

# RIKS: KENNISTECHNOLOGISCH CENTRUM VOOR BEDRIJFSLEVEN EN WETENSCHAP\*

door prof. dr. G. Kempen

*In de voordracht wordt allereerst ingegaan op hetgeen onder kennissystemen moet worden verstaan. Vervolgens wordt een beeld geschetst van een Research Instituut voor KennisSystemen dat optimaal inspeelt op enerzijds het onderzoekspotentieel in Nederland en anderzijds de behoeften van het bedrijfsleven. Een en ander gebaseerd op het rapport van de Commissie Cognitieve Informatica.*

*Op verzoek van de redactie van dit tijdschrift is een literatuurlijst toegevoegd.*

## 1 KENNISSYSTEMEN

Een Research-Instituut voor KennisSystemen: wat zou daarmee bedoeld kunnen zijn? Deze vraag is niet overbodig. De term *kennissysteem* is immers allerm minst gangbaar; in feite werd hij bedacht door de commissie die het RIKS heeft ontworpen. Die commissie staat bekend onder de naam Cognitieve Informatica – óók geen alledaags begrip. In het nieuwe Van Dale-woordenboek voor het hedendaags Nederlands komt *kennissysteem* niet voor. Wel het verwante woord *kennisbank*, dat wordt omschreven als 'systeem van kunstmatige intelligentie waarin (van onderscheiden wetenschappen) basis-kennis, specialistische en aanvullende gegevens oproepbaar zijn opgeslagen'. Kennisbanken zijn inderdaad onmisbare bouwstenen voor Kunstmatige Intelligentie. Maar wat is dan het onderscheid tussen *kennisbank* (*knowledge base*) en het vertrouwde begrip *databank* (*database*)? Van Dale definieert het laatste woord als 'opslagplaats van gegevens die in relatie tot elkaar staan en die op elk willekeurig punt direct toegankelijk opvraagbaar zijn'. Het verschil tussen *kennisbank* en *databank* lijkt hiermee niet zo erg groot: in beide gevallen gaat het om opslag van gegevens op een wijze die hen snel en handig opzoekbaar maakt. Ook is de omschrijving van een database als een stelsel van gegevens en relaties daartussen tot op zekere hoogte van toepassing op kennisbanken. Want ook bij *kennis* gaat het om 'objecten' die onderling met elkaar in verband worden gebracht. Inderdaad is er geen essentieel verschil tussen *kennis* enerzijds en *gegevens* of *informatie* anderzijds. Naar mijn mening kan kennis het best worden aangeduid als een rijk gestructureerd soort informatie, zich kenmerkend door een grote mate van complexiteit en heterogeniteit. Onder deze kenmerken reken ik ook, voorzover van toepassing, incompleetheid en onzekerheid van informatie. De rijkere structuur maakt 'intelligentere' methoden mogelijk voor het zoeken en creëren van informatie (kennis). Maar dit heeft zijn prijs: de programmatuur die nodig is om kennisbanken te doorzoeken, te updaten en intern consistent te houden, om uit de opgeslagen kennis via combineren en deduceren nieuwe kennis (objecten) af te leiden enzovoorts, is vele malen ingewikkelder dan in het geval van databanken. Gelukkig houdt de toegenomen complexiteit geen even-

