

Kennismanagement en informatiesystemen

een epistemologische visie

... Uw koffie meneer ...



**... Hoogachtend,
koffie met melk ...**

huh?

Kennismanagement en informatiesystemen:
een epistemologische visie

Roy Wasse

Samenstelling afstudeercommissie:

Eerste begeleider : dr. P.A.E. Brey

Tweede begeleider : dr. ir. M. Boon

Technisch begeleider : dr. D. Lutters

Afbeelding omslag: ontwerp Randy Wintjes. Er wordt uitgebeeld hoe de man achter de computer het concept koffie toepast in de verkeerde context.

Voorwoord

Voor u ligt het resultaat van ruim een half jaar afstuderen. Tijdens deze periode heb ik vele uren gestoken in het kritisch onderzoeken van literatuur, het schrijven en vooral het herschrijven van teksten. Ik heb telkens het gevoel gehad dat ik hierbij uitstekend werd begeleid. Deze mensen wil ik hier daarom één voor één noemen en bedanken.

Ten eerste wil ik mijn eerste begeleider, Philip Brey bedanken. Ondanks een vaak drukke agenda bleek het toch mogelijk regelmatig tijd vrij te maken voor een gesprek. Ik kon het zeer waarderen dat documenten tijdig kritisch waren gelezen, ondanks dat ik ze soms zeer kort voor een afspraak had aangeleverd. Tijdens deze afspraken wist Philip mij telkens uit te dagen om formuleringen scherper te maken en mijn blikveld te verruimen. Mieke Boon heeft als tweede begeleider ook een belangrijke rol ingenomen. Haar enthousiasme en scherpzinnigheid wisten mij telkens te motiveren. Na een afspraak met haar zat ik telkens vol nieuwe ideeën die om uitwerking schreeuwden. Mijn technisch begeleider, Eric Lutters, wist mij ook te inspireren. Hij was in staat te expliciteren op welke wijze mijn bevindingen concreet toegepast konden worden. Ook heeft Gideon Haan recht op een bedankje. Menig maal heb ik hem gevraagd 'even' naar een tekstje te kijken, wat hem vaak meer tijd kostte dan gepland. Dit geldt ook voor Kristel Schrijver. Toen zij aanbood mijn scriptie op spelling en interpunctie te controleren, heeft ze haar heel wat werk op de hals gehaald. Toch heeft ze stug volgehouden en een belangrijke bijdrage geleverd aan het leesbaar maken van de scriptie. Dan wil ik Randy Wintjes bedanken voor het ontwerpen van de originele en uitnodigende cartoon op de cover. Tenslotte wil ik mijn ouders bedanken. Zij hebben het mogelijk gemaakt dat ik kon studeren en hebben bovendien vaak op gelaten wijze de functie van uitlaatklep op zich genomen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 De rol van kennis.....	7
1.2 Onderzoeksgebieden	10
1.3 Opbouw scriptie.....	13
2 De syntaxis van kennis	15
2.1 Weten hoe en weten dat	15
2.2 Cognitiewetenschap en Ryle's onderscheid.....	19
2.3 Tacit Kennis	21
2.4 Conclusie	28
3 De semantiek van kennis.....	30
3.1 Pragmatisch of metafysisch realisme	30
3.2 Sociale en fysieke werkelijkheid	33
3.3 Conclusie en implicaties	38
4 Representatie van kennis.....	41
4.1 Vormen van kennisrepresentatie	42
4.2 Van kennis naar informatie en terug	44
4.3 Conclusie	48
5 Kennisrepresentatie in informatiesystemen	50
5.1 Informatiesystemen in organisaties	50
5.2 De gegevenslaag	54
5.3 Business Logic.....	60
5.4 Interface	64
5.5 Conclusie	65
6 Informatiesystemen in organisaties.....	67
6.1 Epistemologie en kennisuitwisseling met informatiesystemen	67
6.2 Kennismanagement en kennisuitwisseling met informatiesystemen	74
6.3 Systeemontwikkeling en kennisuitwisseling.....	78
7 Praktische aanbevelingen	84
Referenties	86

Samenvatting

Deze afstudeerscriptie is geschreven voor de opleiding WWTS en heeft als doel de volgende vraag te beantwoorden: *“In hoeverre kan aanwezige kennis worden opgenomen en ontsloten middels informatiesystemen in professionele organisaties?”* Hiervoor is deze vraag is opgesplitst in de volgende deelvragen:

1. Welke soorten kennis zijn er?
2. Hoe is kennis verbonden met een bepaalde context?
3. Hoe kan kennis worden gerepresenteerd?
4. Welke mogelijkheden en beperkingen legt een informatiesysteem aan kennisuitwisseling op?”

Het uitwerken van de eerste deelvraag heeft geresulteerd in een onderscheid tussen kennis die nodig is om een handeling te verrichten (hoe-kennis) en kennis die weergeeft wat het geval is (dat-kennis). Dit is ontleend aan de filosoof Gilbert Ryle en wordt ondersteund door experimenten uit de cognitieve psychologie. Naast het benoemen van hoe- en dat-kennis, is er onderscheid gemaakt tussen tacit en expliciete kennis. De aard hiervan is met theorieën uit de cognitiewetenschap toegelicht, en gekarakteriseerd met behulp van Michael Polanyi, Takeuchi & Nonaka en Max Boisot. Tacit kennis is kennis die niet onder woorden *wordt* gebracht, niet onder woorden *kan* worden gebracht, of slechts ten dele onder woorden valt te brengen. Er is beweerd dat zowel hoe- als dat-kennis een tacit component kan bevatten.

De uitkomst van de tweede deelvraag is gebaseerd op het pragmatisch realisme van Hillary Putnam en een ontologische studie van John Searle. Met Putnam's theorie is onderbouwd dat de wereld via verschillende kaders kan worden gekend. Daarnaast is met Searle's studie onderbouwd dat feitelijkheden in een bepaald kader van de werkelijkheid langs drie dimensies afhankelijk kunnen zijn van subjectiviteit. De eerste dimensie is sociale constructie, waarmee categorieën en concepten worden benoemd zoals de Mount Everest. De tweede is collectieve intentionaliteit, waarmee fenomenen zoals een voetbalteam kunnen worden geconstitueerd. De derde is toekenning van functie, hiermee kan aan concepten en categorieën een rol kan worden toegekend, zoals het draaien van schroeven aan een schroevendraaier. Searle onderscheidt de sociale en fysieke werkelijkheid, waarin respectievelijk sociale en fysieke feiten bestaan. Bij fysieke feiten spelen enkel sociale constructies een rol bij het beschrijven van een concept of categorie. Bij sociale feiten spelen ook de andere dimensies een rol. Vanuit deze bevindingen is beweerd dat alvorens er kennis kan worden uitgewisseld, er een ontologische synchronisatie moet plaatsvinden van de bovengenoemde subjectieve dimensies.

Het antwoord op de derde deelvraag is verkregen met behulp van Fred Dretske, Clive Dym en Davis, Shrobe & Szolovits. Hiervoor is eerst kennis beschreven als een verzameling overtuigingen die iemand in staat stelt om te handelen. Daarna is informatie getypeerd als een samenhangend fragment van kennis met een boodschap. Vervolgens is vastgesteld dat kennis enkel in de vorm van informatie kan worden gerepresenteerd op een extern representatiemedium. Ook is beweerd dat in de keuze voor een bepaald medium reeds is bepaald voor welke soort informatie het ontvankelijk is.

Voor het behandelen van de vierde deelvraag is er een beschrijving en typologie van informatiesystemen weergegeven. Er zijn vier verschillende soorten systemen gedefinieerd: registratie-, information retrieval, decision support en expertsystemen. Registratie systemen verwerken enkel informatie, terwijl information retrieval systemen deze daarnaast in rapportages presenteren. De laatste twee typen systemen proberen niet alleen informatie op te nemen en te ontsluiten, maar zelf ook informatie te interpreteren. Door het weergeven van de technische opbouw van informatiesystemen is aangegeven welke mogelijkheden en beperkingen de verschillende systemen hebben. Hiervoor is het systeem in

drie lagen opgedeeld: de gegevens-, de business logic en de interfacelaag. In de gegevenslaag wordt informatie opgeslagen. Er is aanbevolen dat in deze laag ontologische aanwijzingen moeten worden verbonden door de drie subjectieve dimensies zo mogelijk te expliciteren. In de business logic laag vindt de verwerking en interpretatie van informatie plaats. Met een studie van Hubert en Stuart Dreyfus is betoogd dat een informatiesysteem hierin is beperkt. Om zoals een menselijk expert te kunnen redeneren is intuïtie en gevoel nodig; hier is tacit kennis mee verbonden waarvan een computer geen gebruik kan maken. Dit betekent dat de aspiraties van expertsystemen vaak niet waargemaakt kunnen worden. Omdat de adviezen van decision support systemen van interpretatie afhankelijk zijn van mensen, kunnen deze wel nuttig worden ingezet. De laatste laag is de interfacelaag, hierin worden gegevens gepresenteerd en opgenomen. De interface kan de betekenis van gegevens manipuleren door informatie op een bepaalde manier in beeld te brengen, zoals vetgedrukt, cursief enzovoorts. Er is gesteld dat, bij het opnemen van informatie uit de gegevenslaag van een ander systeem, informatie geen andere betekenis moet krijgen door een andere interface.

Uiteindelijk is gebleken dat het antwoord op de onderzoeksvraag complex is. Er zijn drie aspecten van belang bij het bepalen in hoeverre kennisuitwisseling met informatiesystemen mogelijk is. Het eerste aspect is de mate waarin uit te wisselen kennis tacit is; dit soort kennis kan niet als informatie door het informatiesysteem worden geïnterpreteerd. Het tweede aspect is het ontologisch kader waarmee kennis is verbonden; wanneer het systeem als intermediair tussen twee ontologieën wordt ingezet, dan moeten deze op elkaar zijn afgestemd om juiste interpretatie van informatie mogelijk te maken. Dit afstemmen kan worden gedaan door de drie subjectieve dimensies die betekenis geven aan informatie expliciet oproepbaar te maken in het systeem. Het derde aspect is de functie van de kennisuitwisseling; systemen kunnen niet zelf betekenis toekennen aan informatie zoals mensen. Expert- en decision support systemen kunnen dus niet zoals mensen informatie verwerken, hierdoor treden er voor deze systemen beperkingen op. Information retrieval en registratiesystemen verwerken slechts informatie, daar treden dus geen interpretatieproblemen op.

Vanuit deze aspecten zijn een aantal richtlijnen geformuleerd die kunnen worden gehanteerd bij het ontwikkelen van informatiesystemen in professionele organisaties.

Vanuit epistemologische hoek:

- Stel vast welke soort kennis moet worden gerepresenteerd.
- Creëer een ontologische beschrijving bij de informatie.
- Houdt rekening met de mogelijkheden van het soort systeem.

Vanuit managementhoek:

- Analyseer in welk scenario een informatiesysteem gaat functioneren
- Maak onderling ontologische afspraken

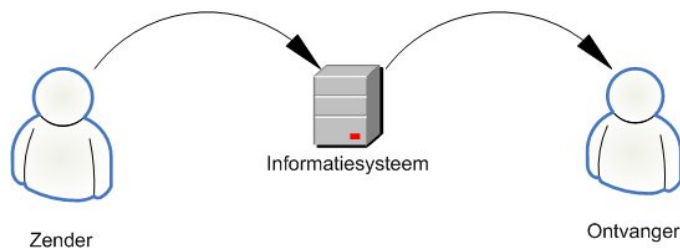
En vanuit technische hoek:

- Standaardiseer de wijze waarop informatie wordt gepresenteerd.
- Gebruik conceptuele grafen (representatietechniek geschikt voor ontologische beschrijvingen).
- Bewaar of valideer de originele interface (bij het koppelen van informatiesystemen).

1 Inleiding

Deze scriptie is geschreven in het kader van de afstudeerfase van de opleiding Wijsbegeerte van de Wetenschap, Technologie en de Samenleving (WWTs) aan de Universiteit Twente in Enschede. In deze scriptie wordt onderzoek gedaan naar manieren waarop soorten kennis kunnen worden opgenomen en ontsloten middels informatiesystemen in professionele organisaties. De discipline die hier doorgaans strategieën en raamwerken voor aanlevert heet kennismanagement. Mijn scriptie levert hiervoor een filosofisch fundament.

Wanneer men zich op intuïtieve wijze een voorstelling maakt van kennisuitwisseling via een informatiesysteem tussen een zender en ontvanger dan kan men komen tot een model als in figuur 1. Een zender stopt informatie in het systeem en deze wordt door een ontvanger weer opgenomen. Bij het



Figuur 1: Model van kennisuitwisseling

opnemen van informatie uit het systeem is de zender doorgaans niet meer aanwezig, hij is als het ware naar de achtergrond verdwenen. In deze scriptie zal blijken of dit model kennisuitwisseling juist weergeeft. Dit wordt gedaan door te onderzoeken hoe

kennis van een zender opgenomen kan worden door een ontvanger met behulp van een informatiesysteem. De centrale onderzoeksvraag die hieraan is gerelateerd luidt: *“In hoeverre kan aanwezige kennis worden opgenomen en ontsloten middels informatiesystemen in professionele organisaties.”* Deze vraag is opgedeeld in de volgende deelvragen:

- Welke soorten kennis zijn er?
- Hoe is kennis verbonden met een bepaalde context?
- Hoe kan kennis worden gerepresenteerd?
- Welke mogelijkheden en beperkingen legt een informatiesysteem aan kennisuitwisseling op?

De deelantwoorden op deze vragen worden in de verschillende hoofdstukken van deze scriptie behandeld en moeten het uiteindelijk mogelijk maken een antwoord te formuleren op de onderzoeksvraag.

Voordat dit plaatsvindt, wil ik het bredere maatschappelijke kader schetsen waarbinnen mijn scriptie moet worden geplaatst. Ik wil duidelijk maken waarom het antwoord op de onderzoeksvraag relevant is door in te gaan op de volgende vraag: *“Waarom zou iemand überhaupt kennis willen ontsluiten?”* Het antwoord hierop wordt in volgende paragraaf gegeven. Hierin zal eveneens worden verduidelijkt op welke wijze professionele organisaties belangen hebben bij het uitwisselen en delen van kennis en waarom het interessant is informatiesystemen te betrekken bij de onderzoeksvraag. In de tweede paragraaf geef ik vervolgens weer hoe verschillende wetenschappelijke disciplines interessante inzichten kunnen bieden voor het beantwoorden van de deelvragen. Tot slot van dit inleidende hoofdstuk wordt in de derde paragraaf de opbouw van de scriptie weergegeven.

1.1 De rol van kennis

In deze paragraaf wil ik laten zien hoe kennisvraagstukken in de maatschappij een rol spelen. Om dit in te leiden wil ik het intrinsieke verlangen om kennis te verwerven en te bezitten, dat aan de mens wordt toegeschreven door filosofen, kort uiteenzetten. Hierna zal worden beschreven op welke wijze de publieke en private sector zich bezighoudt met het uitwisselen van kennis en welke belangen hiermee gemoeid zijn. In het laatste deel van de paragraaf zullen de problemen

die hier optreden worden besproken en wordt vervolgens aangegeven waarom informatiesystemen een belangrijke rol kunnen spelen bij kennisuitwisseling.

De wil tot kennis

De Griekse filosoof Aristoteles beweerde omstreeks 350 v.C. al dat mensen niet slechts omdat het nuttig is zijn gericht op kennis, maar in de eerste plaats omdat kennis bezitten op zichzelf plezierig is (Schavemaker & Willemsen, 1986). Het zit volgens Aristoteles in de aard van de mens te leren en hiermee kennisgroei te bewerkstelligen, teneinde wetenschap en techniek te ontwikkelen. De wil om te leren en kennis op te nemen zou een intrinsieke menselijke eigenschap zijn. Mensen verwonderen zich volgens hem telkens over allerlei zaken en proberen middels onderzoek fenomenen om zich heen te verklaren. Zodra dit op een algemeen geaccepteerde wijze is gedaan, dan is er sprake van kennis over het fenomeen. Nadat deze kennis is ontwikkeld, is de verwondering over het fenomeen voorbij. Men kan zich dan gaan verwonderen over andere fenomenen om deze vervolgens te verklaren. Zo wordt telkens meer kennis ontwikkeld.

Net als Aristoteles stelt ook de filosoof Thomas van Aquino (1270 n.C.) dat de mens een natuurlijke begeerte heeft om kennis te verwerven (Schavemaker & Willemsen, 1986). Dit vermogen is volgens hem van nature gericht op het goede en via het menselijk kenvermogen op het ware. Volgens hem verlangen we naar de waarheid op een manier die ervoor zorgt dat we slechts geleidelijk vorderen in kennis erover. Niet het onmiddellijke wezensinzicht is volgens hem een voor de mens specifieke kenwijze, maar eerder de geleidelijke ontwikkeling ervan via voortgang van het ene inzicht naar het andere.

Het economische belang van kennis

Naast de algemene filosofische belangstelling voor kennis en daarnaast onze aangeboren 'wil tot kennis', is er nog een belangrijke reden om onderzoek te doen naar het ontsluiten en opnemen van kennis. Middels het geleidelijk groeien van kennis dat van Aquino omstreeks 1270 al aanstipte, is geleidelijk aan ook het economische en maatschappelijke belang van kennis toegenomen. Zo stelde de socioloog Daniel Bell na een uitgebreide studie vast, dat de steeds verdere codificering en toepassing van wetenschappelijke kennis de samenleving 'draagt' (Bell, 1973).

De behoefte die hierdoor is ontstaan om kennis toe te passen en uit te wisselen, is specifiek terug te vinden op een aantal plaatsen. Zo kan er worden gedacht aan uitwisseling van kennis binnen verschillende locaties van een bedrijf, of tussen bedrijven onderling. Dit kan bijvoorbeeld in een samenwerkingsverband waarin op basis van de wederzijdse kennis gezamenlijk een product wordt gelanceerd. Hiervan wil ik een aantal voorbeelden geven. Om te beginnen de reeks mobiele telefoons van Ericsson en Sony, die middels een joint venture gezamenlijk op de markt zijn gebracht onder de naam SonyEricsson. Verder kan worden gedacht aan de samenwerking tussen Philips en Douwe Egberts bij het ontwikkelen van het Senseo koffiezetapparaat en de samenwerking tussen Heineken en Krups bij het lanceren van de Beertender thuistapinstallatie. Naast dit soort samenwerking kan er worden gedacht aan het belang van kennisdeling en -acquisitie dat aanwezig is bij een fusie, zoals dit het geval was bij het samengaan van de computerhardwareleveranciers HP en Compaq. Elk bedrijf heeft voor een dergelijke fusie zijn eigen kennisactiva, die na een fusie zoveel mogelijk beschikbaar moet komen binnen het gehele bedrijf. Dan is er een behoefte om kennis over te nemen bij overnames, dit is vaak zelfs een doel op zich. Regelmatig nemen grote bedrijven kleinere bedrijven over met de intentie de kennis die in zo'n bedrijf zit in te lijven. De in deze scriptie te ontwikkelen inzichten kunnen van nut zijn voor al deze soorten van kennisdeling.

Dan is er behoefte tot kennisuitwisseling aanwezig tussen universiteiten onderling en met het bedrijfsleven. Op dit terrein valt nog veel te scoren in Europa. Rector Magnificus van de universiteit Twente, Frans van Vught maakt dit

zijn openingsrede voor het academisch jaar 2003-2004 duidelijk. Hij laat hierin zien dat aan de ene kant Europa de grootste producent is van wetenschappelijke publicaties, maar dat aan de andere kant er ten opzichte van de Verenigde Staten veel minder wetenschappelijke research ten bate komt van het bedrijfsleven (Vught, 2003). Op dit gebied kunnen kennismanagementtheorieën, waaraan mijn scriptie bijdraagt, worden ingezet om de zere plekken bloot te leggen.

Het stimuleren van de kenniseconomie

Door middel van de door mij genoemde vormen van kennisdeling kunnen bedrijven zichzelf ontwikkelen. Ook kunnen ze nieuwe productinnovaties doen die ten goede komen aan de vaak gehoorde doelstelling een kenniseconomie te vormen. Het belang dat aan de ontwikkeling hiervan wordt gehecht door de overheid en het bedrijfsleven wordt op verschillende manieren duidelijk. Zo stellen VNO-NCW, KNAW, NWO, TNO en VSNU in hun gezamenlijke actieplan, opgesteld voor een betere kennisstrategie, dat door het aansturen op een kenniseconomie Nederland de aansluiting moet behouden met de Europese economische top. Dit plan is gepresenteerd aan Maria van der Hoeven, minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap in februari 2003 (TNO, 2003). De wenselijkheid om die aansluiting te behouden, was door de politiek zelf ook al uitgesproken tijdens de Europese raad in Lissabon 2000. Daar is toen ingestemd met het streven in 2010 als unie te zijn uitgegroeid tot de meest competitieve en innovatieve kennisregio ter wereld (Buitengewone Europese raad van Lissabon, 2000).

De overheid probeert actief mee te denken over de wijze waarop dit kan worden gestimuleerd, door beleid voor een kenniseconomie te formuleren. Ze heeft als een eerste stap een orgaan genaamd 'innovatieplatform' in het leven geroepen (Innovatieplatform, 2003). Een belangrijke taak van dit platform is het gebruik van kennis stimuleren in het hoger onderwijs, onderzoek en innovatie. Om het belang dat de overheid hecht aan het platform uitdrukkelijk weer te geven, is de minister-president voorzitter ervan.

De taak van het innovatieplatform blijkt niet eenvoudig. Vanuit de 2^e kamer zijn er inmiddels kritische vragen gesteld over het platform door wellicht de grootste voorstander van een Nederlandse kenniseconomie: D66. De belangrijkste kritiek betrof het uitblijven van concrete adviezen en sturing. Daarnaast is uit onderzoek gebleken dat driekwart van de hoogleraren de huidige plannen van het innovatieplatform 'loze praat' vinden (Hoogleraren kraken innovatieplatform, 2004). Waar zitten nu de problemen? Vanuit zowel de publieke als private sector worden immers de belangen van kennisdeling ingezien. Welnu, het is gebleken dat het realiseren van efficiëntere kennisuitwisseling niet zomaar wordt bereikt door het verhogen van financiële bijdragen aan onderzoeksinstituten als universiteiten en het stimuleren van samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven. Ik wil beweren dat er eerst nader moet worden gekeken *hoe* er tot gerichte kennisdeling en -spreiding gekomen kan worden. In mijn scriptie ga ik er dus vanuit dat niet alleen het ontwikkelen van nieuwe kennis van belang is, maar dat er allereerst voordeel kan worden behaald door onderling de reeds aanwezige kennis te delen.

Informatiesystemen en kennisuitwisseling

Hier van uitgaande speelt voor overheidsorganisaties en bedrijfsleven de volgende vraag een belangrijke rol: "Op welke wijze kan reeds aanwezige kennis beter beschikbaar, toegankelijk en inzichtelijk worden gemaakt?" En daarnaast ook gelijk de volgende vraag: "Welke beperkingen gelden er voor spreiding en overname van verschillende soorten kennis?" Deze laatste vraag zal in deze scriptie dus worden betrokken op informatiesystemen.

Deze systemen spelen in de huidige maatschappij een belangrijke rol bij het uitwisselen van kennis. Dit wordt duidelijk gemaakt door de socioloog Manuel Castells. Hij definieerde halverwege de jaren negentig de westerse samenlevingen

als *informatiesamenlevingen* in een alomvattend werk (Castells, 1997). Volgens Castells zorgt het toepassen van kennis en informatie, samen met ontwikkelingen in de informatietechnologie, voor grote institutionele veranderingen en het ontstaan van een globale (gesegmenteerde) wereldeconomie. Hij beschrijft in dezelfde studie hoe de vorming van informatietechnologie wordt gestuurd door een drietal technologieën: micro-elektronica, computers en telecommunicatie. Castells noemt als belangrijk product van deze technologieën het informatiesysteem. Door dergelijke systemen is volgens hem de manier informatieverwerking veranderd. Het heeft het ontstaan van een netwerkeconomie gestimuleerd, waarin het toepassen en uitwisselen van kennis en informatie een centrale rol speelt. Hierin kunnen informatiesystemen snel, op aanvraag en op gerichte wijze voor grote groepen mensen informatie ontsluiten. Het is dus interessant om, in het kader van kennisverspreiding en –deling, onderzoek te verrichten naar de mogelijkheden van informatiesystemen. Deze systemen kunnen meehelpen een kenniseconomie te bewerkstelligen.

1.2 Onderzoeksgebieden

In de voorgaande sectie werd duidelijk dat er naast intrinsieke drijfveren, ook economische behoeftes bestaan om kennis te verwerven en te delen. Doordat inzichten over kennis op verschillende wijzen een belangrijke rol spelen in het menselijk en maatschappelijk bestaan, zijn er ook verschillende soorten disciplines die aandacht besteden aan vraagstukken rond het ontwikkelen, beschrijven en uitwisselen van kennis. In deze paragraaf wil ik de voor deze scriptie interessante disciplines benoemen en aangeven op welke wijze verschillende theorieën worden gebruikt. Verder worden er alvast een aantal begrippen gepresenteerd die terug zullen komen in de latere hoofdstukken. Hierdoor kunnen ze worden gerelateerd aan taalspelen die plaatsvinden binnen bepaalde disciplines.

1.2.1 Epistemologie

In paragraaf 1.1 werd met Aristoteles en van Aquino duidelijk dat de mens intrinsieke behoeften bezit om de wereld om zich heen te verklaren. Er hoeft dus alvast niet aan te worden getwijfeld, dat vraagstukken rond kennis en kennisontwikkeling een soort explicatiedrang bij filosofen zelf losmaken. Er is zelfs een aparte tak van de filosofie gewijd aan de leer over kennis, genaamd de epistemologie (ook wel kenleer of kennisleer). Deze scriptie heeft bij het analyseren van aanwezige soorten kennis en de daaraan verbonden karakteristieken gebruik gemaakt van inzichten uit de epistemologie.

De geschiedenis van de epistemologie is tenminste terug te leiden tot Plato (Schavemaker & Willemsen, 1986). De belangstelling ervoor is echter sinds de zeventiende eeuw toegenomen. Het werk van Descartes (1596-1650) en Locke (1632-1704) heeft hier belangrijke impulsen aan gegeven (Grayling, 1996). Vanaf deze tijd heeft epistemologie een centrale plaats in de filosofie.

Descartes was een dualist, hij geloofde in de scheiding van lichaam en geest. Volgens hem zou de geest uit een substantie bestaan zonder afmetingen of een plaats in de ruimte en voornamelijk de activiteit van het denken omslaan. Deze positie is inmiddels veel bekritiseerd en wordt wetenschappelijk nauwelijks meer interessant bevonden. Vanuit kritieken op Descartes zijn alternatieve theorieën ontsproten, die denkprocessen beschrijven zonder het onderscheid te maken tussen lichaam en geest. Deze moeten dus een andere verklaring leveren voor de wijze waarop de hersenen kennis kunnen verwerven, bezitten en toe kunnen passen. Dit zal in deze scriptie aan bod komen in hoofdstuk twee.

Epistemologen leveren standaarden voor kennis aan waarmee onder meer een antwoord wordt gezocht op de vraag: “welke soorten kennis zijn er?” En de vraag “hoe is kennis verbonden met de werkelijkheid?” In de inleiding van dit hoofdstuk waren deze vragen als deelvragen weergegeven. Deze epistemologische inzichten

zijn voor deze scriptie dus van belang. Naast het aanleveren van standaarden van kennis, wordt er in epistemologie met conceptuele analyses onderzoek gedaan naar de juiste voorwaarden om tot kennis te komen. Inzichten hierin zijn eveneens van belang bij het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Hiervoor wordt tegenwoordig vaak input van de psychologie gebruikt om tot theorieën te komen, zoals in deze scriptie eveneens zal gebeuren.

Naast de epistemologie is er de wetenschapsfilosofie. Deze spitst zich toe op het analyseren van de waarheid en het creëren van wetenschappelijke kennis. Dit zal niet direct bijdragen aan het beantwoorden van de onderzoeksvraag van deze scriptie. Theorieën over de aard van kennis uit de wetenschapsfilosofie kunnen echter wel worden aangewend om op analytisch en normatief vlak te beschrijven waarover kennis mogelijk is en welke karakteristieken deze kennis kan hebben. In deze scriptie zal gebruik worden gemaakt van een onderzoek van de wetenschapsfilosoof Michael Polanyi, dat handelt over de objectiviteit van kennis. Daarnaast worden voorbeelden uit de wetenschapsfilosofie gebruikt om epistemologische claims te ondersteunen.

Met epistemologie en wetenschapsfilosofie wordt onder meer onderzoek gedaan naar de wijze waarop kennis is verbonden met de werkelijkheid. Hierover hanteer ik in deze scriptie twee vooronderstellingen. De eerste is zichtbaar in de deelvraag: "Op welke wijze is kennis verbonden met een bepaalde context?" Deze vraag vooronderstelt namelijk dat er zoiets is als kennis. Anders zou de vraag immers geen zin hebben. De tweede vooronderstelling zit in de onderzoeksvraag, hierin wordt geïmpliceerd dat kennisuitwisseling mogelijk is. Er wordt gesteld dat bepaalde kennis ook los van een specifiek subject kan worden beschouwd. Dit kan mogelijk zijn doordat bepaalde kennis verwijst naar fenomenen buiten de menselijke geest. Andere subjecten kunnen dan dus ook van hetzelfde externe fenomeen kennis nemen. De vooronderstelling is dus eigenlijk, dat er kennis van een externe werkelijkheid buiten een subject mogelijk is.

Deze twee vooronderstellingen worden ook teruggevonden bij bepaalde theorieën over de opbouw van de werkelijkheid. De eerste vooronderstelling sluit aan bij de centrale these van het realisme, waarbij er vanuit wordt gegaan dat er een externe wereld bestaat. Deze these staat tegenover die van het idealisme, waarbij er vanuit wordt gegaan, dat er geen externe wereld buiten de menselijke geest bestaat. Alles wat bestaat, is volgens het idealisme geestafhankelijk en bestaat uit mentale activiteiten. De tweede vooronderstelling schaaft de onderzoeksvraag onder het epistemologisch realisme, de these hiervan is dat er een geestonafhankelijke werkelijkheid is, die kenbaar is voor mensen.

Deze twee op zich niet radicale vooronderstellingen sluiten aan bij het epistemologisch realisme. Binnen het epistemologisch realisme bestaan twee belangrijke stromingen: het pragmatisch en het metafysisch realisme. Het theoretische onderscheid tussen deze twee realismen zal van belang blijken in hoofdstuk drie en zal hier verder worden uitgewerkt. Vanuit dit onderscheid wordt nader aansluiting worden gezocht met een geschikte ontologische beschrijving over de wijze waarop kennis verbonden kan zijn met de werkelijkheid.

1.2.2 De cognitiewetenschap

De epistemologie verschaft een normatief kader waarbinnen getheoretiseerd kan worden over welke soorten kennis er bestaan. Dit is ook van belang in de cognitiewetenschap, hierin wordt echter een meer descriptieve benadering gekozen. In deze discipline wordt onder meer gepoogd te beschrijven hoe verschillende soorten kennis gerepresenteerd kunnen worden en verwerkt door de menselijke geest. Door de inzichten uit beide disciplines te combineren, wordt er een raamwerk ontwikkeld over standaarden van kennis. Dit kan worden aangewend voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.

De cognitiewetenschap is voortgekomen uit de cognitieve psychologie. Deze is ontstaan in de jaren '60 tegelijkertijd met de opkomst van de digitale computer. Vanaf die tijd zijn er namelijk veel pogingen gedaan om intelligente software te

maken. Om dergelijke software te maken, is het nodig om begrijpen wat intelligentie precies inhoudt en hoe betekenisvolle processen in het menselijke brein gemodelleerd kunnen worden naar de computer. Eind jaren zeventig zijn ook cognitieve filosofie, neurowetenschap en taalwetenschap betrokken in het onderzoeksprogramma. Vanaf die tijd bestaat de cognitiewetenschap en heeft het haar multidisciplinaire karakter gekregen.

In de cognitiewetenschap wordt de menselijke geest opgevat als een informatieverwerkend systeem. Er bestaan verschillende toonaangevende theorieën over de architectuur van de menselijke geest die de werking ervan beschrijven. Twee belangrijke stromingen zijn het connectionisme en de zogenaamde klassieke theorie. Hierin bestaan theorieën die beschrijven hoe mentale processen in het menselijke brein gerepresenteerd en verwerkt kunnen worden. Om deze te toetsen worden inzichten uit de neurowetenschap en analyses van het menselijke gedrag gehanteerd.

Er bestaat een controverse tussen de klassieke theorie en het connectionisme over de wijze waarop de geest informatie kan verwerken. De klassieke theorie staat voor dat dit gebeurt door het verwerken van symbolen, terwijl dit volgens het connectionisme gebeurt middels betekenisvolle netwerken.

Onder de aanhangers van klassieke theorie vallen de binnen de cognitiewetenschap bekende auteurs Fodor, Simon en Newell, Anderson en Pylyshyn. Hun theorieën schetsen de architectuur van de menselijke geest via een aantal subsystemen. Deze vertonen vaak veel gelijkenis met de opbouw van een computer. Ze gaan er allemaal min of meer vanuit dat de geest werkt als een fysisch symboolsysteem. De these van een dergelijk systeem luidt:

'Een systeem van fysisch gerelateerde symbolen (unieke patronen). Deze symbolen komen voor in fysische combinaties (bijv. op een rij naast elkaar) en vormen zo symboolstructuren. Deze symboolstructuren worden volgens een vast aantal processen van creatie, modificatie, reproductie en vernietiging veranderd. Het systeem kan door middel van deze symbolen objecten representeren en betekenisvolle processen uitvoeren doordat symboolstructuren worden geïnterpreteerd.' (Newell & Simon, 1976)

Het systeem moet volgens de klassieke theorie fysisch zijn, omdat de formele processen zijn geïmplementeerd in een specifiek fysisch medium, namelijk het brein. De these van een fysisch symboolsysteem ligt in de cognitiewetenschap onder vuur, maar ondervindt nog wel aanhang. Vermoedelijk speelt hierbij een rol dat, vanuit deze theorie geredeneerd, het mogelijk moet zijn om in een digitale computer een soortgelijk intelligent systeem te implementeren.

Naast deze theorie bestaat dus het connectionisme. Deze beschrijft dat het menselijke cognitieproces zich voltrekt door een netwerk bestaande uit een groot aantal simpele nodes die intensief met elkaar in verbinding staan (zie bv. Stillings et al., 1995). Elke node heeft een input en een output en is in staat pulsen naar andere nodes te versturen. Voordat een node 'vuurt', moet hij een bepaalde hoeveelheid input verkrijgen van één of meerdere andere nodes. De hoeveelheid input die nodig is om een node te laten vuren, wordt het gewicht ervan genoemd. Het netwerk van nodes kan tijdens het leren worden aangepast en is in staat om betekenisvolle structuren te verwerken en te representeren. Het gedrag van het gehele netwerk wordt veroorzaakt door de initiële staat, de geactiveerde nodes en de connecties. De verbintenis tussen de nodes en het gewicht vormen in dit proces het geheugen.

Binnen het connectionisme en de klassieke theorie bestaan er een aantal manieren om kennis te onderscheiden die interessant zijn voor deze scriptie. Welke theorie als meest aannemelijk kan worden beschouwd, is niet direct van belang. Het gaat er voornamelijk om de soorten kennis te analyseren die binnen deze stromingen aan de orde komen. Dit zal in hoofdstuk twee worden gedaan.

1.2.3 Kennismanagement

Een derde wetenschappelijke tak die interessante inzichten kan bieden voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag is kennismanagement. Deze is vooral gericht op praktische aspecten die van belang zijn bij het uitwisselen van kennis. Kennismanagement wordt niet aangewend om een specifieke deelvraag te beantwoorden, het dient er vooral voor de theorie te betrekken op kennis en kennisuitwisseling in professionele organisaties.

Kennismanagement is als zelfstandige tak ontstaan in de jaren '80 en '90 vanuit het bewustzijn dat kennis een essentiële rol speelt in vooral lerende organisaties. Dit zijn organisaties die bewust beleid voeren om het lerend vermogen op alle niveaus op continue basis te vergroten ter optimalisering van de effectiviteit. De lerende organisatie werd zelfs noodzakelijk als gevolg van onvoorspelbaarheid en snelheid van veranderingen, groei naar kennis- en informatiemaatschappij, veranderend human resources beleid en ontwikkelingen op de arbeidsmarkt.

Om tot efficiënte en gerichte kennisproductie te komen en om opgedane kennis te behouden en op maat in te zetten, wordt er in kennismanagement dus bewust nagedacht over de wijze waarop dit dient te geschieden. Daartoe zijn methoden ontwikkeld die zijn gericht op het vastleggen, distribueren en integreren van informatie, kennis en expertise in een organisatie.

Max Boisot en het duo Takeuchi en Nonaka hebben in de jaren '80 en '90 hierover belangrijke werken geschreven. In deze werken wordt onder meer ingegaan op het verschil tussen tacit en expliciete kennis en op de wijze waarop deze kennisvormen kunnen worden uitgewisseld en vastgelegd. Deze inzichten zullen impliciet en expliciet door deze scriptie worden gebruikt om een kennismanagementmodel te ontwikkelen en te beschrijven.

Bij het spreken over kennis en het uitwisselen hiervan komen vaak ook de termen informatie en data naar voren. Het verschil tussen de begrippen data, informatie en kennis zal ook in deze scriptie van belang blijken. Deze wil ik hier alvast kort toelichten. Data kan worden gezien als een systeemtoestand, zoals de temperatuur op een thermometer of de stand van de kilometerteller. Informatie is vervolgens data met een boodschap, bijvoorbeeld de boodschap dat veertig graden op de buitenthermometer heet is en dat 1040 hPa op de barometer het aannemelijk maakt dat het mooi weer wordt. Kennis is tenslotte de verzameling samenhangende overtuigingen die een subject in staat stelt om te handelen.

In kennismanagement wordt veelal gebruik gemaakt van inzichten uit de epistemologie en de cognitieve psychologie om deze praktisch toe te passen. Door deze combinatie kunnen de vraagstukken rond kennis respectievelijk normatief, descriptief en praktisch worden geanalyseerd. De epistemologie, de cognitiewetenschap en het kennismanagement kunnen niet alleen worden gezien als complementair, de theorieën uit de verschillende onderzoeksgebieden kunnen de onderlinge claims versterken.

1.3 Opbouw scriptie

Nu de disciplines die in deze scriptie worden gebruikt zijn beschreven, wordt ingegaan op de stappen die zijn ondernomen om de onderzoeksvraag van de scriptie te beantwoorden. Er wordt weergegeven welke functie is verbonden met welk hoofdstuk en op welke wijze de opbouw tot stand is gekomen.

Hoofdstuk twee zal ingaan op het onderscheid tussen verschillende soorten kennis. De typologieën van kennis die hierin worden uitgewerkt zijn afgeleid van de filosoof Gilbert Ryle. Hij maakt een onderscheid tussen kennis die nodig is om een handeling uit te voeren en kennis benodigd voor weten dat iets het geval is. Na de filosofische verdieping zullen de verkregen inzichten worden vergeleken met inzichten uit de cognitiewetenschap. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen declaratieve en procedurele kennis. Via kritieken op het onderscheid van Ryle, afkomstig van de cognitieve filosofen Fodor en Garfield, zal duidelijk worden

dat kennis ook op een andere manier valt te typeren. Dit kan door kennis onder te verdelen in een *tacit* en expliciete variant. Tacit kennis is kennis die niet zomaar in woorden kan worden gevat, terwijl dit voor expliciete kennis juist wel geldt. Wat er precies moet worden verstaan onder tacit kennis, zal met behulp van een onderzoek van de wetenschapsfilosoof Michael Polanyi uiteen worden gezet. Zijn inzichten zullen worden aangevuld met theorieën uit het kennismanagement van Max Boisot en de auteurs Takeuchi en Nonaka. In hoofdstuk twee wordt met deze twee typologieën een syntaxis van kennis gecreëerd. Syntaxis betekent normaal gesproken zinsbouw, ofwel de wijze waarop woorden samen woordgroepen en zinnen vormen. Met het ontwikkelen van een syntaxis voor kennis wil ik de wijze waarop kennis is gevormd en opgebouwd uiteenzetten.

In hoofdstuk drie wordt beschreven hoe kennis is verbonden met de werkelijkheid. De relatie tussen kennis, subjecten en externe fenomenen zal worden besproken. Hiermee wordt een semantiek van kennis gecreëerd. Er zal worden aangegeven hoe het mogelijk is dat er meerdere ontologische beschrijvingen kunnen bestaan van de werkelijkheid en hoe deze op verschillende subjectieve niveaus vorm kunnen krijgen. Dit wordt afgeleid van werken van Hillary Putnam, Philip Johnson-Laird en John Searle.

Hoofdstuk vier vormt de schakel tussen het filosofische en technische deel van de scriptie. Hier zal worden ingegaan op het uitwisselen van kennis. Eerst zal met Clive Dym een aantal mogelijke methoden van externe kennisrepresentatie worden behandeld. De beperkingen hiervan zullen met Davis, Shrobe en Szolovits worden aangestipt. Hierna zal met behulp van Fred Dretske worden uiteengezet hoe kennis slechts als informatie op een bepaald medium gerepresenteerd kan worden, om vervolgens door middel van interpretatie van een subject weer kennis te worden.

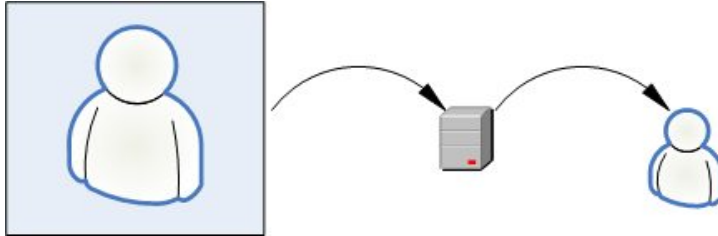
In het meer technische hoofdstuk vijf zal worden ingezoomd op informatiesystemen. Er zal een typologie worden geschetst van verschillende soorten systemen. Daarnaast zullen de belangrijkste technieken om met een informatiesysteem kennis te representeren, te manipuleren en te presenteren worden behandeld. Bij het bespreken van met name de mogelijkheden om kennis te manipuleren, zal gebruik worden gemaakt van een onderzoek van Stuart en Hubert Dreyfus.

