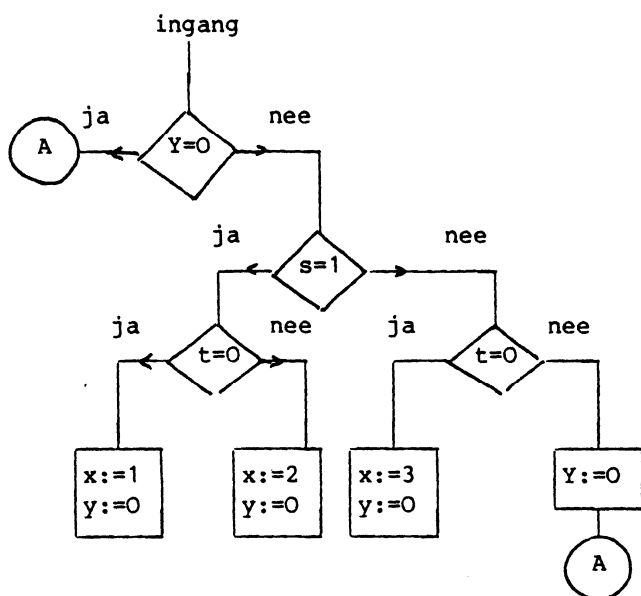
Bijzondere complicaties levert de weergave van interactieve systemen omdat daar afwisselend (vaak kleine) manuele en machinale systeemstappen worden ondernomen. Strikte handhaving van de schemaregels gaat dan meestal ten koste van de duidelijkheid met het oog op het doel van een bepaald schema. Dit doel kan bijvoorbeeld zijn:

- inzicht in het functioneren van het totale IS (mensen en computers) voor gebruikers en informatici. Beide soorten activiteiten kunnen dan globaal worden weergegeven.
- instructie voor menselijke uitvoerders (bij de training, of als handleiding of naslagwerk tijdens de uitvoering). Alleen de machinale activiteiten kunnen dan globaal worden aangegeven.
- programmaspecificatie voor het programmeren (inclusief foutenanalyse en onderhoud). Alleen de normale stappen kunnen dan globaal worden weergegeven.

De weergave moet aan dat doel worden aangepast afhankelijk van het concrete systeem. De huidige schematechnieken voldoen daar niet geheel aan. Betere methoden zijn (nog?) niet ontwikkeld. Vooral de verwerking van niet gestructureerde informatie (tekstverwerking) levert in dit opzicht nog veel problemen. Een voorbeeld van dialoogstructuurdiagrammen zijn z.g. statendiagrammen.

B. Beslissingstabellen (decision tables)

Een BT is een alternatief voor een programmastroomschema, niet voor een systeemstroomschema. In figuur 2 zijn in de vorm van een beslissings-tabel (BT) dezelfde relaties tussen condities en acties weergegeven als in stroomschema van figuur 1.



y=0	Y	N	N	N	N
s=1	-	Y	Y	N	N
t=0	-	Y	N	Y	N
=====					
x:=1		X			
x:=2			X		
x:=3				X	
y:=0		X	X	X	X
GOTO A	X				X

Figuur 2

Figuur 1

de benamingen van de delen van een BT zijn als volgt:

conditie strook (condition stub)	conditie ingang (condition entry)
=====	=====
aktie strook (action stub)	aktie ingang (action entry)

De kolomen in het rechterdeel van de tabel zijn de beslissingsregels (decision rules).

We onderscheiden:

- enkelvoudige beslissingsregels (simple decision rules) voor iedere conditie is óf Y óf N ingevuld (kolommen 2 t/m 5 uit figuur 2)
- samengestelde beslissingsregels (complex decision rules) naast Y en N wordt ook '-' gebruikt (zoals kolom 1 uit figuur 2)

Een samengestelde beslissingsregel kan altijd uitgeschreven worden in een aantal enkelvoudige beslissingsregels (nagaan).

De BT in figuur 2 is een zogenaamde beperkte tabel (limited entry table). Dat wil zeggen in de ingangen worden alleen de volgende symbolen gebruikt:

Y : aan de conditie moet expliciet worden voldaan
 N : aan de conditie moet expliciet niet worden voldaan
 - : de conditie is niet relevant
 x : de actie moet worden uitgevoerd
 blank : de actie moet niet worden uitgevoerd.

Indien de condities onderling afhankelijk zijn kan dit als volgt worden aangegeven:

N' : aan de conditie kan niet worden voldaan indien aan een andere conditie expliciet wordt voldaan.

Bijvoorbeeld wanneer er twee condities zijn : c=1 en c=2 en voor c=1 is een Y ingevuld dan krijgt c=2 een aanduiding N'

Y' : aan de conditie is automatisch voldaan indien aan een andere conditie expliciet is voldaan.

Bijvoorbeeld c=1 Y

c>0 Y'

Naast de beperkte BT's kent men ook uitgebreide tabellen (extended entry) en gemengde tabellen (mixed entry).

Figuur 4 is een voorbeeld van een uitgebreide BT. De condities en de acties worden geschreven als variabelen waarvoor in de ingangen waarden (of intervallen) worden ingevuld.

In een gemengde tabel worden de mogelijkheden van de beperkte tabel en van de uitgebreide tabel door elkaar gebruikt.

	1	2	3	Else
X	< 0	=0	=100	
Y	-	4	7	
====	====	====	====	====
Z:=		0	100	
GOTO	A	B	C	D

Figuur 4

Iedere uitgebreide of gemengde tabel kan omgezet worden in een beperkte tabel met een groter aantal condities en acties (nagaan).

De ELSE-rule (figuur 4) is de beslissingsregel die gekozen wordt indien niet aan de condities van de andere beslissingsregels wordt voldaan.

Een beperkte tabel met alleen enkelvoudige beslissingsregels waarin n condities zijn opgenomen geeft aanleiding tot 2^n beslissingsregels. Vaak is hiervan een groot aantal praktisch (in het RS) onmogelijk of niet relevant. Deze kunnen dan worden samengevat onder de ELSE-rule. De daarbij behorende aktie bestaat dan bijvoorbeeld uit een verwijzing naar een fout-routine. Wanneer niet alle ook foutieve combinaties worden uitgeschreven in beslissingsregels, moet een "ELSE-uitgang" aan de tabel worden toegevoegd.

Een aktie kan ook bestaan uit een verwijzing naar een andere beslissingstabel. Op die manier ontstaat als bij PS een hiërarchie van BT's. Bijvoorbeeld in een BT voor salarisberekening (tabel I) is een aktie "Berekenen Inhouding" (tabel II). Deze tabel heeft onder andere de akties "Bereken AOW-premie" (tabel III) en "Bereken loonbelasting" (tabel IV) etcetera (programmamodulering).

Als de volgorde waarin de condities moeten worden getest of de volgorde waarin de akties moeten worden uitgevoerd om logische redenen niet in alle beslissingetabellen gelijk is, is het noodzakelijk de BT op te splitsen in een aantal tabellen die naar elkaar verwijzen omdat binnen één tabel slechts één volgorde (van boven naar beneden) aangegeven kan worden.

De omzetting (decomposition) van een BT in een computerprogramma gebeurt:

a. door de programmeur

- scanning: de beslissingsregels worden één voor één uitgeschreven (alle conditietests en activiteiten worden zo vaak in het programma opgenomen als ze in de kolommen van de BT voorkomen).
- condition testing: de condities worden gesorteerd in volgorde van selectiviteit en worden weergegeven in een beslissingsboom die geprogrammeerd kan worden (vergelijk figuur 1).

b. met behulp van computer programma:

- preprocessing: de BT wordt volgens voorschriften gecodeerd en verponst. De processor controleert en vertaalt de BT in brontaal bijvoorbeeld COBOL. Deze vertaling kan door de programmeur worden ingepast in een programma (het "host-program").
- direct processing: de BT wordt door een speciale compiler, of een uitbreiding van een bestaande compiler (bijvoorbeeld COBOL) omgezet in een laadbare machinetaal.
- interpreting: de BT wordt tijdens de uitvoering direct geïnterpreteerd (vertolkt).

Bij de omzetting moet worden gecontroleerd op:

- volledigheid: is voor elke mogelijke combinatie van condities een actie aangegeven?
- redundantie of afhankelijkheid: zijn er beslissingsregels met verschillende conditieingenangen maar dezelfde acties?
- strijdigheid: zijn er beslissingsregels met dezelfde conditie ingang maar verschillende acties?

Bij de omzetting van BT's kan met de hand of door middel van een algoritme in de omzettingsprogramma's worden geoptimaliseerd naar:

- verwerkingstijd ("runtime") door de meest selectieve test het eerste uit te voeren. Daarvoor moet een frequentieverdeling van de uitkomsten bekend zijn.
- geheugenruimte: door het aantal keren dat condities in de beslissingsregels worden getest en het aantal keren dat de acties in de programma's voorkomen te beperken (onder andere met behulp van de BT hiërarchie).

BT's worden gebruikt in de projectfasen:

- probleemanalyse : vastlegging van interviewresultaten m.b.t. het RS
- systeemontwerp : logisch ontwerp van informatieverwerking
- systeemontwikkeling: technische ontwerp van informatieverwerking
- productie : instructie voor manuele handelingen
- onderhoud : terugrijpen op documentatie in BT's

Voordelen van BT's zijn:

- eenvoudige communicatie met opdrachtgever (BT's blijken meer aan te spreken dan stroomschema's)
- directe verwerking met behulp van computer is mogelijk (geen programmering)
- latere wijzingen zijn eenvoudig en duidelijk te beschrijven
- dwang tot splitsing in condities, acties en beslissingsregels als uitgangspunt voor programmamodulering
- dwang tot begripsstandaardisatie.

