

Groot in 2008

Momentopname van Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten in de Nederlandse Wetenschap

Edwin Horlings en Anouschka Versleijen

Groot in 2008

Momentopname van Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten
in de Nederlandse Wetenschap

Edwin Horlings en Anouschka Versleijen

Bestuur van het Rathenau Instituut

drs. W.G. van Velzen (voorzitter)

mw. prof.dr. C.D. Dijkstra

mw. dr. A. Esmeijer

mr.dr. P.W. Kwant

mw. prof.dr. P.L. Meurs

prof.dr. H.A.A. Verbon

prof.dr. A. Zuurmond

mr.drs. J. Staman (secretaris)

Groot in 2008

Edwin Horlings en Anouschka Versleijen

Rathenau Instituut
Anna van Saksenlaan 51
Postadres:
Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
Telefoon: 070-342 15 42
Telefax: 070-363 34 88
E-mail: info@rathenau.nl
Website: www.rathenau.nl
Uitgever: Rathenau Instituut

Bij voorkeur citeren als:

Horlings, E. en A. Versleijen, Groot in 2008 - Momentopname van Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten in de Nederlandse Wetenschap. Den Haag, Rathenau Instituut SciSA rapport 0809

© Authors 2008

Verveelvoudigen en/of openbaarmaking van (delen van) dit werk voor creatieve, persoonlijke of educatieve doeleinden is toegestaan, mits kopieën niet gemaakt of gebruikt worden voor commerciële doeleinden en onder voorwaarde dat de kopieën de volledige bovenstaande referentie bevatten. In alle andere gevallen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Permission to make digital or hard copies of portions of this work for creative, personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full preferred citation mentioned above. In all other situations, no part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without prior written permission of the holder of the copyright.

Voorwoord

Dit rapport presenteert de resultaten van een eerste inventarisatie van grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland en geeft daarmee een momentopname van het Nederlandse landschap van faciliteiten voor 'big science'.

Steeds meer segmenten van het wetenschappelijke onderzoek, variërend van de astronomie en natuurkunde tot de sociale wetenschappen kunnen niet meer zonder grootschalige onderzoeksfaciliteiten. De beschikbaarheid van grote onderzoeksfaciliteiten maakt grensverleggend wetenschappelijk onderzoek mogelijk. Deze grote onderzoeksfaciliteiten vergen grote investeringen op nationale en internationale schaal. Het Human Genome Project, dat het menselijke DNA onderzoekt, kost meer dan 200 miljoen dollar per jaar. 's Werelds grootste grootschalige faciliteit, de nieuwe deeltjesversneller bij CERN in Genève kostte 6 miljard euro. Dat zijn geen bedragen die een enkele universiteit, onderzoeksinstelling of land eenvoudig bijeen kan brengen.

Dit rapport verschijnt niet voor niets in 2008. Dit is het jaar waarin de Nederlandse 'Roadmap voor grootschalige onderzoeksfaciliteiten' verschijnt met plannen voor toekomstige faciliteiten in Nederland en op Europese schaal. Tot nu toe was nog niet in kaart gebracht welke faciliteiten er in Nederland aanwezig zijn. Als onderdeel van het roadmaptraject heeft de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten het Rathenau Instituut verzocht een momentopname samen te stellen van de in Nederland aanwezige grootschalige faciliteiten. Dit heeft geleid tot het voorliggende rapport.

De aard en omvang van de faciliteiten in Nederland is groter en meer divers dan in eerste instantie gedacht. Ook wordt zichtbaar dat de term grootschalig niet voor alle disciplines dezelfde betekenis heeft. Maar duidelijk is ook dat het verschijnsel grootschalige faciliteiten vrijwel alle disciplines raakt.

Bij de classificatie van faciliteiten als grootschalig blijft er altijd een grijs gebied van faciliteiten waarvan het onduidelijk is of ze net wel of net niet aan de kenmerken voldoen. In het rapport hebben we daarom steeds vermeld waarom bepaalde faciliteiten niet in de lijst zijn opgenomen, zoals bijvoorbeeld de private onderzoeksfaciliteiten van bedrijven. Aan de andere kant menen we dat de geschetste momentopname qua verdeling in typen, omvang en trends een betrouwbaar beeld schetst.

In dit traject is de lijst met grootschalige faciliteiten verschillende malen voorgelegd aan deskundigen uit verschillende wetenschapsgebieden. Als eerste in een vergadering van de Roadmapcommissie op 1 februari 2008 en vervolgens aan een bredere groep betrokkenen op 15 februari 2008.

Een aantal personen heeft zich bijzonder ingespannen om ons van informatie en gedetailleerd commentaar te voorzien. Zonder hen was de inventarisatie zeker minder volledig geweest. Dank is verschuldigd aan Ron Dekker (NWO), Jeannette Ridder-Numan en Leo le Duc (beiden ministerie van OCW), Diederik Zijderveld (NGI), Hans Kruithof, Mel McGillivry en Casper Langerak (SenterNovem), Emile van der Drift en Marian Luizink (NanoNed), Joke van den

Bandt (VNO-NCW), Martin de Jong en Paul Korting (TNO), Hein Willems en Ton Hoff (ECN), Ingrid Dillo (Koninklijke Bibliotheek), Peter Doorn (DANS), Jacqueline Ton (LUMC), Neil Williams (ESF), Muhsin Harakeh (KVI) en aan de leden van de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten.

Met dit overzicht van de grote onderzoeksfaciliteiten in Nederland hopen we bij te dragen aan een breder afwegingskader voor toekomstige investeringen.

Prof.dr. Peter van den Besselaar
Hoofd Afdeling Science System Assessment Rathenau Instituut

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
1 Samenvatting	8
2 Grootschalige faciliteiten in het Nederlandse wetenschapssysteem.....	14
2.1 Roadmaps	15
2.2 Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten	16
2.3 Doel van de inventarisatie ‘Groot in 2008’.....	17
2.4 Zoekstrategie en bronnen gebruikt bij het opstellen van de inventarisatie	17
2.5 Opbouw van het rapport	20
3 Tool for Science	21
3.1 Definitie van een onderzoeksfaciliteit	21
3.2 Diverse typen onderzoeksfaciliteiten	22
3.3 Kenmerken van een grootschalige faciliteit.....	23
4 Grootschalige Nederlandse publieke onderzoeksfaciliteiten	27
5 Karakteristieken van het Nederlandse landschap van grootschalige faciliteiten.....	29
5.1 Classificatie van faciliteiten.....	29
5.2 Indeling naar type faciliteit: geografische locaties en organisatorische inbedding.....	32
5.3 Verdeling over wetenschappelijke gebieden	33
5.4 Dynamiek en vernieuwing in grootschalige faciliteiten	34
5.5 Waarde: grootschalige onderzoeksfaciliteit als kapitaalgoed.....	37
5.6 Technische en wetenschappelijke levensduur	38
6 De IT-backbone van de wetenschap	44
6.1 ICT-infrastructuur.....	44
6.2 Reken- en opslagcapaciteit	45
6.3 Grids	46
7 Financiering.....	49
7.1 Globale veranderingen in de financiering.....	49
7.2 Wijze van financiering.....	51
7.3 Financiering en aard van de faciliteit.....	52
8 Conclusies.....	53
Bibliografie	57
Bijlage 1: Beknopte beschrijving van grootschalige faciliteiten in de inventarisatie.....	58
Bijlage 2: Participaties in internationale faciliteiten.....	67
Bijlage 3: Grootschalige onderzoeksfaciliteiten van bedrijven	70
Bijlage 4: Enkele programmatische instrumenten	73

1 Samenvatting

Onderzoeksfaciliteiten zijn onontbeerlijk voor een hoogwaardige, innovatieve en concurrerende wetenschap. De toegang tot grootschalige onderzoeksfaciliteiten wordt beschouwd als mede bepalend voor het vermogen van landen om op een bepaald wetenschappelijk terrein een leidende positie op te bouwen of uit te breiden.

Verschillende roadmapprocessen

Wereldwijd werken overheden aan de ontwikkeling van roadmaps voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. In Europa speelt de European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) een leidende rol. ESFRI heeft een lijst opgesteld van 35 grootschalige onderzoeksfaciliteiten die van pan-Europees belang zijn en waarvoor internationale samenwerking noodzakelijk is. De diverse lidstaten werken aan roadmaps voor hun nationale onderzoeksfaciliteiten en proberen daarbij zo goed mogelijk aan te sluiten bij Europese initiatieven.

In Nederland is hiervoor de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten ingesteld. Deze commissie heeft opdracht gekregen advies te geven ten aanzien van investeringen in grootschalige faciliteiten "die grensverleggend onderzoek mogelijk maken en door hun schaalgrootte niet door een individuele universiteit of instelling gefinancierd kunnen worden, maar waarvoor samenwerking binnen Nederland of Europa noodzakelijk is". De commissie zal in 2008 een geïntegreerde roadmap uitbrengen.

De Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten had behoefte aan informatie over bestaande grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland. Goede, gestructureerde informatie over het aantal en de essentiële eigenschappen van grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland was echter niet voorhanden. De commissie heeft daarom de afdeling Science System Assessment van het Rathenau Instituut gevraagd een inventarisatie te maken van de aanwezige grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland.

Definitie van een onderzoeksfaciliteit: tool for science

Een onderzoeksfaciliteit is een complex kapitaalgoed waarin meerdere onderzoeks-instrumenten (zoals apparaten, onderzoekscollecties, experimentele opstellingen en softwaremodellen) gecombineerd zijn in een samenhangend geheel en dat, dankzij ontwikkelingen in de ICT, ook geografisch verspreid en virtueel kan zijn. Een onderzoeksfaciliteit onderscheidt zich bovendien van andere kapitaalgoederen door haar rol in de productie van kennis. Een onderzoeksfaciliteit is een instrumenteel onderdeel van het proces van wetenschappelijk onderzoek en geeft vorm aan de kennis die wordt geproduceerd. Het is een 'tool for science'.

Traditioneel werd bij onderzoeksfaciliteiten vooral gedacht aan technische hardware, zoals telescopen, onderzoeksschepen en laboratoria. Technologische ontwikkelingen hebben de definitie echter verruimd. Dataverzamelingen en andere onderzoekscollecties, gedistribueerde

systemen, virtuele systemen en softwaremodellen worden tegenwoordig ook als onderzoeks-faciliteit beschouwd. De opkomst van e-science speelt een centrale rol in dit proces.

E-science is de verzamelnaam voor een algemene ontwikkeling waarin ICT op allerlei manieren wordt ingezet om de wetenschap te ondersteunen en te verrijken. Databanken worden digitaal ontsloten, organisaties en faciliteiten worden in netwerken verbonden, meetapparatuur en sensornetwerken zijn in toenemende mate op afstand toegankelijk en de wetenschap beschikt over steeds sterkere methoden voor simulatie en visualisatie.

Zeven kenmerken voor grootschaligheid

Schaal is het sleutelbegrip in de hier gepresenteerde inventarisatie. Nederland telt waarschijnlijk vele honderden onderzoeksfaciliteiten, die merendeels kleinschalig zijn en door individuele onderzoekers in het kader van hun onderzoek of door wetenschappelijke instellingen uit lopende middelen of projectgelden kunnen worden onderhouden. Het onderscheid tussen grootschalige en kleinschalige faciliteiten kan echter niet worden gemaakt op basis van een enkel, eenduidig criterium. De term grootschalige faciliteit omvat een zeer diverse verzameling instrumenten, collecties en instituten. Schaal is bovendien een relatief begrip: wat groot is in het ene wetenschapsgebied kan klein zijn in het andere.

In dit rapport hebben we zeven kenmerken van grootschaligheid gebruikt om bestaande grootschalige faciliteiten op Nederlands nationaal niveau te identificeren en te onderscheiden van andere faciliteiten. Bestaande grootschalige faciliteiten vertonen (de meeste van) de volgende kenmerken:

1. De initiële investering en eventuele vernieuwings- en vervangingsinvesteringen gaan het vermogen van een individuele faculteit, instelling of financieringsprogramma te boven. Zelfs een gezonde organisatie zal voor investeringen in een grootschalige onderzoeksfaciliteit zoeken naar samenwerking in ontwikkeling en gebruik en naar een bijdrage van externe financieringsbronnen.
2. Een grootschalige faciliteit heeft hoge potentiële leer-, netwerk- en clustereffecten.
3. Een grootschalige onderzoeksfaciliteit heeft een eigen onderzoeksgroep en ondersteunend (technisch en administratief) personeel.
4. Een grootschalige onderzoeksfaciliteit is institutioneel ingebed en heeft een eigen bestuurlijk model dat een beschrijving geeft van de rol van verschillende partijen, de periodieke evaluatie, het eigendom, het kostenmodel en de toegankelijkheid van de infrastructuur.
5. Grootschalige onderzoeksfaciliteiten hebben een nationale of internationale oriëntatie in plaats van een lokale oriëntatie en zijn op samenwerking gebaseerd.
6. Sommige grootschalige faciliteiten zijn uniek in Nederland of zelfs uniek in de wereld.
7. Onderzoeksfaciliteiten zijn toegankelijk voor gebruikers van buiten, al dan niet tegen betaling, en oefenen aantrekkingskracht uit op onderzoekers uit het buitenland en het bedrijfsleven.

De inventarisatie: een momentopname

Nederland heeft net als andere landen een zeer gevarieerde onderzoeksinfrastructuur bestaande uit een grote hoeveelheid installaties, instrumenten, laboratoria, onderzoekscollecties en andere faciliteiten. In dit rapport hebben we op basis van een veelheid aan bronnen een eerste landelijke inventarisatie van grootschalige onderzoeksfaciliteiten opgesteld. Hiervoor is gebruikgemaakt van bestaande onderzoeken, van openbare informatie uit subsidieprogramma's in het beheer van NWO en SenterNovem en van jaarverslagen, onderzoeksverslagen en websites van wetenschappelijke instituten, GTI's, TTI's en onderzoeksscholen. Dit resulteerde in een eerste groslijst van faciliteiten. De bespreking van de resultaten met de leden van de commissie en met een brede groep van belanghebbenden heeft vervolgens een aantal faciliteiten onder onze aandacht gebracht en een grote hoeveelheid informatie over de kenmerken van de gevonden faciliteiten opgeleverd. Een deel van de gevonden faciliteiten is nog in ontwikkeling en de ontwikkeling van nieuwe faciliteiten staat niet stil. Het resultaat is deze studie 'Groot in 2008', een momentopname van grootschalige onderzoeksfaciliteiten in de Nederlandse wetenschap.

Met de ons beschikbare onderzoeksmethoden en binnen de door ons gehanteerde definitie vonden we 66 grootschalige onderzoeksfaciliteiten die in het Nederlandse publieke wetenschapssysteem gefinancierd worden. Grootschalige onderzoeksfaciliteiten die buiten deze inventarisatie vallen zijn Nederlandse deelnames in grootschalige Europese faciliteiten, bedrijfsfaciliteiten en private faciliteiten. Ook zijn de eigenschappen van een faciliteit binnen de kenmerken voor definitie van grootschaligheid niet altijd eenduidig interpreteerbaar. Pas wanneer deze exercitie een aantal keren is herhaald, zal het beeld van de in Nederland aanwezige grootschalige onderzoeksfaciliteiten stabiliseren en zal de dynamiek in hun ontwikkeling zichtbaar worden.

Observaties over de 66 grootschalige faciliteiten

De 66 gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn zeer divers (zie bijlage 1 voor een beschrijving). We hebben informatie over de eigenschappen van de faciliteiten gebruikt om structuur te zoeken in de diversiteit. Dit resulteert in de volgende observaties:

- De opkomst van gedistribueerde en virtuele faciliteiten is duidelijk zichtbaar. Van alle faciliteiten is 39% geheel of gedeeltelijk gedistribueerd of virtueel.
- 'Single-sited' hardware vormt het zwaartepunt van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Observatie- en meetapparatuur en experimentele apparatuur en opstellingen vormen de kern van het merendeel van de gevonden faciliteiten. Dit plaatst de opkomst van virtuele faciliteiten in perspectief.
- Dataverzamelingen vertegenwoordigen een aanzienlijk deel van de inventaris en spelen in alle wetenschappelijke gebieden een rol. Dit type faciliteit is vooral belangrijk in de geestes- en maatschappijwetenschappen en in de medische en levenswetenschappen.
- Grootschalige netwerken en rekensystemen ondersteunen alle gebieden van de Nederlandse wetenschap. Ze kunnen worden gezien als de ICT-backbone van de Nederlandse wetenschap.

Vanuit het perspectief van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten heeft Nederland infrastructureel gezien relatief sterk ingezet op vier bestaande terreinen en een opkomend terrein:

- Een zeer hoogwaardige ICT-infrastructuur, sinds kort aangevuld met e-science-faciliteiten.
- Fysica en materiaalkunde, een gebied waar onderzoeksfaciliteiten een cruciale rol spelen en waar voortdurend wordt geïnoveerd en door universiteiten, kennisinstellingen en de overheid wordt geïnvesteerd.
- Onderzoeksfaciliteiten voor (bio)medisch onderzoek.
- Astronomisch onderzoek, zowel door de hoge kwaliteit van en innovatie in de Nederlandse faciliteiten als door de actieve participatie in de internationale gemeenschap.
- Een groot en groeiend aantal grootschalige onderzoeksfaciliteiten is gericht op opslag en ontsluiting van onderzoeksgegevens. Deze faciliteiten leveren een dienst aan externe onderzoekers, maar innoveren ook zelf om technische uitdagingen (bijvoorbeeld op het terrein van metadata en duurzaamheid) het hoofd te bieden.

Een globale raming van de omvang

De inventarisatie laat zien dat de Nederlandse wetenschap kan beschikken over een veelheid aan sterk verschillende grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Alle faciliteiten hebben echter gemeen dat ze kapitaalgoederen zijn en, net als andere kapitaalgoederen, een economische waarde en een voorziene levensduur hebben. Om een indruk te krijgen van de totale omvang van de Nederlandse grootschalige faciliteiten hebben we een zeer globale raming gemaakt van de vervangingswaarde van de inventaris die in dit rapport is opgenomen. De uitkomst geeft een indicatie van de ordegrrootte van de financiële investering die in feite in deze sector van wetenschap gedaan is en is niet bedoeld als een betrouwbare weergave van de feitelijke vervangingswaarde. De totale bruto waarde van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten in de inventaris is geraamd op ongeveer €3,5 miljard. In de raming is niet meegenomen wat de intrinsieke waarde van een aantal dataverzamelingen (zoals de Koninklijke Bibliotheek en het Nationaal Archief) is, die onschatbaar kan worden geacht.

Levensduur van onderzoeksfaciliteiten

Onderzoeksfaciliteiten hebben een bepaalde levensduur. Een faciliteit verslijt en de kennis die is ingebed in een faciliteit kan verouderen. In het geval van normale kapitaalgoederen wordt de levensduur doorgaans in verband gebracht met productiviteit: een machine of gebouw is aan vervanging toe als er efficiëntere alternatieven voorhanden zijn. Voor onderzoeksfaciliteiten is vooral de relatieve kwaliteit van de technische en wetenschappelijke kennis die in het ontwerp is ingebed van cruciaal belang: een onderzoeksfaciliteit moet kunnen concurreren aan het front van de wetenschap. In specifieke gevallen functioneert een onderzoeksfaciliteit in het kader van een belangrijk maatschappelijk doel, zoals de nationale veiligheid of publieke gezondheidszorg.

De gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn daarom in hoofdstuk 5 ingedeeld op grond van hun wetenschappelijke levensduur. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen faciliteiten die voor de zeer lange termijn worden opgezet en faciliteiten en speerpunten die een

middellangetermijndoelstelling kennen. In het eerste geval gaat het onder andere om onderzoeksfaciliteiten waarvoor Nederland niet van andere landen afhankelijk wil zijn. Deze faciliteiten vertegenwoordigen ongeveer de helft van de waarde van alle grootschalige faciliteiten. De tweede groep faciliteiten is bestemd voor de middellange termijn omdat kennis verouderd en wetenschappelijke prioriteiten en speerpunten verschuiven. Deze vertegenwoordigen meer dan een derde van de totale waarde. Daarnaast zijn er faciliteiten die in het kader van de ESFRI-roadmap in de nabije toekomst mogelijk worden vervangen of deel gaan uitmaken van grootschaligere internationale faciliteiten.

De ICT-backbone van de wetenschap en de opkomst van e-science

De Nederlandse wetenschap beschikt over een gedeelde ICT-infrastructuur van hoge kwaliteit. Deze 'backbone' is een combinatie van zeer snelle internetverbindingen en een groot aantal supercomputers waarvan enkele behoren tot de wereldtop. Daarnaast is een aantal initiatieven genomen om – in navolging van andere landen – een Gridinfrastructuur op te zetten die het gebruik van de 'backbone' en van op ICT gebaseerde onderzoeksmethoden en communicatiemiddelen bevordert. Een groot deel van de bestaande faciliteiten maakt gebruik van deze ICT-infrastructuur.

Het hart van de IT-backbone is SURFnet6, een hybride netwerk dat conventionele IP-verbindingen combineert met glasvezelverbindingen ('lichtpaden'). Op verschillende plaatsen in Nederland staan supercomputers, die worden gebruikt voor het uitvoeren van zeer complexe en tijdrovende berekeningen. In de nabije toekomst zal distributed computing of Gridcomputing mogelijk een alternatief kunnen bieden in de verwerking van de enorme hoeveelheden onderzoeksdata die het moderne wetenschappelijke onderzoek produceert.

In Nederland wordt al geruime tijd gewerkt aan de ontwikkeling van een infrastructuur voor e-science. BIG GRID moet Nederlandse wetenschappers in alle disciplines vrije toegang geven tot de opslag- en rekencapaciteit die nodig is om te kunnen werken met de exponentieel groeiende stroom onderzoeksgegevens. Het *Virtual Laboratory* programma werkt aan de ontwikkeling van de hardware en middleware die daarvoor nodig zijn. Met de combinatie van BIG GRID en VL-e heeft Nederland aansluiting gevonden bij ontwikkelingen in andere voorlopende landen, zoals het Verenigd Koninkrijk, de Verenigde Staten en Duitsland, waar al geruime tijd wordt gewerkt aan nationale Grids. De grote expertise die Nederland op dit gebied heeft ontwikkeld – onder meer in diverse lokale Gridprojecten – vindt zo toepassing in het nationale wetenschapssysteem.

Financiering

In de afgelopen dertig jaar zijn investeringen in onderzoeksfaciliteiten als afzonderlijke post op de begrotingen van de ministeries verdwenen en opgegaan in de basisfinanciering en eerste geldstroom en in de begrotingsposten voor programma- en projectfinanciering. De aansluiting tussen onderzoeksfaciliteiten en onderzoeksprogramma's kan hierdoor wellicht verbeterd zijn. Het nadeel is echter dat onderzoeksfaciliteiten budgettair en beleidsmatig uit het zicht zijn verdwenen. Er is daardoor moeilijk te achterhalen of, en zo ja, hoeveel er in onderzoeksfaciliteiten geïnvesteerd wordt. Dit maakt afstemming en planning van investeringen in onderzoeksfaciliteiten niet gemakkelijker. En ook is moeilijk inzicht te krijgen in wat waar en hoe

wordt gerealiseerd. Nieuwe grootschalige onderzoeksfaciliteiten lijken de laatste jaren vooral tot stand te komen binnen op project- en programmafinanciering gebaseerde initiatieven. Dit betekent dat een aantal langetermijnonderzoeksfaciliteiten nu gefinancierd wordt vanuit niet-structurele financieringsbronnen. Tijdelijke financiering lijkt leidend te zijn, waarbij de eerste geldstroom aanvullend is. Weliswaar zijn de laatste 15 jaar de budgetten voor projectfinanciering gestegen, tegelijkertijd versnipperen ze door een sterke groei van het aantal financieringsprogramma's. Dit vormt een risico voor de financiële duurzaamheid van de Nederlandse onderzoeksinfrastructuur.

2 Grootschalige faciliteiten in het Nederlandse wetenschapssysteem

Een ambitieus wetenschaps- en innovatiebeleid vergt naast het stimuleren van excellent talent en keuze van speerpunten een goede structuur van voorzieningen om die ambities te verwezenlijken. Onder die voorzieningen scharen we zaken als het systeem van onderzoeksfinanciering en een werkend loopbanenstelsel, maar ook de infrastructuur en de faciliteiten om onderzoek te doen.

Ambitie kan op vele wijzen in voorzieningen vertaald worden

Om de competitiekracht van de Nederlandse wetenschap op peil te houden zijn vanzelfsprekend investeringen in zowel kleinschalige als grootschalige geavanceerde onderzoeksfaciliteiten noodzakelijk. Hoewel dit rapport zich buigt over de grootschalige faciliteiten willen we geenszins de indruk wekken dat grote ambities in de wetenschap slechts vanuit grootschalige faciliteiten gerealiseerd kunnen worden. De keuze voor schaalgrootte waarop wordt geïnvesteerd, is niet slechts een kwestie van de maat van de ambitie. Zowel het stimuleren van persoonlijke excellentie als het streven naar zwaartepuntvorming in de wetenschap kan met of zonder grootschalige faciliteiten vormgegeven worden. Ook zien we dat het front van de wetenschap zich in verschillende richtingen ontwikkelt. Enerzijds zijn er de meer intrinsiek wetenschappelijk gedreven velden (toepassing van kennis vloeit voort uit wetenschappelijke vooruitgang); anderzijds zijn er wetenschapsgebieden waar de ontwikkeling sterk afhangt van hun oriëntatie op maatschappelijke problemen (wetenschappelijke vooruitgang vloeit voort uit zoektocht naar benodigde kennis). In beide gevallen kunnen grootschalige faciliteiten nodig zijn. Vanzelfsprekend zijn dit slechts de twee uitersten van een spectrum.

