

TNO-rapport
STB-00-57

ICT-competenties van TNO

Beschrijving van aard en omvang van ICT-gerelateerd onderzoek van TNO

TNO Strategie, Technologie en
Beleid

Schoemakerstraat 97
Postbus 6030
2600 JA Delft

Telefoon 015 269 69 00
Fax 015 269 54 60

Datum
December 2000

Auteur(s)
Drs. L.J. Pennings

Oprachtgever
TNO Strategie en Programma

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2000 TNO



Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO,
zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank en de
Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

VOORWOORD

Het voorliggende rapport is het resultaat van inventariserend onderzoek dat voornamelijk is uitgevoerd op basis van een analyse van beschikbare gegevensverzamelingen. Het onderzoek tot doel had een beschrijving te geven van de aard en omvang van het ICT-gerelateerd onderzoek van TNO. Het onderzoek beoogde niet om een volledig uitputtend overzicht te geven van alle ICT-onderzoek dat door TNO wordt uitgevoerd. Enerzijds is dit niet mogelijk zonder uitvoerig met de vele TNO-onderzoeksprojectleiders van gedachten te wisselen over de onderzoeksprojecten die onder hun verantwoordelijkheid worden uitgevoerd. Immers, zoals dit verkennend onderzoek heeft aangetoond, zijn binnen het toepassingsgericht onderzoek van TNO vele ICT-componenten aan te treffen in projecten die primair niet op ICT-toepassingen zijn gericht. Anderzijds is het niet mogelijk om over alle ICT-onderzoek van TNO publiekelijk te publiceren. Deze restrictie is bijvoorbeeld van toepassing op een deel van het onderzoek dat in opdracht voor derden wordt uitgevoerd terwijl ook bij defensie-gerelateerd onderzoek de nodige terughoudendheid wordt verwacht in de communicatie hierover naar derden.

Door het ordenen van het ICT-gerelateerd onderzoek en daarbij vele voorbeelden te geven geeft dit rapport een helder beeld van de aard van het ICT-onderzoek dat door TNO wordt uitgevoerd. Ook is op basis van analyse van beschikbare financiële gegevens over projecten een inzicht gegeven in de omvang van het ICT-onderzoek van TNO in termen van omzet en kennisinvestering.

Aan de daadwerkelijke inventarisatie is een aantal gesprekken voorafgegaan met Pieter Spohr, voormalig directeur van TNO-MET en momenteel managing partner van de CMG-TNO-onderneming Emfore, en Rein van Lansberge, adviseur van Strategie & Programma van TNO. Ook met enkele TNO-projectleiders heb ik oriënterende gesprekken gevoerd. Deze gesprekken hebben mij goed op weg geholpen om de inventarisatie uit te kunnen voeren.

Verder ben ik veel dank verschuldigd aan mevrouw Dory van Welsen, ten tijde van dit onderzoek adjunct-directeur van Strategie & Programma van TNO, die mij opdracht heeft gegeven voor dit onderzoek en die mij met steeds van zeer waardevolle adviezen heeft voorzien tijdens de uitvoering van het onderzoek. Ook Jan Daamen van S&P ben ik dank verschuldigd voor de beschikbaarstelling van de vele programmatische onderzoeksgegevens.

Ik hoop dat dit onderzoek een bijdrage kan leveren aan de duidelijke positionering van TNO op de ICT-onderzoeksmarkt.

Leo Pennings

EXECUTIVE SUMMARY

Dit rapport geeft een beschrijving van de aard en omvang van het TNO-onderzoek op het gebied van de informatie- en communicatietechnologie. Het beoogt een markt- en beleidsgerichte beschrijving te geven van de kennisinvesteringen van TNO in research op het gebied van informatie- en communicatietechnologie.

Het doel hiervan is om te komen tot een profilering van de brugfunctie die TNO vervult in het leiden van de ICT-kennis naar de markt. Met dit rapport wordt inzichtelijk gemaakt dat TNO met de investeringen in ICT-competenties een belangrijke bijdrage levert aan de versterking van de Nederlandse concurrentiepositie. Tevens wordt aangegeven langs welke lijnen deze ICT-competenties door TNO, zoals ook geschetst in de TNO-strategienota 1999 – 2002, verder zullen worden uitgebouwd.

Het rapport sluit aan bij het actieplan ‘Concurreren met ICT Competenties – Kennis en Innovatie voor de digitale Delta’ (CIC) dat het kabinet in het voorjaar, als vervolg op de nota ‘De Digitale Delta’, aanbood aan de Tweede Kamer. Kennis en innovatie, zo benadrukt het kabinet, zijn absoluut noodzakelijk om ICT doelmatig en vernieuwend in ons land in te kunnen zetten. De ambitie van het kabinet is dat Nederland een eigen kennispositie van hoog gehalte heeft (zowel op het vlak van de ICT-techniek als voor wat betreft de toepassing van deze techniek) en sterke ICT-clusters kent, waarin ontwikkelaars en gebruikers samen die kennis benutten.

Een uitvoerig overzicht wordt gepresenteerd van de onderzoeksactiviteiten die worden uitgevoerd binnen het TNO kerngebied ‘Informatie- en communicatietechnologie’. De onderzoeksactiviteiten die binnen dit kerngebied worden uitgevoerd hebben ICT als centraal aandachtsgebied. Hieronder valt onderzoek dat betrekking heeft op de ‘harde’ ICT-technologieën en onderzoek waarbij toepassing van ICT de onderzoeksfocus bepaalt. Daarnaast vormt ICT een belangrijke component in technologieën die buiten het ICT-kerngebied vallen. Hierbij gaat het vooral om de applicatie van ICT binnen een grote variatie aan kennisdomeinen en toepassingsgebieden. In de combinatie van ICT met domeinkennis bezit TNO duidelijk een sterke profilering.

Om een inzicht te geven in de omzet en kennisinvesteringen in ICT is uitgegaan van de cijfers die beschikbaar zijn over de omzet en kennisinvesteringen in de technologie-gebieden die TNO onderscheidt. In het Technologie-portfoliosysteem van TNO worden circa 250 technologieën onderscheiden.

De ICT-gerelateerde technologiegebieden kunnen worden onderverdeeld naar de gebieden die betrekking hebben op de ‘harde’ ICT-technologieën en de gebieden die betrekking hebben op de ‘niet-ICT kerngebieden’.

De gepresenteerde cijfers over 1999 geven aan dat binnen de 'harde' ICT-technologiegebieden een omzet werd gerealiseerd van ruim 45 miljoen gulden, terwijl binnen de 'niet-ICT-kerngebieden' een omzet van ruim 60 miljoen gulden werd gerealiseerd voor ICT-gerelateerd onderzoek.

De meeste omzet binnen de 'harde' ICT technologiegebieden werd gemaakt in de technologiegebieden 'informatiesystemen', telematica diensten' 'telecommunicatie infrastructuren', 'evaluatie van instrumentatie en beveiligingstechniek' en 'beveiliging'.

In de 'niet-ICT-kerngebieden' werd de meeste omzet voor ICT-gerelateerd onderzoek behaald binnen de technologiegebieden 'electronica', 'simulatiesoftware/Madymo', 'grondwater kartering', 'training en opleiding', 'electronica en softwareontwikkeling' en 'informatie'.

Dit rapport brengt de unieke plaats van TNO binnen de kennisontwikkeling op ICT-gebied naar voren. Juist door het innovatieve karakter van het onderzoek, dat onafhankelijk en zonder binding met specifieke producten of leveranciers tot stand kan komen, komt TNO in veel gevallen als meest geschikte partner voor de uitvoering van ICT-onderzoek naar voren. Het ligt dan ook voor de hand de excellente positie die TNO op bepaalde terreinen inneemt verder te exploiteren.

LEESWIJZER

Het rapport is als volgt ingedeeld.

In het eerste hoofdstuk wordt dit rapport geplaatst in de context van genoemde kabinetsnota over concurreren met ICT-competenties.

In het tweede hoofdstuk wordt, aansluitend bij concepten die ook door de OESO worden gehanteerd, het ICT-veld nader ingedeeld. Aangegeven wordt dat de sterkte van TNO in dit veld vooral ligt bij research rond ICT-applicaties.

In het derde hoofdstuk worden de ambities van TNO rond ICT geschetst en wordt aangegeven op welke wijze ICT-research is vormgegeven binnen de organisatie.

In hoofdstuk vier en vijf worden ICT-competenties van TNO zichtbaar gemaakt en nader toegelicht door aan te geven hoe deze hun plaats vinden binnen de 14 kerngebieden die TNO heeft onderscheiden. Een speciale plaats is hierbij uiteraard gereserveerd voor het kerngebied 'Informatie en Communicatietechnologie'. Zoals in hoofdstuk vijf duidelijk wordt gemaakt door de beschrijving van een achttal cases, is ICT-research inmiddels ook diepgaand doorgedrongen in de meeste andere kerngebieden. Het is juist hier dat TNO een unieke positie inneemt op het gebied van toepassingsgerichte ICT-research. De combinatie van ICT-kennis met domeinkennis en inzicht in technologische ontwikkelingen maken TNO bij uitstek geschikt om een brugfunctie te vervullen bij het brengen van ICT-kennis naar de markt.

Zoals in het laatste hoofdstuk wordt aangegeven, sluiten verschillende ICT-research activiteiten van TNO dan ook prima aan bij de beoogde doorbraakprojecten die het kabinet in de komende periode vorm wil geven.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	1
EXECUTIVE SUMMARY	2
LEESWIJZER	4
1. INLEIDING	7
1.1 EFFECTEN VAN VOORTSCHRIJDEnde DIGITALISERING.....	7
1.2 POSITIE NEDERLAND.....	7
1.3 DE DIGITALE DELTA.....	8
1.4 KENNIS EN INNOVATIE.....	8
1.5 CONCURREREN MET ICT-COMPETENTIES.....	9
1.6 BESCHRIJVING VAN ICT-COMPETENTIES TNO.....	10
2. CONCEPTEN EN TRENDS IN ICT	12
2.1 HET ICT-CONCEPT.....	12
2.2 SPECIFICATIE VAN ICT-RESEARCH.....	13
2.2.1 <i>Computer- en netwerkachitectuur</i>	13
2.2.2 <i>ICT-Applicaties</i>	14
2.2.3 <i>Sociaal-economische aspecten van ICT toepassing</i>	14
2.3 TRENDS IN ONTWIKKELING EN TOEPASSING VAN ICT.....	15
3. AMBITIES VAN TNO OP ICT-GEBIED	16
3.1 RELATIE TOT MISSIE TNO.....	16
3.2 CENTRALE VRAAGSTUKKEN.....	16
3.3 ICT-AANDACHTSGEBIEDEN.....	17
3.4 ORGANISATIE.....	19
3.5 INVESTERING EN MARKTOMZET.....	20
3.5.1 <i>Investering en marktomezet binnen het kerngebied 'Informatie- en communicatietechnologie'</i>	20
3.5.2 <i>Investering en marktomezet in 'niet ICT-kerngebieden'</i>	22
4. ICT-COMPETENTIES VAN TNO	24
4.1 INDELING.....	24
4.2 ICT-COMPETENTIES BINNEN KERNGEBIED 'INFORMATIE EN COMMUNICATIETECHNOLOGIE'.....	24
4.2.1 <i>Informatieverwerking</i>	24
4.2.2 <i>Telecommunicatie en telematica</i>	25
4.2.3 <i>Innovatie in ICT en diensten</i>	28
4.2.4 <i>ICT en de overheid</i>	30
4.3 ICT-COMPETENTIES BINNEN ANDERE KERNGEBIEDEN VAN TNO.....	32

5. CASES VAN TNO-SEARCH OP HET GEBIED VAN ICT-APPLICATIES	33
5.1 TOELICHTING	33
5.2 CASES	33
5.2.1 <i>ICT en Bedrijfslocaties</i>	33
5.2.2 <i>Media at Home</i>	34
5.2.3 <i>Geo-ICT</i>	35
5.2.4 <i>Gebruiksvriendelijkheid van de elektronische belastingaangifte</i>	36
5.2.5 <i>ICT toepassingen in de Bouw</i>	38
5.2.6 <i>World Science Services: The Knowledge Connection</i>	40
5.2.7 <i>ICT in Verkeer en Vervoer</i>	41
5.2.8 <i>ICT en Gezondheidszorg</i>	41
6. TOT BESLUIT.....	44
BIJLAGEN.....	46

1. Inleiding

1.1 Effecten van voortschrijdende digitalisering

Technologische vooruitgang en de convergentie van steeds krachtiger wordende computers met telecommunicatie heeft geleid tot wat we 'het informatietijdperk' noemen. Veel gebruikte begrippen als 'informatiemaatschappij' en 'kenniseconomie' moeten het belang van informatie en kennis als vitale bronnen voor vooruitgang in economisch en maatschappelijk perspectief duiden. We verschuiven langzaam van een 'analoge' naar een 'digitale' wereld, wat nogal wat implicaties heeft voor de manier waarop we omgaan met informatie en kennis in onze dagelijkse routines. Informatie en communicatie is globaal, digitaal en mobiel geworden. Digitale informatie biedt talrijke mogelijkheden van bewerking, ontsluiting en raadpleging. Een kenmerk van digitalisering is dat informatie in enorme hoeveelheden beschikbaar komt en toegankelijk kan worden gemaakt. Wereldwijde netwerkvorming van computers maakt het mogelijk om niet meer aan tijd en plaats gebonden informatie te managen. Het is mogelijk geworden om zonder merkbaar tijdsverschil op mondiaal niveau te communiceren en transacties af te wikkelen. De aanbieder van informatie kan met behulp van technologie doelgroepen gericht benaderen. De ontvanger van informatie wordt steeds machtiger omdat deze steeds vaker zelf bepaalt op welke plaats, op welk moment, welke soort informatie hij wenst te consumeren. Nieuwe technologie biedt nieuwe mogelijkheden tot allerlei vormen van snelle en directe interactie tussen verzender en ontvanger.