Nadelen van BT's zijn:

- gevaar voor overdetaillering door het opnemen van alle logische maar niet altijd relevante combinaties
- weerstanden bij programmeurs: coderen in plaats van programmeren waardoor de controle op de logica vervalst.

C. Proces structuurdiagrammen

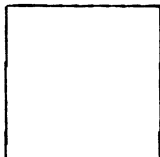
De stroomschematechniek is ontwikkeld in de beginperiode van de informatica (door Von Neumann) als hulpmiddel bij het ontwerpen van programma's en het schrijven van programma's in een assembleertaal. Later zijn hogere programmeertalen ontwikkeld (ALGOL, FORTRAN, COBOL, PL1) waarin "control structures" voorkomen die eigenlijk alleen op een lager (assembler) niveau in een eenvoudige programma stroomschema beschreven kunnen worden (bijvoorbeeld het ALGOL "for" statement). Volgens de in de laatste jaren gegroeide inzichten bevatten deze hogere programmeertalen "control structures" waarvan het gebruik en de leesbaarheid van een programma en daarmee de testbaarheid en de onderhoudbaarheid bemoeilijken.

De gestructureerde programmering beperkt dan ook in de hogere programmeertalen het gebruik van het GOTO statement. Een structuur, die juist in de conventionele stroomschema-techniek vaak gebruikt moet worden, bijvoorbeeld om een DO-loop weer te geven.

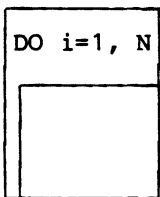
I. Nassi en B. Schneiderman hebben een techniek voorgesteld die beter aansluit bij de huidige opvattingen over de eisen die aan de structuur van een programma moeten worden gesteld en veel meer dan stroomschema's dwingt tot een modulaire (top-down) aanpak van het ontwerp van een programma of een procedure.

Het Nederlands Normalisatie Instituut heeft een ontwerp Normblad (NEN 1422) uitgegeven.

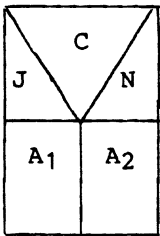
De gebruikte symbolen zijn:



Het proces symbool
Binnen de rechthoek wordt een proces beschreven in de vorm van opdrachten (concatenatie, sequentie)

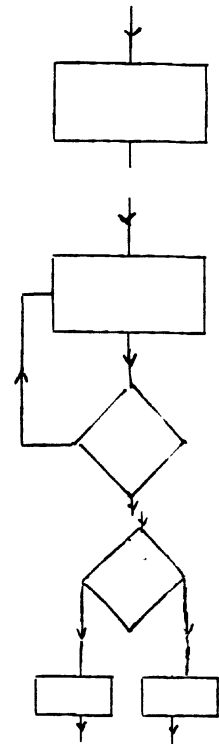


Het herhalingssymbool
De DO-loop (ALGOL "for" statement).
In de binnenste rechthoek wordt de body van de lus beschreven (repetition).



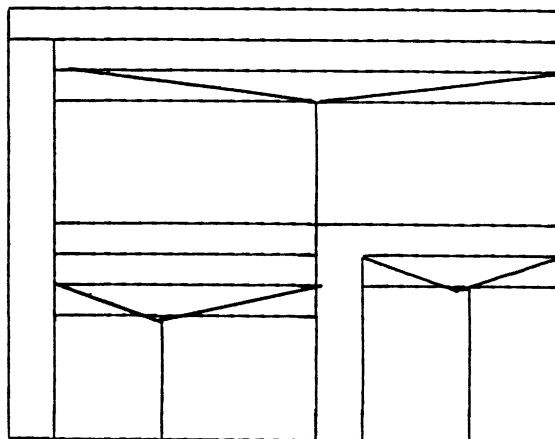
Het beslissingssymbool.
C is de conditie.
A₁ is de aktie die uitgevoerd wordt wanneer aan de conditie wordt voldaan, anders A₂ (selectie, IF-THEN-ELSE).

stroomschema-equi-
valent



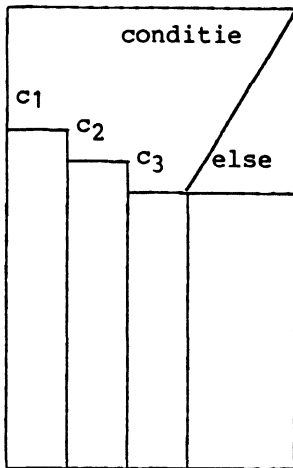
De volgorde van de bewerkingen die bij de stroomschema's aangegeven wordt met lijnen (pijlen) wordt bij deze techniek aangegeven door de symbolen onder elkaar en in elkaar te tekenen.

Bijvoorbeeld



Soms wordt aan de techniek uitbreiding gegeven:

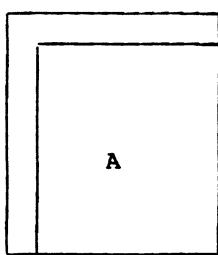
a. door meervoudige selecties (CASE) als volgt weer te geven



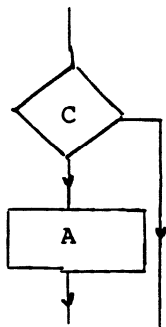
b. door afhankelijk van de mogelijkheden van de gebruikte taal als volgt te onderscheiden tussen:

DO-WHILE

(repeat while)

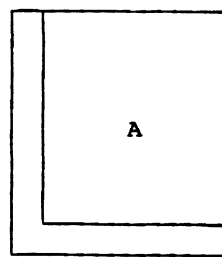


of

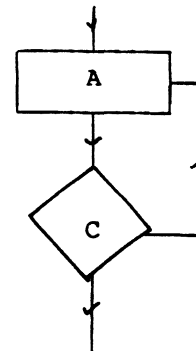


DO-UNTIL

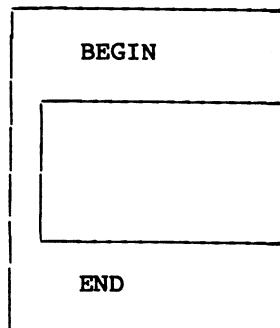
(repeat until)



of



c. een afgerond (genest) gedeelte als volgt aan te geven (BEGIN-END in ALGOL en PL1):



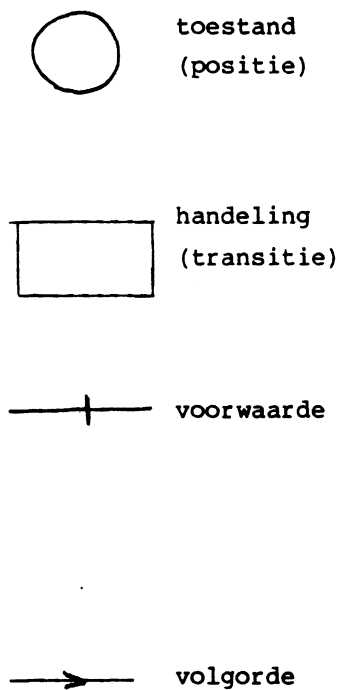
De weerslag van deze techniek in de programmalisting blijkt uit de inspringing (indentation). Dit maakt bij goed gebruik en overvloedig commentaar (comment statements) in de programmalisting het gebruik van programma-stroomschema's en structuurdiagrammen grotendeels overbodig. Dit is indien toegepast van groot belang omdat daardoor automatisch de documentatie wordt bijgewerkt (namelijk in de programmalistings). Het afzonderlijk bijwerken van programmastroomschema's en programmastructuurdiagrammen blijft namelijk nogal eens achterwege.

D. Petrimetten

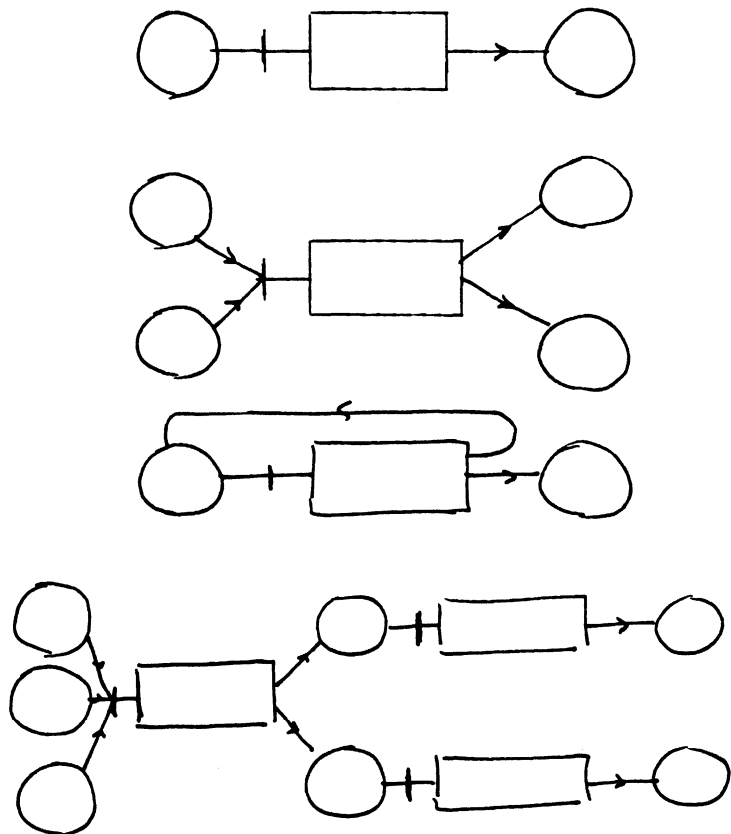
Stroomschema's van een bijzondere soort zijn de zogenaamde Petrimetten of daarvan afgeleide weergavetechnieken. Zij worden gebruikt voor de weergave van bijzonder tijdsritische processen.

