

Grondslagen van het Ontwikkelen van Informatiesystemen

Beschouwingsobject: Elementair-Abstrakte Objecten

Dit document bevat een hoofdstuk uit ISBN 978 90 72446 12 1, de digitale heruitgave in een aangepaste layout van:

"Grondslagen van het ontwikkelen van informatiesystemen".
 Dr. Willem F. Roest Proefschrift Amsterdam 1988,
 ISBN 978 90 72446 01 5 (oorspronkelijk 90 72446 01 1)
 SISO 521 UDC (681.3.001.6:002)(043.3) NUR 983

De digitale versie bevat een toegevoegde Engelstalige glossary.

© Uitgeverij Het Glazen Oog, Venlo/Vinkeveen 1988, 2009

✉ roest.vinkeveen@planet.nl

Het ontwikkelen van informatiesystemen geschiedt in de praktijk volgens een soort toegepaste vuistregelkunde. De theoretische fundamente van de ontwikkelkundige discipline zijn te smal, te fragmentarisch, en derhalve onvoldoende in staat om een degelijk begrippenapparaat te ondersteunen, waaraan de ontwikkelaar houvast kan ontlenen bij zijn werk: het analyseren van een bestaand systeem, het ontwerpen van een gewenst systeem, en het verwezenlijken van een ontworpen systeem.

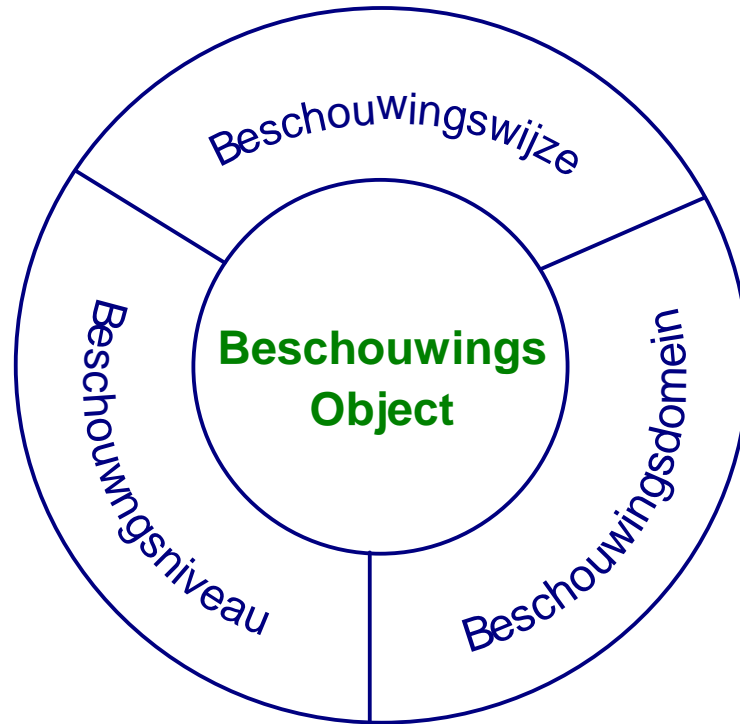
In dit proefschrift wordt een interdisciplinair referentiekader uiteengezet waarmee een consistent begrippenstelsel wordt ontwikkeld. Een sleutelbegrip is functie, dat niet alleen van betekenis is voor de informatiekunde, maar ook voor disciplines als bedrijfskunde, wiskunde, stuurkunde en taalkunde.

Met behulp van uitdrukkelijk naar voren gebrachte taalkundige begrippen wordt het functie-decompositie probleem opgelost, evenals de bekende tegenstelling tussen de zogenoemde process-driven en data-driven ontwerpmethoden.

Het uiteengezette stelsel van ontwerpvarianten is overigens niet alleen geschikt voor het ontwerpen van informatiesystemen, maar ook voor het ontwerpen van het bedrijf waarvan informatiesystemen deel uitmaken

Inhoud

	Voorwoord voor de leek	
1.0	Inleiding	
2.0	Probleemafbakening	
3.0	Beschouwingskader	
4.0	Beschouwingsobjekt	1
4.1	Inleiding	1
4.2	Koncepten van abstracte objecten	4
4.2.1	Koncepten van elementair-abstracte objecten	4
	Beslissen	4
	Beslissingen in bijzonderheden	5
	Transformaties	14
	Entiteiten	16
	Relaties	18
	Attribuut, eigenschap en entiteit	22
	Gegevens en informatie	24
4.2.2	Koncepten van samengesteld-abstracte objecten	
	Struktuur	
	Transformatiestruktuur	
	Gegevensstructuur	
	Functie	
	Besturen	
	Systeem	
	Algoritme, programma, procedure, proces	
4.3	Koncepten van fysieke objecten	
4.4	Relaties tussen conceptuele en fysieke objecten	
4.5	Samenvatting	
5.0	Beschouwingstechniek	
6.0	Slot	
7.0	Summary	
A	Geraadpleegde literatuur	
B	Begrippenlijst	
C	Glossary	



4.0 Beschouwingsobject

4.1 Inleiding

Een beschouwingsobject is datgene wat men beschouwt, of het nu een 'systeem' is, een 'structuur', een 'functie', een 'beslissing', een 'transformatie' of een 'entiteit'.¹

Een fysiek object als zodanig is, in de letterlijke betekenis, onmiddellijk waarneembaar: te zien, te voelen, te horen enz.

Als 'koncept' is een fysiek object niet onmiddellijk waarneembaar. Door middel van een weergegeven koncept kunnen we ons een fysiek

¹ Veelal kan voor 'object' ook 'objectsoort' ('object-type') worden gelezen. Hetzelfde geldt voor entiteit, transformatie, beslissing, functie e.d. Uit de kontekst dient dan te worden afgeleid of een specifiek voorkomend geval wordt bedoeld of de soort (het type).

object voorstellen; we kunnen, bij voorbeeld, een land 'zien' via een landkaart: we 'lezen' een landkaart.²

Bij een volgende graad van abstractie 'bekijken' we niet het land zelf, noch de landkaart van het land, maar, bij voorbeeld, een tot uiting gebracht denkbeeld om een landkaart te maken.

Op dit laatste abstraktieniveau spelen zich veelal de gesprekken af tussen ontwerpers van informatiesystemen. 'Televisiemakers' en 'wetsontwerpers' zijn vergelijkbaar verwijderd van de zogenoemde 'realiteit'.

Gemakkelijk is het abstraheren overigens niet; dat blijkt uit de door Starreveld en In 't Veld vermelde moeilijkheden in de praktijk.³

In dit hoofdstuk worden concepten van conceptuele objecten en concepten van fysieke objecten uiteengezet. De verzamelnaam waarvoor fysieke objecten worden beschreven is 'faktor'.

'Faktor' is een concept van fysieke middelen - actief of passief, menselijk of niet-menselijk - die een 'functie' kunnen vervullen.

De term 'functie' is de naam van een concept van een denkbeeld - van een idee over een idee - dat we op diverse wijzen kunnen beschouwen en beschrijven. Het begrip 'functie' wil ik hier vooral teleologisch opvatten: als een doelstelling. Vanwege zijn bijzondere betekenis voor de ontwikkelkunde zal ik er uitvoerig bij stilstaan.

Enkele interessante relaties tussen functies en factoren worden onder de naam 'allokaties' ('toewijzingen') en 'assignaties' ('aanwijzingen') toegelicht in hoofdstuk 4.4 ('Relaties tussen conceptuele en fysieke objecten').

Deze verbanden tussen conceptuele objecten (bij voorbeeld 'berekenen' en 'BTW-bedragen') en fysieke objecten (zoals 'rekentuig' en 'medium') worden vooral teleologisch gezien: als relaties die voortvloeien uit beslissingen met een bepaald doel.

² Zie ook het door Hofstadter aangegeven verschil tussen 'hardware' en 'software': 'I like to think of software as 'anything which you could send over the telephone lines', and hardware as 'anything else'. A piano is hardware, but printed music is software' (H05,302).

³ Zie ook hoofdstuk twee ('probleemafbakening').

De beschrijving van 'factoren' - fysieke objecten die een functie kunnen hebben of uitvoeren - is overigens summier. De aandacht wordt in het bijzonder gericht op concepten van conceptuele objecten.

Deze concepten worden in twee hoofdstukken uiteengezet: 'concepten van elementair-abstrakte objecten' (4.2.1) en 'concepten van samengesteld-abstrakte objecten' (4.2.2).

De betekenis van 'elementair' is reeds toegelicht bij de definitie van de begrippen 'aspect', 'waarde' en 'niveau'. Een verschijnsel zien we als 'elementair' indien het niet mogelijk is of indien het geen zin heeft om het verder onder te verdelen in kleinere samenstellende elementen.

Zo werd 'waarde' (bij voorbeeld 'lichtrood') gezien als een elementaire eigenschap, omdat het (vooralsnog) niet zinvol hoeft te zijn om 'onder' deze eigenschap een lager niveau te onderkennen.⁴

'Elementair' is dus een relatief begrip, de interpretatie ervan wordt bepaald door het vermogen of de wil om dieper te gaan.⁵ Elementaire objecten kunnen we vervolgens indelen in soorten ('types') aan de hand van een wezenlijk geacht aspect.

Het vaststellen van de 'eenheid' van een object (het 'identificeren') en het indelen van voorkomende gevallen in deelverzamelingen (het 'klassificeren') geschiedt volgens denkbeelden waarvan de betekenis niet absoluut kan zijn.

Kent spreekt over 'oneness' en 'sameness', waarbij hij indringende vragen stelt: 'What is 'one thing'? That appears at first to be a trivial, irrelevant, irreverent, absurd question. It's not. The question illustrates how deeply ambiguity and misunderstanding are ingrained in the way we think and talk' (K06,2). Hij komt tot de slotsom dat: 'like everything else, the treatment of categories requires a number of arbitrary decisions to be made. There is no natural set of categories' (Kent, K06,12).

⁴ Hetgeen nogal wat gevolgen zou hebben indien de waarde was opgeslagen in de zogenaamde 'derde, vierde of vijfde normal form'. De database zou dan niet meer consistent zijn. Zie ook Codd (C06) en Date (D03). Lyytinen merkt op dat 'it may not be possible to remove a manager from a department, because it leads to an inconsistent database' (L06,12).

⁵ In de ontwikkelkundige literatuur (zie bij voorbeeld de artikelen in Chen,C03) wordt in plaats van 'elementair' ook wel gesproken van 'atomair', een beeldspraak die hier dezelfde betekenis heeft.

De indeling die ik ten aanzien van elementair-abstrakte objecten wil volgen is die in:

beslissingen	wilsuitingen ter zake van de toestand van entiteiten;
transformaties	omvormende werkingen, die de toestand van entiteiten veranderen;
entiteiten	objecten die zelfstandig kunnen bestaan.

In weergegeven vorm noemen we deze objectsoorten 'gegevens'.

De bovenstaande indeling in drie categorieën vloeit voort uit de volgende gedachtengang: beslissingen worden genomen om in te grijpen op transformaties, die op hun beurt ingrijpen op entiteiten.

Samen kan dit drietal worden gezien als een teleologisch systeem: een geheel waarmee een bepaald doel kan bereikt worden.

Een teleologisch systeem is echter onvolledig wanneer een van de drie samenstellende categorieën ontbreekt: het doel kan dan niet bereikt worden. 'Gegevens horen bij besluiten, besluiten horen bij acties. Deze drieëenheid is onverbreekbaar. Als we - om welke reden dan ook - bepaalde aspecten niet kunnen beïnvloeden, valt daarover ook geen besluit te nemen en zijn gegevens overbodig, zelfs hinderlijk' (Nielen, N07,96).

'Gegevens' (weergegeven concepten) hebben hier betrekking op drie objectsoorten: beslissingen, transformaties en entiteiten. We kunnen dan een transformatie beschrijven in een 'bedrijvende' zin, bij voorbeeld 'lezen' en 'schrijven'.

Deze transformaties kunnen ook in een 'lijdende' zin worden opgevat, waarbij 'lezen' en 'schrijven' zijn onderworpen aan een 'meta'transformatie. Zo kunnen we spreken van 'lees "lees" of van 'schrijf "lees". Deze constructie is een voorbeeld van een 'samengesteld concept' van het type 'functie'.

Ik heb er dus voor gekozen om het 'gebeuren' van een verandering een 'transformatie' te noemen, en het beschrijvings'middel', het *woord* 'veranderen' een 'entiteit'.⁶

⁶ Hier doet zich de Hofstadteriaanse moeilijkheid voor van het onderscheid tussen object en meta-object. Zie bij voorbeeld een puzzel als deze: 'een transformatie van een gegeven betreffende de beslissing over de transformatie van een gegeven.'

Beslissingen, transformaties en entiteiten hebben kenmerken of verkeren in toestanden, die hier worden opgevat als 'ondergeschikt' aan het geïdentificeerde objekt.

Bij het beschrijven van, bij voorbeeld, 'Sherlock Holmes' als objekt van beschouwing, worden vast te stellen kenmerken dan als ondergeschikte wetenswaardigheden gezien.

Om een nader te bepalen reden echter, kan een 'attribuut' zoals een 'pijp' in een specifiek verband ook als een entiteit worden beschouwd. Deze wisseling van beschouwingsobjekt zal nader worden toegelicht.

De begrippen 'voorwaarde', 'informatie' en 'relatie' betreffen beschouwingsobjekten die een bijzondere rol vervullen. De rol van 'voorwaarde' en van 'informatie' wordt gezien in verband met 'beslissingen'.

'Relaties' worden gezien als verbanden tussen beschouwingsobjekten, met dien verstande dat transformaties de verbindingen zijn tussen entiteiten, en dat entiteiten de verbanden tussen transformaties voorstellen.

Op grond van de bijzondere betekenis die ik toeken aan 'beslissingen' en 'relaties' acht ik het verder zinvol om daarvan een meer gedetailleerde beschrijving te geven.

Met behulp van de concepten 'entiteiten', 'transformaties' en 'beslissingen' worden vervolgens 'samengestelde concepten', zoals 'functie', 'structuur', 'besturing' en 'stelsel' ('systeem') ontwikkeld.

Aan de hand van deze begrippen kunnen concepten als 'gegevensstructuur', 'programma', en 'proces' worden onderzocht.

Wanneer we verder spreken over 'beleid', 'plan' en 'organisatie', dan is dat veelal in verband met een of andere vorm van 'besturing' van een stelsel, in welk verband de genoemde begrippen worden opgevat als objecten met een zelfstandig bestaan: als entiteiten.

