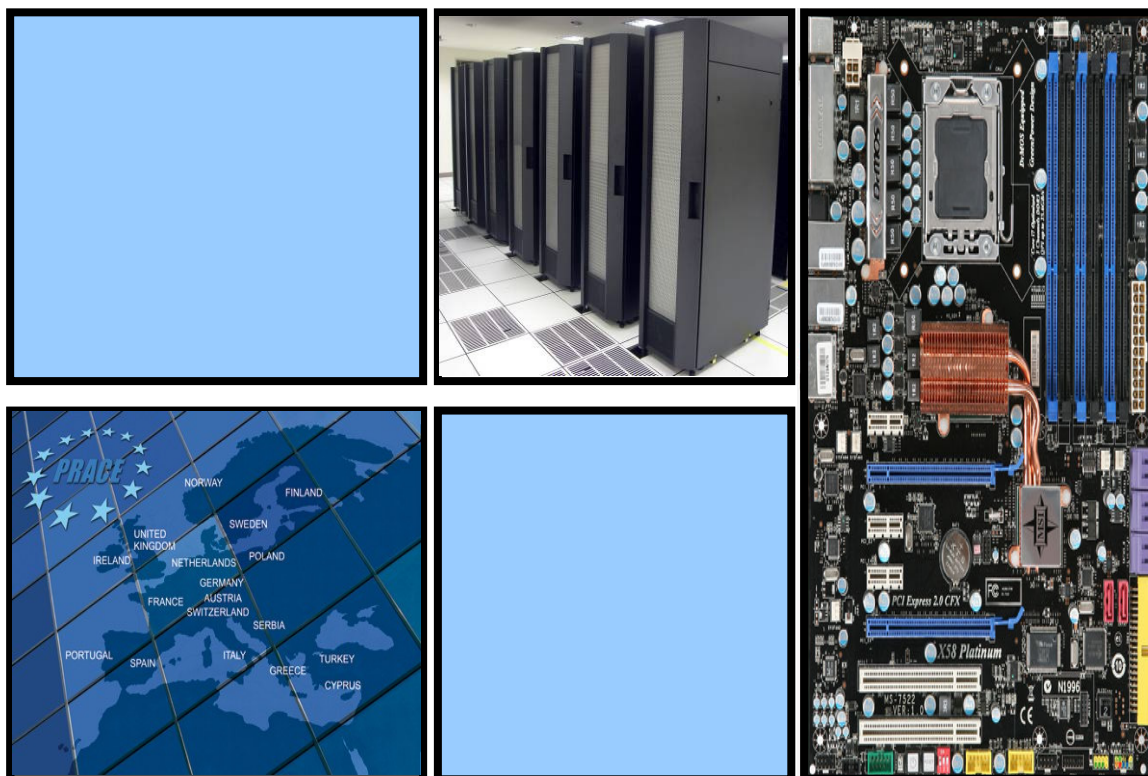


# Economische effecten van de vestiging van een supernode in Nederland

Eindrapport



Opdrachtgevers: Ministerie van Economische Zaken & Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap



Rotterdam, 26 oktober 2009



ECORYS Nederland BV  
Postbus 4175  
3006 AD Rotterdam  
Watermanweg 44  
3067 GG Rotterdam

T 010 453 88 00  
F 010 453 07 68  
E [netherlands@ecorys.com](mailto:netherlands@ecorys.com)  
W [www.ecorys.nl](http://www.ecorys.nl)  
K.v.K. nr. 24316726

ECORYS Regio, Strategie &  
Ondernemerschap  
T 010 453 87 99  
F 010 453 86 50



# Inhoudsopgave

<b>1 Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1 Achtergrond	8
1.2 Doel van de studie	10
1.3 Leeswijzer	10
<b>2 Methodiek</b>	<b>12</b>
2.1 Deskresearch	12
2.2 Interviews betrokken organisaties	12
2.3 Uitvoering casestudies	13
2.4 Expertbijeenkomst	14
2.5 Uitvoering economische effectenanalyse	14
<b>3 Uitkomsten economische effectanalyse</b>	<b>16</b>
3.1 Inleiding	16
3.2 Tijdelijke effecten	17
3.3 Structurele effecten	18
3.3.1 Personeel rekencentrum + toeleveranciers	18
3.3.2 (In)directe gebruikers van de supernode + toeleveranciers en afnemers	20
3.3.3 Supercomputer als vestigingsfactor + toeleveranciers en afnemers	25
3.4 Overige effecten	29
3.4.1 Spin-offs kennisbedrijven	29
3.4.2 Effecten van markttoepassingen ‘onderzoeksdorbraken’	30
3.4.3 Stimulering opleidingsniveau beroepsbevolking	31
3.4.4 Inkomenseffecten	32
<b>4 Samenvatting en conclusie</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage 1: Resultaten casestudie Swiss National Supercomputing Centre (CSCS)</b>	<b>37</b>
Hoe is het project tot stand gekomen?	37
Welke effecten heeft het project gehad op de wetenschappelijke ontwikkeling in het algemeen en innovaties in het bijzonder?	37
Welke economische effecten zijn daaruit voortgekomen en in welke omvang?	38
Welke private en publieke investeringen liggen hieraan ten grondslag?	40
<b>Bijlage 2: Resultaten casestudie Jülich Supercomputing Centre (JSC)</b>	<b>41</b>
Hoe is het project tot stand gekomen?	41

Welke effecten heeft het project gehad op de wetenschappelijke ontwikkeling in het algemeen en innovaties in het bijzonder?	42
Welke economische effecten zijn daaruit voortgekomen en in welke omvang?	42
Welke private en publieke investeringen liggen hieraan ten grondslag?	43
<b>Bijlage 3: Resultaten casestudie Barcelona Supercomputing Center (BSC)</b>	<b>44</b>
Hoe is het project tot stand gekomen?	44
Welke effecten heeft het project gehad op de wetenschappelijke ontwikkeling in het algemeen en innovaties in het bijzonder?	45
Welke economische effecten zijn daaruit voortgekomen en in welke omvang?	45
Welke private en publieke investeringen liggen hieraan ten grondslag?	46
<b>Bijlage 4: Economische effecten van San Diego Supercomputer Centre</b>	<b>47</b>
San Diego Supercomputer Center	47
Capaciteiten	48
Activiteiten	48
Wetenschappelijk onderzoek aan het SDSC	49
Educatie	51
IT in San Diego e.o.	51



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

### *Beleidscontext*

In de ICT-Agenda 2008-2011 heeft het kabinet de ambitie uitgesproken dat Nederland in 2015 één van de koplopers in Europa moet zijn voor wat betreft de beschikbaarheid van ICT-toepassingen en het gebruik van nieuwe digitale dienstverleningsconcepten. Om dat te bereiken, is het hebben van een excellente ICT-onderzoeksinfrastructuur van essentieel belang.

Ook de Europese Commissie heeft diverse initiatieven ontplooid om de ICT-infrastructuur in Europa te versterken. In de Mededeling “ICT-infrastructuren voor E-science” roept de Commissie de lidstaten op om gezamenlijk in te zetten op het tot stand brengen en op niveau houden van ICT-infrastructuren van wereldklasse.

### *Advies ICTRegie*

In navolging van bovenstaande ontwikkeling heeft het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap ICTRegie verzocht een voorstel uit te werken voor integratie van ICT-faciliteiten in de onderzoekswereld. Het daarop geschreven advies van ICTRegie gaat in op de internationale positie van Nederland op het gebied van onderzoek en de daarvoor benodigde ICT-voorzieningen. De schrijvers van het advies signaleren enkele knelpunten en geven vier aanbevelingen om die knelpunten weg te nemen en daarmee de ambities van het kabinet waar te maken:

1. Breng alle ICT-infrastructuur voor wetenschappelijk onderzoek bijeen in een nieuwe entiteit;
2. Voorzie in een structurele financiering van permanente innovatie, ontwikkeling en operationele kosten;
3. Sticht een E-Science Research Center waarin bestaande universiteiten en instellingen samenwerken aan onderzoek voor innovatie van ICT- infrastructuren en wetenschappelijke toepassingen;
4. Ontwikkel een sleutelpositie op het terrein van innovatie, ontwikkeling en beheer in pan-Europese ICT-infrastructuur en samenwerkingsvormen door bijvoorbeeld een supernode te bouwen, bestaande uit grootschalige computer-, data-, netwerk- en visualisatievoorzieningen. Dit draagt bij aan output van Nederlandse wetenschappelijke instellingen en trekt talentvolle wetenschappers, R&D-investeringen en internationale bedrijven aan.



### *Kabinetsreactie op hoofdlijnen*

1. Het kabinet ondersteunt de aanbeveling om de ICT infrastructuur voor wetenschappelijk onderzoek bijeen te brengen in een nieuwe entiteit onder de vlag van Stichting SURF. Aan stichting SURF zal worden gevraagd hiertoe een stappenplan uit te werken aan de hand waarvan de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap in overleg met de staatssecretaris van Economische Zaken kan besluiten tot de uitvoering van de integratie. NWO blijft verantwoordelijk voor de kwaliteitsborging van de wetenschappelijke activiteiten die gemeoid zijn met de ICT infrastructuur. Het bedrijfsleven zal bij het tot stand brengen van deze nieuwe organisatie worden betrokken. Het kabinet neemt hiertoe het initiatief.
2. De bewindslieden [minister van OCW en staatssecretaris van Economische zaken] zullen opties onderzoeken hoe de knelpunten die voortkomen uit de impulsfinanciering van separate projecten op het terrein van ICT-onderzoeksinfrastructuur kunnen worden verminderd. Het opzetten van een meer structurele financiering en de wijze van beheer van de middelen zal hierbij één mogelijke optie zijn. De minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap zal als opstart naar een meer structurele vorm van financiering voor de periode van vijf jaar jaarlijks een bedrag van € 5 miljoen beschikbaar stellen. De middelen worden in stappen beschikbaar gesteld aan SURF dan wel het E-Science Research Center wanneer naar de mening van de Minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap voldoende voortgang is geboekt bij de inrichting van de faciliteiten volgens het stappenplan.
3. Het oprichten van een E-Science Research Center past binnen het streven van het kabinet om samenwerking tussen universiteiten en kennisinstellingen en tussen verschillende disciplines te versterken en wordt dan ook gesteund. Een dergelijk centrum kan bijdragen aan versterking van de internationale krachten in de Randstad zoals het kabinet heeft gemarkeerd in de Structuurvisie Randstad 2040. Een aanvraag voor financiële ondersteuning bij de start van dit centrum is ingediend voor financiering uit FES.
4. Nederland zal blijven deelnemen aan de voorbereiding van een Europees netwerk van datacenternodes/supernodes met het oog op het vestigen van een dergelijke node in Nederland. Op korte termijn zal het Kabinet een maatschappelijke kosten/baten analyse laten uitvoeren om nadere onderbouwing te verkrijgen voor de maatschappelijke en economische effecten van een datacenternode/supernode. De GTI's en het KNMI zullen hierbij worden betrokken.

### *Economische effectenanalyse in plaats van kosten-batenanalyse*

Twee factoren bemoeilijkten de uitvoering van een maatschappelijke kosten-batenanalyse voor de vestiging van een supernode in Nederland. In de eerste plaats zijn vooral de baten moeilijk met betrouwbare en geaccepteerde methoden te kwantificeren en te moneteriseren. In de tweede plaats gold er voor het onderzoek een beperkte doorlooptijd. Een combinatie van case studies en een economische effectenanalyse (EEA) werd daarom het meest haalbaar geacht om de economische meerwaarde van de vestiging van een supernode in kaart te brengen.

## 1.2 Doel van de studie

Het doel van deze studie is het in kaart brengen van de **economische meerwaarde** van de eventuele vestiging van een supernode in Nederland. Concreet gaat het om de meerwaarde van deelname van Nederland als Principal partner binnen het PRACE-initiatief<sup>1</sup> ten opzichte van het alleen participeren in het netwerk als General Partner. Op het moment dat Nederland zich binnen het PRACE-initiatief positioneert als Principal partner zal één van de vijf supernodes in Nederland worden gevestigd.

## 1.3 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk wordt in **hoofdstuk 2** ingegaan op de methodiek die in de studie is gevolgd. In **hoofdstuk 3** worden vervolgens de resultaten van het onderzoek beschreven. **Hoofdstuk 4** toont tenslotte een samenvatting en de belangrijkste conclusies van het rapport. Achtergrondinformatie met betrekking tot de uitgevoerde casestudies zijn in de **bijlage** opgenomen.

---

<sup>1</sup> Partnership for Advanced Computing in Europe.



## 2 Methodiek

### 2.1 Deskresearch

Na aanvang van het onderzoek zijn relevante studies in relatie tot het vraagstuk van de eventuele vestiging van een supernode in Nederland bestudeerd. Het ging hierbij vooral om onderzoeksrapporten, programmaplannen, beleidsnotities en dergelijke. In het bijzonder is aandacht besteed aan het advies van ICTRegie en de recente publicatie van SARA en NCF betreffende 'Het belang van High Performance Computing voor Nederland'. Ook internationale studies naar de economische en wetenschappelijke impact van supercomputers zijn bestudeerd.

### 2.2 Interviews betrokken organisaties

Het deskresearch diende voor een belangrijk deel als voorbereiding van drie diepte-interviews. Begin september vonden deze interviews plaats met afgevaardigden van ICTRegie, SARA, het Ministerie van EZ en het Ministerie van OCW. Ofwel, partijen die direct betrokken zijn bij het PRACE-initiatief. Tabel 2.1 toont de personen die namens de genoemde instellingen hebben meegewerkt aan het interview.

Tabel 2.1 Geïnterviewde personen september 2009

Datum	Organisatie	Naam
Vrijdag 4 september 2009	Ministerie van EZ	Sander Ruiters
	Ministerie van OCW	Leo le Duc
Maandag 7 september 2009	ICTRegie	Jan Piet Barthel
	ICTRegie	Gerard van Oortmerssen
Vrijdag 11 september 2009	SARA	Anwar Osseyran
	SARA	Axel Berg

In de interviews werd ingegaan op de achtergrond van het advies van ICTRegie en de ontwikkeling van het PRACE-initiatief in het algemeen. De interviews gingen daarnaast specifiek in op de verschillende rollen die landen op dit moment spelen bij het versterken van de ICT-infrastructuur in Europa.

## 2.3 Uitvoering casestudies

De interviews vormden een logische opstap naar de uitvoering van drie casestudies, te weten:

1. Supercomputing center te **Barcelona** (Spanje);
2. Swiss Scientific Computing Center te **Lugano** (Zwitserland);
3. Forschungszentrum te **Jülich** (Duitsland).

In de literatuur worden deze Europese centra genoemd als voorbeelden van supercomputer centra waar een positief economisch effect uitgaat van de aanwezigheid van super rekencapaciteit. In de bovengenoemde drie centra zijn gemeten naar de snelheid respectievelijk de 60<sup>e</sup> (Barcelona), 23<sup>e</sup> (Zürich), 10<sup>e</sup> (Jülich) en 3<sup>e</sup> (eveneens Jülich) supercomputer ter wereld gevestigd.<sup>2</sup> In de centra worden de supercomputers intensief voor zeer uiteenlopend type onderzoek gebruikt.

In de casestudies is materiaal verzameld om de volgende vragen te kunnen beantwoorden:

- √ Hoe is het project tot stand gekomen?
- √ Welke effecten heeft het project gehad op wetenschappelijke ontwikkeling in het algemeen en innovaties in het bijzonder?
- √ Welke economische effecten zijn daaruit voortgekomen (bijv. aantrekken van nieuwe bedrijven, spin-offs van wetenschappelijk onderzoek) en in welke omvang?
- √ Welke private en publieke investeringen liggen hieraan ten grondslag?

