

Verlangen naar de eindeloze zee

Rapportage van de verkenningscommissie

'Kennis voor de Netwerkeconomie'

Adviesraad voor het
Wetenschaps- en Technologiebeleid



Dit boek is uitgegeven in de reeks AWT-verkenningen

Den Haag, januari 2001

Het secretariaat van de AWT is gevestigd aan de:
Javastraat 42
2585 AP Den Haag
tel 070 - 363 99 22
fax 070 - 360 89 92
e-mail: secretariaat@AWT.nl
URL: <http://www.awt.nl/>

Omslagontwerp: Bert Mathlener, TNO Bouw
Uitgave: AWT
Druk: Sdu Grafisch Bedrijf, Den Haag.

Auteursrecht voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden openbaar gemaakt of verveelvoudigd, opgeslagen in een dataverwerkend systeem of uitgezonden in enige vorm door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder toestemming van de uitgever en van de AWT.

Bestellingen: tel 070 - 363 99 22; fax: 070 - 360 89 92

ISBN 90 346 3920 7
Prijs: f 25,-.

If you want to build a ship, don't drum up the men to gather wood, divide the work and give orders. Instead, teach them to yearn for the vast and endless sea.

Antoine de Saint-Exupéry, *The Wisdom of the Sands*

Inhoud

Samenvatting	7
1. Inleiding	11
2. ICT en de netwerkeconomie	15
2.1 Economische dynamiek en ICT	15
2.2 De (eind)gebruiker voorop	20
2.3 Innovatie	21
2.4 Conclusies	23
3. Aanbevelingen	25
3.1 Analyse en uitgangspunten	25
3.2 Aanbevelingen	28
<i>Inzetten op excellentie</i>	29
<i>Goede, stimulerende verantwoordingsmechanismen</i>	31
<i>Stimuleren van persoonsgebonden interactie</i>	32
<i>'Uitventen' van kennis via octrooiering en high tech-starters</i>	33
<i>Extra financiering voor ICT-onderzoek</i>	34
Geraadpleegde literatuur	37
Bijlage 1: Leden Verkenningcommissie	39
Bijlage 2: Technologiegebieden	41

Samenvatting

Informatie- en communicatietechnologie (ICT) is een sleutelfactor in de moderne economie geworden. Intensieve, praktische en innovatieve toepassing van kennis op het gebied van ICT is voorwaarde voor economisch succes, van zowel individuele bedrijven als van nationale volkshuishoudingen in hun geheel.

Maar in Nederland *schort het* aan een goede wisselwerking tussen enerzijds de publieke kennisinfrastructuur waar veel ICT-kennis wordt ontwikkeld, i.c. universiteiten en andere onderzoeksinstellingen, en anderzijds de bedrijven en andere (non-profit) organisaties waar het economisch nut van ICT in de praktijk moet worden gerealiseerd. Daarom heeft de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT) aan een onafhankelijke Verkenningscommissie de tweeledige opdracht gegeven om, op basis van een visie van de betekenis van ICT in de Nederlandse economie, *prioritaire kennisthema's* te benoemen voor de komende tien jaar; en aanbevelingen te doen voor de *organisatie en inrichting* van de ICT-gerelateerde publieke kennisinfrastructuur in ons land.

Het vooraf benoemen van kennisthema's ervaart de Verkenningscommissie als *een valkuil* waar zij nadrukkelijk niet in wenst te trappen. Daarvoor ontwikkelt de ICT zich niet alleen veel te snel, maar ook veel te onvoorspelbaar. Dat geldt zowel voor de technologie als zodanig, als voor de verspreiding, toepassing en benutting ervan.

Innovatie in de nieuwe, ICT-gedreven 'netwerkeconomie' vindt wezenlijk anders plaats dan vroeger. Research, productontwikkeling, implementatie en marktwerking vinden tegelijkertijd plaats, in relatief korte cycli van terugkoppeling en herontwikkeling. Het perspectief van de (eind)gebruiker staat daarbij letterlijk en figuurlijk voorop. *Innovatie wordt daarmee een cyclisch en interactief proces*, en het onderscheid tussen fundamenteel en toegepast onderzoek raakt achterhaald.

Verbetering van de relatie tussen de ICT-gerelateerde publieke kennisinfrastructuur en bedrijven en organisaties, is vooral hard nodig in de *dienstensector*. Vooral dáár ontbreekt het aan een vanzelfsprekende band tussen bedrijven en kennisinstellingen, en vooral dáár liggen de grootste kansen om innovatieve ICT-gerelateerde toepassingen te ontwikkelen.

Maar het is de diepste overtuiging van de Verkenningscommissie, dat een betere, vruchtbaarder relatie tussen enerzijds kennisstructuur en anderzijds bedrijven/organisaties, zich niet laat afdwingen met 'structuuro oplossingen'. Vooraf en van bovenaf vastleggen van kennisthema's werkt alleen maar demotiverend en verstarrend, en brengt een groot risico met zich mee van wedden op verkeerde paarden. Ook een sterker sturen op directe vraagarticulatie vanuit de bedrijven gaat de broodnodige creativiteit en dynamiek in onderzoek en ontwikkeling alleen maar tegen. De echte oplossing ligt daarom elders: in het bewerkstelligen van een *attitudeverandering*.

Verlangen naar de eindeloze zee. Deze formulering van Antoine de Saint-Exupéry koos de commissie als motto voor haar advies. Daarmee wil zij benadrukken, dat zowel het type onderzoek en kennisvorming waar behoefte aan is, als de manier waarop die kennis haar weg naar toepassers en gebruikers vindt, alleen optimaal tot hun recht kunnen komen als die worden gedreven door authentieke gevoelens, bij alle betrokkenen, van enthousiasme, nieuwsgierigheid, ambitie en drang naar het verkennen van het (nog) onbekende.

Dat vergt niet alleen een andere mentaliteit van de betrokken personen en organisaties, maar vooral ook een andere manier van omgang tussen kennisinstellingen en bedrijven: daartussen moet het, vindt de Verkenningcommissie, *meer gaan zinderen*.

In het eerste deel van haar taakopdracht herkent de commissie, zoals gezegd, een valkuil die zij wil vermijden. Haar concrete advies richt zich dan ook op het tweede onderdeel van de probleemstelling: de organisatie en inrichting van de ICT-gerelateerde publieke kennisinfrastructuur. De kern van dit probleem ziet de commissie als het *gebrek aan vanzelfsprekendheid in het elkaar opzoeken* (van kennisinstellingen en bedrijven). Op dat punt moet en kan veel veranderen, en moet het overheidsbeleid aanzienlijk worden bijgesteld.

Daarom doet de Verkenningcommissie *vijf concrete aanbevelingen*:

1. Inzetten op excellentie

Financiering van onderzoek moet explicieter worden gericht op ondersteuning van excellentie: van personen en groepen die hun sporen verdiend hebben. Dit in plaats van voor sturing op specifieke inhoudelijke thema's en 'verdelende rechtvaardigheid'. Om versnippering in het onderzoek tegen te gaan, pleit de commissie voor ruimere financiering, voor langere periodes. Ze ziet hierbij een belangrijke taak voor NWO, mits NWO haar bestaande beoordelingsprocedures en -criteria aanpast.

2. Goede, stimulerende verantwoordingsmechanismen

De commissie pleit voor een systeem waarbij als excellent geselecteerde, en financieel ondersteunde, onderzoekers en onderzoeksgroepen, rekenschap afleggen aan de hand van vooral procesindicatoren. Met name telt daarbij het leveren van een substantiële bijdrage aan een ICT-gerelateerd innovatienetwerk van kennisinfrastructuur en bedrijven.

3. Stimuleren van persoonsgebonden interactie

Omdat het vooral aankomt op de persoonlijke inzet van individuen, moet méér persoonlijke interactie tussen kennisinstellingen en bedrijven worden gestimuleerd. Dit kan bijvoorbeeld via consultancy vanuit kennisinstellingen, via inzet van wetenschappers in bedrijven, via bijzonder-hooglerschappen van personen uit bedrijven, en via (deeltijd)detachering over en weer.

4. 'Uitventen' van kennis via octrooiering en high tech-starters

De commissie bepleit het actief 'uitventen' van ICT-kennis ontwikkeld in publieke kennisinstellingen, en het stimuleren van daadwerkelijke benutting daarvan. Zij pleit voor flexibele en op specifieke situaties toegesneden beoordelingsprocedures in het kader van een kennisbeschermings- en exploitatiebeleid vanuit publieke kennisinstellingen. Daarvoor zijn heldere procedures nodig. Verder pleit de commissie voor

beleid ter stimulering van het starten van *high tech* ICT-bedrijven vanuit publieke kennisinstellingen.

5. Extra financiering voor ICT-onderzoek

Hoewel méér geld het dieperliggende attitude-probleem van gebrekkige wisselwerking niet zal oplossen, pleit de Verkenningcommissie toch voor substantiële extra budgetten voor ICT-gerelateerd onderzoek. In ons inflexibele wetenschapssysteem blijkt de opkomst van een belangrijk nieuw wetenschapsgebied als ICT onvoldoende snel en omvangrijk door geldstromen te worden gevolgd. Grote extra investeringen in ICT-onderzoek in een andere landen hebben bovendien een grote internationale zuigkracht op ICT-onderzoekstalent. Ook in Nederland zijn daarom extra budgetten nodig, als antwoord op het steeds internationaler karakter van de concurrentie in zowel onderzoek naar als toepassing van ICT.

Inleiding

Waarom deze Verkenningcommissie?

Informatie- en communicatietechnologie (ICT)¹ dringt steeds dieper in onze samenleving door. Het gebruik van ICT verandert ingrijpend de manier waarop wij (samen)leven, leren en werken. Bovendien is ICT van enorm belang voor bedrijven en bedrijvigheid, en daarmee voor onze Nederlandse economie. Die wordt steeds meer een kennis- en netwerkeconomie: een economie waarin het genereren van kennis en de capaciteit om informatie te verwerken en te verspreiden van fundamentele betekenis zijn voor economisch succes.² Ontwikkelen en toepassen van ICT-kennis en het stimuleren van ICT-gedreven innovatie, worden daarmee sleutelvoorwaarden voor een gezonde internationale concurrentiepositie.

Die kennis en innovatie moeten deels worden gegenereerd door de publieke kennisinfrastructuur: de universiteiten en mede door de overheid bekostigde onderzoeksinstituten. Maar kan onze publieke kennisinfrastructuur wel voldoende inspelen op de snelle ontwikkelingen in de netwerkeconomie? Over deze vraag bestaat de nodige zorg: bij de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT), maar ook bij de minister van Economische Zaken en de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen. Dat laatste blijkt uit het voorwoord van de kabinetsnota *Concurreren met ICT-Competenties*: “Te weinig bedrijven houden zich in voldoende mate met ICT-vernieuwing bezig. Voorts blijkt de kennisinfrastructuur als het gaat om ICT-onderzoek onvoldoende strategisch gepositioneerd, laat de interactie van die kennisinfrastructuur met het bedrijfsleven te wensen over en verloopt mede als gevolg daarvan de innovatie van kennis te traag.”

Deze zorg is voor de AWT³ aanleiding om een verkenning te (doen) uitvoeren, specifiek gericht op de economische benutting van ICT en op de kennis die daarvoor nodig is.

¹ Onder ICT wordt in dit rapport verstaan: technologieën die gericht zijn op het registreren, verwerken, communiceren en reproduceren van informatie.

² Deze definitie van kennis- en netwerkeconomie is afkomstig uit de EZ-discussienota *De economie van de 21e eeuw. Ruim baan voor kennis en keuzes*. Oktober 2000.

³ De AWT heeft tot taak de regering en de Staten-Generaal te adviseren over het te voeren wetenschaps- en technologiebeleid (beter gezegd: innovatiebeleid) in nationaal en internationaal verband. Hiertoe brengt de Raad onder andere adviezen uit over inhoudelijke en organisatorische zaken die in de met publieke middelen gefinancierde kennisinfrastructuur aan de orde zijn. Een van de manieren waarop de AWT invulling geeft aan zijn taak is het (laten) uitvoeren van verkenningen op het gebied van wetenschap en technologie. Het specifieke aan AWT-verkenningen is, dat deze hun startpunt hebben in maatschappelijke ontwikkelingen die nieuwe kennisthema's of -vragen opleveren. Kernvraag is telkens of de kennisinfrastructuur goed staat opgesteld om die kennisvragen gerelateerd aan de maatschappelijke ontwikkelingen op te pakken.