In hoofdstuk zes zullen de inzichten uit de scriptie worden samengevat en concreet worden betrokken op informatiesystemen en kennisontwikkeling. Hiermee worden mogelijkheden en beperkingen die informatiesystemen hebben om kennis uit te wisselen in professionele organisaties uiteengezet. Dit gebeurt vanuit epistemologische, kennismanagement en technische optiek.

Tot slot worden in hoofdstuk zeven een aantal richtlijnen gegeven die van belang zijn voor het ontwikkelen van informatiesystemen in professionele organisaties.

2 De syntaxis van kennis

In dit hoofdstuk zal worden ingezoomd op de structuur van kennis. Figuur 2 geeft aan welk deel van het kennisuitwisselingsmodel wordt gewerkt. Er zal duidelijk worden dat kennis verschillende structuren heeft. Inzicht hierin zal van belang blijken voor het bepalen in hoeverre kennis kan worden ontsloten naar buiten het subject.



Figuur 2: De zender centraal

In paragraaf 2.1 wordt besproken hoe er een filosofisch onderscheid tussen 'weten hoe' en 'weten dat' gemaakt kan worden. In paragraaf 2.2 wordt hiervoor empirisch bewijs geleverd vanuit de cognitieve psychologie en in paragraaf 2.3 wordt van

deze soorten kennis een zogenaamde *tacit* component beschreven. Het tacit karakter dat kennis kan hebben, zal worden geanalyseerd vanuit de in de inleiding genoemde klassieke theorie en het connectionisme. Met het begrip tacit kennis kan de aard van het verschil tussen 'weten hoe' en 'weten dat' in de menselijke geest worden begrepen. Tot slot zullen de inzichten uit dit hoofdstuk worden samengevoegd in de concluderende paragraaf 2.4.

2.1 Weten hoe en weten dat

In een vaak geciteerd werk van Gilbert Ryle (1949), genaamd *the Concept of Mind*, wordt afgerekend met een denktraditie die daarin is getypeerd als 'de intellectualistische legende'. Deze stelt volgens Ryle dat 'rationeel zijn' het inzien van waarheden betreft en dat rationeel handelen door ware kennis over het leven wordt geleid. Hierbij wordt er dan door de aanhangers van legende vanuit gegaan dat 'weten hoe' is terug te voeren op 'weten dat'. Dit zou mogelijk moeten zijn door het toepassen van mentaal opgeslagen regels, die in de vorm van voorschriften volledig beschrijven hoe een handeling uitgevoerd dient te worden. Vanuit de legende wordt dus beweerd, dat mensen zich er doorgaans niet van bewust zijn dat ze voor het dagelijks handelen continu regels toepassen, waarin is gedicteerd hoe gehandeld moet worden. Dit zou komen doordat het toepassen van regels wordt uitgevoerd door een hogere macht, die niet voor ons bewustzijn vatbaar is. Ryle trekt het bestaan van deze vaag omschreven hogere macht in twijfel en typeert het badinerend als 'het spook in de machine'.

Volgens Ryle is het idee van deze macht afkomstig van Descartes' dualisme. Hierin wordt beweerd dat er een soort geest is, die intelligente handelingen verricht en deze vervolgens doorgeeft aan ons bewustzijn. Dit zou inhouden dat het begrijpen van de werking van de hersenen onvoldoende is om inzicht te verkrijgen in intelligente processen, er is immers een soort geest die de 'echte' intelligente bezit. Ryle geeft een duidelijk verweer op nog altijd bestaande veronderstelling dat er een (al dan niet verborgen) proces in de geest bestaat dat middels regels het 'weten hoe' constitueert aan het bewustzijn.

Dit verweer bouwt hij op met voorbeelden tegen en kritieken op de intellectualistische legende. Hieruit vloeit een voor deze scriptie interessant onderscheid in typen kennis voort. In deze paragraaf zal Ryle's betoog tegen de intellectualistische legende worden weergegeven. Uiteindelijk zal zelfs worden beweerd, dat het juist 'weten dat' is dat steunt op 'weten hoe' kennis. Naast het weergeven van kritieken op de legende, zal worden aangegeven wat het verschil is tussen 'weten hoe' en 'weten dat'.

2.1.1 Het denkproces volgens de legende

Hier zal eerst zal nader worden aangegeven hoe het denk- en handelproces zich volgens de intellectualistische legende voltrekt. Centraal staat het idee dat er enkel kennis bestaat die als 'weten dat' beschikbaar is voor het menselijk intellect. 'Weten dat' moet begrepen worden als kennis die voor het intellect expliciet beschikbaar en oproepbaar is in de vorm van handelingsvoorschriften. Dus net zoals wiskundige stellingen zijn afgeleid van axioma's, stelen onze redeneringen op 'weten dat' kennis. 'Weten dat' kennis is volgens de legende dus te omschrijven als ware feiten over fenomenen.

Mensen zouden dus handelen door het opvolgen van regels in 'weten dat' vorm. Deze regels moeten aan twee voorwaarden voldoen: ze moeten ze te omschrijven zijn in een 'weten dat' vorm en meerdere van dergelijke regels moeten tezamen een voorschrift kunnen vormen. Er hoeft volgens de legende geen bewuste toegang tot een handelingsvoorschrift te bestaan middels introspectie. Dit zou komen doordat 'weten dat' ook gecodeerd voorkomt in een interne verwerkingstaal, die niet op afroep beschikbaar kan worden gemaakt.

Kortom: door inachtneming van voor de hersenen beschikbare criteria en het toepassen van regels wordt het handelen van mensen begeleid. Bij het nadenken hierover wordt, via een intern onbewust verwerkingsproces, gezocht naar maxims of imperatieven die de basis voor een redenering kunnen vormen.

2.1.2 'Weten hoe' stoelt niet op 'weten dat'

Het is volgens Ryle niet houdbaar dat kennis enkel op de zojuist beschreven wijze wordt verwerkt. Hij heeft hiertegen een empirisch en een theoretisch bezwaar. Het empirische bezwaar is dat er volgens hem allerlei activiteiten zijn die rechtstreeks geestelijke eigenschappen tonen, zonder dat het aannemelijk is dat er een werking van het intellect hieraan vooraf gaat. We weten immers gelijk hoe we eerder geleerde handelingen moeten herhalen (pp. 30-35). Men kan dus niet stellen dat het toepassen en opsporen van maxims over kennis vooraf gaat aan het handelen. Als dit wel zo is, dan zou het intellect met een duizelingwekkende en daarmee onwaarschijnlijke snelheid te werk moeten gaan. Wanneer iemand bijvoorbeeld schaakt, dan kan hij niet voor elke zet de schaakregels bij langsgaan en daarmee vervolgens alle mogelijke zetten analyseren. Dit is eenvoudigweg niet mogelijk binnen de gegeven tijd. De wiskundige Claude Shannon heeft eens geschat dat het aantal mogelijke situaties in het schaakspel 10^{120} bedraagt. Dit getal is zo groot, dat zelfs bij een rekensnelheid van miljarden calculaties per seconde, er in de geschiedenis van het universum te weinig tijd is om alle alternatieven te overwegen. Een mens kan dus nooit op een rationele wijze alle mogelijke zettencombinaties nalopen. Het zou vreemd zijn om te vermoeden dat 'het spook in de machine' wel met een onwaarschijnlijke snelheid alle zetten 'rationeel' via ware kennis in overweging neemt. Mensen moeten zich dus noodgedwongen beroepen op hun inzicht en intuïtie in het schaakspel.

De strijd halverwege de jaren negentig tussen grootmeester Gary Kasparov en schaakcomputer Deep Blue illustreert dit punt nogmaals. Onderzoek wees uit dat grootmeester Gary Kasparov ongeveer drie zetten per seconde overwoog en Deep Blue in dezelfde tijd maar liefst tweehonderd miljoen (Deep Blue Technology, 1997). Toch betekende dit niet dat Kasparov kansloos was. Weliswaar won Deep Blue de tweekamp na zes partijen, maar Kasparov kon met zijn gelimiteerde denksnelheid nog wel tweeënhalve punt pakken. Bovendien verloor hij, door eigen zeggen, één partij middels een onnodige blunder.

Het eerste en het tweede voorbeeld over schaken maken het niet aannemelijk dat handelen vooraf gaat aan het in het leven roepen van ware kennis. Daarnaast heeft Ryle een theoretisch verwijt tegen de theorie van de legende. Deze geeft volgens hem geen afdoende verklaring voor de wijze waarop geschikte voorschriften voor een handeling worden geselecteerd (p. 43). Wanneer de legende moet worden geloofd, gebeurt dit selecteren door een zogenaamde hogere macht, die middels concrete commando's of regels aan ons bewustzijn

communiceert welke maximes toegepast moeten worden. Dit kan niet geaccepteerd worden als verklaring voor het rationeel redeneren van mensen, beweert Ryle. Ons denken kan volgens hem helemaal niet stoelen op het rationeel toepassen van maximes: we kunnen immers redeneren zonder ooit regels van de logica te hebben geleerd en we konden dit ook al voordat Aristoteles zijn logische redeneerregels had opgesteld. Kennelijk weten mensen dus intuïtief al wat een geldige redenering is. We hoeven hiervoor niet te rade te gaan bij een soort 'axiomatische regels' verschaft door een 'spook in de machine'.

Ryle beweert dat op basis van 'weten dat' maximes in bepaalde gevallen het intelligent handelen zelfs helemaal niet kan worden verklaard. Zo zijn er voor het maken van een grap a priori geen regels op te stellen. De regels voor *weten wat* grappig is, vallen niet los te koppelen van het *weten hoe* de grap gebracht moet worden. Wat grappig is, wordt niet bepaald door een verzameling maximen die beschrijven wat wanneer grappig is. Zo kan ook enkel het toepassen van strategische regels een soldaat nog geen generaal maken. Met enkel 'weten dat' kennis kan ook niet worden geleerd hoe een instrument bespeeld moet worden. Slechts kennis nemen van de technische eigenschappen van het instrument is hiervoor onvoldoende. Ervaringskennis en inzichten in de aard van de activiteit zijn vereist. Redeneren kan dus niet enkel met 'weten dat' kennis verklaard worden, er moet dus meer zijn dan deze soort kennis concludeert Ryle.

Dit soort kennis moet 'weten hoe' kennis zijn volgens Ryle. Door te erkennen dat dit soort kennis bestaat en dat het een andere aard heeft als 'weten dat', kan intelligent handelen *wel* worden begrepen. Het toepassen van deze 'weten hoe' kennis staat los van 'weten dat' kennis. Dat wil zeggen: het is er niet op terug te voeren. Dit is wel in overeenstemming met empirische bevindingen. Bij het uitvoeren van een handeling kan doorgaans geen fundamenteel onderscheid worden gemaakt tussen de regels benodigd voor een handeling en het toepassen van deze regels. Intelligent gedrag kan dus niet worden opgesplitst in een tweevoudige werking, namelijk het overwegen van voorschriften en het toepassen hiervan. Dit sluit aan bij het schaakvoorbeeld van zojuist. Een ervaren schaker hoeft niet in staat te zijn om de regels die hij toepast weer te geven, maar toch zal niemand willen ontkennen dat schakers intelligent gedrag vertonen. Er is zoals betoogd ook geen sprake van dat een schaker alle schaakregels en strategieën onbewust in overweging neemt en deze vervolgens toepast. Ook op andere wijzen wordt zichtbaar dat er naast 'weten dat' ook 'weten hoe' kennis bestaat. Wanneer iemand bijvoorbeeld kennis neemt van een set regels, dan is hij hiermee nog niet in staat om in de praktijk succesvol te handelen. Wanneer iemand echter de praktijk van een handeling machtig is, dan is het mogelijk dat het subject de regels die ermee verbonden zijn niet meer weet of bewust toepast. Iemand kan het 'weten dat' van een handeling machtig zijn, zonder te 'weten hoe' de handeling verricht moet worden.

Ryle beschrijft uitgebreid wat verstaan dient te worden als 'weten hoe' kennis. Hij noemt het een dispositie, een vermogen of een capaciteit, die het mogelijk maakt om op een gepaste wijze een handeling te verrichten. Deze handeling kan volgens Ryle wel zijn verworven middels het in acht nemen en toepassen van regels, bij het toepassen van de handeling hoeven deze regels echter niet meer actief te worden aangeropen. 'Weten hoe' is aanwezig bij zowel mentale als fysieke handelingen, zowel een schaker als een fietser gebruikt het bij het uitvoeren van hun bekwaamheid. Een dergelijke bekwaamheid is meer dan een gewoonte, het kan worden aangeleerd door enkel oefening. Een bekwaamheid bestaat uit het weten wanneer en op welke wijze kennis toegepast moet worden. Dit is een eigenschap die ook een ervaren bergbeklimmer bezit. Wanneer deze afdalt van een berg, dan weet hij zijn kennis over lopen telkens in de juiste context toe te passen. Middels de repeterende oefening van normaal lopen, is het niet mogelijk om deze wijze van lopen eigen te maken. De dispositionele eigenschap van de 'weten hoe kennis' van de bergbeklimmer wordt hiermee niet verworven.

Hoe een dispositionele eigenschap wordt toegepast, is volgens Ryle zichtbaar bij het observeren van een voorzichtige chauffeur. Deze bereidt zich niet telkens voor op alle mogelijke gebeurtenissen. Hij heeft niet van tevoren voor elke situatie een oplossing beschikbaar. Toch let de chauffeur wel degelijk op en stuurt hij succesvol door het verkeer, waarbij continu drogredeneringen over ontwikkelingen in het verkeer worden vermeden. Hij weet telkens gelijk hoe geanticipeerd en gereageerd moet worden op concrete verkeerssituaties die zich voordoen.

‘Weten hoe’ is volgens Ryle het in de praktijk kunnen toepassen van relevante inzichten. ‘Weten dat’ is kennis die op zichzelf staat, het is geldig buiten de specifieke context waarin het is verkregen. Alhoewel ‘weten hoe’ en ‘weten dat’ volgens Ryle los van elkaar staan, zijn er ook overeenkomsten tussen deze manieren van weten. In de alledaagse taal worden de typen kennis vaak op een zelfde wijze besproken. Zo is het is mogelijk beide typen kennis te leren. Op een in de spreektaal gelijkende wijze kan men bijvoorbeeld een instrument leren bespelen zoals men eveneens kan leren dat iets het geval is. De kennis die wordt verkregen middels het leren is echter van een andere aard. Er zal iemand nooit worden gevraagd of hij van mening is ‘hoe’ een handeling verricht moet worden, op dezelfde wijze waarop gevraagd kan worden wat het geval is.

‘Weten hoe’ betreft activiteiten waarbij breder begrip is vereist. Dat begrip vereist het weten aan welke voorwaarden voldaan moet worden. Hierbij valt te denken aan weten wanneer, hoe snel en in welke situatie een bepaalde routine uitgevoerd moet worden. Dit wordt normaal gesproken algemeen erkend volgens Ryle en het uit zich ook in de alledaagse praktijk. Wanneer een beginnende schutter toevallig in de roos schiet, bezit hij zeker niet ineens dezelfde vaardigheid als een scherpschutter. Het ‘weten hoe’ van een scherpschutter is opgebouwd uit ervaring waardoor hij weet hoe hij condities moet inschatten en technieken moet toepassen onder bepaalde omstandigheden. Dit is voor ‘weten dat’ niet het geval. ‘Weten dat’ de Mount Everest de hoogste berg is, staat bijvoorbeeld als kennis op zichzelf. Er is geen nader begrip nodig om de kennis op te nemen.

2.1.3 De verschillen tussen dat-kennis en hoe-kennis

Hier wil ik de geconstateerde verschillen tussen ‘weten hoe’ (hoe-kennis) en ‘weten dat’ (dat-kennis) samenvatten. Hierdoor moet een helder beeld ontstaan over de verschillen tussen de beide typen kennis.

Dat-kennis is gerelateerd aan ware feiten over fenomenen. Bepaalde dat-kennis kan worden aangemerkt als een maxime en zodoende als een soort axioma het grondwerk voor een redenering verschaffen.

Ryle betoogt dat hoe-kennis een andere aard heeft als dat-kennis. Het is een dispositie, een capaciteit of vermogen. Deze maakt het mogelijk om op een gepaste wijze een handeling te verrichten in een gegeven context. Hoe-kennis kan volgens Ryle wel worden verworven middels, of met behulp van, het in acht nemen en toepassen van regels. Bij het toepassen van een handeling hoeven deze regels echter niet meer actief te worden aangeroepen. Dit is bij dat-kennis kennis niet het geval, voor het aanroepen daarvan moeten de hersenen telkens actief worden, er is nadenken voor vereist. Dat-kennis is dus enkel op afroep beschikbaar terwijl hoe-kennis onmiddellijk beschikbaar is.

Belangrijk is dat hoe-kennis en dat-kennis niet verenigbaar zijn, ze verschillen volgens Ryle fundamenteel. Ze zijn niet op elkaar terug te voeren. Hoe-kennis maakt niet gebruik van expliciet aanwezige voorschriften. Intuïtie en ervaring maken er wel onderdeel van uit, wat niet het geval is bij dat-kennis. Wanneer iemand beschikt over hoe-kennis, dan is er sprake van een bekwaamheid die op gepaste tijdstippen in de juiste context kan worden toegepast en vaak slechts daarin geldig is. Voor dat-kennis is niet een dergelijke specifieke context nodig, het staat als een feit op zichzelf en kan buiten de context waarin het is aangeleerd worden toegepast.

2.2 Cognitiewetenschap en Ryle's onderscheid

In de cognitiewetenschap wordt Ryle's onderscheid tussen soorten kennis ook gemaakt. Dat-kennis wordt in deze discipline declaratieve kennis genoemd en hoe-kennis procedurele kennis. Dit onderscheid wordt naast filosofische betogen ondersteund door psychologisch onderzoek. Hierin zijn sterke aanwijzingen naar voren zijn gekomen die wijzen op een separate opslag van deze beide typen kennis in de hersenen. Bepaalde onderzoeken maken het aannemelijk dat procedurele kennis, die ervoor zorgt dat mensen in een gegeven context intelligent kunnen handelen, op een andere plaats in de hersenen is opgeslagen dan declaratieve kennis die correspondeert met ware feiten. Dit ondersteunt Ryle's claim dat de beide kennistypen niet op elkaar vallen te reduceren en dat ze van een andere aard zijn.

Één van de experimenten die het aannemelijk maakt dat er een gescheiden procedureel en declaratief geheugen bestaat, is uitgevoerd met patiënten die aan bepaalde geheugenverliesaandoening genaamd amnesie lijden. Met deze patiënten zijn allerlei testen gedaan door onder meer Squire (Stillings et al., 1995, 62). Uit zijn onderzoek bleek dat sommige mensen met ernstige progressieve amnesie niet in staat zijn om nieuwe feiten te leren, maar nog wel nieuwe vaardigheden kunnen opdoen. Iemand met een dergelijke aandoening kan bijvoorbeeld in staat zijn om het toren van Hanoi probleem¹ op te lossen, zonder dat hij na kan vertellen hoe hij de puzzel heeft opgelost. Hieruit zou kunnen worden afgeleid dat het mogelijk is dat het declaratief geheugen van iemand niet meer functioneert, terwijl het procedureel geheugen nog wel werkt. Het interessante van het toren van Hanoi probleem is, dat het *wel* mogelijk is om expliciet de juiste oplossingsstrategie in de vorm van dat-kennis uit te drukken, dus onafhankelijk van het procedureel geheugen. Een computerprogramma, dat zich slechts kan bedienen van dat-kennis, kan bijvoorbeeld met slechts één (recursief) als-dan statement het probleem oplossen². Dit toont aan dat er een symmetrische onafhankelijkheidsrelatie tussen procedurele en declaratieve kennis bestaat. De patiënten kunnen zich slechts van hoe-kennis bedienen om de puzzel op te lossen en de computer slechts van dat-kennis.

Het blijkt dus mogelijk om experimentele ondersteuning te leveren voor Ryle's onderscheid. Vanuit deze bevindingen zijn in de cognitiewetenschap nadere beschrijvingen tot stand gekomen die expliciteren hoe verschillende soorten kennis zich kunnen constitueren in het menselijk brein. Deze zullen hier worden gepresenteerd om het door Ryle gemaakte filosofische onderscheid in typen kennis ook op cognitief vlak te rechtvaardigen.

2.2.1 Declaratieve kennis

Declaratieve kennis kan worden gezien als kennis over feiten. Deze kennis is volgens de (klassieke) cognitiewetenschap echter niet in een alledaagse taal

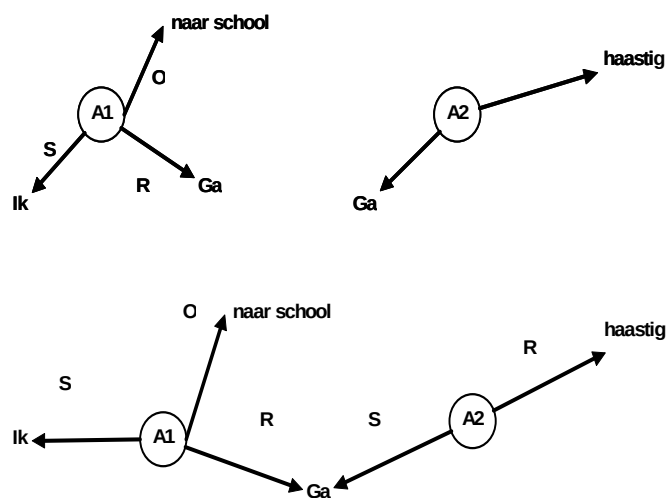
¹ Het toren van Hanoi probleem: Er zijn drie verticale pennen, genummerd A, B, C. Hierop kunnen ronde schijven met een gat erin geplaatst worden. De schijven hebben verschillende diameters. Nooit mag een schijf met een grotere diameter geplaatst worden op een schijf met een kleinere diameter. (De schijven moeten dus een toren vormen die, zoals gebruikelijk, naar boven toe smaller wordt.) Er zijn n schijven, van klein naar groot genummerd 1, 2, ..., n . Aanvankelijk zitten alle schijven (in de goede volgorde) op pen A en zijn de pennen B en C leeg. Het is nu de bedoeling dezelfde toren van schijven op pen C te krijgen, waarbij pen B als hulppen gebruikt mag worden. Telkens mag alleen de bovenste schijf van een pen worden verwijderd en geplaatst worden op eventueel al aanwezige schijven van een andere pen, mits die uiteraard een grotere diameter hebben.

² De pseudo-code om het probleem op te lossen:

```
functie hanoi (aantal, brontoren, doeltoren); {
    als (aantal gelijk is aan 1),
        plaats dan de schijf op brontoren naar doeltoren;
    anders
        hanoi ((aantal-1), brontoren, derde toren);
        hanoi (1, brontoren, doeltoren);
        hanoi (aantal -1, derde toren, doeltoren);
}
```

beschikbaar, maar in de vorm van betekenisstructuren die kunnen worden beschreven via een soort interne representaties. Hiervoor kan alledaagse ervaring als bewijs dienen. Introspectie leert bijvoorbeeld dat het soms moeilijk kan zijn om een idee onder woorden te brengen, terwijl het idee wel 'helder voor de geest staat'. Zo kan ook iets op het puntje van de tong liggen, zonder dat het lukt om de passende uiting te vinden. Verder kunnen we alledaagse concepten zoals het concept hond of stoel vaak niet in een afdoende definitie onder woorden brengen. Toch herkennen we meestal gelijk een concept wanneer we deze waarnemen, we beschikken intern kennelijk wel over een afdoende beschrijving.

Als het dan niet de alledaagse taal is die dat-kennis representeert in de menselijke geest, dan moet er een andersoortige representatie zijn. Er zijn empirische bevindingen die het aannemelijk maken dat declaratieve kennis propositioneel in het menselijk geheugen wordt gerepresenteerd. Een propositie valt te omschrijven als de simpelste complete gedachte-eenheid die waar, of niet waar kan zijn. Het is een basiseenheid van informatie van informatie die kan



Figuur 3 : De opbouw van proposities

worden gezien als een soort predikaat. Een voorbeeld van een propositie is: "Jan eet een appel." De onderdelen van deze propositie zijn een subject, object en een relatie die middels een node met elkaar worden verbonden. In figuur 3 zijn deze onderdelen ook terug te vinden in de grafische representaties.

De nodes kunnen in een soort associatieve netwerkstructuur zitten waarin verschillende nodes elkaar kunnen activeren. Meerdere nodes kunnen zo een complexere propositie

vormen. Ze vormen dan als het ware een netwerkstructuur waarin meer ingewikkelde kennisstructuren liggen besloten. Het kan mogelijk zijn dat dezelfde propositie is ingesloten in meerdere kennisstructuren. Hierdoor kan het zo zijn dat dezelfde declaratieve kennis in verschillende concepten kan worden toegepast.

Eenvoudige proposities die declaratieve kennis vormen zijn relatief simpel op te slaan. Ze kunnen worden verworven middels een enkele waarneming en op vele manieren worden geactiveerd. Complexere propositionele netwerken worden minder snel gevormd en zijn minder eenvoudig op afroep beschikbaar vergeleken met eenvoudige proposities. Het reproduceren van een op zichzelf staand feit zal immers eenvoudiger blijken dan het herinneren van een complexe wiskundige afleiding.

Een onderzoek dat aanwijzingen geeft dat declaratieve kennis propositioneel wordt opgeslagen, is uitgevoerd door Sachs (Stillings et al., 1995, 27-28). Hij toonde in een nu klassiek experiment aan dat de *betekenis* van een zin wordt onthouden en niet de grammaticale vorm ervan. Hij liet een groep mensen na het aanhoren van een verhaal een meerkeuzetoets maken, waarbij telkens één van de vier opties een ware uitspraak over het verkondigde verhaal representeerde. Hij wilde hiermee meten hoe goed mensen bepaalde soorten zinnen uit het verhaal juist konden herinneren. De proefpersonen bleken structureel beter in staat zinnen in propositioneel formaat te herinneren.

Er is nog een aannemelijk bewijs dat proposities een belangrijke rol vervullen bij cognitieve verwerking. Kintsch en Galss (Stillings et al., 1995, 28-32) voerden een experiment uit waarbij de prestatie van het geheugen werd gemeten bij het herinneren van zinnen bestaande uit één propositie, ten opzichte van een zin die bestaan uit meerdere proposities. De proefpersonen bleken zinnen bestaande uit één propositie veel beter te herinneren. De zin: 'De kolonist bouwde de hut met zijn handen', bestaande uit een enkele propositie werd bijvoorbeeld veel beter herinnerd dan de zin: "De opeengepakte passagiers kropten ongeriefelijk samen", die bestaande uit twee proposities.

2.2.2 Procedurele kennis

Zojuist is er betoogd dat declaratieve kennis in propositionele vorm wordt verwerkt. Dit is niet het geval zijn met procedurele kennis, hieronder wordt de soort kennis die is gerelateerd aan het actief handelen in een gegeven context verstaan. Deze wordt verkregen middels ervaring. Weten hoe een auto door een bocht moet worden gestuurd, kan bijvoorbeeld worden opgevat als procedurele kennis (Stillings et al., 1995, 369). Dit kan niet onder woorden worden gebracht of gerepresenteerd in een structuur die op gepaste wijze de relatie tussen subject en object weergeeft zoals bij een propositie.

De aard van deze kennis zit in het soort relatie die het heeft met de werkelijkheid. Deze is als het ware gecompileerd aanwezig, zoals bij een computerprogramma. Gecompileerde softwarecode resulteert in een programma dat geschikt is om op bepaalde hardware te draaien. De compiler leest de code uit en transformeert het naar instructies die kunnen worden geïnterpreteerd door een specifieke hardwareconfiguratie. De prestaties van het programma hangen vervolgens af van het type hardware en software dat aanwezig is op het systeem waarvoor de compilatie heeft plaatsgevonden. Na het compileren van de softwarecode is het niet mogelijk om de instructies waaruit het programma is opgebouwd terug te halen (tenzij men precies weet op welke wijze de compiler de vertaalslag heeft gemaakt).

Dit is een aardige beeldspraak om het verschil tussen hoe-kennis en dat-kennis weer te geven. De cognitieve verwerkingseenheid van het brein, de menselijke compiler, die dat-kennis gebruikt om hoe-kennis te vormen bedient zich echter niet van enkel expliciete regels, maar gebruikt ook ervaring en context om input op een geschikte manier te verwerken en op te slaan als hoe-kennis. Vervolgens kunnen de door de hersenen gecompileerde procedures automatisch door het geheugen worden verwerkt en aangeroepen, ze hoeven hierbij geen belasting op het actieve denk- of werkgeheugen van een subject te leggen. Zo'n gecompileerde procedure die automatisch wordt verwerkt, wordt een productie genoemd (Stillings et al., 1995, 62). In cognitieve psychologie bestaat het idee dat, door het samenvoegen van deze producties, meer complexe producties kunnen ontstaan die zo procedurele kennis vormen (pp. 109-111). Er wordt hierbij aangenomen dat experts vele van dergelijke complexe producties bezitten.

Samenvattend kan gesteld worden dat er cognitiewetenschappelijke ondersteuning bestaat voor Ryle's onderscheid. Onderzoek hiernaar wijst in de richting dat declaratieve kennis wordt gerepresenteerd met proposities en procedurele kennis met producties.

2.3 Tacit Kennis

Tot nu toe is er een betoog gehouden voor het bestaan van hoe- en dat-kennis. Hierbij is gaandeweg beweerd dat hoe-kennis niet propositioneel is te representeren en dat-kennis wel. Dit zou komen doordat hoe-kennis geen expliciet, formeel karakter heeft en niet is opgebouwd uit strikte regels en hier ook niet op is terug te voeren.

Het zou echter te snel zijn om nu reeds te stellen dat er een theoretisch antwoord kan worden gegeven op de vraag: “In hoeverre zijn soorten kennis uit te wisselen?” Het is namelijk niet zo, dat hoe-kennis niet kan worden uitgewisseld en dat-kennis wel. Deze stelling is te rigide. Er is wel aangegeven waarom er bij hoe-kennis expliciete representatieproblemen kunnen bestaan, maar dit suggereert nog niet dat hoe-kennis helemaal niet uitgewisseld kan worden. Daarnaast is niet duidelijk gemaakt in hoeverre dat-kennis extern valt te representeren, dus buiten het menselijk brein. De preciezere oorzaak van deze beperkingen zijn echter wel interessant, kennis hiervan verschaft de mogelijkheid om deze beperkingen te omzeilen of in te calculeren. Bovendien is niet duidelijk of dat-kennis extern is te representeren.

Waarnaar op zoek moet worden gegaan is een antwoord op de vraag: “Hoe zorgt de wijze waarop kennis beschikbaar is in het menselijk brein ervoor dat kennis niet extern gerepresenteerd kan worden?” Er zal worden betoogd dat dit wordt bepaald door de mate waarin kennis tacit is. Wat met tacit kennis wordt bedoeld, hoe het kan bestaan en worden gekarakteriseerd, wordt in deze paragraaf uiteengezet. Vanuit de cognitiewetenschap, kennismanagement en filosofie zal er een karakterisering worden gegeven van tacit kennis. Dit zal worden gedaan door eerst kritieken te bespreken op een argument dat Ryle gebruikt om zijn onderscheid tussen hoe- en dat-kennis te maken.

2.3.1 Ryle's regressie

In paragraaf 2.1 werd betoogd dat hoe-kennis niet is te reduceren tot ‘dat-kennis’. Vice versa kan dit volgens Ryle echter wel het geval zijn. De argumentatie die hij hiervoor aanlevert wordt Ryle's regressie argument genoemd (Stillings et al., 1995, 337). Hiermee wil hij afrekenen met het idee dat handelen wordt ingegeven door voorschriften die zijn geselecteerd en geconstitueerd door een hoger bewustzijn.

Het argument luidt als volgt: wanneer het zo is dat een intelligente handeling wordt begeleid en gestuurd door proposities, dan is er andere propositionele kennis nodig om te weten wanneer, met welke informatie en op welke manier deze kennis toegepast moet worden. Voor het correct toepassen van deze extra benodigde propositionele kennis zijn vervolgens weer andere datastructuren nodig en zo door tot *ad infinitum*. Wanneer er dat-kennis zou worden gebruikt, zonder dat de relevante meta-informatie (algemene toepassingsinformatie) wordt geraadpleegd, dan is er geen sprake meer van intelligent handelen. De hele operatie of handeling zou dan niet intelligent worden begeleid, waardoor de handeling op zichzelf niet als intelligent kan worden beschouwd (Ryle, 1949, 30-32).

Ryle betoogt dat intelligent handelen, ook het toepassen van dat-kennis, op een bepaald niveau altijd gefundeerd moet worden door hoe-kennis. Wanneer het voorbeeld van de ervaren schaker weer in herinnering wordt geroepen, dan wordt Ryle's punt duidelijk: de schaker overweegt regels gebaseerd op dat-kennis om de beste zet te doen. Hij overweegt echter alleen de relevante zetten. Dit kan door terug te vallen op zijn hoe-kennis over het schaken. Zo vervalt hij niet in een (nagenoeg) oneindige denkprocedure en kan de regressie worden voorkomen.

2.3.2 Cognitiewetenschappelijke benadering van Ryle's regressie

Ryle's bevindingen over regressie en reductie moeten aansluiting vinden in cognitiewetenschappelijke modellen van de menselijke geest. Deze handelen onder meer over representatiemethoden en verwerking van kennis. Met het model moet het mogelijk zijn om eigenschappen als semantiek, systematisch denken en leren te verklaren. De in de inleiding genoemde klassieke theorie en het connectionisme zijn beiden theorieën waarin modellen bestaan die beschrijven hoe deze mentale processen begrepen kunnen worden en kennis hierin wordt gerepresenteerd. Deze modellen moeten ook verklaren hoe

informatie wordt verwerkt en intelligent handelen wordt bewerkstelligd *zonder* onderhevig te zijn aan reductie en regressie. Dit wordt in deze theorieën gedaan door een type kennis te benoemen die van *tacit* aard is.

Hiermee wordt een voor deze scriptie nieuw soort kennis geïntroduceerd, die middels andere dimensies moet worden begrepen dan hoe-kennis en dat-kennis. Tacit kennis is een component van een kennisbaken en heeft betrekking op de onmogelijkheid een deel van die baken extern te representeren. Hiermee staat het tegenover expliciete kennis, waarmee dit wel mogelijk is. Dit onderscheid is dus van een andere aard als het verschil tussen hoe- en dat-kennis. Het heeft te maken met de manier waarop kennis is gerepresenteerd. Vanuit de cognitiewetenschap wil ik het onderscheid tussen expliciete en tacit kennis onderbouwen en relateren aan het eerder gemaakte onderscheid tussen hoe- en dat-kennis. Hieronder zal worden weergegeven hoe, met de klassieke theorie en het connectionisme, tacit kennis begrepen kan worden.

De klassieke theorie en tacit kennis

De klassieke theorie beschrijft een systeem dat in de hersenen geïmplementeerd moet kunnen worden. Dit systeem werkt met een aantal symbolen dat deze via een vast aantal regels van creatie, productie en modificatie bewerkt. Als deze uitgangspunten juist zijn, dan lijkt het evident dat door het kennen en blootleggen van de symbolen en regels, er een manier bestaat om zowel hoe-kennis als dat-kennis expliciet terug te vinden. Zojuist is echter betoogd dat hoe-kennis niet met expliciete regels is te beschrijven. Toch is het mogelijk om vanuit de klassieke theorie te verklaren dat er een fundamenteel verschil is tussen soorten kennis. Een aanhanger van de klassieke theorie, de filosoof Jerry Fodor formuleert dit als volgt:

'Ryle beweert dat er een verschil is in kennis over een intelligente handeling en het uitvoeren ervan. Wanneer iemand weet hoe X moet worden uitgevoerd, dan is zo'n persoon wellicht niet in staat om antwoord te geven op de vraag 'Hoe doe je X?'. De intellectualistische benadering beweert dat er een klein mannetje in je hoofd zit die een routine in het leven roept en daarbij een handleiding over uitvoeren van X gebruikt. Natuurlijk is het zo dat hetgeen het mannetje doet, ook wordt uitgevoerd door het betreffende subject. Ze willen echter ontkennen dat iemand die de regels toepast in feite het antwoord weet op de vraag: 'Hoe doe je X?'

Wat is dan de epistemologische relatie met de regels die een subject noodzakelijkerwijs toepast in zijn gedrag? Het antwoord is dat wanneer een subject regelmatig toepassingsregels toepast zonder ze onder woorden te brengen hij zich bedient van 'tacit' kennis. (Fodor, 1968)

Anders gezegd: wat de 'intellectualisten' beweren is dat de uitleg van het doen van X, gelijkwaardig is aan de specificatie van hoe X gedaan moet worden. De kennis van de handeling zit opgeslagen in een soort interne handleiding, wanneer deze handleiding niet onder woorden kan worden gebracht, dan is de kennis 'tacit' aldus Fodor. Deze tacit kennis zou ervoor zorgen dat niet duidelijk is op welke wijze hoe-kennis is terug te voeren op dat-kennis. Deze tacit kennis is slechts ontoegankelijk voor introspectie. Dit laat onverlet dat tacit kennis wel het gedrag kan sturen door interne propositionele representaties die als een soort handleiding functioneren. Het onderscheid van Ryle zou dus wel eens onjuist kunnen blijken, impliceert Fodor.

De filosoof Garfield levert kritiek op deze visie (Stillings et al., 1995, 337-339). Hij vindt, net als Ryle, het idee van een interne handleiding onwaarschijnlijk en vraagt zich af hoe er volgens Fodor een kant en klare handleiding kan zijn om bijvoorbeeld een gesprek over het weer of over politieke kwesties te houden. Het is volgens hem niet waarschijnlijk dat voor alle mogelijke verlopen van gesprekken, kant-en-klare al dan niet tacit handleidingen oproepbaar zijn. Het

alternatief, het ter plekke bedenken van de afleidingsregels voor het voeren van een gesprek, lijkt echter niet erg plausibel. Een ander argument tegen Fodor is, dat hij niet duidelijk maakt op welke wijze de juiste handleiding voor de juiste situatie te voorschijn wordt gehaald. Hiervoor moet er ook weer een intelligent systeem aanwezig zijn dat weet hoe het te werk moet gaan. Daarmee wordt er wederom een oneindige regressie gecreëerd, betoogd Garfield. Hij sluit hiermee niet uit dat tacit kennis bestaat, hij maakt slechts duidelijk dat het bestaan ervan niet automatisch betekent dat het onderscheid tussen hoe- en dat-kennis vervalst.

In een recenter werk van Fodor, samen met Pylyshyn, wordt een andere verklaring gegeven voor de bevinding van Ryle dat er een ander soort kennis bestaat dan propositionele representaties (Fodor & Pylyshyn, 1988). Hierin wordt het begrip tacit kennis nader uitgediept. Er wordt beweerd dat de concrete implementatie van een cognitief systeem mede kan bepalen hoe mentale processen verlopen. De fysieke vorm van het systeem waarin de klassieke architectuur wordt opgenomen zou dus actief vorm geven aan de wijze waarop processen kunnen worden uitgevoerd. In de vormgeving van de hersenen zou al deels zijn besloten welke verwerkingsmogelijkheden van mentale processen mogelijk zijn.

In hun tekst beweren Fodor en Pylyshyn dat de niet reduceerbare component van kennis veroorzaakt wordt door deze in de implementatie besloten verwerkingsmogelijkheden. Daarom kunnen denkprocessen die gerelateerd zijn aan hoe-kennis niet terug worden gevoerd op dat-kennis regels. Ze zijn terug te voeren op verwerkingsmogelijkheden die intrinsiek in de fysieke eigenschappen van een cognitief systeem zijn besloten. De kennis die wordt gevormd door verwerkingsmogelijkheden (die niet beschikbaar zijn voor introspectie) verkrijgt hierdoor een niet traceerbare en nader beredeneerde tacit component.

Het verklaren van het bestaan van tacit kennis middels de fysieke eigenschappen van een intelligent systeem, is op zich plausibel. Er valt echter geen empirische bewijs te leveren voor de suggestie dat de concrete configuratie van de hersenen de verwerkingsmogelijkheden ervan manipuleert. In ieder geval niet zolang onbekend is hoe de fysieke configuratie van de hersenen er precies uitziet. Verder zou de verklaring van Fodor en Pylyshyn als een concessie op de these van het fysisch symboolsysteem kunnen worden gezien. Ad hoc wordt de klassieke theorie uitgebreid om reduceerbaarheid te verklaren.

Het connectionisme en systematiciteit

Het connectionisme verschaft een heel ander begripkader voor het verloop van het cognitieproces. Volgens deze theorie is kennis gedistribueerd opgeslagen over een veelheid van nodes, die op zichzelf geen betekenis hebben, maar tezamen kennis representeren via onderlinge relaties. De sterkte van de onderlinge relaties hangt af van: hoe vaak ze zijn aangeroepen, wanneer ze zijn aangeroepen en van de relaties met andere gedistribueerde representaties. Kennis is als het ware verweven in een netwerk waarin het niet als losse entiteit aanwezig is. Het valt dus ook niet zonder verlies aan betekenis uit dit netwerk te halen (Stilling et al., 1995). Datgene wat verloren gaat wanneer kennis uit het netwerk extern wordt gerepresenteerd, kan worden beschreven als de tacit component van kennis.

Hiermee is op een veel eenvoudiger wijze tacit kennis beschreven en verklaard dan in de klassieke theorie. Daarnaast sluit de connectionistische theorie beter aan bij de inzichten uit de neurowetenschappen over de configuratie van de hersenen. Wanneer het zo is dat deze theorie het meest aannemelijk is, dan moet hiermee het bestaan en karakter van tacit kennis nader worden beschreven.

Er is echter voldoende kritiek op de connectionistische theorie. Fodor en Pylyshyn verwijten het connectionisme dat andere mentale processen niet afdoende worden verklaard. Met het connectionisme zou geen concrete betekenis toe kunnen worden gekend aan de fenomenen die ermee worden gerepresenteerd. Ze beweren dat de nodes die de fenomenen beschrijven niet betekenisvol zijn zoals de symboolstructuren in de klassieke theorie. Om kennis

op te slaan wordt niet gebruik gemaakt van een scheiding tussen combinatorische syntaxis en semantiek, zoals in de klassieke theorie. Volgens Fodor en Pylyshyn is dit onderscheid echter vereist om mentale processen adequaat te kunnen beschrijven.