Zij kennen meestal drie typen symbolen nl. voor het aangeven van toestand (state of position) die ontstaat als een handeling heeft plaats gevonden, voor het uitvoeren van een handeling (transaction action) die bepaalde toestanden in het leven roepen, en voor het aangeven van een temporele conditie (synchronisation). De symbolen zijn onderling verbonden door lijnen die zowel systeemstroomschema-"achtig" als programmastroomschema-"achtig" kunnen zijn. Het synchronisatie symbool geeft aan dat alle "voorgaande" gebeurtenissen moeten zijn opgetreden vóór de erop "volgende" handeling kan worden uitgevoerd.

Symbolen



Voorbeelden



Noch toestanden onderling noch handelingen onderling kunnen door pijlen zijn verbonden (waarom niet?) Handelingen kunnen wel door toestanden, toestanden niet door handelingen worden gevolgd (nagaan).

Toestanden worden altijd gevolgd door het synchronisatie symbool dat aangeeft dat voorgaande toestanden moeten zijn ingetreden voor de volgende handeling kan worden uitgevoerd.

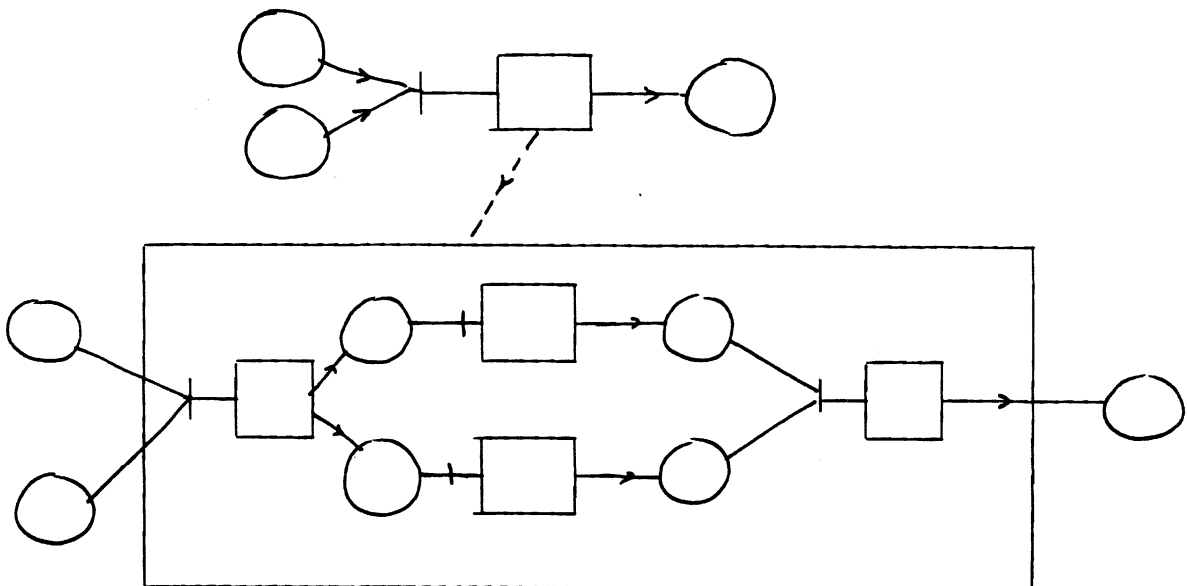
Handelingen worden dus altijd voorafgegaan door een synchronisatiesymbool. Zie verder voorbeelden.

Opm. Vaak worden het synchronisatiesymbool en het symbool voor de erop volgende handeling in één symbool verenigd.

Strikt genomen is één van beide dan ook overbodig (waaom?)

Petrinetten kunnen evenals de andere schematechnieken op verschillende niveaus in hiërarchisch verband worden gebracht. Elke handeling kan n.l. verder worden gedetailleerd met gebruikmaking van dezelfde symbolen.

Voorbeeld:



Het belang van de toepassing van Petrinetten ligt vooral in het feit dat vele systemen tijdsvoorwaarden kennen en Petrinetten niet alleen de aandacht richten op die tijdsvoorwaarden maar het ook mogelijk maken die dynamische eisen te formaliseren en te verifiëren. Petrinetten lijken in dat opzicht op netwerkplanning voor menselijke activiteiten (ook voor het bouwen van IS) met dit verschil dat in plannetwerken geen kringlopen mogen voorkomen.

Overigens zijn in Petrinetten gemakkelijk de drie basiselementen van processtructuurdiagrammen te herkennen (bijlage C). Zij worden zowel voor zuiver machinale processen als voor gemengde processen gebruikt (bv. weergave en analyse van manuele correctieprocedures).

E. Precedentie-schema's

Langefors is één van de eersten geweest die onderscheidde tussen infologische en datalogische aspecten in de toegepaste informatica. Deze termen zijn ook van hem afkomstig. Langefors c.s. ontwikkelden theorieën en methoden voor de analyse van de informatiebehoefte en de aansluitende structurering van informatie en informatieverwerkende processen.

Zij gebruiken daarbij een nog in beweging zijnde en ook onderling verschillende terminologie zodat het moeilijk is een en ander in zijn geheel samen te vatten. Het feit dat vergelijkend onderzoek aansluiting en overeenkomst toont met andere onderzoeken en methoden (gestructureerd ontwerpen en programmeren, hiërarchische input/proces/output documentatie, verschillende informatiestructuurmodellen en dergelijke) wijst erop dat er langzamerhand toch iets als een algemeen geaccepteerde theorie en methodiek voor informatiesystemen ontstaat. Het gebruik van het begrippen-paar precedentie-succedentie is specifiek voor de Scandinavische schaal zodat het hier kort wordt weergegeven in het kader van een meer omvattende ontwerpfilosofie .

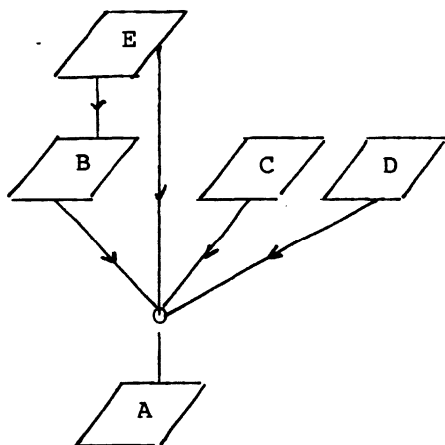
Uitgangspunten zijn:

- a. bekendheid met het RS (meestal objectsystemen genoemd) in die zin dat op hoog aggregatieniveau globaal aangegeven kan worden welke informatie nodig is in samenspraak met de opdrachtgevers (materiedeskundigen).
- b. "top-down" werkwijze bij de verdere concretisering en detaillering van de informatiebehoefte.
- c. volstrekte scheiding tussen het logisch ontwerp (wat) en het technisch ontwerp (hoe) om de bekende nu algemeen geaccepteerde (maar in de praktijk ook vol te houden?) redenen.

De precedentie-analyse bestaat uit een iteratief "top-down"-proces waarin met steeds grotere mate van detaillering "information-sets" en "information-procesen" worden weergegeven in precedentie-diagrammen en precedentie-matrices.

Het startpunt is de globaal aangeduide informatiebehoefte (bijvoorbeeld de information-set "verkoopvoorspelling"). Nagegaan wordt welke daaraan voorafgaande (precedente) informatiesets (wat) nodig zijn om in een

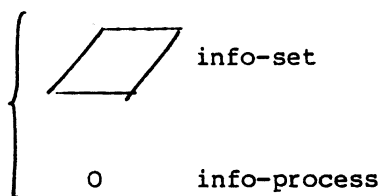
niet nader uitgewerkt verwerkingsproces (het hoe) de informatieset "verkoop-voorspelling" (logisch) te kunnen afleiden (bijvoorbeeld vroegere verkoop, lopende contracten, sociaal-economische indicatoren). Zie figuur.



Precedentie-diagram

	A	B	C	D	E
A	-	1	1	1	0
B	0	-	0	0	1
C	0	0	-	0	0
D	0	0	0	-	0
E	0	0	0	0	-

Precedentie-matrix



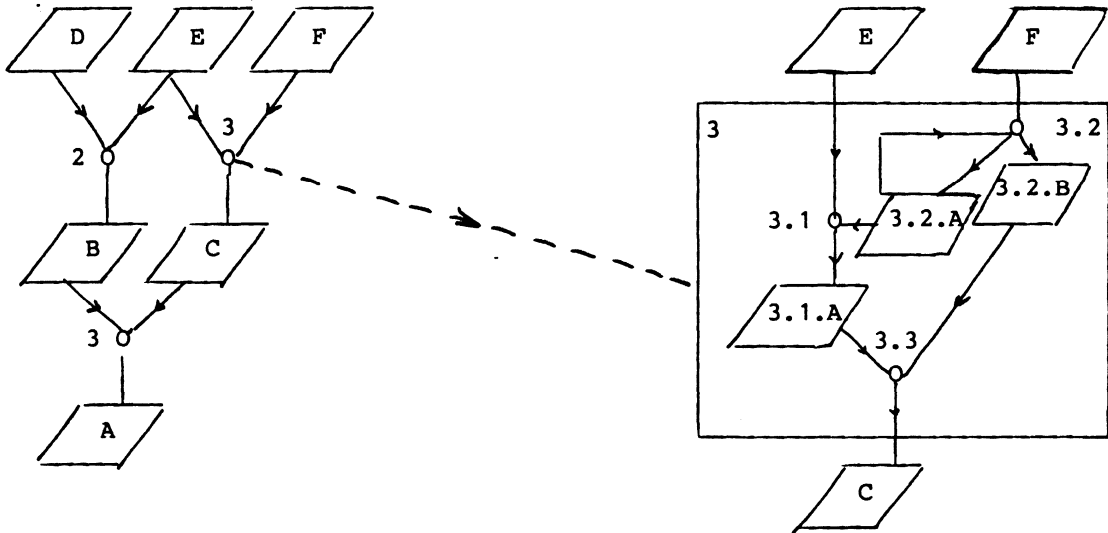
De volgende stappen zijn:

- voor elke precedente informatieset wordt nagegaan welke informatiesets daar weer logisch aan vooraf gaan.

