

Masterplan ICT

ICT, fundament voor welvaart en welzijn in Nederland

ICT-onderzoek Platform Nederland (IPN)

Eerste editie, mei 2009

Samenvatting

Om te kunnen profiteren van de ICT-wetenschappen is een solide en hoogwaardige basis nodig.

Vrijwel elk facet van het maatschappelijke, zakelijke, sociale en persoonlijke leven is afhankelijk van ICT-wetenschappen. Er bestaat een sterke correlatie tussen welvaart van een land en de kwaliteit van de ICT-voorzieningen. Nederland heeft een uitstekende uitgangspositie om welvaart en welzijn te laten profiteren van informatie- en communicatietechnologie (ICT). Zo leveren Nederlandse onderzoekers bijdragen op wereldniveau. Toch blijft Nederland achter op de mondiale innovatie-index. We zijn slecht in het absorberen en toepassen van nieuwe kennis. Een belangrijke oorzaak daarvoor is het gebrek aan goed opgeleide kenniswerkers. Hoe dat komt wordt in de eerste drie hoofdstukken van dit Masterplan ICT uiteengezet.

Om te kunnen profiteren van de ICT-wetenschappen is een solide en hoogwaardige basis nodig. Maar hoewel de behoefte aan gekwalificeerde afgestudeerde ICT'ers blijft stijgen, loopt het aantal studenten informatiewetenschappen gestaag terug.

Om het tij te keren identificeert het ICT-onderzoek Platform Nederland (IPN), in samenspraak met ICTRegie en de Informatiekamer van de VSNU, in dit Masterplan ICT vier uitdagingen en stelt het concrete maatregelen voor. Voor de uitvoering van de maatregelen is jaarlijks structureel 30 miljoen euro nodig.

De vier uitdagingen zijn:

- 1 Hoe beheersen we de complexiteit van data en systemen?
- 2 Hoe wenden we ICT aan voor maatschappelijke innovatie?
- 3 Hoe zetten we ICT in voor andere wetenschappelijke paradigma's?
- 4 Hoe krijgen we voldoende gekwalificeerde ICT-wetenschappers?

Hoe beheersen we de complexiteit van data en systemen?

Door de toenemende complexiteit van software en netwerken en door de snelgroeiende hoeveelheid, loopt de huidige ICT-technologie tegen de grenzen aan van wat maakbaar en beheersbaar is. Deze toenemende complexiteit leidt al snel tot afnemende beschikbaarheid.

Het heeft voor alle betrokkenen de hoogste prioriteit om de complexiteit, die de ICT zelf teweeg heeft gebracht, weer te reduceren. Zo wordt data hanteerbaar, wordt kennis toegankelijk, worden software en hardware betrouwbaar, en worden netwerken beter hanteerbaar.

ICT-onderzoek Platform Nederland (IPN) stelt de volgende maatregelen voor:

- 1 Breng het kernonderzoek in balans met toegepast en innovatief onderzoek.
- 2 Definieer drie clusters, waarin relevante (universitaire) groepen gezamenlijk strategische lijnen uitzetten en uitvoeren voor onderwijs en onderzoek.

Het benodigde budget bedraagt 10 miljoen euro per jaar structureel.

Hoe wenden we ICT aan voor maatschappelijke innovatie?

De kansen voor ICT en de maatschappij liggen in het feit dat ICT in bijna elke innovatie een aanjagende rol heeft. Het Innovatieplatform heeft zes sleutelgebieden aangewezen voor innovatie en ICT benoemd tot innovatie-as. Als ICT relevant is voor deze sleutelgebieden, dan is ICT-onderzoek dat ook.

ICT-onderzoek Platform Nederland stelt de volgende maatregelen voor:

- 1 Inventariseer de impact van de ICT en ICT'ers op maatschappelijke prioriteiten en de sleutelgebieden.
- 2 Zorg voor een naadloze kennistransitie van wetenschapscentra naar industriële kenniscentra.
- 3 Stimuleer de rol van de overheid als 'launching customer' voor softwaresystemen.

Het benodigde budget bedraagt 7 miljoen euro per jaar structureel.

Hoe zetten we ICT in voor andere wetenschappelijke paradigma's?

ICT heeft een aanjagende rol in de ontwikkeling van andere wetenschappelijke disciplines. In allerlei wetenschapsgebieden heeft ICT tot nieuwe onderzoeksparadigma's geleid en is ICT cruciaal voor de vooruitgang.

ICT-onderzoek Platform Nederland ondersteunt het pleidooi van ICTRegie voor investering in en benutting van de ICT-(kennis)infrastructuur voor al het wetenschappelijk onderzoek.

ICT-onderzoek Platform Nederland stelt de volgende maatregel voor:

Bevorder de goede wisselwerking tussen ICT en andere wetenschapsgebieden. Ontwikkel samen generieke ICT-methoden en -technieken en zet deze vervolgens zo breed mogelijk in.

Het benodigde budget bedraagt 6 miljoen euro per jaar structureel.

Hoe krijgen we voldoende gekwalificeerde ICT-wetenschappers?

Dit Masterplan ICT benadrukt de samenhang tussen bevordering van het onderzoek in de ICT en de bevordering van onderwijs in de ICT. Innovatie door ICT vraagt om hoogopgeleide, in de ICT geschoolde werknemers en om samenwerking tussen alle partijen in de kennisketen. Daarvoor is het nodig om zowel de uitstroom van afgestudeerden als het aantal onderzoekers in de sector te vergroten.

ICT-onderzoek Platform Nederland stelt de volgende maatregelen voor:

- 1 Stel landelijk onderschreven kernkwalificaties op voor ICT(-gerelateerde) bachelors.
- 2 Ontwikkel een duidelijk profiel van de beroepen na het volgen van een ICT-opleiding.
- 3 Moderniseer het inhoudelijke deel van het havo- en vwo-onderwijs door samenwerking tussen hbo en universiteit in de ICT-wetenschappen.
- 4 Verbeter de aansluiting tussen hbo en universiteit.
- 5 Bevorder dat ICT-onderzoekers en -docenten meewerken aan het verduidelijken van het beroepsperspectief voor ICT-studies.
- 6 Bevorder popularisering en voorlichting.

Het benodigde budget bedraagt 7 miljoen euro per jaar structureel.

Ten geleide

Het Masterplan ICT is geschreven door het ICT-onderzoek Platform Nederland (IPN)¹, in opdracht van het NWO-gebiedsbestuur Exacte Wetenschappen² en in afstemming met Technologiestichting STW³, de VSNU-kamer Informatica⁴ en ICTRegie⁵.

Dit Masterplan ICT concentreert zich op wetenschappelijk onderzoek en onderwijs.

Het Masterplan ICT representeert een coherente visie op het gebied van onderzoek, onderwijs en toepassingen in de ICT in Nederland. Doel is de ICT-sector als geheel sterker te maken door middel van kwalitatief hoogstaand ICT-onderzoek en -onderwijs en door de sector beter te organiseren in maatschappelijk perspectief.

In de uitgave 'Met vaste hand. De nationale onderzoeksagenda ICT 2005-2010' (NOAG-ict)⁶, is vanuit ICT-onderzoekers een definitie van het onderzoeksveld gegeven, tezamen met gedetailleerde beschrijvingen van belangrijke onderzoeksthema's. Dit Masterplan ICT bouwt daarop voort door ook de vertegenwoordigers van het onderwijs bij de ontwikkeling van de sector te betrekken. Zo markeert dit masterplan de verdere volwassenwording van ICT-onderzoek én -onderwijs in Nederland.

Het Masterplan voor onderzoek versijnt tegelijkertijd en in nauwe samenwerking met het plan ICT2030.nl van ICTRegie, waarin een langetermijnvisie wordt gegeven voor de ICT in Nederland. Het programma ICT2030.nl bestrijkt het hele terrein van ICT-beoefening tot en met de publiekprivate samenwerking. Dit Masterplan ICT concentreert zich op wetenschappelijk onderzoek en onderwijs.

Het plan is en wordt besproken met alle partijen die bij het ICT-onderzoek en -onderwijs betrokken zijn als beleidsvormer, leverancier of afnemer. Op het ICTDelta-congres 2009 is deze eerste editie van het Masterplan ICT gepresenteerd.

Het Masterplan ICT is primair bedoeld voor de ontwikkeling van beleid voor academisch onderzoek en onderwijs in een landelijk en gezamenlijk kader.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Ten geleide	6
1 De ICT in Nederland	10
2 De impact van ICT	14
3 Hoe staat de ICT ervoor?	16
4 Uitdagingen en maatregelen	24
5 Begroting	34
Bijdragen	38

1

De ICT in Nederland

Nederland is in een uitstekende uitgangspositie om welvaart en welzijn te laten profiteren van de huidige informatierevolutie.

Nederland heeft met 82 procent in Europa de hoogste penetratie van internet in huishoudens.