Dit wordt duidelijk in het volgende voorbeeld. Wanneer iemand namelijk de zin 'John loves Mary' begrijpt, dan is het altijd zo dat dezelfde persoon in staat is om de zin 'Mary loves John' te begrijpen. Door een begrip van de afzonderlijke onderdelen van deze zin, die elk hun afzonderlijke eigenschappen en betekenis hebben, kan logisch worden geredeneerd. Nu is het niet zo dat Fodor en Pylyshyn betogen dat de interne verwerking in de hersenen met behulp van alledaagse taal gebeurt, ze beweren slechts dat de interne verwerkingstaal zich afzonderlijk bedient van semantiek en syntaxis. Bijvoorbeeld: met behulp syntaxis kan volgens hen cognitief worden afgeleid dat $P \& Q$, wanneer iemand weet dat $P \& Q \& R$. Dus als iemand van drie beweringen weet dat ze waar zijn, kan hij normalerwijze ook concluderen dat twee van drie beweringen waar zijn. Mensen zijn in staat de componenten en relaties die daar tussen heersen te herkennen en toe te passen op componenten van dezelfde aard. We kunnen immers logische conclusies trekken en deducties maken. Hiervoor levert het connectionistische model van cognitie echter geen verklaring, aldus Fodor en Pylyshyn. Volgens deze theorie wordt kennis namelijk niet opgesplitst in eenheden met bepaalde eigenschappen, maar als kennisbaken op zichzelf beschouwd. De zin 'John loves Mary' wordt volgens deze theorie als geheel gedistribueerd opgeslagen in het netwerk en is enkel op die manier terug te vinden. Het feit dat 'John' het onderwerp is en 'loves' het werkwoord zit niet besloten in de wijze waarop het is opgeslagen in een gedistribueerd connectionistisch netwerk zoals in de klassieke theorie. Fodor en Pylyshyn beweren dat, in het geval connectionisten zouden claimen dat er in hun architectuur toch combinatorische regels kunnen bestaan los van semantische betekenis, er in feite een klassieke architectuur wordt geïmplementeerd in een connectionistisch model.

Deze laatste claim lijkt problematisch; David Chalmers geeft dit in een kritiek op hun werk aan (1993). Hij vraagt zich allereerst af hoe Fodor en Pylyshyn kunnen beweren dat een connectionistisch netwerk geen gebruik kan maken van gescheiden syntaxis en semantiek en vervolgens dat het mogelijk is om op dit connectionistisch model de klassieke cognitieve architectuur te implementeren. Als er een scheiding tussen syntaxis en semantiek kan worden gemaakt met de klassieke theorie op het connectionistische model, waarom zou het dan niet ook mogelijk zijn om hetzelfde te bereiken middels een andere implementatie op het connectionistisch model. Sterker nog, beweert Chalmers, er bestaan al connectionistische modellen die combinatorische afleidingen kunnen maken zoals bedoeld door Fodor en Pylyshyn. Als voorbeeld verwijst hij naar het RAAM netwerk zoals omschreven door Pollack.

Er is ook een verweer mogelijk tegen het eerste argument van Chalmers, aangaande de mogelijkheid het klassieke model te implementeren op een connectionistisch model. Deze luidt als volgt: wanneer het klassieke model wordt geïmplementeerd op een connectionistische architectuur, dan is het nog steeds het klassieke model dat de werking van mentale processen verklaard.

Niet reduceerbare kennis kan cognitief verklaard worden

De discussies tussen de connectionisten en aanhangers van de klassieke theorie laat ik verder buiten beschouwing. Er kan tot zover in ieder geval worden vastgesteld, dat zowel de klassieke theorie als het connectionisme een verklaring leveren voor het bestaan van niet reduceerbare kennis. Volgens de klassieke theorie is dit het gevolg van de concrete fysieke implementatie van het systeem dat afdwingt dat denkprocessen op een gegeven wijze verlopen. Met de connectionistische architectuur wordt het verklaard met de stelling dat bepaalde kennis, door onderlinge verwevenheid met andere semantische structuren, niet op zichzelf kan worden beschouwd.

Met de behandelde cognitiewetenschappelijke modellen van de menselijke geest is ingegaan op de wijze waarop kennis in de menselijke geest tacit of expliciet aanwezig kan zijn. Het verklaren van tacit kennis, vanuit de fysieke implementatie of semantische verwevenheid in een netwerk, heeft nog geen concreet inzicht verworven in de precieze problemen die ontstaan bij het extern representeren van kennis met een tacit component. Volgens Fodor kan deze tacit kennis van propositionele aard zijn en onbeschikbaar voor introspectie. Dit zou betekenen dat ook declaratieve kennis een tacit component kan bezitten. Merk op dat dit niks afdoet aan Ryle's onderscheid. Hij heeft niet gesteld dat alleen procedurele kennis een dergelijke tacit component kan hebben. Wel lijkt het aannemelijk dat de tacit component nadrukkelijker aanwezig is bij hoe-kennis, hier kwam de door Ryle benoemde niet reduceerbare component telkens voor. Hoe kennis tacit kan zijn en hoe het begrip precies moet worden beschreven, zal nu uiteen worden gezet.

2.3.3 Eigenschappen van tacit kennis

Bij het behandelen van het begrip zal nadrukkelijk duidelijk worden dat deze scriptie een onderwerp bestrijkt dat raakvlakken vertoont met kennismanagement, cognitiewetenschap en filosofie. Vanuit alledrie de invalshoeken zijn verhandelingen over het begrip te vinden.

De wetenschapsfilosoof Michael Polanyi beschreef in de jaren '50 het begrip tacit kennis en wordt vaak genoemd wanneer het begrip wordt geïntroduceerd in een tekst. Hij licht zijn ideeën hierover toe met behulp van de basisbegrippen van de gestaltpsychologie, hier zal verderop nader worden ingegaan. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van een tekst van twee bekende auteurs op het gebied van kennismanagement, Takeuchi en Nonaka. Zij baseren hun epistemologisch betoog over tacit kennis in organisaties op Polanyi. Ze koppelen het aan het begrip mentaal model van de cognitieve psycholoog Johnson-Laird. Ik zal eerst ingaan op de beschrijving van Polanyi en vervolgens op die van Takeuchi en Nonaka. De ideeën zal ik vervolgens samenvatten met behulp van werk van Max Boisot, een populair kennismanagement auteur.

Michael Polanyi

Michael Polanyi maakt onderscheid tussen tacit en expliciete kennis (1958). Het doel was aan te tonen dat het idee van complete objectiviteit, dat normaal gesproken aan de exacte wetenschap wordt toegekend, berust op een illusie. Het uitgangspunt van Polanyi is dat kennis over de wereld nooit geheel objectief kan zijn, omdat hiervoor altijd een benoemd subject is vereist.

Hij wilde hiermee tegen de claims van Locke en Hume ingaan. Zij beweren dat kennis wel objectieve waarheid kan beschrijven, onder de voorwaarde dat deze empirisch valt te toetsen. Polanyi betoogt dat de ervaring niet altijd betrouwbaar hoeft te blijken en dat daarom niet duidelijk is wanneer de waarheid objectief wordt beschreven. Als voorbeeld schetst hij hoe een experiment, uitgevoerd door Michelson & Morley³, tijdenlang is aangevoerd als hét bewijs voor Einsteins relativiteitstheorie en dat terwijl uit dit experiment onjuiste conclusies waren getrokken (p. 12). Het toonde helemaal niet Einsteins gelijk aan. Toen dit aan het licht kwam, had dit niet als gevolg dat Einsteins relativiteitstheorie werd verworpen. Dit ondanks dat ander empirisch bewijs ontbrak. Uiteindelijk bleek de theorie van Einstein ook nog eens niet (geheel) onjuist te zijn. Theorie en empirie kunnen er dus een grillige relatie op na houden, omdat de interpretatie van empirische gegevens subjectgebonden is volgens Polanyi. Hierdoor kan dus niet

³ Het experiment claimde aan te tonen dat de relatieve beweging van de aarde en de ether niet meer bedraagt dan een kwart de snelheid waarmee de aarde om haar eigen as draait. Later bleek echter dat de waarnemingen van Michelson en Morley verwaarloosbaar waren. Hun bevindingen bleken niet hun claims te rechtvaardigen. Het later vastgestelde, en niet door hun in acht genomen feit dat de ether tijdens de metingen met een snelheid van 8 à 9 kilometer per seconde ronddrijft bleek verantwoordelijk voor het door hun waargenomen fenomeen, en niet de relativiteit.

volledige objectiviteit in de wetenschap worden gerealiseerd zoals Locke en Hume willen laten geloven.

Polanyi betoogt dat persoonlijke intellectuele overtuigingen en passies de perceptie van de werkelijkheid beïnvloeden. Deze kunnen op hun beurt worden gevormd door culturele waarden. Het kennende subject bezit impliciete overtuigingen die een kader vormen waarbinnen kennisclaims waar kunnen zijn. Deze opgedane overtuigingen moeten worden gezien als persoonlijke, contextspecifieke kennis. Door deze eigenschappen zal deze kennis moeilijk zijn te formaliseren en te communiceren. Hier tegenover stelt Polanyi expliciete of gecodificeerde kennis, dit is kennis die verzendbaar is in formele syntactische taal.

Polanyi's argumenten omtrent de vorming van tacit kennis vertoont, zoals opgemerkt, gelijkenissen met uitgangspunten van gestaltpsychologie. Dit is een psychologische theorie waarin het idee heerst dat perceptie wordt bepaald door de manier waarop het is geïntegreerd in een algemeen patroon ofwel 'gestalt'. Hiermee wordt alle verworven informatie geordend tot één zinvol geheel. Er wordt dus nog verder gegaan dan de claim die zojuist is gemaakt bij het beschrijven van semantiek in het connectionisme, die is gegrond in het idee dat betekenisvolle structuren zijn verwikkeld in onderling verweven netten. De gestaltpsychologie gaat er vanuit dat *alle* beelden intrinsiek zijn geïntegreerd. Polanyi betreft gestaltpsychologie op de creatie van kennis. Hij zegt dat kennis voortkomt uit het actief creëren en organiseren van ervaringen. Hieruit volgt dat kennis, die kan worden uitgedrukt in woorden en nummers, slechts het topje van de ijsberg weergeven van het gehele kennislichaam.

Tacit kennis wordt volgens Polanyi opgedaan door het aangaan van engagement, betrokkenheid met externe objecten. Iets kennen is dan het beeld of patroon via specifieke waarnemingen integreren in het grotere geheel. Deze beschrijving van de wijze waarop een algemeen kennislichaam zich vormt, lijkt compatibel met Ryle's claim dat hoe-kennis vooraf gaat aan dat-kennis. Ryle doelde al op een soort 'algemene kennisbaken van hoe-kennis', die een basis verschaft voor het toepassen van expliciete dat-kennis uitdrukkingen.

De reduceerbaarheid van dat-kennis op hoe-kennis lijkt verklaard te kunnen worden door het verschil in reduceerbaarheid tussen expliciete en tacit kennis van Polanyi. Door de tacit component van hoe-kennis is deze niet terug te voeren op dat-kennis. Dit betekent echter ook dat tacit dat-kennis niet noodzakelijk op expliciete dat-kennis terug is te voeren. Deze claim wil ik als aannemelijk beschouwen. Het is immers mogelijk voor subjecten om pluralistische dat-kennis te bezitten (waarover meer in par 3.1.).

Takeuchi en Nonaka en Johnson-Laird

Tacit kennis is volgens Polanyi persoonlijke contextspecifieke kennis. Het wordt op een andere manier omschreven door Takeuchi en Nonaka (1995). Zij splitsen tacit kennis op in twee elementen: een technische en een cognitieve. Het technische element kan betrekking hebben op toegepaste knowhow (pp. 56-94), dus op vaardigheden. Het cognitieve element bestaat uit wat Johnson-Laird mentale modellen noemt.

Middels een mentaal model kunnen mensen de wereld om zich heen begrijpen. Een model kan op verschillende wijzen voorkomen: als schema, paradigma, perspectief, geloof enzovoorts. Perceptuele waarneming wordt verwerkt in een mentaal model dat het mogelijk maakt om inferenties te maken. Deze inferenties worden volgens Johnson-Laird (1983) niet gemaakt door strikt deductief logische regels toe te passen, maar ze volgen uit de structuur van een model (p. 24 ev.). Een mentaal model faciliteert een subject bij het redeneren in een bepaalde context. Dit kan doordat het cognitieve representatie van kennis over een bepaald domein omvat en dit op een directe wijze weergeeft. Een mentaal model is als het ware een kader waarmee kennis en concepten kunnen worden begrepen (o.a. p. 120). De beschrijving en werking van de modellen zijn

middels introspectie niet beschikbaar voor het bewustzijn. Dit verklaart waarom mensen niet weten hoe ze (logische) regels toepassen en waarom ze enkel specifieke kennis op gegeven tijdstippen gebruiken.

De tacit component van kennis komt volgens Takeuchi en Nonaka dus voort uit de configuratie van een mentaal model. Het berust op de werking en inferenties die bij redeneren met een mentaal model kunnen worden gemaakt. Takeuchi en Nonaka betogen verder dat het onderscheid tussen tacit en expliciete kennis gelijk valt te schakelen met het verschil tussen hoe- en dat-kennis. In deze scriptie wordt deze gelijkschakeling nadrukkelijk niet gemaakt. Zoals blijkt uit mijn betoog is dit een onjuiste generalisatie. Polanyi's beschrijving van tacit kennis is niet hetzelfde als Ryle's beschrijving van hoe-kennis. De tacit component van kennis karakteriseert datgene wat niet reduceerbaar en expliciet is, hoe-kennis betreft competenties en vaardigheden die middels ervaring worden gevormd. Ik heb verder beweerd dat zowel hoe- als dat-kennis een tacit component kan hebben. Hoe-kennis betreft kennis die volledig propositioneel kan worden gerepresenteerd. Dit laat in het midden of deze kennis altijd expliciet extern kan worden gerepresenteerd en of hij juist wordt geïnterpreteerd. Max Boisot geeft een categorisatie van soorten tacit declaratieve kennis die dit nog eens onderstreept.

Max Boisot

Boisot behandelt in *Knowledge Assets* zowel Polanyi's als Takeuchi en Nonaka's notie van tacit kennis (1998, 60). Hiernaast presenteert hij een derde variant, die ook begrepen kan worden vanuit het gebruik van Johnson-Laird's mentale modellen (p. 60). De drie varianten zijn hieronder beschreven

Ten eerste is er tacit kennis die niet wordt uitgesproken, omdat wordt aangenomen dat iedereen deze al bezit. Dit is kennis die in de loop van de tijd bewust of onbewust is opgenomen en geïnternaliseerd. Zulke kennis zou in veel gevallen wel kunnen worden geëxpliciteerd.

Het tweede soort tacit kennis wordt niet expliciet gemaakt, omdat niemand volledig begrijpt waarnaar wordt gerefereerd. Tot op zekere hoogte blijft het altijd ongreepbaar. Deze soort kennis wordt door Polanyi beschreven, aldus Boisot.

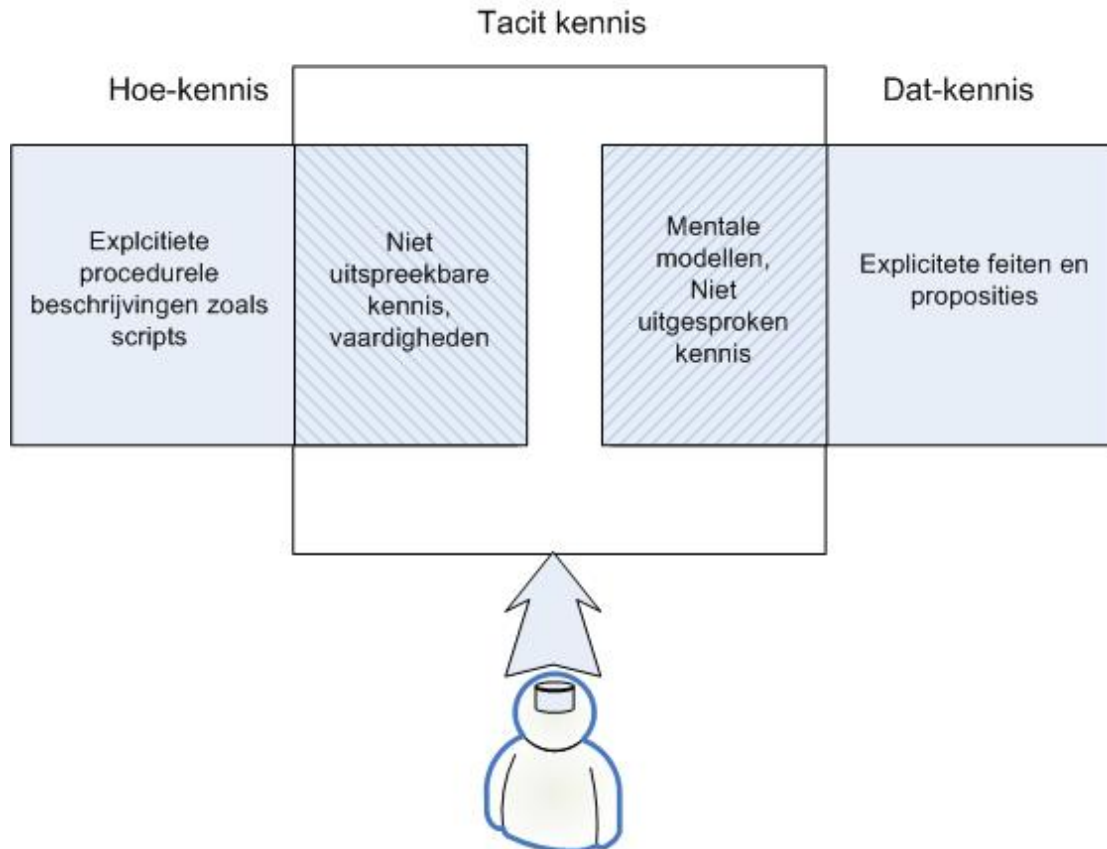
De derde soort betreft kennis die wel kan worden begrepen door sommige mensen, maar niet kosteloos gearticuleerd kan worden. Dit lijkt vooral door Takeuchi en Nonaka te worden benadrukt. Ze stellen dat expliciete kennis slechts een topje van een ijsberg betreft en dat deze verder is opgebouwd en gefundeerd met tacit kennis.

2.4 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn eerst hoe- en dat-kennis beschreven. Hoe-kennis betreft kennis die wordt gebruikt om succesvol een handeling te kunnen verrichten en dat-kennis betreft kennis die een fenomeen of een toestand beschrijft. Daarnaast is er tacit en expliciete kennis beschreven. Deze typering geeft niet de toepassingsmogelijkheden van de kennis weer, maar karakteriseert in hoeverre kennis los van het kennislichaam expliciet kan worden gerepresenteerd. Hiervan zijn drie soorten genoemd die zijn samengevat door Boisot: de aangenomen soort, de soort die niemand precies begrijpt en de niet expliciet te representeren soort.

Zowel hoe- als dat-kennis kan een tacit component bezitten. De tacit component van hoe-kennis betreft aangeleerde vaardigheden om een handeling te verrichten, die niet expliciet kunnen worden gemaakt. De tacit component van dat-kennis is besloten in de werking en configuratie van mentale modellen. Wanneer kennis, waar een tacit component mee is verbonden wordt uitgewisseld, dan zal er informatie verloren gaan. Dit tenzij mensen hetzelfde soort mentale model of ervaringskennis bezitten.

Schematisch kan de relatie tussen tacit, hoe- en dat-kennis worden weergegeven als in figuur 4. Het figuur laat zien dat de hersenen gescheiden hoe- en dat-kennis bezitten en dat beide typen kennis een tacit component kunnen bezitten.



Figuur 4: Tacit, hoe- en dat-kennis

Er is in dit hoofdstuk een syntaxis van kennis ontwikkeld waarmee verschillende soorten kennis kunnen worden beschreven. De verschillende soorten kennis die met de syntaxis worden beschreven, zijn van verschillende aard. Hierdoor kan er geen eenduidig antwoord worden gegeven op de vraag: 'In hoeverre kan *kennis* worden uitgewisseld?' Er zijn verschillende soorten kennis met eigen karakteristieken, waardoor een generiek antwoord niet mogelijk is.

Een belangrijk aspect bij kennisuitwisseling waarop nog niet nader is ingegaan, is de inbedding van kennis in een specifieke context. Hiervoor moet worden begrepen, op welke wijze kennis kan zijn verbonden met de werkelijkheid, ofwel hoe concepten over de externe wereld in de menselijke geest corresponderen met de externe wereld. Dit is een probleem dat een ontologische aard heeft. In het volgende hoofdstuk zal dit vraagstuk worden uitgewerkt.

3 De semantiek van kennis

De behandelde soorten kennis beschrijven op welke wijze een subject kennis kan bezitten. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de wijze waarop kennis is verbonden met de werkelijkheid en hoe het hieraan haar betekenis ontleent, zoals weergegeven in figuur 5. Deze twee inzichten tezamen moeten de voorwaarden waaronder kennis geldig is, ophelderen. Tegelijkertijd moet hiermee begrijpelijk worden waarom bepaalde kennis niet gecommuniceerd kan worden, los van een context.

Om de inzichten te verwerven zal eerst worden ingegaan op de wijze waarop de wereld kan worden gekend. Daar was al mee begonnen in paragraaf 1.1.1. Hier waren twee vooronderstellingen van de onderzoeksvraag afgeleid en is opgemerkt dat hiermee aansluiting is gevonden met het epistemologisch realisme. Deze stroming vindt onder filosofen de meeste aanhang. Hierin wordt de aannemelijke stelling geponeerd dat er een externe wereld is onafhankelijk van de menselijke geest. De meeste mensen zullen, gegeven de alledaagse ervaring, hierin meegaan. Aangezien deze scriptie over een toegepast filosofisch onderwerp handelt, wil ik ook meegaan in deze aanname. Voor een meer diepgaande discussie over de tegenstelling tussen realisme en anti-realisme wil ik graag verwijzen naar de een werk van John Searle (1995, 149-199).

Hillary Putnam, een bekende Amerikaanse filosoof die onder meer belangrijke bijdragen heeft geleverd aan de metafysica, deelt het epistemologisch realisme op in het metafysisch en het pragmatisch realisme (Brey, 2004). Volgens het metafysisch realisme heeft de kenbare werkelijkheid slechts één unieke structuur. Daarom wordt er in het metafysisch realisme van

uitgegaan dat menselijke kennis correspondeert met de externe werkelijkheid. In het pragmatisch realisme wordt gesteld dat het mogelijk is om er meerdere conceptuele schema's van de externe werkelijkheid op na te houden en dat deze afhangen van het waarnemende subject. Kennis over de externe wereld is volgens dit realisme een representatie van een extern fenomeen. Uit mijn onderzoeksvraag blijkt nog niet welke van de laatstgenoemde typologieën het meest plausibel is. Dit is echter wel van belang voor mijn scriptie. Wanneer het zo is dat kennis over de werkelijkheid afhankelijk is van het interpreterende subject, dan kan het gebeuren dat subject A met werkelijkheidsbeleving 1 kennis over een fenomeen niet over kan brengen naar subject B met werkelijksheidsbeleving 2. Er bestaat dan de mogelijkheid dat het door A beschreven fenomeen op een andere wijze aanwezig is dan voor B en dat de te transporteren kennis door B niet op is te nemen in zijn conceptuele kader van de werkelijkheid.

In dit hoofdstuk zal eerst een analyse worden weergegeven die leidt tot een stellingname voor het pragmatisch realisme. Hierna zal uiteen worden gezet op welke wijze kennis een relatie met de werkelijkheid kan aangaan. Met behulp van Johnson-Laird zal worden betoogd dat niet alle concepten op dezelfde wijze met de werkelijkheid zijn verbonden. Dit wordt verder uitgewerkt met een ontologische beschrijving van de sociale en fysieke werkelijkheid van John Searle. Hij analyseert hoe relaties met de werkelijkheid mogelijk zijn en hoe deze benoemd kunnen worden. Tot slot worden de inzichten uit dit hoofdstuk samengevat en wordt er vastgesteld op welke wijze deze inzichten bijdragen aan de beantwoording van de onderzoeksvraag van deze scriptie.

3.1 Pragmatisch of metafysisch realisme

Om een keuze te maken tussen de zojuist genoemde stromingen van het epistemologisch realisme, zal ik een vergelijking maken tussen deze twee takken



en vervolgens een keuze maken voor de meest aannemelijke stroming. Eerst zullen de beginselen en aannames van metafysisch en daarna van het pragmatisch realisme uiteengezet worden. Dit zal gebeuren met behulp van een analyse van Hillary Putnam. Zelf kiest Putnam stelling voor het pragmatisch realisme, nadat hij in eerder werk stelling koos voor het metafysisch realisme⁴.

In het metafysisch realisme wordt er volgens Putnam (1990) uitgegaan van drie theses. Ten eerste wordt gesteld dat er één externe wereld is voor de mens waarin een vast aantal objecten aanwezig zijn. Ten tweede dat er één complete en ware beschrijving bestaat van de wereld en tot slot dat de waarheid is besloten in de correspondentie tussen woorden of gedachten en externe dingen of verzameling van dingen.

Het pragmatisch realisme stelt hier drie andere theses tegenover. Volgens de eerste contrathese doet de vraag waaruit de wereld bestaat alleen ter zake binnen een theorie of een beschrijving. De tweede is dat er meerdere ware beschrijvingen van de wereld mogelijk zijn en de derde dat de waarheid een soort van rationeel geaccepteerde staat of conditie is. Met een aantal voorbeelden wil ik aangeven op welke wijze door mij partij wordt gekozen tussen deze twee vormen van realisme. De gekozen vorm moet een basis verschaffen voor de rest van de theorie in dit hoofdstuk.

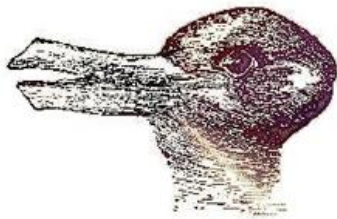
Het eerste voorbeeld is een gedachtenexperiment ontleend aan Putnam. Het heeft betrekking op de eerste these van zowel het pragmatische als het metafysisch realisme. Het is gebaseerd op de vraag: "Hoeveel objecten bevinden zich in de woonkamer?" Putnam zegt dat het antwoord op deze vraag afhangt van datgene wat wordt erkend als een object. Met andere woorden: de wijze waarop het concept 'object' wordt toegepast, is tot op zekere hoogte arbitrair. Het hangt af van het gehanteerde conceptuele kader; er is geen correcte manier om het concept toe te passen. Er is namelijk geen objectieve structuur van de realiteit die dit dicteert. Om de zojuist gestelde vraag te beantwoorden moet bijvoorbeeld worden besloten of stofdeeltjes ook tellen als object. Wanneer er met een microscoop wordt ingezoomd, worden naast stofdeeltjes ook nog eens allerlei bacteriën waargenomen, deze kunnen ook worden gezien als object. Het is echter niet waarschijnlijk dat onder normale omstandigheden deze objecten in aanmerking komen om te worden meegeteld. In de alledaagse praktijk wordt het gebruik van een concept vaak gerelativeerd aan de hand van een verzameling zinvolle conventies, waarbinnen het wordt toegepast. Datgene wat telt als object, hangt af van de situatie waarin het waarnemende subject zich bevindt, in combinatie met de door hem gehanteerde conventies. Een ander voorbeeld van Putnam is gebaseerd op de vraag: "Bestaan Zebra's?". Wanneer iemand zijn taxonomie baseert op cladistische criteria, dan luidt het antwoord: nee. Zebra's zijn geen onderscheidbare evolutionaire groep, wat volgens deze school een voorwaarde is. Volgens de phenetististen, die hun taxonomie op morfologische eigenschappen baseren, bestaan de zebra's echter wel. De eerste these van het pragmatisch realisme lijkt dus juist, om te bepalen waaruit de wereld bestaat moeten er eerst worden beschreven met welke criteria hierbij gelden.

De tweede these van het pragmatisch realisme, waarin is voorgeschreven dat er meerdere ware beschrijvingen van de wereld zijn, lijkt met de voorgaande voorbeelden eveneens aannemelijk. De twee taxonomieën illustreerden al dat er pluralistische theorieën kunnen bestaan, onverenigbare beschrijvingen van een fenomeen die naast elkaar bestaan. Figuur 6 op de volgende bladzijde illustreert dit, wanneer deze wordt bekeken van links naar rechts wordt er een eend zichtbaar, als het van rechts naar links wordt aanschouwd dan wordt er een konijn afgebeeld. Er is geen correcte manier om het plaatje te aanschouwen. Op dezelfde manier kan ook de werkelijkheid op meerdere wijzen worden

⁴ Zie voor een meer uitgebreide analyse van Putnam's positie en literatuurverwijzingen <http://evans-experientialism.freewebspace.com/putnam02.htm> Online op 24-8-2004

beschreven. Het lijkt dus vreemd om te stellen dat er één ware manier zou zijn om de werkelijkheid te beschrijven.

Ik zal nu de derde these van het pragmatisch realisme, die luidt dat de waarheid een soort van rationeel geaccepteerde staat of conditie is, uitwerken.



Figuur 6: Eind of konijn?

Dit doe ik met behulp van een historisch betoog over paradigmaverschuivingen in de natuurkunde, ontleend aan wetenschapsfilosoof Thomas Kuhn (de Vries, 1984). Als er één discipline is die poogt de waarheid zo nauwkeurig en exact mogelijk te beschrijven dan is het wel de natuurkunde. Ik wil laten zien dat de hieruit voortgekomen theorieën telkens worden aangepast en dat deze niet met elkaar verenigbaar zijn. Dit komt volgens Kuhn doordat theorieën behoren tot een bepaald

paradigma. Een paradigma is (onder meer) een beschrijving die een bepaald subject of een verzameling subjecten als waar ervaren, het is een samenhangend systeem van overtuigingen. Deze is opgebouwd uit een harde wetenschappelijke kern met een aantal exemplarische voorbeelden die de correctheid van de kern aan moeten tonen (de Vries, 1984). Bij een paradigma hoort een bepaalde ontologie die benoemt wat er is. Daarnaast zijn er methoden met een paradigma verbonden die voorschrijven hoe en met welk doel onderzoek uitgevoerd moet worden. Zo bestond er eeuwenlang een paradigma waarin de Aristotelianse mechanica kan worden ondergebracht. Deze theorie beschrijft op een voor de hedendaagse wetenschap absurde wijze de werkelijkheid. Desalniettemin ondervond deze theorie tot de 17^e eeuw (tot de wetenschappelijke revolutie) veel aanhang. Het omvat onder meer het idee dat elk soort massa met een voor het voorwerp geschikte snelheid en plaats op de aarde beweegt. Om te begrijpen waarom deze theorie ooit serieus is genomen moet men dus kennis nemen van het Aristotelianse paradigma.

Een paradigma kan na verloop van tijd worden vervangen door een ander. Na verloop van tijd kwamen er bijvoorbeeld genoeg aannemelijke tegenwerpingen tegen het paradigma waarbinnen de Aristotelianse mechanica was ontwikkeld en ontstond er een nieuw paradigma. Binnen dit paradigma ontstond er een alternatieve beschrijving van de mechanica, die tegenwoordig te boek staat als de Newtonianse mechanica. Dit nieuwe paradigma werd mogelijk doordat er nieuwe exemplarische voorbeelden kwamen, andere methoden werden gehanteerd en niet in de laatste plaats doordat er een andere ontologie werd aangehangen. Anders dan bij Aristoteles was deze niet gebaseerd op de vraag naar *wat* de functie en doel is van objecten uit de werkelijkheid, maar op de vraag *hoe* het mogelijk is dat fenomenen uit de werkelijkheid zich op een bepaalde wijze gedragen.

Nadat het Aristotelianse paradigma was vervangen verschaftte het Newtonianse paradigma het karakter van wetenschap. De correcte beschrijving van de werkelijkheid werd vanaf dat moment ingegeven door een andere ontologie, met andere methoden en exemplarische voorbeelden. In het nieuwe paradigma werd kennis op een geheel andere manier beschreven. Nadat bleek dat ook op Newtonianse mechanica één en ander viel af te dingen, is langzaam het besef ontstaan dat de aanspraak van de wetenschap op de werkelijkheid niet alomvattend en compleet is. Tot de relativiteitstheorie van Albert Einstein stond het paradigma met de Newtonianse mechanica bekend als de complete en ware beschrijving van de wereld. Einsteins theorie toonde echter aan dat niet onder alle omstandigheden Newtons wetten opgeld deden. Bovendien waren ze niet fundamenteel. De claim die de wetenschap kan maken op een objectieve beschrijving van de externe wereld blijkt keer op keer niet afdoende. Daarom kan gesteld worden dat hetgeen dat als waar kan worden aanvaard slechts een rationele berusting is. Deze geniet door middel van conventies en sprekende, exemplarische voorbeelden een soort voorlopige geldigheid. Door een

ontologische verschuiving en het op een andere manier benoemen van de werkelijkheid, kunnen uiteindelijk andere paradigma's ontstaan.

Kuhn's theorie over paradigma's en paradigmaverschuivingen ondersteunt de derde these van het pragmatisch realisme, waarmee werd geclaimd dat de waarheid is soort rationele staat of conditie is. Er is geïllustreerd hoe paradigma's, waarin wetenschappelijke kennis over de waarheid wordt ontwikkeld, kunnen veranderen. De kennis in zo'n paradigma is enkel geldig omdat het past binnen een paradigma, dus de kennis over de mechanica van Aristoteles is niet 'waar' wanneer het wordt geïnterpreteerd vanuit de ontologie behorende tot het Newtoniaanse paradigma.

Het is duidelijk dat het pragmatisch realisme volgens het zojuist gehouden betoog de meest aannemelijke vorm van realisme is. De drie theses die Putnam toeschrijft aan het pragmatisch realisme zijn stuk voor stuk aannemelijk gemaakt. Er zal daarom in deze scriptie vanuit worden gegaan dat er één externe wereld is die op verschillende manieren kenbaar is. Deze stelling impliceert dat de werkelijkheid niet geheel afhankelijk is van enkel de externe wereld, maar eveneens afhankelijk is van waarnemende subjecten. Deze stellingname komt overeen met de ideeën van de Kantiaanse geestafhankelijkheid. Kant claimde dat het bestaan van een object van zowel de geestonafhankelijke wereld als een geest (of conceptueel raamwerk) afhangt. De wereld is voor de mens dus alleen kenbaar en beschrijfbaar middels een conceptueel kader en daar kunnen er meerdere van bestaan. Het pragmatisch realisme gaat er vanuit dat kennis in de geest een representatie is van fenomenen uit de werkelijkheid. Dit inzicht zal later van belang blijken.

De conclusie dat de wereld op verschillende manieren kan worden geïnterpreteerd, leidt tot de gedachte dat op enige wijze moet worden vastgesteld welk conceptueel kader gehanteerd wordt bij zowel zender als ontvanger bij het transporteren van kennis. De kennis kan niet los worden gezien van dit kader. Voordat in hoofdstuk vier op deze problematiek zal worden ingegaan, zal hier nader worden weergegeven waaruit een kader kan zijn opgebouwd en hoe kennis afhankelijk kan zijn van een conceptueel kader.

3.2 Sociale en fysieke werkelijkheid

De bevinding dat er meerdere ware beschrijvingen van de externe wereld mogelijk zijn die niet met elkaar verenigbaar zijn, zorgt ervoor dat kennisuitwisseling bemoeilijkt kan worden. Het kan er bijvoorbeeld toe leiden dat wetenschappelijke theorieën haaks op elkaar komen te staan en dat op basis van een enkel fenomeen verschillende concepten worden benoemd. Met concept bedoel ik een afgekaderd denkbeeld, zoals de eend en het konijn in figuur 6. Het bezitten van het concept eend impliceert kennis hebben van wat een eend is, het omvat een door de hersenen geclassificeerd en gegeneraliseerd denkbeeld.

In deze paragraaf wil ik betogen dat niet alle concepten die een subject vormt op dezelfde wijze naar de werkelijkheid verwijzen. Sommige concepten kunnen los staan van een specifiek fysisch lichaam, terwijl andere concepten direct gerelateerd zijn aan een bepaalde configuratie van een externe substantie. Naarmate concepten directer zijn gerelateerd aan de werkelijkheid, des te beter zal er een objectieve beschrijving van gegeven kunnen worden. Concepten die nauwer zijn verbonden met een subject, kunnen minder goed worden begrepen zonder kennis te nemen van het specifieke kader dat ermee samenhangt. Ze hebben er een andere afhankelijkheidsrelatie mee.

3.2.1 Morele concepten

De eerder besproken cognitieve psycholoog Philip Johnson-Laird beschrijft een type concept dat op een bijzondere manier met de externe werkelijkheid is verbonden. Hij legt uit dat het concept 'eigendom' geen directe relatie heeft met de externe wereld zoals het concept 'mens' dat wel heeft. Een mens valt te

omschrijven middels een aantal fysische eigenschappen zoals zijn ruimtelijke configuratie, motorische vaardigheden en interne werking. Wanneer iemand het concept mens niet kent, maar wel wezens heeft waargenomen die voldoen aan de algemene beschrijving van het begrip mens dan zal hij zich er snel een voorstelling ervan kunnen maken middels een enkele waarneming. Voor het concept eigendom geldt dit niet. Deze heeft een andere relatie met de werkelijkheid volgens Johnson-Laird, hij geeft het volgende voorbeeld:

Wanneer je eigenaar bent van een auto dan kunnen er bepaalde fysieke relaties tussen jou en de auto ontstaan. Je mag bijvoorbeeld de auto besturen. Zo'n relatie is toegestaan in het licht van de abstracte relatie genaamd eigendom. Sommige relaties kunnen worden aangevoerd als bewijs voor het feit dat je eigenaar bent van de auto, of in ieder geval als bewijs dat je de auto hebt overgenomen van iemand anders. Maar kun je de auto bezitten zonder dat je het weet? Natuurlijk. Kun je de auto bezitten zonder dat ook maar iemand het weet? Ja, omdat sommige gebeurtenissen die hebben geresulteerd in het bezit nemen van de auto plaats kunnen vinden zonder dat iemand zich daarvan bewust is. Maar als eigendom geen fysieke relatie is, en niemand weet van de relatie, dan zou kunnen worden gesteld dat het eigendom alleen in een droomwerkelijkheid van abstracte relaties bestaat, omdat de relatie nergens anders aanwezig kan zijn. Het probleem met deze visie is dat mensen in staat zijn om interactie te hebben met een dergelijk abstract domein en de inhoud ervan kunnen bevatten. Welke verandering ondergaat de wereld nadat er gebeurtenissen hebben plaatsgevonden die hebben geresulteerd in het verkrijgen van eigendom? Het antwoord is per definitie dat er geen effect is op fysieke of mentale gebeurtenissen, onbekend eigendom heeft geen causale relatie met de wereld..... In het kort; eigendom kan worden gezien als een moreel concept; concepten zijn mentale entiteiten; mentale entiteiten bestaan. Wat dit soort concepten onderscheidt van vele andere concepten en bevrijdt van het subjectivisme is dat het gangbaar is in gemeenschappen van individuen dat het interacties tussen hen reguleert (vertaald uit: Johnson-Laird, 1983, 417).

Johnson-Laird betoogt dat een concept zoals eigendom geen directe causale relatie aangaat met de externe werkelijkheid, het bezit echter wel een construerende semantiek. Dergelijke morele concepten kunnen bestaan door regulerende principes, gevormd door sociaal gedrag. Ik wil hier de nadruk leggen op het subjectafhankelijke karakter van zulke concepten. Ze kunnen alleen begrepen worden binnen specifieke sociale conventies, gemaakt door een bepaalde groep mensen. De concepten passen alleen bij een bepaald conceptueel kader van de werkelijkheid, zonder dit kader bestaan ze niet.

Johnson-Laird heeft het over de speciale causale relatie die morele concepten hebben met de werkelijkheid. Deze zouden zijn ontstaan doordat ze zijn besloten in een speciaal soort conceptueel model dat afhankelijk is van subjecten (pp. 422-424). Het begrip 'causaal' is nogal controversieel, er zou een betoog kunnen worden gehouden dat niet-morele concepten eveneens als 'oorzaak' een subject hebben. De oorzaak van een concept lijkt niet nauwkeurig vast te stellen. Wanneer iemand mij vertelt over een concept van een door hem verzonnen denkbeeldige planeet, en ik neem aan dat deze planeet echt bestaat, dan lijkt het lastig om vast te stellen welke causaliteitsrelatie het door mij ontwikkelde concept bezit. Het is eenvoudiger om het over het soort afhankelijkheidsrelatie te hebben, dat tussen de externe werkelijkheid en subject dat ten grondslag aan een concept ligt. Ik kan namelijk wel betogen dat het concept van de denkbeeldige planeet dat ik heb gevormd, afhankelijk is van de door mij veronderstelde echte planeet. Er kan echter niet worden beweerd dat het concept dat ik heb causaal is verbonden

met de fictieve planeet. Mijn concept heeft als oorzaak een veronderstelde echte planeet en niet een fictieve planeet.

Samenvattend kan in ieder geval gesteld worden dat Johnson-Laird sommige concepten aanmerkt als moreel, ofwel als mentale entiteiten die geen *afhankelijkheidsrelatie* hebben met de externe wereld. Dit impliceert dat er dus andere concepten bestaan die een ander soort afhankelijkheidsrelatie hebben met de externe wereld. Ik wil deze relaties in de volgende paragraaf beschrijven via een ontologische theorie afkomstig van John Searle.

3.2.2 Searle's ontologie

John Searle, verbonden aan de universiteit van Berkeley als hoogleraar in 'philosophy of mind' en taal, beschrijft in het boek *The Construction of Social Reality* de wereld op twee ontologische niveaus (Searle, 1995, 1-57; Brey, 2003). Volgens hem zijn er twee werkelijkheden, de sociale en de fysieke. De fysieke correspondeert rechtstreeks met de externe wereld en de ander wordt mede gevormd door betekenisgeving door subjecten. De door Johnson-Laird benoemde, en zojuist te star bevonden, causaliteitsrelatie van concepten met de externe werkelijkheid, lijkt door Searle verfijnder te worden omschreven. Dit komt doordat er wordt gesproken over andere soorten correspondentierelaties. Hoe deze zijn opgebouwd zal hieronder worden uitgewerkt. Vervolgens zal worden aangegeven hoe Searle's ontologische beschrijving aansluiting vindt bij het pragmatisch realisme. Daar was gesteld dat er één externe wereld of werkelijkheid is, die op meerdere wijzen valt te beschrijven. Dit moet verenigbaar zijn met Searle's ontologie, willen zijn inzichten geadopteerd worden.