In plaats daarvan kunnen we ook spreken van 'beleid maken', 'plannen', 'organiseren', en 'besturen' in de zin van handelingen die worden uitgevoerd: als transformaties die entiteiten tot stand brengen.

In dit hoofdstuk wil ik proberen deze begrippen in elkaar te passen c.q. aan elkaar te relateren in een zo scherp mogelijke omschrijving.

4.2 Concepten van abstracte objecten

4.2.1 Concepten van elementair-abstracte objecten

4.2.1.1 *Beslissen*

De term 'beslissing' is dubbelzinnig, zoals de meeste woorden die eindigen op 'ing'. (Vgl. ontwikkeling, beschouwing, lezing, overdenking, beschrijving, schikking, bewaring, verstrekking, schakeling enz.).

'Ing' kan duiden op een toestand: men 'is in besliss'ing', een 'beschrijving hapert', een 'schakel'ing ontbreekt'. Meestal wordt bij 'beslissing' gedacht aan het resultaat van de mentale bezigheid 'beslissen'.

Beslissen is kiezen. Beslissen is bij een gegeven aantal mogelijkheden zich tot een enkele bepalen. Indien slechts een enkele mogelijkheid is gegeven, dan is er geen keus, en valt er niets te beslissen.

Wanneer echter de keuze van meet af aan heeft vast gestaan, bijvoorbeeld in de vorm van een 'voorgebakken' algoritme⁷, dan hebben we niet te maken met een beslissing maar met een gevolgtrekking (c.q. slotsom, konklusie).

De eigenlijke beslissing wordt dan genomen bij het opstellen van de beslissingscriteria en het bepalen van de informatie die in de machine moet worden gevoerd om door het hanteren van die criteria tot conclusies te komen' (Verburg, V03,248).

'Beslissen' is een bezigheid die als een transformatie zou kunnen worden opgevat. 'Kiezen' of 'verkiezen', 'zeker stellen', zijn immers als overgankelijke mentale 'handelingen' te kenschetsen. Op grond van zijn bijzondere teleologische aard evenwel, wil ik 'beslissen' als een aparte categorie beschouwen.

Een beslissing, zo zegt Kuypers, is 'het centrale moment uit het complexe verschijnsel van het ethisch handelen waarin de mens zich in vrijheid bepaalt tot de realisering van of deelname aan een waarde of een doel.'

⁷ Een algoritme is een 'voorschrift om binnen afzienbare tijd een antwoord op een bepaalde vraag te krijgen' (Brandt Corstius, B21,23). 'Ze zijn gekenmerkt door ondubbelzinnigheid, exactheid, compleetheid. Ze zijn geschikt voor het beschrijven van welbekende processen' (Nielen en De Vries, N08,13).

Hij wijst op de persoonlijke, kritische en creatieve aard van een beslissing, terwijl een statisch mensbeeld de beslissing verklaarde als een vanzelfsprekend zich konformerend aan traditie, norm en cultuur.

Naderhand echter, kreeg men meer oog voor 'het scheppend karakter van de beslissing, die door geen enkele opvatting of motief adequaat verklaard kan worden' (Kuypers, K17,125).

Een beslissing maakt een eind aan bestaande onzekerheid over wat er zal zijn of wat er zal gebeuren.⁸ Het is dan natuurlijk nog maar de vraag of de beslissing inderdaad het beoogde effect zal bewerkstelligen.

De fysieke middelen die betrokken zijn bij de uitvoering van een beslissing zullen immers niet alleen beschikbaar dienen te zijn, maar ook betrouwbaar, dat wil zeggen: hun beoogde werking zal zeker gesteld dienen te zijn.

Wanneer bij de uitvoering van een beslissing de menselijke factor is ingeschakeld, dan is een beslissing op zich niet voldoende. Voor een beslissing over menselijk gedrag is meer nodig. 'Een beslissing is een gezaghebbende wilsuiting over de inzet van middelen' (Roest, R11,2).

Onder 'gezag' wordt hier verstaan: het vermogen tot werkelijke beïnvloeding van denkbeelden en gedragingen. Die invloed is maar betrekkelijk. 'Gezag' zal in vrijheid aanvaard dienen te zijn en in vrijheid aanvaard dienen te blijven.

'Macht' is verwant aan gezag, maar is meer absoluut van aard. Machtsuitoefening is nauwelijks afhankelijk van zijn aanvaarding door degenen over wie de macht wordt uitgeoefend.

Machtsuitoefening is 'het in bepaalde mate bepalen van het gedrag van anderen of richting geven aan het gedrag van anderen - en in mindere mate dan dat het omgekeerde gebeurt (..)' (Mulder, M10,13).

Het nemen van een beslissing, het verrichten van een wilsuiting, kunnen we zien als het uitoefenen van gezag of van macht. Op willoze werktuigen is het onderscheid tussen macht en gezag evenwel niet van toepassing.

⁸ Bemelmans wijst er terecht op dat 'niets doen' eveneens een beslissing vergt. (B03,4)

Het scheppende karakter van een beslissing, waarvan het ontstaansproces slechts ten dele kan worden verklaard, kenmerkt het wezenlijke verschil tussen een beslissing en een gevolgtrekking.⁹

De konklusie dat er een bepaalde variabele is (bij voorbeeld een totaal aantal schapen) die op een bepaald moment een zekere waarde heeft die korrespondeert met de werkelijkheid, kan volgens een puur analogische beschouwingswijze worden getrokken.

De vraag of het zinvol is om de schapen te tellen, dient echter teleologisch te worden gezien.¹⁰

Het kenmerken van een beslissing als een teleologische daad, impliceert dat disciplines die zich met besliskundige problemen bezig houden, zich meer teleologisch en minder analogisch zouden moeten oriënteren.

Ackoff laat zich met betrekking tot de Operational Research, een besliskundige discipline, uiterst scherp uit: 'First, practitioners decreasingly took problematic situations as they came, but increasingly sought, selected, and distorted them so that favoured techniques could be applied to them' (..)

'A second effect of the technical perversion of OR derived from the fact that its mathematical techniques can easily be taught by those who do not know where, when and how to use them' (..)

'The third effect of OR's immersion in techniques is that those who either practise or preach it have come to be more and more like each other. The original interdisciplinarity of OR has completely disappeared' (Ackoff, A04,242).

Hofstadter relativeert het gezag van formele technieken op mildere wijze: 'You fit your mathematics to the world, and not the other way around. For instance, we don't apply number theory to cloud systems,

⁹ Het beschouwen van een beslissing als een wilsuïting betekent dat computers niet kunnen beslissen (tenzij we van de onmogelijke veronderstelling uitgaan dat machines een wil hebben). Computers trekken konklusies, hoe ingewikkeld, ondoorzichtig of complex het geheel ook is.

¹⁰ Waarbij dan in eerste aanleg geen rekening wordt gehouden met te gebruiken middelen (zoals steentjes, abakus of telautomaat) of meer in het algemeen, met de uitvoerbaarheid van de berekening

because the very concept of whole numbers hardly fits. There can be one cloud and another cloud, and they will come together and instead of there being two clouds, there will still only be one.

This doesn't prove that 1 plus 1 equals 1; it just proves that our numbertheoretical concept of 'one' is not applicable in its full power to cloudcounting' (Hofstadter, H05,457).

Waar een wil is, is een weg, zo luidt het spreekwoord. Waar echter de wil ontbreekt, zal slechts door het toeval een weg worden betreden.

De ontwerper zal nu juist het toeval, de onzekerheid, willen indammen door onwenselijk geachte afhankelijkheden en wisselwerkingen te beperken. Voor onzeker geachte momenten en plaatsen zal hij de mogelijkheid vast stellen om te beslissen of te kiezen.

Op dat punt wordt dan 'een knoop doorgelukt', waardoor een eind wordt gemaakt aan bestaande onzekerheid.

Beslissen is de kern van besturen (zie ook paragraaf 4.2.2.5 ('besturen')). In de nu volgende paragrafen wil ik eerst enkele bijzonderheden van het elementaire objekt 'beslissing' uiteenzetten.

4.2.1.2 *Beslissingen in bijzonderheden*

Een beslissing kan - als elementair objekt van beschouwing drie verschillende waarden aannemen, te beschrijven met 'ja', 'nee', en 'on'.¹¹

Een 'on'beslissing is het terugwijzen van een zich voordoend probleem, in plaats van de knoop door te hakken met 'ja' of 'nee'. 'On' ontkent de zin van de vraag en kwalificeert hem als onzin, of, om met Hofstadter te spreken: 'unasks the question'.

Een 'on'beslissing betekent: er is geen doelstelling, in het licht waarvan kan worden beslist. Een beslissing om 'zomaar' of 'toch maar' iets te doen is onzinnig, tenzij de beslisser een, desnoods vage, doelstelling in het hoofd heeft. Bijvoorbeeld 'om ervaring op te doen' of 'om de schijn op te houden'.

¹¹ De waarden 'waar', 'onwaar' en 'niet van toepassing' (true, false, doesn't care) worden hier gezien als analogische begrippen die behoren bij het begrip 'konklusie'. Met betrekking tot het begrip 'schakeling' kunnen we spreken van 'aan', 'uit' en 'onbepaald'.

Wanneer we de 'on'beslissingen verder terzijde laten, dan kunnen we uitgaan van de volgende omschrijving van 'beslissing':

een beslissing is de keuze tussen ja en nee met betrekking tot het transformeren van een bestaande eigenschap van een entiteit in een gewenste eigenschap van die entiteit.

Bijvoorbeeld:

- het al of niet openen van een koelkast;
- het al of niet ontwerpen van een koele bewaarplaats;
- het al of niet versnellen van een ontwikkeling;
- het al of niet herstellen van doelen;
- het al of niet dekkend paars of rood of wit verven van een bewaarplaats.

Met andere woorden: een beslissing is de uitspraak 'ja' (of 'nee') ik wil (niet) dat iets zal gebeuren of blijft gebeuren, of ik wil (niet) dat dat zo is, blijft of zal zijn.

Indien, gegeven een bepaalde doelstelling, en gegeven de middelen tot uitvoering, een beslissing wordt genomen, dan zal het aangewezen middel de transformatie in kwestie gaan uitvoeren, opnieuw uitvoeren of niet meer uitvoeren.

Het daaruit volgende effect (geen, een gedeeltelijke of een gehele realisatie van de gewenste eigenschap, bij voorbeeld: de doelstelling is bepaald, het ijs is ontdooid, de kast is al enigszins paars) kan vervolgens worden vergeleken met de oorspronkelijk gewenste eigenschap.

Tussentijds zou de beslisser kunnen worden geïnformeerd over de toestand van de transformatie of over de toestand van het lijdend voorwerp van de transformatie.

Gegevens over de handeling en over het behandelde kunnen tussentijds vooral van belang zijn voor de beslisser, indien hij weinig of geen ervaring heeft met de gang van zaken.

Met andere woorden: zijn behoefte aan informatie is afhankelijk van zijn onzekerheid over de konsekventies van zijn beslissing. (..) 'the manager who does not understand the phenomenon he controls plays it 'safe' and, with respect to information, wants everything' (Ackoff, A02,5).

Het nemen van een beslissing, het direkt in verband brengen van een middel met een gegeven doelstelling, is een teleologische daad.

Het vergelijken van teruggekoppelde informatie over de gang van zaken van het in werking gezette proces met de eerder bepaalde doelstelling, is vooral een analogische bezigheid.

De verklaring van eventuele afwijkingen, door deze in verband te brengen met daaraan voorafgaande verschijnselen, is vooral te zien in het kausale perspectief.

Nu kunnen voor het classificeren van beslissingen over transformaties van entiteiten, verschillende kenmerken worden gebruikt.

Voor de ontwikkelkunde vind ik in de eerste plaats het kenmerk van voorwaardelijkheid van nut. We kunnen dan spreken van onvoorwaardelijke beslissingen en voorwaardelijke beslissingen.

Voorwaardelijke beslissingen kunnen weer worden ingedeeld in eenmalig voorwaardelijke en meermalig voorwaardelijke beslissingen.

Bij eenmalig voorwaardelijke beslissingen wordt slechts 1 keer vastgesteld of voldaan is aan de bepaalde voorwaarde(n).

Meermalig voorwaardelijke beslissingen houden in dat na afloop van een deel van de transformatie opnieuw wordt beoordeeld of de transformatie nog verder zal worden uitgevoerd.

Zowel eenmalig als meermalig voorwaardelijke beslissingen kunnen worden onderscheiden naar enkelvoudigheid en meervoudigheid.