Belang van grootschalige faciliteiten

Zowel het Innovatieplatform (Innovatieplatform, 2005) als de Commissie Wijffels (Wijffels, 2004) hebben in het verleden gewezen op het grote belang van grootschalige onderzoeksfaciliteiten voor het moderne toponderzoek. Ook in de ESFRI-roadmap wordt benadrukt dat in steeds meer terreinen wetenschappelijke doorbraken gekoppeld zijn aan de beschikbaarheid van grootschalige en geavanceerde onderzoeksfaciliteiten met een voldoende kritische massa en een hoge internationale uitstraling. De beschikbaarheid van en toegang tot grootschalige onderzoeksfaciliteiten worden vaak beschouwd als bepalend voor het vermogen van landen om in bepaalde wetenschappelijke terreinen een leidende positie op te bouwen of uit te breiden (ESFRI, 2006). Bovendien wordt verondersteld dat de ontwikkeling en het gebruik van grootschalige onderzoeksfaciliteiten tal van directe en indirecte voordelen oplevert voor wetenschap, economie en maatschappij (Innovatieplatform, 2005). Grootschalige faciliteiten

vormen een bijzondere categorie binnen de wetenschapsinfrastructuur, omdat ze naast de omvang van de benodigde investeringen juist door hun grootschaligheid ook een instituutoverschrijdende organisatie van onderzoekers rond de infrastructuur vergen.

Vergroten zicht op faciliteiten en doelstellingen

Met het bieden van een overzicht van de bestaande grootschalige faciliteiten in Nederland hopen we niet alleen duidelijk op de kaart te zetten waarin Nederland de afgelopen jaren geïnvesteerd heeft, maar ook zichtbaar te maken wat de brede variëteit is aan wetenschaps-terreinen waar samenwerking op het gebied van onderzoeksfaciliteiten blijkbaar noodzaak is geworden om vooruit te komen. De analyse van de bestaande faciliteiten zal daarnaast ook zicht geven op de verscheidenheid aan doelstellingen van waaruit een grootschalige faciliteit in het leven geroepen kan worden.

2.1 Roadmaps

Grootschalige faciliteiten vragen grote investeringen. Wereldwijd werken overheden aan de ontwikkeling van roadmaps voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. In 2003 publiceerde het Amerikaanse Department of Energy (DOE) een twintigjarenplan voor investeringen in bestaande en nieuwe grootschalige faciliteiten (DOE, 2003). In 2004 onderzocht de National Academy of Sciences (NAS) in de Verenigde Staten de wijze waarop de National Science Foundation (NSF) voorstellen voor de financiering van grote onderzoeksfaciliteiten prioriteert (NAS, 2004). Beleidsmakers en wetenschappers waren bezorgd over het feit dat diverse projecten wel goedgekeurd maar niet gefinancierd werden, dat de principes van en criteria voor selectie en prioritering onduidelijk waren en dat er onvoldoende financiële middelen beschikbaar werden gesteld voor voorbereidend wetenschappelijk werk (“idea-generating and project-ranking activities”) en voor conceptuele ontwikkeling, planning, technische ontwikkeling en ontwerp. Op basis van haar onderzoek deed de NAS een aantal aanbevelingen. De voornaamste aanbevelingen waren dat de NSF een roadmap moest maken voor haar investeringen in de bouw van grote onderzoeksfaciliteiten gedurende de komende 10 tot 20 jaar, dat er duidelijke wetenschappelijke, strategische en nationale criteria moesten komen om voorstellen te beoordelen en dat de roadmap de basis moest zijn voor de jaarlijkse begroting van uitgaven aan grote onderzoeksfaciliteiten.

In Europa worden soortgelijke roadmaps opgesteld. Maar in Europa ligt de onderlinge afstemming vaak ingewikkelder. Deze coördinatieproblematiek levert Europa een achterstand op ten opzichte van de VS (Innovatieplatform 2005). De ESFRI speelt inmiddels een leidende rol in dat proces. ESFRI heeft een lijst opgesteld van 35 grootschalige onderzoeksfaciliteiten die van pan-Europees belang zijn en waarvoor internationale samenwerking noodzakelijk is (ESFRI, 2006). Een complicatie is echter dat de ESFRI-commissie zelf geen budget heeft en de financiering van de gekozen faciliteiten dus afhankelijk blijft van onderhandelingsprocessen tussen individuele lidstaten. De diverse lidstaten werken eveneens aan roadmaps voor hun nationale onderzoeksfaciliteiten. In het Verenigd Koninkrijk bijvoorbeeld, brengen de Research Councils al enkele jaren een *Large Facilities Roadmap* uit en is er dit jaar 400 miljoen pond gestoken in een fonds waaruit 9 grote faciliteiten gefinancierd zullen worden (RCUK, 2007).

Ook Zweden brengt sinds 2006 een roadmap voor grootschalige faciliteiten uit, waarin de Zweedse prioriteiten staan aangegeven (Vetenskapsrådet, 2006). In Nederland is in 2007 door minister Plasterk de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten ingesteld, onder voorzitterschap van Wim van Velzen.

2.2 Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten

De Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten (de Commissie Van Velzen) heeft opdracht gekregen advies te geven ten aanzien van investeringen in grootschalige faciliteiten “die grensverleggend onderzoek mogelijk maken en door hun schaalgrootte niet door een individuele universiteit of instelling gefinancierd kunnen worden, maar waarvoor samenwerking binnen Nederland of Europa noodzakelijk is”.¹

De commissie heeft op 21 december 2007 het eerste advies getiteld ‘Grootschalige onderzoeksfaciliteiten in de eerste Nederlandse Roadmap’ uitgebracht. Hierin waren 16 initiatieven voor grootschalige onderzoeksfaciliteiten opgenomen. Eind 2008 zal de commissie een geïntegreerde roadmap uitbrengen, waarin tevens wordt ingegaan op drie categorieën van grootschalige onderzoeksfaciliteiten:

1. Grootschalige onderzoeksfaciliteiten die voorkomen op de ESFRI-lijst en waarvoor naar het oordeel van de commissie op zeer korte termijn een signaal van Nederlandse nationale ondersteuning moet worden afgegeven.
2. Vernieuwingen van Nederlandse onderzoeksfaciliteiten die noodzakelijk zijn voor de continuïteit van bestaand toponderzoek.
3. Grootschalige onderzoeksfaciliteiten met internationaal draagvlak en met Nederlandse zeggenschap die aansluiten op de innovatieagenda van het huidige kabinet en anticiperen op de Nederlandse maatschappelijke kennisbehoeften.

Dit advies meldt ten aanzien van de categorie onderzoeksfaciliteiten onder punt 2 tevens:

“In de geïntegreerde Roadmap zal de Commissie in de context van de synergie-opdracht op dit onderwerp terugkomen. De Commissie zal in de geïntegreerde Roadmap ook nader ingaan op het belang van een geavanceerde netwerk- en computerinfrastructuur voor de ESFRI-faciliteiten, waarbij men opmerkt dat het zaak is dat Nederland zijn bestaande vooraanstaande positie op het terrein van netwerk- en computerinfrastructuur weet te behouden.”

¹ Regeling van de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap van nr. OWB/WG/2007/24460, houdende de instelling van de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten (Instellingsbesluit Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten). 9 juli 2007. Zie ook nieuwsbericht 31 augustus 2007, <http://www.minocw.nl/actueel/nieuws/35408/Tijdelijke-commissie-grootschalige-onderzoeksfaciliteiten.html>

2.3 Doel van de inventarisatie ‘Groot in 2008’

Goede, gestructureerde informatie over het aantal en de essentiële kenmerken van grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland ontbreekt. Met dit rapport beoogt de afdeling Science System Assessment van het Rathenau Instituut een indicatie te geven van de reeds aanwezige grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland, ten behoeve van de Commissie Van Velzen en andere geïnteresseerden.

Vraag aan het Rathenau Instituut

De Commissie Van Velzen heeft eind december 2007 de afdeling Science System Assessment van het Rathenau Instituut gevraagd een inventarisatie te maken van de aanwezige grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland. De commissie hanteert een driedeling van grootschalige onderzoeksfaciliteiten, namelijk:

1. De faciliteiten die Nederland zelf heeft.
2. Faciliteiten in andere landen waarin Nederland participeert.
3. Faciliteiten in andere landen waarin Nederland niet participeert maar die wel door Nederlandse onderzoekers gebruikt worden.

Ze heeft het Rathenau Instituut verzocht de eerste categorie faciliteiten in kaart te brengen en dit inventarisatierapport is dus primair gericht op de publieke grootschalige onderzoeksfaciliteiten die in Nederland aanwezig zijn. Doordat bedrijfsfaciliteiten en deelname in mondiale of Europese netwerken hier niet in zijn opgenomen, leidt dit wellicht tot een onvolledig beeld van de totale verzameling van onderzoeksfaciliteiten die voor de Nederlandse wetenschap van belang is. In de volgende paragraaf gaan we dieper in op deze keuzes.

2.4 Zoekstrategie en bronnen gebruikt bij het opstellen van de inventarisatie

Nederland heeft net als andere landen een zeer gevarieerde onderzoeksinfrastructuur bestaande uit een grote hoeveelheid installaties, instrumenten, laboratoria, onderzoekscollecties en andere faciliteiten. Deze paragraaf beschrijft de wijze waarop wij de lijst van grootschalige onderzoeksfaciliteiten hebben samengesteld.

Bestaande overzichten van faciliteiten

We hebben allereerst gebruikgemaakt van bestaande onderzoeken, te weten de enquête van ESFRI en de ESF en een onderzoek van RAND Europe uit 2006. De ESFRI/ESF-enquête vormt het beginpunt van onze inventarisatie. Deze enquête werd gehouden in 2004-2005 en is onlangs herhaald met betrekking tot de jaren 2006-2007. Een voordeel van het gebruik van de ESFRI/ESF-enquête is dat zij uitsluitend betrekking heeft op grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Een nadeel van deze enquête is echter dat niet alle aangeschreven instellingen hebben gereageerd op het verzoek om informatie en het antwoord op de vraag of er sprake is van een grootschalige onderzoeksfaciliteit wordt overgelaten aan de individuele respondent.

Ook is gebruikgemaakt van een onderzoek naar de onderzoeksfaciliteiten van TNO en de GTI's, dat RAND Europe in 2006 heeft uitgevoerd. De bestaande onderzoeken resulteren in een eerste groslijst van mogelijke grootschalige onderzoeksfaciliteiten.

Subsidieprogramma's

Daarnaast hebben we onderzocht of de subsidieprogramma's in het beheer van NWO (NWO BIG, NWO Groot, NWO NCF) en SenterNovem projecten hebben gefinancierd die als grootschalige onderzoeksfaciliteit aangemerkt kunnen worden of die aan een bestaande grootschalige faciliteit gerelateerd zijn.² Dit resulteerde in een uitbreiding van de lijst van grootschalige faciliteiten.

Deskresearch jaarverslagen en internet

Vervolgens werd gezocht naar informatie over de kenmerken van de faciliteiten op de uitgebreide groslijst. De informatie is afkomstig uit de jaarverslagen, onderzoeksverslagen en websites van wetenschappelijke instituten, GTI's, TTI's en onderzoeksscholen. Tijdens deze zoektocht werden faciliteiten ontdekt die nog niet op de lijst voorkwamen. Deze sneeuwbal-methode leverde diverse nieuwe grootschalige onderzoeksfaciliteiten op, waarmee de groslijst werd uitgebreid.

Aanvullingen commissieleden en informanten

De laatste aanvulling betreft de onderzoeksfaciliteiten die door de leden van de commissie en andere betrokkenen naar aanleiding van de besprekingen (op 1 februari en 15 februari 2008) van voorlopige versies van dit rapport zijn genoemd. Met deze bijdragen is het overzicht op een aantal specifieke gebieden verbeterd en is de inventarisatie evenwichtiger geworden. Op aanraden van de commissie is met een aantal informanten gesproken om de beschikbare informatie over de kenmerken van een aantal faciliteiten verder in te vullen. Diverse belanghebbenden hebben bovendien op eigen initiatief hulp geboden.

Conclusie bestand bronnenmateriaal

Het is opmerkelijk dat een groot deel van de gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten ontbreekt in de twee ESFR/ESF-enquêtes. Dit betekent dat een groot deel van de Nederlandse onderzoeksfaciliteiten internationaal niet goed op de kaart staat en niet zichtbaar is voor beleidsmakers en betrokkenen.

Keuzes in het selectieproces

Het resultaat van de gebruikte zoekstrategie is een globale inventarisatie van grootschalige onderzoeksfaciliteiten in de Nederlandse wetenschap. De volgende keuzes zijn gemaakt in de inventarisatie.

² Met dank aan Mel McGillivry en Hans Kruihof voor het inventariseren van de projecten in het beheer van SenterNovem en aan Ron Dekker voor de informatie omtrent de NWO BIG-aanvragen.

- De beoordeling op de in hoofdstuk 3 genoemde zeven kenmerken van grootschaligheid is in veel gevallen gemaakt op basis van niet altijd volledige informatie. In geval van twijfel over het grootschalige karakter is de betreffende faciliteit *niet* opgenomen.
- Het was niet in alle gevallen mogelijk om een duidelijke scheidslijn aan te brengen tussen het instituut dat de faciliteit huisvest en de faciliteit zelf. Ook hier werd de faciliteit in geval van twijfel *niet* opgenomen.
- Daarnaast zijn er faciliteiten die verspreid zijn over meerdere locaties of bestaan uit een netwerk van kleinere faciliteiten. Ook hier is het soms moeilijk om op basis van de beschikbare informatie een eenduidige grens te trekken. De volgende paragraaf geeft aan hoe deze infrastructuren zijn meegenomen in de inventarisatie.
- Naast de publieke onderzoeksfaciliteiten zijn er bedrijven met onderzoeksinfrastructuren. Deze zijn in het algemeen niet meegenomen in deze inventarisatie. Hieronder gaan we in op het grijze gebied tussen publiek en privaat.

Kleinschalige nationale nodes in een grootschalige supranationale faciliteit

Onze inventarisatie is primair gericht op de grootschalige onderzoeksfaciliteiten die in Nederland aanwezig zijn. Dit heeft consequenties voor de selectie van faciliteiten. Een gedistribueerd netwerk van kleinschalige Nederlandse faciliteiten die als samenhangend geheel een grootschalige faciliteit vormen wordt wel opgenomen in de inventarisatie. De Nederlandse deelnemer in een grootschalig en samenhangend internationaal netwerk van faciliteiten wordt alleen opgenomen wanneer de betreffende Nederlandse faciliteit op zichzelf grootschalig genoemd mag worden. Bijlage 3 bevat voorbeelden van Nederlandse deelname in supranationale faciliteiten.

Faciliteiten in het publieke en particuliere domein

Onze inventarisatie is beperkt tot de onderzoeksfaciliteiten in het publieke domein. Toch is er ook hier een grijs gebied. Sommige van oorsprong publieke faciliteiten zijn inmiddels verzelfstandigd en open innovatie heeft een trend gebracht waardoor bedrijfsfaciliteiten in sommige gevallen ook toegankelijk zijn voor wetenschappers uit universiteiten en kennisinstellingen. Het bedrijfsleven beschikt daarnaast zelf over grootschalige onderzoeksfaciliteiten waar hoogwaardig fundamenteel en toegepast onderzoek wordt gedaan. Samenwerkingsverbanden tussen bedrijven en publieke onderzoekspartners zijn niet ongewoon. Bedrijven kunnen daarin bijvoorbeeld eigen faciliteiten gebruiken als bijdrage in het project.

Particuliere faciliteiten zijn echter doorgaans niet publiek of alleen tegen betaling toegankelijk. Alleen in bepaalde gevallen hebben wetenschappelijke onderzoekers toegang tot industriële faciliteiten op basis van een gesloten convenant tussen de kennisinstelling en het bedrijf. Een uitzondering die we niet onvermeld willen laten is MiPlaza, het recente 'open innovatie' gedreven initiatief op de High Tech Campus in Eindhoven. Een nadere beschouwing van dit type faciliteiten treft u aan in bijlage 4.

Testcase Radboud Universiteit Nijmegen

De jaarverslagen en websites van universiteiten en onderzoeksinstituten leveren vaak aanvullende informatie die gebruikt kan worden voor een inventarisatie van *alle* faciliteiten van de betreffende instelling. Om te onderzoeken welk type aanvullende informatie uit dergelijke bronnen meegenomen kan worden, en om te onderzoeken of een dergelijke methode een ander beeld zou opleveren van de in Nederland aanwezige grootschalige faciliteiten, is op basis van het Wetenschappelijk Jaarverslag van de Radboud Universiteit Nijmegen een lijst samengesteld van de Nijmeegse onderzoeksfaciliteiten (Radboud University Nijmegen, 2006). Dit leverde een lijst van meer dan 140 kleine en grote faciliteiten op. Het bleek echter niet mogelijk om alleen op basis van deze bron de grootschalige faciliteiten te onderscheiden van de kleinere faciliteiten. Er wordt geen informatie gegeven over de omvang van de faciliteiten. Ook blijft onduidelijk of kleinere individuele faciliteiten clusteren tot een grootschalige faciliteit. Om het onderscheid te kunnen maken is aanvullende informatie nodig (bijvoorbeeld over de aanschafwaarde en over de samenwerking tussen partijen). Een inventarisatie op basis van alle onderzoeksverslagen en jaarverslagen van kennisinstellingen zal resulteren in twee- à drieduizend faciliteiten van verschillende maar onbekende omvang, zonder dat de samenhang tussen deze faciliteiten zichtbaar wordt. Deze bronnen zijn daarom voor deze studie verder niet gebruikt.

2.5 Opbouw van het rapport

Hoofdstuk 3 geeft een definitie van onderzoeksfaciliteiten in het algemeen en van grootschalige faciliteiten in het bijzonder. Ook wordt onderzocht op welke wijze onderzoeksfaciliteiten kunnen worden geclassificeerd en welke kenmerken van grootschalige faciliteiten van belang zijn.

Hoofdstuk 4 presenteert vervolgens de grootschalige onderzoeksfaciliteiten die in het bronnenmateriaal zijn aangetroffen.

In hoofdstuk 5 wordt een systematisch overzicht gegeven van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland. Dit betreft een vergelijking van hun eigenschappen en de verdeling over wetenschappelijke gebieden. Daarnaast wordt een globale schatting gemaakt van de waarde van de faciliteiten die in de inventaris zijn opgenomen.

In hoofdstuk 6 gaan we dieper in op de ICT-backbone in Nederland, vanwege het toenemend belang van een geavanceerde netwerk- en computerinfrastructuur. Deze backbone bestaat uit onderdelen die niet op zich een onderzoeksfaciliteit vormen, maar die deel uitmaken van de basisinfrastructuur die onmisbaar is voor het goed functioneren van andere onderzoeksfaciliteiten.

In hoofdstuk 7 wordt de financiering van onderzoeksfaciliteiten onderzocht. Er wordt een beeld geschetst van de algemene ontwikkeling op het terrein van financiering van apparatuur en infrastructuur. En er wordt, waar de beschikbaarheid van data dat mogelijk maakt, een beeld geschetst van de huidige investeringen in onderzoeksfaciliteiten.

Het rapport eindigt met vijf hoofdconclusies en een korte bespreking van implicaties voor het wetenschapsbeleid.

3 Tool for Science

Dit hoofdstuk geeft inzicht in de voorwaarden waaraan een onderzoeksfaciliteit moet voldoen om als grootschalige faciliteit gekenmerkt te kunnen worden. Allereerst wordt vastgesteld wanneer een infrastructurele voorziening voor de wetenschap een *onderzoeksfaciliteit* genoemd kan worden. Vervolgens geven we een veelgehanteerde indeling van de verschillende *typen* onderzoeksfaciliteit met enkele voorbeelden, om af te sluiten met de kenmerken aan de hand waarvan vastgesteld kan worden of een onderzoeksfaciliteit groot genoeg is om *grootschalig* te zijn.

3.1 Definitie van een onderzoeksfaciliteit

Wetenschappelijke kennis wordt geproduceerd met arbeid en kapitaal, in een bepaalde institutionele omgeving en met behulp van technologie. Een deel van de arbeid en kapitaal speelt geen directe rol in de productie van kennis, maar vooral een ondersteunende. Dit betreft bestuurlijk, administratief en technisch personeel en generieke kapitaalgoederen, zoals universiteitsgebouwen, kantoormeubilair, computers en standaard software. De centrale productiefactoren van kennis zijn wetenschappelijke onderzoekers en de onderzoeksfaciliteiten in de breedste zin van het woord.³

TABEL 1: De productiefactoren van kennis onderscheiden naar eigenschap

<i>eigenschap</i> \ <i>productiefactor</i>	<i>arbeid</i>	<i>kapitaal</i>
<i>kennisdragend</i>	wetenschappelijke onderzoekers en wetenschappelijk ondersteunend personeel	onderzoeksfaciliteiten, zoals apparatuur, laboratoria, onderzoekscollecties en softwaremodellen
<i>niet kennisdragend</i>	ondersteunend personeel	gebouwen, bureaus, computers, standaard software

Tool for Science

Dit onderzoek is gericht op de kennisdragende kapitaalgoederen. In onze inventarisatie hanteren we een brede definitie. Een onderzoeksfaciliteit is een complex kapitaalgoed waarin meerdere onderzoeksinstrumenten (zoals apparaten, onderzoekscollecties, experimentele

³ De begrippen 'faciliteit' en 'infrastructuur' worden vaak door elkaar gebruikt. Onder de onderzoeksinfrastructuur verstaan wij het geheel van faciliteiten, hulpbronnen en diensten die het werk van wetenschappelijke onderzoekers mogelijk maken. De Amerikaanse National Science Foundation definieert een onderzoeksinfrastructuur als:

"the tools, services, and installations that are needed for the science and engineering (S&E) research community to function and for researchers to do their work. [It] includes: (1) hardware (tools, equipment, instrumentation, platforms and facilities), (2) software (enabling computer systems, libraries, databases, data analysis and data interpretation systems, and communication networks), (3) the technical support (human or automated) and services needed to operate the infrastructure and keep it working effectively, and (4) the special environments and installations (such as buildings and research space) necessary to effectively create, deploy, access, and use the research tools." (NSF, 2003)

opstellingen en softwaremodellen) gecombineerd kunnen zijn in een samenhangend geheel en dat, dankzij ontwikkelingen in de ICT, ook geografisch verspreid en virtueel kan zijn. Een onderzoeksfaciliteit onderscheidt zich bovendien van andere kapitaalgoederen door haar rol in de productie van kennis. Een onderzoeksfaciliteit is een onderdeel van het proces van wetenschappelijk onderzoek en geeft vorm aan de kennis die wordt geproduceerd. Het is een *'tool for science'*. Een deeltjesversneller is bijvoorbeeld een wezenlijk onderdeel van experimenten in de kernfysica en veranderingen in het instrument zijn direct van invloed op de vragen die gesteld kunnen worden in de wetenschap. Een database, archief of collectie kan ook een onderzoeksfaciliteit zijn (zie voorbeeld in paragraaf 3.2), een universiteitsbibliotheek rekenen we echter niet mee als onderzoeksfaciliteit. Een universiteitsbibliotheek behoort wel tot de voor wetenschap onmisbare infrastructuur, maar fungeert in hoofdzaak als *communicatiekanaal*: wetenschappelijke kennis wordt uitgewisseld via de bibliotheek. De universiteitsbibliotheek is dus geen *'tool for science'*: ze verschaft wetenschappelijke informatie aan onderzoekers, maar is geen onderdeel van het onderzoeksobject of onderzoeksproces (het experiment; de veldstudie).

3.2 Diverse typen onderzoeksfaciliteiten

Traditioneel werd bij onderzoeksfaciliteiten vooral gedacht aan technische hardware, zoals telescopen, onderzoeksschepen en laboratoria. Dergelijke *'single-sited'* en *'mobile'* faciliteiten zijn scherp afgebakend (classificatie van ESFRI, 2006; NSF, 2005a). Technologische ontwikkelingen, voornamelijk in de ICT, hebben de definitie echter verruimd. Ook data-verzamelingen en andere onderzoekscollecties, gedistribueerde systemen, virtuele systemen en softwaremodellen worden tegenwoordig als onderzoeksfaciliteit beschouwd (EC, 2007; NSF, 2003, 2005b).

- *Single-sited faciliteiten* worden gebruikt voor observeren en experimenteren en zijn opgezet rond een enkel apparaat (zoals de WSRT-radiotelescoop) of als een samenhangend geheel van apparatuur (zoals de HFML in Nijmegen).
- *Mobiele faciliteiten* betreffen vliegtuigen, schepen en andere voertuigen, speciaal ontworpen voor wetenschappelijk onderzoek.
- *Gedistribueerde faciliteiten* zijn netwerken van verspreide instrumenten of onderzoekscollecties, zoals de NanoLab cleanrooms of de biobanken in Parelsnoer. Iedere *'node'* in een dergelijk netwerk kan kleinschalig zijn, maar de combinatie van de afzonderlijke delen levert meerwaarde op en maakt de verzameling onderdelen tot één grootschalige faciliteit.
- *Virtuele faciliteiten* zijn op ICT en het internet gebaseerde systemen, zoals simulatiesystemen en systemen die wetenschappers gedeelde toegang geven tot onderzoekscollecties, zoals NLBIF of GeoBrain van Deltares.

Gedistribueerde en virtuele faciliteiten kunnen in hun geheel in Nederland gevestigd zijn, maar kunnen ook gedeeltelijk of grotendeels internationaal zijn. Voor deze categorieën verwijzen we naar bijlage 2.

E-science is de verzamelnaam voor een brede ontwikkeling waarin ICT op allerlei manieren wordt ingezet in de wetenschappelijke communicatie en in het wetenschappelijk onderzoek. De informatisering verandert veel onderzoekspraktijken ingrijpend. Databanken worden digitaal ontsloten, organisaties en faciliteiten worden in netwerken verbonden, meetapparatuur en sensornetwerken zijn in toenemende mate op afstand toegankelijk en de wetenschap beschikt over steeds sterkere methoden voor simulatie en visualisatie. Daardoor worden reële experimenten steeds vaker vervangen door *in silico experimenten*. De ontwikkeling van e-science leidt niet alleen tot virtuele faciliteiten, het beïnvloedt ook de andere categorieën. De basisinfrastructuur die nodig is voor e-science wordt toegelicht in hoofdstuk 6.