redige taakverzwaring voor de programmeur in. Integendeel. Dank zij het Artificiële-Intelligentie-(AI)-onderzoek is een arsenaal van theorieën en programmeertechnieken ontstaan die het leven van de *kennistechnoloog* aanzienlijk vergemakkelijken en veraangenamen. Ik denk hier aan pattern-matching, unificatie, logisch-programmeren; aan gestructureerde talen voor kennisrepresentatie; aan 'expert system shells' waarmee snel, al dan niet met grafische ondersteuning, een stelsel van zogenaamde produktieregels kan worden opgezet en getoetst enzovoorts. Met behulp van zulke geavanceerde gereedschappen kunnen kennissystemen op economische wijze worden vervaardigd. Ik voeg hier onmiddellijk aan toe dat kennissystemen in beginsel óók met traditionele middelen zouden kunnen worden gebouwd; alleen, de benodigde werktijd schat ik vele malen hoger: niet 2 of 3 maal, maar minstens 10 tot 20 maal. (Deze schatting baseer ik mede op ervaringen van mijn Nijmeegse AI-groep met een Lisp Machine van het soort dat vandaag door Sperry wordt aangeboden aan het RIKS.) Ik heb nu alle ingrediënten bij elkaar voor een omschrijving van de term kennissystemen. Dit zijn *computersystemen die het mogelijk maken om rijk gestructureerde en complexe informatie op efficiënte wijze in grote bestanden op te slaan, op te zoeken en te bewerken met het oog op de voortbrenging van nieuwe informatie*. Voor alle duidelijkheid: de efficiëntie slaat niet alleen op het functioneren van een kant-en-klaar systeem (bijvoorbeeld redeneertempo, kwaliteit van bereikte conclusies) maar ook op het gemak waarmee het systeem gebouwd, gewijzigd en bijgehouden kan worden. Deze omslachtige, maar naar ik hoop niet-circulaire definitie van *kennissystemen* is weinig spectaculair en roept de vraag op waarom kennissystemen en de AI-technieken waarop ze zijn gebaseerd, zoveel stof hebben doen opwaaien. Ik denk dat het antwoord meerledig is. Vooral in de begintijd van het AI-onderzoek deed een diep gewortelde filosofische opvatting zich gelden: machines werden per definitie buiten staat geacht *cognitieve*, dat wil zeggen op kennis gebaseerde gedragingen te vertonen zoals denken, redeneren, taal, intelligentie, gevoel, creativiteit en dergelijke. De bestaanbaarheid van kennissystemen werd dan ook door velen betwijfeld. Daarnaast traden psychologische effecten op: machines met mensachtige trekken werden beleefd als fascinerend én angstaanjagend. De laatste jaren treedt hier evenwel een aanzienlijke gewenning op. De huidige belangstelling voor kennissystemen bij niet-wetenschappers komt naar mijn mening dan ook hoofd-

\* Voordracht gehouden op 4 november j.l. in Maastricht tijdens het RIKS/Feigenbaum-Seminar

zakelijk voort uit economische motieven. De prijs-prestatieverhoudingen van AI-producten zijn langzamerhand in de buurt van het economisch haalbare gekomen, zodat bedrijfsleven en overheid zich niet meer kunnen veroorloven de wetenschappelijke vorderingen op AI-gebied te negeren.

Het feit dat u hier in zo groten getale aanwezig bent is het beste bewijs dat de bezinning over toepassingsmogelijkheden en -onmogelijkheden van kennisystemen in Nederland in volle gang is. In de Verenigde Staten en Japan is dit afwegingsproces al zo'n 5 tot 10 jaar geleden begonnen. De verwachtingen waren daar veel hoger gespannen dan in het bezadigde Europa en het nuchtere Nederland. Inmiddels zijn in Amerika en Japan sommigen gaan vrezten voor een ernstige weerslag. Op een warme zomer vol optimisme over de grote toekomst die AI werd voorspeld, zou een ijsskoude winter volgen van desillusies. Met als gevolg dat de industrie de bakens zou gaan verzetten en haar geld in andere technologieën investeren. Bij mijn weten zijn tot op heden echter geen voorboden van een naderende AI-ijstijd signaleerd. Wel zijn er gebeurtenissen die tot voorzichtigheid manen: afgebroken projecten, failliete bedrijfjes. Ik vermoed dat in Europa en Nederland veel minder gevaar bestaat voor zo'n AI-ijstijd, om de eenvoudige reden dat de verwachtingen hier nooit zo hoog gespannen – zeker niet overspannen – zijn geweest.

In de rest van mijn lezing zal ik proberen om, in aansluiting op het rapport van de commissie Cognitieve Informatica<sup>1</sup>, een beeld te schetsen van een Research-Instituut voor KennisSystemen dat optimaal inspeelt op enerzijds het onderzoekspotentieel in dit land, anderzijds de behoeften van het bedrijfsleven.