De AWT heeft daarom een onafhankelijke Verkenningscommissie ‘Kennis voor de Netwerkeconomie’ ingesteld (zie bijlage 1 voor de samenstelling van de commissie). Die kreeg als opdracht mee om, op basis van een visie op de betekenis van ICT in de Nederlandse economie, prioritaire kennisthema’s voor de komende tien jaar te benoemen, en om aanbevelingen te doen voor de organisatie en inrichting van de ICT-gerelateerde publieke kennisinfrastructuur in Nederland. Centrale vraag hierbij is, of onze publieke kennisinstellingen inhoudelijk en qua inrichting optimaal staan opgesteld om de mogelijkheden te benutten die ICT kan bieden voor de economische ontwikkeling van ons land en ons bedrijfsleven.⁴

Stellingname en motto

De Verkenningscommissie vindt het onverstandig en onwenselijk om van bovenaf en vooraf prioritaire ICT-kennisgebieden aan te wijzen als basis voor programmatische aansturing van de kennisinfrastructuur. Zij laat zich dan ook niet verleiden tot het benoemen van prioritaire kennisthema’s. Veel belangrijker vindt zij een beleid gericht op een betere samenwerking en netwerkvorming tussen enerzijds kennisinstellingen en anderzijds bedrijven en andere (non-profit) organisaties.

Bevorderen van kennisontwikkeling en innovatie rond ‘ICT en de economie’ is als het stimuleren van ‘het verlangen naar de eindeloze zee’. Dát is de kern van de boodschap van de Verkenningscommissie. In dát verlangen moet de motivatie voor onderzoekers en ondernemers gevonden worden. Drijfveer is de uitdaging van het onbekende, en niet de fascinatie voor het gereedschap en het bouw materiaal. Daarom koos de commissie een uitspraak van Antoine de Saint-Exupéry als motto voor haar advies.

Preambule bij de taakopdracht: belang van *human capital*

Vooraf plaatst de Verkenningscommissie een forse kanttekening bij haar taakopdracht. Een optimale benutting van ICT voor onze economie en ons bedrijfsleven, vergt een aantal randvoorwaarden die minstens zo belangrijk zijn als een hoogwaardige ICT-gerelateerde kennisinfrastructuur. De commissie wijst met nadruk op het belang van *human capital*. Meer specifiek bedoelt zij daarbij twee dingen:

- **Goed onderwijs**

Iedereen krijgt met ICT te maken; in welke rol dan ook, als werknemer of als burger. Goed onderwijs is daarom van het grootste belang. Voorop staat de onderwijskwaliteit in brede zin; daarnaast is speciale aandacht nodig voor de integratie van ICT-kennis en -vaardigheden in alle soorten onderwijs. De Verkenningscommissie pleit met nadruk voor forse investeringen in het onderwijs, met name in het fundamenteel onderwijs (4-12 jarigen) en het middelbaar onderwijs. Daarnaast bepleit de commissie dat beroepsopleidingen en universiteiten meer aandacht besteden aan de ontwikkeling van toekomstige werknemers die de meerwaarde kunnen realiseren die ICT voor bedrijfsleven en overheid kan betekenen. Dat geldt voor specifieke ICT-opleidingen, waar studenten moeten leren te ‘verlangen naar de eindeloze zee’, opdat

⁴ Waar in dit rapport gesproken wordt over bedrijven, doelt de Verkenningscommissie eveneens op (semi)publieke organisaties als **gebruikers** van ICT.

zij later hun kennis kunnen vertalen naar relevante en hoogwaardige nieuwe toepassingen. En het geldt voor het toevoegen van een ICT-component in niet-ICT-gerichte opleidingen. De werknemers, en meer algemeen: de burgers, van de toekomst moeten worden geschoold en getraind in het combineren van kennis uit verschillende domeinen, om zo in specifieke situaties ICT-producten en -diensten te kunnen toepassen en benutten.

- **Voldoende aantallen gekwalificeerde arbeidskrachten**

Zonder voldoende aantallen arbeidskrachten met verstand van (ICT-)zaken kan ook de bedrijvigheid zich onvoldoende ontwikkelen. Het structureel tekort aan ICT'ers is genoegzaam bekend. Toch onderstreept de Verkenningcommissie nogmaals de ernst van dit probleem, en de urgentie van snelle actie. Zij pleit met kracht voor een goede en snelle opvolging van de aanbevelingen hieromtrent van de *Task Force Werken aan ICT (Deltawerkers voor de Digitale Delta, oktober 1999)*. De commissie doet nadrukkelijk de suggestie om na te gaan in hoeverre ook talent afkomstig van buiten de Europese Unie in staat kan worden gesteld om in Nederland mee te werken aan het realiseren van een innovatieve kenniseconomie. Een van de pijlers van de concurrentiekracht van het Amerikaanse Silicon Valley, is dat de dáár gevestigde instellingen in staat zijn om hoogopgeleide ingenieurs en ondernemers van over de hele wereld aan te trekken. Zulke inzet van buitenlands talent is geen punt van zwakte, maar van sterkte. Aantrekkingskracht op mondiaal talent is een belangrijk bestanddeel van economische-ontwikkelingskracht.

De Verkenningcommissie beseft terdege dat beide punten al op de beleidsagenda van de betreffende ministers figureren. Maar extra inspanningen zijn noodzakelijk.

Ambitie van de Verkenningcommissie in context

De Verkenningcommissie 'Kennis voor de Netwerkeconomie' publiceert haar rapport in een periode waarin nationaal en internationaal al veel aandacht bestaat voor ICT-gerelateerde kennis en innovatie.

- Zo verscheen in april 2000 het actieplan van het ministerie van Economische Zaken *Concurreren met ICT-Competenties. Kennis en Innovatie voor de Digitale Delta*. Deze nota is één van de vijf pijlers die moeten bijdragen aan het creëren van een optimale positie van waaruit Nederland de weg naar een informatiemaatschappij kan inslaan. De regering heeft dit uiteengezet in haar nota *De Digitale Delta* van juli 1999.
- In maart 2000 formuleerde de Europese Raad van Regeringsleiders in zijn vergadering in Lissabon de ambitie om de Europese Unie te doen uitgroeien tot 's werelds meest competitieve regio. Dat vergt een versnelde overgang naar een moderne kenniseconomie. De Nederlandse regering onderschrijft die ambitie, en heeft in haar nota *De Kenniseconomie in Zicht* van september 2000 de Nederlandse invulling van de Lissabon-agenda uiteengezet. Binnen Europa zoekt Nederland een kopgroeppositie. De meeste beleidsdoelstellingen die hiertoe zijn geformuleerd, raken direct aan het werk van de Verkenningcommissie: bevordering van de kennisdynamiek van de netwerkeconomie, via een excellente onderzoeksinfrastructuur en een excellent innovatieklimaat; verbetering van het klimaat voor vernieuwend onder-

- nemerschap en voor de ontwikkeling van nieuwe markten; stimulering van de ontwikkeling van een goed opgeleide en breed inzetbare beroepsbevolking.
- Als reactie op de versnelling die op Europees niveau is aangekondigd, heeft de Nederlandse overheid gekozen voor een versterking en intensivering van het Nederlandse ICT-beleid. In de in november 2000 gepresenteerde nota *De Digitale Delta: e-Europe voorbij* worden maatregelen aangekondigd ter aanvulling van wat al in de *De Digitale Delta* werd voorgesteld. Dat betreft met name: verdere stimulering van ICT in het onderwijs; extra inspanningen in de (semi-) publieke sector; en het versterken van ICT-gericht onderzoek en innovatie. Voor onderzoek en innovatie stelt het kabinet in de periode 2001-2004 extra middelen ter beschikking, onder meer voor zogenoemde doorbraakprojecten. Dat zijn projecten van strategische samenwerking tussen kennisinstellingen en ICT-gebruikers (vooral bedrijven), waarbij innovatieve toepassingen worden ontwikkeld op basis van nieuwe en hoogwaardige ICT.
 - Ten slotte is er de eveneens recente EZ-discussienota *De economie van de 21e eeuw* (oktober 2000). Die is voor het ministerie van Economische Zaken het beginpunt van een discussie die moet uitmonden in een beleidsagenda ten behoeve van de economie aan het begin van de 21e eeuw.

Wat is, gezien deze veelheid aan eerder verschenen beleidsnota's, de meerwaarde van dit door de AWT geëntameerde rapport? De Verkenningcommissie ziet die meerwaarde niet in het – nog eens – breed neerzetten van de thematiek, maar *in het gericht aandacht vragen voor de manier waarop de publieke kennisinfrastructuur wordt aangestuurd*. Zo kan de door iedereen nagestreefde goede wisselwerking tussen kennisinfrastructuur en bedrijfsleven worden gestimuleerd.

De ambitie van de Verkenningcommissie is, om het denken over en het beleid ten aanzien van de publieke kennisinfrastructuur op een aantal punten een duw in een andere richting te geven. Haar aanbevelingen (hoofdstuk 3) staan dan ook voor een deel haaks op het (overheids)beleid van nu. De commissie wil dit beleid bijgesteld zien. Zij wil minder nadruk op (directe) vraagsturing en thematische prioritering van onderzoek, en géén nieuwe instituten of andere 'structuuroplossingen'. In plaats daarvan moet worden ingezet op excellentie; op brede en stimulerende beoordelingscriteria en verantwoordingsmechanismen voor wetenschappers; op het stimuleren van persoonsgebonden interactie; en op het 'uitventen' van kennis via octrooiering en *high tech*-starters.

De Verkenningcommissie ziet haar werk als agenderend van aard. Zij vindt dat het niet haar taak is om de gewenste nieuwe koers van aansturing van de publieke kennisinfrastructuur in detail uit te werken. Eerst is overeenstemming nodig over die nieuwe koers als zodanig. Nadere uitwerking tot concrete actiepunten zal ondernomen worden door de recent door het ministerie van Economische Zaken ingestelde *Task Force ICT-Kennis* onder voorzitterschap van dr. C. le Pair.⁵

⁵ Opdracht voor deze *Task Force* is het ontwikkelen van concrete initiatieven ter bevordering van de samenwerking tussen de ICT-kennisinfrastructuur en het bedrijfsleven en de transparantie van vraag naar en aanbod van ICT-kennis te vergroten. De bevindingen van de AWT-verkenningcommissie zoals neergelegd in dit rapport worden ingebracht bij de *Task Force*, waardoor deze een vliegende start kan maken.

2. ICT en de netwerkeconomie

In dit hoofdstuk beschrijft de Verkenningcommissie de rol van ICT in de netwerkeconomie. Zij probeert niet die rol uitputtend te beschrijven, maar beperkt zich expliciet tot drie aspecten van innovatie in de netwerkeconomie die direct van belang zijn voor de opstelling en aansturing van de publieke kennisinfrastructuur:⁶

- De enorme dynamiek rond ICT zelf, en rond de economische benutting van ICT
- Het belang van ICT-gerelateerde wetenschaps- en technologieontwikkeling als zodanig, versus de benutting van die kennis en technologie
- Het veranderend karakter van innovatieprocessen in de netwerkeconomie.

2.1 Economische dynamiek en ICT

Alles draait om ICT

ICT staat centraal in de economische dynamiek van nu. Niet alleen in de vorm van nieuwe sectoren die direct te maken hebben met de ontwikkeling, productie en toepassing van ICT; maar vooral ook doordat ICT een generieke, *enabling* technologie is, en als zodanig van belang is voor alle sectoren in de economie.⁷ ICT-gedreven veranderingen hebben daardoor vergaande consequenties, niet alleen voor de structuur en werking van economie, maar ook voor onze samenleving in bredere zin.