Zoals gezegd benoemt Searle dus een sociale en een fysieke werkelijkheid. De fysieke werkelijkheid betreft de externe wereld en omvat alle zaken die onafhankelijk van de mens 'het geval zijn'. Deze betreffen fysieke en harde feiten. Searle bedoelt hiermee feiten als: "De Mount Everest is de hoogste berg van de wereld." Dit is het geval met of zonder mensen die dit feit interpreteren. Hetzelfde geldt voor het feit dat een waterstofatoom altijd slechts één proton bezit. Dit is onafhankelijk van onze waarneming het geval. Searle merkt wel op dat het benoemen van een systeem of concept, waaraan het feit is gerelateerd, wel wordt benoemd middels sociale constructie. Voor een sociaal geconstrueerd concept zoals de Mount Everest geldt echter wel, dat de feiten die ernaar verwijzen objectief zijn. Immers, ook zonder de mens zal de top van de Mount Everest het hoogste punt in het landoppervlak zijn. Searle betoogt dat het verwijzen van fysieke feiten naar concepten die sociaal zijn geconstrueerd objectief kan geschieden, doordat hier geen specifiek interpretatiekader aan verbonden hoeft te zijn.

Naast de fysieke werkelijkheid beschrijft Searle de sociale werkelijkheid. Deze kan niet los worden begrepen van benoemende subjecten en sociale constructies. In de sociale werkelijkheid bestaan concepten zoals geld, trouwen, advocaten en ook eigendom. Aan deze concepten zijn ontologisch subjectieve eigenschappen toegevoegd. Een ijzeren staaf met een handvat aan de ene kant en een smalle platte bek aan de andere kant kan worden benoemd als een schroevendraaier door middel van sociale constructie. Wanneer dit plaatsvindt, ondergaat het object benoemd als schroevendraaier echter geen fysieke verandering. Wanneer het object in een ander conceptueel kader wordt benoemd als wapen of beitel, dan heeft dit eveneens geen effect op de fysieke configuratie van het object. De fysieke werkelijkheid blijft hierdoor onveranderd, het is slechts de sociale werkelijkheid waar ontologisch subjectieve aspecten van belang zijn. De fenomenen die in deze werkelijkheid kunnen bestaan zijn volgens Searle opgebouwd uit drie elementen: het toekennen van functies, collectieve intentionaliteit en constitutieve regels (p. 13). Middels deze elementen kan de subjectafhankelijkheid van de sociale werkelijkheid worden begrepen.

3.2.3 Opbouw van de sociale werkelijkheid

Nu zal worden ingegaan op de elementen die de sociale werkelijkheid opbouwen. Het eerste element is het toekennen van functie. Searle stelt dat alle functies afhankelijk zijn van een interpretatiekader. Dus slechts doordat mensen een intentie opleggen aan een entiteit verkrijgt het zijn functie. Intuïtief zal dat wellicht vreemd overkomen. Zo lijken biologische functies door de natuur nu eenmaal zo gevormd te zijn. Critici zouden volgens Searle kunnen stellen dat, onafhankelijk van de mens, een hart als doel heeft het rondpompen van bloed. Hierover hoeven mensen geen onderlinge afspraken te maken, er is geen interpretatiekader voor benodigd. Welnu, zegt Searle, wij kennen het hart enkel deze functie toe omdat we de mens als belangrijkste functie hebben opgelegd te leven. Als we zouden vermoeden dat er een God is die 'het maken van harde, ritmische klopgeluiden' tot hoogste goed verheft, dan zouden we het luidruchtigste hart zien als het beste hart en dit als belangrijkste functie aanmerken. Dit is eenvoudig verkeerd op te vatten. Searle zegt dus niet dat de fysische configuratie en het gedrag van het hart afhangt van functietoekenning door subjecten. Hij zegt slechts dat hetgeen wij als hoofdfunctie van het hart benoemen afhankelijk is van benoemende subjecten. De wijze waarop wij deze functies toekennen aan ontdekkingen is geworteld in een reeds daarvoor gemaakte interpretatie van de wereld. Slechts vanuit eerder gedane toekenning van functies kunnen nieuwe functies worden vastgesteld.

Het tweede element dat de sociale werkelijkheid gestalte geeft is collectieve intentionaliteit. Een groep mensen kan betekenis toekennen aan een fenomeen dat hierdoor meer wordt als de som van de delen waaruit het is opgebouwd. Searle geeft als voorbeeld de meerwaarde die ontstaat bij het samenvoegen van subjecten tot een voetbalteam of een orkest. Alle individuen in een dergelijke configuratie moeten naast het uitvoeren van hun eigen taak rekening houden met en kennis nemen van hetgeen de ander doet. Searle betoogt dat door collectieve intentionaliteit aan een nieuw op zichzelf niet deelbaar fenomeen betekenis kan worden gegeven. De spelers van een voetbalteam kunnen niet zomaar worden uitgewisseld met een ander voetbalteam. Hiermee wordt het functioneren ervan geweld aangedaan. In ieder team vindt er interactie plaats die zich openbaart in de samenwerking, techniek en strategie van het elftal. Wanneer er in het elftal zomaar niet ingespeelde spelers worden ingezet, dan kan het team niet meer als voorheen functioneren.

Het derde element dat de sociale werkelijkheid vorm geeft zijn constitutieve regels. Door middel van dergelijke regels kunnen institutionele feiten worden gevormd. Dit zijn feiten van een andere aard dan de eerder genoemde sociale feiten. Sociale feiten ontstaan uit fysieke entiteiten die in staat moeten zijn om een functie uit te voeren. Hierbij valt te denken aan een schroevendraaier, stoel, televisie, deur enzovoorts. Institutionele feiten ontstaan ook door collectief opgelegde betekenis-toekenning, ze zijn echter niet rechtstreeks verbonden aan fysieke entiteiten. Searle geeft een regel die dicteert waar een institutioneel feit aan moet voldoen: deze moet te omschrijven zijn volgens de regel 'X telt als Y in C'. Een voorbeeld van een institutioneel feit is het gegeven dat J.P. Balkenende de minister-president van Nederland is vanaf 2002 (tot onder voorbehoud in 2006). Het feit dat iemand een bepaald land bezit, of dat iemand de titel ingenieur mag gebruiken, is ook met Searle's regel te beschrijven en dus ook institutioneel.

De zinnen die voldoen aan de regel: 'X telt als Y in C' en hiermee institutionele feiten beschrijven, zijn intensioneel volgens Searle. Het zijn zinnen die door het feit te omschrijven, het feit tegelijkertijd constitueren. Dit is dus anders dan bij sociale feiten. Deze worden geconstitueerd door de vorm en karaktereigenschappen van het fysische materiaal uit de externe werkelijkheid. Er bestaan zinnen die deze intensionele lading niet hebben, maar wel sterk hierop lijken qua vorm. Dit zijn zinnen die regulerende regels weergeven en hebben een andere aard dan constituerende regels. Een constitutieve regel is bijvoorbeeld:

“Het schaakspel wordt gespeeld op een vierkant bord met 64 vlakken die afwisselend zwart of wit zijn”. Een regulerende regel binnen het schaakspel kan bijvoorbeeld betrekking hebben op de tijd per zet die voor een speler geoorloofd is. Het legt het schaakspel aan banden, het reguleert het. Zonder regulerende regels blijft het mogelijk om het schaakspel te beschrijven en bedrijven.

De sociale werkelijkheid wordt dus opgebouwd uit drie bouwblokken; het toekennen van functie, collectieve intentionaliteit en constitutieve regels. Deze bouwblokken zijn allemaal subjectgebonden en beschrijven fenomenen die niet zonder de mens het geval zijn.

3.2.3 Searle en het pragmatisch realisme

Voordat de hier weergegeven ideeën van Searle's ontologie kunnen worden geadopteerd, moet worden aangegeven hoe deze verenigbaar zijn met de eerder aangenomen theses van het pragmatisch realisme. Hierin wordt gesteld dat de externe wereld middels verschillende conceptuele kaders kan worden gekend. Eerst liet ik in paragraaf 3.2.1 met behulp van Johnson-Laird zien dat niet alle concepten op dezelfde wijze zijn verbonden met de werkelijkheid. Van hieruit merkte ik op, dat wanneer Johnson-Laird stelt dat er morele concepten bestaan die anders zijn verbonden met de werkelijkheid, er ook concepten moeten bestaan met een ander soort relatie met de werkelijkheid. De verschillende relaties die kunnen worden aangegaan met de werkelijkheid zijn in Searle's ontologie gevonden met het benoemen van fysieke, sociale en institutionele feiten. Searle geeft een raamwerk waarmee op twee niveaus wordt beschreven hoe de werkelijkheid is opgebouwd. Nu moet worden geëxpliciteerd hoe deze werkelijkheden en feiten zich verhouden tot de conceptuele kaders van het pragmatisch realisme.

Searle gaat in *the Construction of Social Reality* expliciet in op de wijze waarop Putnam het pragmatisch realisme beschrijft. Hij heeft een probleem met de door Putnam gemaakte bewering dat in het pragmatisch realisme alle *ware* kennis afhankelijk is van het conceptuele kader van een subject. Een claim over het waar zijn van kennis kan volgens Searle niet volgen uit een ontologische theorie (p. 154). Vanuit een ontologisch onderscheid wil Putnam een epistemologische claim maken, namelijk dat er meerdere *onverenigbare ware soorten kennis* over de externe wereld kunnen bestaan. Searle zegt dat uit een ontologie over het bestaan van een externe wereld, zoals het pragmatisch realisme, geen epistemologische uitspraken over ware kennis kunnen volgen. Het gegeven dat er een externe wereld bestaat, staat volgens Searle namelijk noodzakelijkerwijs los van bewijsmateriaal dat aan zou tonen dat volgens verschillende kaders de wereld kan worden gekend. Dus *of* en *hoe* wij de externe wereld kennen heeft geen causale relatie op het bestaan en kennen van de externe wereld. Het is mogelijk dat niemand waarlijk de externe wereld kent en iedereen er alleen maar waanvoorstellingen van bezit. De kennis die wij bezitten van de externe wereld beïnvloedt deze niet op zichzelf. Binnen een ontologische theorie als het pragmatisch realisme kan dus geen claim worden gemaakt over het bestaan van onverenigbare soorten *ware* kennis, veroorzaakt door verschillende conceptuele kaders. Het laten vallen van de waarheidsclaim uit de theses van het pragmatisch realisme betekent niet, dat eveneens het idee van conceptuele relativiteit moet worden afgeschreven.

Dit beaamt Searle dan ook. Hij is ook van mening dat de wereld op verschillende manieren kan worden gekend (p. 160), zijn theorie geeft zelfs expliciet aan op welke twee niveaus. Dit zijn de door hem omschreven twee ontologische werkelijkheden: de sociale en de fysieke. Met Searle's theorie valt nader vast te stellen hoe feiten die in een conceptuele kader bestaan zijn verbonden met de externe wereld. De fundering van dit onderscheid ligt ook in het uitgangpunt dat er één externe wereld bestaat. Zijn voornaamste argument hiervoor is dat dit intuïtief en aannemelijk is. Volgens Searle wordt het bestaan van één externe wereld voorondersteld in onze taal en in al onze handelingen.

Verschillende kaders van de externe wereld zijn mogelijk, omdat de wijze waarop wij van de externe wereld kennis nemen ontologisch subjectief is. Er is volgens Searle dus geen objectieve ontologie. Elke ontologie wordt subjectief gevormd door collectieve afspraken, sociale constructies en toekenning van functie. Deze zijn door groepen mensen met hun eigen ontologische kaders in het leven geroepen, die kaders zijn op verschillende wijzen zijn verbonden met de externe wereld.

De wijze waarop de werkelijkheid ontologisch subjectief vorm wordt gegeven is in de fysieke werkelijkheid anders dan in de sociale. In de fysieke werkelijkheid zijn de feiten over de externe wereld zelf objectief. Slechts de categorisering en benoeming van concepten, waarnaar de feiten refereren, zijn ontologisch subjectief. Dit vindt plaats volgens sociale constructie. Zo bepaalt sociale constructie welke rondom de top gelegen gesteenten nog mee mogen meetellen als onderdeel van de Mount Everest. Wanneer dit eenmaal is gedaan, dan zullen de fysieke feiten over de sociale constructie Mount Everest objectieve en dus mensonafhankelijke feiten weergeven over de externe wereld.

Subjectiviteit speelt in de sociale werkelijkheid langs meer *dimensies* een rol. De eerste dimensie is (collectieve) intentionaliteit en de tweede toekenning van functie. Met collectieve intentionaliteit doel ik op de mogelijkheid van een verzameling subjecten concepten te vormen die niet enkel afhankelijk zijn van fysieke parameters en met toekenning van functie op het opleggen van intenties aan objecten buiten de mens. Hierbij moet de aantekening in acht worden genomen dat de feiten die een subject binnen de sociale werkelijkheid kent op zichzelf objectief zijn, en niet afhankelijk van één specifiek subject. Er kan dus wel middels objectieve criteria worden getoetst of iemand is getrouwd, eigendom heeft, een diploma heeft enzovoorts.

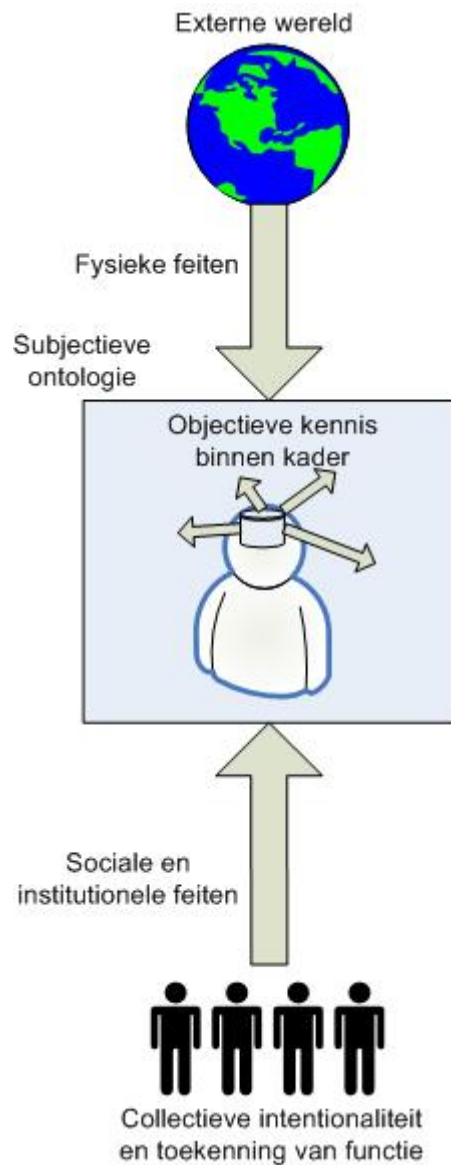
Searle betoogt dat de claims over ware kennis met een ontologische theorie als het pragmatisch realisme niet kunnen worden gemaakt. Hij laat het idee van conceptuele relativiteit echter niet los, de theses van het pragmatisch realisme uit paragraaf 3.1 hoeven dus niet te worden verworpen. Searle beschrijft twee werkelijkheden waarin feitelijkheden kunnen bestaan, de sociale en fysieke werkelijkheid. Daarmee verschaft hij een theoretische basis voor de bevinding van Johnson-Laird dat niet alle concepten op dezelfde manier afhankelijk zijn van een conceptueel schema. Dit doet hij door te beschrijven op welke wijze feitelijkheden worden beïnvloed door subjectiviteit. Searle beschrijft hoe ontologische kaders subjectief worden beïnvloed met de drie subjectieve dimensies: sociale constructie, collectieve intentionaliteit en toekenning van functie. In de volgende paragraaf zullen de implicaties van deze bevinding voor het uitwisselen van kennis nader worden uitgewerkt.

3.3 Conclusie en implicaties

In dit hoofdstuk is vastgesteld hoe kennis is verbonden met de werkelijkheid. Eerst is positie gekozen voor het pragmatisch realisme, deze leerde dat kennis slechts een representatie is van externe fenomenen. Ook was met behulp hiervan begrepen dat de wereld via verschillende kaders kan worden gekend. De aanvulling van Searle's theorie is, dat hij aangeeft hoe dit 'kennen' plaats kan vinden. Hij beschrijft hoe binnen een ontologisch kader kennis kan corresponderen met de externe werkelijkheid, door de wijze waarop subjectiviteit een rol speelt toe te lichten. Van het pragmatisch realisme wordt het idee geadopteerd dat de externe wereld via meerdere conceptuele schema's kan worden gekend. Van Searle worden de ideeën overgenomen betreffende de subjectieve dimensies die zijn verbonden met bepaalde kennis.

Figuur 7 op de volgende bladzijde geeft de in dit hoofdstuk ontwikkelde inzichten nog eens schematisch weer. Het gekleurde kader om het subject stelt het kader wat het subject van de werkelijkheid heeft voor. De fysieke feiten in dit kader zijn gerelateerd aan sociaal geconstrueerde concepten uit de fysieke werkelijkheid. De feiten uit de sociale werkelijkheid zijn gerelateerd aan

concepten die daarnaast ook subjectief zijn door toekenning van functie en collectieve intentionaliteit. De kennis in een ontologie, die is gevormd op basis van de externe wereld, sociale constructie, collectieve intentionaliteit en toekenning van functie, is objectief. Deze objectieve kennis bestaat binnen een zogenaamde *subjectieve ontologie*. Met het gebruik van deze term wordt bedoeld op de bevinding dat kennis van de externe werkelijkheid via verschillende kaders mogelijk is en dat deze kennis over de werkelijkheid langs drie dimensies afhankelijk kan zijn van subjectiviteit.



Figuur 7:
Subjectieve ontologie

Er kan nu worden ingaan op de implicaties die deze bevindingen hebben voor het uitwisselen van kennis. Er is duidelijk gemaakt dat kennis betekenis heeft binnen een ontologisch kader, kaders moet compatibel zijn als bepaalde kennis tussen twee subjecten moet worden uitgewisseld. Voor het uitwisselen van fysieke feiten dienen de subjectieve factoren van het ontologisch kader te worden gesynchroniseerd. Voor fysieke en sociale feiten geldt dan dat de sociale constructies, waarnaar de feiten verwijzen, gelijk moeten worden geschakeld. Voor fysieke feiten is dit afdoende, datgene waarnaar feiten in de fysieke werkelijkheid verwijzen, is enkel voor sociale constructie afhankelijk in een subjectieve ontologie. Bij sociale feiten dient dit ook op andere wijzen plaats te vinden, er dient tevens onderling kennis te worden genomen van de achterliggende collectieve intentionaliteit en toekenning van functie om de betekenis van de feiten te communiceren.

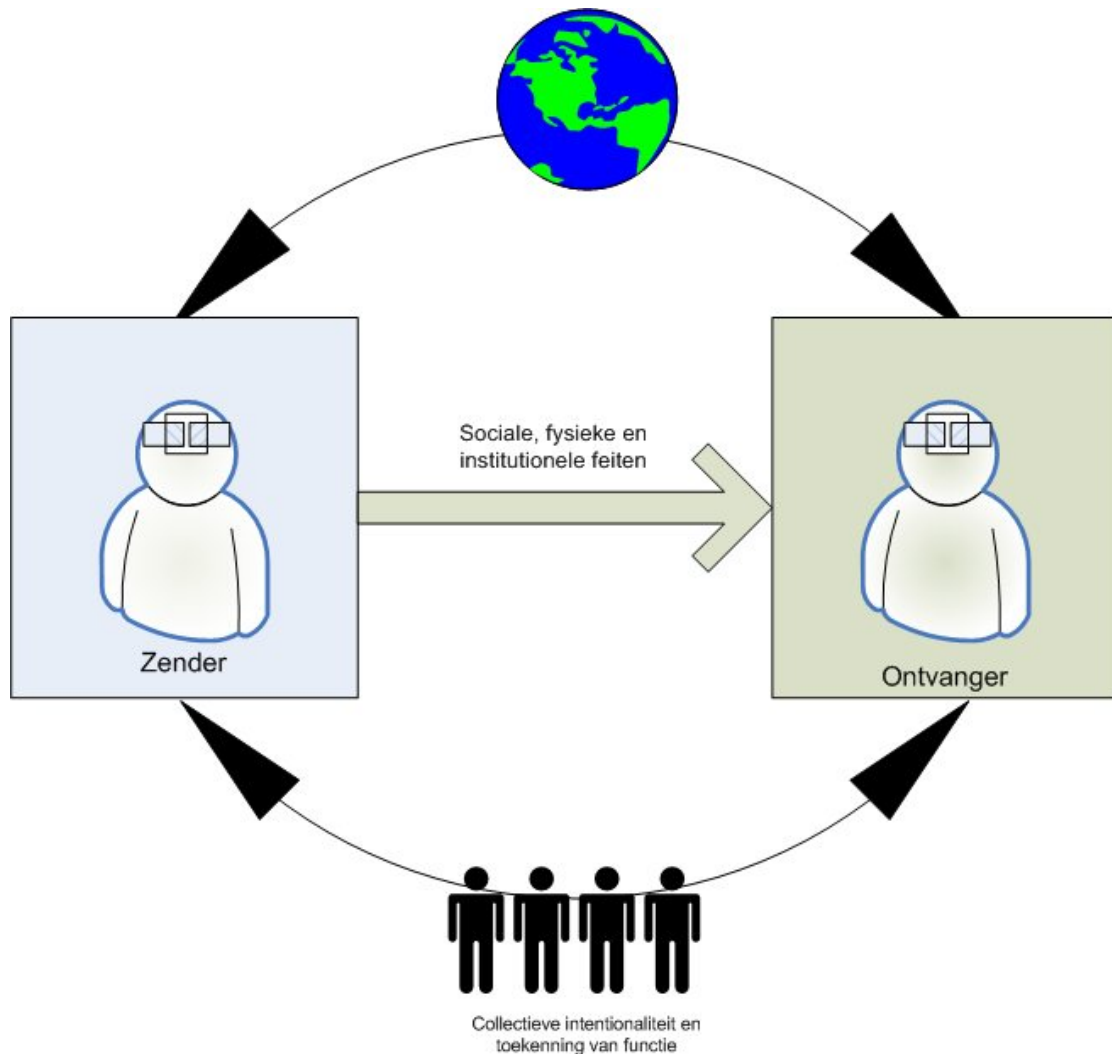
Wanneer kennis over een natuursteen moet worden uitgewisseld dan kan na het synchroniseren van de sociale constructies het uitwisselen van feiten over de fysieke configuratie van de steen beginnen. Dit is anders bij het uitwisselen van kennis over een straatsteen. Dan moeten niet alleen de sociale constructie die de steen beschrijft worden gecommuniceerd. In dit geval moet ook de functie van de straatsteen worden gecommuniceerd; namelijk het vormen van een straat. Een laatste voorbeeld: wanneer iemand die onbekend is met het tennisspel kennis erover bijgebracht moet worden, dan kan niet worden volstaan met het weergeven van de sociale constructies over het materiaal wat gebruikt wordt voor het spel. Ook de

sociale feiten gevormd door collectieve intentionaliteit moeten worden uitgewisseld. Deze sociale feiten komen terug in de uitleg over de wijze waarop het samenspel tussen twee tennissers een betekenisvolle interactie vormt.

Het zal vaak zo zijn dat zowel fysieke als sociale feiten moeten worden uitgewisseld om kennis van een bepaald concept te communiceren. Wanneer er bijvoorbeeld feiten over een schroevendraaier worden uitgewisseld, dan moeten naast de fysieke feiten (zoals die over de afmetingen ervan) ook sociale feiten (zoals de functie ervan) worden gecommuniceerd om het concept schroevendraaier over te brengen. Zelfs bij het uitwisselen van concepten geconstitueerd door institutionele feiten, moeten fysieke feiten worden

uitgewisseld. Allereerst zijn uitwisseling van collectieve intentionaliteit en toekenning van functie van belang, maar ook informatie in de vorm van fysieke feiten over de fysieke drager van het concept zijn van belang. Een institutioneel feit is namelijk doorgaans verbonden met een fysieke status indicator zoals briefpapier bij geld, een trouwakte of een rijbewijs.

Het kennisuitwisselingsmodel waaraan wordt gewerkt kan nu als in figuur 8 worden weergegeven. Het model laat zien dat de ontologisch kaders (gekleurde vlakken om het subject heen) worden gevormd door de externe wereld, collectieve intentionaliteit en toekenning van functie. Wanneer de zender kennis wil uitwisselen, dan zal deze geschikt moeten worden gemaakt voor het ontologisch kader van de ontvanger.



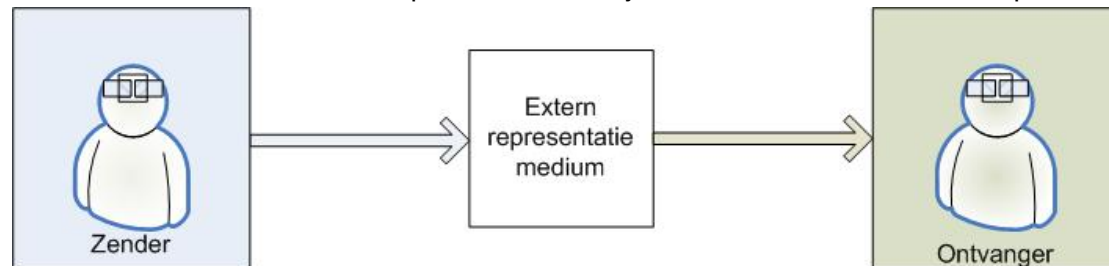
Figuur 8: Kennisuitwisselingsmodel

Nu is benoemd wat er dient te gebeuren om succesvolle kennisuitwisseling plaats te laten vinden, zal in het volgende hoofdstuk worden ingegaan op de vraag of kennis op een geschikte wijze gerepresenteerd kan worden. Met geschikt wordt bedoeld dat het kan worden opgenomen door de ontvanger. Hierbij zal dus rekening moeten worden gehouden met het feit dat kennis altijd is verbonden met een subjectieve ontologie.

4 Representatie van kennis

Kennis is een menselijk product. Het bestaat alleen maar doordat er interpreterende systemen zijn die de betekenis van, en de samenhang tussen fenomenen kunnen bevatten. Zonder dergelijke intelligente en informatieverwerkende systemen kan er niet worden gesproken van begrippen die samenhangen met kennis zoals waar- en onwaarheden, overtuigingen en concepten. Kennis is dus altijd besloten in systemen die we doorgaans typeren als het menselijk cognitie-apparaat.

Kennis is, zoals met het pragmatisch realisme is beweerd, verbonden aan representaties van fenomenen uit de externe werkelijkheid. Binnen een bepaald ontologisch kader verkrijgt het de specifieke betekenis. Wanneer kennis tussen een zender en ontvanger tussen twee kaders moet worden uitgewisseld, dan moet deze eerst worden geprepareerd zodat het geschikt wordt voor opname door de ontvanger. Kennis moet hiervoor eerst door de zender worden gebonden aan een drager. Deze drager wordt dan het extern representatiemedium van de te corresponderen kennis. Dit medium moet vervolgens worden geïnterpreteerd door de ontvanger. Figuur 9 geeft dit schematisch weer. Op twee wijzen kunnen er nu problemen ontstaan. Ten eerste kan, zoals in het voorgaande hoofdstuk werd beschreven, het interpreterende subject de kennis verkeerd opnemen



Figuur 9: Zender, representatiemedium en ontvanger

doordat hij het probeert in te passen in een afwijkend ontologisch kader. Ten tweede kan het representatiemedium gebreken vertonen doordat het niet alle kennis omvat (kwantitatief probleem) en het niet op de afdoende wijze is gecodeerd (kwalitatief probleem). Deze kunnen beide worden veroorzaakt doordat kennis een tacit component heeft, zoals beschreven in hoofdstuk twee. Het proces van coderen betreft het wegschrijven van kennis in een voor het representatiemedium en ontvanger geschikte wijze. Een codering is geschikt, wanneer het representatiemedium de verzonden gegevens kan ontvangen en de ontvanger het kan interpreteren en vervolgens weer kan decoderen tot kennis.

In dit hoofdstuk wordt aan het tweede punt, de mogelijkheden en beperkingen van het externe representatiemedium ten aanzien van het opnemen van kennis, aandacht besteed. Dit hoofdstuk vormt hiermee de link tussen het filosofische en het technische gedeelte van de scriptie. Het moet laten zien hoe het begrippenkader uit hoofdstuk twee en drie, over kennis en de binding van kennis met de werkelijkheid, ingezet kan worden bij een beschrijving over het uitwisselen van kennis.

Eerst zal hiervoor nader worden beschreven in hoeverre kennis buiten het subject kan worden gerepresenteerd, dit gebeurt in paragraaf 4.1. Vervolgens zal worden ingegaan op de (on)mogelijkheden van deze representatietechnieken. Hierbij zal een onderscheid tussen data, informatie en kennis van belang blijken, dat ook in de inleiding ter sprake is gekomen. Nadat dit onderscheid uitgebreider is gemaakt, zal de wijze waarop deze in elkaar kunnen overvloeien met behulp van de informatietheorie van Fred Dretske worden besproken in paragraaf 4.2. Vervolgens zullen in de concluderende paragraaf 4.3 de inzichten uit de voorgaande paragrafen worden samengevat en worden er een aantal conclusies getrokken over de mogelijkheden van kennisuitwisseling.

4.1 Vormen van kennisrepresentatie

Er zijn verschillende vormen van kennisrepresentatie. De meest voor de hand liggende is taal. In alledaagse uitwisseling van kennis gebruiken we taal om zo nauwkeurig mogelijk kennis woordelijk te formuleren, opdat deze door een ander begrepen kan worden. Zoals in hoofdstuk twee is besproken, zorgt de tacit component van kennis er echter voor, dat we niet alle kennis afdoende op deze wijze expliciet kunnen maken. Tijdens een gesprek proberen we dan door handgebaren, intonatie en gezichtsuitdrukkingen onze woorden extra expressief te maken. We kunnen dus door efficiënt gebruik te maken van meerdere representatietechnieken toch een deel van de niet, of moeilijk communiceerbare kennis pogen over te brengen. Dit zal niet altijd het gewenste effect opleveren. Het is altijd maar afwachten of datgene wat 'bedoeld' wordt door de zender als zodanig wordt geïnterpreteerd door de ontvanger. In deze paragraaf volgt een inventarisatie van mogelijke wijzen van kennisrepresentatie en worden de eigenschappen en beperkingen ervan besproken.

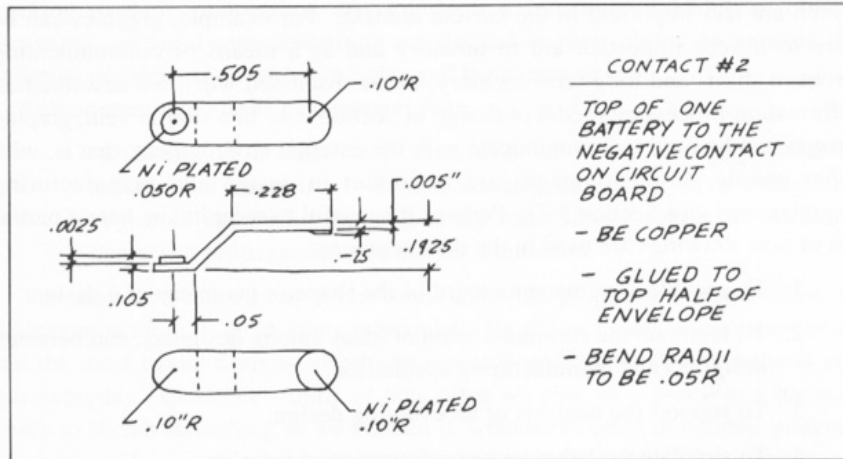
4.1.1 Vormen van kennisrepresentatie

Eerst zal met behulp van Clive Dym worden onderzocht welke representatietechnieken bestaan. Dym is hoogleraar engineering op het Harvey College in Amerika. Hij heeft boeken geschreven over aspecten die voor het toepassen van ingenieurskennis bij het ontwerpproces van belang zijn. In het hier gebruikte werk, *Engineering Design*, inventariseert hij technieken die door ingenieurs worden gebruikt om professionele kennis extern te representeren (Dym, 1994, 77-127). Dit zijn volgens hem tekstuele of verbale representatie, grafische, fysische of analytische modellen, numerieke representatie, regels en frames. Deze technieken zullen verderop nader worden uitgewerkt.

In deze scriptie wordt niet specifiek op kennisuitwisseling door ingenieurs ingezoomd. Dit staat echter niet in de weg dat de door Dym genoemde technieken niet in andere kennisdomeinen worden gebruikt. Een ingenieur bezit evenals andere subjecten hoe- en dat- kennis met tacit componenten. Door de meer formele kennis die gebruikelijk is in meer exacte domeinen, zouden wellicht bepaalde representatietechnieken meer van belang kunnen blijken. Dit impliceert echter niet dat er meer of minder soorten representatietechnieken worden gebruikt door ingenieurs dan door niet-ingenieurs. Ik zal nu een aantal voorbeelden geven die duidelijk maken dat de representatietechnieken van Dym evenzogoed in andere professies kunnen worden teruggevonden. Een rechter bedient zich van verbaal gerepresenteerde kennis in de rechtszaal en tekstuele kennis in wetboeken, daarnaast ook van grafische representaties in de vorm van schetsen. Een dokter gebruikt afbeeldingen, verbale communicatie en regels om een diagnose te stellen. Een marketingmanager gebruikt analytische modellen om trends te ontdekken, gebruikt teksten om te communiceren, numerieke representaties om zijn beleid op te baseren enzovoorts. Zo kan nog wel even worden doorgegaan, belangrijk is dat ik niet wil beweren dat alle professies zich bedienen van alle beschikbare kennisrepresentatietechnieken die Dym beschrijft, maar wel dat het overzicht van Dym de voornaamste kennisrepresentatietechnieken omvat die ook in andere professies worden teruggevonden. Aangenomen dus dat ingenieurs geen domeinspecifieke representatietechnieken hanteren, wil ik Dym's classificatie hier verder weergeven.

Zojuist zijn Dym's representatietechnieken al kort genoemd, deze zullen nu verder worden toegelicht. De eerste representatietechniek is verbale of tekstuele representatie. Hiermee kunnen woordelijke omschrijvingen worden gegeven van kennis. De tweede is de grafische, hierin valt een onderscheid te maken tussen meer abstracte en concrete vormen. Een concreet grafische representatie kan bijvoorbeeld een foto zijn en een abstracte grafische representatie een model of een grafiek. Deze techniek is geschikt om ruimtelijke beschrijvingen weer te geven. De derde vorm bestaat uit mathematische, analytische of fysische

modellen. Zulke modellen kunnen gedrag beschrijven en voorspellen middels formules. De vierde representatievorm is numeriek. Numerieke representatie kan kennis in de vorm van data afkomstig van empirische bevindingen of resultaten van mathematische of fysische formules representeren. De vijfde en zesde representatie zijn regels en frames. Deze representatietechnieken zijn eigenlijk onderdeel van tekstgebaseerde representatie in een begrensd formaat. Regels



Figuur 8: Ontwerpinformatie naast een schets van het object.

beschrijven de te ondernemen actie in een gegeven situatie in de vorm van 'Als... dan...'. Een frame kan worden gezien als een datastructuur waarin onderlinge relaties zijn gespecificeerd. Deze laatste twee technieken komen uit de artificiële intelligentie en zullen in het volgende hoofdstuk nader worden besproken.

Verschillende representatietechnieken maken allen een eigen perspectief op een te representeren fenomeen mogelijk. Hierdoor kunnen verschillende technieken elkaar aanvullen. In deze tekst wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van grafische figuren, tekst en analytische representatie (voorbeeld van het laatstgenoemde: de formule 'X telt als Y in C' om institutionele feiten te definiëren uit het voorgaande hoofdstuk). Figuur 10 laat bijvoorbeeld zien hoe een ontwerper gebruik maakt van de kracht van twee soorten kennisrepresentatie (Dym, 1994, 83). Het figuur beschrijft hoe een veercontact van een batterij in een plastic bekleding gebouwd moet worden.

Naast de kwaliteit die elke representatiemethode heeft, zijn er ook beperkingen te benoemen. De algemene (on)mogelijkheden van externe kennisrepresentatie worden in een klassieke tekst beschreven door Davis, Shrobe en Szolovits, alledrie verbonden aan het MIT laboratorium (1993). In het algemeen geldt volgens hen voor elke representatietechniek dat deze a priori beperkingen heeft, omdat een representatie altijd slechts een surrogaat is van het originele kennislichaam. Het is nooit meer dan een stand-in. Elke representatie is nooit meer dan een partiële selectie van het weergegeven kennisdomein.

4.1.2 Representatie als surrogaat

Ik zal nu weergeven hoe Davis, Shrobe en Szolovits komen tot de zojuist genoemde bevindingen. Het idee dat hieraan ten grondslag ligt, is dat het gebruik van een bepaalde soort kennisrepresentatie altijd een subjectieve keuze is. Hierdoor wordt van tevoren al bepaald welke informatie relevant is. Met het kiezen van een bepaalde techniek worden volgens hen namelijk bepaalde ontologische verplichtingen aangegaan. Deze verplichtingen, die inherent zijn aan een representatie, kunnen worden gevormd door de bril waarmee naar het originele kennislichaam wordt gekeken. Met andere woorden: wanneer gekozen wordt voor een bepaalde representatietechniek, dan is in die keuze besloten

welke kennis over een bepaald domein relevant is voor communicatie. De gekozen representatietechniek dwingt af dat slechts op een bepaalde wijze kennis extern kan worden weergegeven. De representatietechniek filtert als het ware het kennisdomein, het geeft er slechts een bepaald perspectief op weer. Het volgende voorbeeld verduidelijkt dit: wanneer er metingen worden verricht om het verband tussen druk en volume bij een afgesloten hoeveelheid gas vast te stellen, dan kan men na een x aantal metingen de bevindingen op twee manieren representeren. Dit kan op analytische manier door de bevindingen uit te schrijven als de algemene gaswet van Boyle: $p/V = c$. Hiermee wordt gesteld dat de druk(p) gedeeld door de temperatuur(V) constant(c) is. In een oogopslag wordt hiermee duidelijk wat de bevinding van het onderzoek is. Wanneer de metingen numeriek in een tabel worden gerepresenteerd, dan zal dit verband minder direct in het oog springen. Empirie geeft vrijwel nooit op exacte wijze een verband weer door storingsfactoren van omgevingsvariabelen en meeton nauwkeurigheid. Door numerieke presentatie wordt deze extra informatie echter wel weergegeven, het geeft dus exacter weer hoe het verband is te vinden in de praktijk.

De representatiemethode heeft in zich besloten welke aspecten van kennis worden uitgelicht. Dit beïnvloedt de wijze waarop kennis kan worden geïnterpreteerd en vormt hierdoor een essentieel aspect van kennisrepresentatie. Hiervan moet men zich bewust zijn bij het kiezen van een methode. Wanneer kennis moet worden uitgewisseld tussen subjecten, moet dus worden geanticipeerd op de wijze waarop de gerepresenteerde kennis wordt geïnterpreteerd. Een student zal anders kijken naar de numerieke presentatie van de metingen uit het voorbeeld genoemd in de vorige alinea, dan een sceptische wetenschapper. De sceptische wetenschapper is juist geïnteresseerd in de (wellicht vermeende) meeton nauwkeurigheid. Vanuit deze onnauwkeurigheid kan hij bijvoorbeeld claimen een alternatief verband te zien. Een student zal als relevante kennis vooral de gaswet zelf zien, hij wenst eerder te worden geïnformeerd. De gekozen wijze van kennisrepresentatie dwingt dus de mogelijke wijze van interpretatie af.

Er zijn nu een aantal kanttekeningen geplaatst bij het representeren van kennis buiten de menselijke geest. Aan externe kennisrepresentatietechnieken kunnen beperkingen kleven waardoor het niet mogelijk zal zijn om bepaalde kennis van een domein in zijn geheel afdoende buiten de menselijke geest te representeren, zodat het kan worden opgenomen door een ontvanger. Er moeten dan keuzes worden gemaakt voor bepaalde technieken. Er is gesteld met Davis, Shrobe en Szolovits dat kennisrepresentatie interpretatiemogelijkheden kan manipuleren. De specifieke beperkingen en manipulatie van kennisrepresentatie, die een rol spelen in een informatiesysteem, zullen in hoofdstuk vijf worden behandeld. Voordat dit gebeurt wordt eerst nader beschreven op welke wijze een representatie een surrogaat vormt van een kennisdomein. Door inzicht in dit proces te verkrijgen, moet een nader begrip ontstaan over de mogelijkheden en beperkingen van externe kennisrepresentatie.

4.2 Van kennis naar informatie en terug

Zojuist is beweerd dat een representatie slechts partieel kennis van een kennisdomein extern weergeeft. Deze claim is plausibel omdat, zoals vastgesteld in hoofdstuk 2, kennis een tacit component kan hebben. Deze bevinding impliceert dat er niet kan worden gestreefd naar volledige kennisoverdracht tussen subjecten van bepaalde domeinen. In deze paragraaf zal ik beweren dat hetgeen wat extern wordt gerepresenteerd zelfs geen kennis meer is. Zodra kennis extern wordt gerepresenteerd, dan verwordt het informatie. Extern gerepresenteerde kennis in de vorm van informatie kan door interpretatie van een subject vervolgens weer tot kennis worden gevormd, doordat het een in kennislichaam wordt geïntegreerd.

Data, informatie en kennis

Voordat ik nader zal beschrijven hoe informatie kan leiden tot kennis en vice versa, wil ik eerst deze begrippen nader definiëren. Hiervoor zal ik ook het begrip data behandelen, dit wordt vaak geassocieerd met kennis en informatie.

Een vaak gemaakt onderscheid tussen data, informatie en kennis wordt beschreven door de eerder genoemde Max Boisot (1998, 10-15). In de inleiding was dit onderscheid al kort behandeld. Hij typeert *data* als gegevens die verschillende systeemtoestanden beschrijven. Zo kan de kleur van een stoplicht worden opgevat als data. *Informatie* omschrijft hij als data die de verwachtingen of handelingen van een waarnemer kan veranderen. Zo is het gegeven: "rood stoplicht betekent stoppen" informatie. *Kennis* is tenslotte de verzameling verwachtingen die een waarnemer heeft ten opzichte van een gebeurtenis. Kennis is niet direct waarneembaar, het is ingewoven in de verwachtingen en overtuigingen van een subject. Een architect gebruikt bijvoorbeeld bij het tekenen van een huis allerlei kennis die gezamenlijk zijn begrip weerspiegelen over het menselijk gedrag in de ruimte.