## 2 AI-ONDERZOEK IN NEDERLAND

Het kennistechnologische onderzoekspotentieel in Nederland laat zich heel aardig in kaart brengen vanuit historisch perspectief. Het vroegste onderzoek met een sterke AI-inslag vond in het midden van de jaren zestig plaats te Amsterdam. Daar hebben L. Meertens en N. Frijda – de een verbonden aan het Mathematisch Centrum (nu CWI), de ander aan het Psychologisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam – voor het eerst een systeem gebouwd dat kon redeneren op basis van *semantische netwerken* (inmiddels een standaardtechniek voor kennisrepresentatie). Dit werk was geheel oorspronkelijk en vond plaats tegen de achtergrond van psychologische opvattingen over denken en geheugen die via een andere Amsterdamse hoogleraar, A. D. de Groot, terecht zijn gekomen in Pittsburgh en daar belangrijke invloed hebben gehad op het werk van A. Newell en H. Simon. Het tweede project begon enige tijd later op het Philips Natuurkundig Laboratorium te Eindhoven, waar een team van onderzoekers – onder andere H. Bunt, S. Landsbergen en R. Scha – begon met de ontwikkeling van een Engelstalig vraag-antwoordsysteem dat bekend is geworden onder de naam PHLIQA. Dit 'dialoogsysteem' zoals het nu zou heten, had een sterk

logische inslag en was daarmee zijn tijd enkele jaren vooruit.

Ondanks zijn originaliteit en kwaliteit heeft dit pionierswerk – zeker in eigen land – weinig weerklank gevonden. De tijd was kennelijk nog lang niet rijp. Van een min of meer systematische interesse voor AI is in Nederland pas sprake na 1972, toen in Den Haag een Summer School over Process Models for Psychology werd gehouden. Enkele vooraanstaande Amerikaanse AI-onderzoekers behoorden tot het docententeam, waaronder S. Papert, P. Suppes en T. Winograd. Sindsdien zijn in ZWO-verband steeds AI-projecten uitgevoerd, met concentratiepunten in Amsterdam en Nijmegen. In Amsterdam hield men zich vooral bezig met kennisrepresentatie en probleemoplossen (speciaal met de techniek van protocolanalyse die nu voor de bouw van expertsystemen heel belangrijk wordt), in Nijmegen met de automatische verwerking van natuurlijke taal, vooral het Nederlands. Dit alles speelde zich af in Psychologische Laboratoria. Pas omstreeks 1980 zien we AI-projecten op gang komen in andere disciplines, met name informatica en geneeskunde. Een opvallende manifestatie hiervan was het drukbezochte AI-symposium dat in maart 1981 te Amsterdam werd georganiseerd door het Directoraat-Generaal voor Wetenschapsbeleid van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, met H. Simon als hoofdspreker. Tijdens de discussies kwam onder meer naar voren dat er op diverse wetenschappelijke fronten in Nederland onderzoek van uitstekend niveau plaatsvond dat best tot AI gerekend zou kunnen worden.

Sindsdien kreeg AI oftewel kennistechnologie het getij mee. In de academische wereld neemt het aantal projecten (vaak evenwel eenmansondernemingen) gestaag toe, niet alleen bij psychologie maar ook bij informatica, geneeskunde, bedrijfskunde enzovoorts. De eerste leerstoel voor Artificiële Intelligentie werd gevestigd aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. De huidige leeropdrachthouder is L. Siklossy. Aan de Rijksuniversiteit Limburg wordt de leerstoel Medische Informatica bezet door A. Hasman die met zijn groep werkzaam is op het gebied van medische expertsystemen. De Technische Hogeschool Twente is momenteel doende met de bezetting van een buitengewone leerstoel Expertsystemen. Deze ontwikkelingen worden in belangrijke mate gesteund door het Directoraat-Generaal voor Wetenschapsbeleid, dat diverse verkenningen over AI en aanverwante onderwerpen heeft laten uitvoeren. Op grond hiervan heeft de Nederlandse Regering onlangs een officieel standpunt over Kennistechnologie bekend gemaakt, dat de weg opent tot investeringen in het kader van het Informaticastimuleringsprogramma.

Ook bedrijfsleven en overheidsinstellingen gaan zich actief voor kennistechnologische onderwerpen interesseren, mede aangespoord door de grote publiciteit rondom de Japanse Vijfde-Generatiecomputers. Twee AI-onderwerpen trekken hierbij de meeste aandacht: expertsystemen (medische, geologische, technische, financiële) en natuurlijke taal (onder andere dialoogsystemen en automatisch vertalen). Op deze gebieden zijn enkele forse projecten gestart dan wel in voorbereiding. Minder opvallend, maar wel degelijk aanwezig, is belangstelling voor toepassingen van kennistechnologie bij visuele en auditieve patroonherkenning, in de robotica, en bij computerondersteund onderwijs.