De casestudies zijn uitgevoerd op basis van deskresearch en veldonderzoek. Dit laatste houdt in dat de drie genoemde campussen zijn bezocht, waarbij gesproken is met de belangrijkste betrokken organisaties (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Geïnterviewde personen per casestudie

Datum	Organisatie	Naam
Dinsdag 15 september	CSCS, Swiss National Supercomputing Centre CSCS, Swiss National Supercomputing Centre University of Lugano	Dominik Ulmer Marco Baggiolini Mehdi Jazayeri
Maandag 21 september	Jülich Supercomputing Centre Forschungszentrum Jülich	Thomas Lippert Achim Bachem
Woensdag 30 september	Barcelona Supercomputing Center Parc Científic de Barcelona	Francesc Subirada Jesús Purroy

Aangezien vrij weinig literatuur ingaat op de omvang van maatschappelijke en economische effecten van supercomputing waren deze bezoeken noodzakelijk om de bovenstaande vragen te kunnen beantwoorden.

De drie casestudies gaven inzicht in wat de vestiging van een supernode kan betekenen voor de ontwikkeling van een (regionale) economie. De resultaten worden gepresenteerd

<sup>2</sup> Top 500 Supercomputing sites, zie <http://www.top500.org/list/2009/06/100>.

in de bijlagen van dit rapport en vormden de basis voor de raming van de economische effecten die gepaard gaan met de eventuele vestiging van een supernode in Nederland.

## 2.4 Expertbijeenkomst

De resultaten van de casestudies zijn vervolgens getoetst bij een aantal experts (Tabel 2.3). Waar in de casestudies werd nagegaan wat de vestiging van een supernode *kan* betekenen, is in de expertbijeenkomst meer inzicht verworven in wat de vestiging van een supernode naar verwachting *gaat* betekenen voor de ontwikkeling van de Nederlandse economie.

Tabel 2.3 Deelnemers aan de expertbijeenkomst op donderdag 1 oktober 2009

Organisatie	Naam
CIO Platform	Kees Buis
ICTRegie	Gerard van Oortmerssen
KNMI	Wouter Nieuwenhuizen
Ministerie van EZ	Sander Ruiters
Ministerie van OCW	Leo le Duc
NCF	Patrick Aerts
TU Delft	Robert Jan Labeur
TU Eindhoven	Ute Ebert
TU Eindhoven	Han la Poutre
Universiteit van Amsterdam	Peter Sloot
Universiteit van Tilburg	Jaap van den Herik

Naar aanleiding van de expertbijeenkomst is aanvullend onderzoek uitgevoerd naar het functioneren van de supercomputer in San Diego (VS), waarbij in het bijzonder aandacht is besteed aan de agglomeratie-effecten die daar zijn gegenereerd. De resultaten hiervan zijn opgenomen in bijlage 4 van dit rapport.

## 2.5 Uitvoering economische effectenanalyse

Uiteindelijk zijn de gevonden resultaten van de eerder beschreven stappen gebundeld en bekeken in het licht van de beantwoording van de centrale onderzoeksvraag. In deze fase is geconcludeerd wat de economische meerwaarde van de vestiging van een supernode in Nederland kan zijn.

De economische effecten zijn uitgedrukt in termen van werkgelegenheid en afgerond in tientallen fte. In de studie wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- tijdelijke en structurele effecten;
- directe en indirecte effecten;
- bruto en netto effecten.

De drie verschillende dimensies worden hieronder nader uitgewerkt.

#### *Tijdelijk en structureel effect*

Tijdelijke effecten zijn effecten die optreden gedurende de voorbereiding en ontwikkeling (bouw) van het project. Structurele effecten treden op na realisatie en ingebruikname van de supernode en hebben de grootste impact op de Nederlandse economie. In de studie is de aanname gedaan dat Nederland bij een eventueel positief besluit ten aanzien van de investering in de supernode zal blijven investeren in supercomputers van het hoogste niveau.

#### *Direct- en indirect effect*

Bij directe effecten gaat het om effecten die direct verbonden zijn aan het project. Bij indirecte effecten gaat het om een afgeleide daarvan. Dit zijn bijvoorbeeld economische effecten die optreden in andere sectoren die profiteren van de nieuwe bedrijvigheid.

#### *Bruto en netto effect*

De bruto effecten van het project worden berekend aan de hand van de hierboven beschreven methodiek. Bij de bruto effecten wordt geen rekening gehouden met de regio waar de effecten neerslaan en de mogelijke verdringing bij concurrerende bedrijven en/of instellingen. Relevant in dit verband is echter onder andere in hoeverre sprake is van *verplaatsing van activiteiten* (al in Nederland gevestigde activiteiten die verhuizen naar een nieuwe locatie) en in welke mate *substitutie-effecten* (economische effecten bij begunstigen die ten koste gaan van een persoon of organisatie die buiten de interventie valt) optreden. Bij netto effecten gaat het dan ook om de werkgelegenheid die in de praktijk additioneel is voor de Nederlandse economie.

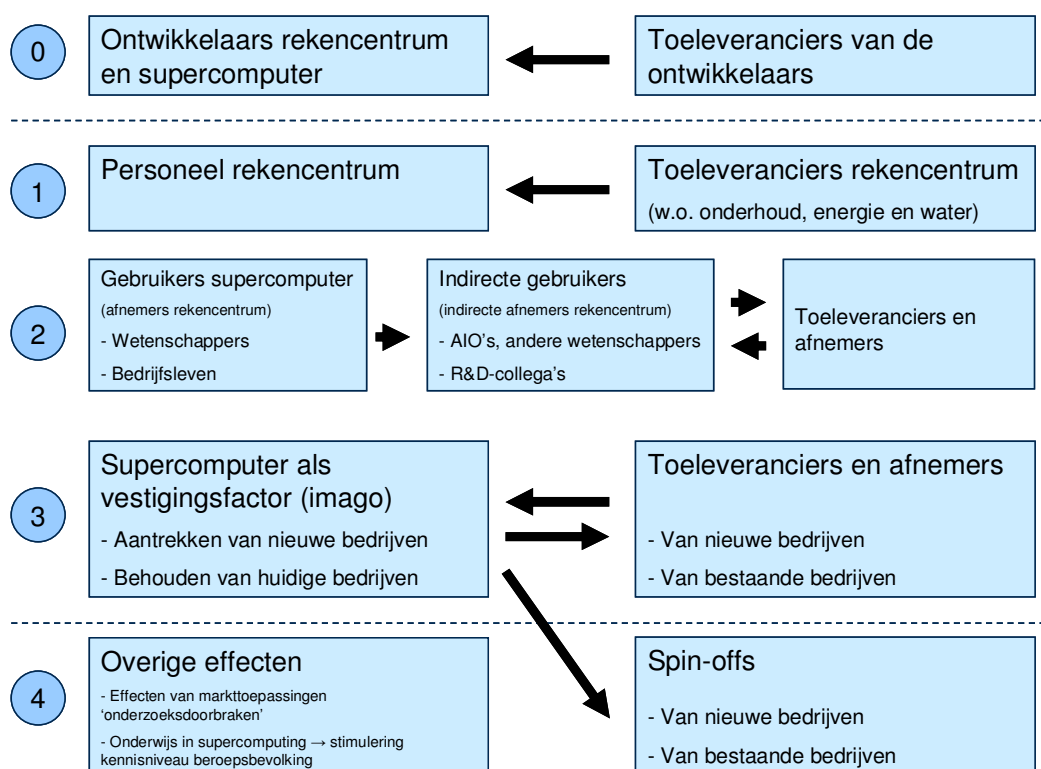
De schaal waarop de economische effecten zullen worden geschat, is die van geheel Nederland. De feitelijke vestigingsplaats van de supernode binnen Nederland speelt geen echte rol voor de bepaling van de effecten. Aan de andere kant is in diverse gesprekken verduidelijkt dat Amsterdam gezien de huidige concentratie van activiteiten rondom SARA voor de hand ligt als toekomstige vestigingsplaats van de supernode.

## 3 Uitkomsten economische effectanalyse

### 3.1 Inleiding

In de casestudies zijn bandbreedtes ten aanzien van de werkgelegenheidseffecten die een eventuele vestiging van een supernode met zich meebrengt, in kaart gebracht. Het onderstaande schema diende hierbij als leidraad.

Figuur 3.1 Economische effecten van de vestiging van een supernode in Nederland



Bron: ECORYS

De gevonden bandbreedtes zijn getoetst in de in hoofdstuk 2 beschreven expert-bijeenkomst, waarna vervolgonderzoek heeft plaatsgevonden met behulp van telefonische interviews en deskresearch. De resultaten hiervan worden in dit hoofdstuk gepresenteerd.

Voor de beschrijving van de effecten dient het in Figuur 3.1 getoonde schema als basis. De tijdelijke effecten, in het schema aangegeven met een 0, worden uiteengezet in de tweede paragraaf van dit hoofdstuk. De structurele effecten, in het schema aangegeven met de cijfers 2 t/m 4, staan in paragraaf 3.3 centraal. Paragraaf 3.4 beschrijft vervolgens



de overige effecten. Naast de in de figuur opgenomen effecten, wordt daarbij ook aandacht besteed aan inkomenseffecten.

## 3.2 Tijdelijke effecten

In de casestudies kwam naar voren dat de ontwikkeling van een supernode een gebouw vereist dat kan voldoen aan de (hoge) eisen die een supercomputer stelt. Zo vragen de nieuwste generaties supercomputers bijvoorbeeld zeer veel energie en water (voor koeling). Dit laatste neemt met de exponentieel stijgende rekencapaciteit bovendien in versneld tempo toe. Het is daarom mogelijk dat een gebouw dat op dit moment aan de eisen van een supercomputer voldoet, over enkele jaren niet meer kan voldoen aan de eisen die de nieuwste generaties supercomputers op dat moment stellen.

In de casestudies kwam naar voren dat de ontwikkeling van een nieuw gebouw gemiddeld een investering van € 20 tot € 50 mln. vergt. Indien voor de supernode een gebouw moet worden ontwikkeld, brengt dit op basis van de genoemde bandbreedte tussen de 120 en 300 arbeidsjaren aan tijdelijke werkgelegenheid met zich mee. De totale investering is hierbij gedeeld op de gemiddelde productie van € 168.500 per werknemer in de bouwsector.<sup>3</sup> Indirect zorgt de ontwikkeling van een gebouw voor nog eens 110 tot 280 arbeidsjaren. Een baan in de bouw zorgt namelijk gemiddeld voor 0,95 baan in toeleverende sectoren.<sup>4</sup>

Op dit moment wordt bij de eventuele ontwikkeling van een nieuw gebouw voor een supernode in Nederland gedacht aan een totale investering van circa € 45 mln. Op basis van bovenstaande uitgangspunten betekent dit circa 270 arbeidsjaren aan directe werkgelegenheid en circa 250 arbeidsjaren aan indirecte werkgelegenheid. Gezien de eisen die de supernode naar verwachting aan het gebouw zal stellen, zal herinrichting van een bestaand gebouw niet mogelijk zijn.

### *Ontwikkeling van de supernode zelf*

Naast de ontwikkeling van een geschikt gebouw, brengt ook de ontwikkeling van de nieuwe supernode zelf (hardware) werkgelegenheid met zich mee. Dit effect zal echter naar verwachting niet in Nederland neerslaan. Op het gebied van high performance computing zijn slechts enkele bedrijven in de wereld actief. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om IBM, Cray, Hewlett-Packard, Bull en SGI. Naar verwachting zal de supernode bij een positief besluit bij één van deze buitenlandse bedrijven worden afgenomen.

Bij de installatie van de supernode in Nederland kan tijdelijk (maximaal 1 jaar) een team van het desbetreffende bedrijf in Nederland worden gestationeerd. In termen van werkgelegenheid is dit effect echter zeer beperkt.

### *Netto effecten*

De hierboven beschreven effecten kunnen als bruto effecten worden getypeerd. Bij de werkgelegenheid die ontstaat als gevolg van de ontwikkeling van geschikte huisvesting is

---

<sup>3</sup> Bron: CBS (2007), Statline.

<sup>4</sup> Bron: ECORYS (2006), Berekeningen Input-output model.

er *niet* sprake van substitutie-effecten of verplaatsing van activiteiten, waardoor de netto effecten gelijk zijn aan de bruto effecten (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Bruto en netto tijdelijke effecten van de eventuele vestiging van de supernode in Nederland

Effecten	Directe werkgelegenheid		Indirecte werkgelegenheid	
	bruto	netto	bruto	netto
<i>Ontwikkelaars gebouw rekencentrum</i>	120 – 300 abj, waarschijnlijk ca. 270	120 – 300 abj, waarschijnlijk ca. 270	110 – 280 abj, waarschijnlijk ca. 250	110 – 280 abj, waarschijnlijk ca. 250
<i>Ontwikkelaars supernode</i>	Hoofdzakelijk buiten Nederland	Hoofdzakelijk buiten Nederland	Niet in Nederland	Niet in Nederland

Bron: ECORYS

De netto tijdelijke effecten die voortkomen uit de ontwikkeling van geschikte huisvesting bedragen dan ook direct 120 tot 300 arbeidsjaren en indirect 110 tot 280 arbeidsjaren. Op basis van de huidige raming van de investeringssom (€ 45 mln.) levert de ontwikkeling van geschikte huisvesting tijdelijk 270 arbeidsjaren aan directe en 250 arbeidsjaren aan indirecte werkgelegenheid op. Hier bovenop komt het tijdelijke effect dat uitgaat van de installatie van de supercomputer door de producent van de hardware. In termen van werkgelegenheid is dit effect voor Nederland echter zeer beperkt.

### 3.3 Structurele effecten

#### 3.3.1 Personeel rekencentrum + toeleveranciers

Het meest directe structurele werkgelegenheidseffect dat uitgaat van een eventuele vestiging van een supernode in Nederland heeft betrekking op het personeel in het centrum waar de supernode operationeel wordt. In de casestudies zien we wat dat betreft een bandbreedte van 40 (Zürich/Lugano) tot circa 300 fte (Barcelona).<sup>5</sup> Het computercentrum met de derde en tiende supercomputer ter wereld (Jülich) telt op dit moment circa 120 fte.

Bij dit personeel gaat het in het algemeen voor de helft om technische ondersteuning (die veelal in het vestigingsland kan worden geworven) en voor de helft om wetenschappers. Voor de werving van het benodigde wetenschappelijke talent is wereldwijd sprake van sterke concurrentie tussen de desbetreffende supercomputer centra.

Naar verwachting zullen de Europese investeringen in high performance computing als gevolg van het PRACE-initiatief meer worden geconcentreerd in de landen die optreden als Principal Partner. Dit houdt in de eerste plaats in dat de Principal Partners

<sup>5</sup> Bij Barcelona is iets bijzonders aan de hand. Het BSC heeft namelijk een eigen onderzoeksafdeling die van de totale beschikbare reken-/onderzoekstijd met de Mare Nostrum circa 20% gebruikt. Bij de andere onderzochte centra bestaat er een duidelijkere scheiding tussen het personeel van het rekencentrum en de gebruikers van de supercomputer.

waarschijnlijk meer middelen hebben om het benodigde wetenschappelijke talent te werven. Daarnaast beschikken de supercomputing centra in deze landen over de meest geavanceerde (en daarmee meest uitdagende) ICT-infrastructuur, wat een wervend effect heeft op dit talent.