Opmerking: gezien naar de grafische weergave in het precedentiediagram is deze werkwijze dus bottom-up, maar dit is uitsluitend een kwestie van weergaveconventies. Men zou ook van boven naar beneden kunnen tekenen en krijgt dan een schema dat lijkt op HIPO-diagrammen (zie onder E) en

- voor elk proces wordt nagegaan hoe het meer gedetailleerd kan worden beschreven in verder uitgewerkte precedentie-diagrammen.

Opmerking: in deze zin dus top-down omdat van het algemene meer omvattende naar het bijzondere minder omvattende wordt gewerkt.



Stap a: "Terugwerken"

Stap b: detailleren

De weergave in de precedentiematrix beoogt een aanzet te zijn voor verdergaande maar dan deterministische structurering van het ontwerpproces dat eventueel zelfs geautomatiseerd zou kunnen worden. Bijvoorbeeld voor grote information-matrixes "berekenen" welke sets relatief veel tezamen in de processen voorkomen zodat ze eventueel in één fysiek bestand (dataset) kunnen worden opgenomen.

De precedentie-analyse eindigt in "component analysis" en "process analysis" waarbij de informationsets zijn teruggebracht tot elementaire messages (object, kenmerk, waarde) en de information-processes tot elementaire rekenkundige of logische bewerkingen.

De component-analysis kan worden vastgelegd in data-specificaties, waarin per element bijvoorbeeld wordt aangegeven:

- naam van het element
- in de programma's gebruikte afkorting
- aard (alfabetisch, numeriek, etc.)
- lengte (aantal tekens, enz.)

De proces-analysis eindigt in de weergave van de bewerkingen in de vorm van beslissingstabellen of programmastroomdiagrammen op het gewenste niveau van detail.

Naar de letter van de gedachtengang van Langéfors c.s. volgt daarna de structurering van de data-elementen en de proces-elementen in fysieke eenheden. Uitgangspunt daarvoor kan de zogenaamde incidentie matrix zijn.

	E	F	C	3.1A	3.2A	3.2B
3.1	1			-1		
3.2		1			-1	-1
3.3			-1	1		1

Incidentie-matrix

(proces 3 van vorige figuur)

De kern van het probleem is dat op geen enkel niveau de (logische) informationsets mogen worden opgevat als fysieke informatiedragers en de logische processen niet mogen worden opgevat als (fysieke) programma's of procedures (systeemstappen). Hoe die structurering dan wel moet verlopen geeft de methode van de precedentie-analyse niet aan.

Per slot van rekening is ook de precedentie niet meer (maar ook niet minder!) dan de methode voor de weergave (documentatie) van kwalitatieve stapsgewijze uitgevoerde informatie-analyses. Om daarna tot structurering (dit is constructie) van componenten van een informatiesysteem te komen is een veel verder gaande voornamelijk kwantitatieve analyse noodzakelijk, bijvoorbeeld:

- a. omvang van de informatie (statisch en dynamisch)
- b. omvang van de processen (bijvoorbeeld frequenties van de condities in de beslissingstabellen)
- c. tijdsaspecten (bijvoorbeeld bij de beschikbaarheid en de gewenste presentatie van de informatie, ook bij correctieprocedures en dergelijke)
- d. ordening naar plaats (bijeenvoeging naar geografische en organisatorische kenmerken).

De precedentie analyse en de daarmee gepaard gaande ontwikkelingen, zijn stappen in de richting van "non-procedural problem statement languages". Zij beschrijven wat nodig is maar niet de wijze waarop aan de behoefte moet worden voldaan. Echter: ook hier treedt weer de bekende begripsambivalentie of begripsrelativiteit op. Immers een probleem beschrijven in termen wat van nodig is, is in feite in een andere taal op hoger niveau

een oplossing (hoe) aangeven. Elk element in die beschrijving wordt op lager niveau een probleem, waarvan opnieuw moet worden aangegeven "wat" het inhoudt en dus op hoger niveau een beschrijving van het hoe. Door inperking van het aantal keuze-mogelijkheden bij de structurering (en daardoor waarschijnlijk wat meer geheugengebruik en langere verwerkingstijd) is het wellicht op den duur toch mogelijk langs deze weg tot een formalisering van de eigenlijke ontwerpfase te komen.

F. Hiërarchische structuurschema's (HIPO)

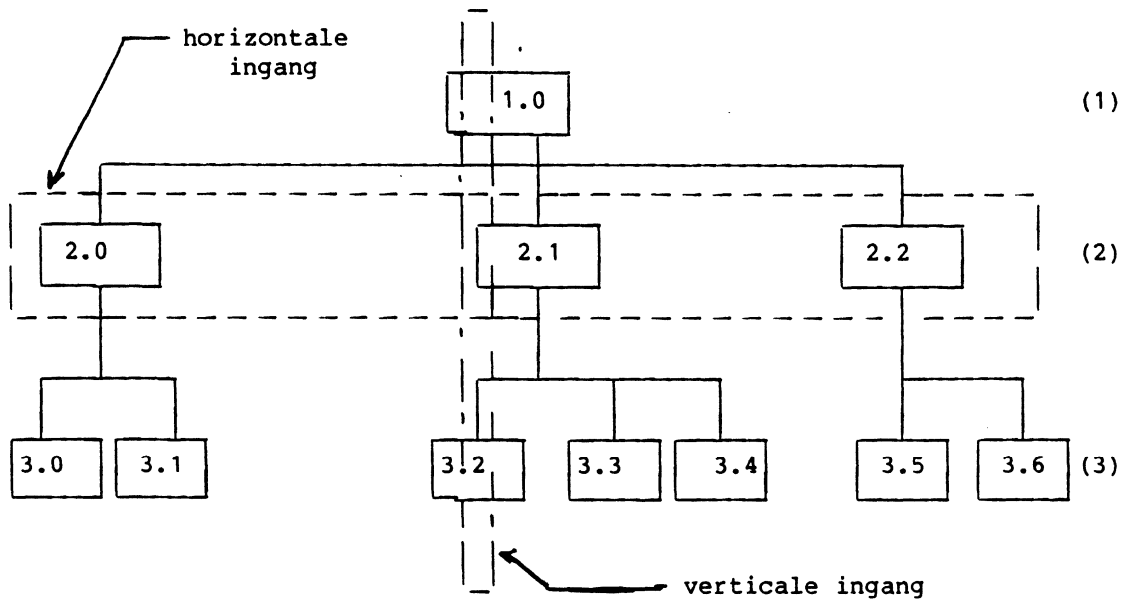
De HIPO methode (hiërarchy plus input-process-output) bestaat uit een aantal zeer eenvoudige conventies voor de documentatie van de systeemcyclus. De grondgedachte is opnieuw de top-down benadering in termen van functies (wat) in plaats van operaties (hoe) (vergelijk de precedentie-analyse en de theorie van gestructureerde programmering). De conventies schrijven uitsluitend voor hoe de resultaten van de benadering moeten worden vastgelegd, niet hoe de "functional decomposition" of de functionele structurering zèlf verloopt. Als aan de conventies de hand wordt gehouden zijn zij een organisatorisch hulpmiddel om daadwerkelijk gestructureerd te werk te gaan en als bij alle "standards" is dat een voorwaarde voor doelmatige en effectieve communicatie. Het uitgangspunt is dat in informatiesystemen processen worden uitgevoerd dus invoer wordt getransformeerd in uitvoer. Elk proces is een functie (een afbeelding van de invoerverzameling op de uitvoerverzameling). Dit geldt op elk niveau van beschouwing. Hoe de omzetting van de invoer in de uitvoer plaatsvindt, is pas op het laagste niveau van specificatie van belang. Die nadere specificatie bestaat echter opnieuw uit het aangeven van (deel)processen of functies in termen van invoer en uitvoer van het deelproces. (Vergelijk ook de algemene doel-middel analyse.)

Pas op het laagste niveau (in de toelichting bij de gedetailleerde IPO-diagrammen - zie onder) worden de operaties zèlf omschreven bijvoorbeeld door verwijzing naar stroomdiagrammen, beslissingstabellen, pseudocode of de tekst van een brontaal.

Een HIPO package bestaat uit de volgende componenten:

- a. een hiërarchisch functieschema
- b. globale IPO diagrammen
- c. gedetailleerde IPO diagrammen.

ad.a Een hiërarchisch functieschema wordt in een conventionele boomstructuur weergegeven (vergelijk organisatieschema's).



Niveau (1) bijvoorbeeld 1.0: bestelprocedure

Niveau (2) bijvoorbeeld 2.1: toekomstige verbruiksschatting

Niveau (3) bijvoorbeeld 3.2: verbruik vorige periode bepalen

Opmerking 1

De blokken van één hiërarchisch schema op één niveau (de horizontale ingang) omvatten het gehele proces, niet alleen dat deel van een proces dat voor alle onder het desbetreffende blok ressorterende blokken gelijk is. (Vergelijk een organisatieschema met afdelingsnamen in plaats van namen van mensen. De afdelingsnaam duidt dan alle eronder vallende mensen aan, dus ook die van de subafdelingen en niet alleen maar wie chef is (en eventuele andere algemene informatie) van alle afdelingen die eronder vallen.)