Boisot noemt data een eigenschap van externe dingen of fenomenen en kennis een eigenschap van actoren. Informatie bewerkstelligt een relatie tussen dingen en subjecten, doordat een actor aan bepaalde data betekenis toekent. Kort gezegd is data de symbolische weergave, heeft informatie een boodschap en is kennis de resultante van een verzameling informatie plus de achtergrondinformatie die de context beschrijft waarin informatie (en data) betekenis heeft. Deze context is in hoofdstuk drie omschreven als de subjectieve ontologie. Om de boodschap van een brok informatie te begrijpen, is kennis van de context waarop het van toepassing is vereist. Om data te kunnen interpreteren moet er een context aanwezig zijn.

Epistemologische definitie van kennis

Voordat Boisot's omschrijving van kennis wordt aangenomen, wil ik het eerst kort vergelijken met de definitie van kennis uit de kenleer, waarin kennis wordt beschreven als gerechtvaardigde ware overtuigingen. Het betreft hier tenslotte een filosofische visie op kennismanagement. Er is gekozen voor Boisot's omschrijving, omdat de epistemologische definitie problematisch is wanneer hij praktisch moet worden toegepast. Zo is het bijvoorbeeld niet eenvoudig om vast te stellen wanneer een overtuiging waar is. Dit kan afhangen van het conceptueel kader van de werkelijkheid, zoals omschreven in de voorbeelden uit paragraaf 3.1, die handelen over de Newtoniaanse en Aristoteliaanse fysica. Een nog meer voor de hand liggend probleem is de empirische onzekerheid. Dit wil ik duidelijk maken aan de hand van een beroemd voorbeeld van Karl Popper (de Vries, 1984, 55). Hij stelt dat uit een eindige verzameling consistente waarnemingen niet een gegarandeerd ware conclusie kan worden getrokken. Zo zal duizend keer constateren dat een zwaan wit is niet de conclusie rechtvaardigen dat alle zwanen wit zijn; de eerstvolgende zwaan zou zwart kunnen zijn. Er is nog veel meer kritiek mogelijk op de toepassingsmogelijkheden van de definitie van kennis uit de kenleer, hier is wat mij betreft echter reeds voldoende gesteld dat deze te weinig praktische handreikingen levert om kennis doeltreffend te identificeren.

Naast praktische bezwaren kan er op theoretisch vlak worden afgedongen op de traditionele definitie van kennis. Er was zojuist al duidelijk geworden dat Boisot's omschrijving van kennis de problemen uit de kenleer ontwijkt door kennis te typeren als een eigenschap van het persoon dat een overtuiging heeft, zonder in te gaan op rechtvaardiging of waarheidsproblematiek. Wat hij wel doet is ingaan op het subjectieve karakter van kennis en dit past goed in het betoog uit hoofdstuk drie over de rol van subjectieve ontologieën. Zoals betoogd kan kennis pas worden gevormd nadat dingen in een bepaald kader van de externe werkelijkheid zijn benoemd. Aangezien dit door verschillende subjecten op verschillende manieren kan plaatsvinden, is het mogelijk dat er onverenigbare, conflicterende kennis over hetzelfde fenomeen bestaat. De kenleer definitie van

kennis is hiermee niet verenigbaar. Wanneer erkent wordt dat ontologieën subjectief worden gevormd, dan is ze zonder een aanvullende uitleg niet geschikt voor gebruik.

Boisot's bepaling van kennis vanuit het subject is wel compatibel met de ontologische theorie geschetst in hoofdstuk drie. Het geeft tegelijkertijd een praktische leidraad voor het identificeren ervan. Ook maakt hij een duidelijk onderscheid tussen de vaak door elkaar heen gehanteerde begrippen data, informatie en kennis. Boisot's begripsbepalingen zullen dan ook in deze scriptie worden gebruikt.

4.2.1 Kennis en informatiestromen

Op het onderscheid tussen informatie en kennis wordt nu nader ingegaan met behulp van een studie van Fred Dretske (1981). Hij beschrijft in zijn boek *Knowledge and the Flow of Information*, een studie op het gebied van de filosofie van de informatie, hoe informatie kan leiden tot het vormen van kennis. Volgens Dretske is er sprake van kennis wanneer een subject door interne representaties actief wordt gestuurd. Met andere woorden: kennis is een oproepbare betekenisvolle cognitieve structuur die het gedrag van een subject actief vorm kan geven. Een cognitieve structuur is volgens hem te beschrijven als een verzameling gegevens over de werkelijkheid met semantische samenhang, die op basis hiervan, output kan genereren. Deze output wordt bepaald door de intentionaliteit die de cognitieve structuur heeft gevormd, ofwel de gerichtheid van het systeem naar buiten het systeem. Hiermee is dus ook de betekenis van de output afhankelijk van intentionaliteit (pp. 85-106). Ik wil hier alvast kort opmerken dat machines geen intentionele eigenschappen bezitten, wat van belang is voor de manier waarop een informatiesysteem kennis kan opnemen en ontsluiten. Hier zal in hoofdstuk vijf op terug worden gekomen.

Van belang in de zojuist gegeven beschrijving is dat er nadruk wordt gelegd op het feit dat kennis actief vorm moet kunnen geven aan het handelen. Er is volgens Dretske namelijk geen sprake van een cognitieve status in een systeem wanneer deze geen invloed uitoefent op de output van een structuur. Een interne staat is dus geen cognitieve structuur als het alleen maar semantische inhoud heeft. Semantische structuren die het eigen systeem niet actief vorm kunnen geven en dus geen intentionaliteit bezitten, noemt Dretske informatiedragende structuren. Dit is volgens hem het geval bij een thermostaat (p. 199). Dit is een apparaat met een strip die bestaat uit twee metalen. Het apparaat registreert de kamertemperatuur middels de buiging waaraan de strip onderhevig is, de fysieke conditie van de strip vormt dus onderdeel van het systeem. Wat de thermostaat doet is (dus) afhankelijk van wat de strip doet. Wanneer de strip voldoende buigt om in aanraking te komen met het regelbare contact (die normalerwijze is afgesteld in overeenstemming met de wenselijke kamertemperatuur), dan ontstaat er een gesloten elektrisch circuit en wordt er een signaal gestuurd naar de verwarmingsketel. In informatietheoretische termen is de bi-metalen strip een temperatuur indicator; de buiging ervan hangt af van, en draagt informatie over de omgevingstemperatuur. Door de afstelling van de thermostaat en zijn interne werking bevat deze een semantische structuur. Het punt is dat de thermostaat echter *geen* cognitieve inhoud bevat. Het kan de werking van zijn interne staat niet beïnvloeden of manipuleren. De thermostaat kan niet bedenken, of zelf beoordelen wat een gewenste omgevingstemperatuur is, zonder dat deze extern wordt doorgegeven aan zijn interne architectuur door het regelbare contact. Het apparaat bezit geen intentionaliteit, de beschikking om zelf betekenis toe te kennen aan omgevingsvariabelen. Hiermee legt Dretske intentionaliteit anders uit dan traditioneel gebeurt in de filosofie. De meer gangbare omschrijving is dat intentionaliteit een capaciteit is om te verwijzen naar iets buiten zichzelf, dit wordt vaak gebruikt om het verschil tussen mensen en vaak ook dieren ten opzichte van dode materie weer te geven.

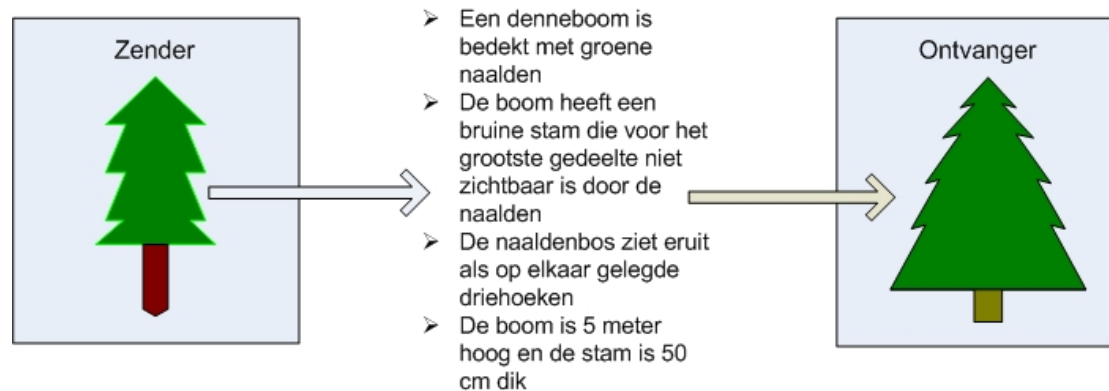
In een thermostaat is intentionaliteit volgens Dretske op een statische wijze geprojecteerd. Dit is mogelijk doordat het apparaat gebruik maakt van de inhoud van (verschillende) informatiedragende structuren. Het op deze wijze statisch projecteren van intentionaliteit (of kennis) in de vorm van informatie op een bepaalde semantische structuur noemt Dretske *digitalisatie* (pp. 184-185).

Tijdens het digitaliseren gaat 'analoge' kennis, verward in een cognitieve structuur, over in 'digitale' kennis. Digitale kennis kan worden begrepen als statisch geprojecteerde informatie (pp. 136-139). Het verschil tussen analoog en digitaal wordt meestal verstaan als het verschil tussen een continue representatie van een variabele en een discrete representatie ervan. Een snelheidsmeter die de snelheid aangeeft met een wijzernaald op een ronde klok is analoog, een meter die het aangeeft in getallen is digitaal. Deze beschrijving sluit ook aan bij de wijze waarop het in de informatietechnologie wordt gebruikt, hierin is sprake van digitale gegevens in een computersysteem. Deze gegevens zijn beschikbaar in een verzameling bits. Zo'n bit is een discrete waarde die nul of één kan zijn en wordt gevormd doordat een computer een monster neemt van een analoge elektrische stroom die hem wordt aangeboden. Het nemen van een serie monsters vormt een digitale verzameling bits die vervolgens door de computer worden opgeslagen. Wat Dretske doet is het verschil tussen analoog en digitaal gebruiken als een metafoor om het verschil tussen kennis en informatie toe te lichten.

Ik wil nu schetsen hoe digitalisatie verloopt, daarvoor is het van belang eerst nogmaals te benoemen dat een kennislichaam een verzameling is van intergerelateerde feiten opgesteld uit interpretaties die samenhangen met inferentiemechanismen. Wanneer alle feiten behorende tot een kennislichaam expliciet worden gemaakt, dan resulteert het opsommen ervan dus niet in een kopie van het originele kennislichaam. In de wijze waarop relaties in een cognitieve structuur zijn geconfigureerd is eveneens betekenis besloten. Welnu, digitalisatie betreft het externe opsommen en weergeven van feiten. Hierdoor worden delen van de kennis gedigitaliseerd tot informatie. Bij een traditionele analoog-digitaal conversie gaan gegevens verloren: de tussenliggende toestanden zijn in digitale representaties immers niet meer beschikbaar. Zo is er ook bij een conversie van kennis naar informatie niet meer alle kennis aanwezig. Met het begrip digitalisatie wordt bedoeld op het proces dat plaatsvindt bij het komen tot externe informatie door gerichte interpretatie van cognitieve structuren. Wanneer een digitalisatieproces van een overtuiging wordt uitgevoerd, vindt er een classificatie- en generalisatieproces plaats dat wordt uitgevoerd door de hersenen en wordt gestuurd door intentionaliteit. Bij generaliseren en classificeren gaat een deel van het kennislichaam verloren, hierdoor is de informatie die geleid heeft tot een overtuiging niet (logisch) deduceerbaar van een overtuiging. Dit is zelfs niet mogelijk wanneer men weet hoe intentionaliteit het digitalisatieproces heeft gestuurd.

Kennis wordt gevormd door intentionaliteit en fenomenen uit de werkelijkheid waaraan de mens betekenis toekent. Wanneer een mens vervolgens kennis in een gedigitaliseerde vorm in een informatiedrager stopt, gaat er semantiek verloren door het digitalisatie proces. Er zal slechts een partiële selectie van een kennisdomein worden gerepresenteerd in een bepaalde kennisdrager. Het verloren gaan van kennis en informatie door translatie van kennis noemt Dretske *equivocation* (pp. 104-105). De equivocale informatie betreft dan *die* informatie die niet wordt uitgezonden naar het representatiemedium en dus niet ontvangen kan worden door iemand die de informatie interpreteert. Deze informatie is eerder omschreven als tacit kennis. Dit is de kennis die niet gedigitaliseerd kan worden en achterblijft bij de zender. De ontvanger kan slechts kennis nemen van expliciete informatie over een ander kennislichaam, hij kan dit wel integreren met zijn eigen tacit kennis. Doordat er dus een tacit component achterblijft bij de zender die niet wordt gerepresenteerd op een bepaald medium zal bij de ontvanger niet noodzakelijk dezelfde kennis worden gevormd. Figuur 11 laat zien

wat hiermee wordt bedoeld. Hierin is te zien hoe door equivocale kennisuitwisseling, waarin kennis is gedigitaliseerd in een talige representatie, verschillende concepten worden gevormd. De zender geeft een beschrijving weer van het concept dennenboom. Op basis van de interpretatie van de ontvanger wordt echter een ander concept gevormd dan aanwezig is bij de zender.

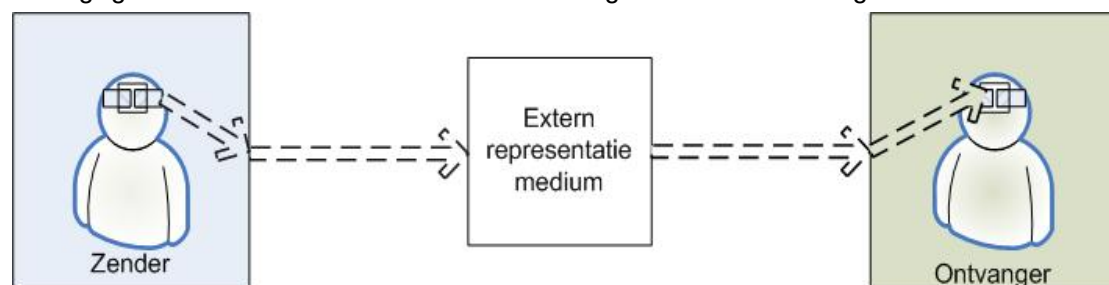


Figuur 11: Equivocation en digitalisatie

4.3 Conclusie

Eerst is in dit hoofdstuk geschetst wat kennisrepresentatie is en zijn er met Dym een aantal technieken geschetst om kennis extern te representeren. Daarna is besproken waarom, zoals Davis, Shrobe en Szolovits opmerken, een kennisrepresentatie slechts een surrogaat is van een kennislichaam. Er werd opgemerkt dat dit niet enkel ligt aan de bevinding dat kennis begrepen moet worden in een subjectieve ontologie (zie par. 3.3). Met Dretske's informatietheorie is namelijk afgeleid dat kennisrepresentatie nooit meer kan zijn dan een surrogaat, omdat het nooit kennis is dat extern is gerepresenteerd, maar informatie. Het onderscheid tussen deze begrippen is met Boisot als volgt omschreven: data is de symbolische weergave van een toestand, informatie is data met een betekenisvolle boodschap en kennis is de resultante van een verzameling informatie plus de achtergrondinformatie die de context beschrijft waarin informatie betekenis heeft. Dretske laat zien hoe transitie tussen informatie en kennis mogelijk zijn en beschrijft hoe door intentionaliteit, digitalisatie en equivocation kennis gerepresenteerd op een gegeven medium slechts informatie zal weerspiegelen. Een interpreterend subject moet van de informatie zelf weer kennis creëren. Dit doet hij door zelf betekenis toe te kennen aan informatie vanuit zijn eigen intentionaliteit en ontologisch kader. Het uitwisselen van relevant geachte informatie leidt dus niet automatisch tot het kopiëren van kennis. Dus naast de bevinding uit paragraaf 4.1, dat in een representatiemedium besloten is hoe kennis geïnterpreteerd, bepaalt het digitalisatieproces welke informatie gerepresenteerd wordt.

Met deze inzichten kan het tot nu toe ontwikkelde kennisuitwisselingsmodel worden uitgebreid zoals weergegeven in figuur 12. Op deze afbeelding is weergegeven dat een zender en ontvanger ieder hun eigen kader van de



Figuur 12: Kennisuitwisselingsmodel en digitalisatie

werkelijkheid hebben door de gekleurde kaders. In het hoofd van de zender en ontvanger bevindt zich kennis zoals in hoofdstuk twee beschreven. Wanneer deze kennis op een extern representatiemedium wordt geprojecteerd, dan wordt deze gedigitaliseerd, zoals aangegeven met de dubbele stippellijn. Zodra de kennis als informatie extern wordt gerepresenteerd, dan is deze ontgaan van de ontologie waaruit het afkomstig is. Dit wordt weergegeven met de afbuiging van de pijl. De ontvanger kan de informatie opnemen en vervolgens interpreteren binnen zijn eigen ontologie en zelf kennis vormen, mede op basis van de informatie. Figuur 11 gaf hiervan een voorbeeld, figuur 12 geeft dit op abstracte wijze weer.

Deze abstracte uitleg wil ik graag nader toelichten met extra voorbeelden. Er zijn voldoende voorhanden die illustreren hoe het interpreteren van een informatie uit een bepaalde subjectieve ontologie nieuwe betekenis kan constitueren in een andere subjectieve ontologie. De propositie 'de soep is heet' kan afhankelijk van de context betekenen dat de soep een hoge temperatuur heeft, of dat deze is gepeperd. Wanneer deze is opgediend in een Mexicaans restaurant zal deze eerder de 'gepeperde betekenis' krijgen toegekend dan wanneer hij afkomstig is uit een Hollands restaurant. Iets soortgelijks vindt plaats bij het interpreteren van de zin 'Rotterdam ligt een eind van Groningen vandaan'. Een Amerikaan die Nederland niet kent, zal normaal gesproken denken aan een afstand van duizend kilometer bij het kennis nemen van de informatie dat twee steden een eind bij elkaar vandaan liggen. Dit geldt ook voor de propositie 'De fietser rijdt snel'. Dit schept bij een wielrenner andere verwachtingen ten aanzien van de werkelijke snelheid dan bij een recreatiefietser. Op basis van informatie blijkt het dus vaak mogelijk tot verschillende interpretaties te komen. Om deze reden kan een architect vaak niet exact het huis tekenen, zoals het door een klant is gewenst. Hij inventariseert weliswaar de wensen van de klant, maar geeft er vervolgens een eigen interpretatie aan. Op basis hiervan maakt hij een tekening. Daarna is het afwachten of de klant het gemaakte ontwerp voor ogen had.

Afhankelijk van de subjectieve ontologie wordt op basis van dezelfde informatie tot verschillende interpretatie gekomen. Achtergronden spelen een belangrijke rol. In het utilitarisme (een ethische theorie) geldt dat de regel 'Er moet zo worden gehandeld, dat er altijd het grootste goed voor de grootste groep wordt behaald' bepaalt wat rechtvaardig is. Bij aanhangers van de deontologie van Kant wordt datgene wat als rechtvaardig kan worden beschouwd ingegeven door het maxime: 'behandel personen altijd als doel in zichzelf, nooit uitsluitend als middel voor je eigen doelen'. Hierdoor wordt door aanhangers van deontologie de informatie: 'Om anderen af te schrikken, werd de man extra hard gestraft' anders geïnterpreteerd dan door utilitaristen. Het zal in de deontologie als onrechtvaardig worden beoordeeld, terwijl het als rechtvaardig kan worden beschouwd in utilitaristische theorieën.

De zojuist beschreven situatie zal zich in de regel niet zo snel op de deze wijze voordoen, maar het maakt wel inzichtelijk waarom rechters op basis van dezelfde bewijslast tot verschillende veroordelingen kunnen komen. Ook in meer formele domeinen kan interpretatiediscrepantie zich voordoen. In natuurkunde kan licht bijvoorbeeld worden omschreven als een golfverschijnsel of als deeltjes genaamd fotonen. De geschikte omschrijving hangt af van de theorie waarin het wordt gebruikt⁵.

De voorbeelden illustreren de claims die zijn gemaakt in dit hoofdstuk. In het volgende hoofdstuk worden deze gehanteerd bij het beschrijven van de bijzondere rol die een informatiesysteem kan spelen als medium tussen zender en ontvanger. Een informatiesysteem kan namelijk meer dan informatie representeren, het kan ook manipuleren.

⁵ Zie voor een meer uitgebreide verhandeling over dit de verschillende gedaanten van licht <http://home.planet.nl/~dekke839/licht/licht.htm>. Online op 26-7-2004.

5 Kennisrepresentatie in informatiesystemen

Nu er een theorie is ontwikkeld over de wijze waarop kennis kan worden geprojecteerd als informatie op een representatiemedium, wil ik nader ingaan op specifieke eigenschappen van kennisrepresentatie in informatiesystemen. Voordat dit kan plaatsvinden, wil ik eerst helder maken wat ik onder een informatiesysteem versta. Hiervan zijn namelijk verschillende beschrijvingen mogelijk. Een van de meest brede beschrijvingen luidt: *Een informatiesysteem dient ter ondersteuning van, of vervanging van, de gesproken of geschreven menselijke communicatie in doelgerichte activiteiten* (Nijssen, 1989, 1). Hiertegenover kan een nauwere beschrijving worden gezet die luidt: *Een informatiesysteem is een digitale infrastructuur die informatie kan opnemen, creëren en manipuleren en deze op aanvraag en op maat beschikbaar kan stellen aan een gebruiker binnen een bepaald domein*. Volgens de eerste omschrijving kunnen de geboorteregisters van de katholieke kerk tot informatiesystemen worden gerekend, evenals het accountinginformatie systeem dat rond 1500 n.C. in Venetië is ontwikkeld om financiële feiten in op te slaan. Volgens de tweede beschrijving is er een soort computer benodigd die digitaal informatie kan bewerken, van dergelijke informatiesystemen wordt in deze scriptie uitgegaan.

Een gevolg van het gebruik van informatiesystemen is vaak, dat degene die informatie in het systeem heeft gestopt (de zender van informatie) verdwijnt naar de achtergrond. Met andere woorden: de zender is (doorgaans) niet meer aanwezig om de door hem aan het informatiesysteem gegeven informatie toe te lichten. Dat dit nodig kan zijn werd in paragraaf 4.3 duidelijk. Hierin werd geschetst hoe ontologische verschillen tussen zender en ontvanger aanleiding kunnen geven voor kennisuitwisselingsproblemen. Het kan zo zijn dat informatie in het ontologisch kader van de ontvanger anders wordt geïnterpreteerd dan voorzien.

Met de komst van de computer is dit probleem alleen maar groter geworden. Het ontologisch kader waaruit de gegevens afkomstig zijn in een gecomputeerd informatiesysteem raakt verder uit zicht doordat de systemen zelf actief de data en informatie die in het systeem is opgeslagen interpreteren, bewerken, verwijderen en manipuleren. De mate waarin dit gebeurt, hangt af van de mogelijkheden en beperkingen van de in het informatiesysteem toegepaste technieken, functies en de plaats waar het systeem wordt ingezet. Dit hoofdstuk heeft als doel een overzicht te geven van typen informatiesystemen en de hiervoor beschikbare technieken te analyseren en te bekritiseren.

De soorten informatiesystemen worden weergegeven in paragraaf 5.1, daarnaast wordt er een algemene architectuur van informatiesystemen gepresenteerd waarin een functionele opdeling in drie lagen wordt gepresenteerd. In paragraaf 5.2, 5.3 en 5.4 worden deze lagen één voor één nader besproken. In paragraaf 5.5 tenslotte worden de inzichten samengevat, conclusies getrokken en wordt het kennisuitwisselingsmodel uitgebreid.

5.1 Informatiesystemen in organisaties

Informatiesystemen kunnen in allerlei soorten en maten worden aangetroffen, bijvoorbeeld via internet. Hierbij valt te denken aan reisplanners voor de auto of trein, aan online reserveringsystemen voor reizen en popconcerten. Tevens aan systemen voor het raadplegen van digitale encyclopedieën, woordenboeken, kookboeken enzovoorts. Behalve deze op consument gerichte systemen worden in professionele organisaties ook op allerlei wijzen informatiesystemen ingezet. Deze komen op allerlei niveaus voor, met allerlei toepassingen en verschillende soorten impact op de organisatie. Zo bestaan er bijvoorbeeld administratieve, bestuurlijke, logistieke en technische informatiesystemen. Sommige systemen werken informerend, andere adviserend en sommige combineren een aantal van deze functies.

Om goed te kunnen overzien op welke plaats, met welk doel en met welke functie informatiesystemen worden ingezet, is het nuttig om de verschillende soorten systemen te onderscheiden. Paul Weghorst en Henk Jan Knol geven drie mogelijke typologieën van informatiesystemen in organisaties waarmee wordt geschetst welke toepassingen mogelijk zijn en welke technieken hierbij een rol spelen (1991, 3-5). Deze zullen worden gepresenteerd in paragraaf 5.1.1.

Naast het verschaffen van inzicht over de toepassingen en functies van informatiesystemen, wordt de focus gericht op de technische opbouw ervan. Vanuit de technische mogelijkheden van een informatiesysteem zal worden gekeken naar implicaties voor kennisuitwisseling. Voor het gestructureerd behandelen van de technische onderdelen van een informatiesysteem zal ik een architectuur behandelen die op een algemeen niveau de lagen van een informatiesysteem beschrijft. De architectuur geeft een kader voor de conceptuele en technische verhandelingen die aan bod komen in de volgende paragrafen. Deze wordt behandeld in paragraaf 5.1.2.

5.1.1 Typologieën van Weghorst en Knol

Zoals aangekondigd worden hier de drie typologieën van Weghorst en Knol weergegeven. Deze maken vanuit verschillende invalshoeken zichtbaar welke typen systemen er bestaan en hoe deze worden ingezet in een organisatie. Dit brede overzicht levert tegelijkertijd (korte) voorbeelden en omschrijvingen van het besproken soort informatiesysteem op. De eerste typologie geeft een indeling op basis van het functionele gebied van de applicatie:

- *financiële informatievoorziening*: informatiesystemen variërend van bedrijfsadministratiesystemen tot managementinformatiesystemen ter bepaling van het betalingsgedrag van klanten;
- *marketinginformatievoorziening*: informatiesystemen voor relatiebeheer, klantenclassificatie, direct mailing etc.;
- *personele informatievoorziening*: informatiesystemen voor personeelsregistratie, carrièreplanning, formatiebeheer etc.;
- *logistieke informatievoorziening*: informatiesystemen voor informatievoorziening rondom goederenstromen binnen een organisatie;
- *kantoor informatievoorziening*: systemen variërend van tekstverwerkers tot office automation inclusief postbehandeling, agendabeheer, conferentiemogelijkheden etc.

De tweede typologie deelt informatiesystemen in naar gebruik en plaats in de organisatie, Weghorst en Knol noemen:

- *transactieverwerkende systemen*: systemen ter verwerking van (meestal) grote hoeveelheden gegevens (bijvoorbeeld salarisverwerkende gegevens of ledenadministraties). Deze systemen worden meestal gebruikt op operationeel niveau;
- *systemen ter ondersteuning van gestructureerde beslissingen*: systemen die de basisinformatie leveren voor bepaalde beslissingen die gestructureerd kunnen worden genoemd. Deze systemen vinden hun toepassing meestal op het tactische niveau binnen een organisatie;
- *decision support systemen*: systemen ter ondersteuning van ongestructureerde problemen. Hulp wordt door dergelijke systemen geboden in de vorm van mogelijkheden om gegevens op verschillende manieren te structureren, om simulaties uit te voeren etc. Het toepassingsgebied is meestal het management.

De derde typologie van Weghorst en Knol classificeert systemen naar mate van beslissingsondersteuning. Ze geven vier soorten systemen in deze typologie:

- *registratiesystemen*: 'slechts' bedoeld ter vastlegging en ontsluiting van data. (bijvoorbeeld ledenadministratie);
- *information retrieval systemen*: bedoeld ter ontsluiting van informatie, gevormd door verwerking en presentatie van data. (bijvoorbeeld managementinformatiesystemen);

- *beslissingsondersteunende systemen*: bedoeld ter voorbereiding van beslissingen (dit is hetzelfde als een decision support systeem)
- *beslissingsbepalende systemen*: bedoeld ter formulering van een conceptbeslissing (bijvoorbeeld expertsystemen).

Belangrijk is te vermelden dat een bepaald informatiesysteem vaak niet exclusief valt in te delen in een bepaalde categorie. Zo kunnen expertsystemen gebruik maken van onderdelen van een registratiesysteem en kunnen transactieverwerkende systemen ook ondersteunde functies leveren. Het gegeven overzicht laat echter wel zien op welke wijzen informatiesystemen in kunnen worden gezet, welke functionaliteit verwacht kan worden en waar ze aangetroffen kunnen worden.

Zoals aangekondigd in de inleiding wordt in dit hoofdstuk vooral gekeken naar de functionele mogelijkheden die informatiesystemen kunnen bieden voor het uitwisselen van kennis. Het meest relevante onderscheid wordt in dit licht het beste weergegeven door de derde typologie, die voornamelijk zal worden gebruikt. Deze typologie wordt vaker op een soortgelijke wijze teruggevonden. Zo hanteert Reynolds in een beschouwend werk over informatiesystemen voor managers eveneens een dergelijk onderscheid (1992, 34-38). Hij typeert echter drie soorten systemen: transactieverwerkende, management reporting en decision support systemen. Deze corresponderen met respectievelijk registratie-, managementinformatie en uiteraard decision support systemen. Hij beschrijft dat transactieverwerkende systemen in staat zijn (automatisch) data te verwerken, te controleren en onderling te relateren. Als voorbeeld hiervan noemt hij een systeem van Tupperware, een grote fabrikant die wereldwijd duurzame plastic opbergboxen fabriceert en verkoopt. Dit bedrijf heeft een systeem dat automatisch kan 'zien' welke fabriek welke voorraad heeft en hoe het snelste aan een order voldaan kan worden. Ook van de andere soorten systemen geeft hij een beschrijving. Onder management reporting systemen verstaat hij systemen die op basis van data gestandaardiseerde rapportages kunnen fabriceren. Als voorbeeld hiervan wordt het systeem genoemd dat de bank 'New England' gebruikt om zogenaamde *bad loans*⁶ in commercieel vastgoed te traceren. Dit systeem analyseert automatisch verstrekte kredieten en aflossingen en creëert op basis hiervan rapportages voor het management. Decision support systemen hebben nog een uitgebreidere functionaliteit. Deze systemen kunnen vanuit ongestructureerde data en gegevens, op basis van een soort model, suggesties en oplossingen voor problemen aandragen. Reynolds geeft als voorbeeld het systeem dat door het 'document managing' bedrijf Xerox wordt gebruikt. Dit bedrijf is zwaar gedecentraliseerd en heeft, om planning en controle informatie efficiënt door te spelen over meerdere divisies, een decision support systeem gebouwd. Deze kan op basis van allerlei ongestructureerde informatie rapportages aanleveren voor managers om hen te ondersteunen in het vormen van hun beleid.

Decision support en expertsystemen

Het is opvallend te noemen dat Reynolds niet zoals Weghorst en Knol het expertsysteem meeneemt in zijn typologie. Dit zou kunnen impliceren dat volgens hem decision support en expertsystemen onder dezelfde noemer kunnen worden gebracht. Dit is niet juist, er is namelijk wel een conceptueel verschil te benoemen tussen decision support en expertsystemen. Om dit verschil te verduidelijken zal ik een definitie geven van een expertsysteem gegeven door Clive Dym & Philip Brey (2001). Zij beschrijven in een artikel over de mogelijkheden van externe kennisrepresentatie en expertsystemen zulke systemen als volgt: *'Een op kennis gebaseerd expertsysteem is een computersysteem dat de mogelijkheid biedt om problemen uit een bepaald veld*

⁶ Wanneer er sprake is van een 'bad loan' in de vastgoedsector dan is er een lening verstrekt aan een bedrijf die meer kost dan het opbrengt.

op te lossen door inferenties te maken uit een kennisbase, die is gerepresenteerd in symbolische vorm en is gebaseerd op menselijke kennis.’ Het conceptuele verschil met een beslissingsondersteunend systeem is dat de interpretatie bij een beslissingsondersteunend systeem aan de gebruiker wordt overgelaten en dat een expertsysteem deze zelf verricht. Als voorbeeld van een expertsysteem wordt door Dym & Brey PRIDE genoemd. Dit systeem begeleidt het ontwerpen van het mechanische papierverwerkingssysteem in kopieermachines. Het designproces van zulke systemen is zeer complex en foutgevoelig. PRIDE voorkomt de keuze van onderdelen met verkeerde specificaties en geeft aan hoe papier door een kopieermachine begeleid moet worden.

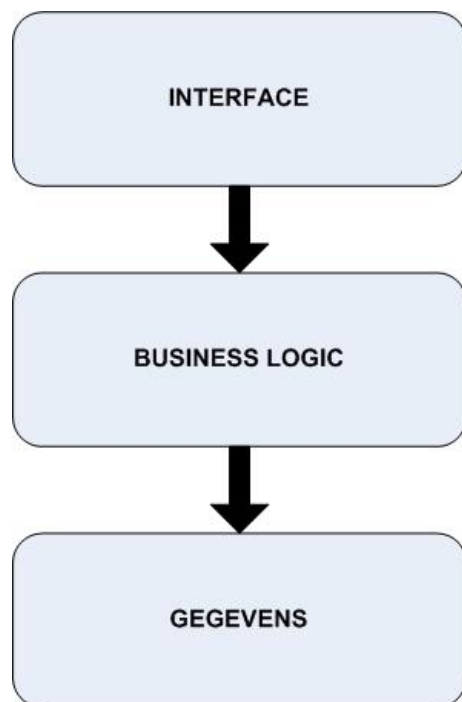
De mate waarin PRIDE ondersteuning biedt aan de gebruiker is van een andere aard dan het systeem van Xerox. Het systeem van Xerox geeft suggesties, terwijl PRIDE deze een afgerond en sturend advies geeft. Het verschil tussen een decision support systeem en een expertsysteem is groot genoeg om de eerder gekozen typologie van Weghorst en Knol te handhaven. Deze zal in de afsluitende paragraaf worden ingezet om per categorie systeem in te gaan op de mogelijkheden en beperkingen ervan.

5.1.2 De Three-Tier architectuur

Nu is geschetst welke typen informatiesystemen bestaan, wordt ingegaan op de functionele opbouw ervan aan de hand de zogenaamde Three-Tier architectuur. Deze architectuur is gekozen omdat het de algemene configuratie van een informatiesysteem op een heldere wijze weergeeft. Daarmee wil ik niet claimen dat alle systemen formeel op deze wijze zijn opgebouwd, hoewel de functionaliteit van de bouwblokken wel terug moet komen in alle systemen. Per type informatiesysteem is het mogelijk een meer nauwkeurige beschrijving te leveren, een dergelijke uitgebreide analyse is echter niet noodzakelijk. De scope van dit beperkt zich tot het onderzoeken van de mogelijkheden van de technieken die worden toegepast in de verschillende systemen, hiervoor biedt de architectuur een geschikte context.

In de Three-Tier architectuur zijn gegevens gescheiden van de regels die beschrijven hoe ze opgevraagd en aangeleverd moeten worden. Dit biedt het technische voordeel dat dezelfde gegevens door verschillende systemen kunnen worden gebruikt en dat systemen eenvoudiger kunnen worden aangepast. Daarnaast is de presentatie van gegevens losgekoppeld van de programmacode, zodat interfaces op maat kunnen worden aangeleverd voor de gebruiker. Figuur 13 geeft deze architectuur schematisch weer.

Informatie in een informatiesysteem wordt door de drie lagen samen ontsloten. De gegevenslaag levert gegevens aan, waar de business logic laag betekenis aan toekent. In de interfacelaag worden die vervolgens expliciet interpreteerbaar wordt gemaakt. Zoals net is aangestipt in hoofdstuk vier is het interessante van representatie in informatiesystemen vergeleken met de andere representatiemogelijkheden dat het in staat is informatie te manipuleren. Technieken die dit mogelijk maken vallen onder artificiële intelligentie technieken en zitten verwerkt in de business logic laag en bedienen zich van gegevens uit de gegevenslaag. Daarnaast kan ook



Figuur 13: Three-Tier architectuur

de interface waarmee informatie wordt aangeboden een belangrijke rol spelen in de betekenis die aan informatie wordt toegekend door de ontvanger.

De drie lagen van de architectuur en de wijze waarop ze kennisrepresentatie en -uitwisseling beïnvloeden zullen in volgende paragrafen van dit hoofdstuk worden toegelicht. In paragraaf 5.2 wordt ingegaan op de representatiemogelijkheden die kunnen worden toegepast in de gegevenslaag van een informatiesysteem. Hierna behandelt paragraaf 5.3 de business logic laag van het Three-Tier model, waarbij wordt gebruik gemaakt van een studie van Hubert & Stuart Dreyfus. Na het bespreken van de business laag komt in paragraaf 5.4 de interfacelaag aan bod. De eigenschappen hiervan, die een rol spelen bij kennisrepresentatie, zullen hier worden benoemd. Aan het slot van elke paragraaf zullen aanbevelingen worden gedaan over het omgaan met de mogelijkheden en beperkingen van de verschillende lagen uit het model. In de laatste paragraaf zullen de inzichten worden samengevat en wordt er getracht een antwoord te geven op vraag: 'In hoeverre kan er kennis worden uitgewisseld met behulp van informatiesystemen?'.

5.2 De gegevenslaag

Ik heb de onderste laag van het Three-Tier model de gegevenslaag genoemd. Het woord 'gegeven' is expres gekozen omdat in verschillende systemen de onderste laag zowel data, informatie als 'kennis' wordt gerepresenteerd. Kennis tussen aanhalingstekens omdat, zoals betoogd met Dretske, kennis slechts als informatie kan worden gerepresenteerd. In deze paragraaf worden vier kennisrepresentatiemethoden behandeld, gevolgd door een aanbeveling over de meest geschikte wijze om kennis te representeren. Hiermee is niet getracht een complete beschrijving van de kracht, mogelijkheden en beperkingen van alle beschikbare methoden weer te geven. Er is een selectie gemaakt waarin is gekozen voor veel toegepaste (databases), veel besproken (semantische netten en scripts) en veelbelovende technieken (conceptuele grafen). Van de behandelde methoden worden de concepten, de belangrijke karakteristieken en de beperkingen genoemd.

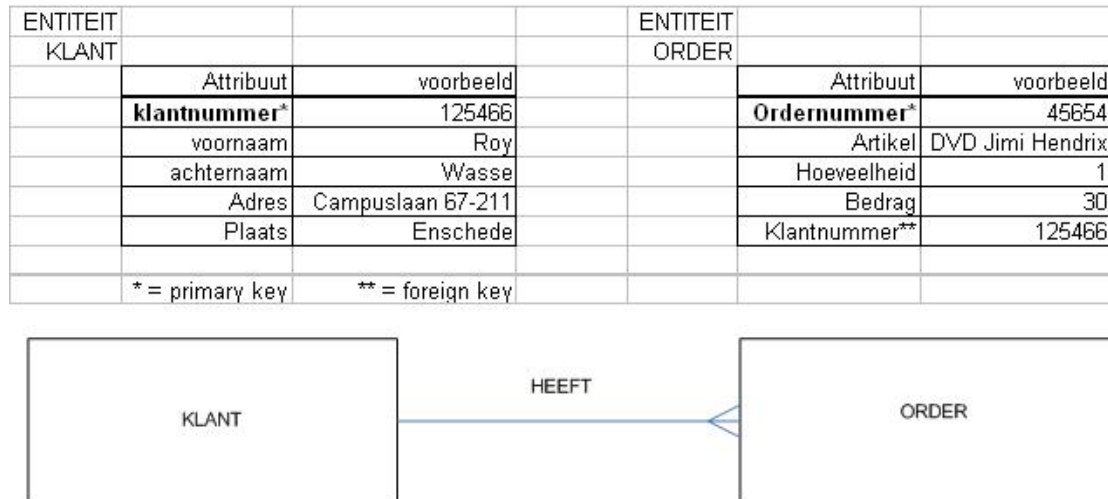
5.2.1 Databases

De meest gangbare manier om data op te slaan in een informatiesysteem is een database. Vaak wordt een database ingezet als onderdeel van een andere representatietechniek die er als laag bovenop ligt, zoals bij de later te behandelen semantische netten of conceptuele grafen het geval kan zijn. Dit is echter niet noodzakelijk, vaak wordt deze techniek op zichzelf gebruikt. Het is dus van belang de mogelijkheden die een database biedt om kennis te representeren te analyseren.

Voordat data in een relationeel database management systeem kan worden opgeslagen moet de data worden gemodelleerd. Dit gebeurt aan de hand van Entiteit-Relatie diagrammen (ER-diagrammen). In zo'n diagram wordt weergegeven welke kwantitatieve relaties entiteiten onderling bezitten en welke attributen de verschillende entiteiten hebben. Een entiteit valt te omschrijven als 'iets van belang' zoals een zaak, een persoon, een voorval, een begrip enzovoorts waarover een organisatie gegevens zou kunnen vastleggen. Een attribuut is een elementair gegeven dat een eigenschap van een entiteit weergeeft. Van de entiteit 'klant' kan 'klantnaam' bijvoorbeeld een attribuut zijn. Normaal gesproken heeft een entiteit een attribuut die de primaire sleutel (*primary key*) ervan vormt. Elk gegevensrecord krijgt via dit attribuut een unieke onderscheidende waarde. Van de entiteit 'klant' zou bijvoorbeeld 'klantnummer' de primaire sleutel kunnen zijn. Middels deze sleutel kan een bepaalde klant worden verbonden met een gegevensrecord van een andere entiteit. Onder een andere entiteit kan dit attribuut terugkomen als zogenaamde *foreign key*. Zo kunnen gegevensrecords van de entiteit 'order' met de entiteit 'klant' middels het 'klantnummer' worden

verbonden, doordat 'klantnummer' als foreign key een attribuut is van de entiteit order.

Figuur 14 geeft een simpel ER (Entiteit-Relatie) diagram met bijbehorende tabellen weer. De tabellen in dit figuur vormen de entiteiten en de rijen de attributen. De hanenpoot tussen 'klant' en 'order' geeft aan dat één klant meerdere orders kan hebben. Het type relatie tussen de entiteiten, in dit geval 'HEEFT', wordt niet expliciet in de database benoemd. De semantische samenhang tussen de entiteiten is besloten in de manier waarop de attributen met elkaar corresponderen.