Op dit moment telt de ranglijst van 500 snelste computers ter wereld 145 Europese supercomputers (juni 2009). De top 20 van snelste computers ter wereld telt echter slechts drie Europese supercomputers. Als gevolg van het PRACE-initiatief zullen investeringen in supercomputers in Europa meer worden geconcentreerd, zodat de top van de ranglijst in de toekomst naar verwachting meer Europese supercomputers telt.

Als gevolg van deze concentratie van investeringen zal het aantal werknemers van de supercomputer centra in de landen die als Principal Partner optreden, naar verwachting toenemen. In deze supercomputer centra verwachten we dat het aantal werknemers in de toekomst tussen de 100 en 150 zal liggen. Dit aantal is vergelijkbaar met het huidige aantal in Jülich, waar op dit moment twee van de tien snelste supercomputers ter wereld zijn gevestigd.

#### *Toeleveranciers rekencentrum*

De belangrijkste toeleveranciers van een supercomputer centrum hebben betrekking op water en energie. Daarnaast dient de hardware periodiek te worden onderhouden. Volgens het PRACE-initiatief bedraagt de exploitatie van het toekomstige rekencentrum circa € 25 mln. per jaar. Hiervan wordt ongeveer de helft besteed aan c.q. gereserveerd voor investeringen in hardware. Van de overige € 12,5 mln. wordt circa € 7,25 mln. besteed aan energie en water.<sup>6</sup> Het werkgelegenheidseffect dat hiervan uitgaat bedraagt circa 5 fte.<sup>7</sup>

De overige posten in de exploitatie zijn dataservice, archivering en back-up faciliteiten, software licenties, administratie en onderhoud, gebruikersondersteuning en operationele kosten. Hiervoor wordt in totaal een bedrag van € 5,25 mln. geraamd. Ervan uitgaande dat dit bedrag volledig ten goede komt aan de 'computerservice en informatietechnologie', levert dit circa 45 fte aan werkgelegenheid op.<sup>8</sup> Hiervan heeft 15 fte betrekking op personeel van het rekencentrum<sup>9</sup> en gaat het bij circa 30 fte om externe toeleveranciers.

Op basis van de hierboven gehanteerde bottom-up methodiek bedraagt het totale werkgelegenheidseffect bij toeleveranciers van het rekencentrum dus 35 fte.

Ook met behulp van een input-output model kan een schatting worden gemaakt van deze indirecte werkgelegenheid. In het input-output model is de multiplier voor speur- en ontwikkelingswerk gelijk aan 1,19. Dit betekent dat er per gecreëerde fte in speur- en ontwikkelingswerk, circa 0,19 aan indirecte werkgelegenheid in andere sectoren in

<sup>6</sup> NCF/SARA (2009), Exploitatie HPC faciliteiten, versie 2; 6 oktober 2009.

<sup>7</sup> Het totaalbedrag van circa € 7,25 mln. is hierbij gedeeld op de gemiddelde productie van € 1.262.000 per werknemer in energie- en waterleidingbedrijven. Bron: CBS (2007), Statline.

<sup>8</sup> Het totaalbedrag van ruim € 5,25 mln. is hierbij gedeeld op de gemiddelde productie van ruim € 120.000 per werknemer in de computerservice en informatietechnologie. Bron: CBS (2007), Statline.

<sup>9</sup> Zie NCF/SARA (2009), Exploitatie HPC faciliteiten, versie 2; 6 oktober 2009.

Nederland ontstaat. Op basis van dit kengetal zorgt een rekencentrum met 100 tot 150 werknemers voor circa 20 tot 30 fte aan indirecte werkgelegenheid.

Bovenstaande twee invalshoeken gecombineerd leidt tot een schatting van een werkgelegenheidseffect bij de toeleveranciers van het rekencentrum van 20 tot 35 fte.

### Netto effecten

De hierboven beschreven effecten kunnen als bruto effecten worden getypeerd. Bij het personeel van het rekencentrum en hun toeleveranciers is deels sprake van substitutie-effecten. Deze effecten zullen in mindering moeten worden gebracht als er wordt gekeken naar de netto effecten (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Bruto en netto effecten bij het personeel van het rekencentrum en haar toeleveranciers

Effecten	Directe werkgelegenheid		Indirecte werkgelegenheid	
	bruto	netto	bruto	netto
Personeel rekencentrum	100 – 150 fte	40 – 90 fte	20 – 35 fte	10 – 25 fte

Bron: ECORYS

De netto effecten die bij het personeel van het rekencentrum en haar toeleveranciers optreden, bedragen direct 40 tot 90 fte en indirect 10 tot 25 fte. Hierbij is ervan uitgegaan dat het bij een eventuele keuze om *niet* te investeren in de supernode de huidige omvang van het personeelsbestand van SARA (circa 60 fte is op dit moment direct betrokken bij de supercomputer) ongewijzigd blijft. Het netto effect dat rest bedraagt 40 tot 90 fte.

Ook bij de indirecte werkgelegenheid is sprake van een substitutie-effect. Op basis van de multiplier uit het input-output model voor ‘speur- en ontwikkelingswerk’ bedraagt de indirecte werkgelegenheid die voortkomt uit het huidige rekencentrum circa 10 fte.<sup>10</sup> Op het moment dat we dit in mindering brengen op het beschreven bruto effect van 20 tot 35 fte blijft er 10 tot 25 fte aan netto indirecte werkgelegenheid over.

### 3.3.2 (In)directe gebruikers van de supernode + toeleveranciers en afnemers

De supercomputers in Jülich, Lugano en Barcelona worden gebruikt door 400 tot 800 wetenschappers. Het gaat hierbij om directe gebruikers die actief zijn in onderzoeksgroepen van minimaal 3 en maximaal 20 onderzoekers (gemiddeld 5 onderzoekers). Een deel van dit onderzoek wordt gefinancierd door het bedrijfsleven (derde geldstroom).

Op basis van het gemiddelde aantal onderzoekers dat betrokken is bij het onderzoek dat met de supercomputer wordt verricht, hebben wij voor het indirecte gebruik een factor 5 toegepast. Op basis van deze veronderstelling bedraagt het totale aantal wetenschappers dat (in)direct gebruik maakt van de supercomputer 2.000 tot 4.000. Hoewel deze

<sup>10</sup> Volgens het meest recente input-output model ontstaat per gecreëerde directe fte in speur- en ontwikkelingswerk, circa 0,19 aan indirecte werkgelegenheid in andere sectoren in Nederland.

gebruikers niet vanuit de supercomputers projecten worden betaald, zijn zij in hun werk op dit moment wel afhankelijk van de mogelijkheden die de supercomputers bieden.

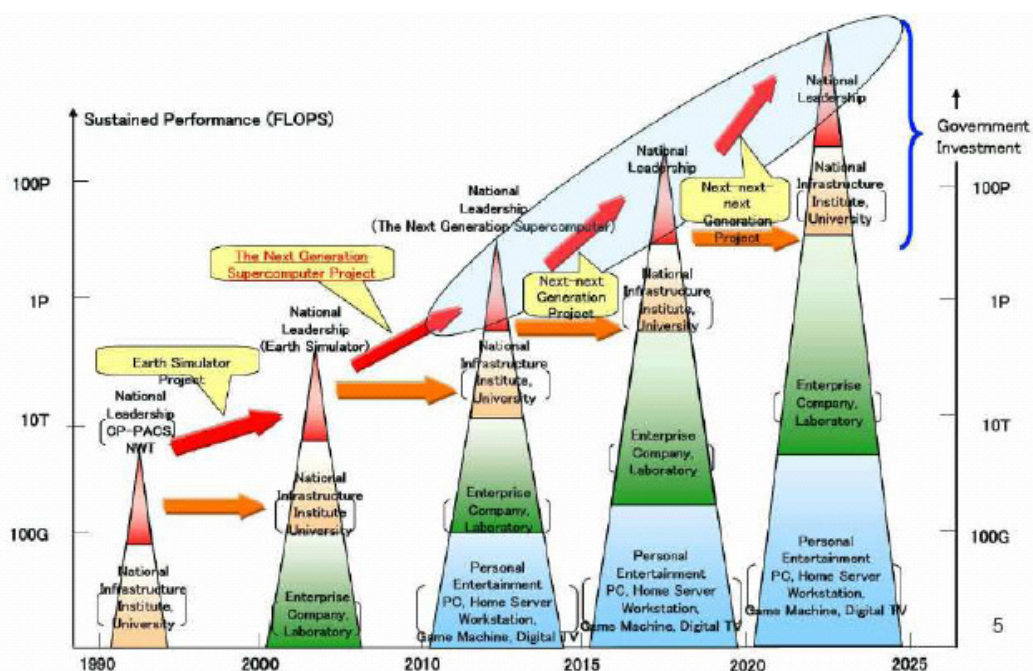
Ook met betrekking tot het gebruik van de supercomputers zal met het PRACE-initiatief in Europa een concentratie van activiteiten plaatsvinden. In de landen die optreden als Principal Partner zal het aantal onderzoekers dat gebruik zal *willen* maken van de supernodes waarschijnlijk sterk toenemen. Aan de andere kant zien we in de drie onderzochte cases dat er nu al een strenge selectie ten aanzien van de verdeling van de computertijd moet worden gehanteerd. Hoewel de rekencapaciteit wordt vergroot, blijft de rekestijd dus beperkt. Daarmee is het de vraag of ook het aantal (in)directe gebruikers met de eventuele vestiging van de supernode zal toenemen ten opzichte van de huidige situatie.

### *De supernode als opleidingsinstrument*

In ieder geval vindt met het gebruik van de supercomputer een belangrijke ontwikkeling van kennis plaats. In de onderzochte cases werd juist het belang van de supercomputer als opleidingsinstrument benadrukt. De mensen die in het supercomputing centrum werken of direct gebruik maken van de supercomputer raken vertrouwd met de computer en kunnen die kennis op een later moment in hun carrière toepassen in het bedrijfsleven.

Met betrekking tot de ontwikkeling van supercomputers is sprake van een cyclus die wordt getoond in Figuur 3.4. In deze figuur zien we dat de supercomputers die horen bij 'National Leadership' vijf jaar later breed worden ingezet bij universiteiten en kennisinstellingen en weer vijf jaar later een concrete toepassing in het bedrijfsleven hebben. Het (optimale) gebruik van de capaciteit van een supercomputer vergt dermate specifieke kennis dat voor dit gebruik vaak mensen worden aangetrokken die jarenlange ervaring met het gebruik van de supercomputer hebben.

Figuur 3.4 Verwachte toekomstige ontwikkeling van high performance computing



Bron: SARA (2009), Monte Rosa Inauguration 18 september 2009

In Zürich/Lugano werkt het personeel gemiddeld vijf jaar bij CSCS. Daarna gaat het in het algemeen bij een bedrijf of kennisinstelling werken. Op het moment dat er nieuwe hardware wordt aangeschaft, wordt veelal nieuw personeel geworven dat nog niet de ‘ballast’ heeft van het gebruik van de ‘oude’ hardware. De continuïteit van het human capital zit bij de supercomputing centra meer in de technische ondersteuning dan in de wetenschappers die van de computer gebruik maken.

Op het moment dat Nederland besluit niet te investeren in een supernode wordt de bestaande cyclus in Nederland onderbroken. Dit betekent dat een belangrijk deel van het talent dat door kennisinstellingen en bedrijfsleven wordt geworven niet meer in Nederland kan worden gevonden. Investeren in supercomputers is als zodanig noodzakelijk om de bedrijven die nu gebruik maken van dit type kennis voor Nederland te behouden.

Een selectie van bedrijven en instellingen die een directe link hebben met Nederlandse gebruikers van de supercomputer wordt getoond in Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Selectie van bedrijven en instellingen met een directe link met Nederlandse gebruikers van supercomputers

Bedrijven	
AkzoNobel	Lionix BV
ASML	MARIN
Basell	NUMECA België
Culgi BV	Numico
Corus	Océ
Deltares	Oranjewoud
DHV	Organon
DOW	ORTEC Logistiek
DSM	Philips
ECN	Rijkswaterstaat
Friesland Foods	Sabic
Havenbedrijf Antwerpen	Shell
Havenbedrijf Rotterdam	Siemens
IBM	Unilever
KEMA	Van Oord
KNMI	YARA Sluiskil

Bron: NCF/SARA (2009), inventarisatie gebruik supercomputers door universiteiten met industriële sponsoring/samenwerking

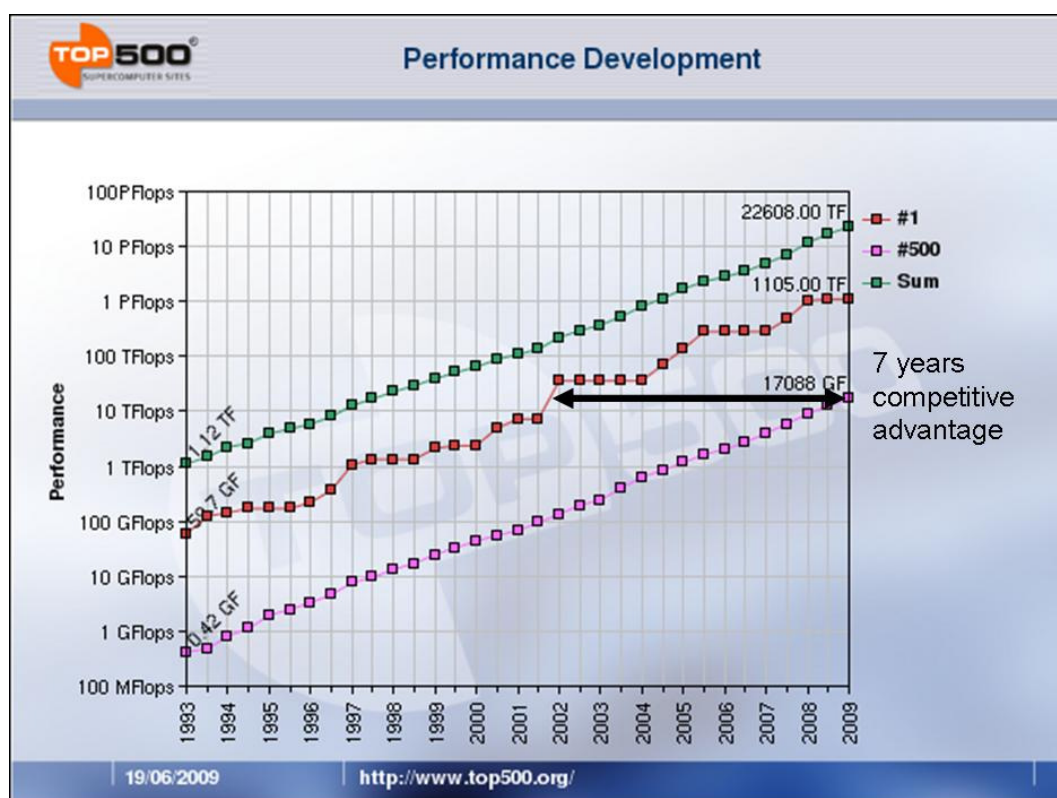
Bij specifieke branches kan de eventuele vestiging van een supernode de concurrentiepositie versterken. Dit geldt bijvoorbeeld voor softwareontwikkelaars. In 2004 stond Nederland met een exportwaarde van \$1,7 miljard aan software op de vierde plaats op de wereldranglijst.<sup>11</sup> Op het moment dat softwareontwikkelaars vooraan in de keten zitten en met behulp van de supernode software kunnen ontwikkelen om een brede(re) doelgroep

<sup>11</sup> Bron: OECD Information Technology Outlook 2006.

te bedienen, wordt de concurrentiepositie van de Nederlandse softwareontwikkelaars versterkt.