<sup>1</sup> In tegenstelling tot wat ik heb horen beweren is de benaming Cognitieve Informatica geen pleonasme. Als we, in aansluiting op het voorafgaande, *cognitief* definiëren als 'betrekking hebbend op (het behandelen van) kennis' en onder *kennis* een bepaald soort informatie wordt verstaan, dan is cognitieve informatica hoogstens een onderdeel van de informatica. Elders heb ik dit nieuwe vak zodanig omschreven dat het ook buiten de informatica een taak heeft, namelijk in de cognitiewetenschap. In feite is de term op dezelfde wijze samengesteld als bijvoorbeeld medische informatica of bestuurlijke informatica.

### 3 HET RIKS

Het is onder dit betrekkelijk gunstig gesternte dat het idee van een **Research Instituut voor KennisSystemen** werd geboren. In april 1983 had de Rijksuniversiteit Limburg een Commissie in het leven geroepen ter voorbereiding van een nieuwe studierichting op het terrein van de Informatiewetenschappen. In deze Commissie hadden zitting W. Wijnen, H. Schmidt, H. Boshuizen en J. Beliën van de Rijksuniversiteit Limburg en als extern deskundige was ik uitgenodigd. Al spoedig kwamen we tot de opvatting dat de studierichting het best gesitueerd zou kunnen worden op het overlappingsgebied van cognitiewetenschap (cognitive science) en informatica. Tevens rees het idee dat de aan te trekken wetenschappelijke staf haar deskundigheden ter beschikking zou kunnen stellen van het Nederlandse – en met name het Limburgse – bedrijfsleven. Daartoe zou dan een soort para-universitair instituut voor Cognitieve Informatica opgezet moeten worden. Tijdens contacten van de Commissie met de provinciale overheid en enkele Limburgse bedrijven en instellingen werd dit idee enthousiast begroet, en in november 1983 richtte gouverneur Kremers tot Minister Deetman het verzoek om de haalbaarheid van zo'n instituut in Limburg te onderzoeken.

Toen gebeurde er iets waardoor het hele plan in het water gebeurde er iets waardoor het hele plan in het water dreigde te vallen. De TVC-bezuinigingsoperatie (Taakverdeling en Concentratie) van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen maakte het de Rijksuniversiteit Limburg plotsklaps onmogelijk haar groeiplannen te realiseren. De nieuwe studierichting was voorlopig van de baan en velen, waaronder de Commissie, verwachtten dat de Minister nu ook het instituut niet meer levensvatbaar zou achten. Gelukkig trok hij deze conclusie niet. En terecht, want de daarna door hem ingestelde commissie Cognitieve Informatica onder voorzitterschap van A. D. Wolff-Albers kwam, zoals bekend, tot een positief oordeel over de wenselijkheid en haalbaarheid van een Researchinstituut voor Kennisystemen en over het draagvlak in Limburg, ook zonder de speciale studierichting.

Welke motieven voert de Commissie aan ter oprichting van een para-universitair RIKS? Centraal staat de overweging dat zo'n instituut kan fungeren als een soort marktplaats waar de vraag van het bedrijfsleven samenkomt met het aanbod vanuit de wetenschap. Daarnaast schept het RIKS ideale mogelijkheden voor interdisciplinair onderzoek, iets wat in de huidige universitaire organisatie maar moeilijk van de grond komt. Kennistechnologie doorsnijdt immers de traditionele scheidslijnen tussen de faculteiten. Een zwaarwegend praktisch motief betreft de gunstige arbeidsvoorwaarden die een para-universitair instituut zijn personeelsleden kan bieden. Dit maakt het gemakkelijker om toponderzoekers en -onderzoeksters te werven.

Wel heeft de commissie belangrijke kanttekeningen geplaatst bij haar advies. Zo moet worden voorkomen dat het RIKS onderzoek dat elders gaande is dupliceert, en dat onderzoekscapaciteit van andere kernen wordt weggezogen. Om deze ongewenste effecten tegen te gaan stelt de commissie twee maatregelen voor. Ten eerste zou het RIKS zich moeten concentreren op onderwerpen die het werk in andere kernen op belangrijke punten aanvullen. Mede met het oog op wensen in het bedrijfsleven kiest de commissie voor 'toegepast en toepassingsge-

richt onderzoek naar kennisystemen die te gebruiken zijn door personen zonder specialistische kennis van informatietechnologie'. Binnen dit domein worden vervolgens 4 thema's afgebakend, te weten:

- kennisopslag en -verwerking op nader te bepalen inhoudelijke domeinen (gedacht is aan medische, onderwijskundige en bedrijfs-economische kennis);
- mens-machine-interactie, met name de cognitieve ergonomie van multimediale werkstations;
- gedistribueerde kennisystemen;
- maatschappelijke en psychologische gevolgen van invoering en gebruik van kennisystemen.