Figuur 14: ER Diagram met tabel

Naast relationele databasemanagement systemen bestaan er ook objectgeoriënteerde databasemanagementsystemen (OODBMS'en), deze worden gebruikt in CAD/CAM toepassingen (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Hierin kunnen gegevens met verschillende eigenschappen worden opgeslagen zoals vector graphics. OODBMS'en zijn qua concept nog volop in ontwikkeling, er is dan ook geen universele standaard die beschrijft waaraan een objectgeoriënteerde database moet voldoen. Atkinson et al. hebben een invloedrijk essay geschreven over de eisen waaraan een OODBMS moet voldoen (1995). Kort samengevat moet het een systeem zijn dat ondersteuning biedt voor het modelleren en creëren van data in de vorm van objecten. Hierbij hoort ondersteuning voor klassen van objecten, overervingsmethodes van eigenschappen naar subklassen en de bijbehorende objecten.

Het zojuist omschreven concept van een OODBMS kan worden toegepast op een RDBMS, er ontstaat dan een ORDBMS. Van hieruit valt snel uit te leggen wat een OODBMS kan. Een ORDBMS werkt ook met entiteiten en attributen. Tussen de entiteiten van een ORDBMS is een taxonomie aangebracht door een attribuut op te nemen, die beschrijft tot welke klasse de entiteit behoort en welke eigenschap het toevoegt en overneemt (overerft), van de klassen waarnaar het verwijst. In een systeem kan hiermee bijvoorbeeld een klasse dier worden gedefinieerd die bepaalde attributen heeft als 'levend wezen' en 'inademen van zuurstof en uitademen van koolstofdioxide'. Een subklasse hiervan zou dan bijvoorbeeld 'zoogdier' kunnen zijn, deze breidt de klasse 'dier' uit met het extra attribuut 'dier dat voor zijn jongen zorgt' enzovoorts. Een 'zoogdier' erft de eigenschap van 'dier', dus heeft het automatisch door de objectgeoriënteerde verordening de attributen 'levend', 'zuurstof inademen en koolstofdioxide uitademen' gekregen.

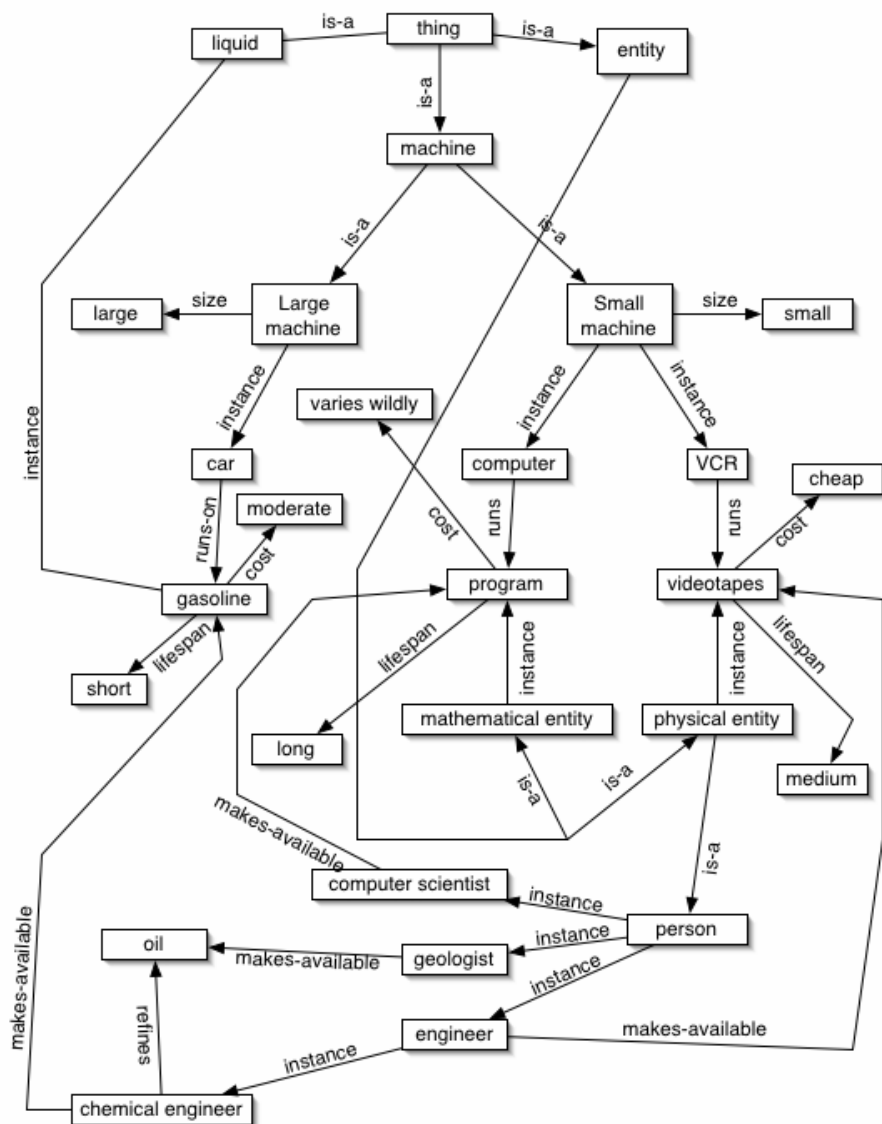
Een voordeel van ORDBMS'en ten opzichte van reguliere RDBMS'en is dat er naast kwantitatieve relaties tussen entiteiten ook kwalitatieve relaties kunnen worden benoemd. In een ORDBMS zijn relaties absoluut, waardoor gegevens worden ingedeeld met een soort een 'hokjesmentaliteit'. In niet formeel

definieerbare domeinen zal deze modellering vaak te rigide blijken. Stel dat er een personeelsdatabase wordt ontworpen om competenties van werknemers te classificeren. Er moeten dan onwenselijk strikte keuzes worden gemaakt bij het benoemen van entiteiten en attributen; moet iemand die een keer een website heeft gemaakt worden ingedeeld in de klasse webdesigner? Is iemand die zeven jaar geleden monteur was van heftrucks nog steeds competent? In een RDBMS kan dergelijke informatie bijvoorbeeld worden weergegeven onder een entiteit als 'curriculum vitae', waarin dergelijke informatie in de attributen wordt beschreven, de kwalitatieve relatie wordt hiermee ontweken, dit gaat echter ten koste van het weergegeven van semantische samenhang tussen de entiteiten.

5.2.2 Het semantische net

Een klassieke vorm om kennis te representeren bij technieken die vallen onder artificiële intelligentie zijn semantische netten. Zo'n net representeert kennis van een domein door relaties tussen bepaalde nodes te benoemen. Figuur 15 op de volgende bladzijde geeft weer hoe een dergelijke representatie eruit kan zien. Het getoonde net is opgebouwd volgens de AKO(a-kind-of) hiërarchie. Hierin is aangegeven op welke wijze concepten met elkaar zijn verbonden, welke attributen ze hebben en welke instances (specifieke dragers, of fenomenen uit de werkelijkheid die voldoen aan de omschrijving van het concept) bestaan (Dym & Levitt, 1991, 129-161). De kritiek die is geleverd op de representatiemogelijkheden van OODBMS systemen is ook hier van toepassing; doordat in het net expliciete kwalitatieve relaties worden benoemd, kunnen zachtere relaties niet worden aanbracht. Onder een zachte relatie versta ik een relatie die slechts is uit te drukken met een tacit component. Een ander nadeel is van praktische aard: wanneer kennis in kaart moet worden gebracht, dan ontstaat er al heel snel een gigantisch netwerk met vele nodes met ongelooflijk veel relaties, met als gevolg dat het snel niet meer interpreteerbaar is door enkel de omvang.

Om dit laatste probleem te omzeilen is er een speciale variant van het semantisch net ontwikkeld. Deze is gebaseerd op frames en ontworpen om informatie overload te beperken, zonder in te boeten aan expressieve kracht. Frame gebaseerde representatie poogt slechts kennis van een specifiek domein te modelleren en andere niet-relevante informatie te verbergen. Daarnaast zijn er een aantal specifieke regels die ordening in het net moeten aanbrengen. Entiteiten worden als objecten benoemd, deze objecten kunnen vervolgens een relatie hebben met bepaalde attributen die de eigenschappen van objecten beschrijven. Vervolgens erven hiërarchisch lager gelegen objecten de eigenschappen van hoger gelegen attributen, net zoals in een OODBMS. In specifieke kennisdomeinen waarin met name expliciete dat-kennis een rol speelt kunnen zulke framegebaseerde representatietechnieken zinvol zijn.



Figuur 15: Een semantisch net

5.2.3 Scripts

De tot nu toe besproken technieken zijn vooral ontwikkeld en geschikt voor het opslaan van dat-kennis. De technieken bieden mogelijkheden om feitelijke kennis te interrelateren om hiermee zoveel mogelijk semantische samenhang tussen de gegevens te ontsluiten. Er is nog niet ingegaan op representatietechnieken van hoe-kennis. Dat het representeren hiervan in informatiesystemen problemen zal opleveren, kan na de theorie uit hoofdstuk twee worden verwacht. Met onder meer Ryle's regressie argument is reeds betoogd dat hoe-kennis niet terug valt te voeren op dat-kennis. Zo valt er bijvoorbeeld niet afdoende door feiten weer te voeren op dat-kennis. Zo valt er bijvoorbeeld niet afdoende door feiten weer te hoe iemand moet fietsen. Het kennis nemen van een verzameling feiten zal iemand niet in staat stellen op de fiets te stappen en weg te rijden.

Toch zijn er technieken die pogen hoe-kennis op deze wijze vast te leggen. Deze zijn gericht op het weergeven van hoe-kennis uit een beperkt kennisdomein. Met een zogenoemd script worden opeenvolgensrelaties van

activiteiten en gebeurtenissen weergegeven. Hiermee wordt een handelingsvoorschrift geconstitueerd dat weergeeft wanneer welke stap genomen moet worden. Een script geeft richtlijnen voor de wijze waarop gehandeld moet worden in een bepaalde context. Er wordt daarbij vertrouwd op de verwerker van het script om de handeling te doorgronden en te interpreteren.

Met deze handelingsvoorschriften werd eind jaren zeventig en begin jaren tachtig gepoogd om kennis van experts expliciet te maken middels expertsystemen. Er heerste veel optimisme over de representatie mogelijkheden van expertkennis middels productieregels van de vorm: 'ALS conditie DAN actie.' Er zijn allerlei expertsystemen gebouwd met de belofte dat experts overbodig zouden worden wanneer ze eenmaal hun kennis aan het systeem hebben afgestaan. Tegenwoordig bestaan dergelijke systemen nog steeds niet of nauwelijks. De destijds gemaakte beloftes zijn vaak niet, of slechts ten dele waargemaakt. Dit viel vaak te wijten aan het feit dat er geen *gezond verstand* en alledaagse kennis in dergelijke scripts is verwerkt, het soort tacit kennis dat als aangenomen wordt beschouwd (zie par. 2.3). Hierdoor kunnen expertsystemen die werken met scripts in een enigszins afwijkende situatie al niet meer op de juiste wijze beschrijven hoe gehandeld moet worden.

Een beroemd script is het restaurantscript dat in 1977 is ontwikkeld door Schank en Abelson (Dreyfus & Dreyfus, 1986, 83-84). Dit script beschrijft de normale gang van zaken vanaf het moment dat een klant een restaurant binnenkomt, tot aan het afrekenen en het vertrek van de klant. Wanneer een dergelijk script zo wordt geschreven dat men nauwgezet beschrijft hoe men zich moet gedragen in een restaurant, dan is het toch mogelijk dat er situaties optreden die niet zijn voorzien in het script. Hierdoor kan er een onwenselijke opeenvolging van regels plaatsvinden. Zo zal in het script waarschijnlijk niet zijn beschreven dat men gekleed dient te verschijnen, dat mensen aan een tafel zitten, welk stemvolume gepast is, welke leeftijd is vereist enzovoorts. Wanneer dergelijke informatie in een script moet worden verwerkt dan wordt het snel enorm groot, de scripts moeten dan regels die normaal gesproken automatisch door het gezond verstand worden ingegeven bevatten. Gesteld dat een script niet een oninterpreteerbare grootte inneemt bij het weergeven van een domein dan blijft dus de vraag in hoeverre benodigde kennis valt te expliciteren in handelingsvoorschriften. Ook hier geldt dat er allerlei tacit kennis nodig is, die wordt toegepast zonder dat deze onder woorden of in expliciete vorm kan worden gebracht.

Scripts hebben dus twee beperkingen. Ze kunnen alleen van een beperkt domein kennis representeren en van dat domein alleen een beperkt aantal relevante feiten of handelingsvoorschriften bevatten. Bij het activeren van een script moet tussen de regels door worden gelezen om een handeling te kunnen uitvoeren. Impliciet wordt er van interpretators verwacht dat ze zichzelf bedienen van benodigde tacit (triviale) kennis. In paragraaf 5.3 zal uitgebreider worden betoogd dat computersystemen niet in staat zijn deze tacit kennis te vormen. Hier wil ik alvast aanstippen dat scripts slechts kunnen functioneren in een domein waarin tacit kennis en gezond verstand geen rol spelen.

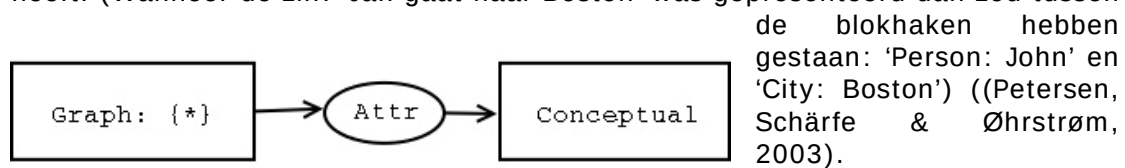
5.2.4 Conceptuele grafen

Alle representatietechnieken hebben hun eigen krachten en zwaktes. Dit is in hoofdstuk vier al beweerd en blijkt ook te gelden voor de technieken in informatiesystemen. De meest opvallende van de hier besproken technieken is het script, omdat deze zich richt op het weergeven van hoe-kennis. De zwakte van deze representatietechniek zit vooral in het feit dat hoe-kennis niet weer valt te geven als dat-kennis (zie hoofdstuk twee). Bij het behandelen van de andere technieken heb ik gaandeweg beweerd dat RDBMS systemen te kort schieten in het benoemen van kwalitatieve relaties en dat ORDBMS'en dit te rigide doen. Daarnaast is beweerd dat semantische netten beperkt inzetbaar zijn omdat tacit

relaties er niet in kunnen worden benoemd en de omvang ervan onhandelbaar wordt.

Het is in deze scriptie vooral interessant om te kijken naar de mogelijkheden die informatiesystemen *wel* kunnen bieden bij het uitwisselen van kennis. Daarom is het wenselijk om te analyseren op welke wijze de sterke kanten van verschillende representatietechnieken gecombineerd kunnen worden. Dit wordt gepoogd in de techniek genaamd conceptuele grafen. Conceptuele grafen zijn gebaseerd op existentiële grafen van Peirce (Roberts, 1973) en semantische netwerken. Het doel van de grafen is het weergeven van betekenis in een vorm die logisch precies, menselijk leesbaar en computertechisch traceerbaar is (Lutters, 2001).

In een conceptuele graaf wordt een relatie tussen concepten weergegeven zoals in figuur 16. Dit simpele voorbeeld representeert het begrip 'conceptuele graaf'. De vierkante blokken beschrijven de entiteiten en de ovale cirkel het type relatie. Het sterretje bij het blok Graph: (*) betekent dat Graph geen specifiek type heeft. (Wanneer de zin: 'Jan gaat naar Boston' was gepresenteerd dan zou tussen



Figuur 16: Conceptuele graaf

Tussen de concepten in staat altijd een relatie die beschrijft hoe de concepten met elkaar zijn verbonden. Meerdere conceptuele grafen kunnen met elkaar via relaties worden verbonden, waardoor er een netwerk ontstaat waarin vele soorten en typen concepten zijn gerelateerd. Op deze wijze kan de semantische samenhang tussen de concepten worden weergegeven. Dit kan ook nog eens met behulp van predikaatlogica doordat de typen relaties die mogelijk zijn in een graaf, niet alleen aan kunnen geven hoe de graaf gelezen moet worden, maar ook kwantitatieve relaties als groter en kleiner kunnen weergeven. Een andere belangrijke eigenschap van conceptuele grafen is de mogelijkheid te definiëren hoe de gegevens begrepen moeten worden. Met een graaf is namelijk een ontologie verbonden die de kwaliteiten en eigenschappen van categorieën definieert. Elk concept valt onder een categorie en erft de eigenschappen van de in de ontologie gedefinieerde conceptuele grafen. Een ontologie moet in deze context worden begrepen als de karakterisering van het kader waarbinnen structuren van kennis over dingen die bestaan. Deze wordt gevormd door een categorisatie op basis van de essentiële (in ieder geval de relevante en/of cognitieve) kwaliteiten. Het domein waarbinnen gegevens moeten worden geplaatst wordt ermee beschreven. Een ontologie is een soort *metabase* die als laag over de gegevens heen ligt en aanwijst hoe ze geplaatst moeten worden. Ik gebruik het woord metabase om aan te geven dat deze gegevens de uiteindelijk te representeren data als het ware overkoepelen. Door middel van een metabase is niet de gehele wereld beschreven, het dient ter beschrijving van de locale context van een domein.

5.2.5 Aanbevelingen voor de gegevenslaag

Conceptuele grafen bieden van de behandelde representatievormen de meeste mogelijkheden om semantische samenhang tussen gegevens te representeren. Het interpretatieprobleem uit hoofdstuk drie, veroorzaakt door subjectieve ontologieën, wordt hierdoor beperkt. De gebruiker wordt met de ontologische informatie de kans worden geboden de informatie in de juiste context te plaatsen. Met andere woorden: iemand kan de tot het informatiesysteem behorende ontologie verkennen, voordat hij informatie uit het systeem opneemt. Stel: er bestaat een informatiesysteem waarin producten zoals servies en eetgerei zijn opgenomen die kunnen worden besteld door bezoekers van een website. Een

gebruiker die door het systeem navigeert, ziet op een gegeven moment een lepel staan en is onbekend met het concept. In het systeem zou dan de volgende ontologische informatie kunnen worden weergegeven:

- Onderdeel van bestek.
- Heeft komvormige metalen bek met daaraan een steel.
- Afmetingen: totale lengte +/- 20 cm, breedte kom +/- 5 cm kom, breedte steel 1.5 cm.
- Om vloeibare stoffen naar de mond te brengen.

Hiermee wordt zowel de categorisatie waaronder het concept lepel valt weergegeven, als de fysieke configuratie en de functie van het werktuig. Het kan natuurlijk zijn dat iemand met behulp van deze ontologische informatie nog steeds het concept lepel niet kan interpreteren, doordat hij bijvoorbeeld niet weet waarnaar het concept komvorm of steel verwijst. Normaal gesproken zou het te ver voeren om van deze concepten wederom ontologische informatie aan te leveren. Laat staan dat het nodig is om van de concepten die in deze informatie wordt gebruikt vervolgens weer ontologische informatie te laten zien. Op deze wijze zou er een regressie optreden die uitmondt in het beschrijven van de hele wereld. Mijns inziens kan onder normale condities worden volstaan met het weergeven van ontologische informatie betreffende het gebruikte concept. In het paragraaf 6.1.2 en 6.2 wordt nader omschreven wanneer en op welke wijze ontologische beschrijvingen ingezet moeten worden.

Hiermee zijn niet alle problemen die in deze scriptie zijn genoemd ten aanzien van kennisuitwisseling opgelost. De ontologie verschaft weliswaar het kader waarbinnen de informatie moet worden begrepen, het maakt nog niet mogelijk dat alle tacit kennis gerepresenteerd kan worden in een graaf. In hoofdstuk twee werden als vormen van tacit kennis genoemd: achtergrondkennis die voor aangenomen wordt beschouwd, kennis die niet kosteloos gearticuleerd kan worden en kennis over zaken waarvan niemand precies weet wat het is. Met name de benodigde tacit kennis van de aangenomen vorm wordt met een expliciete ontologie benoemd. Andere vormen van tacit kennis worden hiermee niet ontsloten, de ontologische informatie kan wel aanwijzingen geven over de tot de gegevens behorende onuitsprekbare tacit kennis. In ieder geval kan hier worden gesteld dat in formele en technische definieerbare domeinen interpretatieproblemen dankzij de ingebouwde ontologie vaak kunnen worden voorkomen.

5.3 Business Logic

In business logic zijn bedrijfsprocessen beschreven en de gewenste interacties met de interface- en gegevenslaag. Van belang voor de mogelijkheden van de business logic laag zijn de gebruikte programmeertaal, de computerhardware en de technieken die ermee ontworpen kunnen worden. Om te begrijpen in hoeverre de business logic laag data en informatie kan manipuleren wil ik de algemene mogelijkheden die een computer hiervoor heeft behandelen.

5.3.1 Opbouw en mogelijkheden van de business logic laag

Net is genoemd dat de mogelijkheden en beperkingen van de business logic laag, naast de hardware, zijn besloten in de gekozen programmeertaal. De meeste moderne talen die tegenwoordig worden toegepast in professionele systemen zijn vaak objectgeoriënteerd. Het concept objectgeoriënteerd is ter sprake gekomen in paragraaf 5.2.1, bij het bespreken van objectgeoriënteerde databases. In een objectgeoriënteerde programmeertaal kunnen op dezelfde wijze klassen worden aangemaakt. Hierin worden objecten met bepaalde eigenschappen gedefinieerd, die vervolgens eigenschappen overnemen en/of toevoegen aan een klasse. De objecten kunnen worden gezien als functionele eenheden die informatie kunnen

verwerken. Door gebruik te maken van deze objecten kunnen complexe systemen ordentelijk worden geprogrammeerd.

Met behulp van programmeertalen kunnen naast 'gewone' applicaties ook technieken worden ontwikkeld die vallen onder artificiële intelligentie. Deze zijn vaak gebaseerd op het idee dat hiermee de semantiek van de informatie kan worden bevat, of dat in een stroom gegevens relevante en betekenisvolle patronen kunnen worden ontdekt. Een voorbeeld van systemen die pretenderen kennis en de semantische betekenis ervan te bevatten zijn de eerder genoemde expertsystemen. Belangrijk is nogmaals te vermelden dat de claims die werden gemaakt door de leveranciers van zulke systemen ten aanzien van het nabootsen van menselijke intelligentie vaak niet reëel waren. Dit zal dadelijk aan de hand van Dreyfus & Dreyfus nader worden verklaard.

Het tweede type artificiële intelligentie, waarmee betekenisvolle gegevens kunnen worden ontdekt, wordt toegepast in tekst- en spraakherkenning en technieken als data mining. Data mining is het toepassen van een bepaald algoritme (geprogrammeerde procedure) om patronen te ontdekken in (grote) datastromen die voor het menselijk oog vaak niet, of moeilijk zijn te ontdekken. Er bestaan allerlei commerciële softwarepakketten die van deze techniek gebruik maken. Daarnaast is spraakherkenningstechnieken tegenwoordig steeds succesvoller. Zo is er inmiddels behoorlijk goed functionerende spraakherkenningsoftware, zoals Dragon Naturally Speaking.

Om te begrijpen waarom een informatiesysteem onderhevig is aan bepaalde beperkingen en waarom het juist goed kan functioneren in andere activiteiten, wordt het functioneren van een computer op conceptueel vlak geformuleerd. Dit wordt gedaan met behulp van Newell en Simon. Zij hebben een vaak geciteerde beschrijving van een fysisch symboolsysteem gegeven die verenigbaar is met de wijze waarop een computersysteem werkt (1976). De omschrijving van een dergelijk systeem kan worden gevonden in paragraaf 1.2.2. Hieruit volgt dat een computer alleen maar formele symbolen kan manipuleren. Er zal worden gesteld dat een computer hierdoor is beperkt in de mogelijkheden om bepaalde intelligente processen uit te voeren.

5.3.2 Van beginnening naar expert

De zojuist gemaakte stelling zal worden toegelicht met behulp van een studie van Hubert en Stuart Dreyfus (1986, 16-54; 2004). Deze twee broers zijn respectievelijk professor filosofie en informatica aan de universiteit van Californië in Berkeley. Met name Hubert Dreyfus heeft een reputatie opgebouwd rond het benoemen van mogelijkheden en beperkingen van artificiële intelligentie, en het toepassen hiervan in expertsystemen. De hier behandelde teksten zijn geschreven om de beperkingen van artificiële intelligentie in expertsystemen te verduidelijken. Deze inzichten zijn hier ook van belang, om vast te stellen in hoeverre een informatiesysteem intelligent om kan gaan met informatie. Dat de (tacit) kennis van een expert niet in een informatiesysteem kan worden toegepast mag na hoofdstuk twee, drie en vier inmiddels duidelijk zijn geworden. De toevoeging van Dreyfus & Dreyfus is dat ze een manier beschrijven waarmee kan worden 'vastgesteld' in hoeverre een computersysteem betrouwbaar kan worden ingezet bij het actief manipuleren van informatie. Ze beschrijven vijf stadia die illustreren hoe een vaardigheid wordt verworven bij mensen. Middels deze stadia wordt gradueel geschetst hoe informatie verweven raakt in een kennislichaam van een bepaald domein.

Hieronder worden de stadia zoals door Dreyfus & Dreyfus beschreven beknopt samengevat. Telkens zal in elk stadium een door mij bewerkt voorbeeld van hen worden gegeven, dat is gerelateerd aan een lichamelijke en een cognitieve vaardigheid. Hierna zal worden geanalyseerd welk niveau een computer kan halen en welke implicaties dit heeft voor het intelligent manipuleren van kennis.

Beginneling

Bij het aanleren van een vaardigheid aan een beginneling, die geen relevante ervaring bezit, worden allereerst zo contextvrij mogelijke en objectieve regels geïntroduceerd. De regels beschrijven welke acties ondernomen moeten worden en wanneer bepaalde condities zich voordoen, net als in een computerprogramma. Zo wordt een leerling tijdens het leren besturen van een auto verteld bij hoeveel toeren hij dient te schakelen en wordt een beginnende schaakspeler uitgelegd wat de waarde is van de verschillende schaakstukken.

Geoefende beginner

In dit stadium leert iemand omgaan met echte situaties en leert hij betekenisvolle signalen te herkennen. Daarnaast leert hij gesitueerde aspecten te onderscheiden van contextvrije aspecten.

Voorbeelden van dergelijke herkenning zijn 'weten wanneer te schakelen' op basis van het motorgeluid en het herkennen van het unieke blafgeluid van een bepaalde hond. Wanneer het geblaf op een oscilloscoop zou worden opgenomen, dan zijn er onderscheidende feiten over de golven te zien. Het is echter niet zo dat iemand dergelijke feiten bewust aanroept, of tot zijn beschikking heeft, wanneer hij deze geluiden herkent. Ook bij andere cognitieve vaardigheden is de herkenning van betekenisvolle aspecten aan de orde, een schaakspeler kan bijvoorbeeld in een oogopslag gesitueerde bordposities als een sterke pionnenstructuur herkennen of een zwakke verdediginglijn rondom de koning identificeren.

Competente beoefenaar

Wanneer een student het stadium van competente beoefenaar bereikt, dan heeft deze een overweldigende hoeveelheid potentieel relevante elementen leren onderscheiden. Hij heeft nog wel moeite met het onderscheiden van wat in welke situatie relevant is. Om hiermee toch om te kunnen gaan hanteert de student strategieën waarmee hij zijn kennis gericht kan toepassen. Deze strategieën kunnen op zichzelf weer nieuwe regels en maximen zijn. Welke strategie gepast is hangt af van subtiele situationele factoren. Deze factoren worden door de student aanvoeld en ingeschat. Dit is een vermogen dat de beginneling niet bezit.

Een competente chauffeur kan bij het besturen van een auto ervoor kiezen om normaal gesproken rustig, geduldig en afwachtend te rijden. Het kan echter zo zijn dat hij een onhandige situatie wil voorkomen in het verkeer. Hierop kan hij zijn strategie aanpassen naar haastig, pro-actief en driftig rijgedrag. Hiervoor moet hij aanvoelen wat de gepaste en meest succesvolle strategie is. Hij kan dan niet terugvallen op kant en klare regels. Daarvoor is in het verkeer vaak ook geen tijd. Een schaakspeler die competent is, en dus slechts gebruik maakt van rationele en analytische methoden die aangeven wanneer welke strategie moet worden toegepast, zal niet het niveau van een schaakmeester bereiken. Hiervoor is het spel te complex, een complete analyse zal door de complexiteit van het schaakspel nimmer kunnen worden gemaakt (zie paragraaf 2.1.2). Een ware schaakmeester moet zich noodzakelijk bedienen van intuïtie, oftewel hoe-kennis om te bepalen hoe hij zijn spel moet ontwikkelen in een gegeven situatie.

Vakkundige

Iemand die vakkundig een vaardigheid beoefent, bedient zich van ervaringskennis gecombineerd met theoretische inzichten. Hij volgt niet slechts regels op en maakt niet alleen 'bewuste' keuzes om zijn doel te bereiken. Hij kan gevoelsmatig verschillende situaties onderscheiden en vervolgens analyseren welke actie het meest gepast is. Hij beseft intuïtief in welke situatie hij zich bevindt en bedient zich vervolgens van regels om te bepalen hoe hij een gewenst doel moet bereiken.

Een vakkundige chauffeur die een bocht nadert op een regenachtige dag voelt bijna onmiddellijk aan dat hij gevaarlijk hard rijdt. Hij moet dan beslissen of hij moet remmen, slechts het gas moet loslaten, of alleen maar minder gas hoeft te geven om op gepaste wijze snelheid te minderen. Een competente chauffeur moet eerst de scherpte van de bocht inschatten, dan de hieruit voortvloeiende gravitatiekrachten en de conditie van het wegdek beschouwen om vervolgens pas overtuigd te kunnen beslissen op welke wijze hij de auto door de bocht stuurt. Een vakkundige schaakspeler, geklasseerd als meester, herkent op een soortgelijke wijze een enorm repertoire aan spelposities. Hierna moet hij analyseren wat de beste zet is om het spel voort te zetten. Zo kan op basis van intuïtie worden besloten om aan te vallen, of om juist de verdediging te versterken.

Expert

Iemand die expertise heeft van een bepaalde vaardigheid, voelt aan hoe hij in een bepaalde situatie moet handelen om zijn doel te bereiken. Hij maakt gebruik van holistische discriminatie om situaties te onderscheiden. Dit gebeurt vrijwel onmiddellijk en vergt geen actieve inferenties van de expert, wat mogelijk is doordat hij in vele verschillende situaties problemen heeft moeten oplossen. Hij is zich als het ware net zo bewust van zijn vaardigheid, als van zijn eigen lichaam.

Een expert autochauffeur voelt zich één met de auto, hij hoeft niet na te denken bij het besturen van de auto en hoeft niet actief te anticiperen op het gedrag van de auto. Zonder actief na te denken, beweegt hij op succesvolle wijze het voertuig door verschillende verkeerssituaties, het autorijden is voor hem net als lopen en praten. De expert schaker, de (internationale) grootmeester, beleeft het schaakspel middels emoties als hoop, angst en verwachtingen. Een bepaalde bordpositie kan hij als het ware op dezelfde manier herkennen als een gezicht.

5.3.3 Implicaties voor datamanipulatie

De vijf stadia die zojuist zijn beschreven laten zien op welke wijze dat-kennis, in de vorm van regels gradueel over kan vloeien in hoe-kennis. De wijze waarop een expert intuïtief en gevoelsmatig handelt, komt overeen met de manier waarop Ryle het toepassen van hoe-kennis beschreef. Tot en met het derde stadium, dat van competente beoefenaar, is het bezitten en toepassen van de vaardigheid gebaseerd op rationele processen die terug zijn te voeren op dat-kennis. Het vierde stadium is transitioneel, daar wordt deels gebruik gemaakt van expliciete kennis en deels van intuïtie. In het vijfde stadium, op het niveau van een expert, wordt zelfs irrationeel gehandeld, op basis van gevoel en herkenning.

Gedigitaliseerde kennis, informatie dus, weergegeven in een regel wordt gebruikt tot het derde stadium. Kwaliteiten die nodig zijn om een vakkundige of expert te worden kunnen niet expliciet worden gevangen in 'weten dat' regels. Tot het niveau van een competente beoefenaar kan met externe kennisrepresentatie expliciete informatie afdoende worden gerepresenteerd. Dreyfus & Dreyfus suggereren dat een computer daarom nooit een hogere vorm van kennismanipulatie kan beoefenen dan een competente beoefenaar (Dreyfus & Dreyfus, 1986, 48-51). Deze beperking ligt besloten in de architectuur van de computer. Deze kan alleen met formele en vaststaande regels symboolstructuren bewerken en manipuleren.

De computer is als het ware gevangene van zijn eigen regels. Dit houdt niet in dat een computer niet kan leren, of reflecteren over gegevens die het bewerkt. Zoals gezegd: technieken als data mining kunnen en worden succesvol toegepast om gecomputeriseerd patronen te ontdekken in (grote) datastromen die voor het menselijk oog vaak niet, of moeilijk vallen te ontdekken. Wat een computersysteem niet kan, is zoals een expert gegevens interpreteren en reflecteren over een situatie op basis van gevoel en intuïtie. Het kan slechts via eerder vastgelegde formele regels reflecteren over het eigen functioneren.

5.4 Interface

De interface is het gedeelte van het informatiesysteem waarmee de gebruiker uiteindelijk te maken krijgt. Hiermee kunnen gegevens worden ingevoerd of gepresenteerd aan de gebruiker. Over de wijze waarop een goede interface gebouwd moet worden, is allerlei literatuur beschikbaar. Deze richt zich vaak op hoe een intuïtieve, gebruiksvriendelijke en doeltreffende interface gebouwd moet worden. Hoewel deze aspecten belangrijk zijn en vaak het succes van een informatiesysteem zullen bepalen, wordt hier op dergelijke ergonomische aspecten niet ingegaan. Ik wil me beperken tot de cognitieve aspecten die van belang zijn en een aantal aanwijzingen voor het ontwerpen en gebruiken van een interface weergeven.

5.4.1 Aandachtspunten voor de userinterface

De userinterface is het gedeelte van het systeem dat de communicatie met de gebruiker verzorgt. Belangrijk om te realiseren is dat de aard van communicatie tussen mensen anders is dan tussen computer en gebruiker. Lucy Suchman bespreekt in een studie op dit gebied de mogelijkheden en beperkingen van mens-computer interactie (1987). Zij merkt op dat een computer slechts geconditioneerd kan reageren op basis van input van de gebruiker, dit zit volgens haar besloten in het ontwerp van de userinterface. Tijdens het ontwerp wordt besloten hoe functionaliteit wordt aangeboden en vervolgens worden aan de hand hiervan een aantal gelimiteerde en statische communicatiemogelijkheden in de interface gebouwd. Wanneer deze mogelijkheden goed aansluiten op de verwachtingen van de gebruiker, dan is er sprake van een intuïtieve gebruikersinterface.

Het probleem is volgens Suchman echter, dat het gebruik plaatsvindt in *gesitueerde acties* en deze kunnen van tevoren door de ontwerper van de interface verkeerd worden ingeschat. Met de term *gesitueerde actie* wordt bedoeld op de bevinding van Suchman dat elke handeling op een essentiële manier afhangt van de benodigdheden en sociale omstandigheden waarin een gebruiker zich bevindt (p. 50).

De ontwerper moet volgens haar zoveel mogelijk anticiperen op aannemelijke *gesitueerde acties*. Suchman geeft het praktische advies om veel te testen met de interface voordat het in gebruik wordt genomen (p. 189). Dit advies wordt in het systeemontwerp doorgaans opgevolgd. In de ontwerpmethodologie SDM-TIS (Software Development Methodology for Technical Information Systems) wordt bijvoorbeeld ook aangeraden om te beginnen met het ontwerpen van userinterfaces, alvorens de rest van het systeem te ontwerpen (Eilers, 1990). De initieel ontworpen interface dient in deze methode als een prototype en wordt gedurende het ontwerpproces telkens bijgeschaafd op basis van feedback van de beoogde gebruikers. Deze werkwijze staat ook bekend onder prototyping door middel van iteratief design (Sauter, 2000).

Het is dus van belang dat de ontwerper van een systeem test of de intenties waarmee hij een userinterface ontwerpt, aansluiten bij de verwachtingen die een gebruiker heeft tijdens interactie met het systeem. Dit is ook hetgeen Suchman verstaat onder rekening houden met *gesitueerde acties* bij het gebruiken van een geautomatiseerd systeem. Ik wil hieraan graag toevoegen dat niet alleen de *gesitueerde actie* een rol speelt bij het juist interpreteren van een informatie, maar dat ook de *subjectieve ontologie*. Deze opmerking presenteert zich als het ware zelf. De rol van *subjectieve ontologieën* bij het interpreteren van extern gerepresenteerde informatie is besproken in hoofdstuk vier en is zojuist ook al aangehaald bij het bespreken van de gegevenslaag. Daar merkte ik op dat het van belang is dat er een expliciete ontologie met de informatie in het systeem blijft verbonden. Deze ontologie moet uiteindelijk via de interface oproepbaar en inzichtelijk zijn voor een gebruiker. Op concreet vlak heeft dit mijns inziens twee gevolgen voor de wijze waarop de interface moet worden ontworpen. Ten eerste

moet het mogelijk zijn de ontstaanscontext, de bron, van de aangeboden informatie direct op te vragen. Ten tweede moet het mogelijk zijn om een ontologische omschrijving van het attribuut waartoe aangeboden informatie behoort rechtstreeks op te vragen.

Tot slot wil ik nog een andere opmerking maken. In de praktijk komt het nog al eens voor dat informatiesystemen met elkaar worden verbonden. Vaak betekent dit dat verschillende systemen informatie presenteren van elkanders gegevenslaag, waardoor informatie wordt aangeboden middels een andere interface. Ook hierdoor kunnen interpretatieproblemen ontstaan; de impliciete betekenis die de interface toekent aan de informatie verdwijnt en maakt plaats voor een andere. Wat ik hiermee bedoel, zal snel duidelijk worden wanneer men denkt aan hoe de titel van een opgeblazen krantenkop een overtrokken indruk bij de lezer ervan kan losmaken. Een interface kan hetzelfde effect teweeg brengen door prominent bepaalde gegevens in beeld te brengen. Wanneer dezelfde prominente gegevens in een nieuwe interfacelaag ergens achteraf in beeld worden gebracht, dan heeft dit gevolgen voor de wijze waarop ze worden geïnterpreteerd. Wanneer verschillende informatiesystemen gebruik maken van dezelfde gegevenslaag, dan is het aan te bevelen dat de interface die tot de gegevens behoort wordt meegeleverd. Bij het samenvoegen van informatiesystemen moeten dus niet alleen de gegevens worden gekoppeld, de interfaces waarin de gegevens van origine waren gepresenteerd moet zoveel mogelijk gehandhaafd blijven.

5.4.2 Aanbevelingen voor de userinterface

Samengevat wil ik dus drie aanbevelingen maken. Ten eerste dat bij het ontwerpen van een interface middels iteratief design zoveel mogelijk op gesitueerde acties worden geanticipeerd. Hierdoor kan de interface middels feedback van de gebruiker worden aangepast, totdat er een zo succesvol mogelijk design is. De tweede aanbeveling is dat de ontologie, behorende bij de informatie in een systeem, beschikbaar moet zijn voor de gebruiker. Dit moet op twee manieren geschieden: er moet een omschrijving van de attributen waartoe de informatie behoort voorhanden zijn en de afkomst van de informatie moet beschikbaar zijn. De derde aanbeveling luidt dat het van belang is, dat in het geval informatie uit een gegevenslaag van een informatiesysteem wordt gepresenteerd in een ander systeem, de interface waarin de informatie van origine werd gepresenteerd niet veranderd.

5.5 Conclusie

In dit hoofdstuk is omschreven wat een informatiesysteem is, welke soorten systemen bestaan en hoe ze technisch zijn opgebouwd. Bij het analyseren van de opbouw is besproken hoe de drie lagen in het informatiesystemen kennisrepresentatie en -uitwisseling kunnen beïnvloeden. De belangrijkste laag in dit opzicht kan de gegevenslaag worden genoemd, hieraan is dan ook de meeste aandacht besteed. In deze laag vindt de eigenlijke kennisrepresentatie plaats, uiteindelijk hangen de mogelijkheden van de andere twee lagen hiervan af.

De belangrijkste inzichten uit dit hoofdstuk komen uit de paragrafen 5.2, 5.3 en 5.4. In paragraaf 5.2 is vastgesteld dat de voorkeur wordt gegeven aan conceptuele grafen boven de besproken technieken. Hiermee kan semantische samenhang het best worden weergegeven. Het is mogelijk om hierin de aangenomen vorm van tacit kennis expliciet te maken, dankzij het gebruik van een ontologie die als een soort metabase over de gegevens heen ligt. In domeinen waarin de andere vormen van tacit kennis (de onuitspreekbare en de niet kosteloos articuleerbare) geen rol spelen, moet het dan dus mogelijk zijn kennis volledig als informatie te representeren. De interpretatieproblemen waaraan informatiesystemen onderhevig zijn worden dan gemeden. Er is gesteld dat ontologische informatie moet worden weergegeven door feiten die behoren

tot drie subjectieve dimensies uit hoofdstuk drie weer te geven; sociale constructie, collectieve intentionaliteit en toekenning van functies.