In ieder geval kan de ontwikkeling van kennis met een supernode op een hoger niveau plaatsvinden dan nu het geval is. Op dit moment neemt de Huygens computer de 79<sup>e</sup> positie op de ranglijst van snelste computers ter wereld in. Op het moment dat Nederland een supercomputer herbergt die tot de aller-snelste computers ter wereld behoort, kan de in Figuur 3.4 getoonde ontwikkeling op een hoger niveau plaatsvinden dan nu het geval is. Dit wordt verduidelijkt met Figuur 3.6.

Figuur 3.6 Performance Development van supercomputers in de wereld, 1993-2009



Bron: TOP500.Org, 2009

In deze figuur wordt de ontwikkeling van de reken capaciteit van de snelste computer ter wereld afgezet tegen de ontwikkeling van de reken capaciteit van de computer die de 500<sup>e</sup> positie op de ranglijst van snelste computers ter wereld inneemt. Hieruit blijkt dat het hebben van de snelste computer een ‘competitive advantage’ oplevert van maar liefst zeven jaar ten opzichte van de nummer 500 ter wereld. Ofwel, de kennisinstellingen die de beschikking hebben over de 500<sup>e</sup> supercomputer ter wereld kunnen complexe onderzoeksvragen pas zeven jaar later oplossen dan de kennisinstellingen die beschikken over de snelste computer.

Door de beschikking te hebben over een van de snelste computers ter wereld kan dus een concurrentievoordeel worden behaald. Vanzelfsprekend heeft dit een stimulerend effect op de ontwikkeling van de Nederlandse kenniseconomie. Hoewel deze lange termijn effecten op basis van de beschikbare informatie niet of nauwelijks zijn te kwantificeren, zijn deze effecten in economisch opzicht wel zeer belangrijk.

### *Toeleveranciers en afnemers van de (in)directe gebruikers: software-ontwikkeling*

Voor het gebruik van de supercomputer moet specifieke middle- en software worden ontwikkeld. De bedrijven die deze middle- en software ontwikkelen, zijn in het algemeen internationaal opererende bedrijven, zoals ACE, ADF, Paragon en IBM. Bedrijven die vaak het personeel dichtbij de supercomputer stationeren.

De eventuele vestiging van een supernode in Nederland kan daarmee een wervend effect hebben op bedrijven die de voor de supercomputer benodigde software ontwikkelen. Op basis van de ervaringen in Barcelona verwachten we dat ongeveer 4 á 5 bedrijven zich om die redenen in de nabijheid van een supernode vestigen. Ervan uitgaande dat de vestigingen van deze bedrijven circa 10 tot 20 werknemers tellen, bedraagt het werkgelegenheidseffect circa 40 tot 100 banen.

#### **Box 3.1: Voorbeelden van software-ontwikkelaars**

1. Biologische en Life Science gerichte bedrijven die zich bezig houden met hardware en software oplossingen ten behoeve van Bioinformatics, Biochemistry, Medical Imaging Analysis en Clinical development.
2. Financiële markten en Services. Er zijn meerdere kleinere bedrijven die zeer specifieke applicaties en/of algoritmes ontwikkelen voor optimalisatie, pricing, analyse en risk management ten behoeve van de aandelenmarkt. Soortgelijke kleinere partijen bewegen zich op het vlak van verzekeringen en leveren oplossingen ten behoeve van compliance en risico analyse.
3. Automatiseren van Electronical en Digital Design. Bedrijven die oplossingen ontwikkelen ten behoeve van het design van geïntegreerde elektronische circuits, simulaties, et cetera.
4. Bedrijven die zich bezig houden met het ontwikkelen van oplossingen ten behoeve van Computational Fluid Dynamics, Structural Analysis en datamanagement oplossingen voor o.a. scheepsbouw en waterwerken.

Naast deze bottom-up benadering is het effect ook top-down te ramen. Hiervoor maken we gebruik van het input-output model. In dit model is de multiplier voor spur- en ontwikkelingswerk gelijk aan 1,19. Dit betekent dat er per gecreëerde directe fte in spur- en ontwikkelingswerk, circa 0,19 aan indirecte werkgelegenheid in andere sectoren in Nederland ontstaat. Aangezien het effect naar verwachting alleen betrekking heeft op de directe gebruikers, wordt de multiplier in deze raming toegepast op het gemiddelde aantal gebruikers dat de supernode in de toekomst waarschijnlijk zal hebben. In de onderzochte cases gaat het hierbij om 400 tot 800 wetenschappers. Dit leidt dus tot 80 tot 160 fte bij toeleveranciers.

Bovenstaande twee invalshoeken gecombineerd leidt tot een schatting van het indirecte werkgelegenheidseffect dat uitgaat van de toeleveranciers van de (directe) gebruikers van de supercomputer van 40 tot maximaal 160 fte.

### *Netto effecten*

De hierboven beschreven effecten kunnen als bruto effecten worden getypeerd. Bij de (in)directe gebruikers van de supernode en hun toeleveranciers en afnemers is deels sprake van substitutie-effecten. Deze substitutie-effecten moeten in mindering worden gebracht als er wordt gekeken naar netto effecten (Tabel 3.7).



Tabel 3.7 Bruto en netto effecten bij (in)directe gebruikers van de supernode + toeleveranciers en afnemers

Effecten	Directe werkgelegenheid		Indirecte werkgelegenheid	
	bruto	netto	bruto	netto
<i>Directe gebruikers</i>	400 – 800 fte	0 – 200 fte	40 – 160 fte	0 – 40 fte
<i>Indirecte gebruikers</i>	1.600 – 3.200 fte	0 – 800 fte	n.v.t.	n.v.t.

Bron: ECORYS

Op dit moment maken jaarlijks circa 600 personen direct gebruik van de supercomputer bij SARA. Ervan uitgaande dat de huidige gebruikers in de toekomst ook gebruik zullen maken van de supernode bedraagt het netto werkgelegenheidseffect 0 tot 200 fte.

Op het moment dat we dezelfde factor hanteren als bij de casestudies, bedraagt het werkgelegenheidseffect dat uitgaat van het huidige indirecte gebruik van de supercomputer bij SARA circa 2.400. Als we dit aantal op de bruto effecten in mindering brengen, bedraagt het netto werkgelegenheidseffect bij (in)directe gebruikers 0 tot 800 fte. Hierbij is ervan uitgegaan dat het huidige indirecte gebruikers ook in de toekomst indirect gebruik zullen maken van de supernode.

Uiteindelijk hangt de omvang van het aantal (in)directe gebruikers voor een belangrijk deel af van de wijze waarop de supercomputer wordt gebruikt. Het aantal gebruikers neemt toe naarmate de toepassing complexer is en/of naarmate de supercomputer meer wordt gebruikt voor Gamma- of Alfa-onderzoek. Bij het gebruik voor Beta-onderzoek zijn de onderzoeksteams gemiddeld kleiner en is een kleiner aantal fte betrokken. Ook zonder supernode kan het aantal gebruikers van supercomputers in Nederland dus sterk groeien of afnemen. Veel hangt wat dat betreft af van het geld en de inspanning die in het verbreden van de toepassingen wordt gestoken.

Het verhogen van het kennisniveau en het opleidingseffect dat uitgaat van het gebruik van de supercomputer blijft bij de bovenstaande redentatie echter buiten beschouwing. Terwijl juist deze effecten in de casestudies als belangrijkste effecten werden getypeerd. Hoewel het aantal (indirecte) gebruikers van supercomputers in Nederland als gevolg van de eventuele vestiging van de supernode slechts beperkt toeneemt, neemt de *toegevoegde waarde* die met het onderzoek met de supernode kan worden bereikt zeer sterk toe ('competitive advantage'; zie Figuur 3.6). Als gevolg daarvan kan Nederland haar concurrentiepositie in verschillende branches behouden en versterken en ontstaat een belangrijk economisch effect.

### 3.3.3 Supercomputer als vestigingsfactor + toeleveranciers en afnemers

Naast de hierboven beschreven effecten als direct gevolg van de vestiging van de supernode, zijn er ook meer afgeleide effecten die optreden als gevolg van de eventuele ontwikkeling van een supernode. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om bedrijven die vanuit imago-oogpunt graag dichtbij de supercomputer zijn gevestigd. Op dit moment is ook

rondom SARA een cluster van ICT-bedrijven ontstaan. Een selectie van deze bedrijven wordt getoond in Tabel 3.8 en Tabel 3.9.

Tabel 3.8 Selectie van bedrijven en instellingen rondom SARA in Amsterdam

Organisatie	Branche/activiteit		Organisatie	Branche/activiteit
Agendia BV	Cancer diagnostics		IPTP Networks	Internet provider
Applinet BV	Internetuitgeverij		Layar	Augmented Reality
BioDetection Systems BV	Biotechnologie		LIGHTHOUSE	Pharmaceutische industrie
Bureau Kennistransfer UvA	Consultancy		Loginet BV	ICT
Cogent Communications BV	Telecom / internet		Maxwell Group	Consultancy
Commerce-hub BV	IT sector		MediaCT B.	ICT
Datiq	Media/Web/ICT		MITOX Consultants	Biologisch onderzoek
DEAM	Medical devices		NeoNova	Telecommunicatie
DMA computer services	Webdevelopment		Netland Internet Services BV	Web hosting
Euro-smartict BV	Informatie Beveiliging		NLnet Labs	Internet R&D
Ezwim	Telecommunicatie		OPEN Business Applications BV	Consultancy
Giant Leap Technologies BV	ICT Dienstverlening		PCBackup	ICT
GMWEB BV	Internet Development		PLANT hosting & co-location	IT
GVO drukkers en vormgevers B.V.	Grafische industrie		Pzzl.com	ICT
Hawar IT BV	ICT		Recruit Vision BV	Detachering IT personeel
ICIT BV	ICT		SPA Center for Entrepreneurship	Advisering
ICT Center Friesland	ICT		SMS-ONCOLOGY	Clinical Oncology
iMOTIONS BV	Video communicatie		Snakeware BV	ICT
Info.nl/hf B.V.	ICT / Internet		SPRX BV	Mobile Innovation
Infracom / Support Net	ICT / Telecom		StimWell Services BV	Oil and Gas

Bron: Science Park Amsterdam (2009)

Tabel 3.9 Selectie van bedrijven en instellingen rondom SARA in Amsterdam - vervolg

Organisatie	Branche/activiteit		Organisatie	Branche/activiteit
TANDBERG	Videoconferencing		Vancis BV	ICT
TINKiteasy BV	IT		VHTO	meisjes/vrouwen en bèta/techniek
Tipteam	Telecommunicatie		Expertisebureau	
Van Loon Chemical Innovations BV	R&D services voor de coating industrie		VisualSonics	Life Sciences
			Xentech BV	ISP/ICT

Bron: Science Park Amsterdam (2009)

Ook bij de drie onderzochte supercomputer centra is een concentratie van bedrijven ontstaan als gevolg van de ontwikkeling van het desbetreffende centrum. Zo bestond er in de omgeving van Lugano nog geen IT-cluster voordat CSCS hier na een politiek besluit in 1991 werd ontwikkeld. Vervolgens is in de periode 1995-2005 het aantal IT-bedrijven in de regio verdubbeld.<sup>12</sup> Bovendien is mede onder invloed van CSCS in de Universiteit van Lugano een faculteit informatica opgericht.<sup>13</sup> Deze faculteit werkt inmiddels nauw met het supercomputer centrum samen.

Daarnaast is in Zwitserland een cluster van bedrijvigheid ontstaan in de omgeving van Zürich. Hier is een belangrijk deel van de gebruikers van de supercomputer gevestigd. Hieruit blijkt dat alleen een supercomputer niet voldoende is om bedrijven te trekken; een goede internationale bereikbaarheid, voldoende huisvestingsmogelijkheden en mogelijkheden tot uitwisseling van kennis tussen universiteit en bedrijfsleven zijn wellicht nog belangrijker. Aangezien CSCS officieel onderdeel is van de Technische Universiteit in Zürich (ETH Zürich), is daarom een belangrijk deel van de bedrijven juist hier gevestigd. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om (Europese) hoofdkantoren van IBM, Microsoft en Google.

### Box 3.2: Economische effecten van San Diego Supercomputer Centre (SDSC)

In San Diego is een concentratie zichtbaar van research faciliteiten, onderwijs en toeleveranciers rondom IT. Het percentage van werknemers dat werkzaam is in de IT industrie ligt in San Diego hoger dan in de staat Californië en de VS als geheel. In 2006 telde de hightech industrie in de regio San Diego circa 106.400 banen (circa 10% van de totale werkgelegenheid). Binnen het IT-cluster nemen R&D en testlaboratoria de meeste banen voor hun rekening (27.000 banen in 2006).

Een groot aantal van de gespecialiseerde R&D centers in onderzoeksgebieden als oceanografie, astronomie, aardwetenschappen, biologische- en biotechnische wetenschappen zijn in de directe omgeving van La Jolla te vinden; dé vestigingslocatie van Californië. Prominente voorbeelden zijn het Aardbevingscentrum van Zuid-Californië, het Salk Instituut voor Biologische Studies, Palomar Observatorium, Scripps Research Instituut, Biogen Idec en Pfizer.

<sup>12</sup> Bron: [http://www.ti.ch/DFE/USTAT/DATI\\_CANTONE/default\\_3.asp?menu=06&key1=06&key2=02&key3=01](http://www.ti.ch/DFE/USTAT/DATI_CANTONE/default_3.asp?menu=06&key1=06&key2=02&key3=01).

<sup>13</sup> Zie voor meer informatie: <http://www.usi.ch/en/faculty/informatica.htm>.

SDSC onderhoudt veel samenwerkingsverbanden met universiteiten en wereldwijde kennisinstellingen en bouwt constant aan baanbrekende technologieën zoals TeraGrid, SDSC Storage Resource Broker en CI-Channel. Het (bio)-technologische cluster in de regio van San Diego is de laatste jaren door de aanwezigheid van SDSC en deze onderzoeksinstituten versterkt.

Hoewel San Diego een aantrekkelijk klimaat heeft voor het aantrekken van academici en onderzoekers, ondervinden hoogopgeleiden veel obstakels met betrekking tot verblijfsvergunningen en visumaanvragen. Daarom is het noodzakelijk om educatieve faciliteiten aan te sturen en middelbare scholieren in een vroeg stadium met hun studiekeuze te helpen. Spin-offs van het SDSC, zoals een Education Department, maakt het mogelijk deze groep te interesseren voor techniek in het algemeen en technisch onderwijs in het bijzonder.

Ook in Barcelona gaf de ontwikkeling van het supercomputer centrum een grote impuls aan de ontwikkeling van de regionale economie. Het Barcelona Supercomputing Center is gevestigd op Parc Científic de Barcelona (PCB); een Science Park dat sinds de opening in 1999 een enorme ontwikkeling heeft doorgemaakt. Inmiddels beschikt het Science Park over 44.600 m<sup>2</sup> kantoorruimte, dat wordt benut door kennisinstellingen, bedrijven en PCB zelf. Afgelopen jaar is (ondanks de economische crisis) circa 7.800 m<sup>2</sup> kantoorruimte in gebruik genomen.

Ook voor de toekomst zijn de plannen in Barcelona groot. Inmiddels is begonnen met de ontwikkeling van 51.400 m<sup>2</sup> aan nieuwe bedrijfsruimte. Een groot deel hiervan heeft betrekking op uitbreiding van de laboratoria (circa 22.640 m<sup>2</sup>). Naar verwachting telt PCB in 2011 circa 4.500 professionals die direct werken aan R&D.