Het tweede mogelijke nadeel van een RIKS ('brain-drain' vanuit andere kennistechnologische onderzoekskernen in den lande) kan volgens de commissie worden verzacht door buitenlandse onderzoekscapaciteit voor kortere of langere tijd aan het instituut te binden, en door een eigen gespecialiseerde opleiding te verzorgen. Aldus ontstaat voor het RIKS een takenpakket als weergegeven in figuur 1. Hoe kunt u van deze taken profijt

	ONDERZOEK TOEGEPAST TOEPASSINGSGERICHT	TRANSFER ADVISING CURSUSSEN OPDRACHTEN DETACHERING
KENNISOPSLAG EN -VERWERKING		
MENS-MACHINE- INTERACTIE		
GEDISTRIBUEERDE KENNISYSTEMEN		
SOCIO-PSYCHO- LOGISCHE GEVOLGEN		

*Figuur 1*

trekken? Ik noem enkele voorbeelden. Bent u verbonden aan een bedrijf of overheidsinstelling, dan kunt u zich laten adviseren over nieuwe AI-producten, over gebruikersinterfaces, over kennistechnologische ontwikkelprogrammatuur en -apparatuur e.d. Ook kunt u empirisch onderzoek laten uitvoeren waarin met behulp van eindgebruikers het functioneren van een kennisstelsel wordt geëvalueerd. U kunt een compleet nieuw expertstelsel laten bouwen en uittesten. En natuurlijk kunt u zichzelf of uw medewerkers laten bijscholen op kennistechnologische onderwerpen via detachering bij het RIKS of door het volgen van cursussen. Bent u daarentegen werkzaam in een kennistechnologische onderzoekskern, dan kunt u met het RIKS gezamenlijke projecten op touw zetten, uw studenten aan een goede stageplaats helpen, zich laten inhuren voor het geven van een cursus over uw eigen specialisatie, of een poos op het RIKS werken in een interdisciplinaire omgeving met geavanceerde gereedschappen en een interessant netwerk van binnen- en buitenlandse contacten. Voor elck wat wils, dus.

Ondanks dit rooskleurige perspectief, waarover in het Commissierapport gedetailleerder en genuanceerder

wordt gesproken dan ik nu kan doen, schuilt er een gemeen addertje onder het gras. Het succes van het RIKS staat of valt met de kwaliteit van de onderzoekers en onderzoeksters die kunnen worden aangetrokken. In de huidige overspannen arbeidsmarkt voor informatietechnologen zal het niet meevallen toponderzoek(st)ers te werven voor de diverse functies. Veel zal afhangen van de initiële aantrekkelijkheid van het RIKS die, behalve door primaire en secundaire arbeidsvoorwaarden, bepaald wordt door de mate van geavanceerdheid van de technische uitrusting, door de naam en faam van toekomstige collega's, en door het algehele onderzoeksklimaat in de vestigingsplaats. Ik hoop daarom dat alle belanghebbenden zich terdege realiseren dat de eerste klap een daalder, nee een RIKS waard is, en dat hier aanzienlijke inspanningen nodig zullen zijn.

Het feit dat dit Seminar door enkele Nederlandse bedrijven wordt georganiseerd en veel responsie krijgt, dat Sperry N.V. haar nieuwste AI-computer aan het RIKS ter beschikking stelt nog vóórdat het is opgericht; dit zijn nieuwe aanwijzingen, toe te voegen aan die waarover de Commissie beschikte, dat een Researchinstituut voor KennisSystemen door het bedrijfsleven op hoge prijs wordt gesteld. Hopelijk halen ze de Minister ertoe over om de gelden voor structurele financiering op tafel te leggen. Naar mijn mening moet het hem trouwens ook nog om een andere reden heel wat waard zijn. Immers, de kennis die in kennissystemen vervat ligt, is vaak afkomstig uit alfa-, gamma- en medische wetenschappen. Investerings ter stimulering van de interdisciplinaire beoefening van kennistechnologie zullen daarom een sterke uitstraling hebben op het niveau van exactheid en de graad van formalisering waarmee die vakken worden beoefend. (Als beoefenaar van de taalpsychologie, een alfa/gammavak waarin zo'n uitstraling sterk voelbaar is, moest deze opmerking me van het hart.) In het licht van de actualiteit past ook een korte opmerking over de Informatica-universiteit. Uit het rapport dat onlangs is verschenen, leid ik af dat haar doelstelling en werkwijze niet overlappen met die welke voor het RIKS zijn voorzien. Jammergenoeg ontbreekt nu de tijd om daar dieper op in te gaan.