Vele delen van het maatschappelijke, zakelijke, sociale en persoonlijke leven zijn afhankelijk geworden van de informatiewetenschappen: variërend van telefoon, bankpas, televisie, werkomgeving en weersvoorspelling tot sociale interactie, organisaties van voetbalclubs en informatievoorziening via internet. Nederland heeft met 82 procent in Europa⁷ de hoogste penetratie van internet in huishoudens. Dit schept voor bedrijfsleven en overheid goede mogelijkheden voor het aanbieden van nieuwe diensten en producten, die weer zullen leiden tot toekomstige innovaties. Generieke applicaties ontwikkelen op basis van onze sterke bedrijfstakken, zoals logistiek, zorg, overheidsprocessen en financiële dienstverlening, biedt mogelijkheden om deze bedrijfstakken een verdere voorsprong te geven en om onze kennis op een winstgevende manier te exporteren.

Kenniswerkers

Het doel van dit plan is het leggen van de fundamenten voor de maatschappij van de toekomst. In 2000 stond Nederland op de vierde plaats op de wereldconcurrentie-index. Na een terugval zijn we recent gestegen van de tiende naar de achtste plaats. Onze innovatie-index blijft echter achter: we zijn slecht in het absorberen en toepassen van nieuwe kennis. Belangrijke oorzaak daarvoor is onder andere het gebrek aan goed opgeleide kenniswerkers. Ook de kwaliteit van informatie en kennis (en innovatiewaarde van de informatieontsluiting), de kwaliteit van de netwerken en de innovatieve kwaliteiten van hardware en software zijn bepalend voor onze concurrentiepositie⁸. Daarom is investering in een solide informatiewetenschappelijke basis een voorwaarde voor het behoud en de verdere bloei van de informatie- en kennismaatschappij, ook in Nederland.

Nederland heeft de kennispiramide niet meer op orde.

Concurrentiepositie

Tijden van economische neergang vragen om nieuwe initiatieven en het aanjagen van economische bedrijvigheid. Alom worden plannen bedacht voor werk aan de traditionele infrastructuren. In onze moderne communicatiemaatschappij hebben grootschalige investeringen in nieuwe ICT-infrastructuren evenzeer een prioriteit voor het aanjagen van onze economische motor. Niet alleen komt dit onze concurrentiepositie ten goede, maar het verschaft ook veel hoogwaardige werkgelegenheid. Voorbeelden daarvan zijn het breed uitrollen van glasvezel-tot-aan-huis, het gereedmaken van de infrastructuur voor draadloze breedbandverbindingen en investeren in rekengrids. Bij de investeringen in het netwerk is een integrale visie van groot belang. Ook de reken-, dataverwerkings- en systeeminfrastructuren bovenop het netwerk zijn bepalend voor het succes van het netwerk, en nodig om onze internationale concurrentiepositie te versterken. Uit vele statistieken blijkt namelijk een sterke correlatie tussen welvaart van een land en de kwaliteit van de ICT-voorzieningen.

Succesvol Nederlands onderzoek

Nederlandse onderzoekers leveren bijdragen op wereldniveau, zoals blijkt uit een recente citatieanalyse van het vakgebied⁹. De 'citation impact' van Nederlandse informaticagroepen ligt

significant boven het wereldgemiddelde en de kwaliteit van het Nederlandse informaticaonderzoek is even hoog als die van andere Nederlandse exacte wetenschappen. Bovendien ligt in de top tien procent van de wereldwijd meest geciteerde informatica-artikelen het aantal artikelen van Nederlandse informaticaonderzoekers vijftig procent hoger dan mag worden verwacht.

Individueel Nederlands onderzoek is zichtbaar op wereldniveau. Edsger Dijkstra (1930-2002) wordt wereldwijd gezien als een van de pioniers van de informatica. Hij leverde onder andere het befaamde kortstepad algoritme, dat een cruciale rol speelt in routeplanning zoals TomTom en vele andere problemen. De Amsterdamse hoogleraar Andy Tanenbaum stond aan de basis van het populaire bedrijfssysteem Linux. Python, een taal waarin vele internetapplicaties zijn geprogrammeerd, komt uit Nederland. Security, softwarebetrouwbaarheid, zoeken en interactie halen vaak de krant, ook met onderzoek uit Nederland. Wireless LAN en Bluetooth zijn Nederlandse vindingen. En zo verder. Aan goed onderzoek en de verkondiging daarvan ligt het niet. Dit Masterplan ICT streeft naar meer van dit soort wereldbepalende uitvindingen door fundamenteel en toegepast onderzoek.

Uit vele statistieken blijkt een sterke correlatie tussen welvaart van een land en de kwaliteit van de ICT-voorzieningen.

Groeiende impact

Nederland heeft de kennispiramide niet meer op orde. Het aantal posities in de organisaties voor toegepast ICT-onderzoek zoals bij TNO, Novay (voorheen het Telematica Instituut), het Embedded Systems Institute en het Holst-centrum is de afgelopen jaren gegroeid naar circa 900¹⁰. Ook het aantal informatiewetenschappers buiten de ICT-instituten groeit¹¹. In de geesteswetenschappen, geschiedenis, letteren en mediawetenschappen groeit de belangstelling voor ICT zichtbaar. In gammawetenschappen zoals cognitie en sociologie is ook een trend naar kwantificering en modelering waarneembaar. Dat zijn allemaal bewijzen van een groeiende impact van ICT.

Wetenschappelijke basis

Om zowel de toepassers als de andere disciplines te kunnen blijven voeden met nieuwe inzichten en in hun wensen en behoeften te kunnen voorzien, is een solide en hoogwaardige wetenschappelijke basis nodig. Uit de recente ICT-scan van ICTRegie blijkt dat de academische instituten ongeveer vijfhonderd fte in vaste dienst hebben voor informatiewetenschappelijk onderwijs en onderzoek. Dat is tien procent minder dan in 2004.

Onze kennisbasis wordt zwakker en dit is mede de oorzaak van de matige positie van Nederland op de innovatie-index, zoals hierboven uiteengezet.



De impact van ICT

Onderzoek heeft als doel om onze kennis te vergroten. De geschiedenis laat zien dat daardoor ook economische groei, welvaart, welzijn en kwaliteit van leven toenemen.

Digitale welvaart

ICT¹² bevordert productiviteit door efficiënte allocatie van goederen en diensten, maakt nieuwe medische behandelingen mogelijk, levert inzicht in het klimaat, verandert de manieren van communicatie en samenwerking, leidt tot volledig nieuwe onderzoeksmethodes in de meeste wetenschapsgebieden, geeft kennis uit data, geeft bekendheid aan bedrijven en instellingen door websites, enzovoort. De economische en maatschappelijke invloed van kennis, informatie, communicatie en media, en de daarvoor benodigde technologie, kan niet worden overschat. Een goed onderzoeksbeleid voor de ICT is daarom essentieel. Onze welvaart is immers digitale welvaart¹³.

Vijftig jaar ontwikkeling in de informatica, de artificial intelligence, de communicatietechnologie en de informatiekunde hebben ertoe geleid dat de computer is omgevormd van een energieslurpende, nietskunnende, kamervullende rekenmachine naar een alomtegenwoordig, krachtig en vaak onzichtbaar apparaat. Onzichtbaar maar onmisbaar. Een virusinfectie of computerkraak zendt onmiddellijk schokgolven door de wereld, maar een mobiel met een nieuwe manier van bedienen ook. De volledige digitalisering van maatschappij en cultuur roept grote vragen op, maar schept ook nieuwe mogelijkheden. De computer heeft allang niet meer alleen technische impact, maar heeft het leven op aarde veranderd en een schep gedaan op het tempo van innovatie.

*Honderdvijftig jaar ontwikkeling in communicatietechnologie*¹⁴ heeft ertoe geleid dat de wereld virtueel onder onze vingertoppen ligt: we kunnen altijd en overal informatie uitwisselen met de hele wereld, net zo makkelijk met de burens als met

iemand in de VS. We dragen de hele informatievoorziening met ons mee, waar we ook gaan. Dat verandert het leven, familiebanden en het werk. Het internet wordt met recht beschouwd als de grootste en meest complexe machine ooit door mensen gebouwd. In het 'internet of things' dragen wij straks duizenden sensoren en actuatoren met ons mee die informatie uitwisselen via draadloze en glasvezelnetwerken. Als ruggengraat van onze informatiemaatschappij dragen communicatienetwerken grote verantwoordelijkheid voor het verspreiden van welvaart, cultuur en welzijn. Ze zijn onontbeerlijk voor economische bedrijvigheid.

Informatie verandert de wereld

Elke discipline waarin ICT-wetenschappen hun entree doen wordt beïnvloed. Voorbeelden hiervan zijn de digitalisering van cultureel erfgoed, het gebruik van grootschalige netwerk-analyses in de sociale wetenschappen en het visualiseren van grote datacollecties in velerlei gebieden. Het is goed om in te zien dat elke nieuwe discipline de ICT zelf ook beïnvloedt. Toepassingen in de natuurkunde hebben geleid tot hernieuwde aandacht voor grootschalige simulaties, analyse van biologische data heeft aan de wieg gestaan van de bioinformatica, toepassingen in de bancaire sector creëren de behoefte aan veilige systemen die altijd functioneren, de consumentenelektronica heeft geleid tot massaproductie van toepassings specifieke chips, en zo verder. De koppeling tussen disciplines en ICT-wetenschappen is zelden rechtstreeks. Consumenten vroegen aanvankelijk helemaal niet om lichtere en kleinere apparatuur, maar toen ze draagbare apparatuur kregen, bleek die veel gewilder dan wie dan ook had kunnen voorzien.

3

Hoe staat de ICT ervoor?