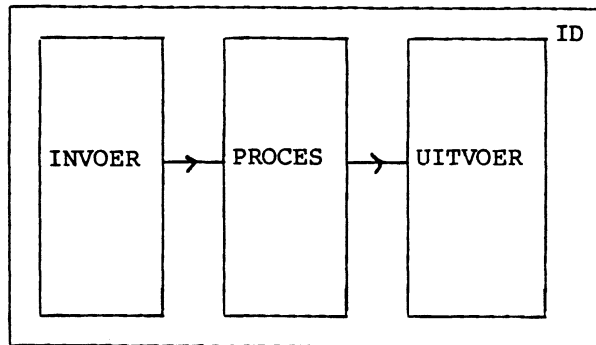
Opmerking 2

De gezamenlijke blokken in een hiërarchische lijn (verticale ingang) omvatten van boven naar beneden een steeds kleiner deel van het proces in meer detail en geeft op eenduidige wijze de plaats aan van een functie in het geheel.

Opmerking 3

De unieke identificatie van de blokken (zie schema) legt de basis voor de identificatie en de ordening van de verdere IPO-documentatie.

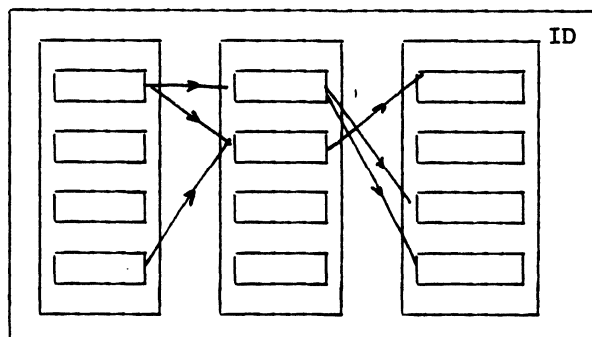
ad.b Een globaal IPO-diagram geeft voor elk blok uit het hiërarchisch functieschema aan welke gegevens invoer en welke gegevens uitvoer zijn met een korte aanduiding van het daartussen liggende proces.



ID: Identificatie = Bloknummer van de functie

In de publicaties over HIPO wordt de invoer en de uitvoer soms op infologisch niveau soms op datalogisch niveau weergegeven en in de meeste gevallen is niet duidelijk wat is bedoeld of blijkt dat men deze niveaus niet onderscheidt. Hoewel het IPO-diagram dus voor beide doeleinden gebruikt kan worden is het als zodanig geen hulpmiddel om het onderscheid te handhaven. Het globale IPO-diagram verwijst meestal ook al naar verbale meer gedetailleerde beschrijvingen. Binnen de blokken worden soms afzonderlijke invoer, proces- en uitvoer-componenten aangegeven met een eenduidige identificatie die verwijst naar de verbale toelichting. In de literatuur is niet duidelijk of de uitwerking op lager niveau van bijvoorbeeld een I-component of een U-component altijd weer in input-, proces-, en uitvoercomponenten luidt. In elk geval is er een duidelijke relatie met de precedentie-analyse omdat voor elke invoer toch wordt nagegaan hoe zij tot stand komt. Verder kan men de invoer- en uitvoer-blokken zelf als processen opvatten en bij een bepaalde interpretatie van het hiërarchische functieschema is dat dan ook gedaan.

ad.c In het gedetailleerde IPO-diagram worden de in- en uitvoercomponenten expliciet toegewezen aan procescomponenten.



Hier beginnen constructieve (structurerings-)aspecten een rol te spelen omdat aanduidingen nodig zijn van:

- standaardprocessen (bijvoorbeeld sorteren)
- meervoudig gebruik van invoer of afgifte van uitvoer van/naar meerdere procesblokken
- gebruik van uitvoer als invoer
- herhaald gebruik van invoer of uitvoer op een later ogenblik in hetzelfde proces (bijvoorbeeld bijhoudingsvraagstukken).

Bij datalogisch gebruik van HIPO-diagrammen bestaat de invoer/uitvoer uit bestanden, "records" of afzonderlijke gegevens-elementen waarbij niet helemaal duidelijk is of het gaat om logische of fysieke eenheden. De gedetailleerde IPO-diagrammen verwijzen altijd naar "extended descriptions" van in- en uitvoer en bij datalogisch gebruik zijn dit data-descriptions en indelingen van informatiedragers. De processen worden gegeven in de vorm van stroomdiagrammen, beslissingstabellen, pseudocode of programmeertaal.

Waardering

Het is zonder meer duidelijk dat elke werkwijze die dwingt tot bewust streven naar structurering en dus ook HIPO, aanbeveling verdient. Evenals bij de precedentie-analyse blijft het structureren zelf echter een op ervaring en inzicht berustende activiteit waarvoor geen systematische hulpmiddelen (dan nauwkeurige geordende documentatie) bestaat. Hoewel IPO zegt "wat" en "hoe" te onderscheiden lijkt het gebruik maar al te gemakkelijk te leiden tot directe uitwerking op datalogisch niveau en alle gevolgen van dien. Anderzijds is dat voor sommige toepassingen, bijvoorbeeld routinematig toepassingen op administratief gebied of bij relatief kleine uitbreidingen van grote bestaande systemen, ook niet zò verwerpelijk.

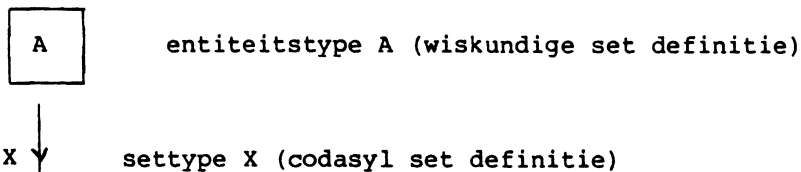
Wellicht geldt voor het ontwerpen van informatiesystemen op alle niveaus hetzelfde als voor de wetenschapsleer (het opstellen en toetsten van theorieën): Niet hoe een ontwerp (theorie) tot stand komt is interessant en object van studie (behalve voor psychologen), maar hoe ze worden wéérgegeven (bewezen) respectievelijk zijn getest (gefalsificeerd). Overigens zijn in beide gevallen wel aanwijzingen te geven in de vorm van aspecten die men achtereenvolgens de revu kan laten passeren. Voor het ontwerpen van informatiesystemen is dat in dit dictaat ook herhaaldelijk gedaan.

Literatuur

Harry Katzan jr.: "Systems Design and documentation" (an introduction to the HIPO-method). Van Nostran Reinhold Co. New York, 1976.

G. Gegevens structuurdiagrammen
(volgens het netwerkmodel)

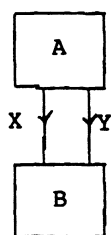
Van de vele gegevensstructuur modellen met bijbehorende symbolen en conventies wordt het netwerkmodel in de praktijk het meest gebruikt:



Verdere toelichting:

- a. Alleen de richting van de pijlen op de verbindingslijnen tussen de rechthoeken heeft betekenis (namelijk van hoofd naar leden). De grootte en de plaatsing van de rechthoeken ten opzichte van elkaar dienen uitsluitend de overzichtelijkheid.
- b. Dubbele pijlaanduidingen worden wel gebruikt om de menigvuldigheid van de betrekking aan te geven: \longrightarrow voor 1:1 en \longrightarrow voor 1:n. Dit kan ook gebeuren door de menigvuldigheid bij het begin en het einde van de pijl te vermelden.

- c. Tussen twee entiteitentypen kan meer dan één soort betrekking (settype) bestaan.



Voorbeeld:

A: Personen

B: Huizen (adressen)

X: Set van adressen waarop iemand ooit heeft ge
woond

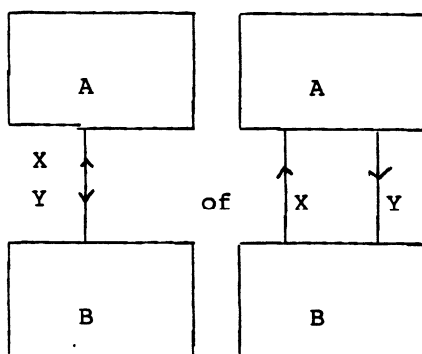
Y: Set van huizen waarvan iemand eigenaar is.

Opmerking:

Op deze wijze kan bijvoorbeeld een netwerkplanning worden weergegeven (activity-on-arrow).

- A = knooppunt
 - B = activiteiten
 - X = set van activiteiten die volgen op een knooppunt
 - Y = set van activiteiten die voorafgaan aan een knooppunt
- (simple network structure)

d.



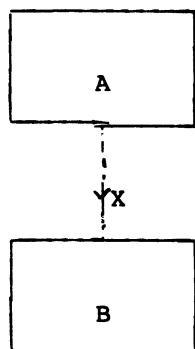
Pijlen kunnen in beide richtingen voorkomen om aan te geven dat elementen van twee entiteitstypen wederzijds als hoofd en leden kunnen optreden. Dit wordt ook wel aangegeven met twee afzonderlijke verbindingslijnen met pijlaanduidingen in de gewenste richting.

Opmerking:

Alle soorten reële en abstracte netwerken kunnen worden weergegeven met:

- A = knooppunten
- B = verbindingen tussen knooppunten (vgl. ook c, i en l in combinatie met b).

e.