1.2 Positie Nederland

De revolutionaire ontwikkeling van de informatie- en communicatietechnologie (ICT) heeft verstrekkende gevolgen voor economie en samenleving. Om de welvaart en het welzijn met de nieuwe mogelijkheden van ICT te kunnen vergroten, is het noodzakelijk dat Nederland daarvoor uitstekend is toegerust en ook toegerust blijft. De uitgangspositie van Nederland is relatief gunstig. In mondiaal verband neemt Nederland op het gebied van de ontwikkeling en het gebruik van ICT in een groep van 55 landen de zevende plaats in. Ons land wordt – met de VS, Singapore en de Scandinavische landen – tot de kopgroep gerekend. Toch is er door de dynamiek van de ontwikkelingen binnen veel ICT-sectoren geen reden tot relaxed achteroverleunen. Recent onderzoek heeft aangetoond dat het gat tussen de Verenigde Staten en de Europese Unie waar het gaat om ontwikkelingen in de meeste sectoren van de informatie- en communicatietechnologie (ICT) en het gebruik van ICT de afgelopen jaren verder is gegroeid. Weliswaar groeit de

Europese ICT-sector snel, maar de sector is in de Verenigde Staten twee keer zo groot en groeit bovendien twee keer zo snel. Europa is langzamer op gang gekomen dan de VS en is significant achterop geraakt. Nederland behoort binnen Europa weliswaar tot de betere middenmoot, maar ook voor ons land geldt dat zonder dynamiek en groei er een relatieve achteruitgang dreigt.

1.3 De Digitale Delta

Het kabinet heeft voor Nederland de ambitie om de positie in de kopgroep van landen die zijn voorbereid op de komende informatiemaatschappij te behouden en te verzekeren.

Vanuit deze ambitie heeft het kabinet in juni 1999 de nota 'De Digitale Delta' gepubliceerd.

De Digitale Delta is daarbij gehanteerd als metafoor voor de informatiemaatschappij in Nederland, zowel in economische als maatschappelijke betekenis. De nota beschrijft het kader waarbinnen tal van concrete maatregelen zijn te plaatsen, die nader uitgewerkt worden in afzonderlijke actieplannen

In de nota 'De Digitale Delta' onderscheidt het kabinet de volgende vijf pijlers, die tezamen de kracht van de ICT-basis van ons land bepalen:

Pijler A: De (tele)communicatie-infrastructuur

Pijler B: Kennis en innovatie

Pijler C: Toegang en vaardigheden

Pijler D: Regelgeving

Pijler E: De inzet van ICT in de publieke sector

1.4 Kennis en innovatie

We richten hier onze aandacht op pijler B. Uitgangspunt daarbij is, zoals beschreven in de kabinetsnota, dat kennis en innovatie absoluut noodzakelijk zijn om ICT doelmatig en vernieuwend in ons land in te kunnen zetten. De ambitie van het kabinet is dat Nederland een eigen kennispositie van hoog gehalte heeft (zowel op het vlak van de ICT-techniek als voor wat betreft de toepassing van deze techniek) en sterke ICT-clusters kent, waarin ontwikkelaars en gebruikers samen die kennis benutten.

De rol van de overheid is dat zij de (gezamenlijke) ontwikkeling van kennis in bedrijven en kennisinstellingen stimuleert, clusters voor toepassingen tot stand helpt brengen, ondernemerschap in het ICT-bedrijfsleven helpt verhogen en tenslotte, als aanbieder en financier van onderwijs, stimuleert dat de kwantiteit en de kwaliteit van ICT-opgeleiden aansluit op wat de arbeidsmarkt vraagt.

Hoewel de kennispositie van Nederland op het gebied van ICT niet slecht lijkt (redelijk volume, sterke positie op onderdelen) zijn er volgens het kabinet ook indicaties dat het rendement van de onderzoeksinspanningen matig is en dat publieke en private partijen elkaar soms moeilijk kunnen vinden.

1.5 Concurrenieren met ICT-competenties

Met het actieplan 'Concurrenieren met ICT Competenties – Kennis en Innovatie voor de digitale Delta' (CIC) heeft het kabinet de ambities van pijler B uitgewerkt in concrete acties.

Op 21 april 2000 werd dit actieplan door de ministers Jorritsma van Economische Zaken en Hermans van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen aangeboden aan de Tweede Kamer.

De beschreven acties zijn geclusterd in drie samenhangende lijnen:

- sterke ICT-clusters;
- kennis & technologie;
- voldoende kennisdragers en efficiënte inzet.

Voor deze acties zet het kabinet de komende jaren extra middelen in.

Om de geconstateerde problemen in de beschreven situatie te doorbreken en om tot een versnelling van ontwikkelingen te komen omvat het actieplan een serie activiteiten gericht op het stimuleren van projecten waar clusters van ICT-bedrijven, hoogwaardige gebruikers en kennisinstellingen baanbrekende toepassingen van ICT realiseren. Daarnaast beoogt het plan een impuls te geven aan de strategische kennisopbouw en –overdracht, alsmede de uitvoering van projecten gericht op een goed werkende ICT-arbeidsmarkt.

De uitvoering van het actieplan is gestart met een strategische conferentie op 7 juni 2000 in het Congresgebouw in Den Haag. Op uitnodiging van de Ministers van Economische Zaken en Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen waren daarbij circa 350 top-functionarissen uit bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid aanwezig voor de feestelijke 'aftrap' van het actieplan CIC.

Een belangrijk element in het actieplan is de instelling van de Taskforce ICT-Kennis. Deze taskforce bestaat uit sleutelpersonen vanuit de ICT-kennisinfrastructuur, de ICT-aanbodzijde en belangrijke ICT-toepassers. Zij zullen gaan werken aan mechanismen om samenwerking, transparantie en kennisoverdracht binnen en tussen deze partijen te optimaliseren. De heer Dr. C. le Pair, voorheen directeur van de Technologiestichting STW, is benoemd als voorzitter van deze taskforce.

1.6 Beschrijving van ICT-competenties TNO

In het actieplan 'Concurreren met ICT-competenties' wordt aangegeven dat voor TNO een grotere rol weggelegd zou kunnen zijn om ICT-kennis naar de markt te leiden. TNO heeft evenwel, zo meent het rapport, relatief laat aangehaakt bij het ICT-technogieveld en staat voor een inhaalslag. Aangegeven wordt dat in bijvoorbeeld het op telecommunicatie en beveiliging gericht onderzoek succes wordt geboekt. Het rapport constateert tevens dat TNO zich bewust nestelt in kennisconcentraties rond de Universiteit Twente (UT) en het Wetenschapscentrum Watergraafsmeer (WTCW). Desondanks, zo luidt de conclusie, zijn de kennisinvesteringen van TNO in ICT nog aan de lage kant.

Het geschetste beeld van de ICT-competenties van TNO kan mogelijk enigszins misleidend zijn omdat het niet volledig is. Het laat verschillende aspecten van het ICT-onderzoek van TNO buiten beschouwing. Binnen TNO vindt een veelvoud aan ICT-onderzoeksactiviteiten plaats, verspreid over verschillende TNO-instituten en gerelateerd aan verschillende technologie- en toepassingsgebieden. Deze dispersie heeft tot gevolg dat de zichtbaarheid van ICT-activiteiten in termen van volume en impact voor de buitenwereld soms tekort schiet. Daardoor kan snel de indruk ontstaan dat TNO achterblijft in de ontwikkeling van ICT-onderzoeksactiviteiten, terwijl in werkelijkheid TNO op verschillende terreinen juist in de voorhoede opereert.

Om de kwantiteit en kwaliteit van de ICT onderzoeksinspanningen van TNO beter zichtbaar te maken heeft TNO besloten om een inventarisatie uit te voeren van de aard en omvang van de ICT-onderzoeksactiviteiten en op basis daarvan de voorliggende markt- en beleidsgerichte beschrijving op te stellen van de kennisinvesteringen in ICT-competenties.

Het doel hiervan is om te komen tot een juiste profilering van de brugfunctie die TNO vervult in het leiden van de ICT-kennis naar de markt. Met deze notitie wordt inzichtelijk gemaakt dat TNO met de investeringen in ICT-competenties een belangrijke bijdrage levert aan de versterking van de Nederlandse concurrentiepositie. Tevens wordt aangegeven langs welke lijnen deze ICT-competenties verder worden uitgebouwd.

Het geheel brengt ook de unieke plaats van TNO binnen de kennisontwikkeling op ICT-gebied naar voren: juist door het innovatieve karakter van het onderzoek, dat onafhankelijk en zonder binding met specifieke producten of leveranciers tot stand kan komen, komt TNO in veel gevallen als meest geschikte partner voor de uitvoering van onderzoeksactiviteiten naar voren. Het ligt dan ook voor de hand de excellente positie die TNO op bepaalde terreinen inneemt verder te exploiteren. TNO heeft op verschillende terreinen van het ICT-onderzoek reeds een behoorlijke positie opgebouwd, maar extra inspanningen zijn nodig om de excellente positie te

verwerven die TNO ambieert. In de TNO-strategienota 1999 – 2002 wordt deze ambitie nader omschreven.

2. Concepten en trends in ICT

2.1 Het ICT-concept

De revolutionaire ontwikkeling van de informatie- en communicatietechnologie (ICT) heeft verstrekkende gevolgen voor de economie en de samenleving. ICT is daarbij zowel de 'driver' als de 'enabler' voor vele ingrijpende veranderingen in onze informatiemaatschappij.

Informatie- en communicatietechnologie (ICT) is een overkoepelend begrip voor verschillende technologieën die gebruikt worden voor het verzamelen, opslaan, ordenen, bewerken, verwerken en overdragen van informatie. Deze informatie kan verschillende vormen aannemen zoals data, beeld en geluid. Vaak worden daarvoor ook termen als 'nieuwe media' of 'multimedia' gehanteerd.

Terwijl in het verleden de informatie aspecten van de technologie werden geaccentueerd (het begrip 'informatietechnologie' stond daarbij centraal), zijn nu de communicatie en transactie aspecten van grote betekenis geworden. In het begrip ICT worden de drie genoemde functies, informatie, communicatie en transactie, samengevoegd.

Voor een verdere definiëring van het begrip ICT wordt aansluiting gezocht bij de definitie die de OESO heeft ontwikkeld voor de informatie en communicatie technologie sector.

Twee begrippen staan daarbij centraal: de 'informatie economie' en de 'informatie maatschappij'.

De 'informatie economie' bestaat binnen het begrippenkader van de OESO uit de economische activiteiten van de industrieën die 'content' (de informatie inhoud) produceren en van de ICT industrieën die de informatie overdragen en deze zichtbaar maken. Deze economische activiteiten omvatten het gebruik van informatie en van informatieproducten zowel door consumenten als door bedrijven. Het begrip 'informatie maatschappij' is gerelateerd aan de sociale impact van de informatie economie.

De OESO hanteert een aantal principes die een conceptuele basis vormen voor de selectie van bedrijven die tot de ICT-sector worden gerekend:

Voor de maakindustrie geldt dat de producten:

- bedoeld moeten zijn om de functie van informatieverwerking en – communicatie te vervullen, inclusief de transmissie of de display; of

- elektronische verwerking moeten gebruiken voor het detecteren, meten en/of vastleggen van gegevens over fysische verschijnselen, of om een fysisch proces te controleren.

Componenten die primair bedoeld zijn voor gebruik in zo'n producten zijn ook inbegrepen.

Voor de dienstverlenende industrie moeten de producten van deze industrie

- bedoeld zijn om de functie van informatieverwerking en communicatie op elektronische wijze mogelijk te maken.

In dit rapport wordt het begrip ICT gehanteerd in de brede context van de informatie- en communicatietechnologie sector zoals gedefinieerd door de OESO. Dit betekent dat uitgegaan wordt van ICT in relatie tot de ontwikkeling van de 'informatie economie' en de 'informatie maatschappij'. Daarom zal niet alleen aandacht worden besteed aan de strikt technologische gerelateerde aspecten van ICT maar ook aan de content-gerelateerde aspecten en aan de sociale impact van de informatie economie op de informatie maatschappij.

2.2 Specificatie van ICT-research

Vanuit het perspectief van TNO kunnen drie niveau's worden onderscheiden waarop researchinspanningen op het gebied van ICT plaatsvinden.

2.2.1 Computer- en netwerkachitectuur

In deze context gaat het bijvoorbeeld om de verbetering of uitbreiding van functionaliteiten, capaciteiten en performance van hardware en (systeem)software, waarbij zowel kan worden gedacht aan microprocessoren als aan randapparatuur en overige devices, zoals bijv. sensoren.

Ook de ontwikkeling van intelligente netwerksystemen is gerelateerd aan deze hard- en softwareontwikkeling, maar kent daarnaast ook duidelijk een eigen dynamiek.

Een speciale plaats wordt hierbij ingenomen door zogenoemde *middleware*. Middleware is de software tussen de applicatie programma's en de operating systems en basis netwerkcapaciteiten van een computer. In analogie zou men kunnen zeggen dat middleware het mogelijk maakt om een computer met hetzelfde gemak aan een 'informatie utiliteit' te koppelen (ondanks de grote diversiteit in hard- en software), als waarmee men een telefoon inpluigt in een telefoonstekkerdoos.

Middleware vormt een soort interface tussen applicatie programma en operating en netwerksystemen, waarbij een onderscheid kan worden gemaakt tussen: applicatie programma interfaces, systeem programma interfaces, communicatie interfaces, gebruikers interfaces of data interfaces.

Middleware vervult velerlei functies met betrekking tot de applicaties die worden ondersteund. Deze functies zijn samen te vatten onder termen als: toegankelijkheid en bruikbaarheid, integratie en kwaliteit, mobiliteit, beveiliging en betrouwbaarheid.

De ontwikkeling van middleware vormt daardoor een belangrijke basis voor toepassingen van communicatiesystemen en transactiesystemen (bijv. e-commerce).

De ontwikkeling van embedded software systemen kan ook tot dit cluster worden gerekend.

TNO besteedt op een aantal deel terreinen aandacht aan de ontwikkeling van computer- en netwerkkarchitectuur, en aan de ontwikkeling van middleware. In zijn totaliteit ligt op dit terrein echter niet het hoofddaccent voor wat betreft de ICT-competenties van TNO.

2.2.2 ICT-Applicaties

De tweede hoofdgroep betreft de ICT-applicatie gerelateerde activiteiten. Hierbij gaat het om de toepassing van ICT in verschillende domeinen, zoals onderwijs, gezondheidszorg, vervoer en verkeer, bouwen en wonen, werk en recreatie enz.

Van belang hierbij is de combinatie van ICT-kennis en domeinkennis. Ook content management, een aanduiding voor de verschillende functies die te onderscheiden zijn bij het omgaan met informatie, valt hier onder. Daarbij kan men denken aan zaken als informatie retrieval, information warehouses, usability enz.

Vooraf in deze hoofdgroep ervaren markt en maatschappij de directe invloeden van ICT-toepassingen, veranderingen die rechtstreeks effect hebben op de wijze waarop de samenleving functioneert.