De opkomst van gedistribueerde en virtuele faciliteiten

De verruiming van de definitie van onderzoeksfaciliteit brengt een aantal nieuwe afbakeningsvragen. We besteden daarom nadrukkelijk aandacht aan de twee relatief nieuwe typen faciliteiten:

Gedistribueerde faciliteiten zijn netwerken van verspreide instrumenten, faciliteiten en onderzoekscollecties waarin onderzoekers samenwerken, waarin een veelheid aan functionaliteiten ter beschikking wordt gesteld en waarin gemeenschappelijke onderzoeksgegevens uit verspreide bronnen (zoals meetstations) verzameld worden. Iedere 'node' in een dergelijk netwerk kan kleinschalig zijn, maar de integratie en samenwerking van 'nodes' kan de faciliteit grootschalig maken. Met een focus op 'het apparaat' zouden wij dit type faciliteit missen. Deze faciliteiten stellen ons voor een probleem bij het bepalen van de omvang van de faciliteit en bij het leggen van een omtrek om een groep faciliteiten. Indien de faciliteit uit een eenmalige impuls is opgebouwd of sterk is gelieerd aan een virtuele organisatie, dan is deze in het algemeen nog herkenbaar. Eén van de moeilijk te beantwoorden vragen is echter wanneer er sprake is van een gedistribueerde faciliteit en wanneer van een onderzoeksinstrumentarium dat tot de normale universitaire inventaris voor onderzoek op een bepaald vakgebied of speerpunt behoort.

Virtuele faciliteiten zijn op ICT en het internet gebaseerde systemen die wetenschappers gedeelde toegang geven tot rekencapaciteit (zoals supercomputers), software (voor simulatie, visualisatie of statische analyse), onderzoekscollecties en communicatiemiddelen. Moderne, op ICT gebaseerde virtuele infrastructuren (zoals een Grid of een virtuele dataverzameling) faciliteren de toegang van onderzoekers tot grote hoeveelheden informatie, rekencapaciteit en andere instrumenten, maar hebben ook een invloed op de kennis die wordt geproduceerd. Zo moeten data worden gestandaardiseerd, vormen zich '*communities*' rond gemeenschappelijke problemen, ontstaan nieuwe disciplinaire combinaties en zijn nieuwe vaardigheden nodig.

3.3 Kenmerken van een grootschalige faciliteit

Het wetenschapssysteem in Nederland kent een grote verzameling onderzoeksfaciliteiten ten behoeve van het onderzoek. Sommige faciliteiten zijn relatief klein en kunnen door individuele onderzoekers in het kader van hun onderzoek of door wetenschappelijke instellingen uit lopende middelen worden onderhouden. Dit betreft bijvoorbeeld kleinschalige meetapparatuur, tijdelijke experimentele opstellingen, softwaremodellen die op een normale computer kunnen

draaien en dataverzamelingen van een enkele onderzoeker of lokale onderzoeksgroep. Wanneer is een faciliteit groot?

De groep onderzoeksfaciliteiten omvat een diverse verzameling instrumenten, collecties en instituten. Er is niet één enkel kenmerk op basis waarvan een faciliteit als grootschalig aangemerkt kan worden. Deze paragraaf presenteert de kenmerken die de meeste grootschalige faciliteiten bezitten.

Kenmerk 1: De initiële investering en eventuele vernieuwings- en vervangingsinvesteringen gaan het vermogen van een individuele faculteit, instelling of financieringsprogramma te boven (Innovatieplatform, 2005).

In dit verband zijn er twee mogelijkheden.

1. De constructie van de faciliteit (initieel of ter vervanging) gaat de draagkracht van de instelling te boven. Dit is geen absoluut criterium, omdat er meer en minder draagkrachtige organisaties zijn. Het draagkrachtcriterium impliceert dat ook draagkrachtige organisaties voor investeringen in een grootschalige onderzoeksfaciliteit moeten samenwerken en zoeken naar bijdragen van externe financieringsbronnen.
2. De faciliteit is incrementeel opgebouwd, zowel door geleidelijke uitbreiding en vernieuwing in de loop van de tijd als door de bundeling van individuele faciliteiten in een gedistribueerde faciliteit. Hierdoor ontstaat een faciliteit van die omvang dat de vervangingsinvestering het vermogen van een individuele organisatie of regulier financieringsprogramma ver te boven gaat.

Kenmerk 2: Een grootschalige faciliteit heeft hoge potentiële leereffecten, netwerkeffecten en clustereffecten. Dit criterium verwijst naar de volgende kenmerken:

- Het betreft apparatuur, data-infrastructuren, software en modellen die niet door een enkele gebruiker kunnen worden ontwikkeld en geconstrueerd.
- De faciliteit is een samenhangend geheel van hoogwaardige en gespecialiseerde apparatuur, testomgevingen, laboratoria, dataverzamelingen en software.
- De faciliteit is bestemd om gedurende een langere periode te worden gebruikt voor meerdere projecten en door meerdere onderzoekers en onderzoeksgroepen. De faciliteit wordt gedeeld met onderzoekers van buiten.
- Effectief gebruik van de faciliteit (de hardware en software) vereist voortdurende technische en administratieve ondersteuning en verbindt de faciliteit met diverse toeleveranciers.

Kenmerk 3: Een grootschalige onderzoeksfaciliteit heeft een eigen onderzoeksgroep en ondersteunend personeel, waarvan de kosten grotendeels worden betaald uit het budget van de faciliteit. Naast het onderzoekend personeel is er technisch en wetenschappelijk gespecialiseerd personeel nodig om de faciliteit in bedrijf en up-to-date te houden.

Kenmerk 4: Een onderzoeksfaciliteit is institutioneel ingebed en heeft een eigen bestuurlijk model dat de rol van verschillende partijen beschrijft, evenals de periodieke evaluatie, het eigendom, het kostenmodel en de toegankelijkheid van de infrastructuur. Dit model wordt doorgaans bewaakt door een eigen bestuur.

Kenmerk 5: Grootschalige onderzoeksfaciliteiten hebben een nationale of internationale (in tegenstelling tot een lokale) oriëntatie hebben en zijn gebaseerd op samenwerking. Indien een faciliteit (database, sample set, apparaat) slechts door een lokale onderzoeksgroep of instituut gebruikt wordt, valt deze niet onder de definitie van grootschalige faciliteit.

Kenmerk 6: Sommige grootschalige faciliteiten zijn uniek in Nederland of in de wereld. Dit betreft faciliteiten waarvan een land er hooguit één zal hebben, omdat een tweede te kostbaar is of de groep gebruikers niet groot genoeg is. Een reden om een dergelijke faciliteit te hebben kan zijn dat zij een specifiek maatschappelijk doel dient en Nederland voor dit type onderzoek niet van faciliteiten in andere landen afhankelijk moet of wil zijn.

Kenmerk 7: Onderzoeksfaciliteiten zijn toegankelijk voor gebruikers van buiten, al dan niet tegen betaling. Grootschalige faciliteiten worden gekenmerkt door hun aantrekkingskracht op buitenlandse onderzoekers en op gebruikers uit het bedrijfsleven.

Geen verband kwaliteit en schaalgrootte

We moeten een onderscheid maken tussen capaciteit en kwaliteit. Het grootschalige karakter van een faciliteit heeft in de eerste plaats betrekking op de capaciteit en betreft de grootte van het apparaat en de bijbehorende gebouwen, de beschikbare onderzoekstijd en het aantal onderzoekers dat tegelijkertijd onderzoek kan doen, de hoeveelheid onderzoek die een faciliteit aankan ten opzichte van vergelijkbare faciliteiten elders, enzovoorts. De kwaliteit wordt bepaald door de kennis die is ingebed in de techniek en de kennisomgeving. Is de faciliteit ‘*state of the art*’? Kwaliteit is daarom een eigenschap die op alle onderzoeksfaciliteiten, groot en klein, van toepassing is.

Groot door digitalisering

De digitalisering van een onderzoekscollectie kan het grootschalig karakter van de faciliteit versterken, bijvoorbeeld door een veel breder gebruik te faciliteren en door nieuwe toepassingsmogelijkheden binnen bereik te brengen. De Amerikaanse National Science Board onderscheidt drie soorten digitale dataverzameling (NSF, 2005b):

1. Onderzoekscollecties (*research data collections*), die door individuele onderzoekers of in specifieke projecten worden samengesteld en waarvoor financiering maar voor beperkte termijn is voorzien.
2. Bron- of gemeenschapscollecties (*resource or community data collections*) die ten dienste staan van een specifieke gemeenschap in wetenschap en techniek, die een belangrijke rol spelen in het nader tot elkaar brengen van gemeenschappen in het ontwikkelen van standaarden. In een veld als biologie zijn dergelijke collecties vaak een afzonderlijk project met eigen financiering, terwijl ze in andere velden, zoals aardwetenschappen en klimaat-onderzoek, vaak zijn ondergebracht binnen breder georiënteerde datacentra.
3. Naslagverzamelingen (*reference collections*) die grote delen van de algemene wetenschappelijke en onderwijsgemeenschappen bedienen en waar sterke, universele standaarden van groot belang zijn. Het budget van deze verzamelingen is doorgaans groot, gegarandeerd voor lange termijn en direct afkomstig uit een of enkele financieringsbronnen.

De eerste categorie van 'research data collections' voldoet niet aan de kenmerken van grootschaligheid. Zowel digitale als niet digitale bron- en referentiecollecties zijn meegenomen in de inventarisatie, voor zover ze voldoen aan het 'tool for science'-criterium (zie paragraaf 3.1) en voldoende kenmerken van grootschaligheid vertonen.

Digitale ontsluiting van een referentiecollectie

Het National Herbarium beschikt onder meer over een gedigitaliseerde collectie van 166.000 herbariumvellen, elk met één plant uit Borneo. Niels Raes, onderzoeker bij het NHN, heeft met gebruik van de digitale collectie een nieuwe statistische analysemethode ontwikkeld voor het toetsen van biodiversiteitsverspreidingskaarten (Ecological Niche Modeling). Om te beginnen heeft hij digitale gegevens over de geografische vindplaats toegevoegd aan een gedeelte van deze collectie, waardoor het mogelijk wordt om individuele vindplaatsen weer te geven in biodiversiteitverspreidingskaarten die gebaseerd zijn op meer algemene vergelijkingen van leefgebieddata als flora, hoogte, klimaat en bodem. Niels Raes heeft hiermee voor 1.400 plantensoorten betrouwbare kaarten geïdentificeerd, die samen goed zicht bieden op de biodiversiteit in Borneo; hij vond onder andere nieuwe hotspots van biodiversiteit die bij het Wereld Natuur Fonds nog niet bekend waren. De statistische methode die hij heeft ontwikkeld, is breed toepasbaar: je kunt er de betrouwbaarheid mee bepalen van alle verspreidingskaarten die op grond van onvolledige gegevens gemaakt worden. In Nederland zouden zulke kaarten bijvoorbeeld nuttig zijn voor beschermde soorten, zodat planners van bouwprojecten er rekening mee kunnen houden.

Bron: Universiteit Leiden, Faculteit der Wiskunde & Natuurwetenschappen, Waar wij trots op zijn: de ontdekkingen van 2007

4 Grootschalige Nederlandse publieke onderzoeksfaciliteiten

De volgende tabel geeft een overzicht van de gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten.

Faciliteit ⁴	eigenaar	locatie
AGOR	FOM	Groningen
BIG GRID	NWO NCF	Diverse
Bijvoet Center for Biomolecular Research	UU	Utrecht
Biomedical Primate Research Centre (BPRC)	BPRC	Rijswijk
Centraal Bureau voor de Statistiek	CBS	Voorburg
Centraal Veterinair Instituut	WUR	Lelystad; Wageningen
CESAR Observatory	Consortium	Cabauw
DANS	KNAW	Den Haag
DAREnet	KNAW	Den Haag
Delft Software Systems	Deltares	Delft
Desdemona	TNO	Delft
Deltares goten- en stromingslaboratoria	Deltares	Delft; Marknesse
DNW Wind tunnels	DNW	Emmeoord
F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging	RU Nijmegen	Nijmegen
GeoBrain	Deltares	Delft
GeoLab	Deltares	Delft
High Field Magnet Laboratory	RU Nijmegen	Nijmegen
Hoge Flux Reactor	JRC/NRG	Petten
Ion Beam Applications Centre	UU	Utrecht
IR User Facility FELIX	FOM	Nieuwegein
KNMI Meetnet	KNMI	De Bilt
Koninklijke Bibliotheek	KB	Den Haag
Laser Centre Vrije Universiteit (LCVU)	VU	Amsterdam
Life courses in context	IISG	Amsterdam
Life Science Trace Gas Exchange Facility	RU Nijmegen	Nijmegen
Lifelines	UMCG	Groningen
Low Frequency Array (LOFAR)	ASTRON	Dwingeloo; Borger-Odoorn
MARIN Bassins	MARIN	Wageningen
MARIN Simulatoren	MARIN	Wageningen
MARIN Software tools	MARIN	Wageningen

⁴ Voor een toelichting op de faciliteiten zie de lijst met beschrijvingen in bijlage 1.

Faciliteit ⁴	eigenaar	locatie
MESS	UvT CentERdata	Tilburg
NanoLab NL	NanoNed	Groningen; Enschede; Delft; Eindhoven
Nationaal Archief	Nationaal Archief	Den Haag
Nationaal Herbarium Nederland	Nationaal Herbarium Nederland	Leiden
Naturalis	Naturalis	Leiden
Nederlands Referentielaboratorium (Laboratorium voor Infectieziekten en Screening)	RIVM	Bilthoven
Nederlands Vaccin Instituut	NVI	Bilthoven
Netherlands Bioinformatics Centre (NBIC)	NBIC	Diverse
Netherlands Metabolomics Centre	NMC	Diverse
Netherlands Proteomics Centre	NPC	Diverse
Nijmegen Centre for Advanced Spectroscopy	RU Nijmegen	Nijmegen
NIOZ	NIOZ	Texel
NLBIF/GBIF	UvA	Amsterdam
NLR Laboratoriumvliegtuigen	NLR	Amsterdam
NLR Simulatoren	NLR	Amsterdam
NLR Testfaciliteiten en engineeringfaciliteiten	NLR	Amsterdam
PALGA	Stichting PALGA	Utrecht
Parelsnoer (landelijke infrastructuur voor nationale biobanken)	NFU	Diverse
Pilotlijn kristallijn silicium zonnecellen en -modules	ECN	Wieringerwerf
PSI-lab	FOM	Rijnhuizen
Reactor Institute Delft	TUD	Delft
RIVM Luchtmeetnet	RIVM	Diverse
Sanquin	Sanquin	Amsterdam
SARA	SARA	Amsterdam; Almere
Spinozacentrum	AMC, UvA; VU; NIN-KNAW	Amsterdam
SRON	SRON	Utrecht
SURFnet6	SURFnet	Utrecht
TRAILS	UMC Groningen	Groningen
TuBaFrost	Erasmus MC	Rotterdam
VeHIL	TNO	Helmond
Virtual Laboratory for e-science	VL-e consortium	Amsterdam; Groningen; Dwingelo
VISTA	LUMC, UMC Utrecht, RU Nijmegen	Leiden; Utrecht; Nijmegen; Duisburg/Essen
Wageningen NMR Centre	WUR	Wageningen
Windturbine testpark Wieringermeer	ECN	Wieringermeer
WMC Kennis- en testcentrum	ECN	Wieringerwerf
WSRT	ASTRON	Dwingeloo

5 Karakteristieken van het Nederlandse landschap van grootschalige faciliteiten

De 66 gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn divers. Er zijn voorbeelden van elk van de typen die in hoofdstuk 2 zijn onderscheiden. In dit hoofdstuk gebruiken we de informatie over de eigenschappen van de faciliteiten om structuur aan te brengen in deze diversiteit. We onderzoeken achtereenvolgens de mate waarin de inventarisatie aan verandering onderhevig zal zijn (dynamiek en vernieuwing), de geografische en institutionele clustering van faciliteiten, de verdeling over wetenschappelijke gebieden en de waarde en levensduur van de faciliteiten.

5.1 Classificatie van faciliteiten

Er zijn verschillende manieren om onderzoeksfaciliteiten te classificeren.⁵ Het doel van een dergelijke classificatie is functioneel. Ten eerste helpt een classificatie bij het maken van een selectie van onderzoeksfaciliteiten voor een meer gedetailleerde analyse. Ten tweede is het een analytisch hulpmiddel, bijvoorbeeld voor het onderzoeken van de relatie tussen de beschikbaarheid en kwaliteit van onderzoeksfaciliteiten enerzijds en wetenschappelijke output anderzijds. Hier maken we gebruik van twee classificaties, namelijk een objectgebonden classificatie en een domeingebonden classificatie.

5.1.1 Objectgebonden classificaties

Onderzoeksfaciliteiten kunnen worden ingedeeld op basis van het object dat centraal staat. Er kan een onderscheid worden gemaakt tussen hardware, software, data en netwerken (NRC, 1998). We hebben de faciliteiten ingedeeld op basis van de technologische component die bepalend is voor het functioneren van de onderzoeksfaciliteit. Bijvoorbeeld, NLBIF/GBIF is mogelijk geworden door het internet, maar de kern van de faciliteit is de data-infrastructuur; VEHIL is een combinatie van een gesimuleerde testomgeving, diverse testopstellingen en een milieu-emissielaboratorium, maar de botshal staat centraal; en AGOR, HFC en WSRT zijn complexe faciliteiten met meerdere instrumenten, die grote hoeveelheden (gedigitaliseerde) data produceren, maar de technologische component is het grote apparaat.

⁵ In Duitsland wordt door de DFG een zeer gedetailleerde classificatie onderhouden van alle apparatuur, instrumenten en andere kapitaalgoederen die in het wetenschappelijke onderzoek worden gebruikt: http://www.dfg.de/forschungsfoerderung/wissenschaftliche_infrastruktur/wgi/geraetegruppenschluessel/index.html

(1) Hardware

- Rekensystemen voor het maken van statistische berekeningen, het doorrekenen van modellen en het maken van simulaties en visualisaties (bijvoorbeeld, supercomputers en distributed computing netwerken).
- Observatie- en meetapparatuur, zoals telescopen, radiotelescopen, NMR-scanners, spectrometers, enzovoorts.
- Experimentele apparatuur en opstellingen waarmee materie wordt gemanipuleerd, zoals het magnetenlaboratorium van de Radboud Universiteit en het AGOR cyclotron, en testomgevingen en experimentele opstellingen, zoals de faciliteiten van Deltares en MARIN.
- Laboratoria en cleanrooms.
- Testvliegtuigen, onderzoeksschepen, satellieten en andere mobiele apparatuur.

(2) Software

- Complexe grootschalige software met opzichzelfstaande functionaliteiten die onafhankelijk zijn van andere faciliteiten.
- Hierbij gaat het onder andere om statistische modellen, simulatiesoftware, visualisatie-software en andere rekenmodellen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan Delft Software Systems, een verzameling van simulatoren, modellersystemen en dataverwerkingssystemen voor het simuleren van waterloopkundige omstandigheden.
- Ondersteunende software, zoals middleware voor Grid, wordt niet beschouwd als faciliteit.

(3) Data

- Enquête-infrastructuren, bestaande uit een netwerk van interviewers, panels van respondenten en computerfaciliteiten voor online-enquêtes en voor statistische analyse.
- Onderzoekscollecties rond een gemeenschappelijke thema (zoals biodiversiteit of het nationaal erfgoed), inclusief dataverzamelingen, archieven en andere collecties.

(4) Netwerken

- Multidisciplinaire centra en communities, fysiek of virtueel, waarin een groot aantal experts vanuit een verschillende achtergrond gemeenschappelijke problemen onderzoekt, zoals het milieu, de criminaliteit of de economische ontwikkeling.
- Nationale en internationale ICT-netwerken met een hoge capaciteit, zoals het vBNS (very-high-performance Backbone Network Service) van de National Science Foundation en het Europese GÉANT2 netwerk.

5.1.2 Domeingebonden classificaties

Daarnaast kunnen we de faciliteiten indelen op basis van het wetenschappelijke domein waarin ze worden ingezet. Op hoog niveau kan de indeling van het Innovatieplatform (2005) worden gevolgd. Het Innovatieplatform onderscheidt drie hoofdgebieden, namelijk natuur- en technische wetenschappen, levens- en medische wetenschappen en geestes- en maatschappijwetenschappen. De ESFRI-roadmap (2006) maakt een meer gedetailleerde indeling in zeven gebieden.⁶ In dit rapport zullen de onderzoeksfaciliteiten worden ingedeeld op basis van de NOWT/HOOP⁷ gebieden, namelijk:

1. Medische en levenswetenschappen (HOOP-gebied Gezondheid)
2. Natuur (HOOP-gebieden Natuur en Landbouw)
3. Techniek (HOOP-gebied Techniek)
4. Geestes- en maatschappijwetenschappen (HOOP-gebieden Gedrag en maatschappij; Economie; Recht; Taal en Cultuur)
5. Generieke faciliteiten (geen HOOP-gebied)

De gevonden faciliteiten zijn aan een van deze vijf gebieden toegewezen op basis van informatie over de identiteit van de eigenaar of beheerder en over het wetenschappelijke toepassingsgebied. In de meeste gevallen spreekt deze toewijzing voor zichzelf. Bijvoorbeeld, het Nederlands Vaccin Instituut hoort zonder meer thuis in het domein van de medische en levenswetenschappen en de bassins van MARIN in het domein van de techniek.

Andere voorbeelden zijn minder vanzelfsprekend. De Koninklijke Bibliotheek en haar e-Depot werkt in dienst van alle wetenschappen en is dus gerekend tot de generieke infrastructuur. De Digital Databank for Newspapers is echter vooral een instrument voor onderzoek in de geestes- en maatschappijwetenschappen. Deze drie faciliteiten staan in de lijst als één grootschalige onderzoeksfaciliteit, maar waar inhoudelijke verschillen tussen de drie relevant waren, zijn ze in de analyse in dit hoofdstuk onderscheiden. Een ander voorbeeld is NanoLab NL. In deze faciliteit doet men fundamenteel natuurwetenschappelijk onderzoek en ontwikkelt men technologische innovaties. NanoLab NL zou dus zowel tot de natuurwetenschappen als tot de technische wetenschappen gerekend kunnen worden. Hier is gekozen voor het eerste.

De domeingebonden indeling van faciliteiten zal in de meeste gevallen geen of weinig problemen opleveren. In een enkel geval zal de indeling geen recht doen aan de veelzijdigheid van een faciliteit. Een eventueel vervolg op deze inventarisatie zou de classificatie verder kunnen verfijnen.

⁶ Dit betreft social sciences and humanities; environmental sciences; energy; biomedical and life sciences; material sciences; astronomy, astrophysics, nuclear and particle physics; en computer and data treatment. Het zevende gebied betreft een generieke categorie waarin in de ESFRI-roadmap zelf slechts één faciliteit is opgenomen (de European High-Performance Computing Service).

⁷ NOWT: Nederlands Observatorium voor Wetenschap en Technologie. HOOP: Hoger Onderwijs en Onderzoek Plan.

5.2 Indeling naar type faciliteit: geografische locaties en organisatorische inbedding

Het gebruik en de uitstraling van grootschalige onderzoeksfaciliteiten worden mede bepaald door hun locatie en organisatorische inbedding. In de geografische omgeving van een faciliteit vindt interactie plaats met kennisinstellingen (met name universiteiten) en bedrijven (zoals toeleveranciers). De organisatorische inbedding betreft zowel de formele eigenaar als de samenwerking van verschillende partijen binnen de onderzoeksfaciliteit. Dit kan bijvoorbeeld invloed hebben op de toegang voor derden. Een voorbeeld hiervan is NanoLab waar een derde van de laboratoriumtijd is gereserveerd voor (kleine) bedrijven, hetgeen een beperking vormt voor het gebruik door onderzoekers (Robinson, Rip, & Mangematin, 2007).

Een complicatie bij een analyse van de geografische verdeling van de gevonden faciliteiten is dat niet alle faciliteiten aan één plaats gebonden zijn of diensten leveren waarbij locatie een rol speelt. Bovendien is de locatiegebonden classificatie, die in paragraaf 0 werd gepresenteerd soms enigszins arbitrair. Bijvoorbeeld, is SURFnet6 een 'virtuele' of een 'gedistribueerde' faciliteit? En is DANS, dat een kantoor en een fysieke infrastructuur heeft, een 'virtuele' of een 'single-sited' faciliteit? De classificatie is derhalve niet perfect, maar biedt desondanks voldoende inzicht.

Indeling naar objectgebonden classificatie

TABEL 2 laat zien dat de meeste faciliteiten (49) geheel of gedeeltelijk 'single-sited' zijn. Deze tabel laat echter ook het belang van gedistribueerde en virtuele faciliteiten zien. Van de 68 faciliteiten die in de tabel worden vergeleken zijn er 12 geheel of gedeeltelijk gedistribueerd (18%) en 14 geheel of gedeeltelijk virtueel (21%).

TABEL 2: Grootschalige onderzoeksfaciliteiten naar locatie

Categorie	aantal
distributed	9
distributed / single-sited	3
single-sited	41
single-sited / virtual	6
virtual	8
mobile	1
totaal	68

Opmerking: Inclusief de Digital Databank for Newspapers en het e-Depot van de Koninklijke Bibliotheek.

Geografische verdeling

De geografische verdeling van grootschalige onderzoeksfaciliteiten hangt sterk samen met de aanwezigheid van universiteiten en andere kennisinstellingen. 37 van de 66 faciliteiten zijn

gevestigd bij een (technische) universiteit.⁸ Op Maastricht na hebben alle universiteiten, UMC's (inclusief het MUMC+), technische universiteiten en GTI's een faciliteit of zijn bij een faciliteit betrokken. De meeste faciliteiten zijn geconcentreerd in de gebieden waar ook de grote kennisinstituten gevestigd zijn, in het midden van het land en wel in vijf clusters:

- De regio *Leiden–Den Haag–Delft–Rotterdam* met 15 faciliteiten.
- *Amsterdam* met 7 faciliteiten.
- De regio *Utrecht* met 11 faciliteiten.
- *Noord-Nederland*, inclusief Groningen, met 8 faciliteiten
- De regio *Wageningen–Nijmegen* met 10 faciliteiten.