ICT stelt ons in staat om kennis en informatie, omgezet in digitale vorm, vele keren intelligenter, sneller, rendabeler en efficiënter toe te passen en te verspreiden dan in het 'analoge tijdperk' mogelijk was. We zijn op weg naar een situatie van *ubiquitous computing and networking*, waarin ICT doordringt tot in alle bereiken van het dagelijks leven en werken. Dat komt door een grotendeels autonome technologische ontwikkeling, in de vorm

⁶ Naast deze drie punten speelt een scala aan andere zaken rond ICT en de netwerkeconomie, die in dit rapport niet aan de orde komen. Dit geldt onder andere voor: de relatie tussen ICT en economische groei; eventuele veranderingen in economische wetmatigheden als gevolg van ICT-benutting; veranderingen in bedrijfsorganisatie (interne organisatie, externe organisatie); veranderende eisen aan werknemers; benodigde veranderingen in institutionele kaders (wetgeving, regelgeving); Uiteraard zijn aan deze zaken eveneens belangrijke kennisissues verbonden, maar de focus in dit rapport ligt op de aard en veranderingen in ICT-gerelateerde innovatieprocessen en de betekenis hiervan voor opstelling en aansturing van de publieke ICT-kennisinfrastructuur.

⁷ In een *benchmarkstudie*, uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken (Booz, Allen & Hamilton, 2000), worden de volgende ICT-subsectoren onderscheiden: software en IT-diensten, communicatie- en netwerkdiensten, netwerkhardware, componenten en eindgebruikersapparatuur, Internet en *e-commerce*.

van een paar krachtige trends we die ook naar de toekomst kunnen doortrekken:

- groeiende informatie-*verwerkings*capaciteit
- groeiende informatie-*opslag*capaciteit (op uiteenlopende fysieke platforms)
- groeiende informatie-*transmissie*capaciteit (via uiteenlopende typen netwerk)
- voortgaande *miniaturisering en draagbaarheid* (mede door slim energimanagement).

Het is natuurlijk mogelijk om, in het verlengde van deze algemene schets, te proberen de belangrijke ICT-kennisthema's van de toekomst te benoemen. Dat soort exercities is al meermalen uitgevoerd, wat resulteerde in een aantal in grote lijnen overeenkomstige opsommingen. De Verkenningcommissie ziet géén meerwaarde in het maken van een eigen lijst van thema's, en verwijst naar de al bestaande studies en rapporten (bijlage 2).

De Verkenningcommissie wijst er op dat technologieontwikkeling als zodanig maar een deel van het verhaal is. De effecten van ICT op onze samenleving en economie worden sterk medebepaald door het enthousiasme (of juist door de terughoudendheid) van gebruikers: wat *doen* we met ICT? Hierover kan men verschillende toekomstbeelden schetsen (zie kader 1 voor twee mogelijke toekomstscenario's.) Maar dát ICT van grote betekenis zal blijken, staat niet ter discussie.

Kader 1: Toekomstbeelden voor toepassing en benutting van ICT**Drijvende en remmende factoren**

De belangrijkste drijvende krachten voor de toepassing van ICT zijn de behoeften van mensen én bedrijven aan keuzevrijheid, gemak en interactie. De maatschappij wordt steeds heterogener, terwijl tegelijkertijd de behoefte aan interactie sterk groeit. Men zoekt continu naar prikkels, communicatiemomenten, producten en diensten die kunnen beantwoorden aan de toegenomen behoefte om zich te onderscheiden. Op tal van terreinen maakt ICT het mogelijk zeer specifieke, op maat gesneden diensten en producten op een efficiënte, effectieve en innovatieve wijze aan te bieden.

Naast deze drijvende factoren zijn er ook belangrijke remmende factoren voor de toepassing van ICT. Zo zijn er de hoge investerings- en exploitatiekosten. Doordat ICT-producten en -diensten snel aan verval onderhevig zijn, moeten bedrijven en organisaties blijvend veel geld spenderen aan ICT. In een kennisorganisatie zijn deze kosten nu al hoger dan bijvoorbeeld de huisvestingskosten. Andere remmende factoren zijn de behoudendheid van gebruikers, de privacy-bescherming, de beveiliging en de vrees voor afhankelijkheid en daarmee samenhangend de betrouwbaarheid van ICT-systemen. Uiteindelijk zal het samenspel van drijvende en remmende krachten bepalen in welke mate ICT in de maatschappij geaccepteerd zal worden.

Twee ICT-scenario's

In het *ICT-hoog-scenario* gaan wij ervan uit dat ICT, waar mogelijk, daadwerkelijk op grote schaal zal worden toegepast voor innovatie, efficiëntie en effectiviteit. De drijvende factoren zullen heel duidelijk de overhand hebben en ICT-toepassingen zullen doordringen in alle facetten van leven en werken. Processen en systemen zijn op grote schaal gekoppeld in netwerken, waardoor deze veel efficiënter en effectiever verlopen. Door toevoeging van intelligentie en *content* is het aantal innovaties groot én ligt het innovatietempo hoog. Digitale superverwerking en communicatie worden het fundament van werken, leren en wonen. Met name de impact van *virtual-reality-simulaties* in leer-, werk- en vrijetijdssituaties is groot.

Bij bedrijven en organisaties staan drie op *e-business* geënte zaken centraal: *customer relationship management*, *e-commerce* (vraag, aanbod en afhandeling) en *supply chain management* (ketenintegratie toeleveranciers, afnemers en business partners). Geïntegreerde regie over fysieke stromen, informatiestromen en financiële stromen begint vorm te krijgen. Oude structuren als de fysieke tussenhandel verdwijnen, nieuwe structuren als 'electronic agents' komen op. Electronische beurzen zijn gemeengoed.

In het *ICT-laag-scenario* ligt de nadruk vooral op het meer efficiënt uitvoeren van de bestaande processen; vernieuwing via systeemkoppelingen en innovatie zijn minder gemeengoed. Wel neemt het gebruik van mobiele telefonie en Internet sterk toe, maar vooral voor 'traditioneel' gebruik en voor efficiencyverbeteringen, bijvoorbeeld in het verkeer en vervoer. ICT heeft daarmee wel in toenemende mate invloed op de wijze waarop wij wonen, werken en winkelen en verplaatsen, maar leidt niet tot grote verschillen met de huidige leefwijze. Consumenten, overheden en het bedrijfsleven stellen zich behoudend op: men deinst terug voor een te grote afhankelijkheid, maar is er niet zeker van of door ICT gestuurde processen betrouwbaar zijn en men heeft grote twijfels aan de controleerbaarheid. De remmende factoren hebben duidelijk de overhand. Stand-alone-toepassingen van ICT (binnen de bedrijfsmuren) zijn gemeengoed; de grensoverschrijdende gekoppelde processen tussen onderdelen van grote multinationale ondernemingen en tussen verschillende ondernemingen daarentegen niet.

Bron: *Nederland digitaal. Drie Toekomstbeelden voor Nederland in 2030*, NREB-reeks nr. 6, ministerie van Economische Zaken. Den Haag, april 2000, pp. 9-10.

Snelheid en onvoorspelbaarheid

ICT ontwikkelt zich razendsnel. Dat geldt niet alleen voor de technologie als zodanig, maar ook voor de verspreiding, toepassing en benutting ervan.⁸ We hoeven alleen maar te denken aan de snelle penetratie van personal computers (met internetaansluitingen) in huishoudens, en aan het bezit van mobiele telefoons. Ook de intensiteit waarmee ICT-gerelateerde *devices* worden gebruikt, groeit enorm, zoals *surfen* op het internet en het versturen van SMS-berichten.

Willen bedrijven in deze dynamiek meekomen, dan is snel marktoptreden vereist. Productcycli worden almaar korter, en *time to market* wordt een steeds kritischer factor bij het economisch overleven.

Behalve steeds sneller, verlopen de ontwikkelingen ook steeds onvoorspelbaarder. De Verkenningcommissie vindt dan ook dat toekomstvoorspellingen rond ICT heel terughoudend gebruikt moeten worden, zeker in verband met te voeren 'kennisbeleid'. De ICT-geschiedenis is vergeven van *flagrante miskenningen* van achteraf heel belangrijk gebleken ontwikkelingen. Dat komt vooral door een gebrek aan voorstellingsvermogen, kijkend vanuit het hier en nu, van toekomstige applicaties. Burgers en consumenten blijven vaak heel andere gebruiksmogelijkheden te waarderen en te benutten dan van tevoren bedacht kon worden. In kader 2 staan citaten die duidelijk maken dat onderschatting van gebruiksmogelijkheden van alle tijden is.

Kader 2: Onderschattingen in toekomstvisies

- "This telephone has too many shortcomings to be seriously considered as a means of communication; it is of no value to us." (*Western Union Telegraph, internal memo, 1876*)
- "The wireless music box, the radio, has no commercial use. Who wants to pay for a message that is addressed to nobody specifically?" (*David Sarnoff, toespraak voor investeerders, 1923*)
- "I think there is a world market for maybe five computers." (*Thomas Watson Sr., IBM, 1943*)
- "There is no reason why anyone would want a computer in their home." (*Ken Olsen, CEO Digital Equipment Corporation, 1977*)
- "Although I used the early Internet as a student in the 1970's, I didn't expect then that the Internet would be really important someday." (*Bill Gates, The Road Ahead, 1996*)

Gewaakt moet worden voor dit soort onderschatting; het sust in slaap, vertroebelt de blik op praktische mogelijkheden en remt zodoende de economische ontwikkeling. Naast onderschatting zien we overigens soms ook Jules Verne-achtige of *Brave New World*-achtige óverschattingen van toekomstige verandering in onze samenleving als gevolg

⁸ Hiervoor worden met enige regelmaat trendanalyses gemaakt door onder andere Forrester, IDC, Gartner Group.

van nieuwe technologische vindingen. Ook die kunnen kwalijke gevolgen hebben,⁹ maar ze wekken vaak wél het ‘verlangen naar de eindeloze zee’ op, en zetten marktpartijen tot actie aan.

Uitdagingen aan de horizon

De Verkenningcommissie vindt wel degelijk dat toekomstbespiegelingen motiverend en enthousiasmerend kunnen werken, namelijk als die zijn gericht op het benoemen van belangrijke uitdagingen aan de horizon of op het neerzetten van aspiraties. Zij onderkent het nut van het benoemen van pijlers van de Nederlandse economie in termen als ‘Nederland Kennisland’, ‘Nederland Logistiek’ en ‘De Digitale Delta’. Het belang van dergelijke *oneliners* ligt in de *self-fulfilling prophecy* die ervan uit kan gaan.

Een slag concreter nog dan dit soort grote concepten, wil de commissie een paar belangrijke uitdagingen aan de horizon benoemen, waar de komende jaren aan gewerkt moet worden (zonder volledig te willen zijn, en zonder prioritaire thema’s voor kennisontwikkeling neer te willen zetten):

- *ICT-applicaties ter ondersteuning en facilitering van ‘massa-individualisering’*. Wensen en gedragingen van consumenten raken steeds meer geïndividualiseerd. Onder het motto ‘de klant aan de knoppen’ wordt de consument het uitgangspunt in bedrijfsprocessen. Juist ICT biedt hiervoor grote mogelijkheden. Ketenomkering, en de gevolgen daarvan voor allerlei bedrijfsfuncties, vergt allerlei nieuwe, inventieve ICT-applicaties.
- *Aanpak van legacy-problemen*. Aanpassing van operationele systemen aan nieuwe technologieën (zoals koppeling aan het *World Wide Web* ten behoeve van *e-commerce*) roept veel lastige vragen op. Dit geldt ook voor het combineren en integreren van ongelijksoortige systemen, bijvoorbeeld bij fusies van bedrijven. Technieken voor de analyse, transformatie en herassemblage van *legacy-systemen* zijn hierbij cruciaal.
- *Architectuur van informatiesystemen*. Om snel te kunnen reageren op veranderingen in bedrijfsdoelstellingen, moeten informatiesystemen flexibel zijn. Flexibiliteit in ontwerp, implementatie en aanpassing van informatiesystemen kan bereikt worden door het modelleren van bedrijfsprocessen, en door het automatisch vertalen van deze modellen naar informatiesystemen en bedrijfsapplicaties.
- *Betrouwbaarheid en beveiliging van ICT-systemen*. Vanwege de toenemende afhankelijkheid in onze samenleving van complexe informatiesystemen, zijn praktisch toepasbare methoden nodig die hun betrouwbaarheid en veiligheid garanderen.
- *Embedded systems*. Naast computers, mobiele telefoons, *personal digital assistants* en dergelijke worden ook auto’s, televisies, wasmachines en andere consumentengoederen met ‘*embedded systems*’ van intelligentie voorzien. In de toekomst zullen al deze producten via (draadloze) internetverbindingen met elkaar kunnen communiceren. Dit leidt tot een situatie van *ambient intelligence*. Bij *embedded systems* worden uitzonderlijk hoge eisen gesteld aan betrouwbaarheid en correctheid van software.