ICT-wetenschappen hebben een enorme impact. Iedereen is bekend met toepassingen van ICT. De keerzijde van deze toepasbaarheid is dat ICT-wetenschappen als fundamenteel wetenschapsgebied zodanig door het succes van toepassingen overschaduwd wordt, dat wetenschappelijke vooruitgang in de ICT zelf tot stilstand dreigt te komen.

Ontwikkelingen in de ICT-wetenschappen

Vraaggestuurd en nieuwsgierigheidgedreven onderzoek

De kern van onze visie op onderzoek in de ICT is de onverbreekelijke samenhang tussen inspiratie uit toepassingen van de ICT-wetenschappen en inspiratie uit het stellen van fundamentele vragen.

Er zijn vele voorbeelden van vraaggestuurd onderzoek, meestal op de korte termijn: het internet is ontstaan door de behoefte aan informatie-uitwisseling bij zowel wetenschappers als het Amerikaanse Department of Defense. Softwareontwerpmethodiek komt voort uit de noodzaak systemen betrouwbaarder te maken. De kabel en ADSL komen voort uit de behoefte naar hogere internetsnelheden op bestaande vaste netwerkinfrastructuren.

Er zijn echter even zovele voorbeelden uit (lange termijn) nieuwsgierigheidgedreven onderzoek waar geen vraagsturing aan te pas is gekomen. Met alleen maar vraagsturing zouden er geen grafische gebruikersinterfaces, zoekmachines of expertsystemen zijn geweest en dus ook niet de impact die we nu waarnemen. Ook glasvezeltechnieken boden aanvankelijk veel meer capaciteit dan waarnaar werd gevraagd, maar blijken nu toch erg nuttig. Vraaggestuurd en nieuwsgierigheidgedreven onderzoek behoren hand in hand te gaan. Het is belangrijk om te constateren dat er behoefte is aan onderzoek zonder vraagsturing, strategisch onderzoek met indirecte vraagsturing en ook onderzoek met directe vraagsturing in toegepast onderzoek.

Omvang universitair ICT-onderzoek (inclusief CWI) in 2004 en 2007

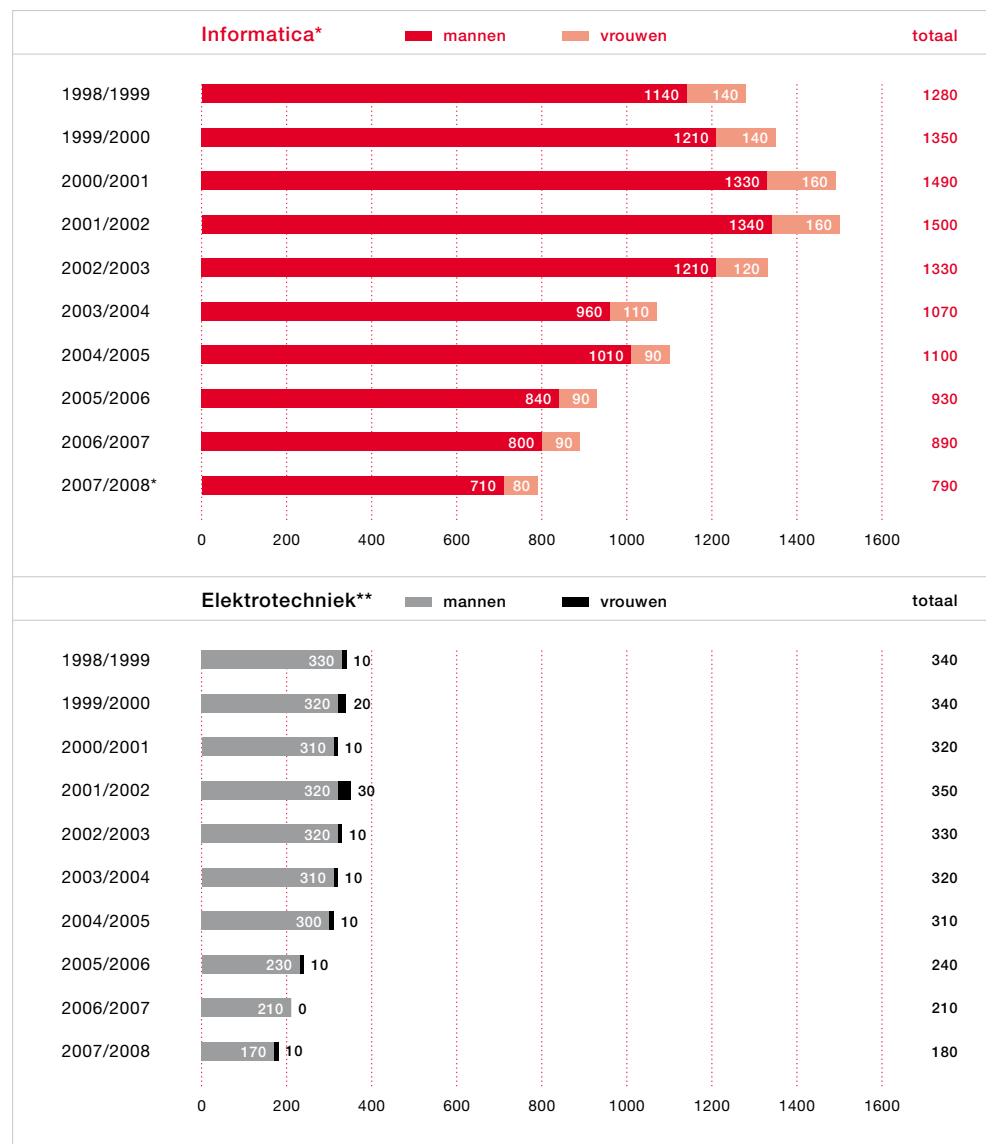
Bron: 'Achter het scherm'. ICT-scan 2008, Technopolis/Dialogic/ICTRegie

	2004		2007	
Aantal onderzoekers (fte)	Totaal	%	Totaal	%
Hoogleraar/U(h)d	547	31%	504	28%
Aio/Postdoc	1.036	59%	1.099	60%
Overig	181	10%	220	12%
Totaal	1.764		1.823	
Inkomsten (M€)	Totaal	%	Totaal	%
1ste geldstroom	70	61%	73	54%
2de geldstroom	20	18%	26	19%
3de geldstroom	24	21%	36	27%
Totaal	114		135	

De inkomsten zijn tussen 2004 en 2007 weliswaar met 21 miljoen euro toegenomen, maar gecorrigeerd voor inflatie en loonstijging (van met name de aio's) is de stijging in reële termen beperkt. De eerste geldstroom is vrijwel constant gebleven. De stijging van de derde geldstroom komt voor een groot deel door de tijdelijke inkomsten uit BSIK/FES. Ook de toename in de tweede geldstroom is grotendeels niet-structureel, maar afhankelijk van tijdelijke programmafianciering.

Instroom eerstejaarsstudenten, universiteiten, bachelor- en doctoraalopleidingen

Bron: CBS Statline databank



* Informatica = incl. Technische Informatica, Kunstmatige Intelligentie en informatiekunde

** Niet alle elektrotechniek is ICT

Brug tussen vraag en onderzoek

Innovatie als proces wordt vaak gezien als een lineaire keten waarin ideeën, die ontstaan bij universiteiten, naar de markt moeten worden gebracht. Dit ideegerichte innovatiemodel staat in contrast tot het mensgerichte model¹⁵. Innovatie ontstaat juist in contacten van bedrijven met klanten. Die innovatievraag kan alleen worden gerealiseerd door werknemers in bedrijven met fundamentele kennis. Blijvende oplossingen in de ICT die de wereldwijde concurrentie het hoofd kunnen bieden, vragen om fundamentele oplossingen. Hiervoor zijn hoogopgeleide werknemers nodig die op de hoogte zijn van actuele academische kennis en die vragen kunnen vertalen naar een vertrekpunt voor onderzoek en ontwikkeling. Het is in ieders belang om universiteiten en onderzoeksinstituten te versterken als de broedplaatsen waar jonge mensen de fundamentele kennis en nieuwe ideeën opdoen. Zij zijn nodig om de problemen van vandaag én morgen op te lossen en om later innovatieve ideeën te vertalen naar onderzoeksvragen. Het is in ieders belang dat die broedplaatsen ook voor iedereen open en toegankelijk zijn.

Ontwikkelingen in het onderwijs

Te lage uitstroom

De maatschappij en industrie lijden onder een veel te lage uitstroom van studenten die voldoende toegerust zijn om complexe vraagstukken op het gebied van informatiewetenschappen en -technologie aan te kunnen, terwijl de behoefte aan gekwalificeerde afgestudeerde ICT'ers blijft stijgen¹⁶ (zie de tabel links).

Beeld ICT-wetenschappen

Uit verschillende marktstudies is gebleken dat het beeld van informatiewetenschappen niet strookt met wat de opleidingen voor ogen staat. ICT of informatiewetenschappen worden veelal geassocieerd met traditionele automatiseringsprojecten, die te lijden hebben van kostenoverschrijdingen en te late opleveringen. Daarnaast wordt ICT te sterk geassocieerd met programmeren, terwijl academische opleidingen programmeervakken slechts als vaardigheidsblokken in hun curriculum opnemen. Te weinig worden informatiewetenschappen geassocieerd met technische en bedrijfsmatige innovatie, wetenschap, en complexe engineering.