Deze geografische concentratie is niet onverwacht. In deze regio zijn 9 van de 13 universiteiten en 4 van de 5 GTI's gevestigd.

5.3 Verdeling over wetenschappelijke gebieden

In TABEL 3 zijn de gevonden faciliteiten ingedeeld naar wetenschappelijk gebied en naar type. De generieke faciliteiten, die niet tot een specifiek onderzoeksgebied behoren, zijn geheel rechts weergegeven. Een analyse van deze tabel resulteert in de volgende observaties:

- *'Single-sited' hardware vormt het zwaartepunt van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten.* Observatie- en meetapparatuur en experimentele apparatuur en opstellingen nemen het merendeel van de gevonden faciliteiten voor hun rekening. Dit plaatst de opkomst van virtuele faciliteiten in perspectief. Natuurwetenschappelijk onderzoek draait vrijwel volledig om hardware; technisch toegepast onderzoek gebruikt vooral experimentele apparatuur; de medische en levenswetenschappen zijn eveneens sterk vertegenwoordigd, maar daar valt ook het grote aantal dataverzamelingen op.
- *Dataverzamelingen vertegenwoordigen een aanzienlijk deel van de inventaris en spelen in alle wetenschappelijke gebieden een rol.* In totaal hebben we 14 fysieke en virtuele dataverzamelingen aangetroffen.⁹ De geestes- en maatschappijwetenschappen maken vrijwel alleen gebruik van dataverzamelingen. De onderzoeksfaciliteiten voor de sociale wetenschappen liggen niet altijd eenduidig in het publieke domein. Dit geldt bijvoorbeeld voor de elektronische ontsluiting van jurisprudentie door marktpartijen als SDU en Kluwer.
- *Grootschalige netwerken en rekensystemen ondersteunen alle gebieden van de Nederlandse wetenschap.* Individuele supercomputers en universitaire IT- infrastructuur (zoals het draadloos testbed van de UT) zijn vooral lokaal en kleinschalig. De vier gevonden faciliteiten – SURFnet6, SARA, BIG GRID en het Virtual Laboratory for e-science – kunnen worden gezien als de IT-backbone van de Nederlandse wetenschap. Op diverse plaatsen in het land ontstaan concentraties van diverse *NMR-, fMRI- en MS-apparatuur*. De

⁸ Van acht faciliteiten kan de exacte geografische locatie niet bepaald worden. Dit betreft met name gedistribueerde faciliteiten.

⁹ De tabel vermeldt er zestien, maar twee van de gevonden dataverzamelingen (de Digital Databank for Newspapers en het e-Depot) zijn onderdeel van de Koninklijke Bibliotheek.

toepassingen verschillen, maar de technologie is vergelijkbaar. Toch is de ene scanner of spectrometer de andere niet. De mate van vergelijkbaarheid en de wederzijdse invloed die deze faciliteiten op elkaar uitoefenen behoeven nader onderzoek.

Vanuit het perspectief van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten heeft Nederland infrastructureel gezien relatief sterk ingezet op vier bestaande terreinen en een opkomend terrein:

- Een *zeer hoogwaardige IT-infrastructuur*, sinds kort aangevuld met e-science-faciliteiten.
- *Fysica en materiaalkunde*, een gebied waar onderzoeksfaciliteiten een cruciale rol spelen en waar voortdurend wordt geïnoveerd en door universiteiten, kennisinstellingen en de overheid wordt geïnvesteerd.
- *Onderzoeksfaciliteiten voor (bio)medisch onderzoek*.
- *Astronomisch onderzoek*, zowel door de hoge kwaliteit van en innovatie in de Nederlandse faciliteiten als door de actieve participatie in de internationale gemeenschap.
- *De opslag en ontsluiting van onderzoeksgegevens* is een opkomend zwaartepunt. Een groot aantal grootschalige onderzoeksfaciliteiten is gericht op het centraal verzamelen en toegankelijk maken van data en het oplossen van de bijkomende technische uitdagingen (bijvoorbeeld op het terrein van metadata en duurzaamheid). Dergelijke faciliteiten leveren niet alleen een dienst naar de externe onderzoeker, maar innoveren ook zelf.

5.4 Dynamiek en vernieuwing in grootschalige faciliteiten

De inventarisatie is een momentopname. Pas wanneer deze exercitie een aantal keren herhaald is, zal de dynamiek in de ontwikkeling van grootschalige onderzoeksfaciliteiten zichtbaar worden. De dynamiek komt hier tot uiting in het feit dat een aantal faciliteiten nog in ontwikkeling is.

Van de 66 grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn er 9 nog in ontwikkeling. Dit betreft 4 van de 5 gehonoreerde BIG-projecten (BIG GRID, Digital Databank for Newspapers van de Koninklijke Bibliotheek, MESS, Nijmegen Centre for Advanced Spectroscopy), het Ion Beams Application Centre, LifeLines, het toekomstige Spinozacentrum, het Virtual Laboratory for e-science en het Netherlands Metabolomics Centre. Van de bestaande faciliteiten zijn er 17 in of na het jaar 2000 opgericht.

Opmerkingen: Faciliteiten die tot meerdere typen behoren, zijn bij alle betreffende typen vermeld. De door de NSI-gehanteerde categorie cleanrooms en laboratoria is niet meegenomen: er zijn in Nederland verschillende onderzoeksfaciliteiten met grootschalige cleanrooms of biosafety-level laboratoria, maar deze zijn ingedeeld op basis van de aard van het onderzoek in het betreffende laboratorium en niet op basis van de omhullende faciliteit.

TABEL 3: De verdeling van grootschalige onderzoeksfaciliteiten naar type en wetenschappelijk gebied

type gebied	Natuur	Techniek	Medische en Levenswetenschappen	Geestes- en Maatschappijwetenschappen	Generieke faciliteiten
Netwerken – Instellingen, centra en communities	2 (NIOZ, SRON)				
Netwerken – Communicatienetwerken					4 (VL-e; BIG GRID; SURFnet6; SARA)
Hardware – Rekensystemen	9			1 (SARA)	
Hardware – Observatie- en meetapparatuur	(LCVU, CESAR Observatory, KNMI Meetnet, RIVM Luchtmeetnet, WSRT, LOFAR, AGOR, NCAS ^{a)} , IBAC)	1 (Desdemona)	8 (Bijvoet Center, Spinozacentrum, F.C. Donders Centre, VISTA, Nederlands Referentielaboratorium, Centraal Veterinair Instituut, Life Science Trace Gas Exchange Facility, Wageningen NMR Centre)	1 (F.C. Donders Centre)	
Hardware – Experimentele apparatuur en opstellingen	7 (RID, NanoLab NL, IR User Facility FELIX, HFML, Hoge Flux Reactor, PSI-lab, IBAC)	13 (Deltares goten- en stromingslaboratoria, DNW Wind tunnels, VEHIL, MARIN Bassins, MARIN Simulatoren, Windturbine testpark Wieringermeer, Pilotlijn kristallijn silicium zonnecellen en – modules, WMC Kennis- en testcentrum, NLR Simulatoren, NLR Testfaciliteiten en engineeringfaciliteiten, Desdemona, GeoLab, Hoge Flux Reactor)	6 (Nederlands Vaccin Instituut, BPRC, NBIC, Nederlands Metabolomics Centre, Nederlands Proteomics Centre, Bijvoet Center)		
Hardware – Mobiele apparatuur	1 (NIOZ onderzoeksschepen)	1 (NLR Laboratoriumvliegtuigen)			
Software		2 (Delft Software Systems, MARIN Software tools)			
Data – Enquête-infrastructuren			1 (TRAILS)	3 (CBS, Life course in context, MESS)	
Data – Dataverzamelingen	3 (Nationaal Herbarium Nederland, Naturalis, NLBIF/GBIF)	1 (GeoBrain)	5 (Lifelines, TuBaFrost, Parelstoer, Sangquin, PALGA)	4 (DANS, CBS, Digital Databank for Newspapers ^{b)} , Nationaal Archief)	3 (Koninklijke Bibliotheek, DAREnet, e-Depot ^{b)})

^{a)} Inclusief de Life Science Trace Gas Facility. ^{b)} Onderdeel van de Koninklijke Bibliotheek.

Dit betekent dat ca. 38% van de gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten relatief jong is.¹⁰ Het jaar van oprichting is niet voor alle faciliteiten bekend, zodat het percentage 'jonge' faciliteiten mogelijk nog iets hoger is. De ontwikkeling van nieuwe faciliteiten staat bovendien geen moment stil. Dit blijkt onder andere uit de tientallen aanvragen die zijn ingediend bij NWO (BIG) en de Roadmapcommissie (maart 2008). Het onderstaande voorbeeld illustreert deze dynamiek. Naar alle verwachting zal de inventaris van grootschalige onderzoeksfaciliteiten er over 5 à 10 jaar anders uitzien.

Toekomstplannen van TNO

TNO gaat voor €40 à €50 miljoen (waarvan 50% door TNO) een nieuw geïntegreerd milieulaboratorium bouwen waarin alle huidige TNO-faciliteiten op dit terrein worden gebundeld. Andere partijen hebben al aangegeven hieraan te willen meewerken of hiervan gebruik te willen maken. In de toekomst zal dit laboratorium waarschijnlijk een grootschalige onderzoeksfaciliteit worden. Tegelijkertijd worden het huidige hoogtoxlab en het lab voor ballistisch onderzoek geïntegreerd in een nieuwe faciliteit (Cromstrijen), die in 2013 klaar zal zijn. Hiermee is een totale investering van €150 miljoen gemoeid (inclusief kantoren en infrastructuur). De laboratoria blijven van elkaar gescheiden, maar zullen in combinatie gebruikt worden. Ook Cromstrijen zal in de toekomst een grootschalige onderzoeksfaciliteit zijn en gebruikt worden om een type onderzoek te doen waarvoor Nederland niet van faciliteiten in andere landen afhankelijk wil zijn.

Bron: Gesprek met Martin de Jong, TNO, maart 2008

Ontstaansgeschiedenis: eenmalige impuls of incrementele groei

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten kunnen in één keer worden neergezet door middel van een eenmalige impuls (zoals een NWO BIG-subsidie). Sommige zijn echter in de loop der jaren incrementeel opgebouwd tot een grootschalige faciliteit of zijn ontstaan uit de samenwerking tussen op zich kleinschalige faciliteiten. Incrementele groei vindt vooral plaats bij gedistribueerde faciliteiten, onderzoekscollecties en supranationale faciliteiten bestaande uit nationale 'nodes'.

Incrementeel opgebouwde gedistribueerde faciliteiten ontstaan vooral uit speerpuntimpulsen van universiteiten en instituten en uit grootschalige onderzoeksprogramma's zoals die door een TTI of een Bsik-programma worden uitgevoerd. In bepaalde vakgebieden, zoals het biomedische domein, worden gedistribueerde grootschalige faciliteiten, die toegankelijk zijn voor de gehele Nederlandse onderzoekswereld, juist wel opgezet met behulp van een eenmalige grote investering.

¹⁰ De informatie over oprichtingsjaren is inclusief de Digitale Databank en het e-Depot van de Koninklijke Bibliotheek. Als deze faciliteiten niet worden meegeteld, dan zijn 9 faciliteiten nog in ontwikkeling, zijn 16 faciliteiten opgericht in of na het jaar 2000 en dateren 41 faciliteiten van voor 2000.

NIMR-M2i

Het topinstituut NIMR heeft gedurende de looptijd van haar bestaan zorg gedragen voor de opbouw van een gedistribueerd ‘wagenpark’ van faciliteiten voor materiaalonderzoek. De opbouw heeft incrementeel plaatsgevonden:

- Aanpalend aan projecten zijn investeringen gedaan in benodigde high-tech onderzoeksapparatuur. De apparatuur is verspreid over de in het netwerk deelnemende onderzoeksgroepen. Deze faciliteit is daardoor niet als zodanig herkenbaar, maar tezamen vormt de apparatuur een onmisbare infrastructuur voor materiaalonderzoek in Nederland.
- Incrementele opbouw van de totale waarde van het ‘wagenpark’ van apparatuur dat tot beschikking staat van Nederlandse universiteiten.

Bron: Gesprekken met NIMR-M2i

Incrementele groei van onderzoekscollecties

Dataverzamelingen, archieven, bibliotheken, herbaria en andere onderzoekscollecties komen vrijwel altijd geleidelijk tot stand. Het historische karakter van collecties vergroot de wetenschappelijke waarde. Zo kan een onderzoeker in het Nationaal Herbarium beschikken over eeuwenoude, unieke specimen van onschatbare waarde, bevat het Nationaal Archief verzamelingen die eeuwenlang zijn bewaard en is het voor lange tijd duurzaam opslaan van digitale en gedigitaliseerde onderzoeksdata een van de opdrachten van DANS. Veel dataverzamelingen zijn het product van langlopende onderzoeksprojecten waarin de onderzoekscollectie gestaag wordt opgebouwd.

5.5 Waarde: grootschalige onderzoeksfaciliteit als kapitaalgoed

In paragraaf 0 hebben we een onderzoeksfaciliteit gedefinieerd als een kennisdragend kapitaalgoed dat wordt ingezet in de productie van wetenschappelijke kennis. Dit betekent dat onderzoeksfaciliteiten twee kenmerken delen met andere kapitaalgoederen: ze hebben een economische waarde en een voorziene levensduur.

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn bijzonder kostbaar in aanschaf en onderhoud. Dit geldt zowel voor faciliteiten die langzaam gegroeid zijn als voor faciliteiten die in één keer opgezet worden. Informatie over de bruto waarde van de gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten – de investeringen die nodig zijn om de faciliteit te vervangen – is echter schaars. We hebben alle financiële informatie gecombineerd om een ruwe schatting te maken van de totale waarde van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten. De uitkomsten zijn voornamelijk bedoeld om een indruk te krijgen van de verdeling van de waarde over verschillende categorieën.

Informatiebronnen voor waardeschatting

De schattingen zijn gemaakt op basis van vier bronnen van informatie. De eerste ESFRI-enquête geeft aan tot welke waardeklasse een faciliteit behoort. Voor een aantal faciliteiten is

het gemiddelde van de waardeklasse gebruikt. Het RAND-rapport over TNO en de GTI's geeft schattingen van de totale waarde van de faciliteiten van deze instellingen (inclusief de kleinere). De derde bron van informatie betreft de businessplannen en subsidiebedragen van verschillende programma's, zoals BIG, NWO Groot en BSIK. In het laatste geval is rekening gehouden met de mogelijke matching door derden. Ten vierde is door een aantal contactpersonen informatie gegeven over de eigenschappen en de geschatte waarde van de onderzoeksfaciliteiten in hun domein.

Schatting totale bruto waarde grofweg €3,5 miljard

De onderstaande tabel geeft een samenvatting van de uitkomsten. We willen er nadrukkelijk op wijzen dat het hier gaat om zeer ruwe ramingen. Zo is de waarde van de beide herbaria pro forma gesteld op €50 miljoen per herbarium, ook al is de werkelijke waarde onschatbaar. De waarde van de dataverzameling en het enquêteapparaat van het CBS, van de algemene collectie van de Koninklijke Bibliotheek, van het Nationaal Archief en van het RIVM Luchtmeetnet kon niet geschat worden en is dus niet in het onderstaande bedrag begrepen. De uitkomsten kunnen derhalve alleen worden gebruikt ter illustratie van de orde van grootte van de bedragen die met grootschalige onderzoeksfaciliteiten gemoeid zijn.

De totale bruto waarde van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten komt uit op ongeveer €3,5 miljard. De intrinsieke waarde van dataverzamelingen zal aanzienlijk hoger zijn dan wij hier geraamd hebben. Dit heeft vooral gevolgen voor de waarde van de onderzoeksfaciliteiten die door de geestes- en maatschappijwetenschappen gebruikt worden.

TABEL 4: Schatting bruto waarde grootschalige onderzoeksfaciliteiten

Wetenschapsgebied	€ miljoen	aandeel
IT	420	12%
Techniek	1,200	35%
Astronomie	300	9%
Natuurwetenschappen	880	26%
Gezondheid	420	12%
Biobanken	80	2%
Herbaria en biodiversiteitscollecties	100	3%
Sociale wetenschappen	50	1%
Totaal	3,450	100%

5.6 Technische en wetenschappelijke levensduur

Onderzoeksfaciliteiten hebben een bepaalde levensduur. Een faciliteit verslijt en de kennis die is ingebed in een faciliteit kan verouderen. In het geval van normale kapitaalgoederen wordt de levensduur doorgaans in verband gebracht met productiviteit: een machine of gebouw is aan vervanging toe als er efficiëntere alternatieven voorhanden zijn. Voor onderzoeksfaciliteiten is vooral de relatieve kwaliteit van de technische en wetenschappelijke kennis die in het ontwerp is ingebed van cruciaal belang en niet (of in veel mindere mate) de economische productiviteit. Een onderzoeksfaciliteit moet kunnen concurreren. In specifieke gevallen dient een

onderzoeksfaciliteit de bescherming van een groot maatschappelijk doel, zoals de nationale veiligheid of publieke gezondheidszorg.

De gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn daarom onderscheiden naar hun wetenschappelijke levensduur. Deze indeling is gedaan door de auteurs van dit rapport op grond van de beschikbare informatie. Op termijn verdient het aanbeveling deze indeling te valideren met direct betrokken experts. We maken een onderscheid tussen de volgende vijf categorieën:

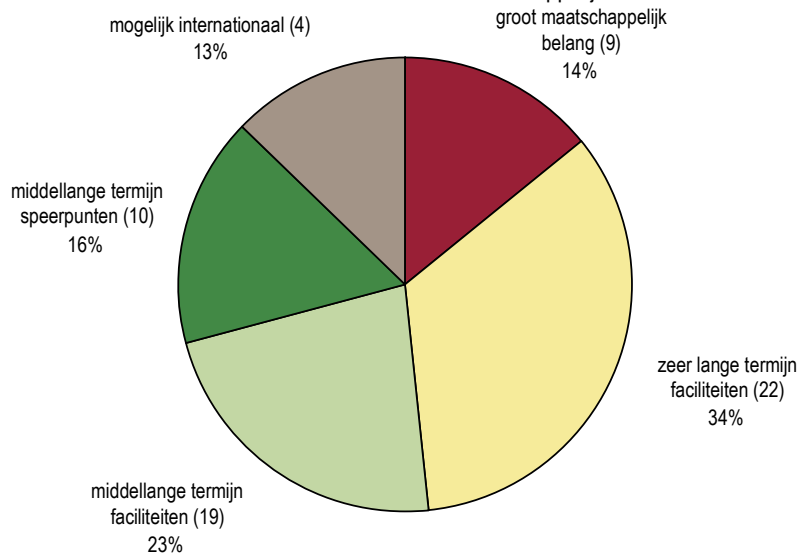
1. *Zeer langetermijnfaciliteiten (>25 jaar)* waarvoor vanuit maatschappelijk perspectief een wens bestaat deze faciliteit voor zeer lange termijn op te zetten (biobanken voor medische doeleinden, herbaria, biodiversiteitscollecties, datasets van klimaatgegevens, enzovoorts)
2. *Zeer langetermijnfaciliteiten (>25 jaar)* waarvan de omvang van de benodigde investeringsfinanciering en de afschrijvingsduur van de faciliteit kort gebruik uitsluit, zoals bijvoorbeeld radiotelescopen.
3. *Middellangetermijnspeerpunten in onderzoek (10-25 jaar)*, waarbij faciliteiten horen die onmisbaar zijn voor die gebieden van onderzoek die nu vanwege economisch of maatschappelijke belangen een extra stimulans krijgen. Deze categorie verdwijnt niet automatisch op het moment dat het label 'speerpunt' verdwijnt. Op een dergelijk moment zal een faciliteit ofwel overbodig zijn geworden, ofwel toetreden tot een van de andere categorieën van faciliteiten.
4. *Middellangetermijnfaciliteit (10-25 jaar)* waarbij voorspelbaar is dat nieuwe ontwikkelingen in technologie of nieuwe internationale samenwerking de noodzaak voor een centrale Nederlandse faciliteit vermindert. Bij opkomst van nieuwe technologieën voor onderzoek zien we vaak een periode waarin enerzijds de kosten voor deze technologieën hoog zijn en anderzijds de technologie nog grote ontwikkelingen doormaakt, hetgeen één landelijke faciliteit rechtvaardigt. Na verloop van tijd kan de technologie echter in prijs dalen en standaard onderzoeksapparatuur opleveren, zodat er geen noodzaak meer is voor centralisatie. Ook kan een faciliteit achterhaald worden door nieuwe technologie; denk, bijvoorbeeld, aan de vervanging van windtunnels door computermodellen.
5. *Faciliteiten die nu op nationale basis zijn opgezet, maar in de toekomst mogelijk internationaal zullen zijn georganiseerd*, waarna Nederland wel participeert maar geen eigen faciliteit meer heeft. Dit kan wel betekenen dat een dergelijke internationale faciliteit juist in Nederland zal zijn gevestigd.

FIGUUR 1 laat zien hoe de gevonden grootschalige onderzoeksfaciliteiten in aantal en geschatte waarde zijn verdeeld over deze vier categorieën. Uit de verdeling blijkt dat de faciliteiten die in de toekomst nodig zullen zijn of die van groot maatschappelijk belang zijn ongeveer de helft van de waarde van alle grootschalige faciliteiten vertegenwoordigen.¹¹ Meer dan een derde van de totale waarde betreft faciliteiten voor de middellange termijn. Vier

¹¹ Vier faciliteiten waarvan de waarde niet bepaald kon worden (CBS, Koninklijke Bibliotheek, Nationaal Archief en RIVM Luchtmeetnet) zijn faciliteiten van groot maatschappelijk belang. Het aandeel van deze categorie is dus eigenlijk hoger dan hier weergegeven.

faciliteiten kunnen gezien de ESFRI-roadmap mogelijk in de toekomst worden vervangen of deel gaan uitmaken van nog grootschaligere internationale faciliteiten, bijvoorbeeld het HFML, het Reactor Instituut Delft, de AGOR en de WSRT.

FIGUUR 1: Waarde onderzoeksfaciliteiten naar wetenschappelijke levensduur



Reikwijdte: Geografische oriëntatie

Daarnaast kan een onderscheid worden gemaakt naar de oriëntatie van de faciliteit. Deze oriëntatie is een indicatie van het niveau waarop wordt samengewerkt, van de toegankelijkheid voor onderzoekers van buiten en van de geografische oorsprong van gebruikers (met name buitenlandse) en kan uiteenlopen van lokaal naar nationaal en internationaal. De onderstaande tabel geeft een indruk van de verdeling van de faciliteiten naar oriëntatie. Deze tabel laat zien dat verreweg het grootste deel van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten tenminste een nationaal karakter heeft en dat bijna de helft gedeeltelijk of geheel internationaal georiënteerd is.

TABEL 5: Grootschalige onderzoeksfaciliteiten naar geografische oriëntatie

Oriëntatie	aantal	aandeel in aantal	aandeel in waarde
Lokaal	4	6%	3%
Lokaal/Nationaal	1	1%	1%
Nationaal	36	53%	48%
Nationaal/Internationaal	17	25%	28%
Internationaal	10	15%	21%
Totaal	56	100%	100%

Bron: Eigen berekeningen op basis van de verzamelde informatie

Opmerking: Het e-Depot en de Digital Databank for Newspapers zijn als afzonderlijke faciliteiten meegeteld, hoewel ze onderdeel zijn van de Koninklijke Bibliotheek.

Vergelijking reikwijdte en wetenschappelijke levensduur

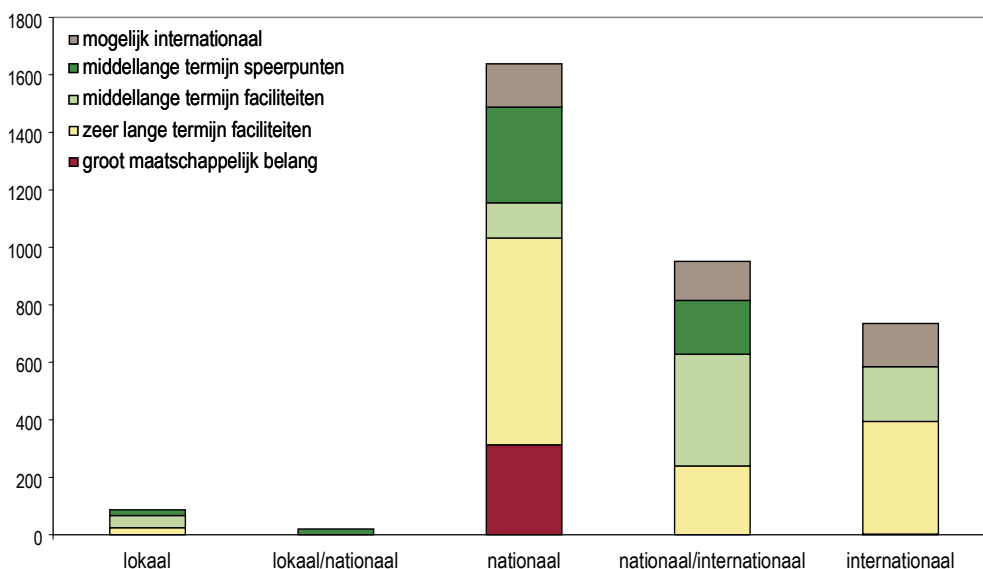
Uit een vergelijking van de oriëntatie en de wetenschappelijke levensduur van de faciliteiten (TABEL 6) komt geen duidelijk patroon naar voren. Wel kan worden geobserveerd dat 4 van de 5 (deels) lokaal georiënteerde faciliteiten en 11 van de 27 faciliteiten met een (gedeeltelijke) internationale oriëntatie van tijdelijke aard zijn en dat het leeuwendeel van de faciliteiten die in de toekomst nodig zullen zijn (inclusief de faciliteit van groot maatschappelijk belang) nationaal georiënteerd is.