De ICT-inspanningen van TNO concentreren zich op R&D met betrekking tot de applicatie van ICT. Het hoofddaccent van de ICT-competenties van TNO ligt op dit terrein.

In de rest van dit rapport wordt hier dan ook uitgebreid op ingegaan.

2.2.3 Sociaal-economische aspecten van ICT toepassing

De derde hoofdgroep betreft de sociaal-economische aspecten van ICT toepassing in onze samenleving. Het is hier vooral dat ICT als 'driver' en 'enabler' allerlei veranderingen in economie en samenleving initieert, mogelijk maakt en ondersteunt. Hierbij zijn bijvoorbeeld vragen aan de orde als: waarom, wanneer en onder welke condities accepteren mensen nieuwe technologische ontwikkelingen. Tegelijk kunnen in deze context vragen aan de orde komen als: wat is de wenselijkheid en bruikbaarheid of wat zijn de effecten van nieuwe ICT-toepassingen. Maar ook tot deze hoofdgroep wordt gerekend het onderzoek naar maatschappelijke ontwikkelingen welke een basis vormen voor nieuwe ICT-toepassingen of deze toepassingen wenselijk of noodzakelijk maken. De toepassing van ICT geeft aanleiding tot het ontwikkelen van nieuwe business modellen, tot processen van business re-engineering en tot innovatie van ketenstructuren. TNO rekent het duidelijk tot haar taak om ook de sociaal-economische aspecten van ICT-toepassingen in het onderzoek te betrekken. In internationaal verband

worden deze sociaal-economische aspecten van steeds groter belang geacht. Verschillende onderdelen van het Information Societies Technologies (IST) programma van de Europese Unie zijn hier bijvoorbeeld aan gewijd.

2.3 Trends in ontwikkeling en toepassing van ICT

Het is niet altijd duidelijk of technologische ontwikkelingen de directe stimulus geven voor economische, sociaal-economische of maatschappelijke veranderingen, of dat het omgekeerde het geval is. Daarom, maar ook doordat de ontwikkelingen op dit gebied in hoog tempo plaatsvinden, is het vrijwel onmogelijk om trends te identificeren in de ontwikkeling en toepassing van ICT die een doorloop hebben van meer dan enkele jaren. In dit licht dienen de volgende beschouwingen dan ook te worden gezien.

Een vrij robuuste trend is de ontwikkeling van breedbandige, hoge snelheidsnetwerken en de ontwikkeling van mobiele (d.w.z. draadloze) communicatienetwerken. Parallel aan de trend zien we de ontwikkeling van snelle, interactieve en intelligente zoek- en indexeringsystemen.

Tegelijk met deze ontwikkelingen wordt de vraag groter naar nieuwe systemen voor informatieverwerking. Een duidelijke tendens op dit gebied betreft de ontwikkeling van nieuwe vormen van visualisatie van informatie(-stromen), van workflow-management, maar zeker ook van verdere individualisering en personalisering van de dienstverlening met betrekking tot informatie-, communicatie en transactie.

Eveneens wordt de vraag naar 'informatiebeveiliging' groter, zowel wat betreft de systeem security, de integriteit en authenticiteit van het aanbod aan diensten, als wat betreft de inachtneming van de privacy-aspecten die verbonden zijn met het gebruik van de nieuwe vormen van elektronische dienstverlening.

Sterk is ook de aandacht voor de gebruikers en hun gedrag, dat steeds meer richting geeft aan de aspecten van gebruiks- en gebruikersvriendelijkheid van nieuwe diensten. Bij de ontwikkeling van deze diensten is steeds meer sprake van een 'user-centered-design'. Steeds weer blijkt overigens dat we nog relatief weinig weten van de gebruiker en zijn gedrag als het om de toepassing van nieuwe elektronische diensten gaat.

Belangrijke ontwikkelingen betreffen verder uitbouw van ICT-toepassingen binnen domeinen als onderwijs, arbeid, verkeer en vervoer, gezondheidszorg, voeding, recreatie, media etc.

Het wordt steeds meer duidelijk dat ontwikkeling en toepassing van ICT niet alleen maar een kwestie van technologie-ontwikkeling is, maar dat steeds meer niet-technische expertise van belang is voor de realisatie van een adequate en zinvolle inzet van ICT in onze maatschappij.

3. Ambities van TNO op ICT-gebied

3.1 Relatie tot missie TNO

TNO heeft als centrale missie het toepasbaar maken van wetenschappelijke kennis ter versterking van het innovatief vermogen van het bedrijfsleven en de overheid. Binnen deze missie heeft TNO de ambitie om concrete en herkenbare bijdragen te leveren aan een aantal kernvraagstukken van economie en samenleving. Een belangrijk kernvraagstuk vormt de ontwikkeling van de informatiemaatschappij, waarbij het gaat om de inrichting en werking van de informatie- en communicatie-infrastructuur en het gebruik van deze infrastructuur. Door de toegenomen impact van de informatie- en communicatietechnologie is dit kernvraagstuk sterk in belang toegenomen. De ambities van TNO op het gebied van ICT-research worden in grote lijnen beschreven in de Strategienota 1999 – 2002.

3.2 Centrale vraagstukken

Op het vlak van ICT-research wil TNO een substantiële bijdrage leveren aan de oplossing van belangrijke vraagstukken die voortvloeien uit de ontwikkeling van de informatiemaatschappij.

Daarbij wil TNO uitgroeien tot een toonaangevende partner voor overheid, bedrijfsleven en andere onderzoeksinstituten.

Binnen het aandachtsgebied staan de volgende vraagstukken centraal:

- De adequate inrichting van de informatiemaatschappij
- De concurrentiekracht van het ICT-gebruikende bedrijfsleven
- De versterking en groei van het ICT-cluster

Het leefklimaat in onze informatiemaatschappij (inclusief de wijze waarop we wonen en werken) is aan fundamentele veranderingen onderhevig. Immers de manier waarop mensen op het werk en in hun vrije tijd met elkaar communiceren, de wijze waarop toegang wordt verkregen tot informatie en waarop transacties worden afgesloten zijn wezenlijk aan het veranderen. Wat betekent dit voor de relatie tussen overheid en burger? Wat voor invloeden heeft dit op de business-to-business markt en voor de business-to-consumer markt? Welke effecten heeft dit op het sociaal-maatschappelijke leven? Wat zijn de gevolgen van de zogenoemde ‘nieuwe economie’?

Vele functies van het bedrijfsleven worden tegenwoordig wezenlijk anders ingevuld door de toepassing van ICT. Onder invloed hiervan veranderen bedrijfsprocessen en ook de positionering van de schakels in economische ketens kan hierdoor veranderen. In bepaalde gevallen is zelfs sprake van een omkering van ketens van productie tot gebruik. Niet langer het aanbod, maar de vraag stuurt

de ketens aan, wat leidt tot op de geïndividualiseerde vraag ingerichte organisatiestructuren. De concurrentiepositie van bedrijven wordt mede bepaald door de mate waarin op deze nieuwe ontwikkelingen wordt ingespeeld. Hoe kan de concurrentiekracht van het ICT-gebruikende bedrijfsleven worden vergroot?

Het ICT-cluster kent verschillende verschijningsvormen. Enerzijds concentreren deze zich rond de sector die is aan te duiden met de term 'informatie-industrie'. Het betreft bedrijven die zich bezig houden met de inhoud (de 'content'-industrie) en met de dienstverlening op de elektronische snelweg. Het werkveld 'Contentindustrie' richt zich op een breed scala aan sectoren in de informatie-industrie: omroepen, uitgeverijen, muziek- en filmindustrie, producenten van interactieve media (bijv. games, educatieve software) etc.

Anderzijds betreft het bedrijven die ICT inpassen in de bestaande dienstverlening van handel en dienstverlening of die daarmee nieuwe vormen van handel en dienstverlening creëren.

Toepassing van e-commerce is daarbij een aansprekend voorbeeld, maar ook kan men denken aan het aanbieden van allerlei vormen van communicatie en transactie, zoals gebruikt bij leren en werken, de invulling van vrije tijd, het contact tussen overheid en burger, voorlichting en marketing etc. Bij dit werkveld, dat aangeduid kan worden als de 'Netwerkeconomie' gaat het om vragen rond nieuwe economische structuren en processen die zich voordoen als gevolg van de ontwikkelingen van e-commerce alsmede met ontwikkelingen in de telecommunicatie-infrastructuur en telecommunicatie-industrie en de specifieke economische, juridische en strategische consequenties hiervan.

Ook de enabling-industrie van deze vormen van productie en distributie, handel en dienstverlening kunnen tot het ICT-cluster worden gerekend. Deze breed samengestelde groep omvat bijvoorbeeld leveranciers van hard- en software, aanbieders van telecommunicatie-infrastructuren, ICT-consultants etc.

Het ICT-cluster is van groot belang voor de nationale economie en van belang is dan ook de vraag hoe dit cluster kan worden versterkt en verder kan groeien.

De bijdrage die TNO levert aan de oplossing van geïdentificeerde vraagstukken bestaat uit activiteiten in de vorm van advisering, technologie-ontwikkeling en innovatieve product-ontwikkeling. Deze bijdrage is gebaseerd op een grondige ICT-kennis en sector kennis, plus de vaardigheid om deze kennis gecombineerd toe te passen in actuele en voorziene vraagstukken bij bedrijfsleven en overheid.

3.3 ICT-aandachtsgebieden

De kennisopbouw en marktontwikkeling van TNO met betrekking tot ICT verdicht zich tot een aantal aandachtsgebieden die als volgt kunnen worden getypeerd:

- telecommunicatie, telematica
- economische netwerken, electronic commerce, innovatiemanagement
- informatieverwerking, kennis- en innovatiemanagement

- informatiebeveiliging
- 'usability'

De accenten binnen het gebied 'telecommunicatie, telematica', liggen bijvoorbeeld bij

- connectivity
- usability
- quality of service
- systeemarchitecturen
- networkmanagement
- middleware
- embedded systems

De accenten binnen het gebied 'economische netwerken, electronic commerce, innovatiemanagement' liggen o.a. bij:

- ketenanalyse en ketenomkeringen
- business process redesign
- analyse en ondersteuning besluitvormingsprocessen
- impact van e-commerce en m-commerce applicaties bij overheid, bedrijfsleven, wetenschap en sectoren van maatschappelijke dienstverlening.

De accenten binnen het gebied 'informatieverwerking, kennis- en innovatiemanagement' liggen bij onderwerpen als:

- datawarehouses
- data retrieval
- datamining
- intelligent agents
- analoge/digitale conversie
- modellering/visualisatie van bedrijfs- en transactieprocessen
- workflowmanagement
- high performance computing
- groupware
- video conferencing
- cognitie

De accenten binnen het gebied 'informatiebeveiliging' liggen o.a. bij:

- betrouwbaarheid
- integriteit
- authenticiteit

De accenten bij 'usability' liggen o.a. bij:

- mediated communication
- user centered design/quality for use
- telelearning
- collaborative learning en team performance

3.4 Organisatie

De vraagstukken waar TNO zich op richt kenmerken zich steeds meer door complexiteit en heterogeniteit voor wat betreft de aan de orde zijnde vraagstellingen. De multidisciplinaire aanpak die nodig is om deze vraagstukken aan te pakken heeft er mede toe geleid dat TNO binnen haar werkterrein 14 kerngebieden heeft geïdentificeerd die mede de basis vormen voor versterking van de kennispositie, uitbouw van marktposities en voor afstemming en samenwerking met andere spelers in de kennis-infrastructuur.

Een van de kerngebieden is 'Informatie- en communicatietechnologie', waarbinnen de volgende 4 thema's worden onderscheiden:

- Informatieverwerking
- Telecommunicatie en telematica
- Innovatie in ICT en diensten
- ICT en de overheid

Binnen elk van deze thema's werken verschillende TNO-instituten samen bij de ontwikkeling van kennis en aan de oplossing van aan de orde zijnde vraagstukken. De meest betrokken TNO-instituten bij uitvoering van het kerngebied 'Informatie- en communicatie' zijn: TPD, TM, FEL, STB alsmede Arbeid en PG. Door deze samenwerking komen verschillende kennisgebieden bij elkaar, zoals: technologische kennis, inzicht in gebruikersgedrag, kennis en ervaring met strategie-ontwikkeling, specifieke domeinkennis. Deze kennisgebieden vullen elkaar aan en versterken elkaar, waardoor een meerwaarde ontstaat.

Ook in verschillende andere kerngebieden van TNO spelen ICT-toepassingen een belangrijke rol. Veelal zijn deze ICT-toepassingen verweven met de specifieke toepassingsgerichte researchthema's binnen deze kerngebieden. Het zal duidelijk zijn dat het hierbij gaat om een breed scala aan ICT-toepassingen. Het kan bijvoorbeeld gaan om de ontwikkeling van een database met domeinkennis die bestemd is voor exploitatie via het Internet tot en met de ontwikkeling van zeer geavanceerde software voor ontwerp, constructie en testen van modellen, producten of systemen. De betrokken TNO-instituten zijn in dit geval: TNO-Arbeid, TNO-Bouw, TNO-Industrie, TNO-Inro (Infrastructuur, transport en regionale ontwikkeling), TNO-MEP (Milieu, Energie en Procesinnovatie), TNO-NITG (Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen), TNO-PG (Preventie en Gezondheid), TNO-Voeding en TNO-Wegtransportmiddelen. Een bijzondere plaats wordt hierbij ingenomen door het Prins Maurits Laboratorium van TNO. Vanwege de rol van 'huislaboratorium' van het Ministerie van Defensie draagt een deel van het ICT-onderzoek dat hier plaats vindt een vertrouwelijk karakter. Wel is een algemene tendens waarneembaar. Terwijl in het verleden de resultaten van onderzoek dat aanvankelijk werd uitgevoerd ten behoeve van defensiedoeleinden na verloop van tijd tot een spin-off leidden in de civiele markt, geldt voor het ICT-onderzoek min of meer het omgekeerde. Ten

behoefte van het defensie-onderzoek wordt steeds meer gebruik gemaakt van de resultaten van ICT-onderzoek dat is geïnitieerd in de civiele markt.