Tenslotte wens ik u toe dat de beslissingen die vereist zijn alvorens het RIKS van start kan gaan, niet lang meer op zich laten wachten en positief zullen uitvallen. Concurrentiepositie en imago van het Nederlands bedrijfsleven en de Nederlandse wetenschap zijn er mee gediend.

#### 4 ACHTERGRONDLITERATUUR

##### A. ARTIKELEN EN BOEKEN

- Bronnenberg, W., H. Bunt, S. Landsbergen, R. Scha, W. Schoenmakers & E. van Utteren, The question an-

wering system PHLIQA1. In: L. Bolc (ed.), *Natural communication with computers*. London: McMillan, 1980.

- By, R. A. de, Semantische netwerken (2 dln.). *Informatie*, 1985, 27, 782-794 en 890-902.
- Dalenoort, G. J. (ed.), *Process models for psychology*. Rotterdam: Rotterdam University Press, 1973.
- Feigenbaum, E. & A. Barr, *The handbook of Artificial Intelligence* (3 vols.). Los Altos CA: Kaufman, 1981-82.
- Feigenbaum, E. & P. McCorduck, *De vijfde generatie*. Amsterdam: Elsevier, 1985.
- Frijda, N. & L. Meertens, The simulation of human information retrieval. *Proceedings of the NATO Conference on the simulation of human behavior*. Paris: Dunod, 1969.
- Gaag, L. van der & P. Lucas, PROLOG: specificatie = implementatie. *Informatie*, 1985, 27, 766-774.
- Groot, A. D. de, *Thought and choice in chess*. Den Haag: Mouton, 1965.
- Kempen, G. & C. Sprangers (red.), *Kennis, mens en computer*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1984.
- Kempen, G., *Natuurlijke Taal en Kunstmatige Intelligentie*. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1986 (in druk, serie Taal, Mens, Maatschappij).
- Newell, A. & H. Simon, *Human problem solving*. Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall, 1972.
- Noordman, L. & B. Wielinga, Ontwikkelingen in Kunstmatige Intelligentie-onderzoek. *Universiteit en Hogeschool*, 1982, 28, 1981-82. (Verslag AI-symposium, Amsterdam, maart 1981.)
- Winston, P. & K. Prendergast (eds.) *The AI business. Commercial uses of Artificial Intelligence*. Cambridge MA: MIT Press, 1984.

##### B. RAPPORTEN

- Advisory Committee on Artificial Intelligence, *Artificial Intelligence in The Netherlands*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, 1983.
- CIAD-projectgroep 'CAD en AI'. *Expertsystemen in de ingenieurspraktijk*. Zoetermeer: CIAD, 1985.
- Commissie Cognitieve Informatica, *Over een Researchinstituut voor Kennissystemen*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, 1985.
- Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Brief van de Minister over Kennistechnologie*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1984-1985, 19 082. nrs. 1-2.
- Verkenningcommissie Onderzoek Informatieverzorging, *Informatieverzorging: Onderzoek onderzocht*. Den Haag: Staatsuitgeverij, 1984.
- Voorbereidingscommissie Informatica Universiteit, *Een Informatica Universiteit in Nederland*. Amsterdam: Initiatiefgroep Informatica Universiteit, 1985.
- Voorbereidingscommissie Informatiewetenschappen Rijksuniversiteit Limburg, *Cognitieve Informatica: een voorstel tot het inrichten van een nieuwe studierichting aan de Rijksuniversiteit Limburg*. Maastricht: Rijksuniversiteit Limburg, 1985.
- Werkgroep Taal- en Spraaktechnologie, *Taal- en Spraaktechnologie in Nederland*. Den Haag: ZWO, 1984.