Beroepsperspectief

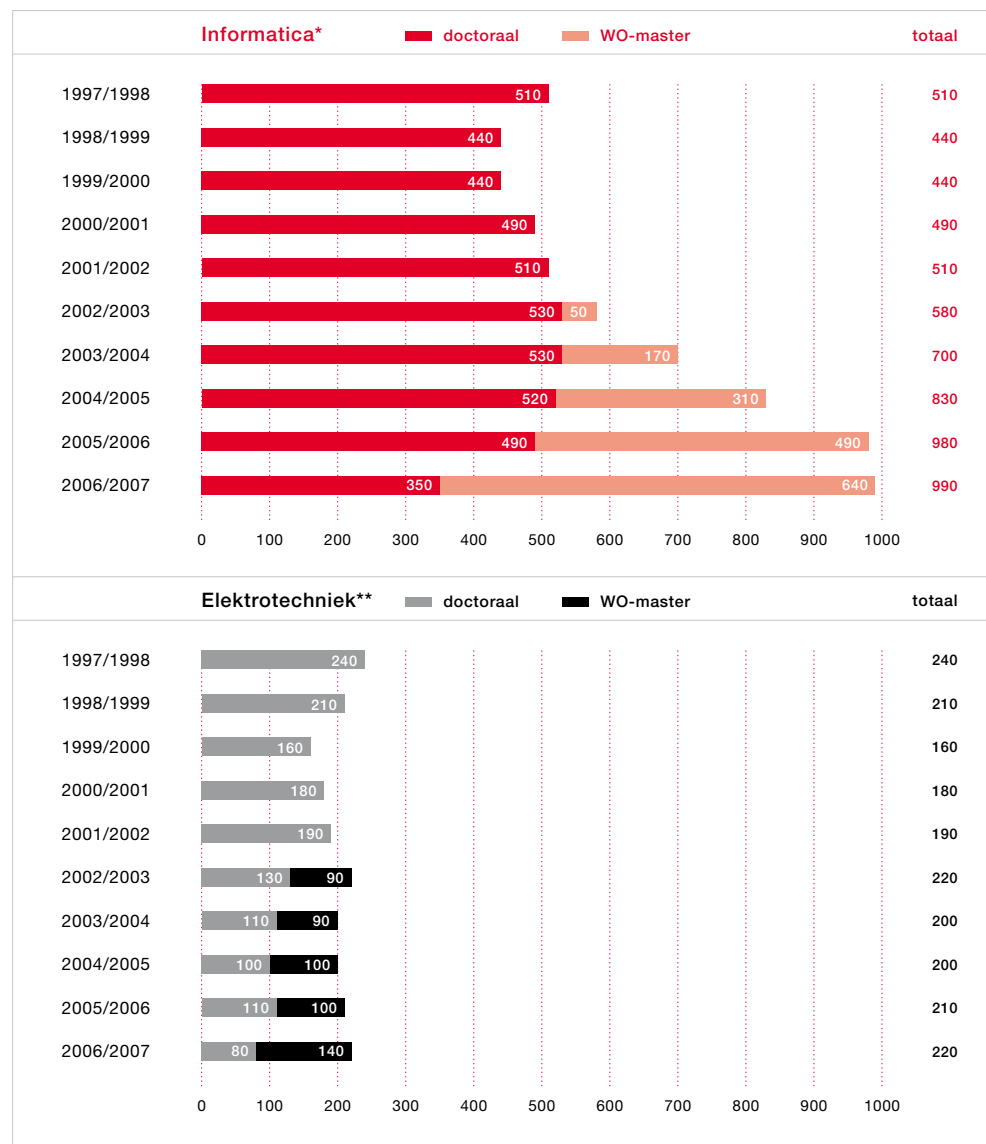
Voor menigeen is het duidelijk dat de arbeidsmarkt voor afgestudeerden uitermate gunstig is. De eigen presentaties van de opleidingen naar de buitenwereld kunnen echter beter. In de voorlichting aan bedrijven – toekomstige afnemers van studenten – en ook in de voorlichting aan nieuwe studenten kan het beeld van ICT beter worden gepresenteerd. Het helpt dan als er een gezamenlijk Nederlands spraakgebruik is, daar heeft iedereen baat bij. Dan kan voor ICT-studenten het beroepsperspectief ook helder worden.

Middelbare scholen

Onderwijs op de middelbare school speelt een cruciale rol. Geconstateerd moet worden dat wat er aan onderwijs in de informatiewetenschappen aangeboden wordt op havo- en vwo-niveau, geen weerspiegeling is van het vak.

Uitstroom studenten, universiteiten, doctoraal- en masteropleidingen

Bron: CBS Statline databank



* Informatica = incl. Technische Informatica, Kunstmatige Intelligentie en informatiekunde

** Niet alle elektrotechniek is ICT

Er ligt een sterk accent op recepten voor het bedienen van computers en daarnaast - in het beste geval - op onderwerpen zoals programmeren, computerarchitectuur, databases en besturingssystemen. Dat is voor het jonge publiek niet het meest aantrekkelijke deel van ICT. Het wezen van kennis en informatie, digitalisatie van rekenen en data, formalisering van processen, inspirerende toepassingen en innovatieve ontwikkeling zijn in de ICT breed en diep, een combinatie die onvoldoende uit de verf komt in de huidige programma's voor havo en vwo.

Professionalisering leerkrachten

Het onderwijs in de informatica op middelbare scholen wordt gegeven door gemotiveerde leerkrachten. Aan de kwalificaties en opleiding met recente ICT-kennis en inzichten kan echter nog wel wat verbeteren. Door de snelle ontwikkeling in de ICT hebben docenten baat bij een compleet beeld, bij een overzicht over de recente ontwikkelingen in het veld en bij nieuw onderwijsmateriaal en didactische hulpmiddelen specifiek voor de ICT.

Hbo ten opzichte van universiteit

Een onduidelijk verschil tussen hbo en academische opleidingen lijkt wetenschappelijke studies geen goed te doen. Waar de ICT-opleidingen aan het hbo zich bij uitstek zouden kunnen profileren op professionalisering op basis van het huidige kennisniveau, zouden universiteiten duidelijker moeten maken dat zij juist het accent leggen op academische vorming en verhoging van het kennisniveau (zie de tabel links).

Doorstroom van hbo naar universiteit

Menigeen wil overstappen van het hbo naar de universiteit, bijvoorbeeld omdat zij aanvankelijk de kans op academisch onderwijs hebben gemist. De overgang van hbo naar universiteit is dan een teken van emancipatie. Hierbij doet zich het praktische probleem voor dat het uitstroomprofiel en -niveau van de hbo-ICT-opleidingen vaak onvoldoende aansluiten op de instroom-eisen voor universitaire masterprogramma's. Dit heeft geleid tot omvangrijke schakelprogramma's, die een averechts effect hebben op doorstroom van studenten. Om toch de beoogde doorstroom te realiseren moet er worden gezocht naar mogelijkheden om deficiënties tussen uitstroom uit het hbo en instroom in een master te verminderen.

ICT-wetenschappers

Terugloop studentenaantal

Nederland kampt met hetzelfde probleem als dat nu in andere westerse landen speelt: het aantal studenten informatiewetenschappen loopt sinds 2000 gestaag terug. In de Verenigde Staten, het Verenigd Koninkrijk en de ons omliggende landen is door diverse instanties de noodklok geluid. Nederland staat dus niet alleen, maar als we de ambitie hebben een kennisland te zijn en te blijven, is een forse investering in het opleiden van onze kenniswerkers op het gebied van informatiewetenschappen nodig.

Instroom van vrouwen

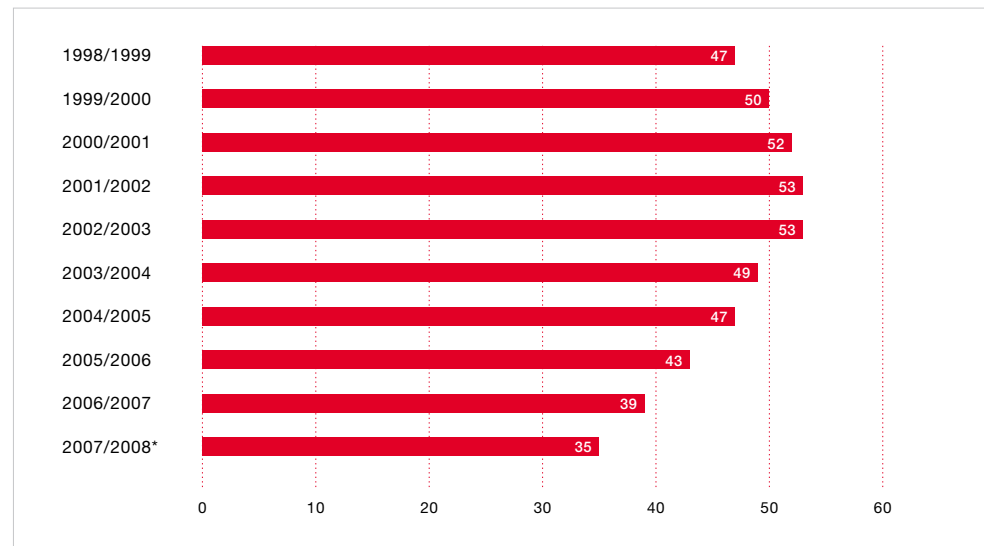
De instroom van meer vrouwen kan voor een gedeeltelijke oplossing zorgen. Nederland is één van de landen waarin vrouwen sterk ondervertegenwoordigd zijn in ICT-onderwijs en -onderzoek. De campagnes om vrouwen te enthousiasmeren voor ICT moeten de komende jaren worden doorgetrokken.