Daarnaast is te zien dat een groot deel van de faciliteiten die in de toekomst nodig zullen zijn, bestaat uit collecties (onder andere herbaria en biobanken). In deze faciliteiten wordt alleen geïnvesteerd met het oog op de lange termijn. Hetzelfde geldt voor de generieke digitale infrastructuur, voor astronomische faciliteiten en voor nucleaire installaties. Ook een aantal GTI-faciliteiten valt in deze categorie.

Tot slot laat de verdeling van de waarde van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten naar oriëntatie en wetenschappelijke levensduur zien op welke termijn in de verschillende soorten faciliteit wordt geïnvesteerd (FIGUUR 2). Drie observaties springen in het oog.

- Grootschalige faciliteiten hebben een nationale en internationale oriëntatie. Lokaal georiënteerde faciliteiten zijn een uitzondering.
- Investerings in speerpunten en in faciliteiten van groot maatschappelijk belang zijn grotendeels nationaal georiënteerd.
- Het grootste deel van de waarde van faciliteiten voor de middellange termijn ligt besloten in faciliteiten die geheel of gedeeltelijk internationaal zijn georiënteerd.

FIGUUR 2: Verdeling waarde grootschalige onderzoeksfaciliteit naar oriëntatie en wetenschappelijke levensduur



TABEL 6: Een eerste aanzet tot een verdeling van grootschalige onderzoeksfaciliteit naar oriëntatie en wetenschappelijke levensduur

levensduur	reikwijdte	lokaal	lokaal/nationaal	nationaal	nationaal/internationaal	internationaal
zeer langetermijn - maatschappelijk belang				<p>10</p> <p>(Parelsnoer, GeoLab, GeoBrain, Delft Software Systems, KB, Nationaal Archief, Nationaal Referentielab, NVI, RIVM Luchtmeetnet, Sanquin)</p>	<p>1</p> <p>(CBS)</p>	<p>1</p> <p>(TuBaFrost)</p>
zeer langetermijn - faciliteiten		<p>1</p> <p>(LifeLines)</p>		<p>12</p> <p>(NIOZ, SURFnet6, SARA, BIG GRID, DAREnet, Desdemona, Digital databank for newspapers, NLR vliegtuigen, KNMI Meetnet, CESAR Observatory, CVI, PALGA)</p>	<p>7</p> <p>(Naturalis, Nationaal herbarium, DANS, SRON, MARIN simulatoren, NLR simulatoren, e-Depot)</p>	<p>4</p> <p>(NLBIF/GBIF, HFR, FELIX, LOFAR)</p>
middellangetermijn - faciliteiten		<p>2</p> <p>(Bijvoet Center, TRAILS)</p>		<p>7</p> <p>(Wageningen NMR Centre, MESS, IBAC, Life courses in context, Deltares hydraulics, BPRC, WMC Kennis- en testcentrum)</p>	<p>5</p> <p>(F. C. Donders Centre, PSI-Lab, MARIN bassins, MARIN software tools, NLR testfaciliteiten)</p>	<p>4</p> <p>(Life Science Trace Gas Exchange Facility, DNW Windtunnels, Pilotlijn kristallijn silicium zonnecellen en -modules, Windturbine testpark Wieringermeer)</p>
middellangetermijn - speerpunten		<p>1</p> <p>(LCVU)</p>	<p>1</p> <p>(Spinozacentrum)</p>	<p>6</p> <p>(VISTA, VL-e, Nanolab, NBIC, NMC, NPC)</p>	<p>2</p> <p>(VeHIL, NCAS)</p>	
mogelijk internationaal				<p>1</p> <p>(HFML)</p>	<p>2</p> <p>(RID, AGOR)</p>	<p>1</p> <p>(WSRT)</p>

Een voorzichtige conclusie kan zijn dat de investeringen voor de zeer lange termijn vooral betrekking hebben op de generieke infrastructuur en permanente dataverzamelingen van de wetenschap en dat de faciliteiten waarmee Nederland internationaal concurreert op de 'frontiers of science' eerder voor de middellange termijn zijn bedoeld. Zodra ontwikkelingen in de techniek de huidige state of the art hebben ingehaald en prioriteiten in het wetenschappelijk onderzoek zijn verschoven, worden nieuwe faciliteiten ingericht.

6 De IT-backbone van de wetenschap

Het hebben van een geavanceerde netwerk- en computerinfrastructuur is voor de wetenschap steeds belangrijk. Voor de deelname in ESFRI-faciliteiten is een dergelijke infrastructuur welhaast onmisbaar. Dit hoofdstuk geeft een nadere beschrijving van de Nederlandse ICT-infrastructuur voor de wetenschap.

De Nederlandse wetenschap beschikt over een gedeelde ICT-infrastructuur van hoge kwaliteit. Deze 'backbone' is een combinatie van zeer snelle internetverbindingen en een groot aantal supercomputers waarvan enkele behoren tot de wereldtop. Daarnaast is een aantal initiatieven genomen om – in navolging van andere landen – een Gridinfrastructuur op te zetten die het gebruik van de 'backbone' en van op ICT gebaseerde onderzoeksmethoden en communicatiemiddelen bevordert. Een dergelijke Gridinfrastructuur schept de benodigde voorzieningen voor e-science.

De term e-science omschrijft onderzoek op uiteenlopende terreinen dat gebruikmaakt van de nieuwe mogelijkheden die de combinatie van computers via het grid, met hun gecombineerde rekenkracht en opslagcapaciteit bieden. De wetenschapsterreinen waarop e-science wordt ingezet lopen uiteen van de geesteswetenschappen tot de medische wetenschappen. De ICT-infrastructuur bestaat uit de volgende faciliteiten.

6.1 ICT-infrastructuur

Het hart van de ICT-backbone is *SURFnet6*, een netwerk dat wordt beheerd door SURFnet. SURFnet6 is de jongste generatie van het ICT-netwerk voor wetenschap en onderwijs in Nederland. Het is ontwikkeld in het project GigaPort Next Generation Network en biedt een zeer snelle verbinding (10 Gbps). Het is verbonden met GÉANT2, het Europese onderzoeksnetwerk, en met de onderzoeksnetwerken van andere landen (zoals dat van JISC in het Verenigd Koninkrijk) en met het Internet (via de Amsterdam Internet Exchange).

SURFnet6 is een hybride netwerk dat conventionele IP-verbindingen combineert met glasvezelverbindingen. Deze zogeheten *lichtpaden* vormen een directe verbinding tussen twee punten in het netwerk (bijvoorbeeld een hoofdkantoor en de vestigingen van een onderzoeksinstituut). Ze bieden een veilige verbinding met een zeer hoge doorvoersnelheid van 10 Gb per seconde per kleur laserlicht (λ).¹² Het optische netwerk van SURFnet6 is sinds 2002 verbonden met een internationaal onderzoeksnetwerk van glasvezelverbindingen via *Netherlight*. SURFnet6 kan worden beschouwd als een grootschalige onderzoeksfaciliteit ten dienste van de gehele Nederlandse wetenschap.

¹² http://netwerk.surfnet.nl/info/artikel_content.jsp?objectnumber=65024

FIGUUR 3: Het netwerk van SURFnet



6.2 Reken- en opslagcapaciteit

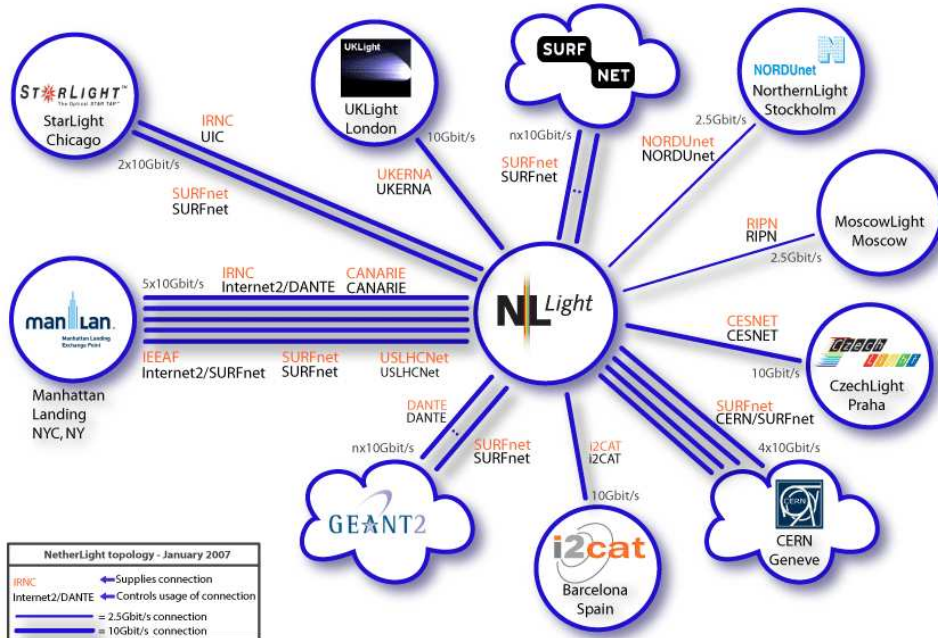
Op verschillende plaatsen in Nederland staan supercomputers. Dergelijke computers combineren een groot aantal processoren met een grote hoeveelheid geheugen en opslagcapaciteit. Ze worden gebruikt voor het uitvoeren van zeer complexe en tijdrovende berekeningen, die bijvoorbeeld gemoeid zijn met klimaatmodellen.

Op nationaal niveau wordt voortdurend geïnvesteerd in state-of-the-art-computerfaciliteiten, die zijn ondergebracht bij SARA in Amsterdam. Dit betreft met name het Nationaal Rekencluster LISA en de Nationale Supercomputer HUYGENS (de opvolger van TERAS en ASTER). HUYGENS werd in juni 2007 in gebruik genomen en heeft een theoretische piekprestatie van 14 teraflops en is in september 2008 uitgebreid tot een piekprestatie van 60 teraflops en een geheugen van 15.000 Gigabytes. Hiermee krijgt Nederland de beschikking over een van de krachtigste supercomputers in Europa.¹³

¹³ Ter vergelijking: de krachtigste supercomputer ter wereld is de BlueGene/L van IBM in de Verenigde Staten met een theoretische piekprestatie van 596 teraflops (<http://www.top500.org/list/2007/11/100>).

Een aantal andere supercomputers wordt ingezet ten behoeve van specifieke projecten. De IBM BlueGene/L in Groningen (STELLA) is integraal onderdeel van LOFAR, de DAS-2 dient het DutchGrid en de Matrix wordt gebruikt door NL-Grid.

FIGUUR 4: De verbindingen van Netherlight



6.3 Grids

Men verwacht dat supercomputers op termijn kunnen worden vervangen door *distributed computing* of *grid computing*. Hierbij wordt de capaciteit van duizenden computers via het Internet ingeschakeld om een zelfde rekencapaciteit te bereiken als een supercomputer. Het beroemdste voorbeeld is SETI@home, een project waarmee de waarnemingen van radio-telescopen worden onderzocht op tekenen van intelligent buitenaards leven. Het project had daarnaast als doel te bewijzen dat distributed computing mogelijk was. Dit laatste is uitstekend gelukt: in januari 2008 bestond het netwerk uit meer dan 1,7 miljoen PC's die gezamenlijk in staat waren om 379 TeraFLOPS ('floating point operations per second') uit te voeren.¹⁴ Inmiddels zijn er tal van soortgelijke projecten opgezet die evenals SETI@home via het internet de rekencapaciteit van normale PC's inschakelen om complexe wetenschappelijke problemen op te lossen. In de nabije toekomst zal Grid computing vooral een rol gaan spelen in de verwerking van de enorme hoeveelheden onderzoeksdata die het wetenschappelijke onderzoek tegenwoordig produceert.

¹⁴ http://boincstats.com/stats/project_graph.php?pr=sah.

In diverse landen wordt van overheidswege gewerkt aan Gridcomputing voor de wetenschap. Het doel is om alle onderzoekers en instellingen in een land toegang te geven tot onderzoeks-faciliteiten (zoals radiotelescopen), krachtige rekencapaciteit, softwaremodellen (bijvoorbeeld voor simulatie en visualisatie), grote opslagcapaciteit en dataverzamelingen en om de samenwerking tussen wetenschappelijke onderzoekers (in virtuele gemeenschappen) te ondersteunen. In Duitsland wordt bijvoorbeeld gewerkt aan de ontwikkeling van D-GRID, waarbinnen zes academische gemeenschappen zijn gevormd op het gebied van astronomie, klimaatonderzoek, hoge-energiefysica, techniek, biomedisch onderzoek en de letteren. Op Europees niveau wordt in het EGEE-project (Enabling Grids for E-science) gewerkt aan een algemene Gridinfrastructuur voor de wetenschap in de European Research Area.¹⁵

TABEL 7: De data-intensiteit van wetenschappelijke experimenten

Toepassing	data-intensiteit	equivalent in Gbytes
fMRI	1 Gbyte per meting	1
zoekopdrachten in de bio-informatica	500 Gbyte per database	500
LC-FT massaspectrometer	2 Gb per meting	2.000
Satellietbeelden	5 Tbyte per jaar	5.000
mass spectrometry (MS) imaging	160 Gb per meting	160.000
hoge-energiefysica	1 Pbyte per jaar	1.000.000
Large Hadron Collider (2007)	10-30 Pbyte per jaar	10.000.000-30.000.000
LOFAR (2007)	>25 Pbyte per jaar	>25.000.000

Bronnen: Heeren, 2006; Hertzberger

In Nederland wordt eveneens al geruime tijd gewerkt aan de ontwikkeling van een wetenschappelijke Gridinfrastructuur. In 1996 starten de Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit en SARA het Amsterdam Metacomputing Project. De doelen van dit project was om onderzoekers de beschikking te geven over gedistribueerde computercapaciteit, om het onderling uitwisselen van data en het delen van computersystemen mogelijk te maken, om gedistribueerde opslag en gemeenschappelijk beheer van data te ondersteunen en om commerciële en publieke software vrij beschikbaar te maken. Sinds 2000 wordt in een aantal samenwerkingsverbanden verder gewerkt aan de ontwikkeling en het testen van een nationaal Grid voor de wetenschap. Dit betreft onder andere *NL-Grid* en *DutchGrid*, ondersteund door de *DAS-2* en *DAS-3* computerclusters, projecten waarbij onder andere verschillende universiteiten, NCF, SARA, NIKHEF, ASTRON and ASCI zijn betrokken.

BIG GRID is een van de vijf projecten die vanuit NWO BIG gefinancierd worden. Het project beoogt de vorming van een 'nation-wide grid-based e-science infrastructure', waarmee Nederlandse wetenschappers in alle disciplines vrije toegang krijgen tot de opslag- en rekencapaciteit die nodig is om te kunnen werken met de exponentieel groeiende stroom onderzoeksgegevens. Voor het opzetten van de *BIG GRID*-infrastructuur is vanuit NWO BIG €28,8 miljoen bijgedragen op voorwaarde dat de infrastructuur ook zal zijn gericht op de alfa- en gammawetenschappen.

¹⁵ <http://www.eu-egee.org/>

Het *Virtual Laboratory of e-science* (VL-e) is een samenwerkingsverband waarin een veelheid aan partijen samenwerkt aan de ontwikkeling van de hardware en middleware van op grid-technologie gebaseerde e-science en vooral aan onderzoek naar de praktijk van e-science. De praktijk van e-science vereist specifieke applicaties, bijvoorbeeld methoden om toegang tot onderzoeksfaciliteiten via het internet mogelijk te maken (zoals de Distributed Virtual Radio Telescope) en generieke software die in alle disciplines gebruikt kan worden. Het VL-e ontwikkelt, experimenteert en test dergelijke toepassingen en is zo een aanvulling op de ontwikkeling van de onderliggende Gridinfrastructuur.

Met de combinatie van BIG GRID en VL-e heeft Nederland aansluiting gevonden bij ontwikkelingen in andere vooraanstaande landen, zoals het Verenigd Koninkrijk, de Verenigde Staten en Duitsland, waar al geruime tijd wordt gewerkt aan nationale grids. De grote expertise die Nederland op dit gebied heeft ontwikkeld – onder meer in diverse lokale gridprojecten – vindt zo een toepassing in het nationale wetenschapssysteem.

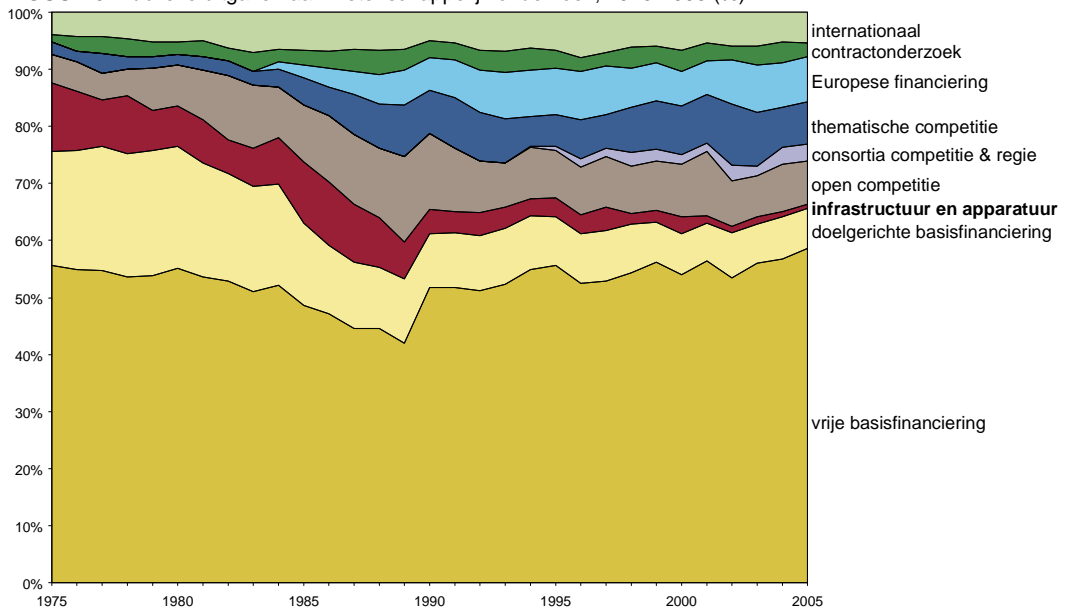
7 Financiering

In een recent project over de financiering van wetenschappelijk onderzoek in de laatste dertig jaar laten we zien dat investeringen in onderzoeksfaciliteiten door de jaren heen steeds diffuser in begrotingen zijn opgenomen (Versleijen et al., 2007). Onderzoeksfaciliteiten zijn steeds meer geïntegreerd in andere vormen van onderzoeksfinanciering en in de afgelopen jaren is de financiering van programma's en faciliteiten steeds meer door elkaar gaan lopen. Onderzoeksfaciliteiten als zodanig zijn daardoor uit het zicht verdwenen.

7.1 Globale veranderingen in de financiering

In het Science System Assessment rapport 'Dertig jaar publieke onderzoeksfinanciering' constateren we dat de omvang van de eerste geldstroom is toegenomen en dat de verhouding tussen de institutionele financiering en de projectfinanciering sinds 1990 ongeveer stabiel is gebleven. Tegelijkertijd zien we een grote proliferatie van projectgebonden financieringsinstrumenten. De toename van het aantal instrumenten is aanzienlijk groter dan de reële toename van de te verdelen middelen. Terwijl grootschalige faciliteiten aan belang winnen, zien we een versnippering van middelen door de vele regelingen en instrumenten.

FIGUUR 5. Publieke uitgaven aan wetenschappelijk onderzoek, 1975-2005 (%)

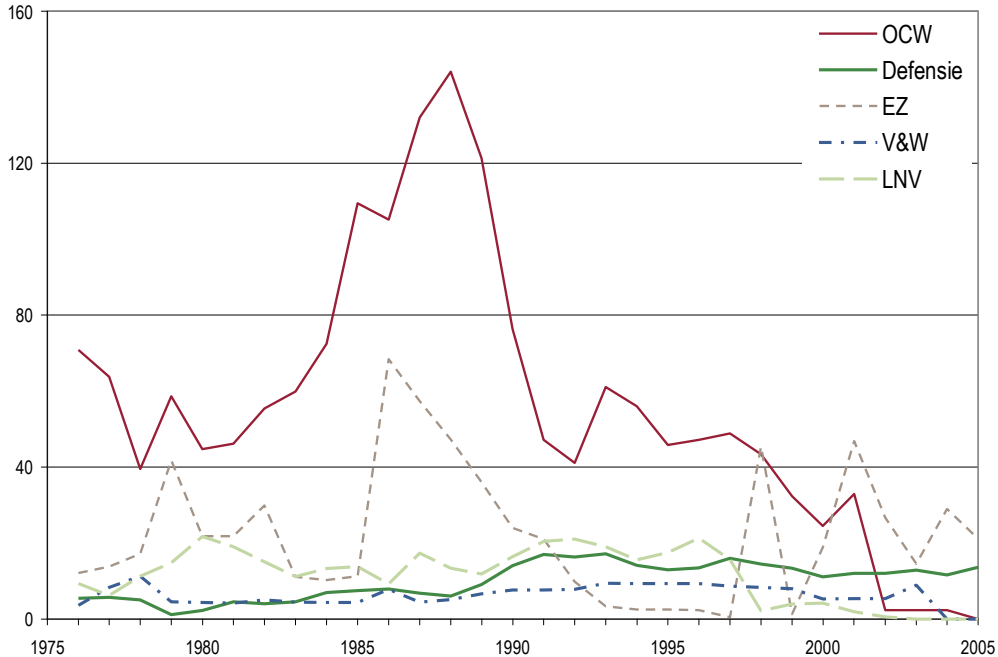


Tegelijkertijd is er – zoals de aangehaalde studie laat zien – nauwelijks zelfstandige financiering van instrumenten en faciliteiten meer; de middelen hiervoor zijn in de loop der jaren opgenomen in de basisfinanciering van de onderzoeksorganisaties. Zoals FIGUUR 5 laat zien is het aandeel van de middelen gereserveerd voor investeringen in onderzoeksfaciliteiten

tussen 1975 en 2005 sterk afgenomen. Dit lijkt investeringen in grootschalige faciliteiten eerder te belemmeren dan te bevorderen.

De ontwikkeling van de financiering van apparatuur en infrastructuur tussen 1975 en 2005 kan worden verdeeld in vier perioden. In de eerste periode werden grootschalige faciliteiten zoals de FOM-instituten en de grote technologische instituten (MARIN, ECN, WL Delft, GeoDelft en NLR) gefinancierd door middel van instituutfinanciering. In de tweede helft van de jaren tachtig was er veel aandacht voor deze vorm van financiering en stegen vooral de uitgaven van het ministerie van OCW voor dit doel sterk. De afname in de jaren negentig vertegenwoordigde de verandering in relatie tussen overheid en onderzoeksinstituten, waarbij onderzoeksinstituten steeds meer zelf verantwoordelijk werden voor dergelijke investeringen. De uitgaven die in de jaren zeventig en tachtig werden geregistreerd als investeringen voor infrastructuur en apparatuur verdwenen daarmee echter niet. Ze werden een onderdeel van de vaste basisfinanciering of werden gefinancierd via subsidie-instrumenten als ICES/KIS en de instrumenten van NWO (groot, middelgroot, BIG).

FIGUUR 6: Investeringen in apparatuur en infrastructuur, naar departement, 1975-2005 (€ miljoen)



In de vierde periode valt op dat er, bij een gelijkblijvend budget voor dit type programmatische instrumenten, een toename van het aantal instrumenten optreedt. Investeringen in faciliteiten – voor zover onderdeel van de projecten en programma's – krijgen daardoor een ad hoc karakter en moeten in het 'jasje' van het dan lopende instrument passen.

Ook het AWT-rapport 'Weloverwogen impulsen' van november 2007 signaleert een gebrek aan langetermijnstrategie en een gebrek aan samenhang en continuïteit. Daarnaast wijst het rapport op een te grote voorkeur voor publiek-private samenwerking, zonder dat veel details over de geldstromen worden gegeven. Voor deze programmatische instrumenten is in bijlage 2 een nadere beschrijving gegeven.

Met opmaak:
opsommingstekens
nummering

7.2 Wijze van financiering

De financiële informatie over de onderzoeksfaciliteiten (bijvoorbeeld met betrekking tot de totale investeringen, de betrokken partijen en de exploitatiekosten) is niet voor alle faciliteiten in evenveel detail beschikbaar. Daarom hebben we voor een beperkte verzameling faciliteiten gekeken naar de kosten van aanschaf in verhouding tot de exploitatiekosten en de uitgaven aan het bij een faciliteit horende onderzoeksprogramma. De analyse suggereert dat er in Nederland bij het opzetten van faciliteiten een (kunstmatige) scheiding lijkt te zijn opgetreden tussen de financiering van aanschafkosten enerzijds en de exploitatiekosten en onderzoeks-programmering voor het gebruik van een faciliteit anderzijds. Alleen in de NWO-BIG ronde was het mogelijk om ook exploitatiekosten in de begroting op te nemen. Enkele businessplannen voor exploitatie van de in Bsik gefinancierde onderzoeksfaciliteiten (bijvoorbeeld NanoLab) nemen ook de exploitatie en de opbouw van investeringsfondsen expliciet op.

Onderstaand tekstkader geeft een typisch voorbeeld van de noodzaak voor betrokkenen om de investeringen uit verschillende bronnen te financieren. Hoewel competitie om onderzoeksmiddelen niet bij voorbaat als negatief aangemerkt kan worden, kan dit wel leiden tot ongewenste onderlinge afhankelijkheden. Een voorbeeld uit het veld van *genomics* is het Netherlands Proteomics Centre. Dit Centre heeft zes verschillende research 'hotels' waarvan onderzoekers gebruik kunnen maken. De totale omvang van de investeringen in deze hotel-faciliteit bedraagt circa €66 miljoen en is afkomstig uit een verscheidenheid aan bronnen.