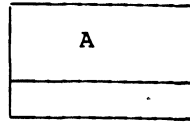


Verbindingslijnen worden soms gestippeld om aan te geven dat de relatie niet altijd hoeft te bestaan

Let op:

Niet alle A-entiteiten behoeven als hoofd op te treden (aantal leden kan nul zijn): "some-time ownership" en/of niet alle B-entiteiten behoeven deel uit te maken van een set waarvan een A-entiteit hoofd is (sometime-membership).

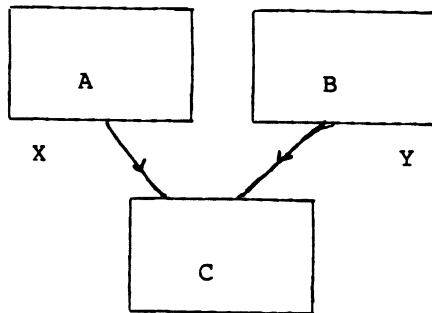
f.



Met een extra streep in de rechthoek wordt wel aangegeven dat elk element van het entiteitstype uniek is. Een informatie-element in een

informatiesysteem is altijd uniek desnoods door een identificatienummer, een volgnummer of een geheugenadres.

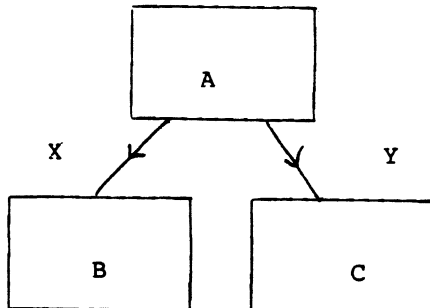
g.



Een entiteit (C) kan lid zijn van verschillende settypen, waarvan de hoofden tot verschillende entiteitstypen (A en B) behoren.

Opmerking: Een entiteit in het reële systeem kan als lid van meer dan één set optreden ook binnen één settype. De meeste database management systemen laten het laatste niet toe.

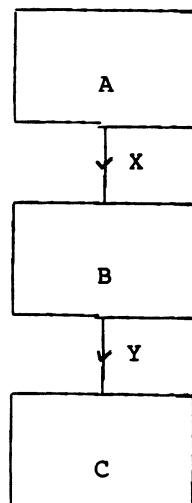
h.



Een entiteit (A) kan hoofd zijn van verschillende settypen, waarvan de leden tot verschillende entiteitstypen behoren.

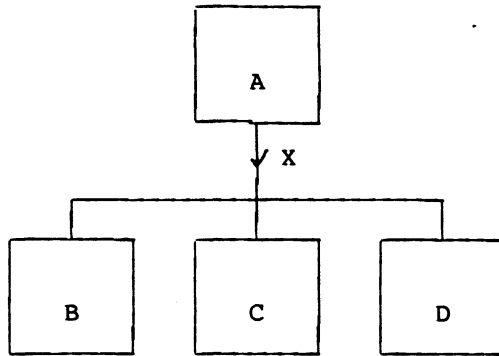
Opmerking: In het reële systeem kan een entiteit hoofd van meer dan één set zijn ook binnen één settype. De meeste database management systemen laten het laatste niet toe.

i.



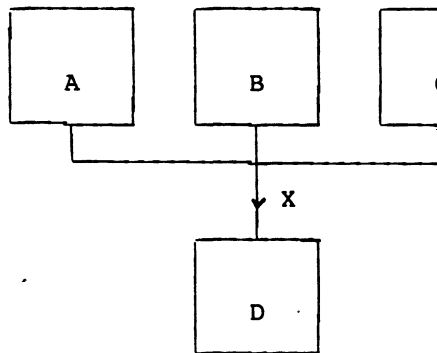
Een entiteit (B) kan lid zijn van een bepaalde set (X) en tegelijkertijd hoofd van een andere set (Y). Dit is de hiërarchische of boomstructuur met entiteiten die op verschillende niveaus tot verschillende entiteitstypen behoren. (Vergelijk het hiërarchische informatiemodel.)

j.



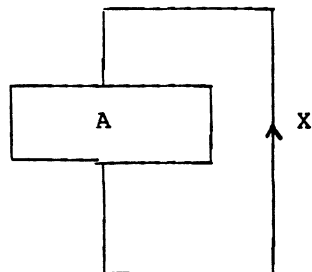
Een set uit een bepaald settype (X) kan gevormd worden uit één entiteit van type A als hoofd en verscheidene entiteiten van de typen B, C en D als leden (multi-membership).

k.



Een set uit een bepaald settype (X) kan als hoofd één entiteit A óf B óf C en als leden entiteiten D hebben (alternate ownership).

l.

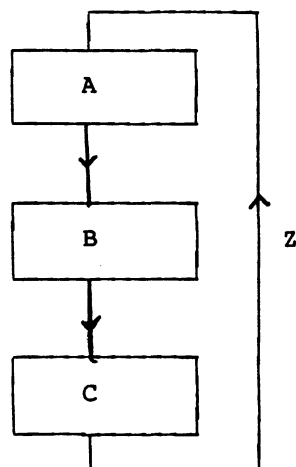


Het is denkbaar dat zowel het hoofd als de leden van een set deel uitmaken van hetzelfde entiteitstype (single loop).

Voorbeeld: A: inwoners

X: settype bestaande uit gezinshoofd met gezinsleden

m.



Het is denkbaar dat entiteiten die op een lager niveau leden zijn van een hoger entiteitstype op hun beurt weer hoofd zijn van hogere entiteitstypen (multi loop).

WAARSCHUWING:

Geen enkel database management systeem (datalogisch en technologisch aspect) voorziet in alle hier aangegeven mogelijkheden. Het is ook niet zinvol ze allemaal te gebruiken in één beschrijving van een reël systeem (systelogisch en infologisch aspect) omdat men dan geen ordening aanbrengt. De bedoeling van structuurdiagrammen is juist een complex geheel eenvoudiger voor te stellen. Verder worden informatiestructuur beschrijvingen door het opnemen van teveel mogelijkheden erg ingewikkeld (soms zelfs inconsistent of dubbelzinnig) en technologisch ondoelmatig (geheugenbeslag en verwerkingssnelheid).

Voorbeeld:

Database management systemen volgens Codasyl-voorstellen staan niet toe dat hoofd en leden van een set tot hetzelfde entiteitstype behoren (geval l). Verder mogen twee leden van één entiteitstype binnen één settype dezelfde entiteit van een andere entiteitstype niet tot hun leden rekenen, met andere woorden een entiteit mag slechts tot één set behoren. Ook kan een entiteit binnen één settype slechts hoofd zijn van één set. Daarnaast kan tussen 2 entiteitstypen slechts één settype worden gedefinieerd. Het is meestal ook niet mogelijk dat twee entiteiten wederzijds hoofden en leden kunnen leveren voor verschillende settypen (geval d). Tenslotte kunnen de gevallen g, h, j, k en m in verband met beperkingen van de aangegeven aard tot allerlei complicaties leiden. Dit kan met behulp van cirkel diagrammen worden aangetoond.

Als reële systemen dergelijke "verboden" betrekkingen wel vertonen (en waarom zouden ze dat niet) dan moet daarvoor in het informatiesysteem (zowel in het reële informatiesysteem als in de afbeelding daarvan) een andere oplossing worden gezocht.

Een voorbeeld daarvan is het invoeren van een nieuw entiteitstype ("relatie entiteit") als entiteiten van twee entiteitstypen over en weer als hoofd en leden optreden.

Een RS kan op een bepaald ogenblik voldoen aan de aangeduide restricties. Op een ander tijdstip behoeft dat niet het geval te zijn. Een entiteit kan dan bijvoorbeeld tot een andere set van hetzelfde settype behoren. (Vergelijk de behandeling van de tijdsfactor in het Scandinavische model.)

BIJLAGE III

Baten en lasten van informatiesystemen

1. Probleemstelling

In bijna alle systeemfasen, maar in het bijzonder in de fasen vooronderzoek/probleemanalyse en evaluatie/onderhoud worden beslissingen genomen over IS. De vraag is welke algemene positieve en negatieve waarderingsen (baten en lasten genoemd) daarbij een rol spelen en op welke wijze die overwegingen elkaar beïnvloeden.

Volledigheidshalve:

Men dient te onderscheiden tussen de begrippenparen:

- ontvangsten/uitgaven: werkelijke geldstromen tussen juridisch-economische eenheden (boekhoudkundig probleem)
- opbrengsten/kosten: alle in economische termen (geldseenheden) transformeerbare beslissingselementen (economisch probleem)
- baten/lasten: alle ook niet in één eenheid (zoals geld) uitgedrukte beslissingselementen (bestuurlijk probleem).

De formalisering van baten- en lastenanalyse is niet eenvoudig:

- a. sterke afhankelijkheid van het toepassingsgebied. Er is dus grote inbreng van RS-deskundigheden noodzakelijk (systeemeisen). De systeem-eisen zijn echter mede afhankelijk van pas in latere fasen beschikbaar komende gegevens!

- b. grote verschillen in uitgangssituatie (wat is gegeven?). Bijv. nieuwbouw, vervanging of verbetering van IS.
- c. grote verschillen in de aanleiding voor de opdracht (doelstellingen). Bijv.: elders gezien, tekortkomingen van bestaand IS, systematische evaluatie, "panacee" voor andere bedrijfsproblemen.
- d. doelstelling van IS-verbetering moet passen in de doelstellingenstructuur van de organisatie-eenheid (maar die is meestal niet geëxpliciteerd).
- e. behalve kosten/opbrengsten zijn de lasten en de baten van een IS slechts gedeeltelijk kwantificeerbaar. (bijv. personele, professionele en maatschappelijke eisen en verwachtingen)

Achtereenvolgens komen aan de orde de IS-kosten/opbrengsten, RS-kosten/opbrengsten, personele aspecten, andere imponderabilia en afweging van baten en lasten.