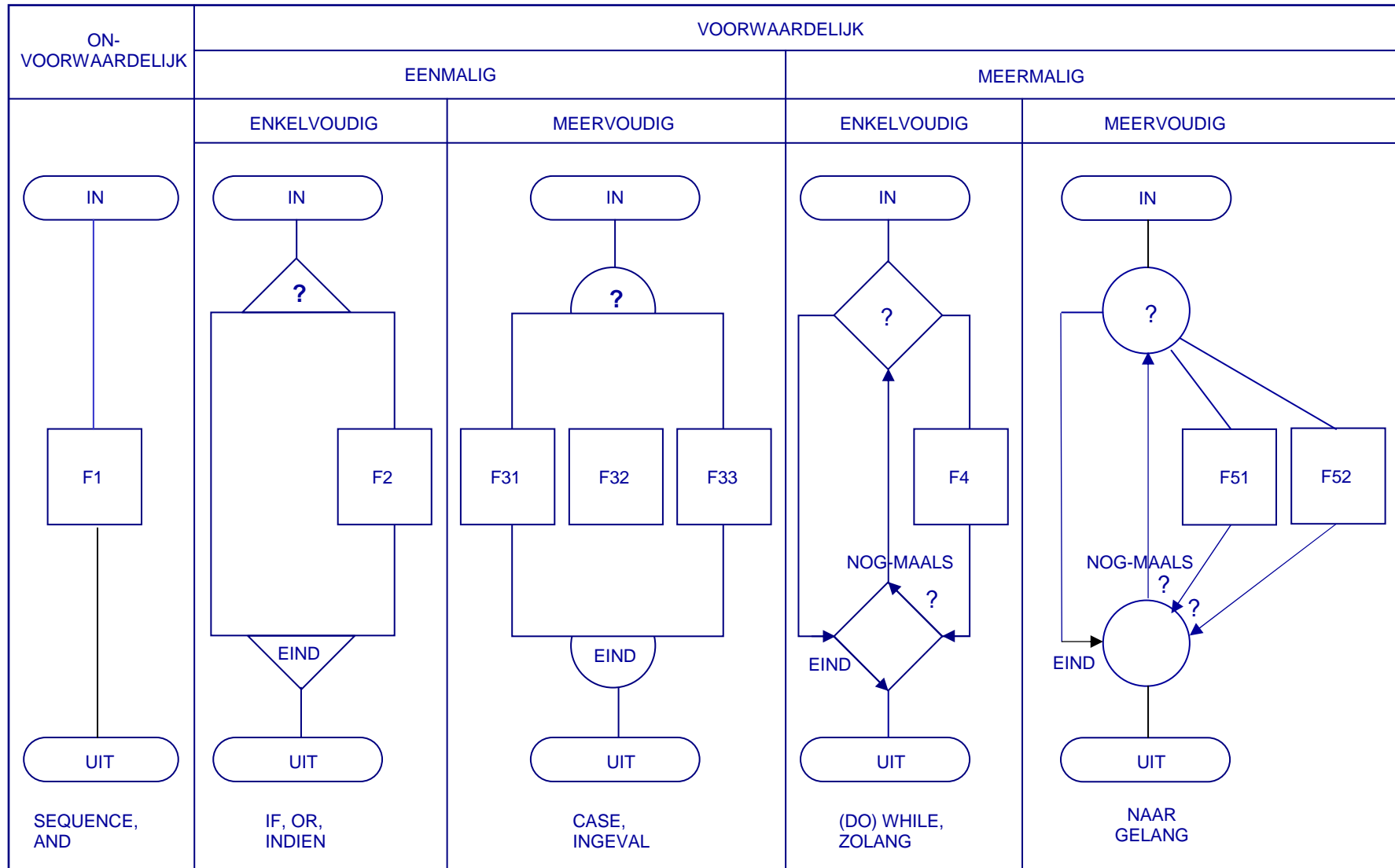
Een enkelvoudige voorwaarde is een voorwaarde of een geheel van voorwaarden waaraan in zijn geheel moet zijn voldaan.

Een meervoudige voorwaarde wordt hier gedefinieerd als een verzameling voorwaarden, waarvan niet meer dan een enkele dient te zijn vervuld, met uitsluiting van de overige voorwaarden.¹²

Zie ook het volgende schematische overzicht.

¹² De onderlinge relatie tussen deelvoorwaarden die samen een enkele voorwaarde vormen, is een formeel-analogische 'AND'-relatie. De onderlinge relatie tussen meerdere voorwaarden die elkaar uitsluiten heet een 'exclusieve OR'-relatie.

Beslissingen in bijzonderheden



Onvoorwaardelijke beslissingen

Indien is vastgesteld dat iedere herkende entiteit op een beslissingspunt of moment een bepaalde eigenschap dient te hebben, en als eveneens vaststaat dat de uit te voeren transformatie de gewenste eigenschap tot stand zal brengen, dan zal de beslissing om de beschikbare middelen de transformatie te doen uitvoeren, altijd 'ja' zijn.

De enige voorwaarde is in feite het aanwezig zijn van een te transformeren 'invoer'. De toewijzing, bij voorbeeld, van energie en ruimte aan de transformatie 'verplaats naar een wachtrij' is dan uitsluitend afhankelijk van de aanwezigheid van een entiteit op een beslissingspunt of moment.

Een dergelijke beslissing is eigenlijk niet een echte beslissing, omdat er geen enkele onzekerheid bestaat; er wordt slechts een ingang opgehouden.

De volmaakte zekerheid over de uitvoering van de transformatie (dat wil zeggen: over de bedrijfszekerheid van het proces) maakt informerende gegevens op het beslispunt/moment overbodig.

In de praktijk is een volmaakte zekerheid een illusie. Het ware beter te spreken van meer of minder zekere of waarschijnlijke gebeurtenissen of toestanden.¹³

De ontwikkelaar die een beslissing over een transformatie van een eigenschap van een entiteit beschrijft, zal de kans op fouten of problemen beoordelen in het licht van de kosten, tijd en moeite die het vergt om een eventuele voorziening te treffen.

Indien hij een onvoorwaardelijke 'beslissing' ontwerpt, dan zal hij er goed aan doen om toch het beslissingspunt/moment te beschrijven, ook al is het 'leeg', (geen voorwaarden en geen informatie).

Er kunnen immers omstandigheden ontstaan of ontdekt worden (kapaciteitsproblemen, plotselinge onbetrouwbaarheid van fysieke

¹³ Murphy (B10) wijst badinerend op de waarschijnlijkheid van problemen: 'If there is a possibility of several things going wrong, the one that will cause the most damage will be the one to go wrong'.

middelen, onzekerheid bij het beslissend orgaan, storende invloeden van buitenaf) die het gewenst maken dat het 'lege' beslissingspunt of moment alsnog wordt gevuld met voorwaarden en informatie.

Voorbeelden:

1. Vroeger werd iedere aanvrager van het lidmaatschap van een vereniging op de wachtlijst gezet. Wegens schaarste van verenigingsfaciliteiten dient een aanvrager voortaan aan bepaalde voorwaarden te voldoen.
2. Hoewel een objekt eerst altijd een enkele keer werd geveerd, dient het resultaat nu te worden getoetst, zodat tot een eventuele herhaling kan worden besloten.
3. Het inzicht van een (eventueel nieuwe) marketing manager is zodanig veranderd, dat tot een bepaalde prijsstelling pas wordt besloten na een grondige test.
4. Terwijl vroeger 'geruisloos' werd overgegaan tot de realisatiefase van een ontworpen systeem, wordt daartoe alleen nog maar beslist indien de resultaten uit de voorgaande fase binnen bepaalde marges van het plan tot stand zijn gekomen.

Beslissingen die onvoorwaardelijk worden genomen, zonder raadpleging van gegevens, worden in de vaktechnische literatuur over 'structured programming' (zie bijv. Bergland en Gordon, B04,3) 'sequence' genoemd.

De uitvoeringssequentie van transformaties berust meestal op de afhankelijkheid van een transformatie van de resultaten van een voorafgaande transformatie.

Indien deze afhankelijkheid zo wezenlijk is dat een proces uit de hand loopt of zinloos is indien de volgorde wordt verstoord, dan ware het beter om die voorwaarde van volgordelijkheid op zijn minst te beschrijven.

De benaming 'sequence' is echter misleidend indien hij een transformatie betreft die, ongeacht de volgorde ten opzichte van andere transformaties, onvoorwaardelijk kan worden uitgevoerd.

Een dergelijke transformatie kan immers niet alleen volgtijdelijk (in serie) worden 'geschakeld', doch ook gelijktijdig (parallel).

Als naam voor onvoorwaardelijke beslissingen zou kunnen dienen: 'zonder meer', 'altijd', 'zowiezo', 'beslist', 'zeker', 'gewis' of een dienovereenkomstig woord.¹⁴

Eenmalig voorwaardelijke beslissingen

Eenmalig enkelvoudig voorwaardelijke beslissingen

Een beslissing over de transformatie van een bepaalde eigenschap van een entiteit kan 1 of meer keren worden genomen.

Onder een eenmalige beslissing wordt hier een wilsuiking verstaan, die voor de te transformeren entiteit slechts 1 keer wordt vastgesteld.

1. Eenmalige beslissingen zijn bij voorbeeld:
2. Indien een ongevraagde betaling binnenkomt, dan wordt hij teruggestort;
3. indien een bepaald gegevensbestand meer dan n keer per tijdseenheid wordt benaderd, maar niet direkt toegankelijk is, dan wordt het direkt toegankelijk gemaakt.

De beslissing over de uit te voeren transformatie wordt voor de gehele transformatie (terugstorten, reorganiseren) dus in 1 keer genomen onder de geldende beperkende bepalingen.

De enkelvoudigheid van de voorwaarden betekent hier dat de voorwaarden samen een hoofdvoorwaarde zijn, waaraan in zijn geheel dient te zijn voldaan.

De voorwaarde van 'winstgevendheid' bij voorbeeld, kan een samengesteld geheel van lagere voorwaarden zijn, zoals: omloopsnelheid van de voorraad, bezettingsgraad van de vaste produktiemiddelen, winstmarge op de variabele kosten.

De beslissing om een order te boeken kan worden genomen onder voorwaarde van 'aanvaardbaarheid'. Deze voorwaarde kan bestaan uit deelvoorwaarden zoals: de besteller is kredietwaardig, het produkt is leverbaar, de uitleveringstermijn is passend, en de prijs is boven een bepaald minimum.

¹⁴ De term 'and' die ook wel wordt gebruikt in de literatuur, is eigenlijk net zo ongelukkig als 'sequence'. Bovendien is hij verwarrend ten opzichte van de relaterende 'AND' uit de formele logika. De meest fraaie term vind ik 'gewis'.

De voorwaardelijkheid van een beslissing betekent dat de beslisser inlichtingen nodig heeft om vast te stellen of aan beperkende bepalingen is voldaan.

Indien de interpretatie van de beschikbare informatie in het licht van de gestelde voorwaarden de beslisser geen volledige zekerheid verschaft, dan zal hij toch de knoop moeten doorhakken met 'ja' of 'nee'.

Verburg (V03,31) noemt dan als een van de essentiële kenmerken van de besluitvaardige leider: 'het vermogen om te bepalen op welk moment voldoende informatie over alternatieven en hun consequenties aanwezig is om tot een verantwoorde beslissing te komen'.

De vaardige beslisser die een knoop wil doorhakken zal niet gaarne een 'on'beslissing nemen of naar tijdrovende heroverwegingen teruggaan. Ook het vergaren van nieuwe inlichtingen komt vaak niet te pas.

Hij zal, om met March en Simon te spreken, genoegen nemen met een 'aanvaardbare' oplossing, die aan de hangende onzekerheid een einde maakt. Deze 'aanvaardbare' beslissing hoeft niet de 'optimale' te zijn.¹⁵

Kepner en Tregoe schilderen in hun beschrijving van het begrip 'probleem' een ideaalbeeld van de werkelijkheid, waarin een probleem wordt gezien als 'a deviation from a standard of performance' (K05, 44 e.v.), (..) 'The cause of a problem is always a change that has taken place through some distinctive feature, mechanism, or condition to produce a new, unwanted effect.'

Deze kenschetsing van de bonte werkelijkheid als mogelijke afwijking van een of andere standaard zal in veel gevallen wel toelaatbaar zijn.

Het gaat echter te ver om aan die vereenvoudiging algemene houdbaarheid toe te kennen. Ackoff namelijk, noemt de problemen van managers 'messes': 'Managers are not confronted with problems that are independent of each other, but with dynamic situations that consist of complex systems of changing problems that interact with each other. I call such situations messes' (Ackoff, A04,247 e.v.).

¹⁵ De kosten en de tijd die gemoeid zijn met het vinden van de optimale oplossing ondermijnen immers niet zelden in sterke mate de nagestreefde optimaliteit.

Ansoff wijst op de 'turbulentie' in de omgeving van ondernemingen, waarop geanticipeerd dient te worden met behulp van strategische concepten. 'Management sensitivity to strategy should be proportional to the instability of the environment of the firm' (Ansoff, A09,19).

Evenals o.a. Ackoff en March/Simon, maakt Ansoff onderscheid tussen programmeerbare en niet-programmeerbare beslissingen, op grond van het begrip 'onzekerheid'.

Het gekompliceerde afwegingsproces dat voorafgaat aan een beslissing wil ik hier verder laten rusten. Vastgesteld zij dat beslissingen wilsuïtingen zijn die kunnen worden beschreven en overgedragen.

Bij voldoende ondubbelzinnigheid, exaktheid en compleetheit kan een beslissing zelfs zodanig in een model worden gekodeerd dat machines de 'bevoegdheid' kunnen overnemen.

Beslissingen van het type 'eenmalig voorwaardelijk' heten in de vaktechnische literatuur 'if-then-else'. (Vgl. Bergland en Gordon, B04,3).

Bij een 'if-then-else' beslissing echter, wordt niet gekozen uit 'ja' of 'nee' met betrekking tot een bepaalde transformatie, maar wordt een transformatie geselecteerd uit twee verschillende transformaties die beide mogelijk zijn. Dat betekent dat een 'nee'beslissing onmogelijk is.

Ik wil dan stellen dat een ontwerper die een 'nee'beslissing over een transformatie onmogelijk maakt, een ongerechtvaardigd vertrouwen heeft in de zekerheid van toekomstige omstandigheden.

Het is daarom zinvol om de 'if-then-else' beslissing te herzien in een 'if'type (in het Nederlands 'indien') die alleen de waarden 'ja' en 'nee' kan aannemen.

De traditionele 'if-then-else' is een van de varianten van de eenmalig meervoudig voorwaardelijke beslissing, die in de volgende paragraaf aan de orde is.

Eenmalig meervoudig voorwaardelijke beslissingen

Na de voorgaande analyse van de begrippen 'eenmaligheid' en 'voorwaardelijkheid' zal de aandacht hier in het bijzonder worden gericht op het aspect 'meervoudigheid'.¹⁶

De meervoudigheid van een beslissing heeft betrekking op het aantal soorten onderscheiden transformaties. Zo kan de transformatie 'kleuren' zijn onderscheiden in 'rood kleuren', 'wit kleuren' en 'paars kleuren', respectievelijk: 'roden', 'witten' en 'paarsen'.

De beslissing om een object te 'paarsen' is dan een voorwaardelijke keuze uit meerdere mogelijkheden: 'ja': 'rood', 'wit' of 'paars' en 'nee', die zich gelijktijdig voordoen.

De specifieke voorwaarde waaraan dient te zijn voldaan kan kwalitatief zijn. Bij voorbeeld: vrieskasten moeten paars zijn, ijskasten wit en broodkasten rood. Kwantitatief van aard zijn de voorwaarden om, bij voorbeeld, op bestellingen van minder dan 10.000 eenheden, geen korting te geven, op die tussen 10.000 en 30.000 eenheden x procent, en op die daarboven y procent korting te geven.

De gewenste eigenschap van een faktuur kan bijvoorbeeld zijn bestemd

- voor Duitse afnemers: in marken;
 - voor Nederlandse afnemers: in gulden;
 - voor Engelse en Italiaanse afnemers: in dollars;
- voor andere afnemers worden geen facturen geschreven.