Netherlands Proteomics Centre (NPC)

Het NPC bestaat uit een onderzoeksprogramma waarbinnen een research faciliteit is opgezet. Deze research faciliteit is verspreid over zes zogenoemde research 'hotels':

- Plant Proteomics Hotel
- Analytical Expertise Centre
- Biological Expertise Centre
- Chemical Expertise Centre
- Membrane Proteomics Centre
- Biomarker Centre

Het totale budget van het Netherlands Proteomics Centre bedraagt €66 miljoen. Daarvan is €24,7 miljoen afkomstig uit Bsik NPC-subsidies, €2 miljoen uit NGI-subsidies, €14,4 miljoen uit tweede en derde geldstroom subsidies (bijvoorbeeld IOP *genomics*), €21,3 miljoen van een consortium van onderzoeksinstituten en industriële partners en €3 miljoen uit contractonderzoek in de vierde geldstroom.

Het NGI heeft bij aanvang van het programma besloten om voor dwarsdoorsnijdende onderzoekstechnologieën een organisatorische centrale plek te creëren om alle onderzoekers toegang te kunnen bieden tot de gedistribueerde state-of-the-art onderzoeksfaciliteiten, die nodig zijn om op het gebied van *genomics* grensverleggend onderzoek te kunnen doen. Het NPC is een van deze centraal georganiseerde faciliteiten, met een tweeledige opdracht:

1. Door wetenschappelijk onderzoek de state of the art van de onderzoekstechnologie vooruit brengen.
2. Het voor anderen beschikbaar maken van de tools, apparatuur en expertise behorende bij deze onderzoekstechnologie.

Bron: NGI jaarverslagen en gesprek met Diederik Zijdeveld, toen directeur NGI

7.3 Financiering en aard van de faciliteit

Naast een clustering op inhoud kunnen de faciliteiten, op basis van de analyse in paragraaf 0, worden geclassificeerd in relatie tot hun levensduur. De term levensduur slaat hierbij niet alleen op de economische en technologische levensduur van de onderdelen van de faciliteiten, maar ook en vooral op de wetenschappelijke houdbaarheid (het nut) van de faciliteit voor het onderzoek. Zowel bij de faciliteiten voor de lange termijn als die voor de middellange termijn dient te worden gedacht in termen van tientallen jaren.

Na de inhoudelijke analyse van de verschillende faciliteiten is duidelijk geworden dat er faciliteiten zijn die op de lange termijn een rol blijven spelen in de totale infrastructuur. Denk hierbij, naast de faciliteiten van de IT-backbone, bijvoorbeeld aan de faciliteiten van ECN of aan de astronomiefaciliteiten. Deze kennen een hoge bezettingsgraad (doorlopend gebruik) en zijn over vele jaren exploitabel gebleken.

Daarnaast zijn er faciliteiten die vanwege hun maatschappelijk nut relevant zijn op de langere termijn, maar die geen doorlopend hoge bezettingsgraad hebben. Dit betreft bijvoorbeeld de grote golfbaden voor het testen van waterbouwkundige infrastructuren. Als er problemen met kustverdedigingswerken zijn, kennen deze faciliteiten een piekgebruik en zijn ze onmisbaar. Over het gehele jaar bezien zijn ze niet continu in gebruik.

Een derde categorie vormen faciliteiten die bij hun aanschaf state of the art zijn en die essentieel zijn voor de voortgang in een bepaald vakgebied, maar die door voortschrijdende technologie in de loop der jaren goedkoper worden. Voorbeelden zijn bepaalde typen elektronenmicroscopen en sequencers in het onderzoek naar genomics. Op het moment dat de technologie opkomt, is het uit kostenoverwegingen zinvol om er een centrale Nederlandse faciliteit van te hebben. Maar over een periode van 10 tot 20 jaar wordt de betreffende technologie goedkoper en op een gegeven moment is er sprake van onderzoeksapparatuur die iedere universiteit in huis heeft.

Vanwege het 'tijdelijke' karakter lijkt deze laatste groep faciliteiten zich goed te lenen voor financiering uit incidentele bronnen, zoals de FES-gelden. Daarentegen zijn faciliteiten die over lange periodes wetenschappelijk en maatschappelijk nut hebben waarschijnlijk niet gebaat bij ad-hocfinanciering.

8 Conclusies

Het hier gepresenteerde overzicht en de analyse van grootschalige faciliteiten resulteren in de volgende conclusies.

Conclusie 1: Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn in de afgelopen decennia meer divers geworden

Grootschalige gedeelde faciliteiten kwamen vroeger vrijwel uitsluitend voor in de fysica en astronomie (zoals deeltjesversnellers en radiotelescopen) of als grootschalige mobiele onderzoeksfaciliteit (zoals de onderzoeksvliegtuigen van NLR/TU Delft of het onderzoeksschip Pelagia van NIOZ). Tegenwoordig zien we dat in veel meer vakgebieden schaalvergroting optreedt, waardoor de behoefte aan samenwerking op het gebied van onderzoeksfaciliteiten toeneemt. Samen met de technische ontwikkelingen binnen de ICT heeft dit geleid tot de opkomst van gedistribueerde en virtuele faciliteiten. Hierbij kan men denken aan het digitaal toegankelijk maken van grote collecties met biodiversiteitsdata (zoals herbaria of flora- en faunagegevens), van klimaatdata, van biomedische gegevens over bloed of weefselmonsters in biobanken en van gegevens uit grootschalige sociologische enquêtes. Door voortschrijdende digitalisering zijn onderzoekscollecties, met name in de medische en sociale wetenschappen, in toenemende mate belangrijk geworden. Maar ook in andere disciplines ontstaan gedistribueerde faciliteiten, zoals voor nanotechnologie, genomics en proteomics en door de bundeling van MRI-faciliteiten voor cognitief neurowetenschappelijk onderzoek.

Conclusie 2: Bestaande grootschalige faciliteiten staan niet op de kaart

Er bleek geen gestructureerd overzicht te bestaan van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Deze relatieve onzichtbaarheid van onderzoeksfaciliteiten heeft waarschijnlijk te maken met de wijze waarop ze worden gefinancierd: in de afgelopen 25 jaar zijn investeringen in onderzoeksinfrastructuur verdwenen als *aparte* begrotingspost bij financiers. Toch vertegenwoordigen de 66 in deze inventarisatie opgenomen grootschalige faciliteiten grof geschat een waarde in de orde van grootte van €3,5 miljard.

Uit het onderzoek blijkt dat een groot deel van de grootschalige Nederlandse onderzoeksfaciliteiten niet voorkomt in internationale inventarisaties. De internationaal georiënteerde faciliteiten lijken zich naar buiten toe wel expliciet te profileren, en vermoedelijk genieten de overige onderzoeksfaciliteiten binnen hun vakgebied wel internationale bekendheid. Maar het gebrek aan zichtbaarheid op Europees niveau geeft Nederland een achterstand in Europese discussies over onderzoeksfaciliteiten. Dit is vooral belangrijk waar Nederland op grond van bestaande expertise beter zou kunnen aansluiten bij de ESFRI-roadmap.

Conclusie 3: Er is geen eenduidig criterium voor grootschaligheid

De betekenis van 'groot' is niet hetzelfde in de verschillende disciplines. Zo liggen de investeringen voor faciliteiten in de sociale wetenschappen zeker een orde van grootte lager

dan in de astronomie of de fysica. Daarnaast is de feitelijke waarde van faciliteiten die in de loop der jaren geleidelijk grootschalig zijn geworden vaak onbekend. En sommige onderzoeks-faciliteiten zijn alleen grootschalig als internationaal netwerk, terwijl de nationale knooppunten in het netwerk kleinschalig zijn. Een voorbeeld is het Nederlandse NLBIF dat een knooppunt is in het wereldwijde GBIF. Met deze verschillen moet in het beleid ten aanzien van selectie en financiering van onderzoeksfaciliteiten rekening worden gehouden.

Conclusie 4: Er bestaat spanning tussen de aard en beoogde levensduur van grootschalige faciliteiten en de wijze waarop ze worden gefinancierd

De verwachte technische, wetenschappelijke en maatschappelijke levensduur van een faciliteit is afhankelijk van de doelstellingen van de faciliteit en van de aard van het wetenschapsgebied. De voorziene levensduur is daardoor niet altijd even gemakkelijk in te schatten. Tegelijkertijd heeft de beoogde levensduur van een faciliteit (tien, twintig, vijftig-plus jaar) implicaties voor de institutionele omgeving die gecreëerd moet worden om een faciliteit goed te kunnen laten functioneren. Dit heeft vooral betrekking op de organisatorische inbedding, de wijze van exploitatie, de financieringsperspectieven en het monitorings- en evaluatiekader.

In de financiering heeft de afgelopen dertig jaar een verschuiving plaatsgevonden van directe geoormerkte financiering van infrastructuur naar impulsfinanciering via programma's en grootschalige projecten. Hierdoor kan de aansluiting tussen faciliteiten en onderzoek zijn verbeterd en wordt bevorderd dat 'bottom-up' – in de context van onderzoeksprojecten – een variëteit van faciliteiten is ontstaan. Aan de andere kant lijkt inmiddels de balans te ver doorgeschooten. In voorkomende gevallen kan het wenselijk zijn om incidentele financieringsbronnen te gebruiken om onderzoeksfaciliteiten te creëren, maar een groot aantal van de faciliteiten heeft een (zeer) langetermijnhorizon nodig. Met andere woorden, de doelstelling en daaruit voortvloeiende voorziene levensduur van deze laatste faciliteiten sluit niet aan bij de prevalerende financieringsvormen.

Conclusie 5: Voor de meeste grootschalige faciliteiten is een state-of-the-art-ICT-backbone als basisinfrastructuur onmisbaar

Een geavanceerde netwerk- en computerinfrastructuur is voor steeds meer disciplines onmisbaar, en dat geldt ook voor de deelname in ESFRI-faciliteiten. De Nederlandse wetenschap beschikt over een gemeenschappelijke ICT-infrastructuur van hoge kwaliteit. Deze 'backbone' is een combinatie van zeer snelle internetverbindingen en een groot aantal supercomputers waarvan enkele behoren tot de wereldtop. Daarnaast is een aantal initiatieven genomen om – in navolging van andere landen – een Gridinfrastructuur op te zetten die het gebruik van de 'backbone' en van op ICT gebaseerde onderzoeksfaciliteiten en communicatiemiddelen bevordert. Het gaat hier om de ICT-infrastructuur van e-science: het gezamenlijk gebruiken van rekenkracht en dataopslag voor uiteenlopende berekeningen en simulaties op bijna alle wetenschapsterreinen.

Open vragen

Om ambities in het wetenschapssysteem te verwezenlijken zijn goede arrangementen en voorzieningen nodig. Hiertoe kunnen we het stelsel van financiering voor wetenschap en de

beschikbaarheid van getalenteerde onderzoekers rekenen. Grootschalige onderzoeks-faciliteiten behoren hier ook toe.

Grootschalige faciliteiten vereisen grote investeringen. Van die investeringen mag worden verwacht dat ze renderen. Voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten is een verscheidenheid aan opbrengsten mogelijk.

- *De directe opbrengsten in wetenschappelijke zin.* We mogen verwachten dat nieuwe onderzoeksfaciliteiten wetenschappelijke vooruitgang stimuleren. Overigens is dat altijd een ingewikkelde inhoudelijke keuze binnen de diversiteit aan disciplines. Het gaat om balanceren tussen zwaartepuntkeuze en breedte, tussen focus/massa en kleinschalig (individueel) onderzoek en tussen eigen voorzieningen en medegebruik van faciliteiten elders in Europa of in de wereld (internationale taakverdeling).
- *De indirecte opbrengsten voor het wetenschapssysteem.* Grootschalige faciliteiten leiden tot zichtbare concentraties van onderzoeksactiviteiten en dat trekt talent aan van elders. Ze versterken daarmee de structuur van het wetenschapssysteem.
- *Maatschappelijk nuttige kennis.* Een deel van de faciliteiten vervult een onderzoeksfunctie met een nadrukkelijke maatschappelijke of economische functie. Grootschalige faciliteiten hebben niet alleen een functie in het 'curiosity-driven' onderzoek, maar ook in het toepassingsgeoriënteerde onderzoek. Grootschalige faciliteiten produceren daarmee ook maatschappelijke en economische opbrengsten.
- *Lokale opbrengsten.* Ten slotte zijn er nog de opbrengsten van de grootschalige faciliteiten in de lokale context, als verbetering van de lokale of regionale arbeidsmarkt, het lokale vestigingsklimaat en in het algemeen de lokale economie.

Samengevat, grootschalige faciliteiten vormen een onmisbaar instrument in het fundamentele en toegepaste onderzoek en dragen bij aan de vooruitgang van de kennis, aan maatschappelijk nuttige kennis en aan innovatie. Ze profileren het Nederlandse wetenschaps-systeem op internationale schaal. Ze leiden tot concentratie van hoogwaardig onderzoek en vormen daarmee een magneet voor individueel toptalent. En ze hebben mogelijk positieve externe effecten op de lokale omgeving: het vestigingsklimaat, de arbeidsmarkt en de lokale economie.

Zonder de astronomie van haar maatschappelijke relevantie te willen ontdoen en de wind-energietechnologie van haar wetenschappelijke kwaliteiten, kan toch gesteld worden dat in Nederland grote faciliteiten zijn opgezet die het gehele spectrum beslaan van wetenschappelijk tot maatschappelijk georiënteerde wetenschapsvelden. Een goed functionerend wetenschaps-systeem heeft een evenwichtige portfolio aan typen onderzoek nodig. Besluitvorming over grootschalige faciliteiten moet dat ondersteunen.

Deze overwegingen leiden tot de vraag hoe grootschalige faciliteiten gefinancierd kunnen worden. De vraag naar investeringen is doorgaans veel groter dan de binnen het wetenschaps-systeem beschikbare middelen. Besluitvorming is daarom niet alleen gebaat bij inzicht in de investerings- en exploitatiekosten en in het verwachte wetenschappelijke gebruik, maar ook in de andere opbrengsten die mogelijk kunnen optreden. De vraag naar de mogelijke financiering en naar de opbrengsten heeft twee kanten.

1. *Bestaande financieringsmodaliteiten:* Uit deze momentopname 'Groot in 2008' blijkt dat in het verleden substantiële investeringen zijn gedaan in 'tools for big science' op Nederlands niveau. Nederland beschikt over een substantiële infrastructuur van grootschalige faciliteiten voor wetenschap met een ruw geschatte omvang van €3,5 miljard. Daarmee vertegenwoordigen de grootschalige faciliteiten een aanzienlijk, doch weinig zichtbaar, facet van het wetenschapssysteem. De totale geschatte omvang geeft ook een indicatie van de ordegrrootte van de jaarlijkse afschrijvingen. Doordat de investeringen in recente jaren voor een groot deel vanuit incidentele fondsen zijn gedaan, is de toekomst voor dit deel van het wetenschapssysteem onduidelijk. Uit de inventarisatie blijkt dat er ook incidentele fondsen gebruikt zijn voor de ontwikkeling van een kwalitatief hoogwaardige ICT-backbone.

Onderzoek naar de manier waarop grootschalige faciliteiten in andere landen worden gepland en gefinancierd is daarom essentieel. Het kan inzichten opleveren om de bestaande praktijk in Nederland te verbeteren. Daarbij is het ook nuttig om, preciezer dan in dit rapport kon worden gedaan, de uitgaven aan grote faciliteiten in kaart te brengen. Een aandachtspunt hierbij is dat de opkomst van virtuele en gedistribueerde faciliteiten wellicht om een aanpassing in het systeem van planning financiering vraagt. Wanneer is een verspreide verzameling faciliteiten een samenhangend geheel en dus een gedistribueerde grootschalige onderzoeksfaciliteit? Welke mate van samenhang tussen faciliteiten is nodig om aan het criterium grootschalig te voldoen? Een studie hierover is in voorbereiding.

2. *Synergie:* De verschillende externe effecten die hierboven werden onderscheiden, kunnen worden samengenomen met de term synergie. Een geplande vervolgstudie is gericht op het in kaart brengen van de synergetische effecten van investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Wat zijn de synergetische effecten en onder welke condities treden ze op? Kennis hierover kan het selectieproces (het maken van een roadmap en het evalueren van de haalbaarheid van opties) ondersteunen.

Een aandachtspunt hierbij is dat het meeste onderzoek op dit terrein is gebaseerd op 'single-sited' grootschalige faciliteiten met een geografisch brandpunteffect. Van veel van de hierboven onderscheiden effecten is voorstelbaar dat ze bij 'single-sited' faciliteiten kunnen optreden, maar hoe werkt dit bij virtuele en gedistribueerde faciliteiten? Over dit onderwerp is een vervolgstudie gepland.

De hoop is dat de inventarisatie in dit rapport en de voorgenomen studies over financiering en over synergetische effecten het maken van een afwegingskader voor investeringen in onderzoeksinfrastructuren zinvol zullen ondersteunen.

Bibliografie

ESF, *Trends in European Research Infrastructures. Analysis of data from the 2006/07 survey: European Science Foundation*, 2007

ESFRI, *European Roadmap for Research Infrastructures. Report 2006. Luxembourg: European Strategy Forum on Research Infrastructures*, 2006

Heeren, R.M.A., *Virtueel laboratorium voor e-science (VL-e): een nieuw paradigma voor wetenschappelijk onderzoek: FOM-AMOLF*, 2006

Hertzberger, L.O. *e-science and Grid. The VL-e approach*

Innovatieplatform, *Kennisambitie en researchinfrastructuur. Investeren in grootschalige kennisinfrastructuur*, 2005

KNAW, *Grote faciliteiten voor natuurkundig en sterrenkundig onderzoek. Advies van de Raad voor Natuur- en Sterrenkunde. Amsterdam*, 2004

NAS, *Setting priorities for large research facility projects supported by the National Science Foundation*. Washington, DC: National Academy of Sciences. (N. A. Press o. Document Number), 2004

NRC, *Investing in Research Infrastructure in the Behavioral and Social Sciences Commission on Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: National Research Council. (N. A. Press o. Document Number), 1998

NSF, *Science and Engineering Infrastructure for the 21st Century: The Role of the National Science Foundation*. National Science Foundation (National Science Board), 2003

NSF, *Facility Plan* (National Science Foundation o. Document Number), 2005a

NSF, *Long-Lived Digital Data Collections: Enabling Research and Education in the 21st Century*. National Science Foundation (National Science Board), 2005b

Radboud University Nijmegen, *Research Report 2006*, 2006

Robinson, D.K.R., Rip, A., & Mangematin, V., *Technological agglomeration and the emergence of clusters and networks in nanotechnology*, *Research Policy*, 36(6), 871-879, 2007

Versleijen, A. (red.), *Dertig jaar onderzoeksfinanciering in Nederland 1975-2005. Historische trends, actuele discussies*, Den Haag: Rathenau Instituut, 2007

Bijlage 1: Beknopte beschrijving van grootschalige faciliteiten in de inventarisatie

TABEL A1: De grootschalige faciliteiten in Nederland

AGOR	De Accélérateur Groningen ORsay (AGOR) van het Kernfysisch Versneller Instituut (KVI) is een supergeleidend cyclotron van 600 MeV voor de versnelling van lichte en zware ionen. Het cyclotron is uitgerust met drie externe ionenbronnen en twee grote detectiesystemen: de Big-Bite magnetic Spectrometer (BBS) en het Big Instrument for Nuclearpolarization Analysis (BINA). De TRIP-faciliteit is in aanbouw. Hiermee kunnen zeer nauwkeurige metingen worden verricht om onderzoek te verrichten in de fysica "beyond the Standard Model". Tegelijkertijd wordt gewerkt aan een laserlaboratorium.
BIG GRID	BIG GRID heeft als doel het opzetten van een nationaal grid gebaseerde e-science infrastructuur die een sterke vergroting zal betekenen van de in Nederland beschikbare opslagcapaciteit en rekencapaciteit die de wetenschap nodig heeft voor het opslaan, archiveren, bewerken, koppelen en uitwisselen van steeds groter wordende datastromen.
Bijvoet Center for Biomolecular Research	Het Bijvoet Center for Biomolecular Research beheert een aantal complexe meetinstrumenten voor onderzoek naar biomoleculaire structuren en het proces van proteïne folding. De voornaamste instrumenten zijn NMR spectrometers en massa spectrometers. Daarnaast heeft het Center een cleanroom en andere ondersteunende apparatuur. De SON NMR LSF / European NMR Large-Scale Facility is in het Bijvoet Center gevestigd.
Biomedical Primate Research Centre (BPRC)	Het BPRC is het grootste primatencentrum in Europa. Bij bepaalde typen onderzoek aan ontwikkeling van nieuwe medicijnen zijn apen de enige bruikbare proefdieren. In Nederland bepaalt de wet dat apen alleen als proefdier in een experiment mogen worden gebruikt als er geen alternatief voorhanden is. Het BPRC biedt een combinatie van voorzieningen (een gespecialiseerde afdeling is verantwoordelijk voor de verzorging en het welzijn van de proefdieren) met biomedisch en preklinisch wetenschappelijk onderzoek op gebied van virologie, immunobiologie, parasitologie, genetica, ethologie en alternatieven
Centraal Bureau voor de Statistiek	Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) heeft tot taak het verzamelen, bewerken en publiceren van statistieken ten behoeve van praktijk, beleid en wetenschap. Naast de verantwoordelijkheid voor de nationale (officiële) statistieken is het CBS ook belast met de productie van Europese (communautaire) statistieken. Deze statistieken worden geproduceerd met bestaande administratieve bestanden van de overheid, met bestanden van andere partijen (niet-overheid) die met publieke middelen zijn gefinancierd en met jaarlijks enquêtes onder bedrijven en burgers.
Centraal Veterinair Instituut	Het CVI omvat verscheidene virologische en bacteriologische onderzoeksfaciliteiten met microbiologisch gecontroleerde condities alsmede proefdierfaciliteiten. (BioSafetyLevel BSL 3) Het CVI is aangewezen als nationaal referentie instituut en mag in haar High Containment Unit (HCU) werken met virussen die besmettelijke dierziekten kunnen veroorzaken. Als Contract Research Organization (CRO) doet het Centraal Veterinair Instituut innovatief onderzoek in opdracht van externe klanten (overheid, de veterinaire en humaan farmaceutische industrie, de dierlijke productie industrie (vlees- en zuivelindustrie) en start ups in de biotechnologie) voor de ontwikkeling van vaccins, diagnostica en beleid.
CESAR Observatory	Het Cabauw Experimental Site for Atmospheric Research (CESAR) Observatory beschikt over een meteorologische meetmast met een hoogte van 213 meter, meetapparatuur op de grond en remote sensing meetapparatuur (zoals radar en stralingsmeters) waarmee de atmosfeer en haar interactie met de grond worden onderzocht. (Clouds-Aerosol-Radiation interactions en Land-Atmosphere interactions.) De CESAR site wordt gebruikt om langetermijntrends in atmosferische veranderingen te monitoren, processen in de atmosfeer en op het grondoppervlak te bestuderen ten dienste van klimaatmodellen, ruimteobservaties te valideren, nieuwe meetmethoden te ontwikkelen en te implementeren en jonge wetenschappers op te leiden.
DANS	DANS – Data Archiving and Networked Services - is een instituut van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW), dat mede wordt ondersteund door de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). DANS zorgt sinds zijn