TNO Multimedia en Telecommunicatie (TNO-MET) is de netwerkorganisatie binnen TNO op het gebied van informatie- en communicatietechnologie. TNO-MET bundelt kennis, vaardigheden en faciliteiten op de volgende terreinen:

- telecommunicatie en telematica
- informatieverwerking
- informatie veiligheid
- usability
- socio-economische assessment

TNO-MET mobiliseert nationaal en internationaal beschikbare technologie en kennis en biedt op een full-service basis contract-research aan op het gebied van:

- advies en business consultancy
- ontwerp van concepten/architecturen voor producten en diensten
- ontwikkeling van demonstrators en prototypes voor producten en diensten
- evalueren en testen van producten en diensten
- projectmanagement

3.5 Investering en marktomzet

Gezien de risico's die aan vernieuwend onderzoek zijn verbonden, kunnen opdrachtgevers doorgaans slechts beperkt bereid worden gevonden dit onderzoek volledig te financieren. TNO blijft daarom voor zijn vernieuwende kennisontwikkeling aangewezen op (mede) financiering door de overheid. TNO ontvangt overheidsfinanciering in de vorm van basis- en doelfinanciering. Bij het kerngebied 'informatie- en communicatietechnologie' is sprake van een verhoogde inzet van overheidsfinanciering. Deze verhoogde inzet van overheidsfinanciering zal plaatsvinden door herallocatie binnen het bestaande volume van de thans voor TNO beschikbare overheidsfinanciering.

3.5.1 Investering en marktomzet binnen het kerngebied 'Informatie- en communicatietechnologie'

De totale overheidsfinanciering voor het kerngebied 'Informatie- en communicatietechnologie' bedroeg in 1997 6,5 miljoen gulden, terwijl deze in 2000 is gegroeid naar 9,4 miljoen gulden. De marktomzet van het kerngebied groeide in 1999 22% ten opzichte van 1998. Ten opzichte van andere kerngebieden wordt in de periode 1997 –2002 de relatief hoogste groei verwacht van het kerngebied 'informatie- en communicatietechnologie. Met een geplande groei van 87% is voor dit kerngebied bijna sprake van een verdubbeling van de omzet in de periode 1997 – 2002.

De TNO-investeringen in het kerngebied 'informatie en communicatietechnologie' hebben een duidelijke multiplier functie doordat met de investeringen participatie mogelijk wordt in geco(ntra)financierde kennisontwikkelingsprojecten en – programma's die gerelateerd zijn aan dit kerngebied. Voorbeelden van deze gerelateerde projecten en programma's zijn: het onderzoeksprogramma van het Telematica Instituut (TI) , het 5^e Kaderprogramma van de Europese Unie (5^e KP), het programma Ketennetwerken, Clusters en ICT (KLICT), de Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's (IOP's), het (Interdepartementale Commissie inzake het Economische Structuurbeleid (ICES)-programma e.a.

Tegenover een investering in 2000 van 9,4 miljoen gulden in het kerngebied 'Informatie en communicatietechnologie' staat een co(tr)financiering van circa 13,5 miljoen gulden vanuit kennisontwikkelingsprojecten en –programma's die gerelateerd zijn aan het kerngebied 'informatie- en communicatietechnologie'. Tabel 1 geeft een verdeling van de investeringen in 2000 door TNO in het kerngebied 'Informatie en communicatietechnologie'.

Tabel 1 TNO-investering in kerngebied 'informatie- en communicatietechnologie' in 2000

THEMA	INVESTERING 2000 (in Kf)
Informatieverwerking	3.600
Telecommunicatie en Telematica	2.300
Innovatie in ICT en Diensten	2.550
ICT en Overheid	1.000
TOTAAL	9.450

Zoals aangegeven krijgen deze investeringen een multiplier functie door contrafinanciering uit verschillende kennisontwikkelingsprojecten en – programma's. Daardoor krijgen de projecten een substantiële omvang, zoals blijkt uit de budgetten voor 2000 voor de projecten die worden uitgevoerd met contrafinanciering van het Telematica Instituut (zie tabel 2)

Tabel 2: ICT-projecten van tno met co-financiering telematica instituut in 2000

PROJECTEN	BUDGET 2000 (in Kf)
DRUID	500
Trading Agents	500
IPEC/TINE	450
U-Wish (part 2)	350
VIP	750
FRIENDS	1.000
Giga CSCW	150
GigaMobile	250
TOTAAL	3.950

3.5.2 Investering en marktomzet in 'niet ICT-kerngebieden'

Uitdrukkelijk moet worden opgemerkt dat in bovenstaande cijfers de investeringen en marktomzetten met betrekking tot informatie- en communicatietechnologie die gerealiseerd worden in andere kerngebieden niet zijn inbegrepen..

De verwevenheid van deze investeringen met andere doelactiviteiten binnen deze kerngebieden maken het niet zonder meer mogelijk om daar exacte cijfers over te presenteren.

Om een inzicht te geven in de omzet en kennisinvesteringen in ICT is daarom uitgegaan van de cijfers die beschikbaar zijn over de omzet en kennisinvesteringen in de technologie-gebieden die TNO onderscheidt. In het Technologie-portfoliosysteem van TNO worden circa 250 technologieën onderscheiden die individueel zijn beschreven en van een nummer zijn voorzien in een interne database, de Know How Base (KHB). Deze database is gekoppeld aan het financiële systeem en maakt het daardoor mogelijk een gedetailleerd overzicht te produceren van omzetcijfers, onderverdeeld naar kennisinvesteringen en marktinkomsten.

In bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van de ICT-gerelateerde technologiegebieden, onderverdeeld naar de gebieden die betrekking hebben op de

'harde' ICT-technologieën en de gebieden die betrekking hebben op de 'niet-ICT kerngebieden'.

Per ICT-gerelateerd technologiegebied wordt de gerealiseerde omzet vermeld. Omdat deze cijfers een vertrouwelijk karakter dragen wordt per technologiegebied geen onderscheid gemaakt tussen de bedragen voor kennisinvesteringen en marktomzetten, maar wordt in plaats daarvan een totaal omzetcijfer gepresenteerd. Om dezelfde reden worden geen plannings- en realisatiecijfers voor 2000 en 2001 gepresenteerd, maar worden in dit rapport enkel de realisatiecijfers over 1999 gepresenteerd.

Deze cijfers geven aan dat in 1999 binnen de 'harde' ICT-technologiegebieden een omzet werd gerealiseerd van ruim 45 miljoen gulden, terwijl binnen de 'niet-ICT-kerngebieden' een omzet van ruim 60 miljoen gulden werd gerealiseerd voor ICT-gerelateerd onderzoek.

De meeste omzet binnen de 'harde' ICT technologiegebieden werd gemaakt in de technologiegebieden 'informatiesystemen', telematica diensten', 'telecommunicatie infrastructuren', 'evaluatie van instrumentatie en beveiligingstechniek' en 'beveiliging'.

In de 'niet-ICT-kerngebieden' werd de meeste omzet voor ICT-gerelateerd onderzoek behaald binnen de technologiegebieden 'electronica', 'simulatiesoftware/Madymo', 'grondwater kartering', 'training en opleiding', 'electronica en softwareontwikkeling' en 'informatie'.

4. ICT-competenties van TNO

4.1 Indeling

Bij de beschrijving van de ICT-competenties van TNO wordt uitgegaan van de kerngebieden van TNO. Allereerst wordt een beschrijving gegeven van de kennis- en marktontwikkeling die plaatsvindt binnen het kerngebied 'Informatie- en communicatietechnologie'. Voor de vier onderscheiden thema's binnen dit kerngebied wordt een gedetailleerd overzicht gegeven van de ICT-competenties van TNO.

Vervolgens wordt gekeken naar de ontwikkeling en toepassing van ICT-kennis binnen andere kerngebieden van TNO. Hierbij gaat het veelal om applicaties binnen de domeinen en sectoren waarop deze kerngebieden zich richten.

4.2 ICT-competenties binnen kerngebied 'informatie en communicatietechnologie'

Hieronder volgt een korte beschrijving van de 4 thema's binnen het kerngebied 'informatie- en communicatietechnologie'

4.2.1 Informatieverwerking

Binnen dit thema staan de volgende aandachtsgebieden centraal:

- Het ontwikkelen van multimodale zoektechnieken voor multi-media informatietechnologie;
- Het ontwikkelen van nieuwe concepten voor informatiemodellering en – supportsystemen met in het bijzonder aandacht voor mobiele internetdiensten;
- Het ontwikkelen van methoden en technieken voor nieuwe vormen van informatiebeveiliging;
- Het onderzoeken van de rol van ICT kennismanagement systemen voor informatiebeheer en werkprocesondersteuning.

Bij het onderzoek naar de ontsluiting van *multimediale informatie* wordt geparticipeerd in nationale en internationale onderzoeksprogramma's zoals IOP en het Telematica Instituut.

Binnen deze programma's vindt samenwerking plaats tussen marktpartijen en de kennisinfrastructuur. Bovendien is in 1999 gestart met de oprichting van een kenniscentrum multi-media informatietechnologie met de UvA in Watergraafsmeer.

Op het gebied van beeldverwerking heeft TNO kennis ontwikkeld en daarmee een positie opgebouwd op het gebied van een sleuteltechnologie voor het ontwikkelen van intelligente machines in de agrosector en in intelligente autonome systemen.

In het kader van het onderzoek naar *informatiemodellering en –supportsystemen* is uitgebreide kennis ontwikkeld rond webtechnologie en JAVA tools, vooral doordat er in projecten concrete demonstrators met deze technologie zijn ontwikkeld dan wel verbeterd. Voorbeelden van deze demonstratieprojecten zijn: Plantania, Verkeerscentrale, Politie BedrijfsProcessen Systeem.

In het project Plantania is voor een handelsketen in de potplantensector de impact van ICT onderzocht wanneer wordt uitgegaan van het concept ketenomkering, dat wil zeggen dat de klant en niet langer het product centraal staat. Er is o.a. een experimenteel gegevenspakhuis ontwikkeld waarmee is aangetoond dat het delen van informatie in de keten tot nieuwe inzichten en kansen leidt. Vraagstukken die een rol hebben gespeeld zijn o.a. de voorwaarden waaronder (gevoelige) informatie beschikbaar wordt gesteld, beveiliging van informatie en het opsporen van zinvolle informatie uit de beschikbare gegevens m.b.v. datamining en statistische technieken.

Op grond van gebleken belangstelling bij marktpartijen en partijen in de kennisinfrastructuur is binnen dit aandachtsgebied verder de aandacht voor agenttechnologie versterkt.

Het onderzoek op het gebied van *informatiebeveiliging* is gericht op het ontwikkelen en testen van methodes die toegepast kunnen worden in allerlei relevante beveiligingsevaluaties.

Belangrijke methoden zijn de Differential Power Analysis (DPA) en de Differential Fault Analysis (DFA). Diverse tools worden ontwikkeld ter ondersteuning van deze methoden.

De kwetsbaarheid van smartcards voor DPA en DFA heeft ertoe geleid dat fabrikanten zich bewust zijn geworden van deze aanvalsmethoden en dat ze hun ontwerpen hebben aangepast. Door de kennis over deze methoden wordt de toepassing van beveiligingssystemen in bijv. financiële toepassingen of betaaltelevisie naar een hoger niveau getrokken.

4.2.2 Telecommunicatie en telematica

Binnen dit thema staan de volgende aandachtsgebieden centraal:

- Ontwikkeling van telematicadiensten
- Onderzoek op het gebied van RF en Telecom electronica
- Toegang tot de elektronische snelweg
- Kennisontwikkeling over markt, vraag en gebruikers
- Dynamiek van internetworking
- Technisch maatschappelijke issues

- Impact van convergentie van telecommunicatie, media en informatietechnologie

De telecommunicatiewereld is de laatste jaren sterk veranderd. De liberalisering van de telecommarkt heeft geleid tot vele nieuwe (internationale) toetreders in de vaste en mobiele infrastructuur en diensten. Het belang van de penetratie van de mobiele infrastructuur is hierbij zeer sterk toegenomen. De diensten van deze netwerken beperken zich allang niet meer tot telefonie en value added network services (VAN's); met name door de groei van het Internetgebruik treden verschuivingen op in techniek, markt en regelgeving. De kabelbedrijven leveren naast de standaard TV en radiokanalen ook spraak- en internetdiensten over de kabelinfrastructuur. De elektronische snelweg bestaat hierdoor uit een aaneenschakeling van een groot aantal heterogene infrastructuren onder beheer van diverse beheerders. Sleutelwoorden zijn 'convergentie' en 'diversiteit'.

Deze situatie creëert vragen van zowel maatschappelijke, economische als technische aard. De maatschappelijke inbedding van nieuwe technologie en toepassingen wordt een steeds belangrijker ontwikkelingsfactor en vraagt ook steeds vaker om een integrale multidisciplinaire aanpak. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om vragen met betrekking tot regelgeving en prijsstelling, privacybescherming, betrouwbaarheid, veiligheid en inpasbaarheid van infrastructuren, beschikbaarheid van de infrastructuur voor burgers en de samenhang ervan met technische vragen bijvoorbeeld over het verleggen van grenzen wat betreft eisen aan bandbreedte, capaciteit, interconnectie, kwaliteit van dienstverlening en beveiliging van gevoelige informatie.

In het algemeen verbindt TNO aan de beschreven ontwikkelingen de volgende multidisciplinaire kennisvragen:

- Om een goed beleid te kunnen voeren (of strategisch te kunnen opereren) is voortdurende vernieuwing nodig van inzichten in technologische ontwikkelingen, in de ontwikkeling van markten en marktverhoudingen en in tendensen in gebruik en de problemen die zich daarbij voordoen. TNO wil een goede bron zijn voor dit soort kennis vanuit een onafhankelijke positie en in samenwerking met andere partijen;
- Wat zijn de maatschappelijke consequenties van ontwikkelingen en welke mogelijkheden bieden technologie en systemen om bij te dragen aan de oplossing van maatschappelijke vraagstukken?;
- De Nederlandse informatie- en communicatiesector kent een aantal sterkten waarvan TNO vanuit een 'clusterbenadering' wil bijdragen:
 - Mobiele communicatie (integratie, applicaties)
 - Geavanceerde applicaties en demonstraties voor multichannel dienstverlening (middleware) in het netwerk van netwerken
 - Gebruikersaspecten, maatschappelijke en organisatorische inbedding van nieuwe systemen en toepassingen
 - Beveiliging en veiligheid van informatie- en communicatiesystemen

Binnen de hieronder nader beschreven aandachtsgebieden worden deze vragen verder uitgewerkt.