Indien degene die over de facturering beslist, voldoende is ingelicht over de nationaliteit van de afnemer,¹⁷ dan zal de toepasselijke transformatie worden geselecteerd.¹⁸

¹⁶ Het kenmerk 'meervoudigheid' duidt hier op een type beslissing, niet op de individuele beslissing zelf. Het individualiseren van een specifieke beslissing kan geschieden met behulp van diverse kenmerken ter aanvulling van het 'ja' of 'nee'. Bijvoorbeeld: het tijdstip, de plaats, de beslisser, de betrokken transformatie, de uitvoerende faktor, de te transformeren eigenschap, de betrokken entiteit, of gewoon een volgnummer.

¹⁷ In de toelichting op het begrip 'meervoudigheid' zijn eenvoudige voorbeelden gekozen. Er kan daarbij worden opgemerkt dat de betrokken 'beslissing' in feite geen wilsuïting is, maar een 'konklusie', waarvoor de eigenlijke beslissing al was genomen.

De traditionele 'if-then-else' beslissing is van toepassing in het volgende voorbeeld: indien een order aanvaardbaar is, wordt hij in het orderboek geplaatst, anders wordt hij op een staat met 'hangende orders' bijgeschreven.

Maar wanneer dan gegevens worden aangeboden die niet als ordergegevens zijn aan te merken, dan is er een onbeslisbare situatie.

Er staat echter een derde weg open vanaf het beslissingspunt, door de mogelijkheid 'handel naar goeddunken' te benoemen. Deze mogelijkheid bestaat alleen wanneer de betrokken beslissing als meervoudig is getypeerd.¹⁹

Het met een enkele beslissing selekteren van de gewenste transformatie uit meerdere mogelijkheden, wordt in de vaktechnische literatuur (zie o.a. Bergland en Gordon, B04,3) 'case' (in het Nederlands: 'ingeval') genoemd.

Een 'ingeval'-beslissing is eigenlijk een combinatie van meerdere 'indien'beslissingen. Deze meerdere 'indien' beslissingen hoeven evenwel niet als volgtijdelijke verschijnselen te worden gezien en beschreven, maar kunnen als een gelijktijdige keuze worden weergegeven.

Meermalig voorwaardelijke beslissingen

Meermalig enkelvoudig voorwaardelijke beslissingen

Wanneer na een beslissing niet vast staat dat de gewenste eigenschap inderdaad tot stand zal komen, en wanneer die zekerheid toch gewenst is, dan zal de beslissing niet eenmalig worden genomen.

Het kenmerk van meermaligheid betekent dat voor een beslissing van dat type herhaaldelijk informatie nodig is. Onzekerheid over de resultaten na een oorspronkelijk eenmalige beslissing kan leiden tot de beslis-

¹⁸ De hier gegeven verbale beschrijving van kondities en bijbehorende akties kan meer overzichtelijk worden weergegeven in de vorm van beslissingstabellen. Deze zijn ook een nuttig hulpmiddel bij het analyseren of ontwerpen van de hier besproken casuïstiek. (Zie Maes et al., M01).

¹⁹ Het gebruik van 'if-then-else' konstrukties zal daarom bij 'turbulente' omstandigheden aanzienlijk minder dan gebruikelijk moeten worden toegepast.

sing om de transformatie te doen uitvoeren in meerdere cycli waarover steeds opnieuw wordt beslist.

Wanneer bij voorbeeld niet vast staat dat na de beslissing om een objekt dekkend paars te verven, het ding na een enkele verfbeurt inderdaad goed paars wordt, dan zal het verven in meerdere stappen kunnen worden uitgevoerd.

Dat wil zeggen: na de eerste 'verving' wordt de toestand van het objekt vergeleken met de gewenste eigenschap, en zonodig zal de beslisser tot een volgende verfronde besluiten.

Indien de inlichtingen die de beslisser verkrijgt (na enige malen tot herhaling van de transformatie te hebben beslist), nog steeds op een onvoldoende resultaat wijzen, dan kan het volgende het geval zijn:

1. de informatie is onjuist of wordt onjuist begrepen;
2. de transformerende middelen zijn ondeugdelijk;
3. de te transformeren entiteit is van een afwijkend type.

Als mogelijke oorzaken zijn te noemen:

- a. invloeden van buitenaf;
- b. onjuiste 'timing' van de akties;
- c. onjuiste dosering van gebruikte middelen.²⁰

Het terugvoeren (in overgankelijke zin) naar het beslispunt van inlichtingen over het tussentijds bereikte resultaat, of over de toestand van de transformatie zelf, heet 'feedback', evenals het 'teruggevoerde' (de informatie) zelf.

Galbraith (G02), die wat minder banale voorbeelden geeft dan het verven van een ding, beschrijft een duidelijk verband tussen taakuitvoering, onzekerheid en informatie: 'the greater the task uncertainty, the greater the amount of information that must be processed among

²⁰ De beslissende instantie zal dan moeten kiezen uit mogelijkheden zoals:

- het verwerven van bijzondere inlichtingen;
 - het afkeuren van de entiteit;
 - het wijzigen van de transformatie;
 - het toepassen van een heel andere transformatie; en/of transformatiemiddel;
 - het veranderen van de norm of tolerantie.
- Zie voor een analyse van de mogelijke maatregelen en voor de daarbij bijbehorende terminologie: In 't Veld (V01).

decision makers during task execution in order to achieve a given level of performance'.

Een ander voorbeeld van een meermalige beslissing betreft niet een transformatie die een 'continue' eigenschap tot stand brengt (meer of minder dekkend paars), maar een die 'diskrete' eenheden transformeert.

Met diskrete eenheden bedoel ik hier zelfstandig bestaande leden van een verzameling.

Een entiteit 'bestand', die meerdere 'records' (eenheden van vastlegging) bevat, moet bij voorbeeld in zijn geheel worden verplaatst.

De 'verplaats' transformatie (bestaande uit 'lezen', 'vervoeren' en 'schrijven') kan record voor record worden uitgevoerd. Zolang er nog onverplaatste records zijn, zal opnieuw tot de transformatie worden beslist.

Nu zal de zekerheid bij de beslisser over het verloop en over het resultaat van het verplaatsingsproces in de huidige praktijk doorgaans zo groot zijn, dat tussentijdse 'inlichtingen' als 'noise' worden ervaren.

Indien de transformatie wordt uitgevoerd door een bedrijfszeker geachte faktor (bij voorbeeld een automaat), dan kan de beslissing over de deeltransformaties in gekodeerde vorm worden vastgelegd in een algoritme.

In de vaktaal heet de meermalig voorwaardelijke beslissing 'dowhile' (in het Nederlands: 'zolang', het 'doe' is er los van te zien). Bijvoorbeeld: 'zolang' er nog onverplaatste records zijn, 'doe' dan een verplaatsing; 'zolang' het ding nog niet dekkend paars is, herhaal (c.q. continueer) dan het 'paarsen'.²¹

Evenals het 'ingeval' beslissingstype, kan de 'zolang' beslissing worden gezien als een stel meerdere 'indien' beslissingen. De reeks 'indien' beslissingen van een 'zolang' wordt echter, zoals de naam aangeeft, niet gelijktijdig, maar volgtijdelijk genomen.

²¹ Van de 'dowhile' bestaan enkele varianten zoals de 'do until': (doe de transformatie zowiezo een keer, en eventueel daarna nog meer keren). De daarbij als zeker veronderstelde noodzaak van minstens 1 transformatie, of de zeker geachte aanwezigheid van minstens 1 eenheid, kan echter in strijd zijn met de inmiddels veranderde werkelijkheid. Ik zie de 'do until' daarom als een 'tjedbommetje'.

Tot dusverre is er, met betrekking tot de traditionele 'dowhile', geen onderscheid gemaakt naar het kenmerk van enkelvoudigheid en meervoudigheid.

Dat onderscheid wil ik hier alsnog maken. De meermalig enkelvoudige beslissing is daarbij identiek aan de traditionele 'dowhile', die in het voorgaande is beschreven. Het meermalig /meervoudige type wordt hieronder toegelicht.

Meermalig meervoudige voorwaardelijke beslissingen

Het onderkennen van een meermalig meervoudig beslissings type verschaft de mogelijkheid van het beschrijven van parallel-transformaties die elk in meerdere cycli kunnen worden uitgevoerd.

Dit type beslissing is van toepassing als we te maken hebben met doorlopende stromen van verschillende soorten entiteiten die verschillend getransformeerd dienen te worden in een of meer gangen.

De meermalig meervoudige beslissing betreft, bijvoorbeeld, de volgende situatie:

- a. alle binnenlandse orders worden in gulden berekend;
- b. alle Duitse orders worden in marken berekend;
- c. alle overige orders worden in dollars berekend;
- d. alle onherkenbare gegevens worden naar goedgevoerd behandeld.

De meermalig meervoudige beslissing kan 'ingeval en zolang' worden genoemd; of 'naar gelang', of, minder fraai 'in gelang'.²²

Serieschakeling en parallelschakeling

Beslissingen over transformaties die van elkaar afhankelijk zijn voor wat betreft invoer en uitvoer, zullen volgtijdelijk worden genomen.

Het effect van een eerdere transformatie is dan (mede)bepalend voor de beslissing over de uitvoering van een latere verwerking. Het 'leveren' bijvoorbeeld van een bepaalde order moet volgen op het 'vervaardigen' van het desbetreffende produkt.

²² Ter onderscheiding van het meermalig-meervoudige type kan het meermalig-enkelvoudige type (de traditionele 'dowhile') ook met 'indien en zolang' worden aangeduid.

Ongeacht de beschikbaarheid en bedrijfszekerheid van in te zetten produktiemiddelen, zullen de beslissingen over 'vervaardigen' en 'leveren' in een volgtijdelijk verband worden gezien.

Wanneer beslissingen zijn genomen die iedere onzekerheid over de beschouwde situaties hebben omgezet in zekerheid, dan kan voor die specifieke situaties niet meer worden gesproken van een 'beslissing'. In dit geval wordt, zoals reeds eerder is gesteld, niet beslist maar gekonkludeerd: de beslissing was er al.

Het konkluderen om op een bepaald punt/moment tot 'ja' of 'nee' over te gaan, is in feite hetzelfde als 'schakelen'. 'Konklusie' en 'schakeling' (in overgankelijke zin) kunnen in dit verband synoniem worden geacht.

De volgtijdelijke voorstelling van konklusies is dan hetzelfde als een serieschakeling, terwijl een parallelschakeling overeenkomt met gelijktijdige gevolgtrekkingen.²³

Een parallelschakeling is toepasbaar wanneer een beslissing van het type 'meervoudig' is genomen. Wanneer bijvoorbeeld sprake is van verschillende transformaties van hetzelfde niveau die elkaar onderling uitsluiten (zoals 'witten', 'blauwen' en 'paarsen'), dan kunnen die transformaties onafhankelijk van elkaar worden uitgevoerd.

De genoemde transformaties zijn immers niet onderling afhankelijk voor wat betreft invoer en uitvoer. De beslissing om een entiteit een bepaalde kleur te geven is dan een keuze voor een en hetzelfde moment.

In de fysieke werkelijkheid echter, wordt de mate van paralleliteit medebepaald door de beschikbaarheid van produktiemiddelen.

Theoretisch parallelle schakelingen dien in werkelijkheid in serie te worden uitgevoerd indien slechts een enkel ondeelbaar produktiemiddel beschikbaar is, (bij voorbeeld een vrachtauto of een sekretaris).

Zodra echter een tweede produktiemiddel met dezelfde eigenschappen beschikbaar komt, dan zal de serieschakeling kunnen worden veranderd in een parallelschakeling. Voor produktiemiddelen in gegevensverwerkende systemen geldt dezelfde redenering.

²³ Zie voor de aspecten 'gelijktijdigheid' en 'volgtijdelijkheid' in programmatuur, de desbetreffende bijdragen van enkele auteurs in Bergland en Gordon (B04).

Het is daarom zinvol om bij de beschrijving van stelsels, meer dan naar mijn indruk gebruikelijk is, de conceptuele en de fysiek-feitelijke beslissings- of schakeltypen apart te beschrijven.

De mogelijkheid om eventueel een serieschakeling te wijzigen in een parallelschakeling blijft dan herkenbaar, hetgeen een verlichting kan zijn bij de zware last van het onderhouden van in gebruik zijnde systemen.²⁴

Transformaties waarvan de onderlinge (dynamische) wisselwerking niet kan worden vastgesteld als gevolg van gedragseigenschappen van fysieke middelen (mensen en machines), of door onvoldoende begrip daarvan, zijn een bijzonder probleem voor de ontwerper.

Vooral de afstemming van onderling afhankelijke beslissingen die door verschillende instanties worden genomen kan buitengewoon lastig zijn.²⁵

Simon (S13,37 e.v.) zegt naar aanleiding van de problemen bij het programmeren van parallel computers: 'we may conjecture that the real reason for the predominance of seriality in process is that it is very difficult to organize parallel computational systems that require precise coordination of the computations being made simultaneously by the different components. These difficulties defeat human programmers, and apparently they also defeat learning and evolutionary processes'

Maar, zo zegt Simon ook: 'if the members of an organization are engaged in independent tasks, or if the needs for coordination are modest, nothing prevents their operating in parallel.

All of the numerous examples of parallelism we see in nature seem to conform to this general principle: the rate of inter-component interaction is small compared with the rate of intra-component interaction.²⁶

²⁴ Dat onderhoud betreft dan vooral de functionele specificaties van de uit te voeren taken. Geavanceerde systeemprogrammatuur zal in toenemende mate kunnen vaststellen dat bepaalde series opdrachten even zo goed parallel kunnen worden uitgevoerd. Zie Gelernter (G03).

²⁵ Zie Bosman (B16) en Barros (B01) voor een analyse van het coördinatievraagstuk van dergelijke 'ill-structured problems'.

²⁶ Simon noemt systemen met deze eigenschap 'nearly-decomposable systems' (S12).

De ontwikkelaar van een informatiesysteem dient er derhalve naar te streven om wisselwerkingen zoveel mogelijk 'in te dammen'. Deze 'indamming' komt tot stand door het nemen van ontwerpbeslissingen, waarbij voor blijvend onzekere beslispunten/momenten een beslissende instantie wordt vastgesteld.