⁹ Denk bijvoorbeeld aan de enorme hype rond *Artificial Intelligence (AI)* in de jaren zestig, met voorspellingen over potentiële mogelijkheden van AI die nooit zijn bewaarheid. Dit heeft ertoe geleid dat het onderwerp AI jarenlang niet serieus meer op onderzoeksagenda’s heeft kunnen figuren.

- *Zicht op interacties tussen mens en ICT-benutting.* De ICT-gedreven ontwikkeling naar *ubiquitous computing and networking* zal het dagelijks leven en werken van mensen danig beïnvloeden. Dit doet een zwaar beroep op het (willen) begrijpen van gebruikers, en vergt diepgaand inzicht in wat mensen met ICT willen en kunnen.
- *Toegankelijkheid.* In de netwerkmaatschappij moeten alle burgers toegang hebben tot informatie- en communicatiesystemen. Dat betekent veel aandacht voor gebruikersvriendelijkheid en toegankelijkheid – ook voor ouderen en mensen met een beperking in hun sensorisch of motorisch functioneren.

2.2 De (eind)gebruiker voorop

Denken vanuit ‘uitdagingen aan de horizon’ illustreert het belang dat de Verkeningscommissie hecht aan gerichtheid op de (eind)gebruiker. ICT moet aansluiten bij specifieke behoeftes en vraagstukken in allerlei sectoren en situaties. De blik moet daarom gericht zijn op wat ‘we’ met ICT zouden kunnen en willen: als consumenten, burgers, gebruikers; en niet op wetenschappelijke en technologische ontwikkeling als zodanig.

Een optimale relatie tussen ‘ICT en economie’ vergt de komende jaren vooral *creativiteit in benutting*. Toepassingen moeten worden ontwikkeld in gesprek met (eind)gebruikers, redenerend vanuit hun wensen en behoeftes. Dit niet alleen omwille van meer efficiëntie en productiviteitsverhoging, maar vooral om ICT te kunnen benutten voor het verhogen van de effectiviteit van bedrijven en organisaties: in de zin van het ontwikkelen van nieuwe diensten en producten die inspelen op klantwensen.

In deze nadruk op de (eind)gebruiker ligt, in elk geval de komende jaren, de belangrijkste hefboom voor economisch succes. Twee kanttekeningen hierbij:

- *Niet alléén toegepaste kennis is van belang.* Benutting van ICT in specifieke contexten vergt soms juist fundamentele kennis en onderzoek. We kunnen daarom beter spreken over *grensverleggend versus direct-probleemoplossend* onderzoek, in plaats van over fundamenteel versus toegepast onderzoek. In de nadruk op (eind)gebruikers en toepassingen wil de Verkeningscommissie vooral een andere benadering van kennisontwikkeling bepleiten, die in de eerste plaats uitgaat van behoeftes en vraagstukken van (eind)gebruikers. Een goede balans ten opzichte van grensverleggend/fundamenteel onderzoek moet natuurlijk wel worden bewaard.
- *Speciale aandacht verdienen dienstverlenende bedrijven.* De economische betekenis van diensten en dienstverlening, gebaseerd op slimme ICT-toepassingen, neemt almaar toe. Omdat de dienstensector van groot belang is voor de economische kracht van Nederland, moeten de kansen die met name dáár liggen maximaal worden benut. Dit is meteen een van de grote uitdagingen voor de opstelling en aansturing van onze publieke kennisinfrastructuur: juist in de relatie tussen dienstensector en kennisinfrastructuur gaapt het grootste gat. Veel vaker dan in de industrie vindt innovatie in de dienstensector plaats zonder uitgesproken *research and development*; de dienstensector kent een relatief lage R&D-intensiteit. Daardoor zijn er niet vanzelfsprekend ban-

den en netwerken tussen de publieke kennisinfrastructuur en dienstverlenende bedrijven.

Hoofdstuk 3 onderzoekt de consequenties hiervan voor de opstelling en aansturing van de publieke kennisinfrastructuur.

2.3 Innovatie

Innovatieprocessen veranderen

De snelle ontwikkeling en het groeiend belang van ICT zorgen voor een ingrijpende verandering van innovatieprocessen. Dat vraagt om een innovatiepraktijk met permanente bijstelling van het producten- en dienstenaanbod. Innovatie in de netwerkeconomie is een doorgaand proces van ontwikkeling en marketing; een proces van terugkoppeling en herontwikkeling, in korte, vaak overlappende cycli, met veel *trial and error* en *learning by doing*. Kenmerkend is dat *research*, productontwikkeling, implementatie en marktwerking tegelijkertijd plaatsvinden, en ook veel meer dan vroeger in functie van elkaar worden verricht (*concurrent research*).

Innovatie wordt hierdoor een cyclisch en interactief proces. Toepassings- en gebruikerskennis wordt immers belangrijker dan ooit, ook als voeding voor innovatie. Dat vraagt om een multidisciplinaire aanpak, die techniek, design, marketing en mogelijk gebruik direct met elkaar kan verbinden.

Het onderscheid tussen fundamenteel en toegepast onderzoek wordt hierdoor obsoleet en onbruikbaar. Fundamenteel onderzoek kan plotsklaps een heel toegepast karakter krijgen, met directe *spin-off* in producten en diensten; ook als dit onderzoek zelf, zoals vaak, een kwestie van langjarig vorsen is. Dat dit in de praktijk ook echt zo kan werken, blijkt uit het grote aantal startende ICT-ondernemingen die hun oorsprong kennen in een hoogwaardige, universitaire kennisinfrastructuur. Dat geldt voor veel bedrijven in Silicon Valley en in het Britse Cambridge. Maar ook bij ons, al is het op kleinere schaal, functioneren universitaire onderzoekscentra steeds vaker als vliegwiel voor startende ICT-bedrijven

Het omgekeerde komt ook voor. Vanuit het zoeken naar probleemoplossingen in specifieke sectoren of bedrijven, ontstaan soms belangrijke vraagstellingen en inzichten in de sfeer van fundamenteel (of beter dus: grensverleggend) onderzoek.

ICT wordt ontwikkeld en toegepast in een context van internationale concurrentie.

Nieuwe, grensverleggende inzichten met potentieel economisch nut vinden razendsnel hun weg over de wereld. Dit zet extra druk op het snel en breed verspreid op de markt komen met nieuwe toepassingen. Het betekent ook dat bedrijven en andere gebruikers van ICT-kennis zich voortdurend (moeten) oriënteren op de internationale ICT-kennismarkt. Zij zijn daarbij steeds minder aan landsgrenzen gebonden, mede doordat zij zelf steeds internationaler van karakter worden. Dit vergroot nog eens de druk op de publieke kennisinfrastructuur om te streven naar hoogwaardig onderzoek. Bij ICT-gerelateerde innovatie telt immers alleen excellentie in internationaal perspectief.

(Overheids)beleid ten aanzien van de ICT-gerelateerde kennisinfrastructuur moet daarom vooral op die excellentie inzetten. In hoofdstuk 3 geeft de Verkenningcommissie aan hoe dat concreet moet.

Organisatie van de innovatiefunctie

De verandering naar een cyclisch, interactief innovatieproces betekent dat de organisatie van innovatie in bedrijven verandert. De vanzelfsprekende positie van *research & development*-afdelingen in bedrijven erodeert. Nieuwe vormgevingen van de innovatiefunctie doen opgeld, mede ingegeven door een *innovator's dilemma*.¹⁰ Een voorbeeld hiervan is het oprichten van *incubators* door grote, bestaande bedrijven. *Start-ups* kunnen zodoende buiten de muren en regels van de moederorganisatie om experimenteren met nieuwe marktontwikkelingen, en zonodig de bedrijvigheid van het moederbedrijf aanvallen en kannibaliseren. Een ander voorbeeld van de nieuwe vormgeving van de innovatiefunctie is het (systematisch) opkopen van technologisch hoogwaardige starters door grote bedrijven om zodoende innovatie in het bedrijf binnen te halen.

Kenmerkend is verder dat innovatie steeds meer plaats vindt in netwerken. Vaak zijn dat netwerken tussen bedrijven. Ook kennisinstellingen kunnen daarin participeren, maar dat komt nog maar beperkt voor. De opstelling van kennisinstellingen moeten daarom worden bijgesteld, en veel meer worden gericht op samenwerking met bedrijven en andere (non-profit) organisaties. De Verkenningcommissie onderstreept hierbij het belang van *entrepreneurial scientists*: wetenschappers die actief de wisselwerking met bedrijven opzoeken en die de relatie tussen wetenschapsonwikkeling en startende bedrijven bevorderen (aanbevelingen volgen in hoofdstuk 3).

Starters inbedden in de economie

Hoewel dit strikt genomen buiten haar taakopdracht valt, plaats de Verkenningcommissie hier een kanttekening bij de plaats van startende bedrijven in de (Nederlandse) economie en bij het startersbeleid van de overheid. Zij meent dat de motor van de Nederlandse economie ligt in continuïteit in bedrijvigheid, en niet in de *quick kill* of *fast buck* waar met name veel startende *dot.com*-bedrijven op hopen (of hoopten). Vanuit het perspectief van de 'BV Nederland' telt niet het starten van een bedrijf op zich zelf, maar het genereren van hoogwaardige werkgelegenheid en het leveren van een bijdrage aan het bruto nationaal product.

De commissie vindt dat het overheidsbeleid voor het stimuleren van startende bedrijven als zodanig inmiddels voldoende ontwikkeld is. Maar het ontbreekt nog aan een goede inbedding van startende bedrijven in de (Nederlandse) economie, die succesvolle

¹⁰ ICT heeft voor veel bestaande bedrijven en sectoren de potentie om zich als een *disruptive technology* te ontpoppen, wat gepaard kan gaan met 'creatieve destructie', waarbij de bestaande, traditionele manier van zakendoen wordt vervangen door een nieuw model. Dit plaatst bestaande bedrijven voor een *innovator's dilemma* (Christensen, 1997): vasthouden en voortborduren op een bestaande succesformule, of 'kannibaliseren' op de eigen economische positie teneinde te komen tot nieuwe marktpraktijken en nieuwe producten en diensten.

doorgroei mogelijk maakt. De aangewezen manier om dit te bereiken, is startende bedrijven te koppelen aan bestaande bedrijvigheid. Daar zit de managementexpertise die nodig is voor consolidatie en doorgroei. En soms zitten daar ook de *launching customers*. Het startersbeleid moet meer dan nu het aangaan stimuleren van goede allianties met bestaande bedrijven, en minder het starten als zodanig. Het beleidsinstrumentarium moet in deze richting worden bijgesteld.

2.4 Conclusies

In het voorgaande richtte de Verkenningcommissie de blik op een aantal kenmerken van innovatie in de netwerkeconomie die direct van belang zijn voor de opstelling en aansturing van de publieke kennisinfrastructuur. De commissie wijst op de bijzondere dynamiek in het ICT-domein:

- Kenmerkend voor ICT en de economische benutting daarvan, is de *grote snelheid en onvoorspelbaarheid* van ontwikkelingen.
- De grootste hefboom voor economisch succes zit in *creatieve benutting* van ICT, aansluitend bij specifieke behoeftes en vraagstukken van *(eind)gebruikers*; vooral de *dienstensector* verdient hierbij aandacht.
- Innovatie in de netwerkeconomie verloopt veel meer dan voorheen *cyclisch en interactief*, en vindt steeds meer binnen *netwerken* plaats.

Gezien deze innovatiedynamiek is het onmogelijk om in enige mate van detail vast te stellen welke ICT-kennis de komende vijf tot tien jaar voor het Nederlandse bedrijfsleven vooral van belang zal zijn. Ook binnen bedrijven kan deze vraag niet zinvol worden beantwoord. Het benoemen van prioritaire kennisthema's voor de komende vijf tot tien jaar creëert alleen maar een schijnzekerheid, met een groot risico van 'wedden op het verkeerde paard'. Dat draagt zeker niet bij aan een betere economische benutting van de ICT-kennis die in de publieke kennisinfrastructuur wordt ontwikkeld. Inflexibiliteit en verstarring zouden juist het resultaat zijn.