Het onderzoek naar de *ontwikkeling van telematicadiensten* richt zich op generieke componenten ter ondersteuning van de gestructureerde ontwikkeling van applicaties. De generieke componenten, alsmede de ontwikkeling van telecomdiensten, ressorteren onder het zich sterk ontwikkelde gebied van 'middleware'. Hiermee kan met een object oriented benadering van XML en security grote voordelen worden behaald op het gebied van onderhoud, maar ook doordat er multimedia-applicaties (bijv. e-commerce) mogelijk worden.

Bij het onderzoek op het gebied van *RF en Telecom electronica* gaat het om zowel draadloze als draadgebonden systemen. Bij de draadgebonden systemen gaat het o.a. om de ontwikkeling van expertise m.b.t. cable TV en de daarbij gehanteerde standaarden op basis waarvan nieuwe productontwikkelingen voor de markt te verwachten zijn.

In de draadloze communicatiesector ligt het onderzoeksaccent op het inhaken op de ontwikkelingen in product-technische zin (o.m. DVB en UMTS), in technologisch-principieel opzicht (DSPs, software radio) en in moderne modulatie- en multiple-access-methoden (o.a. OFDM, puls-radio).

Onder de paraplu van *toegang tot de elektronische snelweg* wordt kennis opgebouwd en ervaring opgedaan met gedistribueerde netwerken, die gebruik maken van zogenaamde 'intelligente terminals'. Een speerpunt in het onderzoek betreft de nadere uitwerking van het FIT-concept (Flexible Intelligent Terminal). Een demonstratie van het FIT-concept wordt opgebouwd op basis van intelligente camera's (Icams) die onderling met elkaar zijn verbonden en taken aan elkaar overdragen. De doelstelling is om binnen enkele jaren intelligente gedistribueerde systemen (Networked Intelligent Devices) via private netwerken, maar ook via bijv. Internet te realiseren.

Het concept van Networked Intelligent Devices is overigens niet beperkt tot camera's, maar kan ook worden toegepast binnen vrijwel alle sensoren en actuatoren. Hierbij kunnen verschillende sensoren gezamenlijk tot een beslissing komen (waarbij eventueel gebruik gemaakt kan worden van fuzzy logic of neurale netwerken) en autonoom actie ondernemen zonder dat een centrale rekeneenheid noodzakelijk is.

Binnen het aandachtsgebied *kennisontwikkeling over markt, vraag en gebruikers* wordt gewerkt aan het opbouwen van een systematiek en toepassing hiervan voor het in kaart brengen van onderdelen van de informatie- en communicatiemarkt. Een monitoringsysteem is ontwikkeld en toegepast voor de telecommarkt en in voorbereiding voor het in kaart brengen van de content-industrie. Verder vindt empirisch onderzoek plaats naar de (beleidsgerichte) aspecten van het gedrag van gebruikers.

Het uitgangspunt voor het aandachtsgebied *dynamiek van internetworking* kan als volgt worden omschreven. Door de ontwikkeling van het 'netwerk van netwerken' en de steeds inventievere toepassingen die hiervoor worden ontwikkeld, doen zich problemen voor van verschuivende grenzen waar de markt nog geen oplossing voor heeft. Oplossingen voor deze problemen op lange termijn vragen enerzijds om effectieve marktwerking en anderzijds om grote technologische inspanningen. Ter voorbereiding hiervoor doet TNO onderzoek naar zich verder ontwikkelende nieuwe netwerktechnologieën zoals kabel, xDLS, UMTS, en ook naar digitale omroepnetwerken zoals DAB, DVB en naar de middlewaretehnologie die nodig is voor diensten op een 'netwerk van netwerken'.

Bij het onderzoek naar de *technisch maatschappelijke issues* ligt de nadruk op aspecten rond beveiliging en veiligheid. Het onderzoek is in belangrijke mate gericht op vraagstukken rond E-commerce en M-commerce.

Het onderzoek naar de *impact van convergentie van telecommunicatie, media en informatietechnologie* betreft vooral onderzoek naar de economie van netwerken inclusief de uitwerkingen hiervan in bepaalde applicatiegebieden.

4.2.3 Innovatie in ICT en diensten

Binnen dit thema staan de volgende aandachtsgebieden centraal:

- Dienstenplatform voor IP-netwerken (middleware)
- Mobiele datadiensten
- Content management
- User Centred Design
- Electronic Commerce

De beschikbaarheid van een *dienstenplatform* (middleware) is een belangrijke voorwaarde voor via Internet toegankelijke on-line diensten om flexibele nieuwe diensten en toepassingen via Breedband IP netwerken te kunnen ontwikkelen en invoeren. Dit is van belang zowel voor de netwerkexploitant als voor de leverancier van applicaties aan eindgebruikers. De Quality of Service dient hierbij end-to-end te worden geborgd, met differentiatie voor de verschillende toepassingen.

Een voorbeeldproject is 'FRIENDS' (Framework for Integrated Engineering and Deployment of Services), dat in het kader van GigaPort wordt uitgevoerd. In dit project wordt een dienstenplatform voor on-line diensten ontwikkeld en gedemonstreerd via breedbandtoepassingen voor eindgebruikers. Het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met Lucent Technologies, KPN Research, Universiteit Twente en de Centrale Organisatie van het Telematica Instituut.

In hoog tempo worden nieuwe *mobiele systemen* ontwikkeld (GPRS, UMTS) en in de markt gezet, met een toenemende bitsnelheid voor datacommunicatie. Tevens

zijn nieuwe applicatie-interfaces (zoals WAP) en middleware in ontwikkeling, bruikbaar voor (visuele) toepassingen via nieuwe intelligente terminals. Dit biedt mogelijkheden voor nieuwe en mobiele datadiensten (via Internet), in een breed scala van toepassingen en breed spectrum van gebruiksomgevingen.

Een voorbeeldproject is 'MOSIS' (Mobile Services for the Information Society) waarin de mobiele datadiensten in kaart worden gebracht en de 'mobiele' technologie hiervoor wordt verkend. Het onderzoek heeft een exploratief karakter en beoogt o.a. om tot voorstellen te komen voor demonstraties van nieuwe mobiele datadiensten. Het project wordt uitgevoerd in samenwerking met de Centrale Organisatie van het Telematica Instituut.

Op het gebied van *content management* richt de aandacht zich vooral op via Internet toegankelijke multimedia diensten. Een belangrijk kenmerk van deze diensten is het vraaggestuurde karakter via natuurlijke taal (auditief of visueel) en de toepassing van Internet technologie (browsing). Het vinden van gevraagde informatie door gebruikers in multimedia (tekst, beeld, video, spraak) databanken is hierbij een belangrijk en bedrijfsrelevant onderwerp van onderzoek.

Een voorbeeldproject hierbij is DRUID (Document Retrieval Using Intelligent Methods), gericht op de ontsluiting van multimedia gegevens. Dit project, dat wordt uitgevoerd in samenwerking met de Universiteit Twente, CWI en de Centrale Organisatie van het Telematica Instituut, is gericht op het ontwikkelen en verbeteren van instrumenten en technieken voor automatische indexering en ontsluiting van grote multimedia-gegevensbestanden door gebruik te maken van spraakherkenning, beeldverwerking en informatie ontsluiting. De opgebouwde kennis en ontwikkelde tools zijn door TNO benut in diverse opdrachten van marktpartijen (o.a. van Dale) en hebben geleid tot verdere betrokkenheid bij nieuwe ontwikkelingen in de markt. Een aansprekend voorbeeld is verder de deelname in het Gigaport proefproject 'Video over IP' (VIP) met IBM, NOB Interactive en SURFnet.

In dit project wordt Video over Internet ontwikkeld en gedemonstreerd via SURFnet. Het onderzoek sluit aan bij de algemene trend naar interactieve audio-visuele diensten via Internet, zoals aan de orde in de omroepwereld. Het onderzoek maakt gebruik van opgebouwde kennis in DRUID en reeds eerder door TNO-TPD ontwikkelde tools en wordt aangevuld met kennis met betrekking tot beveiliging (TNO-FEL) en user interfaces (TNO-TM).

Op het gebied van *user centred design* zijn kennis en technieken, die worden ingezet om informatie- en communicatiediensten met lage drempels bruikbaar te maken voor gebruikers, een belangrijk aandachtspunt in het gehele traject van ontwerp tot introductie bij gebruikers. Er ontstaan bijv. bij het gebruik van Internet nieuwe gebruikersproblemen (bijv. desoriëntatie en verlies van overzicht) ten gevolge van het niet-effectief kunnen navigeren.

Beeldcommunicatie (non-verbaal) op afstand wordt daarom steeds vaker en in nieuwe vormen toegepast. Nieuwe vormen van beeldcommunicatie zijn bijv. multi-locatie videoconferencing, multi-agent systemen en de multi-avatar configuraties (3D representatie van personen). Het effectief gebruik voor communicatie via deze ICT-systemen wordt sterk beïnvloed door de mate waarin deze systemen aansluiten op de menselijke gedragskenmerken, interpretatie en interfaces in feitelijke samenwerkingsomgevingen.

Een voorbeeldproject is 'U-WISH' (Usability for Web-based Information Services for Hypermedia). In dit project wordt onderzoek verricht naar gebruikersaspecten die van belang zijn voor Web-design en navigatie door gebruikers. Specifieke aandacht wordt besteed aan adaptieve interfaces en de navigatieproblematiek van ouderen. Doel van het onderzoek is om tot nieuwe ontwerprichtlijnen te komen en deze middels experimenten te valideren.

De ontwikkeling van *electronic commerce* is gerelateerd aan het feit dat in de 'digitale economie' bedrijfsprocessen en klantenprocessen op een andere manier worden ingericht.

Zo zijn bijv. het grootschalig gebruik van Internet, drastische verlaging van distributiekosten en het ontstaan van virtuele marktplaatsen aanleiding voor bedrijven om nieuwe business modellen tot ontwikkeling te brengen. Hierbij is voortdurend de inzet van nieuwe technologie aan de orde (bijv. XML, intelligent agents e.a.)

Een voorbeeldproject is 'IPEC' (Impacts and Perspectives of E-commerce). In dit project wordt kennis opgebouwd voor een dieper inzicht in de perspectieven van e-commerce, in zijn economische en maatschappelijke betekenis. Daartoe wordt een methodiek ontwikkeld om deze perspectieven, via een structurele aanpak, te kunnen classificeren (algemeen en specifiek per marktsector) en om de feitelijke ontwikkelingen in de markt te kunnen monitoren. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met de Centrale Organisatie van het Telematica Instituut en met input van in het Telematica Instituut participerende bedrijven.

Een ander belangwekkend voorbeeldproject is ASTA (Advanced Systems for Trade Agents). Het gaat hierbij om onderzoek naar software robots (intelligent agents) in transactieomgevingen. In dit kader vindt o.a. onderzoek plaats naar de architectuur van multi-agent systemen, naar de toepassing van decision rules en informatie-uitwisseling (via XML) in multi-agents systemen, maar ook naar de security aspecten van agents systemen..

4.2.4 ICT en de overheid

Binnen dit thema staan de volgende aandachtsgebieden centraal:

- Informatie voor politiek en beleid
- Ondersteuning van besluitvorming

- Inrichting en toegankelijkheid van diensten
- Strategische beleidsontwikkeling m.b.t. domeingerichte ICT-toepassingen

Bij het aandachtsgebied *informatie voor politiek en beleid* gaat het om het ontwikkelen van methoden om uit vaak reeds beschikbare data de relevante gegevens te halen en die vervolgens om te zetten in voor besluitvorming relevante indicatoren. Dit veronderstelt tevens inbedding in of opbouw van zeer goede domeinkennis met betrekking tot de relevante gebieden. Daarom wordt daarbij in eerste instantie aangesloten bij die gebieden waarover TNO de nodige domeinkennis beschikt (bijv. verkeer en vervoer, milieu, arbeid, gezondheid etc.) Het aandachtsgebied is gerelateerd aan kennisgebieden en objecten van onderzoek als kennis- en informatiemanagement, ontsluiting en extractie van multimediale informatie, intelligente supportsystemen.

Bij het aandachtsgebied *ondersteuning van besluitvorming* gaat het om het ontwikkelen en zo mogelijk in onderlinge samenhang bruikbaar maken van tools die besluitvormings- en uitvoeringsprocessen kunnen ondersteunen, zoals modelleren, simuleren, visualiseren, gaming, en tal van andere tools. Veel belangstelling lijkt er te bestaan voor instrumenten die snel inzicht kunnen geven in de (mogelijke) effecten van wetgeving en beleidsbeslissingen, ten behoeve van politieke besluitvorming, ten behoeve van de uitvoering en de uitvoerende instellingen en ook ten behoeve van de ontwikkeling van informatiesystemen en architecturen die een steeds belangrijker onderdeel worden van de uitvoering van veel maatregelen. Dit aandachtsgebied is gerelateerd aan kennisgebieden en objecten van onderzoek als beleidsanalyse en ondersteuning van complexe afwegingen, proces- en systeemanalyse en –ontwerp, modelleren en simuleren (met name ketensystemen), visualisatie, ondersteuning van groepsprocessen.

Het onderzoek naar *de inrichting en toegang van diensten* heeft zowel betrekking op de inrichting en vormgeving van de toegang tot overheidsinformatie en overheidsdiensten (netwerk en interfacing van de zogenoemde overheidsloketten) in relatie tot politiek strategische doelen en gebruikersgedrag, als op de inrichting van de processen in het overheidsapparaat zelf en bij de gebruikers die voor deze vernieuwing van de dienstverlening nodig zijn (back-office en acceptatie problematiek)

Dit aandachtsgebied is gerelateerd aan kennisgebieden en objecten van onderzoek als: networked user interactions, interfaces, mobiliteit, gedistribueerd werken, communities, organisatie-ontwikkeling,

De *strategische beleidsontwikkeling m.b.t. domeingerichte ICT-toepassingen* is gericht op het in kaart brengen van de strategische vraagstukken die gerelateerd zijn aan ICT-toepassingen binnen de domeinen waarvoor verschillende ministeries verantwoordelijk zijn.

Tot nu toe is de aandacht vooralsnog gericht op de domeinen: sociaal beleid, duurzame ontwikkeling, gezondheidszorg en onderwijs. Door middel van het ontwikkelen van kenniskaarten, waarin structuren en processen binnen een (onderdeel van een) domein in kaart worden gebracht, wordt inzicht verkregen in aan de orde zijnde ontwikkelingen en eventueel daarbij optredende knelpunten. De verdere invulling van de strategische beleidsontwikkeling is afhankelijk van de vraagstellingen die leven m.b.t. specifieke domeingerichte ICT-toepassingen. Dit aandachtsgebied is gerelateerd aan kennisgebieden en objecten van onderzoek als : kwaliteit van Internetdiensten, Cliënt Volg- en Communicatiesystemen (CVCS), Elektronisch Patiënten Dossier (EPD), kennismanagement, business (re)design, modellering en simulatie van ketennetwerken.