Hoewel de sterke ontwikkeling die het PCB doormaakt niet volledig op het conto van het supercomputer centrum kan worden geschreven, heeft de ontwikkeling van BSC een belangrijke bijdrage geleverd aan het versterken van het imago van het Science Park. Voor bedrijven spelen algemene vestigingsvoorwaarden uiteraard een grote rol, maar de aanwezigheid van de supercomputer kan voor een internationaal opererend bedrijf dat zich op de Europese markt oriënteert net het verschil uitmaken.

In Jülich tenslotte levert het supercomputing centrum vooral IT-tools en know how voor het Jülich Research Centre. Het Research Centre heeft een staf van ruim 4.400 personen en een jaarbudget van circa € 360 mln. Hiermee onderhoudt het diverse samenwerkingsverbanden met kennisinstellingen en bedrijven in de regio. Van de drie onderzochte supercomputer centra heeft JSC de langste geschiedenis; het centrum is in 1956 operationeel geworden. Er bestaat geen inzicht in de ontwikkeling die de IT-sector in het gebied sindsdien heeft doorgemaakt.

### *Netto effecten*

Het hierboven beschreven imago-effect dat uitgaat van een eventuele vestiging van de supernode kan een versterkte ontwikkeling van de IT-sector in de directe omgeving van de supernode mogelijk maken. De bedrijven die zich als gevolg van dit imago-effect vestigen in de directe omgeving van de supernode onderscheiden zich van de in paragraaf 3.3.2 beschreven bedrijven door geen direct contact te onderhouden met het supercomputer centrum.

De werkgelegenheid die ontstaat als gevolg van de bedrijven die zich puur vanwege het imago in de nabijheid van de supernode willen vestigen, is op basis van de beschikbare informatie niet te ramen. Wel is het duidelijk dat er met betrekking tot dit effect binnen Nederland vooral sprake is van verplaatsing van activiteiten. Zo kan vestiging in de directe omgeving van de supernode voor enkele bedrijven die zich in de toekomst (her)oriënteren op hun vestigingsplaats zeer aantrekkelijk zijn. Op de schaal van Nederland leidt dit imago-effect dus niet zo zeer tot extra bedrijvigheid, maar meer tot een concentratie van IT-bedrijven rondom de supernode.

Als gevolg van het PRACE-initiatief zullen er binnen Europa wel agglomeratie-effecten optreden. Zo zullen de landen die zich profileren rond de sterkste supercomputers ter wereld in de toekomst meer IT-bedrijven aantrekken dan de landen die dat profiel niet hebben. Het werkgelegenheidseffect dat hiervan uitgaat is op basis van de beschikbare informatie niet te ramen.

## 3.4 Overige effecten

### 3.4.1 Spin-offs kennisbedrijven

Uit de dynamiek rondom een supercomputer centrum ontstaan in het algemeen ook spin-offs van kennisbedrijven. Als gevolg van de eventuele vestiging van een supernode zal er door de beschreven effecten in paragraaf 3.3 naar verwachting een cluster van IT-bedrijven rondom het supercomputer centrum ontstaan. Als gevolg van samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven kunnen spin-offs ontstaan van bedrijven die nieuwe technologieën verder ontwikkelen. Het gaat hierbij met name om starters en MKB-bedrijven die, op het moment dat zij ontwikkelde technologieën een markt-toepassing geven, kunnen uitgroeien tot grote bedrijven. De omvang van het aantal bedrijven en de hieraan gerelateerde werkgelegenheid hangt voor een belangrijk deel af van de invulling van het project en de randvoorwaarden die door nabij gevestigde bedrijven en kennisinstellingen worden geschapen.

In Barcelona wordt actief tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven samengewerkt om spin-offs te bevorderen. Een voorbeeld hiervan is de Bioincubator PCB-Santander waar specifiek ruimte is gecreëerd voor technologiebedrijven. Op het moment dat deze bedrijven groeien en circa 10 personen in dienst hebben, ontstaat in het algemeen een nieuwe spin-off. In deze spin-off wordt een technologie verder ontwikkeld; vaak met (financiële) hulp van een kennisinstelling of bedrijf.

CSCS zal in 2011/2012 in Lugano een nieuw gebouw betrekken. In 2010 wordt aangevangen met de bouw die in totaal een investering van circa 60 mln. CHF vraagt. Het gebouw zal een plaats krijgen op een bedrijvenpark dat naar alle waarschijnlijkheid Technopolo zal heten. Het is de bedoeling om op dit bedrijventerrein een incubator te realiseren waar kleine bedrijfjes (die ontstaan vanuit de samenwerking tussen Universiteit Lugano en CSCS) een plaats kunnen krijgen. De incubator zal plaats bieden aan circa 10 bedrijven. Overigens zijn op het bedrijvenpark waar CSCS nu is gevestigd ook een aantal IT-bedrijven gevestigd (waaronder Acer).

De omvang van de werkgelegenheid die ontstaat als gevolg van spin-offs van de eventuele vestiging van de supernode in Nederland, is op dit moment moeilijk aan te geven. Veel hangt wat dat betreft af van de uiteindelijk vestigingsplaats van de supernode en de randvoorwaarden die door betrokken kennisinstellingen, bedrijven en de overheid worden gecreëerd.

### 3.4.2 Effecten van markttoepassingen ‘onderzoeksdorbraken’

De maatschappelijke en economische effecten die van markttoepassingen van onderzoeksdorbraken uitgaan, zijn waarschijnlijk het grootst in omvang. Tegelijkertijd zijn deze effecten het moeilijkst te ramen. In de boxen 3.3 t/m 3.6 worden mogelijke markttoepassingen van onderzoek dat met de supercomputer wordt verricht, beschreven.

#### **Box 3.3: De energieopbrengst van windmolens**

De energieopbrengst van windmolens kan enorm toenemen door ze te voorzien van grotere rotors met beweegbare elementen. Het vereist zeer complex rekenwerk om tot het juiste ontwerp te komen. De kleinste werveling kan een significante invloed hebben op de kracht die op een blad werkt. En dus op de hoeveelheid energie die een turbine kan opwekken. Om een nauwkeurig totaalbeeld te krijgen, moet de stroming in honderd miljoen punten rond een rotor worden berekend. Op de TU Delft gebeurt dat door het probleem in talloze stukjes te knippen. Maar aangezien de deelsommen sterk samenhangen, moeten de hiervoor gebruikte computers tijdens het oplossen met elkaar praten om de uitkomsten te integreren. Dat kost veel extra tijd, maar zonder deze parallelisatie kan het probleem niet worden opgelost. Met behulp van een supernode zouden benodigde berekeningen sneller en beter kunnen worden uitgevoerd.

*Bron: Stichting Nationale Computerfaciliteiten, Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (2009), Rekenen helpt! Het maatschappelijk belang van supercomputers voor Nederland.*

Op het moment dat Nederland besluit niet te investeren in de vestiging van een supernode kan dit type onderzoek ook met een supercomputer in het buitenland worden uitgevoerd. Dit betekent echter dat een groot deel van de onderzoekstijd, en daarmee het onderzoek dat in de diverse boxen wordt uiteengezet, in de toekomst niet meer in Nederland kan plaatsvinden. Naast het eventuele vermarkten van onderzoekstoepassingen, waarbij Nederlandse bedrijven een rol in (kunnen) spelen, kan dit inhouden dat ook Nederlandse wetenschappers tijdelijk in het buitenland werkzaam zijn. Op het moment dat investeringen in supercomputers uitblijven, kan het op lange termijn betekenen dat het in paragraaf 3.3.2 aangegeven aantal gebruikers in Nederland zelfs zal afnemen.

#### **Box. 3.4: Intelligente dijk vergt hoogwaardige rekenkracht**

Het IBM Global Center of Excellence for Watermanagement is in Noord-Groningen betrokken bij een proefproject dat moet leiden tot ‘de dijk van de toekomst’. Dankzij grote rekenkracht is het mogelijk dijkbewaking intelligenter aan te pakken. Het project bevat voor IBM de belangrijkste aspecten die werken aan watermanagement in Nederland interessant maken: hoogwaardige kennis en veel data. Een consortium van circa dertig bedrijven rustte in Bellingwedde een 100 meter lang stuk proefdijk (‘IJKDijk’) uit met sensors en camera’s. Na langzaam opvoeren van de waterdruk brak de dijk door. Een succes, want het gebeurde volgens plan. De meetgegevens die de dijkdoorbraak opleverde, worden samen met onderzoekspartners in computermodellen ingevoerd. Gebruik van supercomputers maakt het mogelijk die meetgegevens vervolgens te koppelen aan actuele weersmodellen en zee of

rivierstromingen. Bestuurders kunnen met die voorspellingen gericht actie nemen op dijkgedeelten waar problemen dreigen bij bijvoorbeeld storm.

*Bron: Stichting Nationale Computerfaciliteiten, Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (2009), Rekenen helpt! Het maatschappelijk belang van supercomputers voor Nederland.*

### 3.4.3 Stimulering opleidingsniveau beroepsbevolking

Het effect dat in de vorige paragraaf is beschreven heeft daarmee een directe relatie met het effect dat in deze paragraaf centraal staat. De eventuele vestiging van een supernode stimuleert volgens het patroon dat in Figuur 3.4 wordt getoond ook de ontwikkeling van het opleidingsniveau van de beroepsbevolking.

#### **Box 3.5: Verfijnder modellen nodig voor betere waterstofauto's**

Als Nederland efficiënter chemicaliën wil produceren en meer waterstofauto's op de weg wil zien, is verbetering van heterogene katalyse en waterstofopslag noodzakelijk. Dit vereist uiterst complex rekenwerk. Bij het Leids Instituut voor Chemisch onderzoek (LIC) is rekenen een van de hoofdactiviteiten. Met kwantummechanische berekeningen brengen de onderzoekers tot op atomair niveau in kaart hoe atomen in het krachteveld van een oppervlak bewegen. Die kennis komt van pas in naftakrakers, maar ook in de voedingsmiddelindustrie. Analyse van de chemische reactie van waterstofatomen met een metaaloppervlak is belangrijk voor de ontwikkeling van betere opslagmogelijkheden voor waterstof. Voor de doorbraak van waterstof als schone (auto)brandstof is dat doorslaggevend. Supercomputerfaciliteiten zijn noodzakelijk om de benodigde berekeningen te kunnen uitvoeren.

*Bron: Stichting Nationale Computerfaciliteiten, Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (2009), Rekenen helpt! Het maatschappelijk belang van supercomputers voor Nederland.*

Op het moment dat wordt overgegaan tot (blijvende) investering in supercomputers kan de cyclus zoals die in Figuur 3.4 wordt getoond worden gecontinueerd en als gevolg van de doelstellingen van PRACE waarschijnlijk naar een hoger niveau worden getild. De omvang van dit effect is op basis van de beschikbare informatie niet te rammen.

#### **Box 3.6: Visserij, toerisme, luchtverontreiniging en nucleaire energie**

Onderzoek naar deeltjes in stromingen in riviermondingen en meren geeft een beeld van algenvorming. Economisch is dat van groot belang, want zowel de visserij als stranden en binnenwatertoerisme ondervinden de gevolgen van sterke algengroei.

Bij onderzoek naar aerosolen (in de atmosfeer zwevende deeltjes) draagt het fundamenteel stromingsleeronderzoek bij aan inzicht in het ontstaan van luchtverontreiniging. En met de Nuclear Research & consultancy Group (NRG) in Petten bekijken Eindhovense wetenschappers momenteel modellen om te bestuderen hoe radioactieve deeltjes bij een nucleair incident binnen het omhulsel van een reactor neerslaan (en dus niet in een wolk naar buiten komen). Bij deze onderzoeken komen zeer complexe berekeningen kijken, die zonder slimme algoritmes en zeer geavanceerde rekenfaciliteiten niet zijn uit te voeren.

*Bron: Stichting Nationale Computerfaciliteiten, Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (2009), Rekenen helpt! Het maatschappelijk belang van supercomputers voor Nederland.*

#### 3.4.4 Inkomenseffecten

De stimulering van het opleidingsniveau van de beroepsbevolking heeft een belangrijk inkomenseffect tot gevolg. Dit ontstaat als gevolg van bestedingen die door het project worden toegevoegd aan de regionale economie. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan bestedingen van het personeel van het rekencentrum bij de lokale detailhandel of horeca. Dit effect is meestal echter te verwaarlozen vergeleken met de directe- en indirecte werkgelegenheid zoals die in de voorgaande paragrafen is beschreven.



## 4 Samenvatting en conclusie

### *Inleiding*

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap heeft ECORYS in de periode van eind augustus tot medio oktober een analyse uitgevoerd naar de economische effecten van de eventuele vestiging van een supernode in Nederland.

Tabel 4.1 toont de belangrijkste uitkomsten van de studie. Hieruit blijkt dat als gevolg van de eventuele vestiging van een supernode verschillende type economische effecten optreden. Het gaat daarbij om tijdelijke, structurele en overige effecten.

Tabel 4.1 Raming bruto en netto effecten van de eventuele vestiging van een supernode in Nederland

Type effect	Direct werkgelegenheidseffect		Indirect werkgelegenheidseffect	
	bruto	netto	bruto	Netto
<b>Tijdelijke effecten</b>				
√ ontwikkelaars gebouw rekencentrum	120 – 300 abj, waarschijnlijk circa 270	120 – 300 abj, waarschijnlijk circa 270	110 – 280 abj, waarschijnlijk circa 250	110 – 280 abj, waarschijnlijk circa 250
√ ontwikkelaars supernode	Hoofdzakelijk buiten Nederland	Hoofdzakelijk buiten Nederland	Niet in Nederland	Niet in Nederland
<b>Structurele effecten</b>				
√ personeel rekencentrum	100 – 150 fte	40 – 90 fte	20 – 35 fte	10 – 25 fte
√ (in)directe gebruikers supernode	2.000 – 4.000 fte	0 – 1.000 fte	40 – 160 fte	0 – 40 fte
√ supercomputer als vestigingsfactor	++	+	++	+
<b>Overige effecten</b>				
√ spin-offs kennisbedrijven	+	+	+	+
√ markttoepassingen 'onderzoeksdorbraken'	++	++	++	++
√ ontwikkeling opleidingsniveau beroepsbevolking	++	++	++	++
√ inkomenseffecten	+	+	+	+

Bron: berekeningen ECORYS

### *Tijdelijke effecten*

Bij de **tijdelijke effecten** gaat het om werkgelegenheid die wordt gecreëerd als gevolg van de ontwikkeling van een geschikt gebouw voor de supernode en de ontwikkeling van de supernode zelf (hardware). De omvang van het effect dat optreedt als gevolg van de ontwikkeling van een geschikt gebouw hangt in belangrijke mate af van de vestigingskeuze. Op het moment dat een totaal nieuw gebouw moet worden ontwikkeld, ontstaat er tijdelijke werkgelegenheid in de bouwsector. Het gaat hierbij om 120 tot 300 arbeidsjaren, afhankelijk van de uiteindelijke specificaties van het gebouw. Op basis van de huidige raming van de benodigde investering van € 45 mln. zou het hierbij gaan om 270 directe arbeidsjaren. Als gevolg van toeleveranties aan de bouwbedrijven ontstaat tussen de 110 en 280 arbeidsjaren aan werkgelegenheid. Uitgaande van de investering van € 45 mln. verwachten we een indirecte werkgelegenheid van circa 250 arbeidsjaren.