Brain circulation

'Brain drain' en 'brain gain', of in het algemeen 'brain circulation', zijn termen die gebruikt worden om talent uit te wisselen. Er is geen gebied dat hier meer baat bij heeft dan de ICT, door de enorme innovatiesnelheid en impact binnen het vakgebied.

Aandeel informatica in instroom eerstejaarsstudenten bètastudies*

Op basis van gegevens uit CBS Statline databank



* Bètastudies = biowetenschappen, informatica, natuurkunde, scheikunde, wiskunde

Meer en meer landen zullen in de nabije toekomst proberen de talenten op het gebied van informatiewetenschappen te behouden en aan te trekken. Nederland kan hier niet bij achterblijven. Dit betekent dat Nederland de uitstraling moet hebben van een land waar de ICT-studies van hoog niveau zijn en wereldwijd hoog aangeschreven staan. De internationalisering van het hoger onderwijs is in volle gang op alle niveaus, van uitwisseling voor een semester tot een onderzoekstraject van vier jaar in een ander land. Elke kans om meer buitenlandse studenten naar Nederland te halen voor ICT-onderwijs en -onderzoek moet worden benut. Dit Masterplan ICT draagt bij aan een klimaat om in de komende jaren de meest getalenteerde studenten te blijven trekken.

Behoud van talent

De keerzijde is de uitdaging om getalenteerde Nederlandse en buitenlandse studenten en onderzoekers op het gebied van ICT te behouden. Het komt regelmatig voor dat studenten en onderzoekers na een studie in Nederland naar het buitenland vertrekken. Als het niveau van instroom goed is, is doorstroom een teken van goede gezondheid. Maar internationale uitstroom van talent stelt eisen aan Nederland in het bieden van toponderzoek en goed onderwijs om het vertrek weer aan te vullen of tijdelijk uit te stellen. De aanwezigheid van jonge, goed opgeleide ICT'ers is immers een voorwaarde voor economische groei. De beschikbaarheid van jonge, goed opgeleide ICT'ers – als onderdeel van het gehele ICT-netwerk en de kennisinfrastructuur – zijn belangrijke factoren die internationale bedrijven doet besluiten zich in Nederland te vestigen. Dit Masterplan ICT benadrukt de samenhang tussen bevordering van het onderzoek in de ICT

en het onderwijs in de ICT. Bestendinging en verdere groei van onze digitale welvaart en ons digitale welzijn vragen om maatschappelijke innovaties die alleen gedragen kunnen worden door een sterke ICT-kennisinfrastructuur die Nederland in staat stelt de hieruit voortvloeiende uitdagingen met succes aan te pakken. Innovatie door ICT is van eminent belang en vraagt urgent om hoogopgeleide, in de ICT geschoolde werknemers en om samenwerking tussen alle partijen in de kennisketen.

SWOT-analyse

Het sterke punt van het ICT-onderzoeksveld is de kracht van het onderzoek zoals aangetoond in een recente citatieanalyse⁹. Ook de positie van de ICT-sector in Nederland is sterk. Nederland is een ICT exporterend land.

De kansen voor ICT en de maatschappij liggen in het feit dat ICT in bijna elke innovatie een aanjagende rol heeft (zie uitdaging 2) en een aanjagende rol in de ontwikkeling van andere wetenschappelijke disciplines (zie uitdaging 3). De belangrijkste bedreigingen zijn de verregaande toename van de complexiteit die met ICT en het digitale dataverkeer meekomt (zie uitdaging 1). We bepleiten daarom een gebalanceerde opzet tussen fundamenteel en toegepast onderzoek, en tussen vraaggestuurd onderzoek en onderzoek op eigen initiatief (zie uitdaging 1). Een andere bedreiging is de dalende instroom van studenten (zie uitdaging 4). Maar het meest opvallende punt van zwakte is dat het ICT-onderzoek te veel naar binnen is gekeerd. Dit Masterplan ICT markeert de afsluiting van die periode. Hoe dan ook, of het nu sterktes of zwaktes zijn, bedreigingen of kansen: alles is ICT¹⁷.

4

Uitdagingen en maatregelen

Dit Masterplan ICT legt het fundament voor het oplossen van de volgende uitdagingen:

Hoe wenden we ICT aan voor maatschappelijke innovatie?
'Elke innovatie begint of eindigt met ICT'

1

Hoe beheersen we de complexiteit van data en systemen?
'Maak ICT weer eenvoudig'

2

Hoe zetten we ICT in voor andere wetenschappelijke paradigma's?
'Geen ICT zonder wetenschappers en kenniswerkers'

3

Hoe krijgen we voldoende gekwalificeerde ICT-wetenschappers?
'Wetenschap en ICT kunnen niet zonder elkaar'

4

Uitdaging 1 Onderzoek naar complexiteitsreductie

Toenemende complexiteit

De toenemende grootte en complexiteit van software vraagt om een beter inzicht in het ontwerpen, bouwen en onderhouden van software van steeds betere kwaliteit. Ook hardware wordt steeds ingewikkelder. Het succes van de ICT vraagt elke twee jaar om een verdubbeling van de hardware in de rekensnelheid, en elk jaar om een verdubbeling van de opslagcapaciteit. De verdubbeling van netwerkcapaciteit verloopt zelfs nog sneller.

Hoeveelheid data

De hoeveelheid data groeit snel door de digitalisatie van sensoren, de toegenomen opslagcapaciteit en vooral door de snelheid van netwerken. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot enorme hoeveelheden data die altijd en overal beschikbaar zijn. Dit levert echter lang niet altijd meer kennis of inzicht op: zowel de consument als de professional gaan vaak ten onder in deze data-explosie.

Fundamentele doorbraken

Beheersing van complexiteit is van nut voor de steeds grotere systemen die we dankzij het succes van de ICT zijn gaan gebruiken. De huidige technologie loopt aan tegen de grenzen van wat maakbaar en beheersbaar is. Uitbreiden van een systeem met duizend componenten met slechts één nieuwe component, kan de complexiteit van het systeem verdubbelen. Er is dringend behoefte aan fundamentele doorbraken die ons in staat stellen veel grotere systemen te maken die gegarandeerd betrouwbaar zijn.

Betrouwbare netwerken

Beheersing van complexiteit is ook van belang ten aanzien van de vele naast elkaar opererende netwerken. Er zijn nu netwerken die oorspronkelijk bedoeld waren voor alleen telefonie of voor alleen kabeltelevisie. Deze netwerken worden nu met moeizame aanpassingen enigszins geschikt gemaakt om ook andere diensten als internetverkeer te vervoeren. Door ingrepen in de hardware en software kunnen de verschillende diensten convergeren in één enkele netwerkorganisatie, waarmee de complexiteit, het energieverbruik en het onderhoud afnemen, het gebruik met nieuwe diensten wordt vergemakkelijkt en de betrouwbaarheid toeneemt. De noodzaak voor verbeterde robuustheid en betrouwbaarheid geldt ook voor het gebruik van ICT in andere systemen, zoals machines, productieprocessen, apparaten en transportmiddelen. Nederland heeft daar inmiddels een sterke positie in verworven die verder kan worden uitgebouwd.

Maatregel 1.1

Investeer in ICT-onderzoek om data hanteerbaar, kennis toegankelijk, software en hardware betrouwbaar, en netwerken inclusief hun bouwstenen beter hanteerbaar te maken. Deze onderzoeksinspanning heeft voor alle betrokkenen de hoogste prioriteit om de complexiteit, die de ICT zelf teweeg heeft gebracht, ook weer zelf te reduceren. Hiervoor moet de investering in het kernonderzoek in betere balans worden gebracht met toegepast en innovatief onderzoek.

Maatregel 1.2

Definieer drie nationale clusters, waarin relevante (universitaire) groepen gezamenlijk strategische lijnen uitzetten en uitvoeren voor onderwijs en fundamenteel onderzoek. Sluit met deze clusters, waar fundamenteel onderzoek wordt verricht, aan bij onderwerpen waarvoor ook een maatschappelijk draagvlak bestaat. Dit kan blijken uit het bestaan van een ICT-innovatieplatform (IIP) of een andere organisatie die een maatschappelijk belang tot uitdrukking brengt.