De commissie vindt het daarom onverstandig en onwenselijk om vooraf en van bovenaf prioritaire thema's voor onderzoek en ontwikkeling te benoemen, op basis waarvan programma's worden geformuleerd en geld wordt verdeeld. In plaats daarvan bepleit zij een flexibele en inhoudelijk wendbare publieke kennisinfrastructuur, in combinatie met stimulerende verantwoordingsmechanismen. Dát is de beste garantie voor economische benutting van de in die kennisstructuur ontwikkelde ICT-kennis.

Hiermee is antwoord gegeven op de eerste vraag in de taakopdracht van de Verkenningcommissie, namelijk om prioritaire kennisthema's voor de komende vijf à tien jaar te benoemen. *De commissie trapt niet in deze valkuil.* In plaats hiervan zet zij haar kaarten op een herbezinning op de aansturing en opstelling van de kennisinfrastructuur. Meer concreet pleit zij voor het stimuleren van netwerkvorming en van een goede wisselwerking tussen kennisinfrastructuur enerzijds en bedrijven en andere (non-profit) organisaties anderzijds (wat aansluit op het tweede deel van de AWT-opdracht). In het volgende hoofdstuk wordt nader uitgewerkt hoe de commissie dit ziet en tot welke aanbevelingen zij komt.

3. Aanbevelingen: wisselwerking bevorderen tussen kennisinfrastructuur en bedrijven

In het vorige hoofdstuk gaf de Verkenningscommissie haar visie op innovatie in de netwerkeconomie. Op zichzelf zijn de genoemde punten niet nieuw of verrassend: de enorme dynamiek van ICT, het perspectief van (eind)gebruikers, het cyclisch/interactief karakter van innovatieprocessen. Ook andere rapporten wijzen hierop. Signaleren van ontwikkelingen is één ding; het maken van een goede vertaalslag naar te voeren beleid is de noodzakelijke daarop volgende stap. Dit staat centraal in dit hoofdstuk. In hoeverre past het (oude) beleid nog bij de nieuwe omstandigheden? Het antwoord luidt dat juist vanwege de geschetste ontwikkelingen herbezinning op het bestaande beleid en het bijbehorende beleidsinstrumentarium nodig is.

3.1 Analyse en uitgangspunten

Netwerkvorming en wisselwerking tussen kennisinfrastructuur en bedrijven

Een goede economische benutting van ICT-kennis lukt alleen als kennisontwikkeling in publieke kennisinstellingen aansluit bij de innovatiedynamiek van de markt. Juist hierom vindt de Verkenningscommissie het onverstandig en onwenselijk om vooraf en van bovenaf prioritaire thema's voor onderzoek en ontwikkeling vast te leggen die moeten doorwerken in thematische, programmatische aansturing van de kennisinfrastructuur.

Een slimme (overheids)strategie richt zich op een organische ontwikkeling van innovatienetwerken en op een levendige wisselwerking tussen kennisinfrastructuur en bedrijven. Een specifieke thematische invulling van onderzoek en ontwikkeling vindt dan flexibel plaats in de dynamiek van het netwerk, onder invloed van de voortdurende beweging in de mondiale informatie- en communicatietechnologie en in de economische benutting ervan. De taak van de overheid en van intermediaire uitvoeringsorganisaties is dan, om die netwerkvorming en wisselwerking te versterken.

De Verkenningscommissie legt de nadruk op het proces waarmee zinvolle inhoudelijke keuzen kunnen plaatsvinden, in plaats van deze keuzen vooraf en van bovenaf te benoemen. Natuurlijk moet wel worden gewaakt voor 'netwerken om het netwerken';¹¹

¹¹ De totstandkoming van goede, effectieve netwerken kan gezien worden als een epifenomeen van een succesvolle economie. Een goede, zinvolle wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven c.q. organisaties draagt positief bij aan economisch succes. De Verkenningscommissie wijst erop dat dit verband niet als vanzelfsprekend kan worden omgedraaid: als we nu maar zorgen voor netwerken, dan volgt economisch succes vanzelf. Beleid gericht op netwerkvorming als zodanig, zonder duidelijk voor ogen te houden wat het uiteindelijke doel is van die netwerkvorming, kan makkelijk verzanden in een uitvoeringspraktijk waarbij juist vanuit bedrijven de minder getalenteerden worden ingezet om de netwerken met kennisinstellingen te onderhouden; zij kunnen er immers voor worden vrijgemaakt. Het is daarom van groot belang om goed doordacht een op netwerkvorming gericht beleidsinstrumentarium te ontwikkelen dat de juiste, zinvolle stimulansen geeft.

het gaat om *zinnvolle* netwerkvorming en wisselwerking, die beide partijen ten goede komt.

De Verkenningcommissie wil expliciet duidelijk maken waarom en waarvoor de beplei- te wisselwerking en netwerkvorming zo belangrijk zijn:

- Om te beginnen is er de vraag *waarom het voor bedrijven zinvol is om netwerken met kennisinstellingen aan te gaan*. Het antwoord zit in de noodzaak om ook in de toekomst op innovatiegolven mee te kunnen komen. Bedrijven moeten daartoe openstaan voor langere-termijnvragen; niet in de zin van het zoeken van hét antwoord, maar van het bezig zijn met de toekomstige vragen en uitdagingen. Dit vergt dus een zeker ‘verlangen naar de eindeloze zee’. Bedrijven moeten dan elke *resource* benutten die kan helpen bij ‘het klaar staan voor de toekomst’. Netwerkvorming en wisselwerking met de publieke kennisinfrastructuur is één van die *resources*, naast samenwerking met andere bedrijven, het realiseren van *spin-outs* of *start-ups*, enzovoorts. Bedrijven moeten dan natuurlijk wel het gevoel hebben dat er voor hen binnen die publieke kennisinfrastructuur iets te halen is. En het belangrijkste wat er daar te halen is, meent de Verkenningcommissie, is ‘intellectuele capaciteit op topniveau’. Dat soort capaciteit is vooral persoonsgebonden, en stoort zich niet aan landsgrenzen.
- Daarnaast is er omgekeerd de vraag *wat kennisinstellingen voor belang hebben bij netwerkvorming en wisselwerking met bedrijven*. Dat belang ligt primair in de toegang tot interessante en uitdagende vraagstellingen. Nu het een groot deel van het innovatie- en concurrentiepotentieel van bedrijven in toepassingen van en met ICT is komen te liggen, zullen vanuit die bedrijven interessante en uitdagende vraagstukken rond behoeftes van (eind)gebruikers naar voren komen. Aan die vraagstukken zullen vaak weer fundamenteeler, grensverleggender kennis-issues verbonden zijn. Wetenschappers moeten daarom bereid zijn om mee te denken over die gebruikersvraagstukken, in plaats van alleen wetenschapsintrinsieke zaken voorop te stellen. Dat vergt *entrepreneurial scientists*, met goede voelhoorns voor wat er speelt en met een bereidheid, al evenzeer in de zin van een ‘verlangen naar de eindeloze zee’, om die zaken ook daadwerkelijk op te pakken.

Dat netwerkvorming en wisselwerking tussen kennisinfrastructuur en bedrijven belangrijk zijn, wordt breed onderschreven, ook door overheidsbeleidsmakers. Maar waarom levert het beleid om die netwerkvorming en wisselwerking te bevorderen, dan tot nu toe geen optimale resultaten op? De Verkenningcommissie wijst op twee knelpunten die moeten worden aangepakt, en licht die daarna toe:

- Een te grote nadruk op (directe) vraagsturing van kennisontwikkeling.
- Het ontbreken van een vanzelfsprekende cultuur of gewoonte vanuit – met name dienstverlenende – bedrijven om een beroep te doen op de publieke kennisinfrastructuur.

Teveel nadruk op vraagsturing van kennisontwikkeling
Netwerkvorming en wisselwerking tussen kennisinfrastructuur en bedrijfsleven is alleen zinvol, als kennisinstellingen voldoende openstaan voor vragen uit het bedrijfsleven, en voor vraagstukken vanuit het (eind)gebruikersperspectief. Maar dit mag niet automa-

tisch doorvertaald worden in een noodzaak van (directe) vraagsturing vanuit het bedrijfsleven. We moeten af van de idee dat kennisinstellingen ‘beter naar bedrijfsvragen moeten luisteren’. Waar het om gaat, is dat kennisinstellingen een meer extraverte cultuur ontwikkelen. Extravert in de zin van: met bedrijven en andere (non-profit) organisaties het gesprek aangaan over uitdagingen voor de toekomst. En ook extravert in de zin van: uitdragen wat men zelf aan inzichten en bijdragen te bieden heeft en belangrijk vindt.

De Verkenningcommissie ziet risico's in een (te) grote nadruk op *directe en concrete* vraagsturing vanuit het bedrijfsleven: het kan verstikkend werken en werkt een korte-termijn-focus in de hand. Bij onder andere strikte mechanismen van co-financiering, waarbij van tevoren inhoudelijk gedetailleerde onderzoekplannen ingediend moeten worden, bestaat het risico dat projecten beperkt blijven tot overzienbare, voor bedrijven al concreet benoembare vraagstellingen. De kennisinfrastructuur wordt dan te zeer aangestuurd door ‘de vragen van vandaag’, en dat doet geen recht aan het dynamische en cyclische karakter van innovatie in de netwerkeconomie. Een te directe vraagsturing werkt bovendien niet motiverend of inspirerend, in bedrijven noch in kennisinstellingen. De Verkenningcommissie wil zien dat mensen werken uit enthousiasme en uit ‘verlangen naar de eindeloze zee’; dat mensen zélf hun werk nuttig, uitdagend en leuk vinden.

De commissie vindt daarom dat mechanismen van directe vraagsturing aan heroverweging toe zijn. In de wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven moet meer ruimte en flexibiliteit komen. Juist vanwege de aan ICT inherente dynamiek, moeten tijdens de rit keuzemogelijkheden openblijven, met ruimte voor nieuwe paden en onvoorziene ontwikkelingen. Inhoudelijke keuzes moeten worden gemaakt in de wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven, en niet vooraf worden benoemd; evenmin als samenwerking als zodanig vooraf moet worden afgedwongen. De commissie vindt daarom dat een omslag nodig is: van vraagsturing vooraf (via onder andere de verplichting tot co-financiering) naar sturing op vertrouwen in de wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven gekoppeld aan verantwoording over activiteiten en resultaten achteraf. In de volgende paragraaf volgen hiertoe gedetailleerde aanbevelingen.

Geen vanzelfsprekend beroep op kennisinstellingen vanuit bedrijven

Naast meer openheid en gevoeligheid binnen kennisinstellingen voor vraagstellingen vanuit het bedrijfsleven, is ook bij bedrijven en andere (non-profit) organisaties op hun beurt een attitudeverandering nodig. In de praktijk beschouwen veel bedrijven, zeker de dienstverlenende, universiteiten en andere publieke kennisinstellingen niet als partners in een innovatienetwerk. Men zoekt elkaar niet vanzelfsprekend op,¹² wat deels ver-

¹² Een vergelijking met de Verenigde Staten is op dit punt interessant. Veel meer dan in Nederland staan bedrijven in de VS aan de deur van de publieke kennisinstellingen, om daar aan kennis en intellectuele capaciteit uit te halen wat er in zit. Er is in de VS een veel grotere vanzelfsprekendheid om die relaties aan te gaan, zowel van de kant van kennisinstellingen als van bedrijven. Bedrijven doen dat beroep op kennisinstellingen niet voor de aardigheid, maar omdat dat op termijn wat oplevert. Silicon Valley heeft hier mede haar succes aan te danken.

klaard kan worden uit de al vermelde lage R&D-intensiteit in de dienstensector. Voorzover er wel samenwerking is, verloopt die vaak stroef, ook al door verschillen in cultuur, waarden en doelen.

Dit gebrek aan vanzelfsprekendheid in het elkaar opzoeken, ziet de Verkenningscommissie als het dieperliggende, echte vraagstuk bij pogingen om de netwerkvorming en wisselwerking tussen kennisinfrastructuur en (dienstverlenende) bedrijven te stimuleren. Het beleid moet daarom op dit punt gericht zijn. Gerichtheid op de (eind)gebruiker is daarbij een belangrijk aangrijpingspunt. Dáár liggen de grote uitdagingen, zowel voor (dienstverlenende) bedrijven als kennisinstellingen.