2 Kosten van de informatievoorziening (IS)

Tot de (netto)kosten worden gerekend de kosten van een nieuw RIS in vergelijking met een bestaand of een alternatief RIS (de kosten/opbrengsten van het bestuurde RS komen in 3. aan de orde).

- 1. Eenmalige kosten van alle systeemfasen tot en met SYSTEEMONTWIKKELING
- 2. Eenmalige kosten van de INVOERING van een IS voor elke organisatie-eenheid die het systeem invoert (dus incl. gebruikersopleiding, reorganisatiekosten, conversiekosten, etc.).
- 3. Lopende kosten van het informatiesysteem voor PRODUCTIE (alle systeemstappen) en ONDERHOUD.

(De problematiek van de bepaling van de kosten die in een rekencentrum ontstaan wordt in college a 136 B behandeld.)

Ervaringen met de kostenbeoordeling van een automatiseringsvoorstel:

- de informatie uit de boekhouding bijv. voor vergelijking met bestaande IS is meestal onbruikbaar (vaste/variabele kosten, arbitraire kosten-

verdelingen, overheadkosten, verwevenheid van informatische activiteiten met andere reële activiteiten)

- vele verwachte besparingen t.o.v. bestaande IS blijken illusoir (bijv. vrij gekomen deelcapaciteiten zijn moeilijk af te stoten, ook omdat meer en betere informatie wordt gevraagd zodra ze verkrijgbaar is)
- sommige besparingen als gevolg van een nieuw informatiesysteem zijn ook zonder automatisering bereikbaar (computer als breekijzer?)
- kosten zijn op verschillende wijze aan veranderingen onderhevig bijv. personeelskosten stijgen in verhouding en absoluut sterker dan machinekosten
- een beslissing alleen op basis van IS-kostenvergelijking is onjuist, omdat de kwaliteit van de informatie voor en na invoering van een nieuw IS niet dezelfde blijft
- voor het overige gelden alle overwegingen van normale investeringsbeslissingen (projectselectie, inflatie, levensduurbepaling, afschrijvingspolitiek, onzekerheid, kostenverdeling, en dergelijke)
- evaluatie achteraf is vaak onmogelijk omdat intussen veranderingen in middelen en doeleinden zijn opgetreden.

1.3. Opbrengsten van de informatievoorziening (RS)

Tot de (netto)opbrengst van een informatiesysteem wordt gerekend de resultaten van kostenvermindering (gebruik van productiemiddelen) en opbrengstvermeerdering (omvang en kwaliteit van producten en diensten) van het RS t.g.v. het (nieuwe) IS.

De doelstelling van een IS is altijd verbetering van (de besturing van) een RS. De verbeteringen dienen geoperationaliseerd en gekwantificeerd te worden.

Meer expliciet:

- tijdiger afstemming van de voortbrengingscapaciteit (mensen, grondstoffen, machines en dergelijke) op veranderingen in de behoeften of de vraag (prognoses van de productie en de afzet). Dit betreft de planning op langere termijn.
- hogere bezettingsgraad van personele en materiële productiemiddelen (betere toewijzing en voortgangsbewaking). Dit is de planning op korte termijn.
- kortere wachttijden van publiek, klanten, personeel en management (servicegraad, in geld waardeerbaar?).

- snellere doorloop- en omlooptijden van orders, materiaal, voorraden, geld, etcetera (rentekosten).
- lager verbruik van grondstoffen, hulpstoffen, energie, etcetera per voortgebrachte eenheid (doelmatigheid).
- positieve en negatieve gevolgen buiten het beschouwde RS (zogenaamde externe effecten vooral in de openbare sector).

Afgezien van het middel (informatievoorziening) is de problematiek dezelfde als bij alle rationalisatiemaatregelen nl. welke kosten en opbrengsten, op welke termijn, met betrekking tot welke deelactiviteiten en wat zijn de externe effecten?

4. Personele aspecten

Behalve bij een IS als hoofdproces is slechts bij uitzondering een besparing mogelijk op personeelskosten. Zo'n besparing behoort dan tot de opbrengsten van het IS. In de personeelssfeer bestaan andere argumenten om tot vervanging van personeel door machines over te gaan zelfs al zou dat duurder zijn:

- a. veel administratief en technisch routinewerk is niet aantrekkelijk en wordt laag betaald. Automatisering betekent over het geheel en op de lange duur een kwalitatieve verbetering van de aard van de arbeid.
- b. in sommige sectoren bestaat een structureel tekort aan personeel dat door automatisering kan worden bestreden.
- c. niet aan derden overdraagbare deeltaken van schaars en hoog gekwalificeerd personeel kunnen soms door computers worden overgenomen, zodat meer tijd beschikbaar komt voor de niet automatiseerbare hoofdtaak.

Automatisering schept behoefte aan hoger gekwalificeerd personeel zowel in de informatievoorziening als in het RS (waarom?). Soms ontstaat ook extra werk op laag niveau zoals in de gegevensvastlegging (coderen, intypen, en dergelijke). Ook kunnen functies in het RS verarmen omdat het "denkwerk" door de computer wordt overgenomen of de persoonlijke contacten afnemen. Afgezien van dergelijke min of meer rationele overwegingen bestaat er in organisaties in het algemeen een sociaal-psychologische weerstand tegen verandering als zodanig (onzekerheid). Deze kan zo sterk zijn dat automatisering minder ver of later wordt ingevoerd dan anders gewenst zou zijn. Organisatorische wijzigingen die van invloed kunnen zijn op het bereiken van de doeleinden van een IS dienen daarom in de probleemanalyse te worden betrokken (hoe?).

5. Andere imponderabilia

Moeilijk meetbare kwalitatieve overwegingen (de zogenaamde imponderabilia) moeten indien enigzins mogelijk toch worden omgezet in operationele kwantitatieve uitspraken (ook al luiden die niet direct in geld).

Voorbeelden zijn:

- de betrouwbaarheid van de informatie door geprogrammeerde controles en de bedrijfszekerheid van computers (waarschijnlijkheid van fouten, andere dan financiële gevolgen van eventuele fouten, andere baten dan opbrengsten bijv., grotere rechtszekerheid)
- de nauwkeurigheid en de volledigheid van de informatie als manuele verwerking op hetzelfde niveau langer zou duren of meer zou kosten (bij operationele toepassingen, bestuurbaarheid van het RS en dergelijke).
- de snelheid waarmee de informatie ter beschikking komt zonder direct aantoonbare verbeteringen in de kosten of de opbrengsten

De factor tijd vereist een afzonderlijke analyse. Computers kunnen ontegenzeggelijk veel sneller rekenen dan mensen. Het gaat echter niet om de snelheid van de computers maar om de beschikbaarheid van informatie. Die staat meestal in een zeer ongunstige verhouding tot de interne snelheid van de computer:

- de verzameling en de toevoer van de grondinformatie aan de computer (of aan een eindtoestel) is vaak een langzaam (zelfs min of meer manueel) proces
- de omzetting van de grondgegevens in machinaal leesbare vorm is meestal een manuele handeling (coderen en intoetsen)
- er is vaak een economische of organisatorische noodzaak tot seriegewijze (batch) verwerking in plaats van onvertraagde (postgewijze) verwerking. Dit geeft een gemiddelde wachttijd van de halve duur van de periode tussen twee verwerkingsgangen

- de analyse en de correctie van door de computer afgewezen (onjuiste of onwaarschijnlijke) basisgegevens is meestal een manueel proces waarop vaak gewacht moet worden voordat verdere verwerking mogelijk is
- indien de vraagstelling niet voldoende kan worden gesystematiseerd moeten voor éénmalige problemen eerst programma's worden gemaakt en getest (geautomatiseerde systemen zijn inflexibel).

Versnelling in vergelijking met andere verwerkingsmethoden is soms van belang:

- manuele verwerking zou zó lang duren dat resultaten te laat zouden komen.
Bijvoorbeeld: mathematische optimalisering bij planning en het doorrekenen van alternatieven bij technische ontwerpen. De resultaten zijn soms vooraf (simulatie) en soms achteraf (nacalculatie) kwantificeerbaar en in elk geval wordt grotere zekerheid verkregen.
- snellere signalering van incidentele verschijnselen of trends kan tot kostenvermindering of opbrengstvermeerdering leiden (komt vooral voor bij sommige inkoop- en verkoopproblemen en door toepassing van "Management bij exception". Door gebrek aan statistische gegevens eveneens meestal slechts achteraf of door simulatie kwantificeerbaar.
- op het hoogste beleidsniveau wordt een subjectieve waardering voor versnelling uitgesproken. Bijvoorbeeld: het belang dat de directie toekent aan de verbetering van de "public image" als het jaarverslag 3 maanden eerder gereed is, of het gemeentebestuur aan het feit dat de gemiddelde wachttijd aan de balie voor het aangeven van geboortes of het verstrekken van paspoorten wordt gehalveerd.