Uitdaging 2 ICT voor maatschappelijke en economische innovatie

De informatierevolutie brengt grote veranderingen met zich mee die ook hun invloed hebben op onderwijs en onderzoek in de ICT-wetenschappen. Veel resultaten van onderzoek komen nu langzaam maar zeker op grotere schaal beschikbaar. Voorbeelden hiervan zijn het gebruik van ICT-wetenschappen in de gezondheidszorg, surveillancetechnieken voor ouderen - het levensloopbestendige huis voor een langere zelfzorg - gebruik van games in de verslaafdenzorg, ICT en arbeid, e-werken, onlineparticipatie van burgers in de politiek en het ontsluiten van museale collecties om er maar een paar te

noemen¹⁸. Invoering van resultaten van onderzoek leidt onvermijdelijk tot het inzicht dat de beschikbare methoden en technieken beperkingen hebben en genereert nieuwe onderzoeksvragen. Ook leiden deze toepassingen tot nieuwe ideeën over sociale interactie, culturele doorbloeiding, gebruikersparticipatie en directe democratie die op zich weer velerlei informatiewetenschappelijke vragen oproepen. Voor zover hierboven niet al genoemd, betreft dit vragen op het gebied van mens-machine-interactie, toegankelijkheid, veiligheid en mobiliteit.

Het Innovatieplatform heeft ICT benoemd tot innovatie-as en zes sleutelgebieden aangewezen. Dit is de relatie:

Innovatiethema	Bloemen & voedsel	Hightech-systemen & materialen	Water	Chemie	Creatieve industrie	Pensioenen & sociale verzekeringen
ICT-bijdrage aan						
Beheersing complexiteit	■	■		■	■	■
Maatschappelijke innovatie	■	■	■	■		
ICT voor wetenschap	■	■	■	■	■	

In de sleutelgebieden is de mogelijke inbreng van ICT evident. We noemen steeds drie voorbeelden.

- Voor het sleutelgebied Bloemen en voedsel ligt er inbreng in de logistiek, in food-e-science, en in betrouwbaar internet-betalingsverkeer.
- Voor Hightechsystemen begint de last van bestaande softwaresystemen een groot probleem te worden, maar ook de huidige ontwerpmethodieken blijken veelal ontoereikend te zijn. Daarnaast leiden communicatietechnieken tussen een veelheid aan sensoren tot nieuwe ICT-uitdagingen.
- Voor Water wordt geëxperimenteerd met sensornetwerken verborgen in dijken, het altijd veilig digitaal beheren van de wateren afvalwaterkwaliteit, en wordt er geëxperimenteerd met de grote stromen data die dat oplevert.
- In de Chemie worden experimenten doorerekend en wordt daarmee ook rekenkracht en het integreren van gedistribueerde kennissystemen steeds belangrijker.
- In de Creatieve industrie draait het vooral om analyse van digitale content, nieuwe (mobiele) informatiediensten en de analyse van klantgedrag.
- Met betrekking tot Pensioenen gaat het om modeleren en simuleren, het signaleren van nieuws en het betrouwbaar beheren van grote hoeveelheden data.

De bijdrage van ICT

We werken Duurzaamheid uit om de impact van ICT te duiden. De hoeveelheid energie die nodig is om alle computers, reken- en datacentra en netwerken goed te laten functioneren neemt snel toe¹⁹. Om een bijdrage te leveren aan een

duurzame wereld moet eerst het eigen energie-verbruik onder controle worden gebracht.

Dit vraagt om nieuwe modellen voor systemen die leiden tot energiezuinig chipontwerp, computerarchitectuur, compilerbouw, netwerkbeheer, algoritmieken en methodes van data-analyse. De inrichting van reken- en datacentra zal opnieuw bekeken moeten worden: naast windmolenparken is een van de vele mogelijkheden de specialisatie in reken- en datacentra in de Noordzee of het Markermeer. Ook de koperen netwerken die 24 uur per dag internetdiensten aan huis brengen verbruiken heel wat energie. De explosie²⁰ aan nieuwe toepassingen op het internet vraagt een groei in mobiele datacommunicatie die bij lange na niet kan worden geleverd in de huidige draadloze verbindingen. Er ontstaan files op de digitale snelweg. Onderzoek hoe de capaciteit fors kan worden uitgebreid, zonder een sterke toename in het energieverbruik, is nodig. Glasvezel is een deeloplossing die enorm veel energie kan besparen²¹. Door ultralowpower technieken kunnen mobiele telefoons, PDA's en laptops veel langer werken op een enkele batterijlading. Ze kunnen misschien zelfs zonder batterij door energie uit de omgeving te winnen. Dat maakt mensen onafhankelijker van hun werkplek.

Minder energieverbruik

De ICT-wetenschappen helpen met systemen voor minder energieverbruik op nog meer gebieden. Het energie- en verkeersnet verbeteren door computationele logistiek en economie. Sensornetwerken en intelligent beheer leiden tot minder belasting van het milieu. Sociale software helpt de sociale structuur en vermindert ongewenste mobiliteit. The Climate Group vat in een recent rapport²² onomwonden samen dat ICT de kerntechnologie is voor een duurzame wereld.

Voorbeelden van andere effecten van de inzet van ICT voor maatschappelijke innovatie:

- Multimedia verbetert informatieabsorptie en stimuleert de creatieve industrie.
- Modelleren helpt bij het doen van experimenten voor hightechmaterialen.
- Modelleren helpt bij het ontwerpen van velerlei technische en niet-technische systemen.
- Veilige software, waarvan de kwaliteit gegarandeerd is, maakt inzet van ICT in kritieke maatschappelijke systemen beter mogelijk.
- Verbetering in communicatietechniek heeft een directe invloed op de lifestyle en workstyle, met name de duurzame varianten daarvan.
- Het ontwerp van grote, duurzame systemen (voor de overheid of anderszins), heeft baat bij een betrouwbaardere, snellere en heterogene ontwerpmethodiek.
- Een betrouwbaar internet heeft een grote invloed op het duurzaam gebruik van internet voor commerciële doeleinden.
- Logistieke planning zorgt voor beter gebruik van ziekenbedden en het wegnemen en belast het milieu minder. Ook een paar procent winst helpt veel voor de duurzaamheid.

De hier geschetste ontwikkelingen zijn maar een paar van de mogelijkheden die Nederland heeft om zich te profileren als koploper op het gebied van duurzaamheid en ICT, zowel wat betreft duurzame ICT als het gebruik van ICT om de samenleving duurzamer te maken. Uit studie blijkt dat het energiegebruik door ICT – nu al zes procent van het totaal – terug kan met vijftig procent. En uit studie blijkt dat alle CO₂-uitstoot terug kan met vijftien procent door intelligente oplossingen van ICT.

Onze kernboodschap is:

wat geldt voor dit sleutelgebied geldt voor alle sleutelgebieden. Als ICT relevant is voor de sleutelgebieden, dan is ICT-onderzoek dat ook.

Maatregel 2.1

Voltooi een inventarisatie van de impact van de ICT en ICT'ers op maatschappelijke prioriteiten en sleutelgebieden.

Maatregel 2.2

Een naadloze kennistransitie van wetenschapscentra naar industriële kenniscentra bevordert niet alleen de ICT-infrastructuur maar ook de ICT-kennisinfrastructuur. De onderzoekers moeten daartoe hun oriëntatie op vraaggestuurd onderzoek vergroten. De industrie wordt gevraagd meer te investeren in ICT-onderzoek, met de overheid als 'enabler' en opdrachtgever. Het doel is de maatschappelijke sleutelgebieden en het aantal bedrijfsvestigingen, gebaseerd op ICT-kennis en -kunde, met honderd procent te laten toenemen in vijf jaar. Dit kan de vorm aannemen van bijvoorbeeld twee clusters, die complementair aan de clusters in maatregel 1.2, onderwerpen afdekken van ICT-innovatieplatforms (IIP's).

Maatregel 2.3

Bevorder de rol van de overheid als 'launching customer' om (de export van) softwaresystemen te stimuleren. Dit is een logische stap, gezien de software, data en netwerkcomplexiteit van overheidssystemen.

Uitdaging 3 ICT voor andere wetenschappelijke paradigma's

De ICT-revolutie heeft in allerlei wetenschapsgebieden tot nieuwe onderzoeksparadigma's geleid. Alle gebieden van wetenschappelijk onderzoek, inclusief de kunsten en cultuur, genereren en gebruiken digitale gegevens en digitale kennis. Computatieve modellen en systematiserende methodieken worden in alle wetenschapsgebieden ingevoerd, en experimenteren wordt voorafgegaan door modelleren.

ICT is cruciaal voor de vooruitgang in bijna alle wetenschapsgebieden, van alfa tot gamma. Dit gaat niet vanzelf: dikwijls is grensverleggend ICT-onderzoek daarvoor een noodzakelijke voorwaarde. De transitie van 'in-vitro-laboratoria' naar 'in-silico-experimenten' is in volle gang. Computersimulaties van de werkelijkheid vervangen laboratoriumexperimenten en dure proefopstellingen. Een klassiek voorbeeld is het vervangen van de dure, en dus moeilijk toegankelijke, windtunnel door computersimulaties. In de gammawetenschappen winnen de digitale cognitie en de digitale communicatiewetenschappen aan terrein. Door computersimulatie kunnen experimenten sneller, goedkoper en vaak innovatiever uitgevoerd worden. In de sociale wetenschappen zijn tegenwoordig simulaties van sociale structuren mogelijk die voorheen ondenkbaar waren. In de psychologie zijn cognitietellingen geheel afhankelijk geworden van geavanceerde dataverwerking. Deze aanpak vraagt om methodiek, algoritmie, software, modellering, simulatie, visualisatie en (gedistribueerde) rekenkracht die voor velen toegankelijk is.