4.2.1.3 *Transformaties*

Een 'transformatie' is een omvormende 'werking', een verschijnsel in de 'bedrijvende' vorm. Een transformatie zien we dan ook niet als een object dat 'is', maar als iets dat 'werkt'.

Zo is 'bedenken' een transformatie in de ideeënwereld. 'Beschrijven' verbindt de ideeënwereld met het domein van de afbeeldingen.

De weergave van een transformatie in de bedrijvende vorm, het model van een transformatie, is een voorstelling die in woorden of tekeningen, dat wil zeggen: met passieve middelen, alleen indirect kan worden medegedeeld.

Een directe uitbeelding van een transformatie in de bedrijvende vorm vereist bijzondere modelvormen met bewegende beelden.²⁷

Transformaties veranderen eigenschappen van entiteiten. Een ongelezen leesopdracht wordt bijvoorbeeld door een 'transformator' omgezet in een ingelezen leesopdracht; een boom wordt getransformeerd in luciferhoutjes; gemagnetiseerde plekje worden getransformeerd in gekleurde landkaarten.²⁸

Als algemene aanduiding voor het begrip 'transformatie' worden vaak termen als 'aktiviteit', 'operatie', 'gebeurtenis', 'handeling', of 'proces' gebezigd. Werkwoorden die toestanden beschrijven, of veranderingen in toestanden, zonder dat de bedrijver van de verandering kan worden aan-

²⁷ Hofstadter (H05,690) laat zien hoe Escher met niet meer dan (vernuftig gehanteerde) grafische middelen erin slaagt om bijzonder ongewone mededelingen te doen. De voorstelling van een transformatie in de toestand van 'zijn' en van dezelfde transformatie in de toestand van 'werken' is paradoxaal.

²⁸ Het 'vermogen' of de 'krachten' (in de zin van fysieke of mentale energie om een transformatie uit te voeren), die in uiteenlopende verschijningsvormen, met velerlei eigenschappen, zijn waar te nemen, moeten hier verder onbesproken blijven. Als bijzondere vermogens wil ik evenwel geld, wind en 'goesting' noemen.

gewezen, zijn in dit verband minder interessant. De term 'gebeurtenis', die is afgeleid van het onovergankelijke 'gebeuren', vind ik dan ook te vaag.

Ontwikkelen is immers een vorm van bedrijvigheid waarbij het verloop der verschijnselen niet in de eerste plaats wordt gade geslagen en beschreven. Ontwikkelen is een scheppende vorm van ontdekken, welke begint met het vaststellen van het nog te onthullen verschijnsel.

Werkwoorden als 'vergaan', 'vervallen', 'verlopen', 'afwijken', 'slingeren', 'waaien', 'regenen', 'bevinden', duiden op veranderlijke toestanden, die voor de ontwikkelkunde pas interessant zijn als er invloed op kan worden uitgeoefend, of als er iets mee kan worden bereikt.

Voor de ontwerper van artefakten zijn in het bijzonder die werkingen van belang, die een eigenschap in het leven roepen, doen overgaan in een andere eigenschap, of teniet doen gaan.

Deze werkingen kunnen treffend worden beschreven met 'zelfstandige overgankelijke werkwoorden' (zie Klooster et al., K10, en ANS, A06), zoals 'verkennen', 'ontwerpen', 'vervaardigen', 'verstrekken', of 'vaststellen', 'verkrijgen', 'verstoppen', 'vernielen'. (Zie ook Roest (R03, R05, R07, R08, R09)).

De eigenschappen van de aan de transformatie onderworpen entiteit kunnen al datgene betreffen wat de ontwikkelaar zinvol en mogelijk acht, zoals: bestaanbaarheid, vorm, ligging, tijdstip, snelheid, frequentie, medium, codering, kleur, aggregatieniveau, bevoegdheid, beschikbaarheid enz.

Het begrip 'transformatie' wil ik verder zo ruim mogelijk opvatten, zodat we eveneens tot de leden van de verzameling transformaties kunnen rekenen: 'to transscribe, to transfer, to translate, to transmit, to transmute, to transplant, to transport, to transverse'.

En: 'vertellen, verrekenen, vernieuwen, verwijderen, verdelen, verzachten, versnellen, verwachten', en ook: 'lezen, berekenen, opbergen, schrijven, invoeren, doorvoeren, uitvoeren'.

Teneinde een sterkere greep op deze activiteiten te krijgen, is het nuttig om, tussen het niveau 'transformatie' en het niveau van alle bijzondere gevallen, tussenniveaus aan te brengen.

Dat betekent dat de elementaire transformaties volgens een bepaald kenmerk worden gegroepeerd in deelverzamelingen. Dat kenmerk wil ik dan ontlenen aan de fasering van de bestaanscyclus van een entiteit.

Nu kan de bestaanscyclus van een entiteit globaal worden gefaseerd in: 'ontstaan', 'bestaan', en 'vergaan',

Deze onovergankelijke werkwoorden (zoals ook 'groeien', 'bloeien', 'leven' en 'kwijnen') verschaffen de ontwerper echter weinig of geen greep op het ontwikkelingsproces van artefakten. Ik verkies daarom het volgende schema om een bestaanscyclus te faseren:

identificeren vaststellen van het bestaan; in het leven roepen.

verwerven ter beschikking krijgen of nemen.

vervaardigen het veranderen van bestaande eigenschappen in gewenste eigenschappen; geschikt maken.

beheren ter beschikking houden.

verstrekken ter beschikking stellen.

Vanuit het gezichtspunt van een bedacht stelsel (ongeacht de vraag of het stelsel is belichaamd in de vorm van menselijke of kunstmatige factoren) merk ik het volgende op:

Identificeren en *vervaardigen* zie ik als 'plaatsgebonden' transformaties, dat wil zeggen: de activiteit vindt 'ergens' plaats, binnen of buiten het beschouwde stelsel, concreet of abstrakt, zonder van 'plaats' te veranderen.

De transformaties '*verwerven*' en '*verstrekken*' daarentegen, leggen verbindingen tussen het stelsel en de omgeving, ze overbruggen een 'afstand'.

De transformatie '*beheren*' is 'plaatsgebonden' in dezelfde zin als 'identificeren' en 'vervaardigen', maar heeft als bijzonder kenmerk de overbruggende werking in de tijd. 'Beheren' verbindt een stelsel met zichzelf in de tijdsdimensie.

Werkwoorden die een meer of minder sterke overgang van (willekeurige) eigenschappen aanduiden, zijn meestal wel onder te brengen in een van de vijf genoemde deelverzamelingen (waarin overigens nog meer niveaus kunnen worden onderkend).²⁹

Zo kunnen 'bewaren, bezitten, kennen' worden gezien als leden van de verzameling 'beheren', terwijl we 'lezen, invoeren, pakken' kunnen rekenen tot de verzameling 'verwerven'.

Veel werkwoorden kunnen worden gegroepeerd met behulp van een kenmerkend voorvoegsel. Bij voorbeeld 'aan' of 'in', 'ver',³⁰ 'uit' van de werkwoorden:

a. 'aanpakken', 'verpakken', 'uitpakken';

b. 'aanvaarden', 'vervaardigen', 'uitvaardigen';

c. 'inbrengen', 'verbrengen', 'uitbrengen'.

Deze voorbeelden zie ik als leden van de verzamelingen 'verwerven' (a), 'vervaardigen' (b) 'verstrekken' (c), of in meer alledaagse taal: 'pakken', 'doen' en 'wegzetten', die als algemene betekenis hebben: 'binnen het gebied brengen', 'in het gebied tot stand brengen', 'buiten het gebied brengen'.

Voor het kwalificeren van een transformatie (te beschrijven met een 'verb') gebruiken we ook wel 'bijwoorden' ('adverbs') of vergelijkbare zinsdelen.

'Adverbs' - zoals 'snel', 'opnieuw', 'hevig', 'een miljoen keer per seconde', 'bezig', 'onderbroken' – geven toestanden of eigenschappen van beschouwde transformaties weer, en niet die van een entiteit.

Het resultaat van een transformatie openbaart zich uiteraard in een nieuwe, gewijzigde of 'ontdane' eigenschap van een entiteit, bijvoorbeeld

²⁹ De term 'vergaan' (overgaan in het niets) kan in de bedrijvende vorm worden beschreven met 'vernien' of 'vernietigen'. 'Vernien' zie ik als tegenhanger van 'vervaardigen', en 'vernietigen' als tegenhanger van 'identificeren' (toekennen of toestaan van een bestaan).

³⁰ Het voorvoegsel 'ver' is een opvallend kenmerk van veel overgankelijke werkwoorden. Voor het benoemen van bedachte transformaties verdient het trouwens aanbeveling om ook andere voorvoegsels goed te bekijken. Zie bijvoorbeeld 'ont', 'her', 'over', 'toe', 'om', 'be', 'de', 'dis', (ANS, A06,481) in combinatie met: 'kennen', 'lichten', 'stellen', 'wikkelen', 'spreken', 'lezen', 'schrijven', 'rekenen'.

beeld: een 'gelezen' gegeven, een 'berekend' bedrag, een 'gekleurd' verhaal, een 'opgelost' probleem, een 'ontwikkelde' toepassing, een 'versnelde' reactie.³¹

Wanneer het niet duidelijk is of een eigenschap moet worden gezien in relatie tot een transformatie of in relatie tot een entiteit, en wanneer die eenduidigheid toch gewenst is, dan zal de taalkundige vindingrijkheid uitkomst kunnen bieden.

Als bijvoorbeeld met 'paars kleuren met verf' of, meer alledaags, 'paars verven', het 'paars' steeds in de eerste plaats het 'verven' kwalificeert, ongeacht de entiteit die 'paars' zal worden, dan zal de vondst 'verpaarsen' of 'paarsen' niet lang op zich laten wachten.

De ontwerper die behoefte heeft aan treffende werkwoorden om de overgang van een eigenschap weer te geven, zal zich overigens niet al te zeer gebonden achten aan traditionele opvattingen met betrekking tot de juistheid of fraaiheid van Taal; dat blijkt uit het bestaan van 'typische' werkwoorden in menige tak van bedrijvigheid.

Het niet bestaan van een werkwoord als 'paarsen' of 'verpaarsen' is dan ook niet toe te schrijven aan de invloed van taalpuriteinen (vergeleek immers 'vergulden', 'vergeler', 'witten', 'blauwen', 'zwarten') maar aan de nutteloosheid (tot op heden) van het woord.

4.2.1.4 Entiteiten

Een geordende beschrijving van entiteiten en hun eigenschappen wordt in de vakliteratuur een 'gegevensmodel' genoemd.

Brodie wijst er terecht op dat 'concepts that constitute a particular data model must be precisely defined' (Brodie, B24,41). Wordt er nu ook een precieze definitie van het begrip entiteit gegeven?

Brodie zegt dat we wel wat beters te doen hebben. 'Philosophers will always wonder what an entity is. Meanwhile there is some serious information processing to do! So we blithely define an object or entity as

³¹ Voor de kwantificering van eigenschappen van transformaties (bijvoorbeeld hun snelheid, frekwentie, betrouwbaarheid) kunnen verder allerlei maatstaven en meeteenheden worden bedacht.

anything (concept, event, object, etc.) worth recording in the database that meets the information and processing requirements' (Brodie, B24,23).³²

Biedt nu de genoemde definitie voldoende houvast aan de ontwikkelaar van een informatiesysteem? Naar mijn inzicht bepaald niet.

De begrippen entiteit en object worden op één lijn gesteld. Is dan elk object een entiteit? Is een entiteit hetzelfde als een gebeurtenis? Is dat hetzelfde als een transformatie? Is het begrip transformatie dan zinloos geworden?

Is een beslissing ook een entiteit? Zijn eigenschappen ook entiteiten? Is de kleur van de ogen van een afnemer een entiteit, of is dat verkeerd? Geldt dat altijd en overal? Kortom, wat is de maatstaf om iets een entiteit te kunnen noemen?

Het enige houvast dat de vakliteratuur biedt is de suggestie dat we het betreffende verschijnsel van waarde vinden om in een bestand op te nemen. Waar hangt dat van af? Wie maakt dat uit? Moet de ontwikkelaar van een systeem dat zelf bepalen, in overleg met de gebruik(st)er van het systeem?

Wat is de wetenschappelijke betekenis van dergelijke systemen? Wat is de betekenis van allerlei klassifikaties en typologieën van entiteiten, objecten, concepten, die in de literatuur te vinden zijn,³³ als de hoofzaak zo vaag en subjektief is? Moeten we ons dan maar neerleggen bij de omstandigheid van 'beter geen definitie dan helemaal geen definitie'?

Een definitie die alles omvat, maakt niets duidelijk. Een hanteerbare definitie sluit mogelijkheden uit.

Een begrip dat, afhankelijk van onbekende omstandigheden en ongenoemde overwegingen, willekeurige betekenissen kan aannemen, kan van elke redenering waarin dat begrip wordt gebruikt, een toverdoos maken.

³² Deze definitie wordt door veel auteurs gebruikt. Vgl. Date (D03), Martin (M05) en de Dictionary of Computing (D04).

³³ Zie diverse artikelen in Brodie et al. (B23).

Via wisselende hineininterpretaties kunnen dan willekeurige gevolgtrekkingen worden gemaakt. Begrippen met dergelijke definities horen niet thuis in een wetenschappelijk betoog.

Een aantoonbaar redelijke definitie van entiteit is te bepalen met behulp van taalkundige begrippen. Webster (W02) geeft de volgende omschrijving:

1.a) being; existence b) the essence of something apart from its accidental properties

2. a thing that has definite, individual existence in reality or in the mind; anything real in itself.

Het begrip 'entiteit' omschrijf ik dan als *'een objekt met een feitelijk of mogelijk zelfstandig bestaan, met de eigenschap van telbaarheid, dat met zelfstandige naamwoorden kan worden aangeduid'*.³⁴

Het te gebruiken zelfstandige naamwoord is daarbij de 'noemer'³⁵ waarmee (het mogelijke bestaan van) de entiteit wordt weergegeven. Bij voorbeeld: 'koelkast', 'boek', 'appel', 'model', 'ijsbeer', 'record', 'idee'.

Deze eenheid van benoeming maakt het mogelijk om ze te tellen, door middel van telwoorden, zodat ook rekenkundige manipulaties van identiek benoemde objecten kunnen worden uitgevoerd.³⁶

De schaapherder controleert de omvang van zijn kudde door het aantal exemplaren van de soort 'schaap' te tellen. Als de belangstelling van de herder beperkt blijft tot het aantal alleen, dan kan hij volstaan met de soortnaam. Wanneer het dier op een bijzondere wijze behandeld, dus geïndividualiseerd, moet worden, dan zal zijn benaming of kenmerk ook unieke identifikatie mogelijk dienen te maken.