Met nadruk herhaalt de commissie dat gerichtheid op benutting en toepassing van ICT in specifieke situaties, niet betekent dat alléén toegepast onderzoek nodig is. Bedrijven moeten kennisinstellingen, en individuen daarbinnen, niet aanzetten tot ‘wetenschappelijke prostitutie’, en hen geen concrete vragen voorleggen die al ‘in hapklare brokken’ zijn geformuleerd. Als dat laatste al mogelijk is, gaat het bijna per definitie om vragen op de korte termijn, en om direct probleemoplossend onderzoek. Dan wordt geen goed gebruik gemaakt van de intellectuele capaciteit binnen de publieke kennisinstellingen.

In plaats van concrete resultaten in duidelijk geformuleerde projecten, tellen veel meer de indirecte en langere-termijn effecten van de wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven. Tot die effecten behoren: het ontstaan van persoonlijke netwerken; het in gesprek zijn over mogelijkheden voor innovaties in de toekomst; het goed op de hoogte zijn en blijven van vragen en ontwikkelingen die wederzijds spelen. Dat zijn volgens de commissie de meest effectieve manieren van ondersteuning en facilitering van de *concurrent research* die nodig is voor cyclische en interactieve innovatie in de netwerkeconomie.

3.2 Aanbevelingen

Netwerkvorming en wisselwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen is vooral een kwestie van attitude en cultuur. We komen er daarom ook niet met het instellen van weer aparte, nieuwe organisaties die deze wisselwerking en *networking* in de praktijk moeten gaan brengen, zoals een nieuw topinstituut of een nieuw platform. Afdgedwongen samenwerking is geen recept voor succes. ‘Structuuro oplossingen’ zijn niet het goede beleidsantwoord op het eigenlijke probleem. Ook een sterker sturen op directe vraagarticulatie vanuit het bedrijfsleven leidt niet tot zinvolle en betere wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven.

Instituutsvorming en vraagarticulatie zijn weliswaar heldere, relatief eenvoudig te realiseren beleidsmaatregelen, maar ze vormen geen oplossing voor de echte problemen. De echte oplossing ligt in het vinden van de juiste vliegwielen om *attitudeverandering* aan te zwengelen. Die moeten aansluiten bij de zaken waar het in de relatie kennisinstellingen–bedrijven echt om gaat:

- enthousiasme voor uitdagende en interessante vraagstukken, waar individuen in bedrijven in kennisinstellingen zich aan committeren;
- wetenschappelijke excellentie;

- persoonsgebonden interactie.

Al met al moet het tussen kennisinstellingen en bedrijven meer gaan zinderen. Als dat eenmaal gebeurt, volgen concrete projecten en samenwerkingsrelaties vanzelf.

Bevordering van de netwerkvorming en wisselwerking tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven vergt een pakket maatregelen die nadrukkelijk in samenhang gezien moeten worden. De Verkenningcommissie doet *vijf aanbevelingen*:

- inzetten op excellentie;
- goede, stimulerende verantwoordingsmechanismen;
- stimuleren van persoonsgebonden interactie;
- 'uitventen' van kennis via octrooiëring en *high tech*-starters;
- extra financiering voor ICT-onderzoek.

Eén kanttekening, voordat deze punten worden uitgewerkt. De Verkenningcommissie richt haar aanbevelingen nadrukkelijk op het overheidsbeleid en op het door de overheid te beïnvloeden beleid van intermediaire organisaties (met name NWO). Omdat de commissie is opgedragen aanbevelingen te doen over de ICT-gerelateerde kennisinfrastructuur in Nederland, ligt deze toespitsing in de rede. Maar de commissie hecht eraan op te merken dat óók bij bedrijven en andere (non-profit) organisaties, die in haar taakomschrijving buiten schot blijven, veranderingen in attitude en opstelling richting de kennisinstellingen gewenst zijn. Het behouden of verkrijgen van een goede internationale concurrentiepositie vereist vooral een goede *wisselwerking* tussen bedrijven en kennisinstellingen.

Inzetten op excellentie

De commissie pleit voor een zwaar accent op het stimuleren van excellentie, van echte topkwaliteit in ICT-onderzoek. Zij doet dat gezien de sterke dynamiek rond ICT, de snelheid en onvoorspelbaarheid van ontwikkelingen, het veranderend karakter van innovatieprocessen, en het daaruit voortvloeiende onvermogen en de ongewenstheid om gedetailleerd vraagarticulatie tot stand te brengen. Aansturing van de ICT-kennisinfrastructuur moet niet via inhoudelijke prioriteitenstelling (programmatisch) verlopen, maar op *topkwaliteit* van personen en groepen: *Focus on key people, not key technologies*. Excellentie telt daarbij nadrukkelijk niet alleen in termen van wetenschappelijke kwaliteit (publicaties in A- en B-tijdschriften), maar ook in termen van netwerken en samenwerkingsrelaties met bedrijven. Kennisinstellingen, of beter: personen en groepen daarbinnen, die in het recente verleden hun sporen op beide criteria hebben verdiend, komen in aanmerking voor verdere versterking. Verworven reputatie (op beide criteria!) moet vooropstaan, in plaats van verdelende rechtvaardigheid.

Een keuze voor deze aanpak betekent:

- veel meer nadruk op persoons- en teamgebonden (basis)financiering, zonder de eis van co-financiering vooraf;
- financiering van behoorlijke grootte, omwille van de benodigde 'kritische massa' rond een persoon of team;
- financiering met een voldoende lange termijn (bijvoorbeeld vier jaar);

- aanpassing van de beoordeling, waarbij excellentie niet langer exclusief wordt gezocht in wetenschappelijke kwaliteitscriteria, maar ook in de mate van netwerkvorming en wisselwerking met bedrijven.

Zo wordt versnippering van middelen tegengegaan. En wordt afscheid genomen van open procedures waar iedere instelling op kan inschrijven, en van een compromismodel waarbij weliswaar iedereen iets binnenhaalt maar niemand echt genoeg krijgt om te kunnen excelleren.

Deze nadruk op excellentie is in Nederland niet gebruikelijk. Het past niet bij onze gelijkheidscultuur. *Het ontbreekt ons aan durf* om te expliciteren wie in Nederland tot de top behoren, en om dat ook in de geldverdeling tot uiting te laten komen. Daardoor maken we niet optimaal gebruik van de positieve effecten en uitstraling van excellentie, en van de aanwezigheid van toptalent. Twee van die positieve effecten zijn:

- *De aantrekkelijkheid voor bedrijven om allianties met excellente wetenschappers of groepen aan te gaan.* Het aantrekken, ruimte geven en binden van excellente en succesvolle *entrepreneurial scientists* is een *conditio sine qua non* voor een betere wisselwerking tussen kennisinfrastructuur en bedrijfsleven. Uiteindelijk is excellentie in wetenschappelijk werk datgene wat kennisinstellingen voor bedrijven aantrekkelijk maakt. De kwaliteit van een onderzoeker en zijn of haar team is de belangrijkste factor voor een toekomst waarin concurrentie binnen de kenniswereld in principe mondiaal is.
- *De mogelijkheden om met toptalent ander talent aan te trekken en te binden.* Door alle ruimte te geven aan enkele echt excellente wetenschappers, wordt bevorderd dat ook ander (jonger, buitenlands) talent de blik op Nederland richt. Wetenschappers willen immers werken in een omgeving die sprankelt, bruist en overloopt van ambities. Daarnaast is er ook een defensief argument. De uitgebreide ICT-investeringsprogramma's die in andere landen van de Europese Unie worden voorbereid, en waarvan sommige al worden uitgevoerd, hebben een aanzuigende werking op het nu (nog) in Nederland actieve toptalent. Meer ruimte voor toptalent kan tegenwicht bieden.

De commissie ziet voor NWO een belangrijke rol weggelegd bij de verdeling en toedeling van gelden op basis van excellentie. NWO is in principe de geëigende instantie om los van afzonderlijke instellingsbelangen de focusering op excellentie gestalte te geven. Maar de Verkenningcommissie plaatst hierbij wel twee kanttekeningen of voorbehouden:

- De huidige besluitvorming binnen NWO, welke sterk is gebaseerd op *peer review and judgement*, verloopt niet optimaal. Enerzijds wijst de commissie op het risico van bureaucratie, verstarring en weinig ruimte voor vernieuwing. Anderzijds wijst zij op de mogelijkheid, of zelfs de waarschijnlijkheid, dat NWO-besluitvorming toch weer tot een zekere verdelende rechtvaardigheid tussen instellingen en groepen zal leiden. De Verkenningcommissie wil daarom waarborgen inbouwen bij het toekennen van een belangrijke rol aan NWO:
 - De procedures voor toekenning van financiering voor excellente groepen of personen moeten open en flexibel zijn (onder meer geen vaste deadlines voor inschrijving);

- Er moet aantoonbare bereidheid zijn tot nemen van risico's bij toekenning van financiering, en tot meer ruimte voor experimenten;
- Ook beoordelaars uit bedrijven en/of (non-profit) organisaties moeten betrokken worden, zodat niet uitsluitend sprake is van *judgement by peers*;
- Toegang tot deze NWO-financiering moet niet exclusief aan universitaire groepen voorbehouden zijn. Excellentie is immers ook te vinden of te verbinden aan andere kennisinstellingen dan universiteiten.

Samengevat luidt de aanbeveling:

Financieringsmechanismen moeten explicieter worden gericht op ondersteuning van excellentie. De commissie bepleit keuzes voor personen en groepen die hun sporen verdiend hebben, i.p.v. keuzes voor sturing op specifieke thema's en 'verdelende rechtvaardigheid'. Om versnippering in het onderzoek tegen te gaan, is ze voorstander van ruimere financiering, voor langere periodes. Ze ziet hierbij een belangrijke taak voor NWO, mits NWO haar bestaande beoordelingsprocedures en -criteria aanpast.

Goede, stimulerende verantwoordingsmechanismen

Als tegenhanger voor het vertrouwen in toptalent of een excellente groep wetenschappers, is goede en heldere *accountability* natuurlijk noodzakelijk. Periodieke toetsing op basis van vooraf gestelde doelen en heldere indicatoren is daarvan een onderdeel. Daarbij gaat het niet alleen om *output* in termen van wetenschappelijke artikelen, maar juist ook om aangetoonde netwerkvorming en wisselwerking met bedrijven. De omvang van externe financiering die men heeft weten te realiseren, kan een vooraf gestelde toetssteen of procesindicator voor de totstandkoming van netwerkvorming zijn. Daarbij moeten pakketafspraken worden gemaakt voor een complete periode, in plaats van te toetsen aan strikte (co-financierings-) criteria per project. Een ander mogelijk criterium is het aantal vaste-stafmedewerkers dat de overstap naar een bedrijf maakt.

In de manier van 'afrekenen' moeten verder *incentives* worden ingebouwd die kennisinstellingen (en groepen en personen daarbinnen) stimuleren om zelf ondernemend te zijn, om netwerken met bedrijven op te zoeken en te onderhouden. Het huidige 'regime' van co-financiering werkt op dit punt averechts. Kennisinstellingen die succesvol zijn in het betrekken van bedrijven bij hun onderzoek, zijn gedwongen een groot deel, zo niet alles, van hun vrije onderzoeksruimte in te brengen in co-financieringsprojecten. In plaats van stimulering en beloning, bijvoorbeeld door extra basisfinanciering, voor hun actieve opstelling naar bedrijven, verdwijnt dan juist alle vrije onderzoeksruimte. Deze instellingen gaan zodoende aan hun eigen succes ten onder.

De commissie waarschuwt voor mogelijke onbedoelde en ongewenste effecten van concrete indicatoren, zeker als die deze binnen kennisinstellingen naar afzonderlijke groepen wordt doorvertaald. Als bijvoorbeeld het aantal octrooien per jaar of de te realiseren externe financiering als *target* wordt meegegeven, kan dit averechts uitpakken: mensen gaan zich richten op de concrete streefcijfers in plaats van op de beoogde zinvolle wisselwerking. Dat blokkeert de echte creativiteit en stimuleert het scoren met makkelijke,

voor de hand liggende zaken. Dergelijke ‘perverse’ effecten van rekenschap afleggen kunnen worden tegengegaan door een goed uitgebalanceerd samenstel van indicatoren. Door een combinatie van indicatoren, bijvoorbeeld én wetenschappelijke publicaties én externe financiering, kan ‘scoringsoptimalisatie’ op afzonderlijke indicatoren worden vermeden.