	oprichting in 2005 voor de opslag en blijvende toegankelijkheid van onderzoeksgegevens in de alfa- en gammawetenschappen. Daartoe ontwikkelt DANS zelf duurzame archiveringsdiensten, bevordert het dat anderen dat doen, en werkt samen met databeheerders om ervoor te zorgen dat zo veel mogelijk data vrij beschikbaar komen voor gebruik in het wetenschappelijk onderzoek. DANS beheert de datacollecties van het Nederlands Historisch Data Archief (NHDA), het Steinmetzarchief, het Wetenschappelijk Statistisch Agentschap (WSA) en het e-Depot voor de Nederlandse Archeologie (eDNA).
DAREnet	DAREnet geeft gratis toegang tot de nationale wetenschappelijke onderzoeksoutput van alle Nederlandse universiteiten, een aantal onderzoeksinstituten, de KNAW en NWO. Dit wordt gerealiseerd door middel van een gedeelde infrastructuur en het leveren van diensten voor het digitaal opnemen, toegankelijk maken, opslaan en distribueren van de Nederlandse academische output. DARE is een samenwerkingsverband van alle Nederlandse universiteiten, waarbij de KB fungeert als een digitaal duurzame safe place.
Delft Software Systems	Delft Software Systems is een verzameling van simulatoren, modelleersystemen, dataopslag- en dataverwerkingsystemen voor het simuleren van waterloopkundige omstandigheden. Het is een faciliteit van Deltares (voorheen WL Delft). Het bevat onder meer hydrodynamische, stromings- en golfslagmodelleersystemen; en informatiesystemen voor dataopslag, validatie en analyse van hydrologische en milieugegevens
Desdemona	Desdemona (DESoriëntatie DEMONstrator Amst) is een bewegingssimulator, desoriëntatie-trainer en geavanceerd onderzoekslab. Het is een wereldwijd unieke simulator die kan worden gebruikt voor onderzoek en voor het nabootsen van complexe situaties waarin gevlogen, gereden of gevaren wordt. Desdemona is oorspronkelijk ontworpen voor onder meer onderzoek en training op het gebied van ruimtelijke desoriëntatie en menselijke bewegings-waarneming, voor R&D in motion cueing, en voor geavanceerde (militaire) vliegsimulatie, maar kan ook breder worden toegepast (bijvoorbeeld ten behoeve van de farmaceutische industrie en fabrikanten van achtbanen).
Deltares goten- en stromingslaboratoria	De goten- en stromingslaboratoria van Deltares (voorheen WL Delft) kunnen elk als afzonderlijke faciliteit worden gezien. Het RAND-rapport noemt met name de Deltagoot, het Gotenlaboratorium, het Stromingslaboratorium en het Zout-zoetlaboratorium.
DNW Wind tunnels	NLR en het Duitse DLR beheren samen op vijf locaties windtunnels. Het beheer van deze windtunnels is ondergebracht in de stichting DNW (Deutsch-Niederländische Windtunnels). Het betreft een unieke verzameling geavanceerde windtunnels, waarmee een breed scala aan windtunneltests en simulaties kan worden gedaan. DNW heeft de volgende windtunnels: Large Low-Speed Facility (LLF) waarin modellen ter grootte van een vrachtwagen kunnen worden getest bij windsnelheden tot 500 km/u; Low-Speed Wind Tunnel (LST) is kleiner en geschikt voor schaalmodellen van bruggen en andere grote structuren. High-Speed Wind Tunnel (HST) levert snelheden groter dan de geluidssnelheid met name voor het testen van burger-vliegtuigen; Supersonic Tunnel (SST) kan tot viermaal de geluidssnelheid leveren voor het testen van militaire vliegtuigen en raketten.
F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging	In het Centre wordt toegepast en fundamenteel onderzoek gedaan op het gebied van de cognitive neurowetenschap met een specialisatie in de ontwikkeling van complexe neuroimaging technieken voor het in-vivo scannen van de activiteit van het menselijk brein. Het doel is om complexe cognitieve functies te ontcijferen en te ontdekken hoe ze in het brein werken. Dit wordt gedaan met een combinatie van imaging technieken. Het Centre heeft 3 MR scanners, een whole-head, 151-channel MEG system, 3 EEG laboratoria, en een dedicated 32-channel EEG system.
GeoBrain	GeoBrain is het virtuele kenniscentrum van Deltares, waarin grote databestanden met ervaringsgegevens van ontwerp, uitvoering en ondergrond, expertkennis en mechanische modellen zijn opgeslagen en kunnen worden gecombineerd tot nieuwe kennis. Het gebruikt moderne neurale netwerken en 'fuzzy logic'-technieken.
GeoLab	GeoLab omvat alle unieke faciliteiten van GeoDelft op het gebied van specialistisch en experimenteel onderzoek van grond en grondgerelateerde materialen: in-situ veldverkenning-faciliteiten, inclusief meten en monitoring, laboratoriumproef-faciliteiten en modelproef-faciliteiten, waaronder de GeoCentrifuge. De bijbehorende expertise voor het gebruik, de interpretatie en de presentatie van de resultaten van deze faciliteiten in toepassingsgerichte ondergrondmodellen behoort eveneens tot GeoLab. GeoDelft bezit een goed uitgerust geotechnisch laboratorium waar boringen worden uitgelegd en beschreven en waar een groot aantal verschillende proeven kunnen worden uitgevoerd.
High Field Magnet Laboratory	Het HFML produceert de hoogst mogelijke magnetische velden voor onderzoeksdoelinden. Dit soort velden is nodig om zichtbaar te maken welke invloed magnetische velden hebben op allerlei materialen. Dit heeft onder meer implicaties voor de kennis over de elektronische structuur van metalen, supergeleiders en halfgeleiders. De enige andere plaatsen in de wereld

	waar zulke sterke magnetische velden kunnen worden geproduceerd zijn Tallahassee, Tsukuba en Grenoble. Daarnaast levert het laboratorium geavanceerde meetmethoden (zoals spectroscopie, lage temperaturen, nauwkeurige elektrische instrumenten) die voor de experimenten noodzakelijk zijn.
Hoge Flux Reactor	De Hoge Flux Reactor in Petten is het eigendom van de Joint Research Council (JRC) van de Europese Gemeenschap en wordt beheerd door ECN. De reactor wordt gebruikt voor materiaalonderzoek en de productie van isotopen.
Ion Beam Applications Centre	Het Ion Beam Applications Centre (IBAC) wordt ontwikkeld door het Debye Instituut van de UU. Het moet het nationale expertisecentrum worden voor de toepassing van ion beams en wordt opgezet rond een nieuwe versneller. IBAC zal zich vooral richten op het met ion beams structureren van nanomaterialen, het met ion beams analyseren van (nano)materialen en massa spectrometrie met behulp van de versneller.
IR User Facility FELIX	De IR User Facility FELIX is een kostbare faciliteit van het FOM-Instituut for Plasma Physics te Rijnhuizen. FELIX is onlangs uitgebreid met de FELICE (Free Electron Laser for Intra-Cavity Experiments). Ook de High-Mass FTICR MS (Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry) is onderdeel van de experimentele opstelling.
KNMI Meetnet	Het KNMI beschikt over een volledig geautomatiseerd meetnet van zo'n dertig waarnemstations (AVW-stations, Automatisch gegenereerde Visuele Waarneming). Het KNMI heeft op verzoek van de Koninklijke Luchtmacht ook het militaire meetnet geautomatiseerd, waardoor Nederland beschikt over een volledig geautomatiseerd synoptisch (synchroon en optisch) meteorologisch meetnet. De automatische weerstations registreren gegevens van onder meer temperatuur, luchtdruk, luchtvochtigheid, windrichting en -snelheid, bewolking en zicht. Daarnaast wordt op verschillende meetpunten de zonnestraling gemeten en is er een volledig geautomatiseerd systeem voor het registreren van onweersactiviteit en blikseminslagen. De automatisering van de waarnemingen leidt tot een hogere frequentie van gegevensverzameling en daarmee tot actuelere informatie.
Koninklijke Bibliotheek	De Koninklijke Bibliotheek beschikt over twee faciliteiten die tot de grootschalige faciliteiten gerekend kunnen worden: <u>e-Depot</u> : Het e-Depot is een digitale archiefomgeving die permanente opslag van en toegang tot elektronische informatiebronnen verzekert. Het e-Depot is nodig om te voorkomen dat digitale bronnen onleesbaar worden, doordat software en hardware verouderen en de informatiedragers een beperkte levensduur hebben. Het ondersteunende onderzoek is gericht op het bewaren van de integriteit van de opgeslagen objecten. Het e-Depot bevat naast elektronische publicaties ook masters van gedigitaliseerd materiaal zoals de resultaten van grootschalige digitaliseringsprojecten als de Handelingen van de Staten-Generaal en het nationale conserveringsprogramma voor wetenschappelijk en cultureel erfgoed Metamorfoze. <u>Digital Databank for Newspapers</u> : De Digital Databank for Newspapers (onderdeel van het e-Depot) is een van de vijf gehonoreerde projecten van NWO BIG. De databank zal acht miljoen pagina's van belangrijke landelijke, koloniale, regionale en lokale krantenpagina's vanaf het begin van de 17e eeuw tot het eind van de 20e eeuw bevatten als digitale afbeeldingen, full-text bestanden en metadata..
Laser Centre Vrije Universiteit (LCVU)	Het Laser Centre Vrije Universiteit (LCVU) verenigt de laser- en fotonische interdisciplinaire onderzoeksactiviteiten van meerdere onderzoeksgroepen vanuit verschillende disciplines in de fysica, chemie en biologie. Het Laser Center biedt verschillende laser opstellingen (2000 m ²) om met behulp van laserlicht analyse en detectie te verrichten aan bijvoorbeeld atomen, moleculen, waaronder eiwitten. Het LCVU is onderdeel van LASERLAB-Europe, een internationaal consortium van 17 laseronderzoeksinstituten. Het Centre verenigt onderzoek aan nieuwe lasertechnologie met toepassing van lasers in bijvoorbeeld onderzoek naar de werking van celdelingen. Financiering voor oorspronkelijke bouw vanuit VU en MinOCW, uitbreidingen zijn gefinancierd via project- en investeringssubsidies.
Life courses in context	Het project 'Life courses in context. A collaborative based on Dutch population registers and censuses (19th and 20th century)' is een samenwerking tussen het Internationaal Instituut voor Sociale Geschiedenis, DANS, de Stichting Historische Steekproef Nederland, de Stichting Historische Database van Nederlandse Gemeenten (HDNG) en het CBS. De totale investering (ca. €3,7 miljoen) uit NWO Groot is niet bijzonder hoog in vergelijking met de bedragen die in de natuurwetenschappen benodigd zijn, maar is hoog voor het gebied van de geesteswetenschappen.
Life Science Trace Gas Exchange Facility	De Life Science Trace Gas Exchange Facility aan de Radboud Universiteit Nijmegen heeft een verscheidenheid aan zeer geavanceerde detectoren waarmee gassen bij zeer lage concentraties gemeten kunnen worden. De faciliteit heeft een aantal op laserspectroscopie gebaseerde detectoren die door eigen onderzoekers zijn ontwikkeld. Daarnaast heeft het twee

	Proton Transfer Reaction Mass Spectrometers voor nauwkeurige metingen van grotere en meer vluchtige organische stoffen. Hiermee kunnen gas emissies van fruit, insecten, zaden, planten en ander biologisch materiaal in kaart gebracht worden. Via verschillende kaderprogramma projecten biedt de faciliteit onderzoekstijd aan buitenlandse onderzoekers.
Lifelines	LifeLines wordt een medische biobank waarin levensaspecten, van erfelijkheid en stijl van leven tot en met psychische en sociale factoren van een grote patiëntenpopulatie worden vastgelegd. LifeLines is een initiatief van het Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG) en de Rijksuniversiteit Groningen (RUG). Het onderzoek zal minimaal dertig jaar lang de ontwikkeling in gezondheid volgen van 165.000 personen in Noord-Nederland. Het LifeLines-onderzoek zal de kennis over en het inzicht in het ontstaan van ziekten vergroten; hierdoor wordt preventie beter en eerder mogelijk. Lifelines wordt medegefinancierd door SSN (Samenwerkingsverband Noord Nederland), de Nierstichting en het Diabetesfonds.
Low Frequency Array (LOFAR)	LOFAR vormt een grootschalig sensornetwerk, verspreid over Noord-Nederland Duitsland, met de bijbehorende ICT-infrastructuur om real-time te kunnen meten en monitoren. Het bestaat uit 100 sensorvelden in een gebied met een diameter van 350 kilometer. De sensoren bestaan uit geophones voor geologische metingen, radioantennes voor astronomisch onderzoek, landbouwsensoren voor precisielandbouw, water- en chemische sensoren voor milieumetingen en weersensoren voor meteorologisch onderzoek. Het netwerk maakt gebruik van de IBM supercomputer van de Rijksuniversiteit Groningen.
MARIN Bassins	MARIN is een technologisch onderzoeksinstituut op het gebied van hydrodynamisch en maritiem onderzoek. Het Marin heft zeven sleeptanks, elk om een ander type ontwerp- en onderzoeksvragen op te lossen: Seakeeping & Manoeuvring Basin, Offshore Basin, Deep Water Towing Tank, Depressurised Towing Tank, High Speed Basin, Shallow Water Basin, Cavitation Tunnel
MARIN Simulatoren	Het MSCN van MARIN beschikt over verschillende simulatieomgevingen waarin de brug van een schip of de scheepsverkeerscontrole kamer aan wal nagebootst zijn. Ook zijn er simulatoren voor het manoeuvreergedrag van schepen in waterwegen en havens. De simulatoren bieden de mogelijkheid om werkelijke geografische kaarten en weersomstandigheden in te voeren. Alle simulatoren zijn ontwikkeld door MARIN en worden ingezet voor onderzoek en training.
MARIN Software tools	MARIN heeft verschillende geavanceerde software pakketten ontwikkeld, waarmee bijvoorbeeld analyses gemaakt kunnen worden van rompvormen, stabiliteit, gedrag in golfslag of voorstuwing van een bestaand of nieuw te ontwikkelen schip. Daarnaast zijn er tools voor analyses van scheepsbewegingen, monitoring van off-shore-platforms etc.
MESS	MESS (An Advanced Multi-Disciplinary Facility for Measurement and Experimentation in the Social Sciences) is een van de vijf toegekende NWO BIG-projecten. De kern van het project is een panel van vijfduizend representatieve huishoudens (LISS) die periodiek ondervraagd worden over uiteenlopende onderwerpen en daarmee een dataverzamelingsomgeving voor de sociale wetenschappen zullen vormen. De faciliteit is ondergebracht bij CentERdata van de Universiteit van Tilburg en zal gedurende tien jaar gebruikt worden. Ook externe onderzoekers kunnen onderzoeksvoorstellen indienen en de gegenereerde data is beschikbaar via een databank.
NanoLab NL	NanoLab NL is een samenhangend geheel van apparatuur en cleanroomfaciliteiten voor nanofabricage en -onderzoek, verdeeld over de leden van het nationale consortium (het Zernike Institute for Advanced Materials (RUG), MESA+ (UT), het Kavli Institute of Nanoscience (TUD) en TNO Science & Industry). Nanolab biedt verschillende vormen van fabricage en depositie (bijvoorbeeld soft- en e-beam lithografie) en analyse faciliteiten (TEM, XPS etc.) De totale investeringen in het Lab zijn circa €80 miljoen. NanoLab wordt gefinancierd vanuit de partners, een Fes-impuls en het Bsik-programma NanoNed. De apparatuur in NanoLab is (onder voorwaarden) open voor gebruik door derden, zowel onderzoekers als bedrijven.
Nationaal Archief	Het Nationaal Archief is de grootste openbare archiefinstelling in Nederland. Het is de centrale archiefbewaarpplaats van de overgebrachte archieven van de rijksoverheid en van archieven van individuele personen die van nationaal belang zijn geweest. Naast de opslag van informatie, is het Archief verantwoordelijk voor het toegankelijk maken, beschikbaar stellen en verstrekken van deze informatie.
Nationaal Herbarium Nederland	Het Nationaal Herbarium Nederland is de decentrale samentrekking van drie voorname universitaire herbaria, namelijk die van Leiden (Rijksherbarium), Utrecht en Wageningen (Herbarium Vadense). Met een collectie van bijna 5.5 miljoen specimen is de NHN een van de grootste herbaria ter wereld. De typespecimen (ca 50.000) zijn digitaal ontsloten en via internet beschikbaar.

Naturalis	Het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis heeft als missie om de kennis over de natuur voor een breed publiek toegankelijk te maken. Naturalis beheert daarnaast collecties van fossielen, insecten en (on)gewervelden, waarvan in de tentoonstellingszalen slechts een fractie wordt getoond. De totale collectie van circa 10 miljoen objecten, verzameld over een periode van 200 jaar, ligt opgeslagen in de collectietoren en is uniek door de vele zogenaamde type-exemplaren. Deze type-exemplaren vertegenwoordigen een hoge wetenschappelijke waarde. De Naturaliscollectie behoort tot de top-10 van de wereld.
Nederlands Referentielaboratorium (Laboratorium voor Infectieziekten en Screening)	Het LIS verzorgt de bacteriële, virale en parasitaire diagnostiek van bijzondere infectieziekten ten behoeve van de patiëntenzorg op aanvraag van artsen, typeert bacterie- en virusstammen in verband met de evaluatie van outbreaks en epidemieën en is vraagbaak op het gebied van de proefdiermicrobiologie. Voor micro-organismen die voor bioterrorisme gebruikt kunnen worden ontwikkelt het LIS sneldiagnostiek. Het LIS participeert in de uitvoering van landelijke screeningsprogramma's bij zwangeren en pasgeborenen en vervult een coördinerende rol bij de organisatie van deze programma's. Het RIVM doet bovendien dienst als referentielab voor tuberculose en als Nederlands Referentielaboratorium voor Bacteriële Meningitis (NRBM).
Nederlands Vaccin Instituut	Het NVI is een agentschap van het ministerie van VWS en is verantwoordelijk voor de levering van vaccins voor de Nederlandse Vaccin Voorziening (NVV). Mede daartoe beschikt het NVI over een 'virusbibliotheek' en bijbehorende onderzoeksfaciliteiten. Het uitgevoerde onderzoek richt zich naast onderzoek naar preventieve inzet van vaccins en op ontwikkeling en testen van vaccins.
Netherlands Bioinformatics Centre (NBIC)	Het Netherlands Bioinformatics Centre (NBIC) biedt vanuit het Netherlands Genomics Initiative (NGI) een landelijk platform voor databeheer en datamanagement services als basis voor genomics-onderzoek. Het is opgebouwd uit een aantal samenwerkende groepen uit universiteiten, UMCs, kennisinstellingen en industrie in Nederland. NBIC voert ook het BioRange Bsic-programma uit. Het gaat hierbij om bioinformatica voor micro-array technologie, proteomics en metabolomics, en de integratie van genomics-data. Daarnaast wordt gewerkt aan ontwikkeling van de benodigde gedistribueerde (grid-)systemen voor bioinformatica-applicaties in samenwerking met het consortium "Virtual Laboratory for e-science"(Vle).
Netherlands Metabolomics Centre	Het Netherlands Metabolomics Center (NMC) is een recent onder auspiciën van het Netherlands Genomics Initiative (NGI) opgerichte onderzoeksfaciliteit, gebaseerd op een samenwerking van de volgende universiteiten: UL, WUR, UU, UvA, het LUMC en het UMU en TNO met DSM, Organon, Solvay Pharmaceuticals, Unilever en Philips. Het doel van het Centre is om voor Nederlandse onderzoekswereld centraal de benodigde metabolomic-tools te ontwikkelen en faciliteren. Het bijbehorende onderzoeksprogramma richt zich op het oplossen van bottlenecks in de huidige tools en op het valideren van methoden en instrumentatie voor het veld van metabolomics.
Netherlands Proteomics Centre	Het Netherlands Proteomics Centre (NPC) richt zich op het verbeteren en verbreden van technologieën voor karakterisatie en functionele analyse van eiwitten en op het beschikbaar maken daarvan voor onderzoekers. Het Netherlands Proteomics Centre (NPC) is een strategische samenwerking tussen onderzoeksgroepen van zes universiteiten, drie UMCs en een aantal biotechnologiebedrijven. Het NPC biedt met de combinatie van onderzoeksfaciliteiten, de zogenoemde 'research hotels' en een bijbehorend wetenschappelijk programma dat de hoofdonderwerpen in proteomics-onderzoek adresseert, een platform voor hoge kwaliteit wetenschappelijk onderzoek en kennisdiffusie. Het NPC is onderdeel van het Netherlands Genomics Initiatief (NGI).
Nijmegen Centre for Advanced Spectroscopy	Het Nijmegen Centre for Advanced Spectroscopy (NCAS) is een van de gehonoreerde voorstellen van NWO BIG, kosten liggen in de orde van €50 miljoen. In het Centre worden het High Field Magnet Laboratory, het NMR Laboratory, de Life Science Trace Gas Exchange Facility, en NanoLab Nijmegen verenigd tot een geïntegreerde onderzoeksfaciliteit, aangevuld met een High Resolution TeraHertz Free Electron Laser Laboratory. De Solid-State NMR User Facility for Advanced Materials Science kan eveneens tot NCAS gerekend worden. De nieuwe faciliteiten van het NCAS zijn een NMR Large-Scale Facility met 10 NMR instrumenten, waaronder 600-MHz en 800-MHz machines voor hoge-resolutie liquid-state en solid-state NMR, een nieuwe High Resolution TeraHertz Free Electron Laser Laboratorium met 45 Tesla hybride magneet voor het HFML en een 1.0 GigaHertz Nuclear Magnetic Resonance instrument voor het NMRL.
NIOZ	Het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) is een grote organisatie voor oceanografisch onderzoek. Het beschikt over vier onderzoeksschepen, een aantal laboratoria en opstellingen voor onderzoek naar levende organismen onder gecontroleerde omstandigheden.
NLBIF/GBIF	GBIF (Global Biodiversity Information Facility) is een wereldwijd initiatief om biodiversiteitsdata op te slaan en toegankelijk te maken. NLBIF is het Nederlandse knooppunt in dit wereldwijde netwerk. Het opzetten van NLBIF wordt mede gefinancierd door NWO, de UvA (het Zoologisch

	Museum Amsterdam), en het ministerie van OCW. NLBIF is niet de enige Nederlandse database op het gebied van biodiversiteit en is vooral bedoeld om alle informatie aanwezig in verspreide databases toegankelijk te maken.
NLR Laboratoriumvliegtuigen	De laboratoriumvliegtuigen van NLR zijn uniek in Nederland. Ze worden gebruikt voor het testen van precisieapparatuur onder reële omstandigheden, het verrichten van atmosferische onderzoeken en het ontwikkelen van nieuwe procedures voor aanvlagen en landen.
NLR Simulatoren	Het NLR heeft Air Traffic Management simulatoren, die de omstandigheden in de Air Traffic Control tower en Control Centers dupliceren, een computersimulatiefaciliteit, Generic Research Aircraft Cockpit Environment (GRACE) en een Generic Fighter Operations Research Cockpit Environment (GFORCE) vluchtsimulatoren. De vluchtsimulatoren en ATC simulatoren kunnen bovendien gekoppeld worden.
NLR Testfaciliteiten en engineeringfaciliteiten	De NLR testfaciliteiten betreffen aërodynamische testfaciliteiten (zie de DNW Windtunnels), avionica-environmental en ruimtevaarttestfaciliteiten, fijnmechanische engineering & constructiefaciliteit voor productie van zeer precieze schaalmodellen voor experimenten in windtunnels, prototypfabricage- en testfaciliteiten voor constructies en materialen "to perform static and dynamic tests on materials, structures and systems, mainly related to, but not restricted to aerospace applications".
PALGA	Het Pathologisch Anatomisch Landelijk Geautomatiseerd Archief (PALGA) is een online databank waarin op automatische wijze dagelijks gegevens uit het onderzoeks- en verslagleggingsproces in PA-laboratoria worden ingelezen. PALGA verstrekt onder andere gegevens voor pathologisch onderzoek, de Kankerregistratie, epidemiologisch en wetenschappelijk onderzoek en onderwijs, medische kwaliteitscontrole en landelijke registraties en landelijke screeningsprogramma's. Het archief bevatte eind 2002 42 miljoen uittreksels van 10 miljoen patiënten. Jaarlijks neemt de verzameling toe met ongeveer 2 miljoen uittreksels. Het heeft sinds 1990 een landelijke dekking en registreert alle PA-onderzoeken in Nederland.
Parelsnoer (landelijke infrastructuur voor nationale biobanken)	De overheid heeft in 2007 35 miljoen euro vrijgemaakt voor het opzetten van een landelijke infrastructuur voor nationale biobanken, een initiatief van het ministerie van OCW en de Universitair Medische Centra. Kennis over ontstaan, verloop en optimale behandeling van ziekten is steeds meer gebaseerd op multidisciplinair onderzoek in grootschalige patiëntengroepen. Het ontsluiten van kennis over patiëntengroepen door de databanken van de acht Universitair Medische Centra zal leiden tot de ontwikkeling van nieuwe behandelingsmethodieken en therapieën. In de biobanken zullen op een landelijk gestandaardiseerde manier klinische gegevens over genen, eiwitten en metabolieten evenals lichaamsmateriaal worden opgeslagen. Er wordt gestart met de volgende ziektebeelden: inflammatoire darmziekten (IBD), degeneratieve hersenziekten, cerebrovasculair accident (CVA), leukemie en kwaadaardige lymfekliertumoren, reumatoïde artritis/arthrose, erfelijke darmkanker, diabetes en nierfalen. Parelsnoer wordt deels gefinancierd uit het FES
Pilotlijn kristallijn silicium zonnecellen en -modules	Proeffabrieklijn voor de ontwikkeling van (goedkope) hoogrendement zonnecellen bij de ECN unit zonne-energie. De pilot line maakt snelle opschaling van wetenschappelijke vindingen op het gebied van zonnecellen mogelijk. Doordat op de pilot line procescondities van industriële processen nagebootst kunnen worden kunnen gerealiseerde innovaties makkelijker geïmplementeerd worden door de industrie..
PSI-lab	Het PSI (Plasma Surface Interaction)-lab van FOM is een samenhangend geheel van vier experimenten, namelijk een unieke lineaire plasmagenerator (Magnum-PSI), een reeds operationele testopstelling (Pilot-PSI) voor ontwikkeling en diagnostiek, een 'thin film deposition machine' (Thin-Film PSI) en een Surface-PSI apparaat waarmee PSI-onderzoek kan worden gedaan onder nauwkeurige bepaalde "low flux" omstandigheden. De hoge kosten worden gedekt door diverse Nederlandse en internationale fondsen (onder andere NWO en KP7).
Reactor Institute Delft	Het Reactor Instituut Delft (RID) is een faciliteit voor diverse typen analyses met behulp van neutronen. De faciliteit huisvest een neutronenbron (een 2MW zwembadkernreactor) met een collectie onderzoeksapparatuur en laboratoria die rond de bron zijn ingericht. Het RID is een samenhangend geheel, uniek in Nederland, met een eigen staf en (inter)nationale uitstraling. Het RID verricht onderzoek aan uiteenlopende materialen, voeding en historische artefacten en verzorgt daarnaast stralingsopleidingen voor externe partijen. Op korte termijn wordt gestreefd naar een uitbreiding met een state-of-the-art-koude-neutronenbron. Daarnaast is er een onderzoekslijn om apparatuur te vernieuwen. Op basis daarvan levert het RID apparatuur aan diverse andere Europese neutronenbronnen, waardoor Nederlandse onderzoekers ook toegang verwerven tot deze internationale faciliteiten. Ook is er aansluiting bij de Europese neutronen faciliteit: De European Spallation Source. (Het RID is door beide consortia gevraagd als partner).