De werkgelegenheid die optreedt als gevolg van de ontwikkeling van de supernode zelf (hardware) zal naar alle waarschijnlijkheid niet in Nederland ontstaan. Op het gebied van high performance computing zijn slechts enkele bedrijven in de wereld actief. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om IBM, Cray, Hewlett-Packard, Bull en SGI. Naar verwachting zal de supernode bij een positief besluit bij één van deze (buitenlandse) bedrijven worden afgenomen. Het tijdelijke effect dat uitgaat van de installatie van de supercomputer door de producent van de hardware is in termen van werkgelegenheid zeer beperkt.

### *Structurele effecten*

Bij de **structurele effecten** gaat het in de eerste plaats om het personeel van het rekencentrum. Op basis van de drie casestudies mag worden verwacht dat het hierbij gaat om circa 100 tot 150 fte. Aangezien het huidige rekencentrum circa 60 fte telt dat direct gerelateerd is aan de supercomputer, bedraagt het netto werkgelegenheidseffect 40 tot 90 fte. Het onderhoud en de toelevering van onder meer energie en water levert bruto circa 20 tot 35 fte aan werkgelegenheid op. Netto gaat het hierbij om 10 tot 25 fte.

Ook bij het gebruik van de supernode gaat het om een structureel werkgelegenheidseffect. Afhankelijk van de uiteindelijke specificaties van de supernode zullen waarschijnlijk tussen de 400 en 800 wetenschappers (van buiten het rekencentrum) van de supernode gebruik maken. Aangezien deze wetenschappers doorgaans in teams van 5 personen werken, zijn tussen de 2.000 en 4.000 wetenschapper in hun werk (direct) afhankelijk van de supernode.

Op dit moment werken circa 600 wetenschappers met de Huygens computer. Op het moment dat we dit in mindering brengen van het hierboven genoemde aantal rest een netto effect van maximaal 200 wetenschappers. Het netto effect dat uitgaat van het indirecte gebruik bedraagt maximaal 800 fte.

Bij het gebruik van de supernode maken onderzoekers gebruik van zeer specifieke software die enerzijds door het personeel van het rekencentrum zelf en anderzijds door (externe) bedrijven moet worden ontwikkeld. Het effect dat buiten het rekencentrum optreedt (indirecte voorwaarts werkgelegenheidseffect) heeft een omvang van 40 tot 160 fte. Het netto effect bedraagt maximaal 40 fte.

Het laatste in dit rapport beschreven structurele werkgelegenheidseffect komt voort uit de bedrijven en instellingen die zich door de vestiging van de supernode in Nederland (nabij de supernode) willen vestigen. Dit imago-effect zien we in de drie casestudies terug en treedt bovendien op dit moment al rondom SARA op. Als gevolg van het PRACE-initiatief zullen er naar verwachting binnen Europa agglomeratie-effecten optreden. De Europese investeringen in supercomputers zullen meer worden geconcentreerd en landen met de snelste supercomputers zullen in de toekomst per saldo meer IT-bedrijven aantrekken dan landen met minder snelle supercomputers. De werkgelegenheid die hieruit voortkomt, is op basis van de beschikbare informatie niet te ramen.

### *Overige effecten*

Tot slot zijn er in de studie een aantal **overige effecten** geïdentificeerd. In de eerste plaats gaat het om spin-offs van kennisbedrijven, zoals starters en MKB-bedrijven die een ontwikkelde technologie verder ontwikkelen en het (eventueel) een markttoepassing geven. De mate waarin dit effect optreedt, hangt af van de wijze waarop in de toekomst de rekentijd wordt verdeeld. Daarnaast hangt een belangrijk deel van de omvang van dit effect af van de samenwerking tussen kennisinstellingen, bedrijfsleven en overheid (Triple Helix). Intensieve samenwerking gericht op het stimuleren van het creëren van markttoepassingen zal het aantal spin-offs vergroten.

Ook de markttoepassingen van onderzoeksdoorbraken leveren een belangrijk economisch effect op. Aangezien er op dit moment geen inzicht bestaat in het (type) onderzoek dat met de supernode zal worden uitgevoerd, is de omvang van dit effect echter niet te ramen. De strategische onderzoeksthema's waarvoor supercomputers in het algemeen worden gebruikt, maken het echter waarschijnlijk dat van eventuele onderzoeksdoorbraken een groot werkgelegenheidseffect uitgaat.

Eén van de belangrijkste effecten waar in de casestudies op is gewezen, is het strategische belang van een supercomputer voor het opleiden van personeel voor kennisinstellingen en bedrijven. Gemiddeld schaffen rekencentra elke vijf jaar een nieuwe supercomputer aan. De 'oude' supercomputer wordt vanaf dat moment, mede door gedaalde aanschafprijzen, breed bij kennisinstellingen ingezet. Het personeel van het rekencentrum en de directe gebruikers van de 'oude' supercomputer zijn zeer interessante werknemers voor de kennisinstellingen waar de 'oude' supercomputer vanaf dat moment wordt ingezet.

Vijf jaar later worden de supercomputer bovendien breed in het bedrijfsleven ingezet. De medewerkers die dan inmiddels tien jaar ervaring hebben met supercomputers met een vergelijkbare capaciteit, zijn zeer gewild bij dit bedrijfsleven. Op het moment dat een land blijft investeren in supercomputers blijft de hierboven beschreven cyclus in stand. Op het moment dat een land besluit dit niet te doen, zullen kennisinstellingen en bedrijven hiervan op de lange termijn hinder ondervinden.

Het laatste in deze studie onderscheiden effect ontstaat als gevolg van bestedingen die door het project worden toegevoegd aan de regionale economie. Bij deze inkomenseffecten kan bijvoorbeeld worden gedacht aan bestedingen van het personeel van het rekencentrum bij de lokale detailhandel of horeca. Op basis van de beschikbare informatie is dit effect niet te ramen.

### *Conclusie*

Afgezet tegen de benodigde investering kan de indruk bestaan dat de werkgelegenheids-effecten van de eventuele vestiging van een supernode gering zijn. In de economische effectenanalyse kon echter slechts een deel van de effecten worden gekwantificeerd. Juist de niet kwantificeerbare effecten blijken van groot belang voor de (economische) ontwikkeling van een land. Zo kan het op een juiste manier inzetten van de supercomputer in verschillende branches tot concurrentievoordelen leiden.

Daarnaast gaat van het gebruik van de supercomputer een belangrijk opleidingseffect uit. Een groot aantal Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen maakt op dit moment (indirect) gebruik van supercomputers. Voor dit gebruik is zeer specifiek opgeleid personeel nodig. Op het moment dat Nederland besluit niet te investeren in een supernode wordt de bestaande cyclus in Nederland onderbroken. Dit betekent dat een belangrijk deel van het talent dat door kennisinstellingen en bedrijfsleven wordt geworven niet meer in Nederland kan worden gevonden. Investeren in supercomputers is als zodanig van belang om de bedrijven die nu gebruik maken van dit type kennis voor Nederland te behouden.

Naast de stimulering van het kennisniveau van de beroepsbevolking, worden met supercomputers veelal onderzoeken uitgevoerd die van strategisch belang zijn voor de ontwikkeling van een land. In het geval van Nederland kan bijvoorbeeld worden gedacht aan onderzoek naar de effecten van klimaatverandering op het (benodigde) watermanagement. In een door het Ministerie van EZ en het Ministerie van OCW geschreven visie wordt nader ingegaan op het strategische belang van het al dan niet investeren in een supernode.

Tot slot is een randvoorwaarde van cruciaal belang voor de uiteindelijke omvang van het economische effect dat van de eventuele vestiging van een supernode uitgaat. Het gaat hierbij om de locatie waar de supernode zal worden gevestigd. Met het oog op de beschikbaarheid van geschikt personeel en de eisen die het toekomstig personeel naar verwachting aan het woon- en leefklimaat stelt, ligt vestiging in Amsterdam voor de hand. Het IT-cluster rondom SARA kan met de eventuele vestiging van de supernode bovendien worden versterkt, waardoor er naar verwachting meer spin-offs zullen ontstaan. Om dit te bereiken is vruchtbare samenwerking tussen bedrijfsleven, kennisinstututen en overheid (Triple Helix) een belangrijke voorwaarde.

# Bijlage 1: Resultaten casestudie Swiss National Supercomputing Centre (CSCS)

Swiss National Supercomputing Centre – CSCS  
Galleria 2  
Via Cantonale  
6928 Manno (Switzerland)  
<http://www.cscs.ch>

## Hoe is het project tot stand gekomen?

Het Zwitserse Nationale Supercomputing Centrum (CSCS) is in 1991 opgericht en bevordert de technische en wetenschappelijke diensten voor de Zwitserse onderzoeksgemeenschap op het gebied van high-performance computing. Het centrum werkt samen met binnenlandse en buitenlandse onderzoekers, en voert zijn eigen onderzoek in wetenschappelijke supercomputing uit. Gelegen in de buurt van Lugano in het Italiaans-sprekende deel van Zwitserland is CSCS een autonome eenheid van het Zwitserse Federale Instituut voor Technologie in Zürich (ETH Zürich).

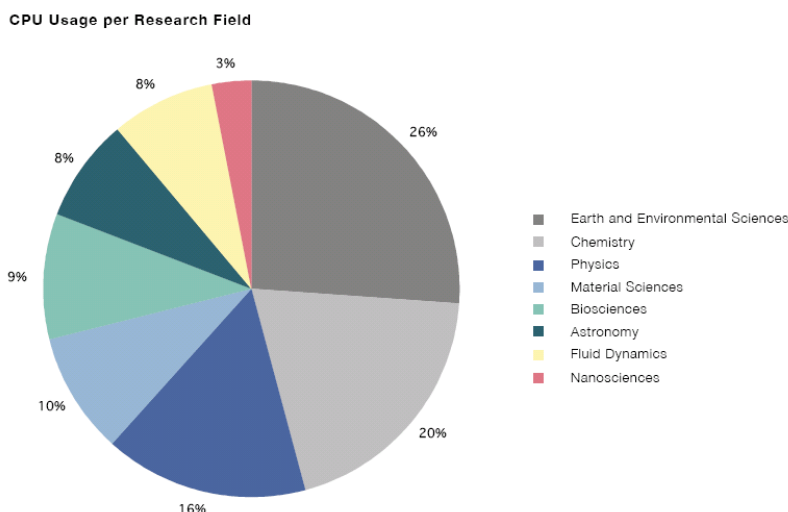
CSCS werd in opdracht van de staat opgericht en wordt sindsdien gerund door ETH Zürich. ETH, de Zwitserse universiteiten, andere onderzoeksinstituten, CERN en MeteoSchweiz zijn de belangrijkste gebruikers van de Monte Rosa, de supercomputer van CSCS. Eind mei 2009 stelde de Zwitserse Bondsraad het Zwitserse nationale strategische plan voor High Performance Computing and Networking (HPCN) vast. Hierdoor moet o.a. in 2012 een nieuwe high performance computing systeem worden aangeschaft dat kan worden gebruikt door alle Zwitserse universiteiten en enkele specifieke Zwitserse bedrijven. Het nieuwe systeem zal worden gehuisvest in een nieuw gebouw in Lugano-Cornaredo.

## Welke effecten heeft het project gehad op de wetenschappelijke ontwikkeling in het algemeen en innovaties in het bijzonder?

De Monte Rosa wordt gebruikt voor Earth and Environmental Sciences, Chemistry, Physics, Material Sciences, Astronomy, Fluid Dynamics and Nanosciences (zie onderstaande figuur).

Jaarlijks maken circa 400 wetenschappers direct gebruik van de supercomputer. Het aantal gebruikers wordt geteld aan de hand van het aantal uitgegeven accounts. De 400

hebben dus betrekking op de directe gebruikers van de supercomputer. Maar aangezien de gebruikers veelal in teams werken aan de onderzoeken, maakt tevens een groot aantal wetenschappers indirect gebruik van de supercomputer (factor 5). In 2008 verschenen circa 270 publicaties van onderzoek dat met de Zwitserse supercomputer is verricht.



Bron: CSCS, Annual Report 2008

## Welke economische effecten zijn daaruit voortgekomen en in welke omvang?

### 0 – ontwikkelaars rekencentrum en supercomputer

In de ontwikkeling van het nieuwe gebouw van CSCS wordt eenmalig 60 mln. CHF geïnvesteerd; dit komt volledig ten goede aan lokale bouwbedrijven.

De gemiddelde supercomputer kost 40 á 50 mln. Bij Cray werken circa 600 fte aan de ontwikkeling van supercomputers. De omzet van dit bedrijf bedraagt circa 1 mld. per jaar. Dit houdt in dat het bedrijf op jaarbasis gemiddeld 20 supercomputers produceert en installeert. Dit houdt vervolgens in dat gemiddeld 30 fte aan de ontwikkeling van een supercomputer werkt.

### 1 – personeel rekencentrum

Circa 40 fte, waarvan 1/3 uit de regio en 2/3 uit de gehele wereld. Circa de helft van het personeel betreft technici; de andere helft betreft wetenschappers.

Circa 2 mln. CHF wordt jaarlijks besteed aan energie. Deze energie wordt ingekocht bij een lokaal energiebedrijf. Op jaarbasis wordt circa 1,5 tot 2 mln. CHF besteed aan het onderhoud van de supercomputer. Ook dit wordt veelal lokaal uitbesteed. Tenslotte is met betrekking tot de koeling van de supercomputers een stelsel van leidingen aangelegd dat geheel is ontwikkeld door een lokaal bouwbedrijf. Hiermee heeft deze aannemer kennis ontwikkeld die nu elders in Zwitserland en zelfs buiten Zwitserland wordt toegepast. In het nieuwe gebouw zullen de supercomputers met water uit het meer van Lugano worden gekoeld.

## 2 – gebruikers supercomputer

Jaarlijks maken circa 400 wetenschappers direct gebruik van de supercomputer. Het gaat hierbij in zijn totaliteit om wetenschappers die verbonden zijn aan Zwitserse kennisinstellingen. Aangezien de gebruikers veelal in teams werken aan de onderzoeken, maakt tevens een groot aantal wetenschappers indirect gebruik van de supercomputer (factor 5). Ofwel, per uitgegeven account zijn ongeveer vijf wetenschappers betrokken bij het onderzoek dat met de supercomputer wordt verricht. Op basis hiervan kan worden verondersteld dat circa 2.000 mensen per jaar (in)direct gebruik maken van de supercomputer. Het gaat hierbij volledig om wetenschappers; het bedrijfsleven is vooralsnog geen directe gebruiker van de supercomputer. Wel wordt een deel van het met de supercomputer verrichte onderzoek mogelijk gemaakt met derde geldstromen. Hierbij is dus een private partij betrokken.

## 3 – supercomputer als vestigingsfactor

Voor de vestiging van CSCS in 1991 was er in Ticino geen IT-cluster. De drie belangrijkste sectoren in de regio waren op dat moment toerisme, logistiek en de financiële sector. Sindsdien is de IT-sector steeds groter geworden. Het aantal bedrijven in de informatica is in de periode 1995-2005 zelfs verdubbeld. Inclusief post en speur- en ontwikkelingswerk gaat het inmiddels om ruim 5.000 fte (2005) bij circa 690 bedrijven (zie onderstaande tabel). Bovendien is mede onder invloed van CSCS in de Universiteit van Lugano een faculteit Informatica opgericht.