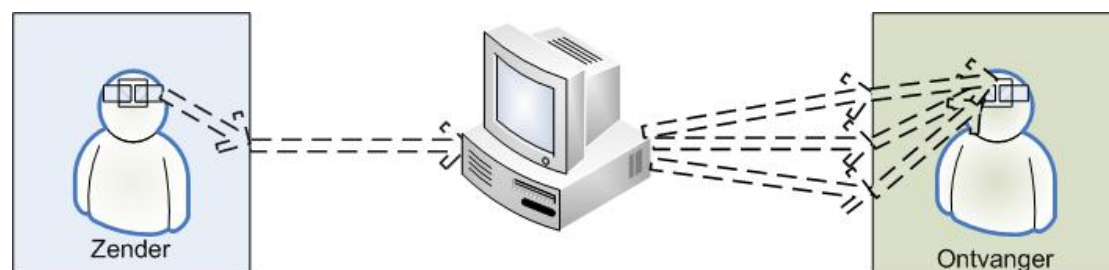
De tweede laag van het informatiesysteem, de business logic laag, is verantwoordelijk voor de verwerking van gegevens. Bij dit verwerken kan een systeem gegevens manipuleren. Er is vastgesteld dat een computer het interpreteren en toepassen van gegevens nooit succesvoller kan uitvoeren dan een competente beoefenaar. Deze conclusie legt nadere beperkingen op aan de wijze waarop informatiesystemen kunnen worden ingezet. Het impliceert dat het systeem niet in staat is op dezelfde wijze als een mens betekenis toe te kennen aan gegevens en deze niet op dezelfde wijze kan toepassen. Zolang de architectuur van een computersysteem niet veranderd, moet het dus de mens blijven die de cognitie doet. Hij moet van de informatie uit een systeem weer kennis maken en het inpassen in zijn subjectieve ontologie. Een computersysteem kan slechts als intermediair dienen bij het uitwisselen van kennis, waarvoor expertkennis is vereist. Dit betekent dat een expertsysteem nimmer als een expert zal kunnen handelen: het informatiesysteem kan maximaal functioneren als een decision support systeem.

Bij het behandelen van de interface laag van een informatiesysteem is gepleit voor het beschikbaar en inzichtelijk maken van de ontologie en de oorsprong van de informatie. Verder is het belang van iteratief design besproken. Daarnaast is de opmerking gemaakt dat bij het koppelen van informatiesystemen de wederzijdse interfaces waarin de gegevens van origine waren gepresenteerd behouden moet blijven.

Bij het komen tot de aanbevelingen zijn de inzichten uit hoofdstukken twee, drie en vier toegepast. Hoofdstuk vier, met de informatietheorie van Dretske, biedt vooral een uitstekend kader om kennisrepresentatie te begrijpen. De inzichten uit hoofdstuk twee over tacit kennis helpen om de beperkingen van het expliciteren van kennis te laten zien. Vanuit de ontologische verhandeling uit hoofdstuk drie is een methode gevormd die voorschrijft hoe de subjectiviteit van een ontologie weergegeven kan worden.

De bijzondere eigenschap van een informatiesysteem, het op eigen kracht op gegevens reflecteren, zorgt er voor dat nieuwe informatie kan worden ontwikkeld. Om deze reden wordt het kennisuitwisselingsmodel uit hoofdstuk vier met figuur 17 nog eenmaal aangepast. Hierin wordt door de extra peilen van het informatiesysteem naar de ontvanger aangegeven dat een computersysteem input kan bewerken en hiermee nieuwe gegevens kan genereren.

In het volgende hoofdstuk worden de inzichten die hier kort zijn besproken in detail uitgewerkt en wordt aangegeven hoe deze praktische toepassing kunnen vinden bij het ontwerpen en toepassen van informatiesystemen in professionele organisaties.



Figuur 17: Kennisuitwisseling met een computer

6 Informatiesystemen in organisaties

In dit hoofdstuk moet duidelijk worden hoe de inzichten uit de voorgaande hoofdstukken gebruikt kunnen worden om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Er zal worden aangegeven hoe de bevindingen concreet van belang kunnen zijn voor kennisuitwisseling met behulp van informatiesystemen in professionele organisaties. Eerst zal ik in paragraaf 6.1 een aantal concrete aandachtspunten formuleren vanuit een epistemologische benadering. Deze zijn gebaseerd op de hiervoor behandelde theorie en leveren inzicht op over de mogelijkheden en beperkingen van kennisuitwisseling met informatiesystemen. Hierna wordt in paragraaf 6.2 vanuit kennismanagementoptiek getoond hoe het ontwikkelde inzicht in verschillende scenario's toegepast kan worden. Vervolgens zal in paragraaf 6.3 een casestudy worden gepresenteerd waarin een informatiesysteem bij AKZO Nobel wordt geanalyseerd en bekritiseerd. Hieruit komen vanuit een meer technisch gezichtspunt een aantal praktische inzichten naar voren over de wijze waarop een informatiesysteem moet worden gebouwd.

6.1 Epistemologie en kennisuitwisseling met informatiesystemen

Hier worden de belangrijkste kentheoretische inzichten uit deze scriptie tot nu toe nogmaals kort weergegeven. Deze zullen vervolgens expliciet worden betrokken op kennisuitwisseling met informatiesystemen en worden voorzien van voorbeelden. Ik heb dit de epistemologische benadering genoemd, omdat vanuit de epistemologische bevindingen worden beperkingen en mogelijkheden van informatiesystemen in kaart gebracht. De syntactische aspecten van kennis zullen aan bod komen in paragraaf 6.1.1 en de semantische in paragraaf 6.1.2.

Om de hier gemaakte claims en inzichten goed te doen uitkomen, zal met behulp van de typologie uit hoofdstuk vijf worden getoond wanneer welk inzicht specifiek van belang is. Deze typologie betrof ten eerste registratiesystemen, deze zijn ontworpen ter vastlegging en ontsluiting van data; ten tweede information retrieval systemen, deze zijn bedoeld ter ontsluiting en presentatie van informatie door verwerking van data; ten derde type decision support systemen, die voor het voorbereiden van beslissingen zijn ontwikkeld en ten vierde beslissingsbepalende systemen, zoals expertsystemen die zijn bedoeld ter formulering van een conceptbeslissing.

6.1.1 De tacit component van kennis

Het eerste aandachtspunt vloeit voort uit de theorie van hoofdstuk twee. Hierin zijn twee verschillende soorten kennis benoemd, hoe-kennis en dat-kennis. Hoe-kennis wordt gebruikt bij vaardigheden en werkwijzen. Het is toepassingskennis die is verwoven met het kennislichaam en wordt verkregen door oefening. Het is niet terug te voeren op regels en niet overdraagbaar en uitwisselbaar door het opnemen van een verzameling feiten, die de kennis stapsgewijs beschrijft. Daar tegenover staat dat-kennis. Dit soort kennis is van propositionele aard, het adresseert of beschrijft een bepaald fenomeen en geeft er eigenschappen van weer (zie paragraaf 2.2). Er is gesteld dat hoe- en dat-kennis fundamenteel van elkaar verschillen, wat dus ook inhoudt dat hoe-kennis niet is terug te voeren op dat-kennis. Naast een aannemelijk filosofisch betoog, zijn psychologische experimenten aangehaald die dit onderscheid plausibel maken (zie paragraaf 2.1 en 2.2). Verder is in hoofdstuk twee beweerd dat beide soorten kennis een tacit component kunnen hebben. Dit is het gedeelte van kennis dat niet expliciet valt te maken, niet expliciet wordt gemaakt, of slechts vaag valt te omschrijven (zie paragraaf 2.3).

Het opnemen, bewerken en ontsluiten van tacit informatie

Dit levert problemen op. Een voorwaarde om kennis te kunnen uitwisselen is dat het extern representeerbaar en interpreteerbaar moet kunnen worden gemaakt.

Het moet kunnen worden gescheiden en geïsoleerd van het originele kennislichaam, wat niet altijd het geval is met de tacit component van kennis. Hierdoor ontstaan beperkingen voor het uitwisselen van informatie met een informatiesysteem.

Daarnaast creëert een representatiemedium tacit kennis. Wanneer delen van een kennisbaken extern worden weergegeven dan gebeurt dat in de vorm van informatie. Dit houdt in dat het een gefragmenteerde weergave is, die is gedestilleerd uit een samenhangend geheel van overtuigen (zie paragraaf 4.2). Het soort informatie dat kan worden gerepresenteerd is afhankelijk van het gekozen medium. Elk medium legt zijn eigen specifieke beperkingen op, doordat het slechts ontvankelijk is voor informatie in een bepaald formaat. Een methode die grafische representatie toestaat kan andere informatie weergeven van een bepaald kennislichaam dan een numerieke representatiemethode (zie paragraaf 4.1). De kennis die door beperkingen van de kennisrepresentatiemethode niet wordt weergegeven wordt dus ook noodgedwongen tacit.

Het mag dan zo zijn dat de tacit component van kennis niet zomaar expliciet valt te maken, dit betekent echter niet dat er geen mogelijkheden bestaan om de tacit component van kennis extern te representeren en uit te wisselen. Het is bijvoorbeeld mogelijk om in een informatiesysteem beelden en geluiden op te nemen die een deel van de tacit component overdraagbaar maken. Er kan bijvoorbeeld een videofilm in het systeem worden opgenomen waarmee een cursus fietsen beschikbaar wordt gesteld. Hierdoor kan een deel van de benodigde tacit component van het fietsen worden gecommuniceerd. Wanneer slechts een aantal expliciete regels in het systeem zouden zijn opgenomen, die expliciteren hoe er kan worden gefietst, dan wordt er bepaalde tacit kennis niet gecommuniceerd naar de ontvanger. Dit geldt niet alleen voor dergelijke hoe-kennis, ook de tacit component van dat-kennis kan op soortgelijke wijze beschikbaar worden gemaakt. Zo kan er een speech worden opgenomen als geluidsbestand. Met dit bestand is hoorbaar hoe er heftig wordt gepleit voor een bepaalde zaak op basis van feitelijkheden. De extra impact van intonatie, geplande stiltes en applaus van het publiek geven de informatie meer betekenis dan wanneer deze slechts in tekstuele vorm beschikbaar zou zijn in een informatiesysteem.

Naast de zojuist genoemde mogelijkheden om tacit componenten van informatie op te nemen in het informatiesysteem, zijn er nog wel een aantal denkbaar. Het is echter belangrijk hierbij te realiseren dat bij dergelijke wijzen van representatie het informatiesysteem zelf niet meer in staat is inferenties uit te voeren met de gerepresenteerde tacit kennis. Het kan met de ontsloten tacit component geen relaties leggen met andere informatie in het systeem, zoals in een database relaties tussen gegevens kunnen worden gelegd (zie par. 5.2). Een informatiesysteem kan namelijk alleen bewerkingen uitvoeren op expliciet geformuleerde informatie. Het kan zelf geen tacit semantische inhoud herkennen zoals een mens. Het kan met de tacit component van videomateriaal, grafische of geluidsbestanden geen logische bewerkingen of andere inferenties uitvoeren. Dit is een duidelijke beperking van de mogelijkheden. Een mens kan hierdoor meer betekenis destilleren van bepaalde informatie dan een informatiesysteem. In paragraaf 5.3 is betoogd dat een informatiesysteem vanwege deze beperking nooit boven het niveau van een competente beoefenaar kan uitstijgen.

Zoals aangekondigd zullen de tot nu toe gedane bevindingen en beperkingen uit deze paragraaf, die hieruit voor de verschillende systemen voortvloeien, apart worden uiteengezet.

Expertsystemen

Een expertstelsysteem zal niet vakkundig beslissingen over een bepaald domein kunnen nemen en er geen expertise over kunnen bezitten, zodra er tacit kennis is verbonden met het domein. Als bovendien de informatie waarmee wordt geredeneerd, of de afleidingsregels tacit zijn (zoals bij hoe-kennis vaak het geval

is), dan kan nooit hetzelfde niveau van competentie worden behaald als een menselijk expert. Het systeem kan tacit componenten niet gebruiken om redeneringen op te laten stoelen, zoals mensen wel kunnen.

Decision support systemen

Een decision support systeem zal niet in staat zijn om gebruik te maken van de tacit kennis die gerepresenteerd wordt in bijvoorbeeld een filmpje, zoals iemand die het filmpje bekijkt dit wel kan doen. Het opnemen van informatie met een tacit component in een decision support systeem heeft dus weinig zin: het systeem kan de semantische inhoud van het filmpje niet bevatten zoals een mens. Naarmate er meer tacit informatie van belang is bij het ondersteunen van een beslissing, wordt de accuratesse van een decision support systeem kleiner.

Information retrieval en registratiesystemen

De beperkingen die worden veroorzaakt door de gelimiteerde interpretatiemogelijkheden van informatiesystemen, kunnen worden ingedamd door tacit kennis te begeleiden met beschrijvende expliciete kennis. Wanneer een informatiesysteem een video van een cursus fietsen beschikbaar heeft, dan zal deze met een passende tekstuele beschrijving (zoals een verzameling trefwoorden) moeten worden voorzien. Hiermee kan het informatiesysteem de cursus kunnen lokaliseren bij een zoekopdracht. Met deze truc is de tacit informatie in het filmpje met behulp van een trefwoord op afroep en kan dergelijk materiaal wel zinvol in een information retrieval of registratiesysteem worden opgenomen. Deze systemen kunnen op de hierboven beschreven wijze dus wel *omgaan* met tacit informatie.

6.1.2 De semantiek van kennis en kennisuitwisseling

De andere epistemologische inzichten vloeien voort uit de theorie gepresenteerd in hoofdstuk drie. Hierin is beschreven hoe kennis is verbonden met de externe wereld. Er is uiteen gezet hoe datgene wat wordt gekend, afhangt van het perceptuele kader van de werkelijkheid dat iemand bezit. Hierbij is gesteld dat er één externe wereld is die op verschillende manieren kan worden benoemd (zie paragraaf 3.1). De feiten die fenomenen beschrijven vallen onder de fysieke of de sociale werkelijkheid. Het verschil is dat in de fysieke werkelijkheid zaken worden geadresseerd die zonder mensen het geval zijn, zoals het feit dat de Mount Everest de hoogste berg ter wereld is. Het is belangrijk hierbij op te merken dat de concepten waaraan de feiten zijn gerelateerd wel afhankelijk zijn van sociale constructie. Er zijn immers mensen nodig om iets als de berg Mount Everest te benoemen. Dit is anders in de sociale werkelijkheid, hierin speelt subjectiviteit op andere wijzen een rol. Feiten in de sociale werkelijkheid zijn naast sociale constructie ook afhankelijk van mensen door collectieve intentionaliteit en toekenning van functie. Een feit zoals 'Een schroevendraaier is gemaakt om schroeven te draaien' klopt alleen doordat mensen deze functie toekennen. Een collectief van mensen kan in drie verschillende dimensies een ontologie subjectief beïnvloeden: vanuit toekennen van functie, collectieve intentionaliteit en sociale constructie (categorisatie en benoeming van concepten) (zie paragraaf 3.2).

In hoofdstuk paragraaf 3.3 heb ik de term subjectieve ontologie gebruikt. Bij het gebruik van deze term wordt bedoeld op de bevinding dat de externe wereld via verschillende kaders kan worden gekend en dat binnen een kader subjectiviteit op drie dimensies een rol speelt. Bij het uitwisselen van kennis moet gekeken worden welke dimensies aan de orde zijn om de juiste ontologische informatie te verstrekken. Dit is voor fysieke feiten de sociale constructie waarnaar het feit verwijst, en bij sociale feiten eveneens collectieve intentionaliteit en/of toekenning van functie.

Subjectieve ontologieën

Wat zijn nu de gevolgtrekkingen van deze ontologische verhandelingen voor kennisuitwisseling met informatiesystemen? Allereerst dat voordat informatie kan worden uitgewisseld er een ontologische synchronisatie moet plaatsvinden. De uit te wisselen informatie moet inpasbaar zijn in de subjectieve ontologie van degene die kennis wil adopteren. Twee subjectieve ontologieën moeten compatibel zijn om de informatieopname tot dezelfde kennis te laten leiden. Kennis van een fenomeen gekend door subject A moet inpasbaar zijn in de ontologie van subject B, wil datgene wat wordt uitgewisseld dezelfde betekenis krijgen. Concreet betekent dit voor een informatiesysteem, dat de wijze waarop gegevens uit het systeem moeten worden geïnterpreteerd, zoveel mogelijk expliciet dienen te worden gemaakt. Dit om een interpretatiediscrepancie te voorkomen. Het expliciet maken kan worden gedaan door het opnemen van een *ontologische handleiding* in het informatiesysteem die beschrijft hoe informatie in het systeem moet worden verstaan en wel op een dusdanige manier dat dit bij de ontvanger dezelfde kennis vormt zoals deze aanwezig was bij de zender.

Hoe deze handleiding moet worden gemaakt hangt af van het soort informatie in het systeem. Zo is exacte informatie vaak gerelateerd aan de fysieke werkelijkheid. Hierbij kan worden gedacht aan systemen met natuurwetenschappelijke, biologische, scheikundige of werktuigbouwkundige informatie. Systemen die dergelijke informatie ontsluiten kunnen volstaan met het weergeven van de sociale constructies (categorisatie en benoeming van de concepten) waarnaar de fysieke feiten verwijzen. Wanneer er informatie behorende tot de sociale werkelijkheid in het systeem is opgenomen, dan moet naast het weergeven van sociale constructies, ook worden getoond welke collectieve intentionaliteit en/of toekenning van functie is verbonden met de informatie (zie par. 3.3). Hoe een ontologische handleiding vorm kan krijgen is reeds duidelijk gemaakt in paragraaf 5.2.5 met een voorbeeld weergegeven. Hierin werd de ontologische informatie van een lepel weergegeven als volgt:

- Onderdeel van bestek.
- Heeft komvormige metalen bek met daaraan een steel.
- Afmetingen: totale lengte +/- 20 cm, breedte kom +/- 5 cm, breedte steel 1.5 cm.
- Om vloeibare stoffen naar de mond te brengen.

De informatie: 'Onderdeel van bestek' geeft weer tot welke categorie een lepel behoort. Hiermee wordt aangegeven onder welke sociale constructie het valt. De informatie dat een lepel een komvormige metalen bek heeft met bepaalde afmetingen, zijn de fysieke feiten over de lepel. Het feit dat een lepel wordt gebruikt om vloeistoffen naar de mond te brengen, geeft tenslotte de functie ervan weer. Dit voorbeeld laat niet zien hoe sociale informatie gevormd door collectieve intentionaliteit weergegeven moet worden. Hierbij moet bijvoorbeeld worden gedacht aan ontologische informatie over het voetbalspel zoals het feit: 'balsport voor twee ploegen waarbij de bal met de voeten wordt gespeeld en in het doel van de tegenstander moet worden gescoord'.

In hoeverre het vervolgens nodig is om ontologische informatie over de concepten die worden gebruikt in de ontologische informatie weer te geven hangt af van de mate waarin ontologische kaders afwijken, hierop wordt in paragraaf 6.2 ingegaan. Normaal gesproken zal in bovenstaand voorbeeld kunnen worden volstaan met de weergegeven informatie.

Business Process Outsourcing en subjectieve ontologieën

Nu zullen de claims uit de zojuist gepresenteerde theorie empirische ondersteuning krijgen. De hier gepresenteerde praktische voorbeelden illustreren dat het kennen van de juiste subjectieve elementen van een ontologie een belangrijke rol speelt in het interpreteren van informatie. De voorbeelden zijn gebaseerd op artikelen over Business Process Outsourcing (BPO). Met BPO wordt het migreren van bedrijfsprocessen naar andere locaties bedoeld, hierdoor wordt

vaak informatie verwerkt door werknemers die functioneren in een andere subjectieve ontologie dan waarin de informatie is ontstaan. De in deze scriptie ontwikkelde theorie dicteert dat dit problemen op kan leveren.

Meestal wordt met BPO begonnen om financiële redenen; door lage lonen in andere locaties kan een kostenreductie worden gerealiseerd. Voorbeelden van bedrijven die de BPO stap hebben genomen zijn: British Airways, General Electric, Hong Kong Sjanghai Bank (HSBC) en American Express. Activiteiten die uitbesteed worden zijn onder andere transactieverwerking, planning & control en helpdeskondersteuning. Zo heeft de HSBC een gedeelte van haar backoffice verplaatst naar een vestiging in India, waar nu ongeveer duizend werknemers werkzaam zijn als informatieverwerker. Dit is de functie die de meeste werknemers hebben die door BPO in India werkzaam zijn. Deze verwerken informatie in rapportages die door het management, of een decision support systeem kunnen worden gebruikt om beslissingen te nemen. Dit soort werkzaamheden kan worden gekarakteriseerd als administratieve gegevensverwerking, maar het betreft ook het analyseren van trends en het gedrag van klanten.

Ravi Aron en Jitendra Singh constateren in een studie (naar onder andere HSBC) dat hoe meer interpretatie van de informatie is vereist, hoe minder geschikt outsourcing wordt (2002). Interpretatie kan vereist zijn doordat informatie bijvoorbeeld onvolledig, onduidelijk of voor meerdere uitleg vatbaar is. Ze merken op dat, wanneer een BPO provider een rapportage voor een retail bankier⁷ produceert, er foutieve inschattingen kunnen worden gemaakt. Zo worden leningsaanvragen van beginnende ondernemers op basis van een assessment van het business plan onterecht als niet ontvankelijk aangemerkt. Dit komt doordat de werknemers van de BPO provider niet goed kunnen inschatten hoe de lokale markt elders in elkaar zit (Ravi & Singh, 2003). Een casestudy over hypotheekbank Progeon-Greenpoint hypothekeken laat dit beeld ook zien (Case Study, 2002). Progeon-Greenpoint noemt zichzelf de alternatieve geldlener. Ze bieden zo'n 150 producten aan die geschikt kunnen zijn voor klanten met een minder ideale kredietgeschiedenis; dit zijn vaak immigranten en kleine middenstanders. Dit bedrijf uit Californië heeft een deel van zijn backoffice en klantenservice overgeplaatst naar het bedrijf Infosys in India. Medewerkers in India worden intensief getraind om op basis van een online kredietaanvraag middels een informatiesysteem te bepalen of iemand kredietwaardig is. Het belang van deze uitgebreide training wordt ook nog eens onderstreept door Rajiv Kuchal, manager operationele zaken van Progeon. Hij doet een uitspraak over de mogelijkheden van BPO: *"Als de medewerkers de hypotheekwereld niet begrijpen, dan zullen ze niet slagen."* Het schijnt dus zo te zijn dat het nodig is om de lokale ontologieën te kennen, alvorens hypotheekadviezen op maat te kunnen verstrekken. Het is nodig om kennis te nemen van de wijze waarop een collectief van mensen gezamenlijk functies kan toekennen aan bepaalde producten. Dit wordt ook beaamd door een Amerikaans broadcasting bedrijf, die onderdelen van zijn klantenservice heeft verplaatst naar een customerservice callcenter in India. Dit bedrijf houdt allerlei trainingen om sociale constructies en hieraan gerelateerde feiten te communiceren. Een voorbeeld hiervan is het uitleggen aan Indiaanse werknemers wat 'het betalen met een cheque via telefoon' betekent. Ondanks het feit dat er veel training wordt gegeven en veel procedures zijn opgesteld voor het afhandelen van klachten kunnen er nog allerlei problemen optreden met het afhandelen van klachten. Kadab Mukesh, de manager van dit bedrijf, zegt dan ook: "Het is onmogelijk om elke situatie te scripten." (What Works, 2002).

De problemen van Progeon-Greenpoint en het Amerikaanse broadcasting bedrijf illustreren het punt dat informatie haar specifieke betekenis krijgt binnen een subjectieve ontologie. Er ontstaan door BPO problemen die normaal niet aan

⁷ Een bank die financiële producten aanbiedt aan voornamelijk consumenten en de middenstand.

de orde zijn. Door het verwerken van informatie in een andere subjectieve ontologie kan onvolledige informatie minder goed worden aangevuld, zal informatie sneller onduidelijk zijn en zal dubbelzinnige informatie sneller verkeerd worden geïnterpreteerd. De bedrijven proberen door training, procedures en scripts deze problemen zoveel mogelijk te voorkomen. Dit zal echter, zoals Mukesh aangaf, onvoldoende zijn.

In hoeverre de subjectiviteit van een ontologie valt te expliciteren

Dat bepaalde situaties namelijk niet volledig kunnen worden gescript, of met procedures kunnen worden omschreven, was reeds duidelijk geworden in paragraaf 5.2. Procedures en scripts zijn afhankelijk van een nauw omschreven context. Wanneer deze verandert, dan kan het zo zijn dat een procedure niet meer de juiste richtlijnen weergeeft. Normaal gesproken kan, door interpretatie van de procedure, worden ingeschat hoe de handeling toegepast moet worden in de afwijkende context. Wanneer dit in een andere subjectieve ontologie plaatsvindt, kan dit echter niet of foutief worden gedaan. Zoals zojuist aangegeven moet, om dit te voorkomen, de subjectiviteit van een ontologie zoveel mogelijk worden geëxpliciteerd. Dit kan door het als een soort meta-informatie beschikbaar te maken in een informatiesysteem. Interpretatieproblemen van concepten die vanuit lokale subjectieve ontologieën betekenis hebben gekregen worden hiermee zoveel mogelijk gemeden. Dit is bijvoorbeeld mogelijk voor het concept trouwen. In Amerika betekent dit concept dat er een bepaalde verbintenis tussen een man en een vrouw wordt aangegaan. In Nederland kennen we homohuwelijken en heeft het concept trouwen dus een iets andere betekenis; hier behelst het concept het aangaan van een bepaalde verbintenis tussen twee *mensen*. Er is geen algemeen geldige definitie van het concept, het is afhankelijk van de collectieve intentionaliteit binnen een kader. Wanneer de beschrijving van dit concept voorhanden is in het informatiesysteem, dan kunnen hierdoor interpretatieproblemen worden voorkomen.

Subjectieve ontologische beschrijvingen kunnen echter niet altijd expliciet worden gemaakt, ze kunnen tacit zijn. Dit geldt vaker voor ontologische beschrijvingen van sociale feiten, omdat deze langs meer dimensies afhankelijk zijn van subjectiviteit. Hierdoor zal het voor dergelijke feiten vaker problematisch zijn een afdoende ontologische beschrijving te geven. Zo wordt er vanuit collectieve intentionaliteit betekenis gegeven aan allerlei godsdiensten. Om te begrijpen waarom en hoe bepaalde sociale feiten worden geconstitueerd moet men de aannames en beeldvorming afkomstig van de levensovertuiging kennen. Hierdoor wordt, binnen een overtuiging, door een collectief aan bepaalde fenomenen en handelingen een functie toegekend. Het expliciet weergeven van de geest van de overtuigingen zal niet eenvoudig zijn.

Om fysieke feiten juist te kunnen interpreteren, behoeft enkel de sociale constructie (opbouw van het concept, de categorisatie) waaraan het feit is gerelateerd te worden gecommuniceerd. Het is echter niet zo dat deze altijd zomaar expliciet valt te maken. Het zal bijvoorbeeld niet mogelijk zijn een afdoende definitie te leveren van wat de sociale constructie stoel, spel of boom precies behelst. Geen enkele definitie omvat elk type en soort dat van een constructie kan voorkomen, terwijl wij mensen ze wel (feilloos) kunnen herkennen. De kennis van wat bijvoorbeeld een stoel is, heeft dus ook weer een tacit component. Met andere woorden, wanneer de sociale constructie geen tacit component heeft, dan is het mogelijk om de fysieke werkelijkheid expliciet in het informatiesysteem op te nemen.

Doordat het niet altijd mogelijk is subjectieve ontologische beschrijvingen expliciet te maken, kunnen ze niet volledig worden gerepresenteerd in een computersysteem. Deze gebruikt enkel representatietechnieken die geschikt zijn voor expliciete informatie zoals in hoofdstuk vijf is uiteengezet. Tacit informatie kan enkel middels bijvoorbeeld filmpjes, op een niet voor de computer interpreteerbare wijze, worden opgenomen. De businesslaag is enkel geschikt

voor expliciete ontologische beschrijvingen (zie par. 5.3). Het is zo dat de afleidingsregels die worden gebruikt om kennis te gebruiken in een subjectieve ontologie, de hoe-kennis over het weten wanneer en op welke wijze kennis moet worden toegepast, niet expliciet weer is te geven. Dit is betoogd met Ryle's regressieargument in paragraaf 2.3.1. Hierdoor kan in een computerprogramma dus vaak niet afdoende worden aangegeven, wanneer en op welke wijze informatie toegepast moet worden, zodra er tacit kennis is benodigd over het ontologische kader.

Er is betoogd dat in verschillende dimensies problemen voor het uitwisselen van sociale en fysieke feiten kunnen optreden. Deze problemen kunnen tot op zekere hoogte worden voorkomen door ontologische beschrijvingen expliciet in het informatiesysteem op te nemen. Dit is echter niet altijd mogelijk. Deze bevindingen hebben voor verschillende soorten informatiesystemen verschillende implicaties.

Expertsystemen

De consequenties zijn het grootst voor expertsystemen. De wijze waarop een expert zijn kennis toepast hangt af van zijn subjectieve ontologie. Dit kan echter in veel gevallen niet in de businesslaag van een informatiesysteem worden opgenomen; dit is enkel mogelijk wanneer een kennisdomein en de hierbij behorende afleidingsregels volledig expliciet zijn te maken.

Decision support systemen

Ook decision support systemen kunnen, door een onvolledig ontologisch begrip van de in het systeem gerepresenteerde informatie, redeneerfouten maken. Om deze reden kan een dergelijk systeem bijvoorbeeld niet helpen bij het uitoefenen van rechtspraak, het kan de zogenaamde geest van de wet niet bevatten. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij dergelijke systemen het de mens is die de uiteindelijke interpretatie verricht; het systeem kan dus enkel verkeerd voorlichten. Zolang het systeem weergeeft hoe het tot een advies komt, kan worden voorkomen dat de adviezen uit het systeem verkeerd worden geïnterpreteerd. De kwalitatieve meerwaarde van dergelijke systemen is dat het uit grote hoeveelheden informatie razendsnel inferenties kan maken, hierdoor kunnen met technieken als data mining verbanden worden gevonden die normaal niet worden opgemerkt.

Registratie en information retrieval systemen

Bij een registratie- en information retrieval systeem zijn ontologische interpretatieproblemen in het systeem meestal niet aan de orde. De interpretatie van gegevens vindt plaats door de gebruikers van het systeem. Zolang de gegevens uit het systeem enkel door een specifieke groep mensen wordt gebruikt, dan zullen ontologische problemen doorgaans niet optreden. Wanneer informatie en gegevens uit deze systemen echter buiten de groep worden geïnterpreteerd, kan er door afwijkende subjectieve ontologieën op verkeerde wijze betekenis aan de informatie worden toegekend. Dit zal in de volgende paragraaf nader aan bod komen.

Tot slot valt er nog een algemene opmerking te maken die geldt voor alle informatiesystemen. Deze vloeit voort uit de opmerking dat de interface mede verantwoordelijk is voor de wijze waarop aangeboden informatie betekenis wordt toegekend uit paragraaf 5.3. Wanneer systemen worden gekoppeld dan dient: óf de informatie geschikt te worden gemaakt voor de nieuwe interface, óf de interface van het te koppelen informatiesysteem moet intact blijven.

6.2 Kennismanagement en kennisuitwisseling met informatiesystemen

De epistemologische inzichten die van belang zijn voor de onderzoeksvraag zijn in de voorgaande paragraaf gepresenteerd. Deze verschaffen een basis voor het bepalen wanneer en op welke plaats in de organisatie een bepaald systeem ingezet kan worden. Deze worden bevindingen hier weergegeven vanuit een managementoptiek.

In het inleidende hoofdstuk zijn een aantal plaatsen genoemd waar kennisuitwisseling in professionele organisaties is gewenst. Dit waren: kennisuitwisseling tussen verschillende business units van hetzelfde bedrijf; tussen twee verschillende bedrijven (zoals in joint ventures, overnames en fusies); tussen universiteit en bedrijfsleven (met bijvoorbeeld als doel het omzetten van wetenschappelijk onderzoek in concrete producten). Met dit overzicht denk ik de belangrijkste scenario's waarin kennisuitwisseling van belang is te hebben benoemd.

De twee belangrijkste bevindingen uit paragraaf 6.1 zijn dat het ontologisch kader waartoe informatie in een systeem behoort expliciet beschreven voorhanden moet zijn en dat een informatiesysteem enkel inferenties kan uitvoeren met expliciete informatie. Hoe deze inzichten praktisch opgeld doen zal nu met verschillende scenario's worden verduidelijkt. Omdat inmiddels een aantal maal is beargumenteerd dat expertsystemen niet kunnen voldoen aan het functioneren zoals beschreven in de definitie ervan (zie par. 5.1), zullen deze hieronder niet meer worden besproken in de verschillende scenario's in paragraaf 6.2.1 en 6.2.2. Na het bespreken hiervan worden de bevindingen in paragraaf 6.2.3 betrokken op het ontwikkelproces van informatiesystemen.

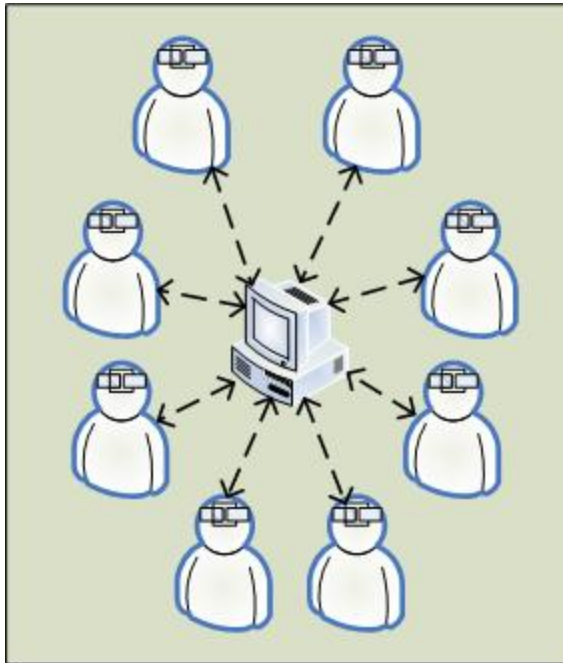
6.2.1 Kennisuitwisseling binnen hetzelfde ontologische kader

Het eerste scenario beschrijft hoe kennisuitwisseling plaatsvindt binnen één ontologisch kader. Van dit scenario is sprake bij het ontwikkelen van informatiesystemen voor een bepaalde afdeling van een organisatie. Binnen zo'n afdeling valt te verwachten dat ontologieën en de toegepaste tacit kennis door onder andere communicatie tussen werknemers onderling niet veel verschilt. Er bestaan allerlei formele en informele processen die op een bepaalde manier betekenisvol zijn voor de mensen die ermee zijn betrokken. Er is als het ware één gezamenlijk ontologisch kader. Dit kader vertoont overeenkomsten met datgene wat kennismanagementauteur Daniel Kim verstaat onder een *shared mental model* (1993), het gezamenlijke model dat wordt gehanteerd door leden van een organisatie. Dit gezamenlijke mentale model verschaft de context waarin handelingen en begrippen op impliciete en expliciete manier betekenis krijgen. Kennismanagementgoeroe Peter Senge noemt dit *shared vision* (1990, 205-233). Dit kan ontstaan wanneer twee of meerdere leden van een organisatie worden gedreven door dezelfde aspiraties en gelijke mentale voorstellingen hebben over processen in de organisatie.

In een organisatie met werknemers die in hetzelfde ontologisch kader opereren wordt de betekenis en impact van bepaalde informatie door de werknemers als het ware gevoeld. Dit gevoel is ontwikkeld door ervaring, instructies, onderlinge verhoudingen en verwachtingen van werknemers en afhankelijk van de bedrijfscultuur. Een informatiesysteem dat binnen dit scenario wordt geplaatst, zit ingebed in een gezamenlijke ontologie zoals figuur 18 op de volgende bladzijde laat zien. Met het plaatje is geïllustreerd hoe allerlei individuen informatie opvragen en toevoegen aan het systeem binnen hetzelfde ontologisch kader (wat is weergegeven met het donker getinte kader).

De betekenis die aan de informatie wordt toegekend, zal door het gelijke ontologische kader hetzelfde zijn. De tacit component die is verbonden met informatie in het systeem zal namelijk door interpretatie van de ontvanger grotendeels reeds aanwezig zijn. Hierdoor kan er efficiënt middels het informatiesysteem worden gecommuniceerd, niet expliciet aanwezige ontologische informatie is al aanwezig bij de ontvanger.

Registratiesystemen kunnen in dit scenario succesvol helpen om de bedrijfsvoering te ondersteunen door informatie snel en eenvoudig beschikbaar te stellen. Deze worden doorgaans op grote schaal gebruikt voor bijvoorbeeld loonadministratie, werkverdeling, planning en logistiek. Information retrieval



Figuur 18: Informatiesysteem binnenin een gezamenlijk ontologisch kader

systemen kunnen in deze configuratie op aanvraag rapportages genereren die werknemers snel inzicht bieden in de huidige stand van zaken. De voor interpretatie van de rapporten benodigde ontologische informatie is voorhanden. Ook kunnen decision support systemen succesvol worden ingezet, mits gebruikers weten hoe het systeem tot zijn aanbevelingen komt en welke factoren hierbij in overweging zijn genomen. Ze kunnen dan de adviezen van het systeem op de juiste waarde inschatten, evenals ze dat normaal gesproken doen met adviezen van andere werknemers. Hiervoor zal ervaring met het systeem vereist zijn.

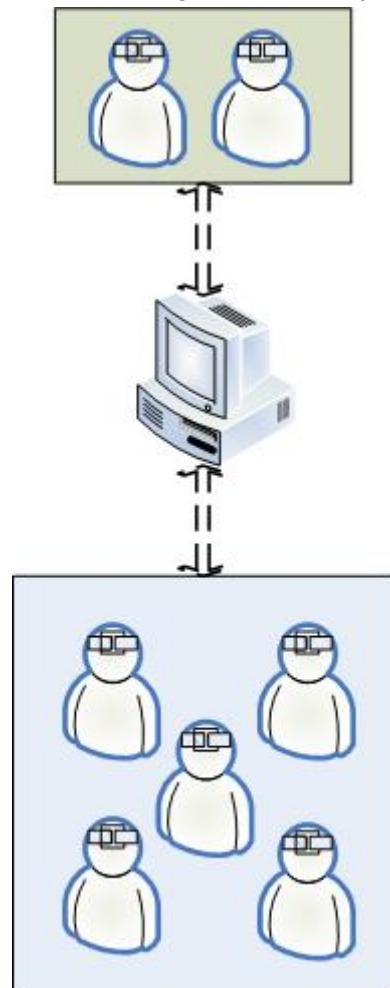
Belangrijk bij de ontwikkeling van een systeem is dat de programmeurs het systeem zo inrichten, dat het aansluit op de gangbare procedures die worden gehanteerd bij het uitwisselen van informatie in een

organisatie. Er is dus maatwerk nodig om een systeem te integreren in een bepaalde afdeling of business unit. Dit kan door de beoogde gebruikers van een systeem zoveel mogelijk in contact te laten treden met de systeemontwikkelaars. Door het extra contact krijgen de ontwikkelaars inzicht in de verwachtingen van de gebruikers en kunnen ze aanvoelen welke functionaliteit is gewenst. Ze maken hierdoor kennis met de ontologie waarin het systeem moet functioneren en kunnen de mogelijkheden voor het systeem in de organisatie beter inschatten. Elke afdeling vertelt als het ware zijn eigen verhaal, en de ontwikkelaars moeten dit verhaal kennen met als doel het informatiesysteem hierop te laten aansluiten. Er moet dus verder worden gegaan dan de doorgaans beperkte communicatie tussen de ICT manager en de consultant van het softwarebedrijf bij het ontwikkelen en onderhouden van een systeem.

6.2.2 Kennisuitwisseling in verschillende ontologische kaders

Kennisuitwisseling met een informatiesysteem in een scenario met verschillende ontologische kaders is gecompliceerder. Om van informatie in een systeem de door de zender beoogde kennis te vormen, moet er een ontologische synchronisatie plaatsvinden. Hiervoor is het wenselijk dat het kennisdomein zo min mogelijk tacit componenten bevat. Problemen met ontologische incongruentie zijn niet altijd even groot; bij kennisuitwisseling tussen verschillende afdelingen, afdelingen en het management, business units, verschillende bedrijven, organisaties in verschillende landen en bedrijven en universiteit zal deze incongruentie telkens anders zijn. In het algemeen wil ik

twee soorten uitwisseling in dit licht onderscheiden: kennisuitwisseling binnen dezelfde (bedrijfs)cultuur en kennisuitwisseling hierbuiten. Figuren 19 en 20 laten deze twee vormen van uitwisseling met een informatiesysteem zien. Onder cultuur versta ik communicatie- en expressievormen gevormd door het mission statement, gehanteerde procedures, hiërarchische verordeningen en taalspelen



Figuur 19: Kennisuitwisseling met het management

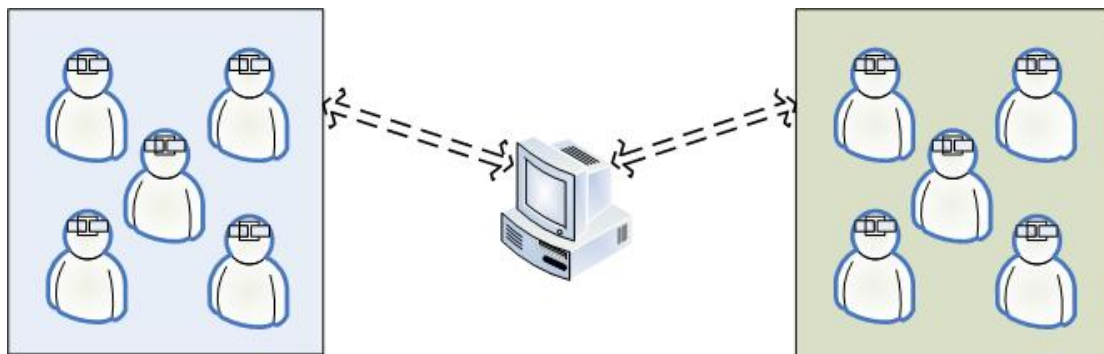
binnen een organisatie. De cultuur bij een universiteit zal bijvoorbeeld heel anders zijn dan in een commercieel bedrijf. Dit punt wordt ook door van Vught (2003) aangestipt en is een belangrijke reden voor het ministerie van economische zaken en de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk onderzoek om de aansluiting tussen universiteit en bedrijfsleven te onderzoeken (Onderzoek naar kennisoverdracht, 2004).

Figuur 19 laat culturele verschillen in een hiërarchische verordening zien. Deze worden veroorzaakt doordat bijvoorbeeld het management van een bedrijf anders naar de informatie kijkt dan de werknemers ervan. Vanuit managementoptiek wordt informatie anders benaderd dan vanuit werknemersoptiek. Een werknemer denkt vaak meer lokaal, terwijl managers meer vooruit denken. Desalniettemin zullen de ontologische verschillen hier niet zo groot zijn. Systemen in dit scenario vormen doorgaans een intermediair en voldoen aan de beschrijving van een information retrieval systeem. Door het maken van gestandaardiseerde rapportages, die in samenspraak tussen de afdelingen tot stand zijn gekomen, kan er zorg voor worden gedragen dat informatie uit het systeem op de juiste wijze wordt geïnterpreteerd. Managers en werknemers kunnen door dergelijke ontologische afspraken handelen op basis van dezelfde informatie. Decision support systemen zijn echter minder geschikt om te functioneren in het hier geschetste scenario. Deze systemen bedienen zich van ongestructureerde gegevens. Deze zijn per definitie niet volgens vaststaande procedures opgeleverd. De interpretatie van deze informatie

moet door deze systemen dus zelf plaatsvinden, zonder begrip van de context. De aanbevelingen van het systeem hierdoor ongepast kunnen zijn, zoals uiteengezet in paragraaf 6.1.