4.3 ICT-competenties binnen andere kerngebieden van TNO

Het hierboven beschreven TNO kerngebied 'Informatie en communicatietechnologie' is gericht op de ontwikkeling van ICT in velerlei verschijningsvormen.

ICT als facilitaire voorziening speelt daarnaast een grote rol binnen vrijwel alle andere kerngebieden van TNO. Het meest in het oog springende toepassingen van ICT zijn te vinden binnen de kerngebieden die zich bezighouden met vraagstukken rond de structuur en inrichting van onze geografische omgeving (bouw, geografische ondergrond), verkeer en vervoer, voeding en gezondheid, defensie en maatschappelijke veiligheid, de inrichting van onze woon- en werkomgeving. Ook bij de kennis- en technologietransfer speelt ICT als facilitator een steeds belangrijker rol.

In het volgende hoofdstuk wordt hier nader op ingegaan.

5. Cases van TNO-search op het gebied van ICT-applicaties

5.1 Toelichting

Aan de hand van de in dit hoofdstuk opgenomen case-beschrijvingen van onderzoek dat TNO verricht op het gebied van ICT-applicaties, wordt een beeld gegeven van de veelzijdigheid en het belang van de verschillende onderzoeksactiviteiten waar het hier om gaat. Met de exemplarische voorbeelden hopen wij een goed beeld te geven van de ICT-competenties van TNO, vooral waar het gaat om het ontwikkelen van inzicht in de wenselijkheid en haalbaarheid, alsmede de ontwerp- en realisatiemogelijkheden van ICT-applicaties die van belang zijn voor het economisch welzijn van ons land en de maatschappij waarin we willen leven, nu en in de toekomst.

ICT is in de loop van de tijd ingebed geraakt in het denken en doen van vrijwel alle onderdelen van de TNO-organisatie. Het is dan ook niet mogelijk en niet de bedoeling om met de beschrijving van deze cases ook maar enigszins naar volledigheid te streven voor wat betreft de ICT-activiteiten van TNO. Ze dienen eerder beschouwd te worden als appetizers voor wat TNO op dit gebied te bieden heeft.

5.2 Cases

5.2.1 ICT en Bedrijfslocaties

De combinatie van informatie- en communicatietechnologie (ICT) levert fundamenteel nieuwe mogelijkheden op voor de wijze waarop informatiestromen lopen, voor logistieke organisatie en voor productieprocessen. ICT beïnvloedt ook de ruimtelijke organisatie van economische activiteiten.

Er bestaat duidelijk behoefte aan inzicht in de invloed van ICT op de fysieke (bedrijfs-) omgeving. TNO voert onderzoek uit naar de verwachte impact van ICT op de economische structuur, ruimte, mobiliteit en milieu. Daarbij speelt ook de vraag naar de aantrekkelijkheid van locaties in de toekomst. Het gaat bij dergelijke onderzoeksvragen om het vertalen van technologische ontwikkelingen in maatschappelijke en ruimtelijke consequenties.

De relatie tussen ICT en ruimtevraag naar bedrijfslocaties is veelzijdig. Een drietal trends zijn waarneembaar en deze zullen in de toekomst nog aan kracht winnen, namelijk:

- Clustering van bedrijvigheid en scheiding van 'front'- en 'back-offices'
- E-commerce en bedrijfslocaties
- Flexibele werkplekken in combinatie met telewerken.

Vrij vertaald kan gesteld worden dat het bij de eerste trend vooral om de 'virtuele consequenties' gaat: doordat informatie steeds goedkoper en in steeds grotere hoeveelheden kan circuleren zouden bedrijven wat betreft de keuze van de locatie

van waaruit het verkrijgen, verwerken en verstrekken van informatie wordt georganiseerd in meerdere of mindere mate 'footloose' kunnen worden. Bij de tweede trend staan de 'materiële consequenties' centraal. Ook in het Internet-tijdperk zal naast organisatie tevens distributie en productie plaats moeten vinden. Dat raakt en beïnvloedt de functie en ruimtelijke organisatie van detailhandel, (keten-) logistiek en productie. De derde trend, de 'personele consequenties', benadrukt de veranderende omstandigheden waaronder de steeds belangrijker wordende productiefactor arbeid aangewend kan worden. Mogelijkheden voor telewerken zijn daarbij van belang. Maar ook is denkbaar dat, mochten bereikbaarheid en ligging minder belangrijk worden (iets wat overigens zeker niet voor elk type bedrijvigheid zal gelden) de woonvoorkeuren van personeel aan gewicht zullen winnen bij de vestigingsplaatskeuze van bedrijven.

De meest betrokken TNO-instituten bij dit onderzoek zijn: TNO-INRO en TNO-STB.

5.2.2 Media at Home

Het project 'Media at Home' heeft tot doel om kennis te ontwikkelen voor multimedia diensten en systemen in woonomgevingen. De aandacht in Nederland is tot nu toe vooral gericht op de impact van ICT op de inrichting van werkomgevingen en dus sterk gericht op de business-to-business markt. Wil de business-to-consumer markt goed tot ontplooiing komen, dan is het echter noodzakelijk dat de woonomgeving minder drempels krijgt voor toegang tot de elektronische snelweg en voor het gebruik van ICT-faciliteiten. Onder woonomgeving kan de fysieke woonomgeving (het woonhuis) worden verstaan, maar ook de 'virtuele' woonomgeving waarin de consument grote voordelen kan halen uit een laagdrempelige toegang tot elektronische diensten en toepassingen. Daarbij kan men denken aan het gebruik door de consument van ICT-faciliteiten zowel binnenshuis (bijv. bij studie of hobby) als buitenshuis (bijv. bij sport en recreatie), zowel thuis (bijv. bij vraagstukken rond voeding, gezondheid en veiligheid) als onderweg (bijv. bij aspecten als reizen en winkelen). De gebruiker treedt daarbij, zowel actief als passief, op in verschillende rollen: burger in relatie tot het overheidsbestel, consument op een consumptiemarkt, medemens in een sociaal-maatschappelijke omgeving etc.

Drempels zijn er in allerlei vormen: kosten van toegang en gebruik, mogelijkheden in termen van aanpassing, diversiteit en capaciteit, gebruiksvriendelijkheid van devices, diensten en systemen.

De kennis die binnen Media at home wordt ontwikkeld is van belang voor het ontwikkelen van nieuwe gebruikskoncepten, vanuit gebruikers- en dienstenperspectief leidend tot functionele gebruikscriteria. Uitgangspunt hierbij is een gebruiksvriendelijk integraal concept voor de interactie van de gebruiker met diverse diensten- en communicatiekanalen (PC, telefoon, TV) en met in-huis ICT-systemen.

Het project is er op gericht om een nieuwe architectuur voor een ICT infrastructuur in de woonomgeving te creëren, gebaseerd op een integraal en geharmoniseerd set

van bouwstenen, dat geaccepteerd wordt door de gehele markt, dus zowel door de (potentiële) consumenten als door de (potentiële) aanbieders.

Op basis van de aldus geformuleerde gebruikscriteria zal een selectie van de genoemde bouwstenen uit de aangeduide architectuur binnen de TNO-laboratoria worden beproefd en worden uitgewerkt in demonstrators. Daarbij kan men denken aan de adaptatie van de user interface naar verschillende gebruikers en naar diverse toepassingen en met redundante interacties via visuele, auditieve en tactiele modaliteiten. Ook de mogelijkheden tot adaptieve filtering en streaming van multimedia op basis van gebruikersprofielen zal worden onderzocht. Andere zaken waar men aan kan denken zijn: de geïntegreerde bediening van meerdere apparaten en diensten via één handheld (als representant van een soort personal assistant), het ontwikkelen en vormgeven van een dienstenplatform, de ontwikkeling van home middleware voor multimedia toepassingen in huis en de home server, voor externe multi-connectivity en interne routing van multimedia tussen home devices (opslag, display).

Intelligente systemen kunnen de gebruiker assisteren bij het gebruik van de diensten. Uitgangspunt blijft echter dat de gebruiker controle houdt over de multimedia diensten en toepassingen waarover hij zelf in huis kan of wil beschikken, zowel met betrekking tot plaats, tijdstip en inhoud. Het maakt daarbij niet uit of het gaat om de interactie tussen gebruikers en dienstverleners, de (via elektronische media gerealiseerde) interacties tussen gebruikers onderling (virtuele sociale gemeenschappen of communities) of het management (op afstand) van de informatie rond huishoudelijke zaken.

De volgende TNO-instituten zijn bij dit onderzoek betrokken: TNO-FEL, TNO-TM en TNO-STB.

5.2.3 Geo-ICT

Bij geo-informatiesystemen gaat het om informatie- en kennissystemen die het beheren en exploiteren van de ondergrond en de daarin voorkomende natuurlijke bestaansbronnen ondersteunen. Verbetering en innovatie aan deze systemen kunnen een belangrijke toegevoegde waarde betekenen voor de bedrijven en organisaties die er gebruik van maken.

De nieuwste generatie geo-informatie- en kennis-systemen maakt gebruik van open standaarden en het Internet Protocol. Voor de interne en externe uitwisseling van multimediale geowetenschappelijke informatie zijn deze software standaarden zeer geschikt.

De afdeling Geo-Informatie Systemen van het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO (TNO-NITG) onderzoekt concepten, methodieken en technieken voor de ontwikkeling van geowetenschappelijke informatiesystemen en geo-applicatiesystemen. Daarnaast zorgt de afdeling voor het installeren, onderhouden en ondersteunen van de operationele geowetenschappelijke informatiesystemen in Nederland.

Met ingang van 1 januari 2001 zal de informatiefunctie van TNO-NITG als apart doelfinancieringsprogramma worden opgenomen in de begroting van het

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen onder het label DINO (= Data en Informatie Nederlandse Ondergrond). Deze informatiefunctie betreft het verzamelen, verwerven, kwaliteitsborgen, archiveren, analyseren, interpreteren en verstrekken van geowetenschappelijke (data en) informatie betreffende de Nederlandse ondergrond en de daarin voorkomende natuurlijke bestaansbronnen. Het gaat om het beheer van de geowetenschappelijke informatie en de daarmee verbonden geowetenschappelijke karteringen van Nederland. Centraal daarbij staat de geïntegreerde databank DINO (Data en Informatie over de Nederlandse Ondergrond). Het databanksysteem DINO bestaat uit digitale geowetenschappelijke data en bijbehorende software voor informatiebeheer. Daarnaast is het de bron voor de distributie van geowetenschappelijke gegevens in velerlei vormen.

TNO-NITG heeft er met de invulling van haar informatiefunctie voor gezorgd dat er in Nederland één centraal loket is ontstaan waar ministeries, lagere overheden, waterschappen, bedrijven, ingenieursbureaus universiteiten en particulieren geowetenschappelijke informatie 'op maat' kunnen krijgen.

In dit kader wordt gewerkt aan het project DINO-Loket & Shop dat er op is gericht om die zaken te ontwikkelen die nodig zijn om de gebruikers van DINO één centrale toegang te bieden tot de geo-data en -informatie door middel van Internet-technologie en via één website.

Bij de realisatie zal gebruik worden gemaakt van de informatie- en communicatietechnologie waar het gros van de gebruikers toegang toe heeft (niet iedereen beschikt over de laatste versie de verschillende hardware- en softwareplatformen) en zodanig dat aan gebruikerszijde geen aanpassingen nodig zijn. De gebruiker kan via metadata inzicht krijgen in welke geo-data en -informatie aanwezig zijn (voorbeeld: sonderingen in een bepaald gebied) en welke eigenschappen deze geo-data en -informatie hebben (voorbeeld: een put heeft een bepaalde diepte, een waarnemingsreeks heeft een bepaalde startdatum). Op de website kan hij ook leren wat de kosten van de verschillende data zijn en data voor bestelling selecteren. Tenslotte kan de selectie via e-mail besteld worden.

Geo-informatie- en kennissystemen zijn zeer uiteenlopend van aard. Tot deze groep kunnen o.a. worden gerekend de meet- en processing systemen alsmede de typerings- en simulatiesystemen. Maar ook workflow-management systemen, expert-systemen en socio-economische kennisbanken zijn veelvoudig binnen deze groep aan te treffen.

Er ontstaat steeds meer behoefte aan moderne, geïntegreerde geo-informatiesystemen voor het ondersteunen, verbeteren en uitbreiden van de

5.2.4 Gebruiksvriendelijkheid van de elektronische belastingaangifte

In opdracht van de belastingdienst heeft TNO Menskunde (TNO-TM) onderzoek gedaan naar de gebruiksvriendelijkheid van systemen voor elektronische

belastingaangifte. Allereerst heeft een evaluatie plaatsgevonden van de diskettes voor de belastingaangifte door particulieren.

Vervolgens is een Internetdienst van de Belastingdienst geëvalueerd waarmee ondernemers hun aangifte loonbelasting en omzetbelasting kunnen indienen en betalen. De evaluatie heeft plaats gevonden tijdens de ontwikkelingsfase. De evaluaties hadden niet tot doel om tot een waardeoordeel te komen over het onderzochte product of de dienst, maar waren primair bedoeld om er voor te zorgen dat de kwaliteit van het product of de dienst verbeterd wordt.

TNO-TM heeft hierbij een methode toegepast die ontwikkeld is voor het systematisch beoordelen van de gebruiksvriendelijkheid van software. De methode bestaat uit drie onderdelen: de analysefase, de testfase (gebruikstest) en de verbeterfase.

In de *analysefase* worden belangrijke eigenschappen van gebruikers en taken geïdentificeerd en vindt er een expertbeoordeling plaats aan de hand van richtlijnen ('structured walkthrough'). Deze eerste fase levert verwachtingen op over mogelijke gebruiksproblemen en materiaal voor de volgende testfase (zoals een casus en items voor een vragenlijst).

In de *testfase* vindt een onderzoek plaats met gebruikers om deze verwachtingen te toetsen en onverwachte problemen te signaleren die zich nog kunnen voordoen. Gebruikers voeren taken uit met de software en gegevens worden vastgelegd over hun taakuitvoering (effectiviteit en efficiëntie), de beoordeling van de gebruikers zelf en/of de beoordeling door een observator.