³⁴ Een transformatie is dus geen entiteit, en een beslissing evenmin. Zie ook Roest (R03, R05, R07, R08, R09, R10).

³⁵ Behalve 'zelfstandige naamwoorden' kunnen we ook 'eigennamen' gebruiken. Het verschil tussen die twee begrippen is in dit verband niet wezenlijk.

³⁶ Zelfstandige naamwoorden als 'enthousiasme', 'dorst' en 'koffie' hebben betrekking op verschijnselen die niet telbaar zijn. Ik beschouw ze als toestanden of als voorbeelden van het (hogere) begrip 'koncept', in welk geval ze telbaar zijn als leden van de verzameling 'koncept'. Het laatste komt overeen met het onderscheid tussen 'entity' en 'entity type' (Zie ook Chen, C02). Een meer diepgaande behandeling van desbetreffend taalkundig onderzoek valt buiten het kader van mijn studie.

Het bestaan - vroeger, tegenwoordig of toekomstig, denkbeeldig of fysiek - van een entiteit wordt vastgesteld via zijn identiteit: een uniek kenmerk of combinatie van kenmerken, eigenschappen of aspecten.

Belangrijk geachte aspecten blijken soms uit het zelfstandig naamwoord dat het bestaan van de entiteit weergeeft: 'koelkast', 'vrieskist', 'broodkast' of 'dubbel-lp', 'grootwinkelbedrijf', 'kleinkunst'.³⁷

Voor het beschrijven van de toestand waarin een entiteit verkeert (c.q. kan verkeren of moet verkeren) of van kenmerkende eigenschappen (waarbij het nut van het toegekende of herkende aspect zuiver theoretisch kan zijn) kunnen we diverse vormen gebruiken:

Een koelkast 'is kapot', een auto 'rijdt precies 100 kilometer per uur', een bestand 'is zoekgeraakt', een 'krachtig' algoritme, een 'elegante' theorie, het bedrijf 'dat twintig jaar geleden nog zoveel winstkansen werd toegedacht', een 'hopeloze' onderneming.

Eigenschappen van entiteiten kunnen meer kwalitatief of meer kwantitatief worden aangeduid:

Een 'langdradig' verhaal, een 'lang' verhaal, een verhaal 'met een lengte van honderdduizend woorden'. Een 'rendabele' onderneming, een bedrijf 'dat 40 procent winst op de omzet en 20 procent op het eigen vermogen verdient'.

'Sommige' lezers, 'negentig van de honderd' lezers. 'Rood' licht, licht 'dat een golflengte x heeft'. Een 'onhaalbare' doelstelling, een 'analytical' engine, 'die in geen honderd jaar te realiseren is'. 'Uitgestorven' diersoorten, dieren 'die de laatste 6000 jaar niet zijn waargenomen'.

Een 'abstrakte' formulering, 'die in 200 formeel-analogische vergelijkingen is vastgelegd'.³⁸

³⁷ De laatste drie termen, die in het teleologisch perspectief niet als onjuist hoeven te worden beschouwd (tenzij het handhaven van de schoonheid van de taal als ideaal wordt gezien) worden door sommige taalkundigen op formeel-analogische gronden als onjuist (als 'germanismen') beschouwd. (Vgl. ANS, A06, I07).

³⁸ Deze 'extensional' beschrijving van een toestand c.q. eigenschap, laat ik eenvoudigheidshalve in de plaats treden van een verantwoorde 'intensional' taalkundige definitie, waarbij vele taalkundige categorieën kunnen worden gehanteerd. Zie Klooster, Verkuyl en Luif (K10), Van Calcar (C01), ANS (A06).

Het wezenlijke onderscheid tussen een entiteit en een eigenschap berust op de zelfstandigheid van bestaan. Entiteiten zijn geen eigenschappen, en eigenschappen zijn geen entiteiten.

Entiteiten 'hebben' eigenschappen (verf 'is rood', 'heeft een rode kleur'). Eigenschappen 'hebben' geen entiteiten, maar waarden: 'De winstgevendheid' (van dit bedrijf) is 'hoog'; 'de nationaliteit' (van de afnemer) is 'onbekend'.

Het onderscheid tussen een entiteit en een eigenschap is ook aan te geven met de begrippen 'telbaarheid' en 'meetbaarheid': entiteiten zijn 'telbaar' en eigenschappen zijn (in beginsel) 'meetbaar'.

Onder het begrip 'attribuut' versta ik verder een 'aan het beschouwde object ondergeschikte entiteit'. Dit begrip zal worden toegelicht nadat het concept 'relatie' is onderzocht.

4.2.1.5 Relaties

De betekenis van relatie

Het idee van 'onderling verband' of 'betrokkenheid' wordt in het Nederlands aangeduid met 'betrekking' of 'verbinding', en ook wel met 'koppeling' en 'vereniging'. Van vreemde herkomst zijn 'relatie', 'konnektie', 'associatie', 'referentie', 'link' en 'join'.

Meestal wordt 'betrekking' in meer abstracte zin gebruikt, terwijl 'verbinding' en 'koppeling' vaker op fysieke verbanden duiden. In zijn algemeenheid zal het begrip hier worden verwoord met de term 'relatie'.

Voor de ontwikkelkunde is het begrip 'relatie' een nuttig en onmisbaar concept. Naast de reeds beschreven beschouwingsobjecten 'entiteiten', 'transformaties' en 'beslissingen' zouden 'relaties' als een aparte categorie kunnen worden gezien. Veel auteurs noemen inderdaad 'relationships' als een hoofdcategorie.³⁹

Naar mijn opvatting echter staat het begrip 'relatie' niet voor een aparte categorie, maar voor de 'rol' van een beschouwingsobject. (Zie ook Roest (R03, R05, R07, R08, R09)).

³⁹ Zie bijv. Wilson (W04).

Onder een 'relatie' versta ik namelijk een bijzondere eigenschap van een 'entiteit', van een 'transformatie' of van een 'beslissing'. Een relatie is dan een object dat een verbinding tussen andersoortige objecten weergeeft of bewerkstelligt.

Het 'rol'aspect van een relaterend object is daarbij te onderkennen volgens de kausale, de analogische of de teleologische beschouwingswijze, die verschillende beelden van hetzelfde object opleveren.

Zo zijn de relaties tussen een idee en een beschrijving, en tussen een beschrijving en een fysieke entiteit, te beschouwen als transformaties, die zijn aan te duiden met de werkwoorden 'beschrijven' en 'lezen', respectievelijk 'maken' en 'zien'.

Enkele interessante relaties tussen een afgebeeld stelsel en fysieke objecten die het stelsel ook fysiek doen werken, worden beschreven met de overgankelijke werkwoorden 'allokeren' en 'assigneren'.

'Allokeren' is het toewijzen van fysieke middelen aan een weergegeven (mondeling, schriftelijk of hoe dan ook) idee.

'Assigneren' is het aanwijzen of aanvaarden van een bepaald idee voor een fysiek middel.⁴⁰

Van de drie onderscheiden objectsoorten, is de categorie 'beslissing' in het voorgaande in het bijzonder als teleologisch gekenschetst.

Daarbij is het verband tussen een 'beslissing' en een transformatie al ter sprake gebracht: de beslissing 'ja' of 'nee' zet een transformatie aan het werk, doet zijn werking herhalen, of beëindigt zijn werking.

Het verband tussen twee beslissingen over dezelfde transformatie - dat wil zeggen: de wilsuiting 'ja' of 'nee' met betrekking tot een reeds eerder uitgesproken 'ja' of 'nee' - is verder te zien als het 'bevestigen' of 'ontkennen' van beslissingen.

De relatie tussen twee entiteiten is, volgens de gegeven definitie van relatie, een beslissing of een transformatie. Naar mijn opvatting zijn dan

⁴⁰ Het aanwijzen (of aanvaarden) van 'taken' is wat anders dan het toewijzen van middelen. Om te voorkomen dat het verschil tussen de woorden 'toewijzen' en 'aanwijzen' slechts als een onbetekenende nuance wordt gezien, geef ik de voorkeur aan de termen 'allokeren' en 'assigneren'.

als rechtstreekse relaties tussen twee entiteiten uitsluitend transformaties in aanmerking te nemen.

Dat betekent dat, als het verband tussen twee entiteiten niet met een overgankelijke werkwoordsvorm is te beschrijven, de relatie niet bestaat of dat de relatie niet rechtstreeks is.

Anderzijds kan ik de rechtstreekse relatie tussen twee transformaties uitsluitend als een entiteit opvatten. De betrokken relatie wordt dan beschreven door middel van zelfstandige naamwoorden of dienovereenkomstige symbolen.

Wanneer een dergelijke beschrijving niet mogelijk is, dan bestaat er geen relatie of dan is de relatie niet rechtstreeks.

De mogelijke relaties tussen een transformatie en een entiteit kunnen kausaal, teleologisch en analogisch worden gezien of gelegd. Naar mijn inzicht kan de rechtstreekse relatie tussen een ding en een werking hetzij kausaal, hetzij teleologisch, maar niet analogisch van aard zijn.

Een analogische relatie tussen een transformatie en een entiteit zou inhouden dat een verband wordt gezien volgens het beginsel van overeenstemming of overeenkomstigheid.

Een dergelijk verband kan echter niet rechtstreeks bestaan. De categorieën 'entiteit' en 'transformatie' zijn immers van een wezenlijk verschillende noemer, en iedere vergelijking tussen twee objecten vereist een gemeenschappelijke noemer.

De vergelijking tussen een appel en een peer kan alleen indirect plaats vinden via de 'hogere' noemer 'stuks fruit'. De analogische relatie tussen 'transformatie' en 'entiteit' kan dan ook niet rechtstreeks maar wel indirect worden gelegd, bij voorbeeld via de gemeenschappelijke noemer 'onwikkeltkundig concept'.

Kausale relaties zijn oorzaak-gevolg verbanden, waarbij een verschijnsel wordt verklaard door een voorafgaande oorzaak. Een kausale relatie verbindt een verschijnsel met zijn noodzakelijke afkomst of herkomst.

Een oorzaak kan worden beschreven door de werkende kracht van een transformatie vast te stellen, of door te wijzen op de eigenschappen van een 'transformator'.

Bijvoorbeeld:

- In het geheugen aanwezige gegevens zijn ingelezen (door een 'lezer');
- een ontbrekende order is vernietigd (door een 'vernietiger');
- een beschikbare landkaart is vervaardigd (door een kartograaf).

De kausale relatie tussen 'transformatie' en 'entiteit in een bepaalde toestand', is voor de ontwikkelaar eventueel van belang ter verklaring van afwijkingen van het door hem beoogde resultaat. De haalbaarheid van toekomstige transformaties kan dan wellicht beter worden beoordeeld.

In de teleologische beschouwing wordt niet gekeken naar afkomst of herkomst, maar naar doelstelling of bestemming.⁴¹ In de teleologische beschouwing is de toestand van een entiteit niet het gevolg, maar het doel van een transformatie.

Het verband tussen 'verstrek' en 'inlichting' is een bedoeld verband, waarmee een gewenste toestand wordt nagestreefd. De doelstelling 'verstrek inlichtingen' kan daarna op verschillende wijzen met verschillende fysieke middelen worden gerealiseerd.

De ontwerper zal echter eerst het doel stellen alvorens de middelen aan een nadere beschouwing te onderwerpen.

De samenstelling van een transformatie en een entiteit in een teleologisch verband, is een constructie die onder de noemer 'functie' en 'functiestructuur' nog nader zal worden besproken. In de volgende paragraaf komen eerst diverse kenmerken van het begrip 'relatie' aan de orde.

Kenmerken van relaties

Nulvoudigheid, enkelvoudigheid, meervoudigheid

Dit kenmerk kan verder worden onderscheiden naar een kwalitatief aspect (hoedanigheid) en een kwantitatief aspect (aantal).

⁴¹ Indien een beschouwingspositie in de tijd wordt ingenomen van bij voorbeeld 600 of 6000 jaar geleden, dan kan een ander beeld ontstaan van de huidige omstandigheden. De 'onvoltooid verleden toekomstige tijd'-verbuiging van een werkwoord geeft een dergelijke positieverandering weer.

De relatie tussen persoon 'x' en een huis is kwalitatief meervoudig als hij dat huis niet alleen bewoont maar ook verhuurt.

De kwalitatieve meervoudigheid van de relatie is te beschrijven met verschillende werkwoorden die tussen de entiteiten van toepassing zijn. Zo kunnen de betrekkingen tussen twee firma's worden beschreven met 'inlichten', 'bestellen', 'afnemen', 'betalen'.

Een kwalitatief meervoudig verband tussen de transformaties 'optellen' en 'afronden' kan worden beschreven met 'gegevens' zoals: 'BTW-bedragen', 'aantallen studenten', 'afwijkingen van het gemiddelde'.

Een nulvoudig kwalitatieve relatie is een relatie die niet kan of niet mag voorkomen.

Een nulvoudig kwantitatieve relatie is een relatie die in kwalitatief opzicht kan of mag bestaan, maar in feite niet voorkomt.

Een meervoudig kwantitatieve relatie is een relatie van een bepaalde hoedanigheid, die meerdere keren voorkomt.

Een firma kan bijvoorbeeld in verbinding treden met een andere firma door meerdere keren te 'bestellen' e.d. Een bestelling is ook meervoudig in kwantitatief opzicht indien voor het overige identieke bestellingen bij verschillende leveranciers worden geplaatst.

Vastheid, veranderlijkheid

Naarmate een beschouwd tijdvak korter of langer is, zal een relatie tussen objecten meer of minder vast zijn.

De vastheid of veranderlijkheid van een relatie blijkt onder andere uit het verloop van de kwalitatieve en kwantitatieve nul-, enkel- of meervoudigheid ervan.

Bij voorbeeld:

De waarden 0, 1 en >1 kunnen voor een relatie tussen 'klant' en 'produkt' (zoals 'bestellen') variëren in de tijd. Daarnaast kunnen tussen 'klant' en 'produkt' relaties van een andere hoedanigheid variabel voorkomen.