Door automatisering kan verder kwaliteitsvermindering optreden:

- door de geringere flexibiliteit van de informatiesystemen (programma's en dergelijke wijzigen kost tijd en is duur). De probleemanalyse dient aan te geven welke flexibiliteit (uitbreidings- en wijzigingsmogelijkheden) het voorgestelde systeem heeft
- door het niet volledig bij de tijd zijn van voorheen onmiddellijk toegankelijke informatiebestanden (zolang er geen willekeurig toegankelijke geheugens met stations op afstand worden gebruikt)

- grotere afhankelijkheid van derden (namelijk een RC) in vergelijking met eigen verwerking vóór automatisering (vaststelling van prioriteiten): het autonomie probleem
- gevaar van te schematisch denken en te veel vertrouwen op de uitkomsten van computerbewerkingen (komt zowel bij technisch ontwerpwerk voor als bijvoorbeeld bij het nemen van commerciële of medische beslissingen),
- onpersoonlijke behandeling van "gevallen" waarbij individuele mensen zijn betrokken en gevaar voor inbreuken op de persoonlijke levenssfeer of juist omgekeerd: door automatisering komt tijd en aandacht beschikbaar voor persoonlijke benadering en aandacht voor het niet formaliseerbare (automatiseerbare) overwegingen en is informatie beter beschermd
- verlies van persoonlijke contacten en vermindering van waardering voor ervaring in het bedrijf
- verminderde doorzichtigheid (controleerbaarheid) van informatievoorziening voor niet-deskundigen.

6. Afweging van baten en lasten

De nauwkeurigheid van de schattingen in de baten- en lastenanalyse behoeft niet groter te zijn dan nodig is om te weten dat de beslissing over al dan niet automatiseren of de keuze van een ontwerp-alternatief bepaald wordt door de mogelijke fout in de schatting.

De eindbeoordeling wordt gecompliceerd door de interdependentie van kosten, opbrengsten, tijdsfactoren, kwaliteit en (op langere termijn) zelfs van personele aspecten. Practisch elke gewenste volledigheid, nauwkeurigheid, veiligheid en snelheid, flexibiliteit en dergelijke is bereikbaar maar dat verhoogt de kosten van de informatie (nagaan) en kan ook andere nadelige effecten hebben (bijvoorbeeld vertraging in de tijd).

Micro-economisch zijn in theorie alle beslissingen over informatiesystemen terug te brengen tot de vraag of de zogenaamde contante waarde van de netto opbrengsten van het RS groter zijn dan die van de nettokosten van het IS:

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{(O_t^{RS} - K_t^{RS})}{(1+i)^t} > B^{IS} + \sum \frac{K_t^{IS}}{(1+i)^t}$$

waarin $t = 1, 2, \dots, n$, de beschouwde tijdsperiode (bijv. jaren)

O_{RS}, K_{RS} = opbrengsten, kosten van het RS (zonder RIS)

B_{IS} = in periode $t = 1$ veronderstelde bouwkosten van het IS

K_{IS} = lopende kosten van het RIS (incl. onderhoud per periode)

i = interest percentage voor investeringsbeslissingen.

De contante waardeberekening is nodig omdat de kosten van het IS en de opbrengsten van het RS niet gelijkmatig in de tijd zijn gespreid (zie figuur)

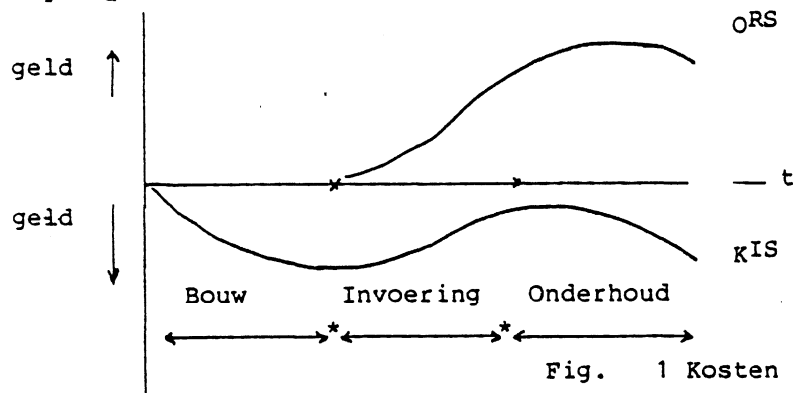


Fig. 1 Kosten tijdens systeemcyclus

Practisch zijn de benodigde gegevens meestal niet beschikbaar (niet voldoende nauwkeurig bepaalbaar of zelfs niet kwalitatief specificeerbaar).

Deelbeslissingen moeten daarom veelal worden genomen binnen een bepaald van tevoren hoe dan ook tot stand gekomen beleidskader. De volgende aanwijzingen kunnen enige steun bieden bij de begripsvorming. Het is aannemelijk te veronderstellen dat "meer" informatie leidt tot hogere kosten (K) en dat de opbrengst (O) daarvan na een zeker punt niet meer toeneemt, wellicht zelfs afneemt (informatievervuiling). Dit geldt zowel voor manuele als voor geautomatiseerde IS, echter op een ander niveau (zie figuur 2)

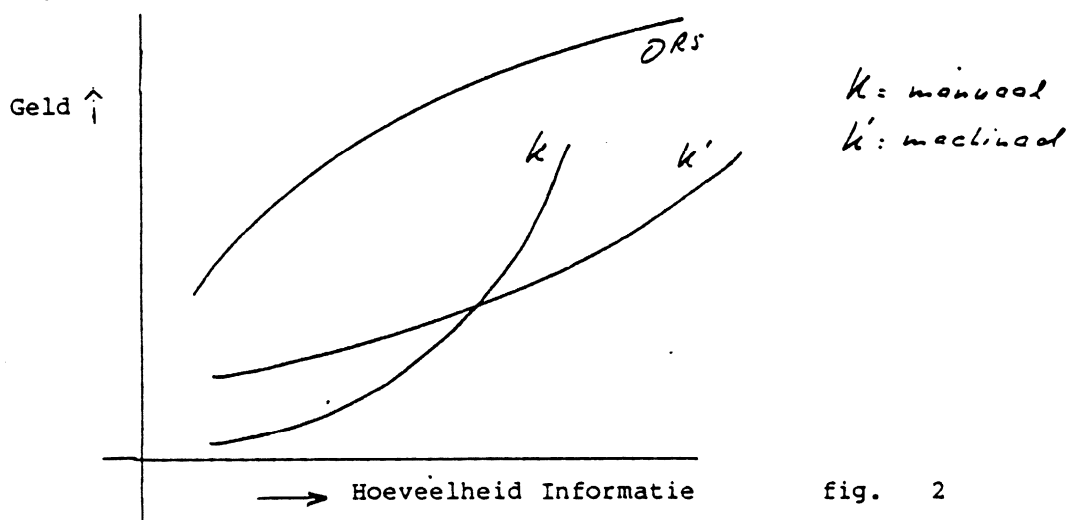


fig. 2

Beide methoden hebben een optimum en vanaf een zekere hoeveelheid informatie zal het geautomatiseerde IS bij dezelfde hoeveelheid informatie goedkoper zijn.

Iets degelijke geldt voor de actualiteit van de informatie (zie figuur 3)

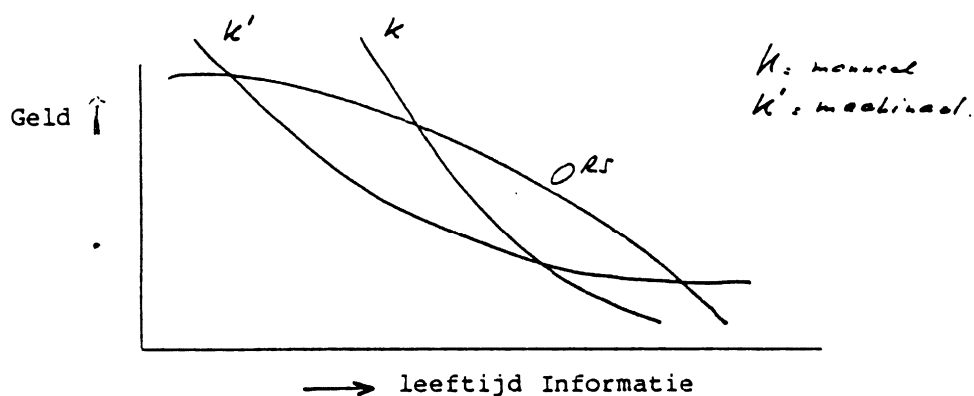


fig. 3

Soortgelijke overwegingen en inzichten kan men laten gelden voor de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid, veiligheid, etcetera.

De grootste moeilijkheden liggen bij de bepaling van de opbrengstcurve die immers uitdrukking is van de "waarde" van de informatie die op haar beurt uitdrukking is van de kwaliteit van de beslissing die met behulp van de informatie wordt genomen. Echter ook de bepaling van de kostencurve levert praktische problemen op.

Zowel langs de statistisch-analystische weg (bijvoorbeeld de waarschijnlijkheid van onjuiste beslissingen en gevolgen daarvan op grond van informatie die met steekproeven is verkregen) als met behulp van simulatie is er in sommige gevallen toch wel enig inzicht in te verkrijgen.

Men ziet in de motivering van de toepassingen van computers een geleidelijke ontwikkeling.

- Aanvankelijk gaat het vooral om het goedkoper en sneller dan met bestaande IS mogelijk is voldoen aan informatiebehoefte voor gegeven problemen (geen wijzigingen in de kwaliteit van de informatievoorziening, dezelfde algoritmie en dergelijke).
Dit dacht men te bereiken door de vervanging van menselijke arbeid door computers in de informatievoorziening zoals die was
- Vervolgens gaat het bij dezelfde probleemstelling om verbetering van de kwaliteit van de informatievoorziening door verstrekking van andere informatie, waardoor het oorspronkelijke (RS) probleem (beter) wordt opgelost.
Dit werd bereikt door operationele verbeteringen (betere beslissingen) in de bestaande RS
- Uiteindelijk komen er nieuwe oplossingen voor problemen die men alleen dank zij de computer aan kan. In dat geval is ook het RS nieuw of was voor een bekend probleem geen oplossingsmethode ter beschikking (bijvoorbeeld een bepaald planningsprobleem).