In een recente beleidsnota²³ wordt door ICTRegie gepleit voor investering in de ICT-infrastructuur voor al het wetenschappelijk onderzoek. Wij ondersteunen die aanvraag en merken op dat die investering voor de wetenschap in den brede een bewijs is van de noodzaak van ICT en de ICT-kennisinfrastructuur. Dit Masterplan ICT pleit daarom voor investering in het wetenschappelijke onderzoek om de beoogde ICT-infrastructuur te kunnen benutten.

Maatregel 3

Bevorder de goede wisselwerking tussen ICT en andere wetenschapsgebieden. Investeer in de ondersteuning van nieuwe paradigma's in andere wetenschapsgebieden door, in nauwe interactie tussen ICT-onderzoekers en onderzoekers in andere wetenschapsgebieden, de ontwikkeling te bevorderen van generieke ICT-methoden en -technieken om deze vervolgens in te zetten in andere wetenschapsgebieden.

Uitdaging 4 Verhoog uitstroom van afgestudeerden in ICT

De instroom in ICT-studies blijft achter bij de behoeftes en we stellen maatregelen voor om dit probleem op te lossen. In gerelateerde gebieden zoals de elektrotechniek spelen deze problemen veel minder en die blijven hier dan ook buiten beschouwing.

Invloeden op het onderwijs

Huidige onderwijsprogramma's zijn onvoldoende afgestemd op korte- en langetermijnbehoeftes. De ICT-wetenschappen veranderen opvallend snel op wereldwijde schaal en veel sneller dan andere velden, die kunnen uitgaan van een duidelijk afgebakende, stabiele basiskennis. Daarom is het veld ook gevoelig voor modieuze onderwerpen en snel veranderende inzichten. Geconstateerd moet worden dat onderwijsprogramma's op deze snelle veranderingen doorgaans slecht ingericht zijn. Ook de kwaliteit van het ICT-onderwijs in het vwo kan nog worden geholpen door op of met de universiteiten betere opleidingen aan te bieden. Enerzijds is het vasthouden aan een concentratie op de vaste kern van het gebied wenselijk, omdat dit leidt tot het opbouwen van een stabiele kennisbasis, mits aansluiting op externe ontwikkelingen zoals die binnen de maatschappij en het bedrijfsleven plaatsvinden gewaarborgd blijft. Anderzijds is te veel aandacht voor die externe ontwikkelingen en behoeftes niet wenselijk, omdat te vaak gebleken is dat er uiteindelijk geen sprake was van stabiliteit. Het gebrek aan evenwicht brengt het gevaar met zich mee dat studenten niet op de juiste wijze worden opgeleid.

Wenselijk is een uitstroomprofiel dat afgestemd is op de (langetermijn)behoefte in de maatschappij. De onderwijsinstellingen staan voor de uitdaging om diepte en breedte in hun informatiewetenschappelijke opleidingen aan te brengen, alsmede om de juiste balans aan te brengen tussen de vaste kern en differentiatie.

Verdubbelen uitstroom

We stellen ons tot doel om de komende vijf jaar de studentenuitstroom te verdubbelen. Om dit doel te bereiken dient zowel gekeken te worden naar de instroom als de doorstroom van studenten. Ook is het duidelijk dat de uitstroom van studenten breed dient te zijn, gelet op de differentiatie van ICT-wetenschappen in de maatschappij en de bedrijven.

Helder beeld

De ICT-sector staat voor de uitdaging om breedte met diepte te combineren, en wel zodanig dat er een aantrekkelijk en helder beeld van ICT-wetenschappen ontstaat.

- Er wordt landelijke overeenstemming bereikt over gemeenschappelijk kernkwalificaties waaraan elke afgestudeerde in een ICT-wetenschappelijke bacheloropleiding moet voldoen. De verwachting is dat hiermee de ICT-wetenschappelijke bachelorprogramma's voor ongeveer vijftig procent eensluidend zullen worden.
- Naast het zorgen voor de kernkwalificaties zal in het bachelorprogramma landelijk gezien een breed palet aan specifieke leerpaden worden aangeboden. Studenten dienen meerdere van zulke leerpaden in hun studie op te nemen (naast het pakket dat zorgt voor de kernkwalificaties). Leerpaden worden ontwikkeld in afstemming met de expertise van de desbetreffende onderwijsinstelling en kunnen zowel verdieping als verbreding beogen.

Universiteiten ontwikkelen zo masterprogramma's die aansluiten bij de kernkwalificaties van de bachelorprogramma's om aldus een diversiteit aan doorstroommasters te creëren. Daarnaast zijn er masterprogramma's waarvoor de ingangseisen zijn gekoppeld aan specifieke leerpaden.

Met de voorgestelde maatregelen wordt de aantrekkelijkheid van ICT-wetenschappen voor een bredere groep studenten vergroot. Van groot belang is om een deel van deze ICT-bewustwording al vóór de profielkeuze (aan het einde van het derde jaar vwo) te realiseren, waar leerlingen een eerste keuze gaan maken tussen profielen die meer alfa/gamma (cultuur & maatschappij, economie & maatschappij) of meer bèta (natuur & gezondheid, natuur & techniek) gericht zijn.

Ook wordt de aansluiting met (academische) vervolgopleidingen verbeterd. Zo wordt uiteindelijk een vergroting van de instroom van studenten bereikt. Anderzijds vereist modernisering tevens de voortgezette scholing van leerkrachten. De sector wil investeren in de scholing van eerste- en tweedegraads bevoegde leerkrachten, zij wil ook programma's ontwikkelen voor de her-, na-, en bijscholing ten behoeve van het versterken van leerkrachten.

Maatregel 4.1

Bewerkstellig een landelijk onderschreven kern van kwalificaties, samengesteld uit gezamenlijk gedragen onderdelen van ICT-gerelateerde bacheloropleidingen, en opgebouwd uit de stabiele basiskennis van het vakgebied.

Maatregel 4.2

Ontwikkel een duidelijk profiel van de beroepen die open staan na het volgen van een ICT-opleiding. Maak het verschil duidelijk tussen opleidingen bij hbo of universiteit.

Maatregel 4.3

Moderniseer het havo- en vwo-onderwijs in de informatiewetenschappen in een samenwerking met hbo en universiteit, door te investeren in de modernisering van het inhoudelijke deel.

Maatregel 4.4

Verbeter de aansluiting tussen hbo en universiteit door:

- het gemeenschappelijk ontwikkelen van studiemateriaal;
- het aan studenten en hbo-docenten aanbieden van mogelijkheden tot zelfstudie voor het wegwerken van deficiënties;
- het inrichten van specifieke aansluitprogramma's bij hbo's, zoals honourprogramma's.

Maatregel 4.5

Bevorder dat ICT-onderzoekers en ICT-docenten ideeën leveren voor en meewerken aan lopende activiteiten (bijvoorbeeld van de brancheorganisatie ICT-Office) en nieuwe initiatieven om het beroepsperspectief voor ICT-studies te verduidelijken.

Maatregel 4.6

Bevorder popularisering en voorlichting.

5

Begroting

De open en ICT-gedreven innovatie heeft een positief effect op het aantal bedrijfsvestigingen.

Budget 1 Complexiteitsreductie

Investering voor ICT-onderzoek met een eerste prioriteit op de reductie van de complexiteit die inherent is aan de ICT: 10 miljoen euro per jaar structureel. Doel is het onderzoek te richten op de reductie van de complexiteiten die de ICT zelf teweeg heeft gebracht en de investering in het fundamentele onderzoek in betere balans te brengen met toegepast en innovatief onderzoek.

Dit budget is als volgt verdeeld:

- 5 miljoen euro voor excellent onderzoek geselecteerd via de Vrije Competitie van NWO;
- 2 miljoen euro individuele steun voor excellente onderzoekers (NWO Vernieuwingsimpuls en Topsubsidies);
- 3 miljoen euro voor de vorming van drie onderzoeksclusters.

Budget 2 ICT voor maatschappelijke innovatie

Naast de grote publiekprivate projecten, die een incidenteel karakter hebben, wordt een budget gevraagd van 7 miljoen euro per jaar om innovatie met ICT een verankerde kern te geven. Deze structurele investering in kennis- en kundeontwikkeling is complementair aan de financiering van de netwerk- en computerinfrastructuur²⁴. Het leidt tot een verankering van publiekprivate samenwerkingen in de maatschappelijke sleutelgebieden. De open en ICT-gedreven innovatie heeft een positief effect op het aantal bedrijfsvestigingen van honderd procent in vijf jaar. Aldus wordt een naadloze overgang bereikt van ICT-wetenschap naar ICT-gedreven innovatie en ontstaat een blijvend beter vestigingsklimaat.

Budget 3 ICT voor andere wetenschappelijke paradigma's

Investering in generiek ICT-onderzoek gericht op paradigmaontwikkeling in (vrijwel) alle andere wetenschapsgebieden: 6 miljoen euro per jaar structureel. Doel is om door middel van onderzoek in de ICT en haar generieke methodes paradigmawisselingen in andere wetenschappelijke disciplines te bewerkstelligen.

Budget 4 Verhoging uitstroom ICT-onderwijs

Investering voor het ICT-onderwijs door:

- de vorming van onderwijspakketten waarmee aan landelijk geaccepteerde kernkwalificaties voor ICT-wetenschappelijke bacheloropleidingen voldaan wordt;
- een verbeteringslag overig onderwijs
- verbetering van de aansluiting tussen hbo en universiteit.