Sector	Bedrijven	Werkgelegenheid (fte)
64 Poste e telecomunicazioni	323	2.946
72 Informatica	332	1.771
73 Ricerca e sviluppo	34	341
<b>Totaal</b>	<b>689</b>	<b>5.058</b>

Aangezien ETH Zürich nog altijd hoofdgebruiker van de supercomputer is, moet ook worden gekeken in hoeverre Zürich in staat is om IT-bedrijven aan te trekken. De vooraanstaande positie van ETH Zürich in de wereld -de universiteit is al jaren de hoogst genoteerde universiteit van het Europese continent op de Shanghai Ranking- blijkt een wervend effect op bedrijven te hebben. Microsoft en Google hebben bijvoorbeeld in Zürich een belangrijke vestiging geopend. Daaruit blijkt dat niet zo zeer de supercomputer van belang is om bedrijven te trekken, maar meer de aanwezigheid van geschikt (hooggekwalificeerd) personeel. De supercomputer is echter wel een middel om dit personeel aan te trekken en op te leiden.

## 4 – overige effecten

Markttoepassingen onderzoeksdoorbraken: enorm.

Stimulering kennisniveau beroepsbevolking: enorm, dit speelt voor de regio uiteindelijk een belangrijkere rol dan de aanwezigheid van het rekencentrum. De gemiddelde werknemer van CSCS werkt vijf jaar bij het centrum en vertrekt dan naar een (IT-)bedrijf waar hij/zij verantwoordelijk wordt voor geavanceerde ICT-infrastructuur.

Spin-offs: moeilijk aan te geven. Wel wordt op het nieuwe terrein van CSCS een incubator ontwikkeld waar spin-offs vanuit de lokale universiteit en CSCS een plaats kunnen verwerven. Vooralsnog gaat het hierbij om circa 10 bedrijven. Meer spin-offs vinden in Zürich zelf plaats.

## Welke private en publieke investeringen liggen hieraan ten grondslag?

### *Uitgaven en inkomsten van het CSCS in 2008*

**Income & Expenditure Flow** (1.1.2008-31.12.2008)

Expenditures		Income	
<b>Investments</b>	<b>2'044'641.43</b>	<b>Basic Budget</b>	<b>12'000'000.00</b>
		Contribution ETH Zurich	12'000'000.00
<b>Personnel</b>	<b>5'347'691.86</b>	<b>Third-party contributions</b>	<b>2'344'909.82</b>
Payroll	4'175'294.65	Project PRACE	363'641.93
Employer's contributions	589'942.65	Project EGEE II	56'220.12
Other (education, travel etc.)	582'454.56	Project LINKSCEEM	48'779.76
<b>Other material expenses</b>	<b>4'395'150.49</b>	HPCN Project CHIPP	1'205'876.90
Floor space	189'672.42	Meteo Swiss	616'475.80
Maintenance	733'861.71	Project ESF	25'705.68
Energy & media	1'275'079.95	Other contributions	28'209.63
Administrative expenses	151'482.48		
Hardware, software, services	1'972'183.45		
Services & remunerations	71'092.70		
Other	1'777.78		
<b>Extraordinary incom/expenditures</b>	<b>12'263.29</b>		
Extraordinary income	-297.59		
Overhead	12'560.88		
<b>Expenses total</b>	<b>11'799'747.07</b>	<b>Income total</b>	<b>14'344'909.82</b>
<b>Balance</b>			<b>2'545'162.75</b>

- The balance is rolled over to the 2009 budget.

Bron: CSCS, Annual Report 2008.



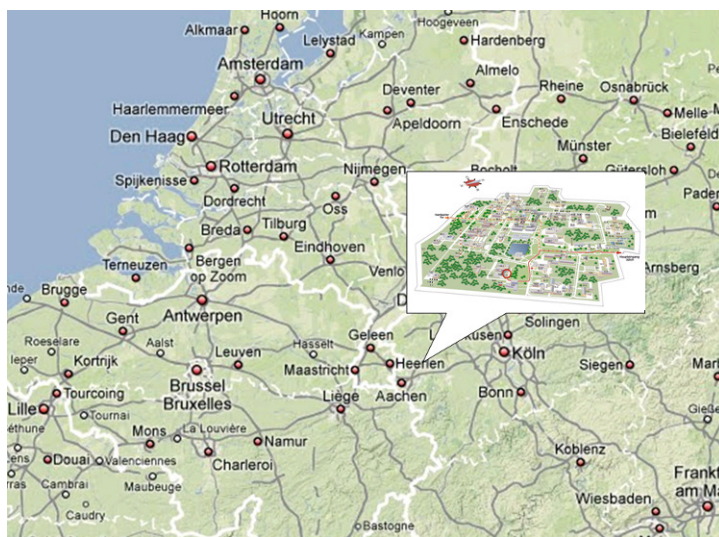
## Bijlage 2: Resultaten casestudie Jülich Supercomputing Centre (JSC)

Jülich Supercomputing Center  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
D-52425 Jülich (Duitsland)  
<http://www.fz-juelich.de/jsc/en>

### Hoe is het project tot stand gekomen?

Het Forschungszentrum Jülich (Jülich Research Centre) is al vanaf het begin erg actief geweest op het gebied van computing. Reeds in het jaar van de oprichting van het centrum, 1956, werd een eerste computer geïnstalleerd. Het JRC betrad de wereld van supercomputers in 1983 met de installatie van de Cray X-MP computer.

In 1983 waren de initiatiefnemers aan de ene kant de onderzoeksgroepen in Jülich, met name vastestof- en zachtmateriefysici als hadron en fusie wetenschappers. Aan de andere kant bouwde vanuit universitaire hoek in Duitsland



de belangstelling voor supercomputers zich geleidelijk aan op. Dit heeft uiteindelijk geleid tot de oprichting van het eerste supercomputer centrum HLRZ (Höchstleistungsrechenzentrum), tegenwoordig het John von Neumann-Institute for Computing.

Het centrum is opgericht met het primaire doel supercomputing tijd aan Jülich wetenschappers te bieden. Vier jaar later (1987) is de scope verbreed en was de vorming van een nationaal centrum, waarbij wetenschappers vanuit heel Duitsland gebruik kunnen maken van de voorzieningen, een feit. Momenteel beschikt het centrum over meerdere supercomputers, waaronder de snelste van Europa (JUGENE). Het doel voor de toekomst is de positie te behouden en te versterken. Tegen deze achtergrond streeft Jülich een van de Europese HPC centra te worden in het kader van PRACE.

## Welke effecten heeft het project gehad op de wetenschappelijke ontwikkeling in het algemeen en innovaties in het bijzonder?

De vestiging van het supercomputingcentrum in Jülich heeft Duitsland in staat gesteld een leidende positie op het gebied van simulatie wetenschap en techniek te realiseren. Wetenschappers uit alle disciplines, van materiaalkunde en deeltjesfysica, tot geneeskunde en milieuwetenschap, wordt rekentijd op de computer geboden.

De supercomputers worden gebruikt voor berekeningen van ongeveer 2.500 Europese onderzoeksgroepen. De computers kunnen door onderzoekers uit heel Duitsland en Europa worden gebruikt via een netwerk, in het bijzonder door onderzoekers van de RWTH Aachen University in het kader van de “Jülich Aachen Research Alliance (JARA)”. Ook de pas opgerichte gezamenlijke Duitse Research School voor Simulation Sciences profiteert van JUGENE. De school staat open voor 50 masterstudenten en 50 promovendi.

### Research topics on the Jülich supercomputers:

- Pollutants in the soil
- Magma in the Earth's core
- Chemical reactions in the atmosphere
- Galaxies and the formation of stars
- Polymers in solutions
- Lasers and particle physics
- Protein folding in cells
- Biological membranes
- Aviation and automotive engineering
- Fire protection and evacuation scenarios

Bron: FZ Jülich

Op dit moment doen per jaar gemiddeld meer dan 1000 wetenschappers een beroep op de supercomputers en kennis en know-how van het JSC. Het onderzoek met de supercomputers levert een stroom van meer 4500 peer reviewed publicaties per jaar op. Het gebruik van de supercomputers stelt deze wetenschappers in staat sneller dan collega computer onderzoeksteams resultaten te boeken.

## Welke economische effecten zijn daaruit voortgekomen en in welke omvang?

### 0 – ontwikkelaars rekencentrum en supercomputer

- Hardware en software getest en ontwikkeld binnen samenwerkingsverbanden met industrie (o.a. IBM, Bull, Sun)
- Kosten supercomputer ruim € 40 miljoen euro per 5 jaar, gebouwen nog eens ca. € 5 miljoen euro.

### 1 – personeel rekencentrum

- Aan het JSC zijn rond de 120 fte aan personeel verbonden.
- De verhouding in het personeel is 50-50: helft wetenschappers, andere helft technici en ondersteunend personeel
- Onderhoud, energie etc. wordt lokaal ingekocht.

### 2 – gebruikers supercomputer

- Direct gebruik: +/- 200 Europese onderzoeksgroepen

- Bezoek jaarlijks van ruim 1000 wetenschappers uit meer dan 50 landen.

### *3 – supercomputer als vestigingsfactor*

- JSC levert super computing, IT tools en know how voor Jülich Research Centre (met een staf van ruim 4.400 personen en budget van 360 miljoen euro).
- Onder invloed van JSC is German Research School for Simulation Science opgericht.
- Supercomputer trekt hooggekwalificeerd personeel aan: de supercomputer geeft ‘competitive edge’; beste voorzieningen, betekent beste mensen.
- Concurrentiekracht bedrijfsleven: industrie heeft academici nodig met kennis en vaardigheden op het gebied van super computing om internationaal concurrerend te blijven.

### *4 – overige effecten*

- Supercomputing leidt tot kostprijs verlagende innovaties (bijv. virtuele prototyping) en daarmee welvaartscreatie.
- Daarnaast genereert de vestiging van de supercomputers (additionele) geldstromen via “licence fees” en (EU en andere) subsidieprogramma’s (symbool werking).

## Welke private en publieke investeringen liggen hieraan ten grondslag?

Met de aanschaf en installatie van de supercomputers in Jülich was een initiële investering gemoeid van rond de € 80 miljoen in hardware. Inclusief operationele kosten tot 2014 bedraagt de investeringsom € 133 miljoen.

Het JSC is aangesloten bij het Gauss Centre for Supercomputing (GCS). Dit is een alliantie van drie nationale supercomputers centra in Duitsland in een virtuele organisatie, mogelijk gemaakt door een overeenkomst tussen het federale ministerie van Onderwijs en Onderzoek (BMBF) en de ministeries voor onderzoek van de deelstaten Baden-Württemberg, Bayern, en Nordrhein-Westfalen (NRW). De investering in de supercomputers in Jülich wordt voor 50% gedragen door de BMBF en voor 50% door de deelstaat NRW.

## Bijlage 3: Resultaten casestudie Barcelona Supercomputing Center (BSC)

Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación  
Nexus II Building  
c/ Jordi Girona, 29  
08034 Barcelona (Spain)  
<http://www.bsc.es>

### Hoe is het project tot stand gekomen?

BSC bouwt voort op de traditie van het bekende Europese Centrum voor Parallellisme van Barcelona (CEPBA), die hieronder beknopt wordt weergegeven:

- 1991: EPBA begint met haar activiteiten, waaronder het verzamelen van de ervaringen en behoeften van de verschillende diensten van UPC (Technische Universiteit van Catalonië). EPBA wordt CEPBA met de toevoeging van vijf departementen van de UPC en het Computer Architecture Department (DAC).
- Van 1995 tot 2000: CEPBA coördineert de activiteiten van CESCA (Supercomputing Center van Catalonië).
- 2000: CEPBA ondertekent een overeenkomst met IBM ten behoeve van de ontwikkeling van het CEPBA-IBM Research Institute.
- 2004: Begin 2004 heeft het Spaanse Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen samen met de Generalitat de Catalunya (lokale Catalaanse regering) en UPC het initiatief genomen tot het opzetten van een Nationaal Supercomputer Centrum in Barcelona. BSC (Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación) is de nationale Supercomputing faciliteit in Spanje en is officieel opgericht in april 2005. BSC beheert Marenostrom, een van de meest krachtige supercomputers in Europa, gelegen in de Torre Girona kapel.
- 2006: Marenostrom verdubbelt haar capaciteit en de berekening is opnieuw gerangschikt als de meest krachtige supercomputer in Europa.
- 2007: Het Spaanse Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen creëert het Spaanse Supercomputing Network (Red Española de Supercomputación, RES); een netwerk van supercomputers ter ondersteuning van de Spaanse

onderzoeksgemeenschap, wat bestaat uit zeven knooppunten. BSC coördineert dit Spaanse Supercomputing Network.

## Welke effecten heeft het project gehad op de wetenschappelijke ontwikkeling in het algemeen en innovaties in het bijzonder?

Binnen het Spaanse Computer netwerk zijn in 2008 ruim 270 R&D activiteiten ondersteunt, die begeleid werden door onderzoekers uit meer dan 30 instituten gevestigd in Spanje, Europa en verder. De vraag naar rekencapaciteit was bijna 300% groter dan het aanbod. Dit gegeven laat niet alleen het belang zien van de supercomputer ter ondersteuning van (competitief) onderzoek, maar ook het promotiesucces van de supercomputer bij onderzoeksgroepen die traditioneel geen affiniteit hebben met de supercomputer. Hun mogelijkheden tot onderzoek zijn met de komst en toegankelijkheid van de supercomputer vergroot.

In 2008 heeft de onderzoeksafdeling van de BSC ten opzichte van 2007 het aantal samenwerkingsverbanden uitgebreid, een aantal nieuwe internationale projecten gestart en meer subsidies binnengehaald op de open markt. Dit heeft geresulteerd in meer dan 100 publicaties en bijdrages in academische tijdschriften en boeken. Ook zijn er 152 presentaties gegeven op conferenties. Tot slot heeft de BSC meerdere workshops gegeven en hebben een aantal belangrijke (internationale) evenementen plaats gevonden bij het BSC.

## Welke economische effecten zijn daaruit voortgekomen en in welke omvang?

### *0 – ontwikkelaars rekencentrum en supercomputer*

Gebouw stond er al, herinrichten kostte 6 mln. euro, uitbesteed aan lokale bouwbedrijven.

### *1 – personeel rekencentrum*

- Er werken 302 mensen bij BSC. Hiervan zijn er +/- 220 wetenschappers en 80 ondersteunend personeel. De wetenschappers en ondersteunend personeel komen uit 26 landen. Circa 80% van het personeel komt echter rechtstreeks van de UPC (University Polytechnic Catalan). Ongeveer 15% zijn wetenschappers van de PCB (Scientific Parc Barcelona) en 5% komt uit de rest van Spanje.
- Circa 1 mln. euro wordt jaarlijks lokaal besteed aan energie. Voor onderhoud geldt hetzelfde.
- Circa 50 mensen hebben een aantal jaren bij BSC gewerkt, waarvan nu zo'n 40 bij lokale bedrijven werkzaam zijn. De overige 10 zijn terug naar hun land van herkomst of elders.

### *2 – Gebruikers supercomputer (structureel effect)*

- De computer wordt voor 20% gebruikt door hun eigen werknemers/ wetenschappers. De overige 80% van de gebruikers zijn externe wetenschappers. Van deze 100% wordt (wisselend) maximaal 20% van de tijd gebruikt door het bedrijfsleven.

Gemiddeld gaat het hierbij om 10% van de rekestijd. De bedrijven betalen voor deze dienst.

- Sinds 2000 zijn er ongeveer 1.200 projecten bij het BSC geweest. Ook hierbij geldt dat voor de berekening van het aantal indirect gebruikers een factor 4-5 kan worden toegepast.