Eenzijdigheid, tweezijdigheid

De relatie 'bestellen' is tweezijdig of wederkerig indien bijvoorbeeld twee firma's bij elkaar orders plaatsen. Twee kwalitatief verschillende relaties zoals 'bestellen' en 'betalen', zijn eenzijdig wanneer een firma uitsluitend bestelt bij de andere firma, en die andere firma geen tegenorders plaatst, maar betaalt.

De bedrijvende en de lijdende vorm waarin een relatie kan worden beschreven, zijn niet bepalend voor het hier bedoelde kenmerk van eenzijdigheid of tweezijdigheid.

De vormen 'ik sla u' en 'u wordt door mij geslagen', betreffen dezelfde eenzijdige relatie. De verbinding is pas tweezijdig indien wordt teruggeslagen.

Horizontaal, vertikaal

Een horizontale relatie verbindt objecten van hetzelfde niveau, ongeacht de hoogte of laagte van het niveau. Een verticale relatie verbindt objecten van verschillende niveaus.

Indien tussen de objecten van verschillende niveaus geen relaties kunnen worden vastgesteld, dan heeft het, ter zake van de beschouwde objecten, geen zin om van verschillende niveaus te spreken.

Horizontale en verticale relaties en de desbetreffende objecten vormen samen een hiërarchisch (of holarchisch) stelsel.⁴²

Intern, extern, inter

Een interne relatie verbindt objecten binnen het beschouwde stelsel. Een externe relatie verbindt objecten buiten het beschouwde stelsel. Een interrelatie verbindt objecten van twee als apart beschouwde stelsels.

Deze kenmerken kunnen betrekking hebben op relaties waaraan ook andere kenmerken van deze paragraaf zijn toegedacht, zoals 'horizontaal', 'veranderlijk', 'meervoudig'.

⁴² Zie ook hoofdstuk 3.4 ('beschouwingsniveau').

Elementair, samengesteld

Een elementaire relatie is een verbinding die niet in samenstellende onderdelen kan worden ontleed, of waarvan een ontleding geen zin heeft.

Een relatie die zinvol kan worden onderverdeeld in samenstellende elementen is een samengestelde relatie.

De toekenning van het kenmerk 'samengesteld' of 'elementair' is afhankelijk van het niveau waarop de relatie wordt beschouwd.

Wiskundige relaties

Vanuit het specifiek formeel/analogische gezichtspunt van de wiskunde, kunnen nog enkele bijzondere kenmerken van relaties worden onderkend.

Wanneer deze relaties 'entiteiten' verbinden, dan zijn ze per definitie op te vatten als transformaties, in de vorm van overgankelijke werkwoorden.

Een 'AND'-relatie wordt dan aangeduid met bij voorbeeld 'to and'. Een cartesisch produkt wordt gevormd door 'paring'.

Relaties tussen meerdere verzamelingen

- Vereniging: samen.
- Doorsnede: voorzover samen.
- Komplement: voorzover niet samen;
relatief: ten opzichte van een gedefinieerde verzameling,
absoluut: t.o.v. een ongedefinieerde verzameling.
- Cartesisch produkt: paren of 'tuples'.

Relaties in een enkele verzameling

Strikt genomen kan met betrekking tot een enkele verzameling alleen de relatie tussen de leden van de verzameling en de verzameling zelf worden benoemd.

Dit lidmaatschap is identiek aan het kenmerk 'vertikaal'.

Indien tussen de leden van een verzameling ook 'horizontale' relaties bestaan, dan is die verzameling een 'structuur'.⁴³

Deze structuur heeft dan twee niveaus: het geheel van de verzameling en het ondergeschikte niveau van de onderling gerelateerde en nevenschikte elementen, zodat we ook van een hiërarchie kunnen spreken.

Relaties zonder toepassing van het concept 'verzameling'

- minder dan, gelijk aan, groter dan.
- waar, niet van toepassing, onwaar.
- 'and', 'invert', 'or'.

Overige kenmerken van relaties

Behalve de genoemde eigenschappen waarmee relaties kunnen worden gekenmerkt, zouden we nog vele andere aspecten kunnen opsommen, zoals 'technisch', 'ekonomisch', 'juridisch', 'psychologisch' enz.

Naar mijn inzicht, echter, wordt het begrip 'relatie' daarmee nauwelijks verder verhelderd. Voorzover nodig zullen die aspecten in een toepasselijk verband worden genoemd.

De in het voorgaande gedefinieerde kenmerken van relaties kunnen we zien als een (gedeeltelijke) opsomming van 'dimensies' in een 'n-dimensionale' ruimte.

De combinatie van diverse onderkende eigenschappen krijgt kortheidshalve vaak een eigen naam, waarvan de betekenis voor niet-inge-wijden, onvermijdelijk, weinig helder is. (Vgl. 'konvers', 'rekursief', 'equivalent')

Het zou te ver voeren om de gebezigde terminologie voor allerlei relaties, verbanden, associaties, joins, konnekties e.d. in de diverse vaktechnische geschriften door te lichten.

⁴³ Zie ook paragraaf 4.2.2.1

Relaties en consistentie

De teleologische, causale en analogische relaties tussen elementen van een bepaald niveau kunnen conceptuele, beschrijvende of fysieke objecten betreffen. Deze verbindingen kunnen we zien binnen een bepaald domein of tussen de domeinen onderling.

Door het leggen van verbanden tussen objecten worden losse onderdelen van een bepaalde samenhang voorzien, zodat het geheel een min of meer stevig of hecht stelsel vormt.

De hechtheid of de consistentie van het beschouwingsobject van de ontwikkelkunde - artefakten- is niet van nature gegeven.

Het is aan de ontwerper om te bepalen of betrekkingen tussen de beschouwde objecten al dan niet zullen voorkomen en worden beschreven. Het is ook aan de ontwerper om te vast te stellen of de ontworpen relaties bepaalde kenmerken soms, altijd of nooit zullen (mogen) hebben.

De logische consistentie van het ontworpen stelsel wordt getoetst op zinvolheid, door de doel-middel verbanden binnen het ontwerp en van het ontwerp met betrekking tot externe doelstellingen te verifiëren. Deze samenhang kunnen we 'teleologische consistentie' noemen.

De formeel-analogische consistentie van een ontworpen stelsel kunnen we zien door de samenhang van de voorkomende onderdelen te toetsen aan bestaande formele schema's, waarvan het gezag in het algemeen wordt aangenomen. Deze toetsing kan vooral de fraaiheid of de elegantie van een model ten goede komen.

De materieel-analogische consistentie kan worden getoetst met behulp van daadwerkelijke proefnemingen. Aan de hand van deze testen kan een ontwerp worden bijgesteld teneinde het beslag op produktie-middelen te veranderen of om de haalbaarheid van het ontwerp te verhogen.

Niet al te lang geleden had vooral de materieel-analogische consistentie - de haalbaarheid en de betaalbaarheid (van de benodigde hardware en software) - het primaat in de discussie over het ontwikkelen van systemen.

Naderhand kregen vooral de formeel-analogische aspecten van systemen de meeste aandacht in de beschouwingen over 'data base design' en 'program design'.⁴⁴

Geruime tijd geleden echter stelde Simon (S12,5) al dat (..) 'prospective artificial objects having desired properties - are the central objective of engineering activity and skill. The engineer is concerned with how things ought to be - ought to be, that is, in order to attain goals, and to function. Hence, a science of the artificial will be closely akin to a science of engineering - but very different (..) from what goes currently by the name of 'engineering science'.

Het ontwikkelen van artefakten is dan ook primair een teleologische inspanning, een doelgericht zoeken en stellen, waarbij de zin van het bestaan van objecten en hun onderlinge relaties in het geding is.

De logische consistentie van een ontworpen stelsel zal daarom op de eerste plaats de teleologische consistentie dienen te zijn.

4.2.1.6 *Attribuut, eigenschap en entiteit*

In de vakliteratuur worden de begrippen 'attribuut' en 'eigenschap' ('property') verschillend beschreven, waarbij dan veelal ook 'relaties' ('relationships' c.q. 'associations') en 'entiteiten' in de beschouwing worden betrokken.

Hsu en Roussopoulos (H06, 260 e.v.) schrijven dat 'relationships' en 'associations' hetzelfde betekenen. Volgens deze auteurs is er verder ook geen onderscheid te maken tussen 'objects' en 'properties'; dat zijn 'entities': 'There is no formal (!,WFR) technique that can be applied to circumscribe a set of entities into objects and properties'.

Ten behoeve van een onderscheid geven ze een 'pragmatic' (!,WFR) argument: 'An object, concrete or abstract, can exist in its own right without any properties defined for it. A property can only exist if the object that it characterizes also exist'.

⁴⁴ Zie bijvoorbeeld de artikelen in Nijssen (N09), Chen (C02), Bergland en Gordon (B04), Brodie et al.(B23), Ollie et al. (O01, O02, O03).

Vervolgens stellen ze: 'Associations are objects (..)' Met andere woorden: er is geen formeel verschil tussen de genoemde begrippen, het hangt er helemaal vanaf hoe men er naar wil kijken.

Kent spreekt over de intuïtieve neiging om relaties en attributen van elkaar te onderscheiden. 'For some facts the term 'attribute' seems appropriate, and others seem to be 'relationships'. (K06,81) Maar, aldus Kent, 'I don't know why we should define 'attribute as a separate construct at all. I can't tell the difference between attributes and relationships' (K06,79).

Hij maakt daarom geen formeel onderscheid tussen 'attributes' en 'relationships' en overigens ook niet tussen die twee begrippen en 'categories'. Met nadruk stelt hij ten aanzien van 'relationships': 'they are entities, and a relationship can link another relationship to something else' (Kent, K06,187).

Billier en Neuhold konkluderen na een vergelijking van de concepten van een elftal auteurs: 'that during the last two years essentially two different positions have been developed, i.e. the two concept school (using properties and relationships) and the three concept school (using properties, relationships and attributes)' (B07,27).

Zij vinden dat na de jarenlange discussie over diverse concepten er nu vooral behoefte is aan praktijkervaringen om de 'open points' in de discussie op te lossen.

Dat betekent dat het nut, de juistheid of de waarheid van de voorgestelde concepten wordt beoordeeld ten opzichte van daadwerkelijke resultaten: een materieel-analogische toetsing.

Een formeel-analogische toetsing is voornamelijk onmogelijk, want, zo stellen Billier en Neuhold terecht: 'A conceptual schema is a description of a piece of reality and as long as the human conception of reality cannot be formalized it will be impossible to decide which set of concepts for a conceptual schema is the very best one' (B07,28).

De vraag of het begrip 'attribuut' een zinvol afzonderlijk concept is, wordt dus zeer verschillend beantwoord.

Mijn opvatting van het begrip 'relatie' is reeds naar voren gebracht: een relatie is een transformatie, of een entiteit in een bijzondere rol, die we vaststellen volgens een bepaalde beschouwingswijze.

Een entiteit heb ik omschreven als: een zelfstandig bestaanbaar object met de eigenschappen van 'telbaarheid' en 'benoembaarheid met zelfstandige naamwoorden of dienovereenkomstige symbolen'.

Een eigenschap is beschreven als: een kenmerk dat we toekennen of herkennen aan een entiteit. Een eigenschap wordt beschreven met een bijvoeglijk naamwoord of een bijvoeglijke bepaling, kwalitatief of kwantitatief.⁴⁵

De algemeen gangbare betekenis van attribuut is tweeledig:⁴⁶

- a) Een tot het wezen behorende eigenschap;
- b) Een karakteriserend kenteken.

In de eerste betekenis is een attribuut dus een eigenschap; een kenmerk van iets anders: van een entiteit.

Volgens de tweede betekenis is een attribuut een entiteit die zelfstandig kan bestaan, en desgewenst ook blijven bestaan wanneer de bijbehorende entiteit teniet gaat.

Zo kunnen we een 'pijp' opvatten als een attribuut van 'Sherlock Holmes'; een 'ton' als een attribuut van Diogenes'; en een 'paspoort' als een attribuut van 'reizigers'.

Deze attributen zijn per definitie entiteiten: ze kunnen zelfstandig bestaan, ze zijn telbaar, en ze zijn benoembaar met zelfstandige naamwoorden.

Wanneer we dan kijken naar het begrip 'kleur' (of, vergelijkbaar, naar 'vorm', 'omvang', 'gewicht'), en spreken over 'de drie kleuren paars, wit en blauw', dan zou, volgens de gestelde criteria, een kleur ook als entiteit kunnen worden opgevat, zoals trouwens ook 'een waarde', 'een eigenschap', 'een verzameling', 'een toestand'.

Dat zou betekenen dat de gegeven definitie van entiteit niet voldoet.

⁴⁵ Transformaties hebben ook eigenschappen. Zie verder de desbetreffende paragraaf (4.2.1.3). De discussie wordt hier toegespitst op 'entiteit'.

⁴⁶ Vgl. Van Dale (D01) en Webster (W02).

Voor het ondubbelzinnig definiëren van een verwarrend begrip is het nuttig om eerst onze beschouwingspositie ten opzichte van het kwestieuzer object vast te stellen.

Deze positie is, zoals in hoofdstuk drie is uiteengezet, te bepalen met de coördinaten 'beschouwingswijze', 'beschouwingsniveau' en 'beschouwingsdomein'.

Voor een begrip als 'kleur' is de dimensie 'beschouwingsniveau' reeds toegelicht.⁴⁷ De onderscheiden beschouwingswijzen leveren met betrekking tot 'kleur' weer andere gezichtspunten op.⁴⁸

Wanneer we vervolgens 'kleur' in verband brengen met een beschouwingsdomein, dan kunnen we de gekonstateerde dubbelzinnigheid herkennen.

In het conceptuele domein is een kleur (evenals een 'spook'), een denkbeeld, een abstrakte entiteit. De begrippen voor kleur bestaan, zijn telbaar en zelfstandig benoembaar. Een blind geworden persoon kan dat bevestigen.

In het domein van de beschrijvingen (afbeeldingen, uitbeeldingen, weergaven), is een kleur een 'papieren tijger': een woord. Woorden zijn objecten die bestaan, die we kunnen tellen, en die we hoe dan ook zelfstandig kunnen noemen en benoemen: een woord is een entiteit. Ook dat kan een blinde bevestigen.

In het fysieke domein, echter, is een kleur niet een zelfstandig bestaanbaar object. In het fysieke domein kunnen we een kleur alleen 'meten', als een eigenschap van 'iets': van een entiteit die een kleur 'heeft'.