Deze maatregelen vragen om een bedrag van 7 miljoen euro per vier jaar.

Doel is een blijvend hogere in- en uitstroom te bereiken van belang niet alleen voor de ICT zelf, maar middels de innovatie-as voor de hele economie en maatschappij.

Een samenvatting van de voorgestelde maatregelen en het daarvoor benodigde budget is in de tabel (rechts) weergegeven. In de laatste kolom staat aangegeven in welke actie van de uitgave ICT2030.nl deze maatregel is opgenomen.

Om dit programma uit te voeren vraagt IPN, het ICT-onderzoek Platform Nederland, met steun van de VSNU-kamer voor de Informatica en met instemming van ICTRegie, een structurele bijdrage van 30 miljoen euro per jaar uit verschillende bronnen ten behoeve van wetenschappelijk onderzoek en onderwijsontwikkeling.

Maatregel	Omschrijving	Budget (in M€)	Actie in ict2030.nl	
1	1.1	Investeer in ICT-onderzoek om de complexiteit te reduceren.	2.2	
	1.1a	Open competitie	5	
	1.1b	Top-onderzoekers	2	
1	1.2	Bereid drie onderzoeksclusters voor.	3	
			2.1	
2	2.1	Voltooi de inventarisatie van de impact van de ICT en ICT'ers op maatschappelijke prioriteiten en sleutelgebieden.	p.m	
	2.2	Kom tot een naadloze kennistransitie van wetenschapscentra naar industriële kenniscentra.		
		2.2.a Vraaggestuurde competitie	3	
		2.2.b Vraaggestuurde onderzoeksclusters	3	
	2.3	Bevorder dat de overheid de rol van de 'launching customer' benut om de export van softwaresystemen aan te jagen.	1	
			2.1	
3	Investeer in een nauwe interactie tussen ICT-onderzoekers en onderzoekers in andere wetenschapsgebieden.	6	4	
4	4.1	Bewerkstellig landelijk onderschreven kernkwalificaties voor afgestudeerde ICT-bachelors, gebaseerd op de stabiele basiskennis van het vakgebied.	1	
				5.1
	4.2	Ontwikkel een duidelijk profiel van de beroepen die open staan na de ICT-opleiding, met onderscheid tussen hbo en universiteit.	1	
				5.1
	4.3	Moderniseer het havo- en vwo-onderwijs in de informatie-wetenschappen in een samenwerking met hbo en universiteit.	2	
				5.2
4.4	Verbeter de aansluiting tussen hbo en universiteit door gerichte stimulansen.	1		
			5.2	
4.5	Bevorder dat ICT-onderzoekers en ICT-docenten ideeën leveren om het beroepsperspectief voor ICT-studies te verduidelijken.	1		
			5.1	
4.6	Bevorder popularisering en voorlichting.	1		
			5.1	

Bijdragen

Aan het Masterplan ICT hebben de volgende mensen een bijdrage geleverd:

Emile Aarts TU/e, Philips, vz gebiedsbestuurbe-
stuur NWO EW, lid RvA ICTRegie

Hans Akkermans VU, directeur Netwerk Instituut

Peter Apers UTwente, IPN, lid RvA ICTRegie

Mark de Berg TU/e, IPN,
wetenschappelijk directeur IPA

Jan Biemond TUDelft

Lex Bijlsma OU, decaan

Alfred Bliet UU, decaan

Cees de Bont TUD, decaan

Eppo Bruins STW, directeur

Serge Daan RuG, decaan

Erik Jansen TUD

Catholijn Jonker TUD

Jan Friso Groote TU/e, voorzitter
informaticakamer VNSU

Kees van Hee TU/e, decaan

Jaap van den Herik UvT, wetenschappelijk
directeur Centre for Creative Computing

Tom Heskes RU, directeur, Institute for Computa-
tion and Information Sciences

Mark Kas NWO EW

Joost Kok UL, directeur LIACS

Ton Koonen TU/e

Jan van Leeuwen UU

Geleyn Meijer Logica, lid RvA ICTRegie

Sjoerd Meihuizen NWO EW

Jan van Mill VU, decaan

Gerard van Oortmerssen ICTRegie, directeur

Frans Panken ICTRegie

Nicolaï Petkov RuG, directeur Instituut voor
Wiskunde en Informatica

Henk Sips TUD

Peter Sloot UvA, directeur Instituut voor
Informatica

Doaitse Swierstra UU

Theo Toonen TUD, decaan

Frits Vaandrager RU, gebiedsbestuur NWO EW

Louis Vertegaal NWO EW/CW/ACTS, directeur

Pieter de Vries Robbé UMC-RU, Nijmegen

Theo van der Weide RU

Arthur van Roermund TU/e, IPN,
voorzitter ProRISC

Roel Wieringa UTwente, IPN,
wetenschappelijk directeur SIKS

De schrijfkern werd gevormd door:

Paul Klint CWI & UvA, oud-voorzitter IPN

Maarten van Steen VU, voorzitter ASCI

Arnold Smeulders UvA, voorzitter IPN

Bureau-ondersteuning:

Mark Kas NWO EW, secretaris IPN

Sabine Zinsmeister NWO EW, voorlichter IPN

Colofon

In opdracht van:

Gebiedsbestuur NWO Exacte Wetenschappen

Anna van Saksenlaan 51

2593 HW Den Haag

T 070 349 44 31

F 070 344 08 61

ew@nwo.nl

Ontwerp:

Smidswater

Druk:

Edauw + Johannissen, Den Haag

Eindredactie:

Pleon

Verwijzingen

- 1 www.ictonderzoek.net
- 2 www.nwo.nl/ew
- 3 www.stw.nl
- 4 www.vsnunl.nl
- 5 Nationaal Regieorgaan voor ICT-onderzoek en -innovatie, www.ictregie.nl
- 6 http://www.ictonderzoek.net/3/assets/File/documenten/IPN_NOAG_DEF.pdf
- 7 Russia Has Fastest Growing Internet Population in Europe, 2008 www.comscore.com/press/release.asp?press=2417.
- 8 World Economic Forum, Global Competiveness Report 2008-2009.
- 9 Henk F. Moed and Martijn S. Visser, "Developing Bibliometric Indicators of Research Performance in Computer Science: An Exploratory Study", CWTS Report 2007-01, Leiden, February 2007. Evaluatie van de onderzoekskwaliteit is in de informatica lastig door de grote rol die conferenties spelen, die de hoge doorloopsnelheid van onderzoeksonderwerpen weerspiegelen. In opdracht van NWO en met medewerking van de VSNU verkregen Moed en Visser van het Centre for Science and Technology Studies voor het eerst een betrouwbaar beeld van de citatieanalyse van het Nederlandse informatica-onderzoek door ook conferentieproceedings in hun studie te betrekken.
- 10 "Achter het scherm. Omvang van het ICT-onderzoek in Nederland." ICT-scan 2008. Technopolis en Dialogic in opdracht van ICTRegie, april 2008.
- 11 Een aantal van 140 nu wordt genoemd. Zie "Achter het scherm".
- 12 ICT (Informatie- en CommunicatieTechnologie) is het samenstel van technologieën die het mogelijk maakt om informatie te verwerken, op te slaan en over te dragen. Dit samenstel omvat vele disciplines, waaronder informatica, informatiekunde, artificial intelligence, telecommunicatie, elektronica, natuurkunde, mathematische verkeersanalyse, etc.
- 13 Robert D. Atkinson & Andrew A. McKay, Digital Prosperity: Understanding the Economic Benefits of the Information Technology Revolution, The Information Technology & Innovation Foundation, 2007.
- 14 1832 telegraaf - Samuel Morse, 1876 telefoon – Alexander Graham Bell
- 15 Stephen Allot, From Science to Growth: What is the Mechanism by which Scientific Research turns into Economic Growth? Cambridge Univ, 2006 City Lecture, www.chass.org.au/letters/pdf/City_Lecture_060306.pdf.
- 16 Marktonderzoek van ICT Office/Heliview.
- 17 Zie de campagne "Alles is .it" van de brancheorganisatie ICT-Office: www.allesis.it
- 18 Zie ook J. Steyaert en J. de Haan (red.): "Gewoon digitaal. Jaarboek ICT en samenleving". SCP/Boom, 2007.
- 19 Google heeft een patent verworven op datacentra onder zee, technisch gecompliceerd maar gemakkelijk voor de koeling.
- 20 Edholm's law.
- 21 Fibre-to-the-Home middels GPON-technologie bespaart een factor 18 in geconsumeerd elektrisch vermogen per huis; bron: D. Parsons, Lightwave Europe, Nov. 2007
- 22 "ICT is a key sector in the fight against climate change and could enable emissions reductions of 7.8 Gt CO₂e in 2020, or 15% of business as usual emissions. But it must keep its own growing footprint in check and overcome a number of hurdles if it expects to deliver on this potential." Smart 2020: Enabling the low carbon economy in the information age, The Climate Group/GeSI, with independent analysis by McKinsey & Company. Juni 2008. Zie: www.smart2020.org
- 23 "Towards a competitive ICT infrastructure for scientific research in the Netherlands", ICTRegie, december 2008.
- 24 Zie "Nederlandse Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten", oktober 2008 (rapport van de Commissie-Van Velzen).