De commissie pleit voor een systeem van rekenschap afleggen met een nadruk op procesindicatoren. Met name telt daarbij het leveren van een substantiële bijdrage aan een ICT-gerelateerd innovatienetwerk van kennisinfrastructuur en bedrijven.

Stimuleren van persoonsgebonden interactie

Als ervoor wordt gekozen om niet vooraf en van bovenaf keuzes te maken, komt het aan op individuen binnen de betrokken organisaties om flexibel, en tijdens de rit, inhoudelijke thema’s te bepalen. De kwaliteit van netwerkvorming en wisselwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen staat of valt daarom met persoonlijke interacties. Binnen bedrijven zijn daarvoor probleemeigenaren (of beter: kans eigenaren) nodig, en binnen de kennisinfrastructuur mensen die aan bedrijfsvraagstukken kunnen en willen werken.

Door persoonlijke interactie wordt zowel menselijk kapitaal opgebouwd (inhoudelijke ontwikkeling van talent) als sociaal kapitaal (teamwerk, samenwerkingsrelaties). Dit stimuleert en inspireert, en bevordert creativiteit, zowel binnen de kennisinfrastructuur als in het bedrijfsleven. De Verkenningcommissie benadrukt zo expliciet het belang van persoonsgebonden interactie, omdat zij weinig heil ziet in formele samenwerkingsovereenkomsten tussen kennisinstellingen en bedrijven.

Persoonsgebonden interactie vraagt om *fluïde vormen van overgang* tussen kennisinstellingen en bedrijven. Die kunnen op verschillende manieren en op verschillende niveaus in organisaties worden gecreëerd:

- *Promotieplaatsen* (Aio-schappen) liggen voor de hand, maar de commissie vindt dat dit vaak te rigide uitpakt, omdat het werk van een aio moet passen in een universitair promotietraject.
- *Consultancy vanuit kennisinstellingen* kan daarentegen een heel goed kanaal zijn. Niet alleen om concrete vragen op te lossen, maar ook als mogelijkheid om *freischwebende Intelligenz* in te huren. Dit vergt wel verandering in de manier waarop vanuit kennisinstellingen wordt gedacht over contractactiviteiten: de *entrepreneurial scientist* moet worden gewaardeerd in plaats van verafschuwd. Uiteraard moeten dergelijke contractactiviteiten in hun financiële afhandeling zorgvuldig geregeld worden.
- *Wetenschappers uit kennisinstellingen binnenhalen in bedrijven* is ook goed denkbaar, en komt al vaak voor in de praktijk. In principe is dit een heel zinvolle manier van persoonlijke interactie, mits de ‘kweekvijver’ binnen kennisinstellingen voldoende wordt aangevuld door instroom van (jong) talent, en de kwaliteit van kennisinstellingen dus op peil gehouden wordt.
- *Bijzonder-hooglerarschappen van mensen uit bedrijven* (een dag per week) zijn goede kanalen om netwerkvorming tussen kennisinstelling en bedrijf te bevorderen.
- Net als (*deeltijd*) *detachering* van personeel van bedrijven bij instellingen uit de kennisinfrastructuur, en vice versa.

- Ten slotte kunnen bedrijven rechtstreeks bij het functioneren van kennisinstellingen betrokken worden, door vertegenwoordiging in bijvoorbeeld ‘denktanks’, raden van toezicht en besturen.

Opnieuw kiest de Verkenningcommissie hier voor een standpunt dat op zichzelf niet nieuw of verrassend is. Het belang van persoonsgebonden interactie en fluïde overgangen tussen kennisinstellingen en bedrijven is genoegzaam bekend; ook de uiteenlopende vormen die deze interactie kan aannemen zijn bekend, en komen in de praktijk ook al voor.

Maar de commissie vindt dat er *veel méér van dit soort contacten* moeten komen, vooral tussen kennisinstellingen en dienstverlenende bedrijven. Om dit te stimuleren, is een specifiek beleidsinstrumentarium nodig. Hierbij valt te denken aan vervangings- of loonkostensubsidies die de vrijvallende posities opvullen van wetenschappers die (tijdelijk) in bedrijven gaan werken. Zeker zo belangrijk is het wegnemen van praktische barrières in bijvoorbeeld de pensioensfeer en op het vlak van werkvergunningen voor buitenlandse wetenschappers.

De commissie pleit voor het stimuleren van persoonsgebonden interactie. Nieuwe, creatieve vormen van stimulering zijn nodig.

‘Uitventen’ van kennis via octrooiering en **high tech**-starters

Kennisinstellingen beschikken over veel kennis, inclusief kennis waar met een kleinere of grotere slag commercieel succes mee te boeken is. De Verkenningcommissie vindt dat publieke kennisinstellingen tot taak hebben, naast goed onderwijs en onderzoek, om hun kennis actief ‘uit te venten’. Gezien de enorme marktdynamiek rond ICT-innovaties geldt dit bij uitstek voor ICT-gerelateerde kennis. Die moet van de plank, en moet sneller door bedrijven worden opgepakt en benut.

Eén manier om kennis naar ‘buiten’ te brengen, is natuurlijk publiceren in tijdschriften. Daarnaast kan een zekere kennisbescherming en exclusieve behandeling van in publieke kennisinstellingen ontwikkelde kennis bijdragen aan het publiek maken van kennis – en belangrijker: daadwerkelijke benutting en snelle toepassing van kennis bevorderen. In lijn met de beleidsnota *Concurreren met ICT-competenties* bepleit de Verkenningcommissie twee dingen:

- flexibele en op specifieke situaties toegesneden beoordelingsprocedures in het kader van *kennisbeschermings- en exploitatiebeleid* voor publieke kennisinstellingen. Wat de Verkenningcommissie hierbij voor ogen heeft, is nadrukkelijk niet primair het genereren van (octrooi)inkomsten voor de betrokken kennisinstelling. Gezien het publieke karakter van de overheidsgefinancierde kennisinstellingen moet de nadruk juist liggen op het stimuleren van daadwerkelijke kennisbenutting, ten behoeve van het (Nederlandse) bedrijfsleven en meer algemeen van de Nederlandse samenleving. Wat telt, is het creëren van (structurele) werkgelegenheid en het leveren van een bijdrage aan het bruto nationaal product. Soms is benutting van ICT-gerelateerde kennis gebaat bij openheid en open systemen, maar soms ook bij duidelijkheid over de bescherming van die kennis. In situaties waarin bedrijven anders niet de stap zouden

zetten naar feitelijke toepassing van kennis, kan een duidelijk kennisbeschermings- en exploitatiebeleid helpen; het maakt de kennis transparant, net als de voorwaarden om er gebruik van te mogen maken. Dat vereist wel heldere procedures, onder andere voor de verdeling van risico's en revenuen tussen kennisinstelling en de betrokken wetenschapper(s), voor het feitelijk bezit van de kennis en octrooien, en voor redelijke *incentives* voor betrokken wetenschappers. Die helderheid ontbreekt nu vaak, zeker over verschillende kennisinstellingen heen.

- een explicieter beleid van *stimulering van startende high tech-bedrijven specifiek vanuit de publieke kennisinfrastructuur*. Ook dit is een manier om kennis in publieke kennisinstellingen expliciet naar buiten te brengen, en benutting ervan te stimuleren. Vanwege hun oorsprong houdt dit soort startende bedrijven doorgaans nauw contact met de kennisinfrastructuur, waardoor samenwerking en wisselwerking tussen kennisinstelling en bedrijf in de toekomst welhaast ingebakken is.

De commissie bepleit het actief 'uitventen' van ICT-kennis die is ontwikkeld in publieke kennisinstellingen, en het stimuleren van daadwerkelijke benutting van die kennis. Zij pleit voor flexibele en op specifieke situaties toegesneden beoordelingsprocedures in het kader van een kennisbeschermings- en exploitatiebeleid vanuit publieke kennisinstellingen. Daarvoor zijn heldere procedures nodig. Verder pleit de commissie voor beleid ter stimulering van het starten van high tech ICT-bedrijven vanuit publieke kennisinstellingen. De maatregelen aangekondigd in de nota Concurrenieren met ICT-competenties moeten snel worden ingevuld.

Tot slot: extra geld voor ICT-gerelateerd onderzoek

Dit rapport en de bovenstaande aanbevelingen zijn duidelijk gefocuseerd op stimulering van netwerkvorming en wisselwerking tussen bedrijfsleven en kennisinstellingen. Dáár liggen de echte aangrijpingspunten om op langere termijn te komen tot een zinvolle en effectieve economische benutting van de ICT-kennis die in publieke kennisinstellingen wordt ontwikkeld. Vandaar dat over extra geld ten behoeve van ICT-onderzoek in de publieke kennisinstellingen nog met geen woord gesproken is. Maar hoewel meer geld het dieperliggend probleem van gebrekkige wisselwerking niet zal oplossen, pleit de Verkenningcommissie toch voor *substantiële extra budgetten voor ICT-gerelateerd onderzoek*; dit op grond van twee argumenten:

- De inflexibiliteit van ons wetenschapssysteem verhindert dat de opkomst van een belangrijk nieuw wetenschapsgebied voldoende snel en omvangrijk door geldstromen wordt gevolgd. Als relatief nieuw en explosief kennisgebied is ook ICT er tot nu toe bekaaid vanaf gekomen. De geringe groei in budgetten voor ICT-gerelateerd onderzoek in de afgelopen twintig jaar staat in geen verhouding tot de groei van het belang van ICT voor onze economie en samenleving.
- Een tweede argument, dat ook nu al actueel is, betreft de internationale concurrentieslag om ICT-onderzoekstalent. Landen als Ierland, Frankrijk, Finland en de Verenigde Staten hebben grote extra investeringen in ICT-gerelateerd onderzoek bekend gemaakt. Dat heeft een grote internationale zuigkracht op ICT-onderzoekstalent. Ook in Nederland zijn daarom extra budgetten nodig voor een aantrekkelijk ICT-onderzoeksklimaat. Nogmaals: er moet serieus worden ingezet op het aantrekken en behouden van echte toppers, die de ruimte moeten krijgen.

De overheid heeft al extra geld voor ICT-kennis toegezegd, in onder meer de nota's *Concurreren met ICT-Competenties* en *De Kenniseconomie in Zicht*. De Verkenningscommissie juicht die toezeggingen toe. Zij vraagt de overheid de gedane beloftes nu met spoed gestand te doen, en om te bezien waar in de toekomst nog aanvullende middelen beschikbaar moeten komen.

De toekenning en wijze van besteding van de al toegezegde extra budgetten zijn een eerste gelegenheid om de in dit rapport bepleitte beleidslijnen gestalte te geven. De commissie roept de overheid er dan ook toe op, het extra ICT-onderzoeksgeld te besteden aan het inzetten op excellentie. Een nadere thematische invulling of afbakening op voorhand vindt zij ongewenst - anders dan de specificatie van ICT-onderzoek in brede zin. De argumentatie hiervoor is in dit rapport gegeven.

De overheid moet extra budgetten voor ICT-onderzoek beschikbaar stellen. Die moeten vooral worden gericht op het inzetten op excellentie in ICT-onderzoek.