Op grond van de analyse en de gebruikstest worden in de *verbeterfase* tot slot de knelpunten gedefinieerd en voorstellen geformuleerd voor verbeteringen van de gebruikersinterface. Deze voorstellen voor verbetering worden mogelijk doordat uit de combinatie van analyse en gebruikstest de geïdentificeerde gebruiksproblemen veelal verklaard kunnen worden.

De TNO-methode onderscheidt een aantal algemene principes voor het afstemmen van de gebruikersinterface op de doelen, gebruikerscontext, informatie- en ondersteuningsbehoefte van de toekomstige gebruikers (het zogenaamde 'taakniveau' van de interface). Hiernaast zijn er een aantal ergonomische ontwerpprincipes gedefinieerd voor de informatie-presentatie en bediening (het zogenaamde 'communicatieniveau' van de interface). Een interface-specificatie moet op beide niveaus voldoen aan de principes, als algemene voorwaarde voor de realisatie van een gebruiksvriendelijke interface.

In de gebruikstest wordt onderzocht in hoeverre de bij de analysefase geïdentificeerde problemen op het gebied van structuur, presentatie, hulp en bediening optreden en zich vertalen in een sub-optimale effectiviteit, efficiëntie en satisfactie.

De Belastingdienst heeft een succesvol elektronisch aangiftebiljet ontwikkeld voor particulieren: de Belastingdienst Aangiftediskette. De resultaten van het door TNO-TM uitgevoerde onderzoek hebben daar zeker aan bijgedragen.

De kennis die op deze wijze is opgebouwd kan gebruikt worden voor het ontwikkelen van een algemene 'Style Guide' voor elektronische biljetten van de Belastingdienst en mogelijk ook voor andere elektronische formulieren van de overheid.

De meest betrokken TNO-instituten bij dit onderzoek zijn: TNO-TM, TNO-STB en TNO-TPD.

5.2.5 ICT toepassingen in de Bouw

De bouw en civiele techniek is een van de grootste industriële sectoren in Europa met een jaarlijkse omzet van meer dan 350 miljard Euro. Het is ook een industrie die organisatorisch complex en gefragmenteerd is. Meer dan 95% van de bedrijven zijn klein tot middelgroot en opereren in de context van een soort projectgerichte 'virtuele onderneming'. Ook grotere, multidisciplinaire bedrijven opereren in een dergelijke context.

Tot voor kort werden de projecten in het algemeen op relatief traditionele wijze ingericht en werden ze ook op vrij traditionele wijze uitgevoerd. Dat betekende dat ook de methoden voor gemeenschappelijk gebruik van gegevens en voor de uitwisseling van gegeven en kennis vaak nog erg traditioneel waren. Hierdoor kwam innovatie door middel van acceptatie en invoering van nieuwe werkmethode slechts moeizaam en aarzelend tot stand.

Inmiddels is deze situatie sterk aan het veranderen. Bouwondernemingen die in gelijksoortige omstandigheden verkeren en zich geconfronteerd zien met gedistribueerde en parallel lopende werkzaamheden, ontwikkelen steeds vaker strategieën om integratie te verkrijgen door gemeenschappelijk gebruik en uitwisseling van informatie. Geïntegreerde systemen worden ontwikkeld die ondersteuning bieden bij het gemeenschappelijke gebruiken en distribueren van projectinformatie. Er wordt uitgegaan van formele neutrale specificaties van projectinformatie die managers, ontwerpers, onderaannemers en toeleveranciers gebruiken om met elkaar te communiceren. Met dergelijke beschrijvingen kan projectinformatie worden opgeslagen en uitgewisseld via en door computerprogramma's

Een deze omgeving opereert de afdeling Bouwinformatica van TNO-Bouw. De afdeling Bouwinformatica doet onderzoek naar de informatietechnologische ondersteuning van werkprocessen in de bouw en naar de ontwikkeling van de daarvoor benodigde infrastructuur. Daarbij richt zij zich op de toepassing van ICT bij de ontwikkeling van producten en processen en bij de daarbij aan de orde zijnde vragen rond kennisbeheer en kennismanagement.

Specifiek gaat het om:

- de beheersing en ondersteuning van het ontwerpproces met behulp van PDM (Product Data Management) systemen en de (gestandaardiseerde) uitwisseling van productgegevens;

- de verbetering van de organisatie in de bestekvoorbereiding en het uitvoeringsproces, gericht op faalkostenreductie en doorlooptijdverkorting in de bouw;
- het beheren van kennis in aan de bouw gerelateerde organisaties.

Bouwinformatica heeft specifieke kennis van de diverse ontwerpssystemen, standaards en protocollen die nodig zijn om genoemde processen zowel technisch als organisatorisch te helpen verbeteren.

De afdeling realiseert geavanceerde toepassingen op het gebied van de informatica en de informatiekunde waaronder het modelleren van producten, de toegankelijkheid van informatie en het beheren van informatie met behulp van gedistribueerde databases en Internettoepassingen, alsmede de inzet van informatica in organisaties voor de bouw en de civiele techniek.

Een voorbeeldproject is 'Half-time', dat TNO uitvoert in nauwe samenwerking met de Hollandsche Beton Groep NV (HBG). Het doel van dit project is om de bouwtijd van bouwprojecten met 50% te verminderen mede door de inzet van ICT. Daarbij gaat het voor wat betreft de IT en kennismanagement aspecten om onderwerpen als het gebruik van elektronische document uitwisseling en het delen van informatie en documenten, 3D en 4D Computer Assisted Design (CAD) en het gebruik van virtuele omgevingen en tools voor kennismanagement.

In 1999 bedroegen de marktomzet van de afdeling Bouwinformatica in de private markt circa 1,8 miljoen gulden en de marktomzet in het overheidssegment circa 750.000 gulden. Vanuit basis- en doelfinanciering werd circa 1,1 miljoen gulden geïnvesteerd (incl. promotieonderzoeken en co-financiering Europese programma's).

De afdeling Kennisgebaseerde Systemen (KBS) van TNO-Bouw ontwikkelt en voert

onderzoek uit naar gebruikersvriendelijke software voor kennismanagement en kennisoverdracht: kennisgebaseerde computersystemen, rekenapplicaties, documentaire informatiesystemen en databasetoepassingen.

Onderzoek naar de weergave en visualisatie van kennis leidde tot de ontwikkeling van visueel georiënteerde kennismodelleersystemen. Deze zijn door de afdeling gebruikt bij het tot stand komen van interactieve, toegesneden kennissystemen in realistische probleemsituaties.

In het recente verleden heeft de afdeling systemen gebouwd op het gebied van de ontsluiting van regelgeving, schadebeoordeling en procescontrole. Opdrachtgevers waren bedrijven en instellingen binnen en buiten de bouw. De afdeling realiseerde met 10 medewerkers in 1999 een jaaromzet van circa 2,4 miljoen gulden.

Een voorbeeldproject is het Betonschade Advies Systeem (BAS)

De beoordeling van schade aan betonconstructies is een expertisegebied dat bijzonder geschikt is voor het onderbrengen in een kennissysteem. Een bijkomend voordeel van het gebruik van een dergelijk kennissysteem is het gegeven dat uit het systeem voor een specifiek schadegeval altijd een zelfde antwoord zal komen, terwijl tussen experts onderling nog wel eens verschil van mening kan bestaan over de oorzaak en ernst van de schade. Uiteraard dient de in het systeem ondergebracht

expertise gevalideerd te worden door de algemeen erkende experts en adviseurs op dit gebied. De afdeling Kennisgebaseerde Systemen (KBS) van TNO Bouw heeft een prototype van een Betonschade Advies Systeem (BAS) gebouwd met als doel aan te tonen welke mogelijkheden een dergelijk systeem de bouwpraktijk op termijn kan bieden. Het prototype is ontwikkeld met behulp van de tevens door KBS ontwikkelde 'Knowledge Base Editor' (KBE).

De KBE is een tool voor het vastleggen en consulteren van kennis in de vorm van beslissingstabellen en dient daarmee als basis voor de bouw van 'rule based' kennissystemen. De KBE werkt volledig op het Windows platform en is gebouwd met behulp van de Delphi ontwikkelomgeving.

Het meest betrokken TNO-instituut bij dit onderzoek is TNO-Bouw.

5.2.6 World Science Services: The Knowledge Connection

Kennis- en technologietransfer zijn belangrijke activiteiten van TNO als toegepast research instituut. Een belangrijk deel van deze transfer wordt gerealiseerd in de samenwerking met opdrachtgever en researchpartners tijdens het researchtraject. Daarnaast treedt TNO op als content provider en informatiemakelaar door het aanbieden van autonome informatieproducten en -diensten. Verschillende TNO-instituten bieden elektronische informatieproducten aan als online bestanden of CD-ROMs. Ook zijn TNO-instituten prominent aanwezig op het Internet met uitgebreide informatie over de researchprojecten die worden uitgevoerd. Een aparte vermelding in deze context verdient World Science Services. Deze dienst wordt aangeboden door Food Science Services BV, een Nederlandse onderneming van TNO. Via een Website biedt World Science Services verschillende diensten aan:

Als host-organisatie biedt World Science Services allerlei databases aan (online of via CD-ROMs) met hoogwaardige wetenschappelijke informatie bestemd voor onderzoeksinstituten, laboratoria en bedrijven. Als provider biedt World Science Services een dienst aan die relevante nieuwsbrieven selecteert en presenteert voor klanten. Als organisator onderhoudt World Science Services een netwerk van experts dat geraadpleegd kan worden voor professioneel advies 'op maat'. Tot slot fungeert World Science Services ook als shop, waar relevante informatieproducten in gedrukte of elektronische vorm verkrijgbaar zijn, en waar ook analytische diensten worden aangeboden. (bijvoorbeeld deskresearch of specifiek laboratorium-onderzoek).

World Science Services is actief op het gebied van voeding en voedings-gerelateerde research. Voorzien is dat in de toekomst, afhankelijk van de behoefte van de markt, nieuwe informatieproducten en -diensten zullen worden toegevoegd. Kwaliteit en betrouwbaarheid zijn belangrijke kenmerken van World Science Services. Dit komt o.a tot uitdrukking in de toepassing van duidelijke regels voor het omgaan met de privacy van de gebruikers, maar ook in de toepassing van moderne en veilige e-commerce voorzieningen.

Het meest betrokken TNO-instituut bij World Science Services is TNO-Voeding.

5.2.7 ICT in Verkeer en Vervoer

Met de toename van de congestie op ons wegensysteem neemt ook de belangstelling toe voor de mogelijkheden om met nieuwe ICT-technieken congestie te bestrijden. Een technologie die rijp lijkt voor praktijkproeven is de zogenoemde 'Automatische Voertuiggeleiding'. Bij een AVG-systeem worden de taken van de bestuurder geheel of gedeeltelijk overgenomen door een automaat. De verwachting is dat dergelijke systemen een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan een efficiënter, veiliger en duurzamer verkeersstelsel. TNO houdt zich al een aantal jaren met de verschillende aspecten van AVG-systemen bezig. Een van de resultaten is de ontwikkeling van het verkeerssimulatiemodel MIXIC. Dit is onder meer ingezet om de effecten te onderzoeken van een speciale strook voor 'intelligente' voertuigen op verkeersstromen. De vraag is: wat gebeurt er bij een flessenhals (overgang van vier naar drie stroken) als de meest linkse strook gereserveerd wordt voor auto's uitgerust met een 'Intelligent Cruise Control' (ICC)? ICC is een voorziening die automatisch de snelheid regelt met inachtneming van de afstand tot een eventuele voorligger. Idee is dat zo'n superstrook een hogere transportcapaciteit bezit.

In een andere simulatie werd het effect van 'Adaptive Cruise Control' onderzocht op het energieverbruik. Dit bleek met tien procent af te nemen. Het ligt in de bedoeling om MIXIC on-line gegevens te laten uitwisselen met andere toepassingen. Daarbij kan men denken aan de koppeling van het systeem aan de Rijnsimulator van TNO.

Een ander voorbeeldproject betreft 'Architectuur voor Verkeersbeheersing' (AVV). In dit project wordt een 'bestemmingsplan' ontwikkeld voor ICT-systemen en hun onderlinge samenhang, waarmee verkeersbeheersing op het hoofdwegennet in de toekomst zal plaatsvinden. De bedoeling is daarbij om van de huidige locale en gebrekkig gekoppelde systemen te komen tot een systeemconcept waarmee verkeersbeheersing op netwerkniveau mogelijk wordt. Vraagstukken zijn behalve de koppelingen van systemen en gegevensuitwisselingen ook de visie op verkeersbeheersing, een visie op de organisatie en het inschatten van de potentie van de ICT-infrastructuren.

Het project heeft geleid tot een architectuurmethodiek, werkwijze en inzichten die ook op andere terreinen waar systemen met elkaar moeten samenwerken toegepast kunnen worden.

De meest betrokken TNO-instituten bij dit onderzoek zijn: TNO Inro, TNO Wegtransportmiddelen, TNO TM en TNO TPD.

5.2.8 ICT en Gezondheidszorg

De gezondheidszorg staat tegenwoordig onder grote druk en de verwachting is dat allerlei maatschappelijke ontwikkelingen deze situatie alleen maar zullen versterken. Er bestaat bijvoorbeeld op verschillende plaatsen een tekort aan zorgverleners: verplegend personeel, huisartsen en specialisten. Zonder verdere maatregelen bestaat er weinig perspectief op vermindering van dit tekort. Het mede

hieraan gerelateerde fenomeen van de 'wachtlijsten' is inmiddels een politiek issue geworden.

Op de lange termijn komen er bovendien meer ouderen, die gemiddeld langer zullen leven en dus langer chronische ziekten zullen hebben. Meer ouderen betekent meer vraag naar zorg wat er toe leidt dat er bij een gelijkblijvend personeelsbestand gemiddeld minder handen aan een verpleegbed beschikbaar komen.

Er komen steeds meer mogelijkheden voor onderzoek en behandeling. Omdat de kwaliteit van de zorg gewaarborgd moet blijven en bovendien steeds kwaliteitsverbetering wordt nagestreefd, bestaat de behoefte bij actoren in de zorgverlening om deze nieuwe mogelijkheden ook toe te passen. Dit zal de kosten van de gezondheidszorg alleen maar doen oplopen.