Figuur 20 op de volgende bladzijde laat een andere wijze van kennisuitwisseling met een informatiesysteem zien. Hierin is weergegeven hoe een informatiesysteem tussen twee verschillende organisaties in kan staan, bijvoorbeeld tussen universiteit en bedrijfsleven. Een universiteit legt zich toe op het ontwikkelen van kosmopoliete kennis, terwijl bedrijven zijn geïnteresseerd zijn in kennis die kan worden omgezet in producten en efficiëntere bedrijfsprocessen. In dit geval zal het niet eenvoudig zijn kennis uit te wisselen doordat er grote ontologische verschillen zijn. Zolang er informatie uit de fysieke werkelijkheid moet worden uitgewisseld, kan dit probleem worden beperkt. De twee organisaties kunnen afspraken maken over de functie van het systeem, de procedures om gegevens in te voeren en het formaat waarin de gegevens moeten worden aangeleverd. Technische en wetenschappelijke informatie kan op deze wijze eenduidig worden gecommuniceerd. Registratiesystemen en information retrieval systemen kunnen dan een nuttige rol vervullen in het uitwisselen van kennis. Om de boodschap van de informatie en de manier waarop het kan worden

ingezet op elkaar te laten aansluiten, is er echter meer nodig. Het doel waarmee kennis wordt ontwikkeld en gebruikt verschilt namelijk per organisatie. Om overeenstemming te bereiken zal het nodig zijn om gebruikers van twee organisaties bij elkaar te brengen. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan op het MESA+ instituut op de universiteit Twente, waar verschillende vakgroepen en bedrijven op het gebied van micro- en nanotechnologie gezamenlijk participeren in onderzoek. Eén van de belangrijkste doelen hiervan is de samenwerking tussen de universiteit en het nationale en internationale bedrijfsleven te vergroten. Doordat de bedrijven zelf participeren in onderzoek komen middels intensieve communicatie verschillende ontologieën nader bij elkaar. Doordat twee organisatie een gezamenlijke research of productiefaciliteit hebben kan er dus een soort ontologische handshake plaatsvinden die hiermee de deur opent voor kennisuitwisseling. Het informatiesysteem kan dit proces controleren, vastleggen en bovendien formaliseren. Er kan dan een scenario ontstaan waarin een informatiesysteem functioneert zoals in figuur 18.



Figuur 20: Kennisuitwisseling tussen verschillende ontologische kaders

Er bestaat ook een wederzijds belang om kennis over de sociale werkelijkheid uit te wisselen. Bedrijven willen bijvoorbeeld graag *best practices* van elkaar overnemen. Onder een best practice wordt in kennismanagement de (meest succesvolle) wijze van managen in een bedrijf verstaan, tezamen met de gehanteerde werkwijzen. In de praktijk blijkt dat het vaak niet, of heel moeilijk is, om zelfs tussen twee vestigingen van een bedrijf deze best practices uit te wisselen. William Buehler, senior vice president van Xerox onderstreept dit met de volgende uitspraak: *'Je kunt zien hoe in een fabriek of kantoor hoge performance wordt geleverd, toch blijkt telkens dat de werkwijzen van dergelijke vestigingen niet over zijn te zetten naar andere locaties. Wij hebben zelfs twee vestigingen in dezelfde straat recht tegenover elkaar, en nog steeds lukt het niet. Ik begrijp niet waarom.'* (O' Dell & Jackson, 2000). Met de theorie uit deze scriptie is wel nader aan te geven waar de problemen liggen; er is een grote hoeveelheid tacit kennis aanwezig die samenhangt met het implementeren en toepassen van best practices. Deze is gerelateerd aan ontologische verschillen in de verschillende vestigingen. Voor het uitwisselen van dergelijke, aan de sociale werkelijkheid gelieerde informatie, zal een informatiesysteem dus weinig hulp kunnen bieden.

6.2.3 Ontologische synchronisatie

Er zijn zojuist plaatsen beschreven waar een informatiesysteem kan worden ingezet, telkens is hierbij aangestipt dat ontologische kaders gelijk moeten zijn tussen de gebruikers van het systeem. Het gelijk zijn van kaders is ook van belang voor ontwikkelaars van een systeem. Om te begrijpen hoe een systeem moet reageren op input moeten ontwikkelaars weten hoe gebruikers informatie interpreteren. Daarom wil ik aanbevelen dat ontwikkelaars en de toekomstige gebruikers van te voren overeenstemming bereiken over: de eisen waaraan het systeem moet voldoen, de functies die het systeem moet krijgen en hoe data en informatie in het systeem opgenomen en verwerkt moet worden. In SDM staat

een dergelijk document bekend als een definitiestudie (Eilers, 1990). Ook tussen de ontwikkelaars zelf is een ontologische synchronisatie van belang. Vaak is het zo dat een applicatie gedistribueerd wordt ontwikkeld. Verschillende ontwikkelaars werken met allerlei tools en programmeertalen voor de verschillende lagen in het systeem om het uiteindelijke systeem te bouwen. Belangrijk daarbij is dat de softwarecode een universele lay-out krijgt. Hierdoor kunnen de programmaonderdelen niet alleen naadloos op elkaar aansluiten, zo blijft de technische opbouw van het systeem begrijpelijk voor de ontwikkelaars onderling. Wanneer nieuwe ontwikkelaars bij het project worden betrokken, dan kunnen ze snel inzicht krijgen in de opbouw van het systeem en blijft het systeem op de lange termijn aanpasbaar. Cap Gemini, één van de meest vooraanstaande aanbieders van consultancy-, technologie- en outsourcingdiensten ter wereld, is een bedrijf dat hiervoor strikte richtlijnen heeft opgesteld. Deze worden gehanteerd om applicatieontwikkelingen te kunnen distribueren over bijvoorbeeld programmeurs in India die de business logic laag verzorgen en ontwikkelaars op locatie die de interfacelaag programmeren (Zaal, 2004). Dus niet alleen tussen de ontwikkelaars en de opdrachtgever moeten ontologische afspraken worden gemaakt en ook tussen ontwikkelaars zelf.

6.3 Systeemontwikkeling en kennisuitwisseling

Hieronder zal een case study worden gepresenteerd over van de ontwikkeling van het information retrieval systeem Peanuts. Door het beschrijven van de opbouw en werking van het systeem zal worden aangegeven hoe de inzichten uit deze scriptie meer technisch kunnen worden toegepast. Als systeemontwikkelaar ben ik betrokken geweest bij het opzetten en opleveren van het systeem in 2002. Nadien is het product doorontwikkeld, deze ontwikkelingen zullen echter buiten beschouwing worden gelaten in deze casestudy. Het gaat hier vooral om het gekozen ontwerp, totstandkoming, gebruikscontext en functies van het systeem.

Peanuts is ontwikkeld voor AKZO Nobel, een internationaal en multicultureel bedrijf waarvan het hoofdkantoor in Arnhem staat⁸. Het bedrijf is actief in farmacie, coatings en chemie en ontplooit activiteiten in meer dan tachtig landen. Het bedrijf heeft bijna 64.000 werknemers in dienst en had in 2003 een omzet ruim 13 miljard euro. De organisatie van AKZO is opgebouwd uit business units die rechtstreeks rapporteren aan het topmanagement.

De research en development business unit Polymer Chemicals in Deventer staat centraal in deze case study. Hier wordt research gedaan naar organische peroxiden die worden toegepast in hittebestendige polymeren zoals PVC, acryl en rubber.

6.3.1 Het informatiesysteem Peanuts

Peanuts is een web-based informatiesysteem waarmee allerlei (chemische) stof informatie kan worden gevonden en gepresenteerd. Het bood ten tijde van oplevering zo'n 50.000 eigenschappen van ongeveer 3000 stoffen aan. Het systeem is gebaseerd op ANSIS (AKZO Nobel Scientific Information System), een stof informatiesysteem uit AKZO Arnhem. Medewerkers uit Deventer waren tijdens een werkbezoek onder de indruk van ANSIS en ontplooiden hierop het initiatief om een dergelijk systeem voor hun eigen afdeling op te zetten. Na enig overleg met de collega's in Arnhem is er in Deventer een ontwikkelteam opgezet. Dit team had als doel ANSIS over te nemen en aan te passen voor de situatie in Deventer.

In het software engineering report van Peanuts staat dat het systeem is ontwikkeld omdat de afdeling Safety in Deventer nog geen eigen gecentraliseerd stofinformatie en rapportage systeem bestond (Wasse, 2002). Alle gebruikers hadden eigen informatiebronnen voor het maken van rapportages en berekeningen. Zo gebruikten sommigen informatiebronnen van internet, terwijl

⁸ Voor informatie over AKZO Nobel zie <http://www.akzonobel.com>. Online op 29-7-2004.

anderen een naslagwerk gebruiken dat ze in hun bureau bewaarden. Hierdoor kon het gebeuren dat door verschillende medewerkers, voor het maken van dezelfde berekening, andere informatiebronnen werden gebruikt. Dit werd als onwenselijk werd gezien. Daarnaast bestond er het praktische probleem dat iemand soms een uur aan het zoeken was naar bepaalde informatie, terwijl de collega naast de deur de gegevens per direct beschikbaar had.

Het maken van een centraal benaderbaar en afdelingsbreed systeem diende de bovengenoemde problemen te voorkomen. Dit systeem moest een informatiebronnen vervangend systeem worden, met een enkele gecentraliseerde database, beheerd door een toegewezen data administrator (DBA). Er is nadrukkelijk voor gekozen een enkele administrator het databasebeheer te laten doen, om de integriteit van de gegevens centraal verifieerbaar en traceerbaar te houden.

Technisch ontwerp

Met de zojuist genoemde intenties is destijds begonnen met het ontwerpen met het systeem. Er is hiervoor een architectuur gebruikt die overeenkomt met de Three-Tier architectuur uit paragraaf 5.1.2. Voor de data laag is het relationele database management systeem Microsoft SQL Server gebruikt. De keuze voor een RDBMS lag voor de hand om twee redenen: in de eerste plaats omdat andere centrale systemen bij AKZO hier ook al gebruik van maakten en in de tweede plaats omdat de naar Peanuts te ontsluiten systemen compatibel waren met deze vorm van gegevensopslag (naast het ANSIS systeem ook enkele andere lokale databasesystemen). De business logic laag is geprogrammeerd met behulp van ASP technologie op een IIS webserver. Hiermee kan de door de gebruiker bestelde data, dynamisch worden aangeleverd voor een op maat gemaakte interface. De interfacelaag maakt gebruik van HTML, CSS, JavaScript en Visual Basic script.

Ontwikkeling

Peanuts is gebouwd in vijf maanden en tot stand gekomen door een samenwerking in teamverband. Dit team bestond uit twee opdrachtgevers, een projectmanager en een systeemontwikkelaar. De twee opdrachtgevers hadden leidinggevende functies op de betreffende afdeling en de projectmanager was verantwoordelijk voor vele automatiseringsprojecten in AKZO Deventer.

De opdrachtgevers gaven aan welke functionaliteit was gewenst, de projectmanager monitorde de plannen op technische mogelijkheden en de systeemontwikkelaar was verantwoordelijk voor communicatie met de opdrachtgevers en de ontwikkeling van de software. Door zowel de opdrachtgevers als de systeemontwikkelaar is regelmatig contact gezocht met de beoogde gebruikers. Hierbij zijn prototypes van de interface gepresenteerd en is gevraagd naar informatiebehoeften en ideeën voor de software.

De eerste versie van Peanuts is in december 2002 opgeleverd en na een demonstratie op de afdeling PCS beschikbaar gekomen voor de medewerkers van de afdeling Safety.

Dataselectie

Om Peanuts te vullen met informatie is er een inventarisatie gemaakt van beschikbare informatiesystemen die in aanmerking kwamen om te worden omgezet naar Peanuts. Tijdens de inventarisatie bleek dat mensen niet alleen hun eigen naslagwerken en internetdatabases gebruikten als informatiebron, maar dat er ook zelfgebouwde privé-informatiesystemen werden gebruikt in bijvoorbeeld Acces of Excel.

Om te besluiten welke informatie in Peanuts zou terechtkomen was in de eerste plaats de autoriteit waaraan de informatie ontleend was belangrijk. Gegevens van binnen de chemie algemeen bekende informatiebronnen kwamen

eerder in aanmerking dan meetgegevens van ‘bepaalde laboranten’, dit ondanks het feit dat bij alle gegevens de bronvermelding werd gemeld. Er werd gesteld dat voor sommige informatiebronnen een bepaalde interpretatie nodig is. Soms is het bijvoorbeeld nodig om te weten hoe de onderzoeker werkt om de gegevens op de juiste waarde te schatten. Andere selectiecriteria waren gebaseerd op de meettechnieken, datering van de gegevens en de gehanteerde methodieken. Het is namelijk niet zo, zoals wellicht aannemelijk is, dat de waardes die bekend zijn voor een bepaalde stofeigenschap statisch zijn. Door nieuwe technieken, andere werkwijzen en betere schattingen kan het zo zijn dat de waarde van een stofeigenschap verandert.

Het is dus belangrijk om te weten hoe een bepaalde waarde is ontstaan. Dit is dan ook expliciet traceerbaar gemaakt in het Peanuts informatiesysteem. Aan de hand van de zojuist genoemde criteria werd de in het systeem op te nemen informatie gevalideerd door een DBA, die verantwoordelijk was voor de informatie in het systeem.

Functies

Met Peanuts is het, zoals reeds vermeld, mogelijk om stofinformatie op te zoeken. Dit kan op basis van de officiële naam van de stof, het CAS registratie nummer (officieel en uniek nummer van een chemische verbinding), triviale naam of door het uitschrijven van functionele chemische groepen (onderscheidbaar deel van de molecuulstructuur).

Na het zoeken wordt de presentatie van de gegevens onderverdeeld naar het soort eigenschap waaronder de grootheid valt. Deze verdeling bestaat uit een scheiding van de omgevings-, fysische, kinetische en berekende eigenschappen. Bij omgevingsgrootheden moet gedacht worden aan veiligheidsgegevens als elektrische geleidbaarheid en reactiviteit, maar ook aan milieu- en toxiciteitsgegevens als: geurdrempel, biologische afbreekbaarheid en carcinogeniteit. Onder fysische gegevens vallen grootheden als dampspanning, oplosbaarheid in water en soortelijke massa. Kinetische grootheden zijn bijvoorbeeld explosiegrenzen en vlampunten. Berekende eigenschappen tenslotte, zijn eigenschappen die niet direct worden gemeten, maar op een specifieke wijze worden afgeleid. Voorbeelden hiervan zijn: entropie bij gasvorming en warmtecapaciteit in vloeistoffen.

Al deze eigenschappen zijn voornamelijk in tekst of numeriek formaat in het RDBMS van Peanuts opgenomen, uitzondering betreft de grafische afbeelding van de molecuulstructuur. Naast de reeds beschreven eigenschappen kan er allerlei soort informatie over een stof worden toegevoegd door het te associëren met een willekeurig bestand. Hiermee is ook de formule, die is gebruikt voor de berekende eigenschappen, middels een versleuteld PDF bestand geassocieerd. In dit PDF document staat voornamelijk beschreven hoe de formule is afgeleid, onder welke omstandigheden hij opgeld doet en welke aannames hierbij zijn gemaakt.

Een belangrijke eigenschap van Peanuts is het omgaan met verschillende versies van een waarde van een stofeigenschap. Het is namelijk mogelijk dat in de loop van de tijd de waarde van een stofeigenschap verandert. Dit komt doordat er een betere meetmethode wordt ontwikkeld, er nauwkeuriger kan worden gemeten of nieuwe theoretische inzichten zijn ontwikkeld over de wijze waarop de eigenschap moet worden berekend. Wanneer er een nieuwe en betere waarde voor een bepaalde stofeigenschap wordt opgenomen dat blijft de oude gemarkeerd in het systeem aanwezig en traceerbaar. Op deze wijze kan worden gecontroleerd wat de in het verleden gebruikte waarden waren. Hierdoor kunnen bijvoorbeeld eerdere rapportages op correctheid en geldigheid worden gecontroleerd.

Naast het opzoeken van al deze stofinformatie is het ook mogelijk een gestandaardiseerde rapportage in HTML formaat te creëren in Peanuts. Op de rapportage staat onder meer vermeld wat de bron is van de gegevens en

wanneer ze zijn opgevraagd. Wanneer de gegevens in een ander rapport worden opgenomen, dan dient de rapportage uit Peanuts te worden bijgevoegd als bron. Hierdoor worden de gegevens traceerbaar gehouden.

6.3.2 Evaluatie Peanuts

In deze paragraaf zal Peanuts worden omschreven met de syntaxis en semantiek die is opgebouwd in deze scriptie. Het is de bedoeling hiermee te illustreren hoe de inzichten uit de scriptie zich als het ware zelf presenteren. Vervolgens zullen een aantal aanbevelingen worden gemaakt die kennisuitwisseling met Peanuts zou moeten verbeteren.

Epistemologische beschrijving van Peanuts

In Peanuts zit voornamelijk informatie opgeslagen die is gerelateerd aan dat-kennis. Hierbij moet worden gedacht aan de gegevens die corresponderen met de verschillende soorten stofeigenschappen, de bronvermelding, stofgegevens enzovoorts. Er is gezegd dat voor het op waarde schatten van de gegevens kennis nodig is over de herkomst van de informatie. Naast aan dat-kennis gerelateerde informatie wordt er in Peanuts hoe-kennis gerelateerde informatie aangeboden. Dit betreft informatie uit geassocieerde bestanden waarin is beschreven hoe de formule van een berekende eigenschap is afgeleid. In hoofdstuk twee is uitgebreid weergegeven dat hoe-kennis niet is terug te voeren op regels in de vorm van dat-kennis. Er ontbreekt dus altijd hoe-kennis over de wijze waarop formules moeten worden toegepast. Om de hoe-informatie toch te kunnen interpreteren, is er chemische expertise benodigd waarmee ontbrekende tacit hoe-kennis wordt aangevuld. In Peanuts wordt de juiste interpretatie van zowel informatie gerelateerd aan zowel hoe- als dat-kennis op een aantal wijzen gestuurd:

- *Door de informatiebron weer te geven.* Het is namelijk zo dat *doordat* iemand weet waar informatie van afkomstig is, hij of zij informatie op een bepaalde wijze interpreteert. Informatie afkomstig uit experimenten, uitgevoerd door geautoriseerde beroepsoefenaars, wordt anders gewaardeerd als experimentele meetgegevens gepubliceerd op een onbekende internetsite, of van een als slordig te boek staande onderzoeker of instantie.
- *Door het weergeven van de meetmethodiek.* Zoals gebruikelijk in technische en natuurwetenschappen worden de standaarden en eenheden van het SI-stelsel⁹ gehanteerd. Met behulp hiervan is duidelijk op welke wijze stofeigenschappen gelezen moeten worden en wat de grootheden en de eenheden betekenen. Door het gebruik van deze algemeen geaccepteerde en goed beschreven standaarden worden de subjectieve dimensies gecommuniceerd. Hierdoor zijn echter nog niet de 'zachtere' eigenschappen benoemd die voor meerdere uitleg vatbaar zijn. Zo zijn er verschillende criteria te bedenken voordat een stof gevaarlijk, explosief, bijtend enzovoorts kan worden genoemd.
- *Door middel van de gestandaardiseerde rapportagemogelijkheid.* Zoals vermeld, is het in Peanuts mogelijk op een gestandaardiseerde wijze een rapportage te creëren waarin een aantal geselecteerde stofeigenschappen staan vermeld in een vast formaat. Het gebruik van standaarden in rapportages bevordert uniforme interpretatie en daarmee de uitwisselbaarheid van kennis.

Dankzij het weergeven van de gebruikte methodiek, de bron en gestandaardiseerde rapportages wordt op verschillende wijzen informatie-interpretatie

⁹ SI stelsel is een stelsel van standaarden opgericht in 1970 door de Franse 'academie van de wetenschap'. Vanaf 1875 wordt het ook buiten Frankrijk gebruikt. Voor meer informatie zie de officiële site van BIPM, de instantie die het SI stelsel beheert: <http://www.bipm.org/en/si/> Online op 4-8-2004

gestuurd. Het maakt de kans groter dat informatie wordt geassocieerd met de juiste tacit kennis en dat zodoende kennisuitwisseling slaagt. Het sturen van de interpretatie kan echter niet afdoende gebeuren. Het zal bijvoorbeeld moeilijk zijn om de reputatie van een onderzoeksinstelling of een onderzoeker expliciet te maken. Toch speelt dit bijvoorbeeld een belangrijke rol voor het op waarde schatten van de informatie.

Er is in paragraaf 3.3 beschreven dat subjectiviteit langs drie dimensies een rol speelt. Het aantal dimensies verschilt tussen feiten uit de sociale en fysieke werkelijkheid. Bij fysieke feiten speelt enkel sociale constructie van concepten en categorieën een rol en bij sociale ook collectieve intentionaliteit en toekenning van functie. Beide soorten feitelijkheden kunnen in de vorm van informatie in Peanuts worden teruggevonden. Eigenschappen behorende tot de fysieke werkelijkheid zijn bijvoorbeeld: oplosbaarheid in water, dampspanning, relatieve molecuulmassa en verdampingswarmte. De sociale constructies van de feiten worden in het algemeen door de universeel gehanteerde standaarden van het SI-stelsel afdoende beschreven. De andere dimensies, collectieve intentionaliteit en toekenning van functie worden hierdoor echter niet beschreven. Dit zou bijvoorbeeld ontologische informatie kunnen zijn over feiten die een bepaalde bron kwalificeren en tekstuele opmerkingen over stoffen waarin kwalificaties als 'krachtige stof' en 'stinkt erg' zijn opgenomen.

De ontologische beschrijving die is verbonden met dergelijke sociale feiten wordt gevormd door afspraken, gemaakt door een bepaalde sociale groep mensen. Door middel van collectieve intentionaliteit wordt bepaald wanneer deze kwalificaties kunnen worden gemaakt. Een vestiging van AKZO Nobel in een ander land kan bijvoorbeeld heel andere beweegredenen hebben om te bepalen dat iets bijvoorbeeld stinkt, pijnlijk, gevaarlijk, ongezond of hygiënisch is. De betekenis van de gegevens is dus niet uitwisselbaar wanneer dergelijke kwalificaties niet expliciet worden overgebracht naar in een andere ontologie. Dit zou deels kunnen worden voorkomen door bijvoorbeeld de kwalificatie 'stinkt erg', indien mogelijk, uit te drukken in kwantitatieve eenheden. Het is dan natuurlijk wel de vraag of het op die wijze weergeven van sociale feiten dezelfde betekenis draagt, en het meten ervan überhaupt de moeite loont.

Aanbevelingen

Tot slot wil ik vier suggesties geven waarmee, mijns inziens, de kwaliteit van kennisuitwisseling met Peanuts kan worden verbeterd. Deze zijn:

- *Maak de validatiecriteria duidelijk aan de gebruikers.* In Peanuts zijn een aantal ontologische aanwijzingen aanwezig. Deze reiken verder dan enkel het weergeven van de informatiebron. Hiermee worden weliswaar ten dele interpretatieproblemen voorkomen, maar dat is niet voldoende. Interpreteren van informatie kan ook op andere wijzen interpretatieproblemen opleveren; bijvoorbeeld wanneer een bron niet bekend is bij een medewerker. In Peanuts werd tegen dit probleem aangelopen bij het overnemen van informatie uit het ANSIS systeem. Deze bron van informatie kan voor de medewerkers in Deventer niet worden aangemerkt als bekende bron. Derhalve is de informatie niet goed te interpreteren. Dit probleem werd voorkomen door de regel dat alle informatie in het systeem gevalideerd moest worden. Door de validatieprocedure moest duidelijk worden of de gegevens allemaal geschikt waren om te gebruiken in Peanuts. Dit valideren werd uitgevoerd door een DBA. Deze selecteerde informatie aan de hand van een aantal criteria en bepaalde op welke wijze het in Peanuts opgenomen kon worden. De overige gebruikers wisten echter niet volgens welke criteria de informatie is gevalideerd. Wanneer deze zouden zijn opgenomen in het systeem dan is het voor de gebruikers eenvoudiger om de informatie correct te interpreteren.

- *Geef ontologische informatie weer.* Door van het SI stelstel gebruik te maken, wordt er een gerefereerd naar gestandaardiseerde ontologische informatie. Deze betreft echter niet ontologische informatie over 'zachtere' eigenschappen, terwijl deze vaak voor meerdere interpretatie vatbaar kan zijn. Zoals gemeld zijn er verschillende criteria te bedenken voordat een stof gevaarlijk, explosief, bijtend enzovoorts kan worden genoemd. De vanuit collectieve intentionaliteit opgestelde criteria zouden dus beschikbaar moeten zijn als ontologische informatie in Peanuts. Dit om uniforme interpretatie te stimuleren (zie paragraaf 3.3).
- *Gebruik conceptuele grafen als representatietechniek.* In Peanuts wordt informatie gerepresenteerd in de gegevenslaag met behulp van een RDBMS. Zoals beschreven in paragraaf 5.2.1 kan hiermee op een flexibele wijze informatie worden opgenomen. Deze techniek is echter niet speciaal toegespitst op het weergeven met van meta-informatie (ontologische beschrijvingen behorende bij informatie), zoals zojuist werd aanbevolen. Het is één van de doelstellingen van Peanuts om informatie traceerbaar en identificeerbaar te houden. Dit zou met conceptuele grafen systematischer mogelijk moeten zijn. Conceptuele grafen bieden een structuur aan waarmee op systematische wijze een ontologie aangebracht kan worden (zie paragraaf 5.2.5). Daarnaast wordt in een conceptuele graaf de wijze waarop een eigenschap is verbonden expliciet gemaakt. Zo kan er bijvoorbeeld in het systeem worden opgenomen dat er een gelijkheidsrelatie bestaat tussen alcohol en ethanol en dat giftigheid van beide stoffen een eigenschap is. Wanneer dergelijke relaties vervolgens expliciet en in de interface oproepbaar zijn, dan wordt het expressief vermogen van het systeem vergroot.
- *Bewaar of valideer de originele interface.* In Peanuts zijn allerlei informatiebronnen samengevoegd. De originele presentatie van gegevens is overgezet naar één uniforme. Zoals opgemerkt in paragraaf 5.4, stuurt de wijze waarop informatie in de interface wordt gepresenteerd de interpretatie ervan. Zolang alle overgezette gegevens hierop worden gevalideerd, dus voordat ze in Peanuts terechtkomen, dan zou dit geen belangrijke problemen moeten opleveren. Het is onduidelijk of tijdens de validatieprocedure van Peanuts hiermee rekening is gehouden. In ieder geval valt de aanbeveling te maken dat, in het geval de interfaces van externe informatiesystemen niet worden gevalideerd, het zo zou moeten zijn dat de interface waarin de gegevens van origine werden gepresenteerd worden meegeleverd in de interface van Peanuts. (zie paragraaf 6.1.2) Hierdoor wordt voorkomen dat er interpretatieproblemen ontstaan.

7 Praktische aanbevelingen

Met behulp van de inzichten uit deze scriptie heb ik de mogelijkheden van kennisuitwisseling met informatiesystemen in beeld willen brengen. Het moge duidelijk zijn, dat er geen algemeen antwoord gegeven kan worden op de vraag: *“In hoeverre kan aanwezige kennis worden opgenomen en ontsloten middels informatiesystemen in professionele organisaties.”* Het antwoord hangt namelijk af van: het soort kennis en informatie dat moet worden uitgewisseld, in welke situatie het informatiesysteem wordt gebruikt en welke functionaliteit het systeem moet bieden.

Hieromtrent zijn dan ook een aantal bevindingen gedaan die van belang zijn voor het bepalen in hoeverre kennisuitwisseling met informatiesystemen in professionele systemen mogelijk is. Vanuit deze bevindingen zijn hieronder een aantal aanbevelingen gemaakt die van nut kunnen zijn bij het ontwerpen van een informatiesysteem in de praktijk. Deze zijn vanuit de verschillende invalshoeken uit het vorige hoofdstuk geïnclassificeerd.

Epistemologische optiek

- *Stel vast welke soort kennis moet worden gerepresenteerd.* Tacit kennis kan niet als expliciete informatie in een informatiesysteem worden verwerkt (zie par. 2.3 en par. 4.2). Delen van tacit kennis kunnen wel worden gerepresenteerd door bijvoorbeeld een film. Het systeem kan dan echter niet bewerkingen hiermee uitvoeren (zie par. 6.1.1).
- *Creëer een ontologische beschrijving bij de informatie.* Bij fysieke feiten moet dit gebeuren door de sociale constructies die worden gebruikt in de feiten zoveel mogelijk expliciet te maken. Bij sociale feiten wordt het ontologisch kader ook langs andere dimensies vorm gegeven: door middel van collectieve intentionaliteit en toekenning van functie (zie par. 3.2 en 3.3). Ook dit moet zoveel mogelijk worden geëxpliciteerd in de ontologische beschrijving (zie par. 6.1.2).
- *Houdt rekening met de mogelijkheden van het soort systeem.* Voor de verschillende soorten informatiesystemen geldt:
 - Expertsystemen kunnen niet op dezelfde wijze een beslissing nemen als een menselijk expert; zeker niet als er tacit kennis voor een beslissing is vereist. Dit kan niet op een voor het systeem interpreteerbare wijze worden opgenomen (zie par. 5.3). Hetzelfde geldt voor de context waarin de beslissing moet worden genomen. De context krijgt namelijk mede vorm vanuit subjectieve ontologieën. Wanneer de subjectieve elementen niet expliciet kunnen worden gemaakt, dan kan een expertsysteem mogelijk onangepaste beslissingen nemen.
 - Decision support systemen hoeven slechts adviezen geven. De interpretatie van de adviezen vindt altijd plaats door de gebruiker. Deze kan het advies op waarde schatten, op voorwaarde dat het systeem weergeeft hoe het tot zijn aanbeveling is gekomen (zie par. 6.1.2). Een Decision support systeem kan niet redeneren zoals mensen (met behulp van mentale modellen), maar kan wel met technieken als data mining inferenties maken die mensen niet of niet eenvoudig maken.
 - In information retrieval en registratiesystemen wordt zowel de interpretatie als de verwerking van de informatie verricht door de gebruiker. Hierdoor kan tacit kennis in bijvoorbeeld grafische afbeeldingen en geluidsfragmenten in zulke systemen worden uitgewisseld door middel van expliciete labels (bv. trefwoorden) die het systeem wel kan verwerken. Het hoeft de inhoud van deze informatie dan niet te interpreteren om het te ontsluiten naar een

gebruiker (zie par. 6.1.1). Om de gebruiker te ondersteunen in het verwerken van informatie moeten er zoveel mogelijk ontologische aanwijzingen zijn. Deze moeten weergeven hoe de informatie ingepast moet worden in een ontologisch kader, zodat het op de informatie kan verwerkt worden tot de door de zender beoogde kennis.

Kennismanagement optiek

- *Analyseer in welk scenario een informatiesysteem gaat functioneren.* Wanneer het binnenin een ontologisch kader wordt geplaatst, dan verloopt informatieverwerking door gebruikers beter dan wanneer het systeem tussen twee subjectieve ontologieën in moet functioneren (zie par 6.2).
- *Maak onderling ontologische afspraken.* Door het maken van dergelijke afspraken wordt er uniform interpretatiekader gecreëerd. Er moeten niet alleen tussen ontwikkelaars en managers ontologische afspraken worden gemaakt over welke betekenis informatie heeft. Tussen ontwikkelaars en beoogde gebruikers en tussen ontwikkelaars onderling moeten ook ontologische synchronisaties plaatsvinden (zie par. 6.2.1 en 6.2.3). Ontwikkelaar en gebruiker moeten overleggen hoe bedrijfsprocessen worden geïmplementeerd in de software en ontwikkelaars onderling over toe te passen programmeerstijlen en –technieken.
 - Wanneer een decision support systeem wordt gebruikt door mensen met een ontologisch kader dat niet compatible is gemaakt, dan kunnen de adviezen van het systeem verkeerd worden verwerkt. Wanneer het systeem wordt ontwikkeld en gebruikt binnen hetzelfde ontologisch kader, dan treedt dit probleem minder snel op (zie par. 6.2.2).
 - Information retrieval en registratiesystemen kunnen wel tussen twee subjectieve ontologieën worden ingezet, mits het mogelijk is om de ontologie verbonden met de informatie (meta-informatie) te expliciteren (zie par. 6.2.2).

Technische optiek

- *Standaardiseer de wijze waarop informatie wordt gepresenteerd.* Hiermee wordt uniforme interpretatie gestimuleerd. (zie par 6.3.2)
- *Geef systematisch de ontologische beschrijvingen behorende tot de informatie direct weer in de interface.* Hiermee kan worden gezien hoe informatie moet worden geïnterpreteerd, waardoor fouten worden voorkomen (zie par. 6.3.2).
- *Gebruik conceptuele grafen.* Deze techniek is geschikt om ontologische beschrijvingen als meta-informatie op te nemen en aan te leveren voor de interface (zie par. 5.2.4, 5.2.5 en 6.3.2).
- *Bewaar of valideer de originele interface.* Deze aanbeveling is alleen van belang bij het koppelen van informatiesystemen (zie par. 5.4). Wanneer dit plaatsvindt, dan moet de wederzijdse informatie door lokale administrators worden gevalideerd voordat het wordt opgenomen in het gekoppelde systeem. De criteria die hierbij zijn gehanteerd moeten in het systeem oproepbaar zijn. Wanneer er geen validatie plaatsvindt, dan verdient het de aanbeveling dat de informatie uit het gekoppelde systeem in de originele interface wordt gepresenteerd (zie par 6.3.2).

De hier gepresenteerde aanbevelingen moeten vooral worden gezien als aandachtspunten en richtlijnen. Deze moeten naar mijn mening centraal staan tijdens en voor het ontwerpen van informatiesystemen. De aanbevelingen en richtlijnen hebben dan ook een algemeen karakter; welke concreet van toepassing zijn, hangt af van situationele factoren.

Referenties

- Aron, R. & Singh, J. (2002). IT Enabled Strategic Outsourcing: Knowledge Intensive Firms, Information Work and the Extended Organizational Form. *Knowledge@Wharton*. Online op 27-9-2004, via <http://knowledge.wharton.upenn.edu/index.cfm?fa=viewPaper&id=1071>.
- Aron, R. & Singh, J. (2003). Two Major Errors That Companies Make In Outsourcing Services. *Knowledge@Wharton*. Online op 27-9-2004, via <http://knowledge.wharton.upenn.edu/articles.cfm?catid=13&articleid=731>.
- Atkinson, M., Bancilhon, F., DeWitt, D., Dittrich, K., Maier, D. & Zdonik, S. (1989). The Object-Oriented Database System Manifesto. In W. Kim, J.-M. Nicolas, and S. Nishio (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on Deductive and ObjectOriented Databases* (pp. 40-57). Amsterdam: Elsevier Science. Online op 12 juli 2004, via <http://www.cl.cam.ac.uk/Teaching/2003/Databases/oo-anifesto.pdf>.
- Bell, D. (1974). *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*. Harmondsworth: Penguin.
- Boisot, M. (1998). *Knowledge Assets: Securing Competitive Advantage in the Information Economy*. Oxford: Oxford University Press.
- Brey, P.A.E. (2003). The Social Ontology of Virtual Environments. *American Journal of Economics and Sociology*, 62(1), 269-282.
- Brey, P.A.E. (2004). "Knowledge and reality". In Collegedictaat Analytische wijsbegeerte, logica en kentheorie, *Universiteit Twente*.
- Case Study: Inside the Progeon-Greenpoint Mortgage transaction. (2002). *Knowledge@Wharton*. Online op 27 september 2004, via <http://knowledge.wharton.upenn.edu/index.cfm?fa=viewArticle&id=632>.
- Castells, M. (1997). *The Power of Identity: The Information Age - Economy, Society and Culture*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Chalmers, D.A. (1993). Connectionism and Compositionality: Why Fodor and Pylyshyn were wrong [Electronische versie]. *Psychology*, 6, 305-319.
- Davis, R., Shrobe, H. & Szolovits, P. (1993). What is a Knowledge Representation? [Electronische versie]. *AI Magazine*, 14(1), 17-33.
- De buitengewone Europese Raad van Lissabon: naar een Europa van de innovatie en de kennis (2000). *Europese unie*. Online 31 augustus 2004, via <http://europa.eu.int/scadplus/leg/nl/cha/c10241.htm>.
- Deep Blue (geen datum). *IBM*. Online op 16 april 2004, via <http://www.research.ibm.com/know/blue.html>.
- Dretske, F. I. (1981). *Knowledge and the Flow of Information*. Cambridge: The MIT Press.

- Dreyfus, H & Dreyfus, S. (1984). From Socrates to Expert Systems: The Limits and Dangers of Calculative Rationality [Electronische versie]. *Technology in Society*, 6(3), 217-233.
- Dreyfus, H & Dreyfus, S. (1986). *Mind over machine*. New York: The Free Press.
- Dym, C.L. & Brey, P.A.E. (2001). Languages for engineering design: Empirical constructs for representing objects and articulating processes. *The empirical turn in the Philosophy of Technology*, 20, 119-148.
- Dym, C.L. & Levitt, R.E. (1991). *Knowledge based systems in engineering*. Singapore: McGraw-Hill.
- Dym, C.L. (1994). *Engineering design: a synthesis of views*. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Eilers, H.B. (1990). *Systeemontwikkeling volgens SDM*. Den Haag: Academic Service.
- Fodor, J.A. (1968). The appeal to tacit knowledge in psychological explanation. *Journal of Philosophy*, 65, 627-640.
- Fodor, J.A. & Pylyshyn, Z. (1988). Connectionism and Cognitive architecture: A critical analysis [Electronische versie]. *Cognition*, 28, 3-71.
- Grayling A.C. (1996). Epistemology. In N. Bunnin & E.J. Blackwell E.J (Eds.), *The Blackwell Companion to Philosophy* (pp. 35-37). Oxford: Blackwell Publishers.
- Hoogleraren kraken innovatieplatform. (27-4-2004). *Algemeen Dagblad*, p1.
- Innovatieplatform op 5 september van start (2003). *Ministerie van Algemene Zaken*. Online 18 Feb. 2004, via <http://www.minaz.nl/data/1061558356.pdf>.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental Models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kim, D.H. (2003). The Link between Individual and Organizational Learning. *Sloan Management Review*, 35(1), 37-50.
- Lutters, D. (2001). "Manufacturing integration based on information management," diss., *Universiteit Twente*.
- Newell A. & Simon H. (1976). Computer science as empirical inquiry: symbols and search, *Communications of the ACM*, 19(3), 113-116.
- Nieuwsredactie TNO (2003). *VNO-NCW, KNAW, NWO, TNO en VSNU: Regeerakkoord moet in teken staan van kenniseconomie*. Online op 31 Aug. 2004, via http://www.tno.nl/nieuws/bericht_5762.html.
- Nijssen, G.M. (1989). *Grondslagen van bestuurlijke informatiesystemen*. Slenaken: Nijssen advies bureau voor informatica.
- O' Dell, C. & Jackson, C. (2000). "Identifying and Transferring Internal Best Practices." American Productivity & Quality Center". *American Productivity & Quality Center*. Online op 28 september 2004, via <http://coprodsrv03.startmultimedia.com/Siav/SiavBiblioteca.nsf/>.

- Onderzoek naar kennisoverdracht (2004, week 35). *Automatiseringsgids*, p.1.
- Petersen, U., Schärfe, H. & Øhrstrøm (2003). Conceptual Graphs. *Universiteit van Aalborg*. Online op 24-9-2004, via <http://www.huminf.aau.dk/cg/>.
- Polanyi, M. (1958). *Personal Knowledge Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: Chicago University Press.
- Putnam, H. & Boolos, G. (1990). *Meaning and method: essays in honor of Hilary Putnam*. New York: Cambridge University Press.
- Reynolds, G.W. (1992). *Information systems for managers*. St Paul: West Publishing Company.
- Roberts, D. D. (1973). *The Existential Graphs of Charles S. Peirce*. Den Haag: Mouton & Co.
- Ryle, G. (1949). *the Concept of Mind*. (2e ed.). Essex: The Anchor Press Ltd.
- Sauter, V.L. (2000). User interface cases. *Universiteit van Missouri*. Online op 27 Okt. 2004, via <http://www.umsi.edu/~sauter/analysis/prototyping/case.html>.
- Schavemaker, C. & Willemsen, H. (red.) (1986). *Over het weten van de mens*. Alphen aan de Rijn: Samson.
- Searle, J.R. (1995). *The Construction of Social Reality*. New York: the Free Press.
- Senge, P.M. (1990). *The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization*. New York: Doubleday.
- Stillings, N.A., Weisler, S.E., Chase, H.C., Feinstein, M.H., Garfield, J.L. & Rissland, L.R. (1995). *Cognitive Science: An introduction*. London: The MIT Press.
- Suchman, L.A. (1987). *Plans and situated actions: The problem of human machine interaction*. Cambridge: the Cambridge University Press.
- Takeuchi, H. & Nonaka, I. (1995). *The Knowledge Creating Company*. Oxford: Oxford University Press Inc.
- Vries de, G. (1984). *De ontwikkeling van de wetenschap*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Vught van, F. (2004). *Virtù Heroica*. (2004). Online op 22 maart 2004, via <http://www.utwente.nl/nieuws/archief/2003/sept03/oaj/oaj-rede2003.pdf>.
- Wasse, R. (2002). Peanuts software engineering report. *Akzo Nobel Polymer Chemicals Deventer*.
- Weghorst P. & Knol H.J. (1991). *Typologie van informatiesystemen*. Schoonhoven: Academic Service.
- What Works, What Doesn't: Lessons from Two Companies that Outsource Back-Office Tasks. (2002). *Knowledge@Wharton*. Online op 27 september, via <http://knowledge.wharton.upenn.edu/index.cfm?fa=viewArticle&id=693>.
- Zaal, R. (2004, week 33). *Automatiseringsgids*, p.2.