Geraadpleegde literatuur

- Bozetti, M. (2000). *The Technological Evolution of ICT Standards*. In 'European Information Technology Observatory (EITO) 2000'. Frankfurt a.d. Main.
- Booz, Allen & Hamilton (2000). *The Competitiveness of Europe's ICT Markets. The Crisis amid the Growth*. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken.
- Christensen, C.M. (1997). *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business School Press.
- Ducatel, K. (1999). *Ubiquitous Computing. The New Industrial Challenge*. 'The IPTS Report no. 38, October. 16-21'.
- IPTS-JRC (1998). *Recent National Foresight Studies. A Review*. Working Paper. Sevilla. (Vergelijking van twaalf nationale ICT-technologieverkenningen.)
- Ministerie van Economische Zaken (1998). *Technologie Radar*. Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken (1999). *De Digitale Delta*. Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken (2000). *De Kenniseconomie in Zicht. De Nederlandse invulling van de 'Lissabon-agenda' voor 2001*. Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken (2000). *De Digitale Delta: e-Europe voorbij*. Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken (2000). *De economie van de 21e eeuw. Ruim baan voor kennis en keuzes*. Den Haag
- Ministerie van Economische Zaken & ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (2000). *Concurreren met ICT-Competenties. Kennis en Innovatie voor de Digitale Delta*. Den Haag.
- Ministerie van Economische Zaken, ministerie van Verkeer & Waterstaat en ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening & Milieubeheer (2000). *Nederland Digitaal. Drie Toekomstbeelden voor Nederland in 2030*. Den Haag.
- Nationale Onderzoeksagenda Informatica, NOAG-i. 'Aanpassing 2000 (1e fase)'. *Informatica: Fundament voor de Informatiemaatschappij*. Den Haag.
- PITAC (1999). *Information Technology Research: Investing in our Future*. President's Information Technology Advisory Committee. Washington.

Shapiro, C. & H. Varian (1999). *Information Rules. A Strategic Guide to the Network Economy*. Harvard Business School Press.

Task Force ICT (1999). *Deltawerkers voor de digitale delta*. Rapportage Task Force 'Werken aan ICT'. Den Haag.

Bijlage 1: Leden Verkenningcommissie

Drs. A.H.J. Risseuw, voorzitter,
voormalig President-directeur Getronics N.V.

Prof. Dr. P.W. Adriaans,
oprichter/directeur Syllogic; Perot Systems Nederland; Hoogleraar Maatschappelijke toepassingen van informatica, Universiteit van Amsterdam

Mr. R.F. van den Bergh,
voorzitter raad van bestuur Verenigde Nederlandse Uitgeefbedrijven (VNU)

Mevr. Drs. M. van Dusseldorp,
oprichter/directeur Van Dusseldorp & Partners, European Internet Strategies

Drs. T.M. ten Kortenaar,
executive vice-president corporate ICT services ABN-AMRO Bank

Mr. J.N. van Lunteren,
verandermanager Uitvoeringsorgaan Werknemersverzekeringen (UWV); voorheen
Directeur Generaal van de Belastingdienst, Ministerie Financiën

P. Morly m.sc.,
lid raad van bestuur Koninklijke KPN N.V.

Dr. Ir. G. van Oortmerssen,
directeur Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI)

Prof. Dr. L.G. Soete,
directeur Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT); directeur International Institute of Infonomics, Universiteit Maastricht; hoogleraar Internationale Economische Betrekkingen, Universiteit Maastricht.

Dr. T.J.B. Swanenburg,
voormalig directeur research coördinatie Philips

Mevr. Dr. V.C.M. Timmerhuis, liaison AWT,
plaatsvervangend secretaris/directeur Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT)

Projectsecretariaat: TNO-STB
Prof. Dr. P.W.M. Rutten
Mevr. Drs. H.M. van Bockxmeer

Bijlage 2: Technologiegebieden

Een aantal vooraanstaande internationale en nationale studies en verkenningen noemt technologiegebieden die de belangrijkste *drivers* in de netwerkeconomie vormen, en die van belang zijn voor de concurrentiekracht van de (Nederlandse) economie.

In deze bijlage worden per publicatie de genoemde technologiegebieden aangegeven. Het betreft de volgende studies en verkenningen:

- Information Technology Research: Investing in Our Future, PITAC (1999)
- European Information Technology Observatory, EITO (2000)
- Technology Map, Futures Project IPTS (1999)
- Technologie Radar (1998)
- Nationale Onderzoeksagenda Informatica 2000 (NOAG-i, 2000)

PITAC 1999

De President's Information Technology Advisory Committee (PITAC) publiceerde in februari 1999 in opdracht van president Clinton het rapport *Information Technology Research: Investing in Our Future*. Dit advies was bedoeld om richting aan te geven voor federale steun voor R&D op het gebied van informatietechnologie.

PITAC noemt vier IT-onderzoeksgebieden die prioriteit moeten krijgen:

- *Software*
Fundamenteel onderzoek op gebied van software-ontwikkeling en componententechnologie; computerinterfaces en mens/machine-interactie; informatiemanagement-technieken; software-onderzoek moet substantieel onderdeel zijn van ieder informatietechnologisch onderzoeksinitiatief;
- *Scalable Infrastructure*
Onderzoek naar gedrag van het *global-scale network* en de daarmee verbonden informatie-infrastructuur (*performance data, network behavior*); *physics of the network* (optische technologie, draadloze technologie, vaste verbindingen en bandbreedtevraagstukken); onderzoek naar het opschalen van het internet, naar *middleware*, naar *large-scale applications*, naar *testbeds* en naar *research infrastructure*;
- *High End Computing*
innovatieve computingtechnologieën en -architectuur; software om de prestaties van *high end computing* te verbeteren; *petaops/petaflops on real applications*; onderzoek naar krachtige *high end computing* systemen;
- *Socio-Economic Impact*
media-educatie; toegang tot ICT en onderzoeksvaardigheden; beleidsaspecten en socio-economische aspecten van ICT; onderwijs in ICT op alle niveaus vergroten en verhogen; *lifelong learning*; gebruik van ICT in het onderwijs.

EITO 2000

De European Information Technology Observatory geeft elk jaar een uitgebreid overzicht van de Europese markt voor informatie- en communicatietechnologie.

Dat gaat onder andere in op de belangrijkste technologische factoren die de informatie- en communicatietechnologie beïnvloeden, en die cruciaal zijn voor de economie vandaag en in de toekomst.

1. *Micro-elektronica*
nieuwe technologieën (*copper interconnections, heterojunction and silicon-germanium components, silicon in optics, DNA-computer*); *micro-processors (system-on-a-chip, vierde-generatie microprocessor architectures)*; *geheugen (intelligent RAM)*;
2. *Hardware platform technologieën*
serversystemen; klantsystemen; *smart cards*
3. *Telecommunicatie*
evolutie van glasvezel-optics en transmissie-technologie; WAN-evoluties; LAN-evoluties; evolutie van *customer access*; draadloze en mobiele communicatie; internet-revolutie;
4. *Software technologie*
open source phenomenon; system software and utilities; application development tools; databases and data warehousing; new generation web;
5. *Architectuur, nieuwe diensten en applicaties*
internet e-mail standaarden; *groupware en workflow; e-commerce*; nieuwe standaarden voor ICT-beveiliging

IPTS-JRC, 1998

Het Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), een van de Joint Research Centres (JRC) van de Europese Commissie, heeft twaalf nationale ICT-technologieverkenningen vergeleken (*Recent National Foresight Studies. A Review*). Dit resulteerde in een lijst van sleuteltechnologieën die het aanbod van generieke informatie- en communicatietechnologieën drijven:

1. *Software*
software engineering; human comfort and security; emerging software technologies; distributed systems and databases;
2. *Componenten en subsystemen*
processors, semiconductors and microsystems; high performance computing and networking; peripherals; physical devices;
3. *Geavanceerde communicatietechnologie*
interactive digital multimedia services; photonic technologies; wireless communications; service engineering; security and communications management;

4. *Telematica: informatiemanagement en -engineering*
telematics engineering; information access; natural language technologies; organisation and management methods for multimedia information; information engineering; interactive electronic publishing;
5. *Telematicatoepassingen (selectie)*
EDI; e-commerce; teleworking and -conferencing; on-line learning; integrated navigation systems; environment; production automation; building; health systems; medical technologies;

Technologie Radar (1998)

De *Technologie Radar* is een verkennende studie in opdracht van het ministerie van Economische Zaken met als doel het identificeren van technologiegebieden die de komende tien jaar van strategisch belang kunnen worden voor de Nederlandse economie. Tweede doel was te onderzoeken of voldoende kennis wordt opgebouwd in de kennisgebieden die van strategische belang zijn.

De *Technologie Radar* onderscheidt negen clusters, en daarbinnen 46 technologievelden. Twee van deze clusters hebben direct betrekking op ICT. Daarnaast is er een aantal technologievelden die onder een ander (niet-ICT) cluster valt maar wel aspecten van ICT in zich hebben.

Informatie- en Communicatietechnologie

1. *Computer- en netwerksystemen*
ontwikkeling van nieuwe architecturen;
2. *Data- en kennissystemen*
databasesystemen; *datamining* en *-warehousing*; informatie *retrieval*; *workflow-* en *groupware* systemen; tele-applicaties; redeneersystemen (kunstmatige intelligentie); natuurlijke-taalverwerking;
3. *Software engineering*
architectuur; specificatie; constructie; testen; interoperabiliteit; ontwikkeltools; softwaremetriek; softwaremanagement;
4. *Technologie voor interactieve en multimediale applicaties*
productie van content; *delivery systems*; contentdiensten; distributie van content; gebruiksproces;
5. *Algoritmen en fundamenteel onderzoek.*

Opto- en Mikro-elektronica

1. *Micro-elektronica componenten, algemeen*
de technologie die nodig is om hardware componenten te ontwikkelen en te produceren, zoals geïntegreerde circuits;
2. *Micro-elektronica componenten, sensoren en actuatoren*
3. *Technologieën voor embedded software*
onder andere *low-level hardware interface layers; operating systems; task-specific libraries;*

4. *Micro-elektronische systeemontwikkeling*
technologie die nodig is om hardware componenten en software te combineren in systemen of subsystemen;
5. *Mechatronica*
synergetische combinatie van *precision mechanical engineering*, *electronic control*, systemen in het ontwerp van producten en processen;
6. *Meet- en regeltechniek*
controleren van het gedrag van complexe technische systemen, gebruikmakend van methoden en technieken uit verschillende wetenschappelijke velden.

De *Technologie Radar* kiest uit het totaal van 46 genoemde technologiegebieden vijftien strategische technologieën voor Nederland. Zes hiervan zijn IC-technologieën:

- *Data and knowledge systems*
- *Measurement and process control*
- *Micro-electronic components, sensor and actuators*
- *Production automatic technologies*
- *Software engineering*
- *Technologies for interactive and multimedia applications*

NOAG-i 2000

De *Nationale Onderzoeksagenda Informatica* is voor het eerst uitgebracht in 1997, en aangepast in 2000. Deze onderzoeksagenda moet een rol gaan spelen bij de strategie bepaling rond het ICT-onderzoek bij de overheid, de NWO en de universitaire en landelijke onderzoeksinstellingen. De onderzoeksagenda onderscheidt de volgende ICT-clusters/sectoren:

ICT-clusters/sectoren

- a. *Software Engineering*
- b. *Kennis Ontsluiting*
- c. *Virtual Environments*
- d. *Stimulatie en Modellering*
- e. *Elektronische Snelweg*
- f. *Embedded Systems*

De NOAG-i noemt daarnaast de informatica-kennisvelden (basisdisciplines) die bijdragen kunnen leveren aan toepassingsmogelijkheden voor informatica. Deze lijst vormt de weerslag van het door de *Verkenningcommissie Informatica* gedefinieerde *Onderzoekskader Informatica 1996-2005*. Daarbij werd opgemerkt dat de lijst permanent aan veranderingen onderhevig is, door de technologische ontwikkelingen en de opkomst van nieuwe disciplines.

Informatica basisdisciplines

1. *Computer- en netwerksystemen*
Parallele systemen; gedistribueerde systemen; *dependability*; simulatietechnieken;
2. *Data- en kennissystemen*
Databasesystemen; *datamining* en *–warehousing*; *information retrieval*; *workflowsystemen*; *groupware*; tele-applicaties; redeneersystemen; natuurlijke-taalverwerking;
3. *Software engineering*
Architectuur; specificatiemethoden; constructiemethoden; testmethoden; interoperabiliteit; ontwikkeltools; software metriek; software management;
4. *Interactie*
Beeld- en sensorverwerking; robotica; spraakherkenning en –synthese; computergrafiek; *user interface*-systemen;
5. *Algoritmiek*
Datacompressie; encryptie algoritmen; combinatorische algoritmen; parallele algoritmen; heuristische algoritmen; *neuro computing*;
6. *Fundamenten*
Complexiteitstheorie; computationele modellen; semantiek; procesmodellen; formele methoden.