Hiermee zijn enkele belangrijke probleemgebieden in de gezondheidszorg aangeduid. Oplossingen moeten voor een belangrijk deel worden gezocht in verbetering van de efficiëntie en effectiviteit van het zorgproces. Verbetering van samenwerking, gefaciliteerd door het delen van informatie en nieuwe communicatiemogelijkheden, speelt daarbij een belangrijke rol. ICT met alle nieuwe mogelijkheden zoals Internet-toepassingen, zal uitwisseling van informatie en verbetering van de communicatie kunnen bevorderen. Daarom is de veronderstelling gerechtvaardigd dat verdergaande toepassing van ICT een deel van de huidige en toekomstig te verwachten problemen in de gezondheidszorg kan helpen oplossen. ICT kan helpen om schakels in de zorgketen beter op elkaar af te stemmen..

Inmiddels heeft de gezondheidszorg het Internet ontdekt en het Internet heeft de gezondheidszorg ontdekt. Een groot aantal Internet sites helpt de consument om informatie te vinden die het mogelijk maakt beslissingen te nemen over hun gezondheid en gezondheidszorg. Patiënten creëren online communities om samen sterk te staan, om informatie uit te wisselen over de laatste stand van het onderzoek, en om persoonlijke verhalen te vertellen over hun ervaringen en belevingen. Zorgverleners in de gezondheidszorg gebruiken het Internet voor onderzoek, om hun collega's te consulteren, en om contact te houden met hun patiënten. Bijna elke organisatie en onderneming in de gezondheidszorg business – van verzekeraar tot ziekenhuis tot farmaceutisch bedrijf – heeft een Web site. Deze ontwikkelingen roepen vragen op en bieden tegelijk nieuwe kansen. Hoe betrouwbaar is bijvoorbeeld de medische informatie die in veelvoud via Internet wordt verspreid. Zaken als kwaliteitsborging zijn hierbij van groot belang. TNO heeft een systeem ontwikkeld (TNO – QMIC®, Quality for Medical Information and Communication) dat een oplossing biedt voor de vraagstukken die hierbij aan de orde zijn. Een ander onderwerp betreft het Elektronisch Patiënten Dossier (EPD). TNO is intensief betrokken bij onderzoek dat rond het EPD wordt uitgevoerd.

ICT kan een belangrijke rol vervullen als 'trigger' en 'enabler' van samenwerking tussen zorginstellingen in zorgketens. Deze samenwerking in zorgketens kan in

belangrijke mate bijdragen aan het verbeteren van de efficiëntie en effectiviteit in de gezondheidszorg.

De meest betrokken TNO-instituten bij dit onderzoek zijn: TNO-PG alsmede TNO-FEL, TNO-TPD, TNO-TM en TNO-STB.

6. Tot besluit

Dit rapport heeft tot doel om een schets te geven van de ICT-competenties van TNO en om te komen een profilering van de brugfunctie die TNO vervult in het leiden van de ICT-kennis naar de markt. Met dit rapport wordt inzichtelijk gemaakt dat TNO met de investeringen in ICT-competenties een belangrijke bijdrage levert aan de versterking van de Nederlandse concurrentiepositie. Tevens wordt aangegeven langs welke lijnen deze ICT-competenties door TNO, zoals ook geschetst in de TNO-strategienota 1999 – 2002, verder zullen worden uitgebouwd.

Met dit rapport is tevens de unieke plaats van TNO binnen de kennisontwikkeling op ICT-gebied geschetst. In de combinatie van het innovatieve karakter van het onderzoek, dat onafhankelijk en zonder binding met specifieke producten of leveranciers tot stand kan komen en in combinatie met de aanwezige domeinkennis op terreinen die vanuit economisch en maatschappelijk gezichtspunt van groot belang zijn, kan TNO in veel gevallen als meest geschikte partner voor de uitvoering van onderzoeksactiviteiten naar voren komen.

In het hierboven aangehaalde rapport 'Concurreren met ICT Competenties – Kennis en Innovatie voor de digitale Delta' geeft de overheid aan dat zij vanuit haar verantwoordelijkheid voor de economische ontwikkeling een versnelling wil genereren door doorbraken in ICT applicaties te stimuleren op het raakvlak van ontwikkeling en toepassing van ICT kennis. De overheid heeft daartoe innovatieve toepassers van ICT, de ICT aanbodzijde en de kennisinstellingen uitgenodigd om samen te werken in projecten die doorbraken in ICT toepassingen realiseren. De beoogde projecten dienen een hoog ambitieniveau te hebben. Zij omvatten 'next generation scenario's', onderzoek en ontwikkeling, technologisch en aanverwante innovatie. De projecten dienen een hoge impact en uitstraling te hebben en dienen zich te kenmerken door een combinatie van de elementen samenwerking, risicoreductie, onderzoek, ontwikkeling en toepassing en multidisciplinariteit.

Het actieplan CIC beoogt projecten te stimuleren die de volgende elementen omvatten:

- Strategische samenwerking op R&D-gebied tussen één of meer ICT aanbieders, ICT gebruikers én kennisinstellingen;
- Impact: te ontwikkelen en/of toe te passen innovatieve technologieën moeten grote invloed kunnen hebben in het toepassingsgebied. Aan de doelstelling met betrekking tot de technische innovativiteit wordt méér bijgedragen naarmate er meer sprake is van vernieuwing in technische zin. De stand van de techniek, internationaal gezien, zal daarbij maatstaf zijn;
- Next generation scenario's: het project schetst een beeld van een in de toekomst (op termijn van 3-4 jaar) te bereiken situatie in een bepaald toepassingsgebied;

- Innovatieve pilots: opgebouwde kennis zal in test- en proefomgevingen tot doorbraken in ICT toepassingen moeten leiden;
- De uitstraling van projectresultaten: de resultaten van het project zullen een brede groep bedrijven in het betreffende toepassingsgebied moeten leiden;
- Er moet een goede kennisbasis zijn bij de betrokken kennisinstellingen voor deelname aan het project.

Zoals duidelijk is gemaakt in dit rapport sluiten verschillende ICT-research activiteiten van TNO goed aan bij de beoogde doorbraakprojecten die het kabinet in de komende periode vorm wil geven.

In samenwerking met andere marktpartijen wil TNO dan ook graag de uitdaging aannemen om de excellente positie die de organisatie heeft op bepaalde terreinen van ICT-gerelateerde research verder te exploiteren.

Bijlagen

Omzet Informatie en Communicatietechnologie TNO

Totaal omzet 1999 (in HFL. 1000)

KHB nr.	Technologie	Omschrijving	"harde" ICT-technologieën	Niet ICT gebieden
42	Medische Informatica	Kennis op het gebied van het ontwikkelen, bouwen en beheren van informatiesystemen (databanken) en communicatievoorzieningen voor toepassingen in de gezondheidszorg voor regionaal en landelijk gebruik. Kennis op het gebied van electronic publishing. Kennis m.b.t. het ontwikkelen van methoden en technieken voor het bewerken en interpreteren van fysiologische signalen en beelden.		2973
213	Kennisgebaseerde systemen	Modelleren van bouw-en constructiegerelateerde kennis en/of informatie, in operationele computersystemen		1624
218	Bouwinformatica	Het managen van informatie en data in een zakelijke omgeving vanuit een perspectief van informatie/datastructuur, toegankelijkheid van de informatie toepasbaar in bouw en civiele engineering		3731
410	Informatie en Communicatie	Het onderzoeken en analyseren van en adviseren over de dynamiek van en structuur in de informatiemaatschappij met het doel om beleids-en beslissingsprocessen op het gebied van informatie en communicatie te ondersteunen		4149
504	Informatiesystemen	Onderwerpen en realiseren van informatiesystemen voor het verwerken van kennis en informatie met als doel de klant inzicht te verschaffen over de waarde van geavanceerde informatietechnologie voor zijn bedrijfsvoering. Technologie op het gebied van kennis- en informatiemanagement, informationtrieval, multimedia, spraakherkenning, teleleren, simulatie, visualisatie, beeldbewerking inspectietechnologie, workflow en internet	8500	

Omzet Informatie en Communicatietechnologie TNO

Totaal omzet 1999 (in HFL. 1000)

509	Elektronica	Specificatie, ontwerp en realisatie van elektronica en sensoren voor instrumentatie systemen en producten		10500
510	Controle engineering	Ontwerpen, modelleren en realiseren van bijzondere regeltechnische toepassingen (o.a. robotica en mechatronica). Analyseren, modelleren en regelen van continue en batchgewijze productieprocessen. Ontwerpen van systemen voor productiebesturing en onderhoudsbeheersing. Ontwikkeling van diagnose en adviessystemen.		
511	Systeemtechniek	Het specificeren, ontwikkelen en realiseren van tijdkritische en data-intensieve systemen met nadruk op embedded systemen		
517	Evaluatie van instrumentatie en beveiligingstechniek	Ontwikkelen en toepassen van evaluatiemethoden en procedures, gebaseerd op applicatie systeem definities, met een speciale focus op instrumentatie en beveiligingsystemen.	4950	
628	Simulatiesoftware/ Madymo	Ontwikkelen en leveren van MADYMO software voor de inzittende-veiligheid en botssimulatie, alsmede ondersteuning van gebruikers		9650
750	Informatie	Het realiseren en onderhouden van een nationaal informatie- en kennisknooppunt op de gebieden arbeidsomstandigheden, sociale zekerheid en arbeid. Daartoe behoort het verzamelen, bewerken en verspreiden van informatie, om te voorzien in de specifieke informatiebehoeften van overheden, arbodiensten, instellingen sociale zekerheid, professionals op de gebieden arbo en sociale zekerheid, werkgevers-en werknemersinstellingen		4359
787	Informatieverwerking	Omschrijving op subtechnologie niveau	3493	
790	Training en opleiding			3935
911	Elektronica en softwareontwikkeling	Integreren van mechanica, optica, elektronica en software om te komen tot optimale elektronische en mechatronische concepten en implementeren hiervan in embedded systems (elektronica en		4415

Omzet Informatie en Communicatietechnologie TNO

Totaal omzet 1999 (in HFL. 1000)

		software-ontwikkeling).		
919	Systeemontwerp en mechatronica	Integreren van mechanica, optica, elektronica en software om te komen tot optimale elektronische en mechatronische concepten en implementeren hiervan in embedded systems (elektronica en software-ontwikkeling).		1358
1407	Training en Opleiding	Ondersteunen van de krijgsmacht en andere opdrachtgevers met advies en ontwikkeling van geautomatiseerde opleidingssystemen (ondersteuning bij behoeften en aanschaf, didactisch ontwerp, schrijven, opleiding en evaluatie).	4536	
1408	Simulatoren	Ontwikkelen, invoeren, verbeteren en in stand houden van het gebruik van een samenhangende simulatie-infrastructuur voor de krijgsmacht en het bedrijfsleven, ondersteuning van opdrachtgevers, toepassing van technologieën op het gebied van geavanceerde Gedistribueerde Simulatie en Synthetische Omgevingen.	3909	
1409	Telematica Diensten	Ondersteunen van Defensie en de krijgsmacht in beleidsvorming en onderhouden van (beveiligde) telematicadiensten en deelsystemen; ondersteunen en adviseren van het bedrijfsleven en industrie in beleidsvorming op het gebied van telematica en ontwikkelingen die samenhangen met geavanceerde (beveiligde) telematicadiensten en deelsystemen en ontwikkeling van telematicatechnologie voor geavanceerde (beveiligde) telematicadiensten en deelsystemen	5726	
1410	Telecommunicatie infrastructuren	Ondersteunen van overheid en industrie met ontwikkeling en advies in beleidsvorming t.a.v. telecommunicatie (wet- en regelgeving) en de toepassing van telecommunicatie-infrastructuren; ondersteunen van Defensie en diverse krijgsmachtdelen in de beleidsvorming voor en het scheppen en onderhouden	5407	

Omzet Informatie en Communicatietechnologie TNO

Totaal omzet 1999 (in HFL. 1000)

		van telecommunicatie-infrastructuren en de verdere ontwikkeling van telecommunicatie-technologieën, telecommunicatiediensten en – voorzieningen.		
1417	Virtuality Toepassingen	Ondersteunen van opdrachtgevers, met name op markten als mainports, transport en logistiek, ruimte, met toepassing van technologieën op het gebied van visualisatie, simulatie en virtual reality	3075	
1419	Beveiliging	Adviseren op het gebied van de eisen, toepassingen en bediening van beveiligingssystemen; ontwerpen en ontwikkelen van prototypen van geavanceerde systemen, gericht op de fysieke en gegevensbeveiliging; analyseren van de risico's van het evenwicht tussen organisatorische, fysieke en elektronische maatregelen	4372	
1424	RF & Telecom Elektronica	Ondersteunen van (industriële) opdrachtgevers in ontwerp van hardware en de techniek van elektronische systemen/deelsystemen die gebruik maken van RF-technologie of op RF-media georiënteerde telecommunicatietechnologie (CATV en draadloze FMCW en MIR front-end).	1482	
2925	Geomatisch Onderzoek	Ontwikkelen en realiseren van generieke componenten t.b.v. simulatiemodellen, beslissingsondersteunende en kennissystemen t.b.v. het duurzaam beheer en gebruik van de ondergrond, incl. daarin voorkomende natuurlijke bestaansbronnen.		598
2933	Geo-Kartering Noord- en Oost-Nederland	Inzameling, verwerving, kwaliteitsborging, archivering, analyse, interpretatie en verstrekking van geologische informatie betreffende de ondiepe ondergrond van Noord- en Oost-Nederland		2980
2953	Grondwater Kartering	Inzameling, verwerving, kwaliteitsborging, archivering, analyse, interpretatie en verstrekking van informatie betreffende		5777

Omzet Informatie en Communicatietechnologie TNO

Totaal omzet 1999 (in HFL. 1000)

		het grondwater en daaraan gerelateerde ondergrond-informatie van Nederland.		
2955	Grondwater Beheer	Ontwikkelen en toepassen van conceptuele en numerieke modellen voor het beheer van grondwatervoorkomens, alsmede het ontwerpen van meetnetten..		1648
3023	DINO/Systeemontwikkeling & -beheer	Realiseren en databasebeheer van het centrale systeem voor kwaliteitsborgen, archiveren en verstrekken van Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO), inclusief daarin voorkomende natuurlijke bestaansbronnen.		0
3024	Geomatica	Realiseren van applicaties voor het acquireren en verwerven, analyseren en interpreteren van data en informatie t.b.v. het duurzaam beheer en gebruik van de ondergrond, incl. daarin voorkomende natuurlijke bestaansbronnen		1999
Sub-totaal			45450	59696
Totaal				105146