### 3 – Supercomputer als vestigingsfactor

- Naar schatting maken ongeveer 5 bedrijven direct gebruik van de computer. Dit zijn bedrijven die ook op het science park gevestigd zijn en bestaan uit 5 tot 10 werknemers. Naar verwachting zal het aantal bedrijven in de toekomst nog groeien.
- BSC is gevestigd op het Science Park. Het PCB maakt gebruik van het BSC in hun promotie.
- BSC is in samenwerking met UPC dit jaar een master HPC gestart. Dit is een Engelstalige master die nu nog vooral door lokale studenten wordt gevolgd.

### 4 – Overige effecten

- Belangrijk is het besef bij de bevolking, scholen etc. dat Spanje net als bij voetbal meedoet met de top in technologie. Het maakt wetenschap meer tastbaar en stimuleert wetenschappelijke carrières.

## Welke private en publieke investeringen liggen hieraan ten grondslag?

### Uitgaven en inkomsten van het BSC in 2008

Inkomsten (€)		Uitgaven (€)	
<b>Ordinary Income</b>	<b>6.700.000</b>	Personnel	5.812.293
Ministerio de Ciencia e Innovación	4.221.000	Investments	2.513.546
Generalitat de Catalunya	2.479.000	Current Expenses	5.262.928
<b>Competitive Income</b>	<b>9.195.804</b>	Applied Reserves	10.305.690
Ministerio de Ciencia e Innovación	1.999.935		
Generalitat de Catalunya	6.000		
European Commission	3.352.032		
Ministerio de Industria	400.000		
Ministerio de Medio Ambiente	284.326		
Private Companies	3.153.512		
<b>Other Income</b>	<b>7.998.653</b>		
Strategic Investments	6.622.820		
Overheads / Capital Transfers	1.375.833		
<b>Total</b>	<b>23.894.457</b>	<b>Total</b>	<b>23.894.457</b>

## Bijlage 4: Economische effecten van San Diego Supercomputer Centre

San Diego Supercomputer Center  
9500 Gilman Drive, MC 0505  
La Jolla, CA 92093-0505  
<http://www.sdsc.edu>

### San Diego Supercomputer Center

Het San Diego Supercomputer Centrum (SDSC) is gevestigd op het campusterrein van de universiteit van Californië, San Diego (UCSD). Als een georganiseerd onderzoeks-instituut is deze zodoende verbonden aan de universiteit. Met een bestaansgeschiedenis van nagenoeg een kwart eeuw (opgericht in 1985) en een werknemersaantal van bijna 300 wetenschappers aangevuld met softwareontwikkelaars en ondersteunend personeel, behoort SDSC tot de nationale leider op het gebied van Databeheer, Grid Computing, Bio-informatica, Geo-informatica, Computational Sciences en High-performance Computing.

Opgericht met een subsidie van \$170 miljoen vanuit dat Nationale Stichting voor de Wetenschappen (NSF) en jaarlijkse toelagen vanuit diezelfde Fonds (in 2004 heeft SDSC een budget ontvangen van US \$80 miljoen) zet SDSC door om haar missie te verwezenlijken: het innoveren, ontwikkelen en implementeren van hoogwaardige hard- en software technologieën en diepgaande inter-disciplinaire expertise voor geavanceerde wetenschappelijke doeleinden om uiteindelijk de maatschappij ten goede te doen. Door extensieve samenwerking in onderzoeksactiviteiten op het snijvlak van technologie en wetenschap, vind SDSC verbintenissen met wetenschappelijk onderzoek, het bedrijfsleven en de maatschappij.

Door middel van het samenwerkingsverband met 40 universiteitspartners in de Verenigde Staten tussen 1997 – 2004, heeft SDSC de leidersstatus verworven in de kennisgebieden van Computational Science. Inmiddels heeft het SDSC reeds 10.000 onderzoekers op 300 academische-, overheids- en bedrijfsinstellingen gefaciliteerd en ondersteund wereldwijd en deze wetenschappers en technici vertrouwen in toenemende mate op de aanwezigheid van een toegang tot deze instrumenten van data cyberinfrastructuur met een dergelijk capaciteit. Deze focus op data cyberinfrastructuur voor onderzoeks- en educatiedoeleinden zal niet alleen blijven aanhouden en tevens alsmaar versterken in de toekomst; zodoende werkt SDSC onophoudelijk aan geïntegreerde technologieën om de

steeds complexere, grootschalige en coöperatieve wetenschappelijke onderzoeksinspanningen bij te staan.

## Capaciteiten

SDSC herbergde een aantal 'supercomputers' die zorg droegen voor opslag en High Performance Computing. In totaal ging het hierbij om een totale calculatiecapaciteit van 36 teraflops:

- IBM Intimidata Blue Gene/L systeem (17,2 teraflops);
- IBM DataStar (14,3 teraflops);
- IA64 Linux cluster (4,4 teraflops).

Per 30 juni 2009 waren deze systemen allen niet meer actief. Ter vervanging maakt men tegenwoordig gebruik van de nieuwe ontwikkelde 'UCSD Triton Resource' (met een data-analyse faciliteit van hoge snelheden, speciaal ontwikkeld voor projecten die veel geheugenopslag vereisen. Hoewel onderzoekers verbonden aan het SDSC en UCSD de meest frequente gebruikers zijn, zijn tertiaire partijen niet uitgesloten tot toegang van 'Triton'.

SDSC combineert het bovengenoemde 'UCSD Triton Resource' met haar TeraGrid infrastructuur. Als een van de grondlegger van dit meerjarige project, behoort dit tot 's wereld meest grootschalig geïntegreerd wetenschappelijke Grid Computing infrastructuur voor het calculeren van databronnen voor onderzoeksdoeleinden (met een transfer-snelheid van 20 Gigabyte per seconde). Dit levert een geaccumuleerd calculatievermogen op van nagenoeg 1 petaflop.

Overige opslagcapaciteiten zijn:

- 3 petabytes Online disk Opslag
- 36 petabytes Archief Opslag (de grootste capaciteit ter wereld wat ondergebracht is bij een onderwijsinstelling)
- 22 terabytes Generale Parallel File Systeem (georganiseerd in het TeraGrid systeem)

## Activiteiten

De interface tussen wetenschap en technologie biedt een aanknopingspunt voor het verlenen van medewerking op onderzoeksmiddelen. Het Centrum biedt meerdere services voor veelal UCSD gebruikers:

- High Performance Computing: Vanaf september 2009 is naast de 'UCSD Triton Resource', ook het 'TeraGrid' component 'Dash' officieel in gebruik genomen voor het reduceren van latentie om op deze manier het calculatievermogen te versnellen. De introductie van 'Dash' geeft het initiële gebruik weer van Intel's Nahelem processors binnen het TeraGrid infrastructuur.
- Datacentrum Colocatie: het voorzien van calculatieservices naar cliënten gebruikmakend van een 5.800 vierkante meter met beveiligd datacentrum met



klimaatbeheersing, tevens volledig voorzien van een 13 megawatt energievoorziening, 10 gigabyte netwerk connectiviteit en operationeel team.

- Systeem & Cluster Administratie: support voor servers- en clustersysteem administratie voor colocaties in het SDSC of locaties op de UCSD campus zoals software updates, monitoring en reparaties.
- Opslag & Backup: voor het opslaan van publieke en private databases. Backups zijn beschikbaar voor gebruikers gevestigd op de UCSD campus.
- Web & Database Services: Web hosting (MySQL) en database hosting (Oracle) services zijn volledig beschikbaar voor UCSD gebruikers.
- Advisering & Expert Services: uitbesteding van interdisciplinaire assistentie door SDSC werknemers.
- Conferentie faciliteiten: beschikbaarheid van een groot aantal conferentiezalen uitgerust met diverse hightech faciliteiten.

## Wetenschappelijk onderzoek aan het SDSC

In het instituut wordt onderzoek geleid door de Sciences Research and Development Division (SCIRAD) met interdisciplinair specialistische achtergronden. SDSC-wetenschappers, alsdan afkomstig van de SCIRAD-divisie, hebben nauwe samenwerkingsverbanden met wetenschappers die niet verbonden zijn aan het instituut. Voorbeelden van grootschalige samenwerkingsprojecten zijn te vinden in de vakgebieden van Astronomie, Atmosferische Wetenschappen, Biowetenschappen, Scheikunde, Aardwetenschappen, Educatie, Techniek, Geo- en Milieuwetenschappen, Data Technologie, Computervisualisaties, Binnenlandse Veiligheid en Oceanologie.

### *Computerwetenschappen en technologie:*

- *TeraGrid*: gebruikmakend van high performance netwerk connecties, integreert 'TeraGrid' High Performance Computers, databronnen en middelen, met experimentele faciliteiten over de hele Verenigde Staten. Als grootste en alomvattende grid computing infrastructuur voor onderzoeksdoeleinden ter wereld verleent het onderzoekers onbeperkte toegang tot meer dan 100 databases in specifieke onderzoeksdomeinen.
- *High Performance Draadloos Onderzoeks- en Educatienetwerk (HPWREN)*: onderzoeksproject dat tevens fungeert als een cyberinfrastructuur op het gebied van onderzoek en educatie. Het omvat het creëren, demonstreren, evalueren van een niet-commerciële draadloos netwerk in de omgeving van San Diego (Zuid-Californië) met UCSD als belangrijke knooppunt.
- *Rocks*: ontwikkeld door SDSC en ondergebracht bij het Californische Instituut voor Telecommunicatie en Informatietechnologie (Calit2). Een pionier in datamanagement en net als SDSC gevestigd als academisch onderzoeksinstituut op het campusterrein.

### *Data en Kennis systemen:*

- *Geïntegreerde Uitvoerbaarheidsexperiment voor Grensveiligheid*: het adresseren en het onderling uitwisselen van data tussen agentschappen en het analyseren van knelpunten na 11 september 2001.
- *SDSC Storage Resource Broker (SRB)*: wordt gezien als een eerste generatie data grid middleware software systeem geproduceerd door DICE. Ondersteunt gezamenlijk

collecties welke gedistribueerd kunnen worden in verschillende organisaties en opslagsystemen. Momenteel beheert UCSD 1 petabyte aan data hiervan voor SRB.

- *Geïntegreerd Gebruik-georiënteerd Data Systeem (iRODS)*: is een tweede generatie data grid software systeem ontwikkeld door de ontwikkelaars van SRB en gebaseerd op expertise verkregen door het toepassen van de SRB technologie in de ondersteuning van data grids, digitale bibliotheken, archieven en realtime data systemen.

#### *Biowetenschappen:*

- *Biologie Werkbank*: software ontwikkeld door de onderzoeksgroep Bio-Informatica en Computational Biology verbonden aan de Universiteit van Californië, San Diego.
- *Cyberinfrastructuur voor Fylogenetisch Onderzoek (CIPRes)*: exclusief CIPRes team dat werkzaam is in het SDSC CIPRes cluster voor de uitvoering van berekeningen.
- *Proteïnen Data Bank (PDB)*: database waarin biologische macromoleculaire proteïestructuren in 3-D kunnen worden weergegeven met 20.000 dagelijkse raadplegingen.
- *Biomedische Informatica Onderzoeksnetwerk (BIRN)*: een voorbeeld van een grootschalig project gebruikmakend van data grids van SDSC SRB om collaboraties in biomedische wetenschappen te verspreiden. Hier zijn op dit moment 26 universiteiten en 35 onderzoeksteams wereldwijd aan verbonden. Het SDSC coördineert het BIRN-netwerk en dataopslag.

#### *Aardwetenschappen:*

- *Geo-wetenschappelijk Netwerk (GEON)*: een samenwerkingsproject tussen kennisinstituten voor de ontwikkeling van cyberinfrastructuur om 3-D en 4-D data van aardwetenschappen te integreren. SDSC is de leider in dit GEON project en verantwoordelijk voor het aansturen van portaal- en applicatie ontwikkelingen.
- *Wetenschappelijke Omgeving voor Ecologische Kennis (SEEK)*: samenwerkingsproject tussen verschillende universiteiten gefundeerd uit het NSF-fonds om cyberinfrastructuur te creëren voor ecologisch-, milieu- en biodiversiteit-onderzoek.
- *Seamounts*: online portaal geleid door een onderzoekster aan het UCSD om de marinebiodiversiteit te peilen en onderzeese bergen te onderzoeken.

#### *Techniek:*

- *Netwerk voor Aardbevingstechniek Simulering Cyberinfrastructuur Centrum (NEESit)*: IT-ondersteuning door middel van software en services welke aardbevingsingenieurs kunnen organiseren en delen.
- *Aardbevingscentrum van Zuid-Californië (SCEC)*: een data grid technologie project met een online gemeenschap van 600 wetenschappers die afkomstig zijn van meer dan 60 wereldwijde instituties. Het hoofdkwartier is gevestigd op de UCSD campus.

Naast het voorzien van deze onderzoeksmiddelen in cyberinfrastructuur naar onderzoeksinstituten en bedrijven is het SDSC ook betrokken bij full-time gebruikersondersteuning, trainingen (Education Department), 24-uurs Helpdesk service en het optimaliseren van software en programma's.

## Educatie

In samenwerking met SDSC is een educatieafdeling in werking gesteld om scholieren in een vroeg stadium met de onderzoeksgebieden van het SDSC in aanraking te laten komen. Programma's als TeacherTECH en OptIPuter (collaboraties met Calit2 en Scripps) maken het mogelijk om technologiegerelateerde onderwerpen in het leercurriculum in te lijven. Overige opzetten zijn:

- *CyberInfrastructure(CI)-Channel*: een webcast video service voor online wetenschappelijke gemeenschappen.
- *Data Education Portal*: voorziet docenten van lesmateriaal voor K-12 scholieren en Bachelor studenten.

## IT in San Diego e.o.

In San Diego is een concentratie zichtbaar van research faciliteiten, onderwijs en toeleveranciers rondom IT. Het percentage van werknemers dat werkzaam is in de IT industrie ligt in San Diego hoger dan in de staat Californië en de VS als geheel. In 2006 telde de hightech industrie in de regio San Diego circa 106.400 banen (circa 10% van de totale werkgelegenheid). Binnen het IT-cluster nemen R&D en testlaboratoria de meeste banen voor hun rekening (27.000 banen in 2006).

Een groot aantal van de gespecialiseerde R&D centers in onderzoeksgebieden als oceanografie, astronomie, aardwetenschappen, biologische- en biotechnische wetenschappen zijn in de directe omgeving van La Jolla te vinden; dé vestigingslocatie van Californië. Prominente voorbeelden zijn het Aardbevingscentrum van Zuid-Californië, het Salk Instituut voor Biologische Studies, Palomar Observatorium, Scripps Research Instituut, Biogen Idec en Pfizer.

SDSC onderhoudt veel samenwerkingsverbanden met universiteiten en wereldwijde kennisinstellingen en bouwt constant aan baanbrekende technologieën zoals TeraGrid, SDSC Storage Resource Broker en CI-Channel. Het (bio)-technologische cluster in de regio van San Diego is de laatste jaren door de aanwezigheid van SDSC en deze onderzoeksinstituten versterkt.

Hoewel San Diego een aantrekkelijk klimaat heeft voor het aantrekken van academici en onderzoekers, ondervinden hoogopgeleiden veel obstakels met betrekking tot verblijfsvergunningen en visumaanvragen. Daarom is het noodzakelijk om educatie faciliteiten aan te sturen en middelbare scholieren in een vroeg stadium met hun studiekeuze te helpen. Spin-offs van het SDSC, zoals een Education Department, maakt het mogelijk deze groep te interesseren voor techniek in het algemeen en technisch onderwijs in het bijzonder.