Een wereld zonder entiteiten is kleurloos. Omgekeerd, echter, is een kleurloze wereld niet 'entiteitloos'. Dat moge duidelijk zijn vanuit de positie van een blinde waarnemer.

⁴⁷ De eigenschap 'kleur' omvat waarden zoals 'paars'. We kunnen de waarde 'paars' beschouwen als een eigenschap door een lager niveau te onderkennen met de waarden 'lichtpaars' en 'donkerpaars'.

⁴⁸ De oorzaak van een kleur, het doel van een kleur, en de vergelijking tussen kleuren zien we volgens de kausale, de teleologische en de analogische beschouwingswijzen.

Wanneer we dus in het fysieke domein 'iets' meten (met een denkbeeldige meeteenheid), zonder te weten 'welk iets' we meten, dan is het begrip 'entiteit' niet zinvol. We spreken dan van een 'aspect', een 'kenmerk', een 'eigenschap'.

Het is dan ook zinnig om bij het bezigen van het begrip 'entiteit', het aspect 'domein' in de beschouwing te betrekken zodra begripsverwar- ring dreigt.

Kleuren, vormen en gewichten zijn dus, afhankelijk van het beschouwingsdomein, 'entiteiten' of 'eigenschappen'.

De pijp van Sherlock Holmes, de ton van Diogenes en het paspoort van een reiziger kunnen we in elk geval als entiteit opvatten.

Nu is het bijzondere van deze entiteiten dat ze, vanuit onze positie ten opzichte van het beschouwde 'hoofd-object', een 'bij-object' zijn: een aan een hoofdzaak toegevoegde (gerelateerde) bijzaak.

Het onderscheid tussen een hoofdzaak en een bijzaak is dan het niveau van beschouwing: onderdelen zijn delen, maar niet elk deel wordt beschouwd als onderdeel.

De verwarring over het begrip 'attribuut' kan nu worden opgelost door te kiezen tussen de betekenissen 'eigenschap van een entiteit' en 'gerelateerde (ondergeschikte) entiteit'.

Welke keuze men wenst te maken is in feite niet echt belangrijk. Van belang is slechts dat de verschillende betekenissen niet willekeurig worden verwisseld. Mijn voorkeur gaat overigens uit naar de tweede betekenis: ik versta onder een attribuut een ondergeschikte entiteit.

4.2.1.7 Gegevens en informatie

Gegevens

In een gegeven ligt, op gekodeerde wijze, kennis besloten. Onder 'koderen' valt in dit verband te verstaan: het uiterlijk vormgeven van kennis door middel van cijfers, letters, klanken, kleuren, of andere symbolen.⁴⁹

Met kennis bedoel ik: beschikbare denkbeelden waarmee een deel van de werkelijkheid kan worden geïdentificeerd.⁵⁰

⁴⁹ Het werkwoord 'symboliseren' betekent in dit verband hetzelfde als 'koderen'.

'Kennis' wordt aldus geplaatst in het ideeëndomein, terwijl 'gegevens' hier worden gerekend tot het domein van de beschrijvingen (c.q. afbeeldingen, uitbeeldingen, voorstellingen, nabootsingen).⁵¹

De kennis die in gegevens tot uiting wordt gebracht, betreft objecten die in het voorgaande zijn onderscheiden in drie soorten: beslissingen, transformaties en entiteiten, zodat we kunnen spreken van:

- gekodeerde entiteiten: gegevens over objecten die zelfstandig kunnen bestaan;
- gekodeerde transformaties: gegevens over veranderingen in het bestaan van een entiteit;
- gekodeerde beslissingen: gegevens over wilsuitingen ter zake van te veranderen eigenschappen van een entiteit.

Nu kunnen, op hun beurt, gegevens ook als entiteiten worden beschouwd, hetgeen 'meta-gegevens' oplevert:

- gegevens over gekodeerde entiteiten;
- gegevens over gekodeerde transformaties;
- gegevens over gekodeerde beslissingen.

Vervolgens kunnen we onze kennis over 'gekodeerde "gekodeerde objecten"' opnieuw koderen in een steeds verder gaande 'abstraherende rekursie'.

Het onderscheid tussen een 'gegeven' en een 'entiteit' is dus een niveau van abstraktie, met als groeperend kenmerk: 'bestaand in een domein' of 'gekodeerd zijn (van bestaand in een domein)'.⁵²

⁵⁰ Zie ook hoofdstuk 3.3 ('beschouwingsdomein').

⁵¹ Het derde domein - de wereld van de fysieke verschijnselen - wordt in dit boek niet verkend, maar wel gebruikt als bron van (voor)beelden.

⁵² We kunnen dezelfde redenering volgen met betrekking tot transformaties (van gekodeerde transformaties) en beslissingen (over meta-transformaties van meta-gegevens). Het in dit boek uiteengezette beschouwingskader gaat dan over in een verder geabstraheerd kader van meer omvattende aard.

Zie ook de magistrale behandeling van deze rekursieve abstrakties door Hofstadter (H05). Naar aanleiding van dit soort meta-beschouwelijke kwesties spreekt Stamper (S18) over 'incestuous relationships', terwijl Kent (K06) de 'nature of information' 'perverse' noemt.

In paragraaf 4.2.2.3 komen we het begrip 'gegevensstructuur' nog tegen. Het gaat dan om gegevens van hetzelfde abstraktieniveau, maar van verschillende hiërarchische (holarchische) niveaus.⁵³

Na de bovenstaande verwijzing naar de dimensies 'beschouwingsdomein' en 'beschouwingsniveau', wil ik ten aanzien van het begrip 'gegevens' ook het perspectief van de onderscheiden beschouwingswijzen verkennen. Naar mijn inzicht kan dan vooral het begrip 'informatie' aan duidelijkheid winnen.

Informatie

Een beslissing om, bij voorbeeld, een zeker produkt op de markt te brengen, of een beslissing om een bepaald stelsel te ontwikkelen zal, naar alle waarschijnlijkheid, niet zonder meer worden genomen.⁵⁴

Het beoogde resultaat zal veelal zodanig zijn gekwalificeerd en/of gekwantificeerd, dat een 'ja'-beslissing alleen wordt genomen indien de beslisser ervan overtuigd is dat het beoogde resultaat inderdaad haalbaar is.

Ten behoeve van het verkrijgen van die overtuiging zullen gegevens nodig zijn die de onzekerheid verminderen omtrent de konsekventies van een te maken keuze tussen 'ja' en 'nee'.

Het kwalificeren en kwantificeren van een beoogd resultaat is te zien als het afbakenen van een doelstelling. Deze afbakening beperkt het mogelijke waardebereik van de eigenschappen van de te realiseren doelstelling, en daarmee van de voorliggende doel-middel reeks.

Een doelstelling zoals 'ontwikkel een informatiesysteem' kan, bijvoorbeeld, worden beperkt door de volgende bepalingen:

1. uitsluitend binnenlandse verkoopgegevens;
2. in rechtstreeks overleg met de gebruiker;
3. door eigen personeel;
4. binnen een jaar gereed;
5. met maximaal een x bedrag als 'out-of-pocket' kosten.

⁵³ Zie ook hoofdstuk 3.4 ('beschouwingsniveau').

⁵⁴ Een beslissing hoeft niet alleen 'belangrijke' kwesties te betreffen, zoals het lanceren van een nieuw produkt. Ook de keuze tussen bij voorbeeld 'verzending per post' of 'per data lijn' is een beslissing.

Deze beperkende bepalingen zijn niet de doelstelling zelf ('ontwikkel een informatiesysteem'); het zijn (rand)voorwaarden die gelden voor alle beslissingen die worden genomen ter bereiking van de doelstellingen-hiërarchie.

Wanneer de gegevens die een beslisser verkrijgt, zijn zekerheid omtrent de haalbaarheid van een door voorwaarden afgebakende doelstelling inderdaad doen toenemen, dan kunnen we spreken van 'informatie'.⁵⁵

Echter, 'irrelevant input, i.e. those which do not reduce uncertainty - convey no information and are called 'noise' (Koestler, K11,90).

De mathematisch-statistische informatietheorie kijkt niet naar het effect van de informatie op de beslisser, en evenmin naar de betekenis (het materieel-analogische aspekt) van gegevens.

Met deze door Shannon ontwikkelde theorie (zie Van Peursen et al., P03) worden (op formeel-analogische wijze) kwantitatieve grootheden bepaald, waarbij vooral de waarschijnlijkheidsrekening wordt toegepast.

Het begrip 'informatie' wordt door Shannon niet in verband gebracht met onzekerheid bij een beslisser, maar met statistische waarschijnlijkheid. Met name Stamper wijst op een tekortkoming van deze opvatting: 'There is one major deficiency in the measurements of information based on logical probability: they all depend upon the assumption that the recipient of an item of information knows its entire logical consequences' (Stamper, S18,248).

Starreveld geeft een materieel-analogische definitie van 'informatie' door het verband tussen (mentaal) beeld en werkelijkheid op de voorgrond te stellen. Informatie is volgens hem: 'datgene wat het bewustzijn van de mens bereikt en bijdraagt tot zijn kennisbeeld' (Starreveld, S21,2).

⁵⁵ De term 'informatie' is overigens tweeslachtig. We kunnen er zowel 'het informeren', in de zin van een bewerking, mee aanduiden, alsook de bijzondere categorie 'gegevens'. Gewoonlijk bedoelen we het laatste.

Bosch en Heemskerk zeggen dat ze geen onderscheid maken tussen gegevens en informatie: 'voor ons zijn de termen gegevens en informatie synoniem, afgezien van de meervoudsvorm', maar merken in strijd daarmee op: 'informatie welke noch zelf doel noch middel tot een doel is willen we niet ontvangen' (Bosch en Heemskerk, B15,17). Deze opvatting is vooral als teleologisch te bestempelen.

De Leeuw laat een expliciete definitie van informatie achterwege, maar spreekt in een specifieke kontekst over 'relevante informatie omtrent de toestand' (De Leeuw, L01,135).

In hoofdstuk 3.2 ('beschouwingswijzen van stelsels') is aangetoond dat de onderscheiden beschouwingswijzen ieder een eigen zicht geven op een beschouwd fenomeen.

Wanneer een verschijnsel uitsluitend teleologisch, uitsluitend analogisch (formeel of materieel), of uitsluitend kausaal wordt beschouwd, dan ontstaat, bij gebrek aan andere visies, een eenzijdig beeld.

De definitie van Shannon is dan ook niet onjuist, maar eenzijdig. Vooral ten behoeve van de efficiency of elegantie zal de Shannon-benadering echter zijn nut kunnen bewijzen.

De vooral materieel-analogische opvatting van Starreveld vind ik verder typerend voor de administratieve wereld waarin de werkelijkheid wordt 'verslagen'.

Von Bertalanffy (B05,5) brengt het begrip 'informatie' in verband met 'beslissingen' ('information is measured in terms of decisions'), maar spreekt vooral in termen van 'probabilities'.

Met betrekking tot het kwantificeren van de waarde van informatie merkt Bemelmans op dat het niet juist is om de waarde van informatie gelijk te stellen 'aan het verschil tussen de verwachte waarden van de optimale keuzen voor en na het inwinnen van extra informatie (...)'. Er worden immers twee keuzen vergeleken 'die op een bepaald tijdstip onmogelijk te vergelijken zijn' (Bemelmans, B03,197).

Van Peursen, Bertels en Nauta (P03,24) noemen als 'rijkste' informatiebegrip het 'pragmatische'.

In 't Veld (V01,178) stelt dat informatie pas nut en betekenis heeft 'wanneer een mens of middel die informatie begrijpt en op grond daarvan een besluit neemt'.

Ackoff en Emery (A03,144) definiëren informatie als 'A communication that produces a change in any of the receiver's probabilities of choice, informs him, and hence transmits information'.

Naar mijn mening is de bijzondere eigenschap die 'informatie' onderscheidt van 'gegevens': het nuttig vermogen om de beslisser te ondersteunen door vermindering van zijn onzekerheid met betrekking tot een keuzeprobleem.

Gegevens die de zekerheid van een beslisser of kiezer doen toenemen zijn dus per definitie 'informatie'. Gegevens die dat vermogen missen zijn geen informatie, maar worden niet zelden als hinderlijk ervaren.

Merkwaardig genoeg echter, 'zouden diezelfde gegevens voor een andere persoon van onschatbare waarde kunnen zijn. Een gegeven advies kan voor de een het verlossende woord betekenen, terwijl het de ander koud laat of zelfs stoort' (Roest, R11,2).⁵⁶

Voor de ontwikkelaar (die in de eerste plaats teleologisch te werk gaat bij het ontwerpen van artefakten), zal het nuttigheidsaspect van informatie op de voorgrond staan.⁵⁷

De voor de hand liggende konklusie is nu dat degene die in eerste instantie het onderscheid tussen 'gegevens' en 'informatie' aan de hand van het nuttigheidskenmerk maakt, natuurlijk de gebruiker van de gegevens is, dus de beslisser zelf.

Wie immers kan het effect van informatie op onzekerheid beter inschatten dan degene die deze onzekerheid heeft.

⁵⁶ Informatie betekent voor de gebruiker: inlichtingen. 'Inlichtingen' zijn in die zin hetzelfde als 'informatie'; beide woorden worden in dit boek voor hetzelfde begrip gehanteerd. Ik vind de term inlichtin(gen) helderder van betekenis, zeker voor de Nederlandse taalgebruikers. Boland (B13) staat uitdrukkelijk stil bij de betekenis en werking van het woord in-formatie; een woord dat zelfstandig of in combinatie met andere woorden vaak gedachteloos wordt gebruikt.

⁵⁷ Zelfs de 'tendentieuze' gegevens die in boulevardbladen zijn aan te treffen zouden als informatie kunnen worden aangemerkt, indien zij voorzien in de behoefte om een mening te kiezen over, bij voorbeeld, een (uiteraard) bekend personage.

Een volgende konklusie is dan dat een 'informatiesysteem' zoniet door, dan toch in zorgvuldig overleg met de gebruik(st)er dient te worden ontwikkeld.⁵⁸

De gebruiker zal dan een idee moeten hebben van zijn toekomstige informatiebehoefte. Daartoe is het gewenst om een overzicht te hebben van datgene waarover hij beslist of zal beslissen.

Het is de taak van de ontwikkelkundige om hem daarbij te helpen.

⁵⁸ Zie ook Mumford (M11).