RIVM Luchtmeetnet	Het Laboratorium voor Milieumetingen is verantwoordelijk voor het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML), waarmee de luchtkwaliteit op leefniveau wordt bepaald. In dit luchtmeetnet zijn verschillende meetstations over heel Nederland aan elkaar gekoppeld. Deze meetstations meten tientallen stoffen waarmee onder andere de hoeveelheid smog (een combinatie van de concentratie ozon, fijn stof en NO ₂ en SO ₂) in Nederland wordt gemeten. Met optische methoden (DOAS en LIDAR) kunnen tot op grote afstand concentraties van stoffen worden gemeten. Deze methoden worden gebruikt voor bijzondere projecten, van metingen van ammoniakemissies boven een net bemest veld tot langlopende metingen aan de ozonlaag op 10 kilometer hoogte. Sommige stoffen in de lucht hebben een effect op de zonne-instraling en wolkenvorming. Daarmee beïnvloeden ze het klimaat. Om meer inzicht te krijgen doet RIVM in (inter)nationaal verband metingen. Sommige stoffen hebben een direct effect op de gezondheid. Het RIVM onderzoekt deze effecten.
Sanquin	Sanquin is op grond van de Wet inzake bloedvoorziening als enige organisatie in Nederland aangewezen om zorg te dragen voor de Nederlandse behoefte aan bloed en bloedproducten. Naast het leveren van producten en diensten en het verzorgen van onderwijs, opleidingen, bij- en nascholing, verricht Sanquin wetenschappelijk onderzoek, met name op het gebied van nieuwe en betere bloedproducten. De stichting is ontstaan uit een fusie van de Nederlandse bloedbanken en het Centraal Laboratorium van de Bloedtransfusiedienst van het Nederlandse Rode Kruis (CLB). De divisie Sanquin Research houdt zich bezig met fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek en met onderwijs en nascholing. Al het onderzoek houdt verband met bloed en bloedproducten, en kent vier hoofdthema's, te weten: hemostase en trombose; hematologie en bloedtransfusie; ontsteking en sepsis; bloedoverdraagbare virussen en immunologie. Sanquin doet ook dienst als Nederlands referentielaboratorium voor bloedtransfusie en immunologie.
SARA	SARA biedt grootschalige faciliteiten op ICT-terrein en fungeert als nationaal rekencentrum met als voornaamste hardware de Nationale Supercomputer Huygens (2), het Nationale Rekencluster LISA, de DAS-3 en de CAVE Visualisatiefaciliteit
Spinozacentrum	De 3 Tesla fMRI in Amsterdam (een samenwerking tussen UvA, AMC en VU) voldoet op zichzelf niet aan de kenmerken voor een grootschalige onderzoeksinfrastructuur. De KNAW heeft echter besloten een instituut voor neuroimaging op te richten, het Spinozacentrum, waarin de UvA, VU, AMC, VU MC en het Nederlands Instituut voor Neurowetenschappen (NIN-KNAW) zullen samenwerken. Het Spinozacentrum krijgt de beschikking over een 7 Tesla fMRI scanner (de krachtigste scanner voor gebruik bij mensen). Bij het NIN-KNAW is bovendien de Nederlandse Hersenbank ondergebracht, waarin hersenmateriaal van overleden neurologische en psychiatrische patiënten voor onderzoek is opgeslagen.
SRON	De Stichting RuimteOnderzoek Nederland (SRON) is het nationaal centrum voor ruimteonderzoek en ontwikkelt en exploiteert satellietinstrumenten voor natuurwetenschappelijk onderzoek. SRON heeft een nationale uitstraling en participeert in internationale programma's.
SURFnet6	SURFnet6, in combinatie met Netherlight, is een unieke infrastructuur, van fundamenteel belang voor de Nederlandse wetenschap en waarmee enorme investeringen gemoed zijn.
TRAILS	TRAILS (TRacking Adolescents' Individual Lives' Study) is een longitudinale studie van een cohort jongeren, waarin hun psychologische en medische ontwikkeling wordt gevolgd. Het is een lokaal project (de steekproef is beperkt tot het noorden van Nederland) en er zijn geen uitzonderlijke hoge kosten mee gemoed. Het TRAILS consortium wil de database uitbreiden met genetische informatie om het ontwikkelingsproces van jongeren beter te kunnen volgen.
TuBaFrost	TuBaFrost is een consortium van 20 onderzoeks- en pathologieafdelingen in ziekenhuizen waar kankerpatiënten worden behandeld en kankeronderzoek wordt verricht. Het doel is om een innovatieve virtuele Europese 'human frozen tumour tissue bank' voor de wetenschap te maken, waarin tumorweefsel van hoge kwaliteit met de bijbehorende diagnose kan worden gevonden die is opgeslagen in de voornaamste Europese kankercentra en universiteiten.
VeHIL	De VeHIL-faciliteit (Vehicle Hardware-In-the-Loop) van TNO combineert een nieuwe testfaciliteit waar complexe intelligente voertuigen en vervoerssystemen kunnen worden ontwikkeld en getest met de zestig meter lange Hydraulische Bots Slede (HBS), een (hydraulische) Inverse Bots Slede (IBS), een 160 meter lange fullscale Botsbaan en het Motoren Emissie Lab met vijf proefstanden voor emissietests. VEHIL is een nationaal en internationaal geöctrooierde testmethode waarbij het te testen voertuig in een gesimuleerde testomgeving wordt geplaatst. Veel buitenlandse autofabrikanten maken gebruik van VEHIL.
Virtual Laboratory for e-science	Het doel van VL-e is het stimuleren van e-science door middel van gecoördineerd en multidisciplinair onderzoek naar gebruik en ontwikkeling van e-science-technologie in de hele technologieketen, van toepassing tot netwerk. De onderzoeksinfrastructuur is een combinatie van internetfaciliteiten, supercomputercapaciteit en visualisatiefaciliteiten en opslagcapaciteit

	enerzijds en expertise en ervaring voor de ondersteuning van gebruikers anderzijds. VL-e participeert in diverse nationale en internationale projecten (zoals LOFAR) en ontwikkelt een Distributed Virtual Radio Telescope, een Virtual Laboratory, en een Large-scale Storage Infrastructure.
VISTA (New frontiers in imaging the brain)	Het Virtual Institute for Seven Tesla Applications (VISTA) is een initiatief van onderzoekers van het Leids Universitair Medisch Centrum, het UMC Utrecht, het St. Radboud UMC in Nijmegen en het FC Donders Center for Cognitive Neuroimaging in Nijmegen. Het doel van VISTA is om de expertise op het gebied van ultra high field magnetic resonance imaging (MRI) in Nederland te bundelen en om andere MRI-onderzoekers in het land toegang te geven tot een zeer krachtige MRI infrastructuur en expertise. De onderzoeksinfrastructuur maakt ook samenwerking mogelijk met sociale wetenschappers, taalkundigen, farmacologen en veterinaire onderzoekers, zowel in Nederland als in het buitenland. De kern van VISTA bestaat uit drie 7 Tesla MRI-systemen, namelijk in Leiden (LUMC), Utrecht (UMC Utrecht) en Duisburg/Essen (Universiteit van Duisburg-Essen). VISTA werd mede gefinancierd met een NWO BIG subsidie ('New frontiers in imaging the brain') van ca. €52 miljoen.
Wageningen NMR Centre	Het Wageningen NMR Centre is een unieke faciliteit waar diverse NMR- en MRI-spectrometers worden gebruikt in biologisch, landbouwkundig, voedingstechnisch, biofysisch en biotechnologisch onderzoek. Daarnaast heeft het NMR Centre apparatuur, computerfaciliteiten en software die het spectrometrisch onderzoek aanvullen en ondersteunen. Het heeft diverse NMR en MRI spectrometers, databases (metabolomics), faciliteiten voor de verwerking en analyse van NMR data.
Windturbine testpark Wieringermeer	Het Windturbinetestveld bestaand uit vier prototypelocaties (voor het testen, optimaliseren en certificeren van prototype turbines) en vijf grote windturbines (voor gebruik in windenergie-onderzoeksprogramma's).
WMC Kennis- en testcentrum	Het kenniscentrum voor het testen van windturbines, materialen en constructies (WMC) is een gedeelde faciliteit van ECN en de Technische Universiteit Delft. Het WMC biedt alle faciliteiten en expertise voor statische en vermoeingstesten van turbinecomponenten, bijvoorbeeld het beproeven van rotorbladen tot maar liefst zestig meter lengte. De aanwezige havenfaciliteiten maken dat rotorbladen eenvoudig over water kunnen worden aangevoerd.
WSRT	De Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) is met zijn herhaaldelijk gemoderniseerde ontvangers en gespecialiseerde elektronica een vooraanstaande faciliteit in de wereld voor onder andere onderzoek naar pulsars, en naar neutraal waterstofgas in sterrenstelsels. De WSRT is onderdeel van het European VLBI Network (EVN) en de data die door de radiotelescopen in dit netwerk worden verzameld, worden bij het Joint Institute for VLBI in Dwingeloo geanalyseerd.

Bronnen: diverse websites van de onderzoeksfaciliteiten

Niet alle faciliteiten op de lijst voldoen in even grote mate aan de kenmerken die in paragraaf 0 zijn genoemd. Een aantal faciliteiten voldeed niet aan meerdere van deze kenmerken, maar is toch in de inventaris opgenomen. Hieronder volgt voor deze categorie faciliteiten per faciliteit een aantal opmerkingen met betrekking tot de afweging:

- De *Stichting RuimteOnderzoek Nederland (SRON)* is het nationale centrum voor ruimteonderzoek en ontwikkelt en exploiteert satellietinstrumenten voor natuurwetenschappelijk onderzoek. SRON heeft een nationale uitstraling en participeert in internationale programma's. In de eerste ESFRI-enquête werd de waarde van SRON geraamd op €20 à €50 miljoen. Het is niet duidelijk in welke mate de SRON-organisatie fungeert als onderzoeksfaciliteit of dat deze functionaliteit elders (bij betrokken kennisinstellingen) ligt en de satellietinstrumenten eigenlijk per stuk opgenomen zouden kunnen worden als grootschalige onderzoeksfaciliteit. Daarnaast zouden de satellietinstrumenten misschien geïnterpreteerd kunnen worden als Nederlands onderdeel in een internationale faciliteit.
- Het *Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ)* is een grote organisatie voor oceanografisch onderzoek. Het heeft vier onderzoeksschepen, een aantal laboratoria en

opstellingen voor onderzoek naar levende organismen onder gecontroleerde omstandigheden. Het NIOZ werkt bovendien nauw samen met onderzoeksscholen en instituten in Nederland en het buitenland. Het is echter onduidelijk of het moet worden gezien als een grootschalige onderzoeksfaciliteit met een duidelijk afgebakende, samenhangende en waardevolle verzameling apparatuur, data, software en andere componenten.

- De 3 Tesla *fMRI* in Amsterdam (een samenwerking tussen UvA, AMC en VU) vertoont zelf niet voldoende kenmerken van een grootschalige onderzoeksinfrastructuur. De KNAW heeft echter besloten een instituut voor neuroimaging op te richten, het *Spinozacentrum*, waarin de UvA, VU, AMC, VU mc en het Nederlands Instituut voor Neurowetenschappen (NIN-KNAW) zullen samenwerken. Het Spinozacentrum krijgt de beschikking over een 7 Tesla *fMRI* scanner (de krachtigste scanner voor gebruik bij mensen). Bij het NIN-KNAW is bovendien de *Nederlandse Hersenbank* ondergebracht, waarin hersenmateriaal van overleden neurologische en psychiatrische patiënten voor onderzoek is opgeslagen.
- Het *Laser Centre Vrije Universiteit (LCVU)* is een opzichzelfstaande onderzoeksfaciliteit waarin een aantal verschillende laseropstellingen zijn verenigd. Het LCVU is onderdeel van een internationaal consortium van laseronderzoeksinstellingen. De waarde van het LCVU is echter onbekend en evenmin is bekend welke rol het instituut binnen Nederland speelt.
- *TRAILS* (TRacking Adolescents' Individual Lives' Study) is een longitudinale studie van een cohort jongeren, waarin hun psychologische en medische ontwikkeling wordt gevolgd. Het is een lokaal project (de steekproef is beperkt tot het noorden van Nederland) en er zijn geen uitzonderlijke hoge kosten mee gemoeid. Het project is echter op samenwerking gebaseerd, werkt aan de verrijking van data met genetische informatie en is op dit moment uniek in Nederland.
- *NLBIF/GBIF* (Global Biodiversity Information Facility) is een wereldwijd initiatief om biodiversiteitsdata op te slaan en toegankelijk te maken. NLBIF is het Nederlandse knooppunt in dit wereldwijde netwerk. Het opzetten van NLBIF wordt mede gefinancierd door NWO, de UvA (het Zoölogisch Museum Amsterdam) en het ministerie van OCW. NLBIF is niet de enige Nederlandse database op het gebied van biodiversiteit en is vooral bedoeld om alle informatie aanwezig in verspreide databases toegankelijk te maken. De recente investeringen zijn relatief laag: NWO Groot heeft bijvoorbeeld een subsidie gegeven van niet meer dan €2,4 miljoen. Maar dit zou een typisch voorbeeld kunnen zijn van een faciliteit die opgebouwd wordt volgens een incrementeel groeiscenario.

Bijlage 2: Participaties in internationale faciliteiten

TABEL A2: Nederlandse deelname aan projecten op de ESFRI-roadmap

Social Science & Humanities	
CESSDA (Council of European Social Science Data Archives)	Data Archiving and Networked Services (DANS)
CLARIN (Common LAnguage Resources and technology Initiative)	Meertens Institute Data Archiving and Networked Services (DANS) University of Twente, Human Media Interaction Group Center for Language and Cognition Digital Library for Dutch Literature Instituut voor Nederlandse Lexicologie Leiden University Centre for Linguistics Centre for Language Studies, Radboud University Centre for Language and Speech Technology, Radboud University Max-Planck-Institute for Psycholinguistics University of Utrecht/Netherlands Graduate School of Linguistics ILK Research Group Huygens Instituut KNAW
DARIAH (DigitAI Research Infrastructure for the Arts and Humanities)	Data Archiving and Networked Services (DANS)
EROHS (European Resource Observatory for the Humanities and Social sciences)	geen informatie
The European Social Survey	Sociaal Cultureel Planbureau (SCP)
SHARE (Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe)	CentER (Universiteit van Tilburg) Erasmus MC
Environmental Sciences	
AURORA BOREALIS (European Polar Research Icebreaker)	NWO is de Nederlandse partner in het European Polar Consortium (EPC) en beheert daarin het Poolstation Spitsbergen, een zomerstation dat in 1990 werd geopend.
EMSO (European Multidisciplinary Seafloor Observation)	NIOZ
EUFAR (EUropean Fleet of Airborne Research)	NLR is partner Daarnaast individuele leden van de UU, VU, TU Delft, WUR, RUG en KNMI
EURO ARGO (Global Ocean Observing in Infrastructure)	KNMI
IAGOS -ERI (In-service Aircraft for a Global Observing System – European Research Infrastructure)	geen Nederlandse deelname
ICOS (Integrated Carbon Observation System)	geen informatie; partners in CarboEurope IP: Vrije Universiteit Amsterdam, Dept. Geo-Environmental Sciences, ECN. ALTERRA (WUR) en WUR, SRON, Wageningen University, Nature Conservation and plant Ecology, University of Groningen, Center for Isotope Research (CIO)
LIFE WATCH (Research Infrastructures Network for Research in Biodiversity)	GBIF (NLBIF)
Energy	
HIPER (High Power Experimental Research Facility)	geen Nederlandse deelname

IFMIF (International Fusion Materials Irradiation facility)	geen informatie
JHR (Jules Horowitz Reactor)	geen Nederlandse deelname
Biomedical and Life Sciences	
EATRIS (The European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine)	VU
European Biobanking And Biomolecular Resources	geen Nederlandse partner; wel een aantal lokale biobanken als associated partner
Infrafrontier (Infrastructure for Phenomefrontier and Archivefrontier)	geen Nederlandse deelname
Infrastructures For Clinical Trials And Biotherapy	geen Nederlandse deelname
Integrated Structural Biology Infrastructure	NWO-CW
Upgrade Of European Bioinformatics Infrastructure	geen Nederlandse deelname
Material Sciences	
ELI (Extreme Light Infrastructure)	AMOLF (1 onderzoeker is lid, AMOLF is geen 'participant' maar 'collaborateur')
ESRF Upgrade (European Synchrotron Radiation Facility)	NWO
ESS (European Spallation Source For Producing Neutrons)	Interfacultair Reactor Instituut
European XFEL (X-ray Free Electron Laser)	Nederland is lid van het international steering committee
ILL 20/20 Upgrade (Institute Laue Langevin)	geen informatie
IRUVX-FEL (from Infrared to Ultraviolet and soft X-rays Free Electron Lasers)	HFML FOM
PRINS (Panneuropean Research Infrastructures for Nano-Structures)	geen Nederlandse deelname
Astronomy, Astrophysics, Nuclear and Particle Physics	
ELT (European Extremely Large Telescope)	deelname via ESO
FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research)	KVI neemt deel met een exploitatiebudget van €3 miljoen per jaar op contractuele basis
KM 3NeT (Cubic Kilometre Neutrino Telescope)	NIKHEF (FOM) UvA KVI UU
SKA (Square Kilometre Array)	ASTRON Joint Institute for VLBI in Europe
SPIRAL2 (Système de Production d'Ions Radioactifs en Ligne)	KVI
Computer and Data Treatment	
EU-HPC (European High-Performance Computing Service)	NWO NCF

Nederland levert ook een bijdrage aan diverse supranationale onderzoeksfaciliteiten.¹⁶

- *CERN*: €28 miljoen per jaar via het ministerie van OCW. NIKHEF fungeert als nationaal punt voor CERN en participeert in de bouw van de Large Hadron Collider. Zo is het

¹⁶ Bronnen: Ron Dekker (NWO), (KNAW, 2004).

bijvoorbeeld de project-leider voor de bouw van ATLAS. In 2005 ging 60% (ca. €10 miljoen) van de directe uitgaven van NIKHEF naar de Large Hadron Collider en de daarbij behorende projecten ALICE en ATLAS.

- *European Space Agency (ESA)*: €34 miljoen per jaar via het ministerie van OCW. SRON fungeert als nationale vertegenwoordiger van Nederland. Deelname aan het ESA-programma dient SRON echter uit de NWO-basissubsidie te bekostigen.
- *European Southern Observatory (ESO)*: €5 miljoen per jaar via het ministerie van OCW. NOVA/ASTRON betaalde €11,9 miljoen aan ESO, met name voor radioastronomisch onderzoek. Samen met het Verenigd Koninkrijk en Canada maakt Nederland gebruik van de James Clerk Maxwell Telescope op Hawaii en samen met het Verenigd Koninkrijk en Spanje van de ESO telescopen op Tenerife and La Palma.
- *European Molecular Biology Laboratory (EMBL)*: €2,8 miljoen per jaar via het ministerie van OCW.
- *European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)*: €2 miljoen per jaar via NWO. Nederland en België dragen samen 6% bij aan het totale ESRF-budget en beheren samen een beam line op de ESRF (DUBBLE), waarvan de exploitatie jaarlijks ca. €1 miljoen kost; Nederland draag 2/3 van deze kosten.
- *ISIS neutronenbron*: €500.000 per jaar via NWO.
- *ITER kernfusie-experiment*. In 2002 droeg Nederland via het ministerie van OCW €37,5 miljoen bij aan Euratom-fusie, terwijl Rijnhuizen-fusie nog eens €7,5 miljoen bijdroeg. FOM Rijnhuizen gaat twee instrumenten ontwikkelen voor ITER.
- *Joint Institute for Very Long Baseline Interferometry in Europe (JIVE)*: JIVE is een netwerk met het hoofdkwartier in Dwingeloo. Nederland (NWO) financiert de helft van de exploitatiekosten (ca. €1 miljoen per jaar). JIVE is ook 'pathfinder' voor SKA.

Hieronder wordt een voorbeeld beschreven van een kleinschalige faciliteit in een grootschalig internationaal netwerk.

An International Historical Database on Economic Growth and Development

Op Nederlands initiatief wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een internationale 'hub' voor onderzoekers op het terrein van historische macro-economische schattingen. Deze faciliteit zal onderzoekers wereldwijd toegang geven tot de meest recente schattingen en zal de uitwisseling van kennis omtrent het maken en analyseren van dergelijke schattingen stimuleren. De Nederlandse bijdrage aan deze 'hub' bestaat uit de technische faciliteit (waarvoor een NWO Middelgroot subsidie is verstrekt), de database van het Groningen Growth and Development Centre en de erfenis van het NWO Pionierproject Historische Nationale Rekeningen Nederland van prof.dr. J.L. van Zanden. De faciliteit beoogt meer te zijn dan een grote dataverzameling. De nationale cijfers moeten worden gedigitaliseerd en onderling vergelijkbaar worden gemaakt. De internationale 'hub' kan als grootschalig worden gekenmerkt: er zijn vele miljoenen geïnvesteerd in het construeren van de wereldwijde macro-economische dataverzamelingen, er is een hoog potentieel voor leer- en netwerkeffecten en de faciliteit is internationaal en uniek. De Nederlandse component is echter kleinschalig en is dus niet opgenomen in de 'groot in 2008' inventarisatie.

Bron: dr. Jan-Pieter Smits, Centraal Bureau voor de Statistiek en Rijksuniversiteit Groningen

Bijlage 3: Grootschalige onderzoeksfaciliteiten van bedrijven

Onderzoeksfaciliteiten in het bedrijfsleven

Het bedrijfsleven beschikt eveneens over grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Deze faciliteiten zijn niet opgenomen in de inventaris, omdat ze zich niet in het publieke domein bevinden en vaak niet uitsluitend voor wetenschappelijk onderzoek ingezet worden. We wijden hier echter wel een paragraaf aan dit type faciliteiten, omdat ze in een aantal gevallen en onder bepaalde voorwaarden toegankelijk zijn voor externe onderzoekers en worden ingezet in publiek-private samenwerkingsprogramma's. Ook draagt dit type onderzoeksfaciliteiten bij aan de Nederlandse kennispositie op internationaal vlak. Daarom willen we het bestaan van deze faciliteiten niet onvermeld laten. Deze faciliteiten maken echter geen vast en onvoorwaardelijk toegankelijk deel uit van de publieke kennisinfrastructuur in Nederland.

VNO/NCW¹⁷ heeft binnen haar netwerk een aantal vragen gesteld ten aanzien van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten in het bedrijfsleven. Vijf grote multinationale bedrijven (Corus, Shell, IBM, Philips en DSM) hebben hierop een respons gestuurd, waaruit duidelijk blijkt dat bedrijfsonderzoeksfaciliteiten in het algemeen zijn opgezet voor onderzoek ten behoeve van de ontwikkeling en verbetering van eigen producten en processen.

Samenwerkingsprojecten bedrijfsleven en kennisinfrastructuur

Vaak zijn de bedrijfsfaciliteiten onder bepaalde voorwaarden toegankelijk voor externe onderzoekers waarmee het betreffende bedrijf een samenwerkingsrelatie heeft. Daarnaast bestaan er grotere samenwerkingsprogramma's waarin de faciliteiten worden ingeschakeld. Zo werkt Corus samen met NIMR/M2i, Philips met diverse universiteiten, UMC's en onderzoeksinstellingen (zoals het Center for Translational Molecular Medicine, CTMM), DSM met Big Grid en in het publiek-private samenwerkings-programma COAST (Comprehensive Analytical Science and Technology) en IBM neemt deel in LOFAR.

Ook van andere bedrijven is bekend dat zij deelnemen in of gebruikmaken van de grootschalige onderzoeksfaciliteiten die ons land rijk is. Daarnaast zijn er ook op het terrein van de sociale wetenschappen onderzoeksfaciliteiten die niet eenduidig in het publieke domein liggen, denk bijvoorbeeld aan de elektronische ontsluiting van jurisprudentie door marktpartijen als SDU en Kluwer.

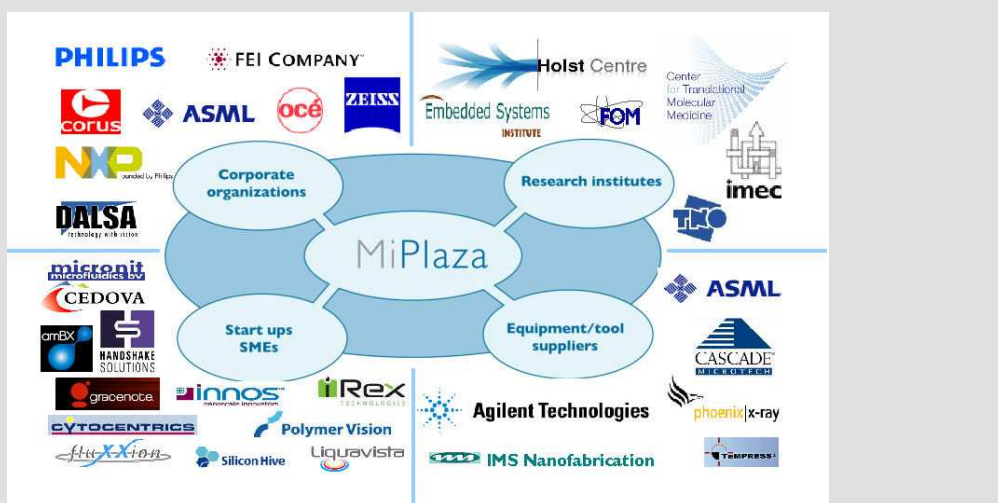
Van kleinere bedrijven is bekend dat zij sporadisch testlijnen ter beschikking stellen aan wetenschappelijk onderzoekers voor het uitvoeren van experimenten. Ook in dit geval gaat het om faciliteiten die qua financiële omvang het grootschalige benaderen, maar die slechts zelden voor wetenschappelijk onderzoek worden ingezet.

¹⁷ Met dank aan Joke van den Bandt voor het verzamelen van de benodigde informatie.

In het kader van open innovatie mag er misschien zelfs gesproken worden van een toenemend gedeeld gebruik van faciliteiten door kennisinstututen en bedrijven. Het ultieme voorbeeld hiervan is de MiPlaza faciliteit van Philips Research op de High Tech Campus in Eindhoven. Toch is deze faciliteit niet opgenomen op de inventarisatielijst omdat de lijst zich concentreert rond publiek gefinancierde faciliteiten.

MiPlaza

Microsystems Plaza op de High Tech Campus in Eindhoven. MiPlaza is onderdeel van Philips Research en biedt industriële onderzoeksfaciliteiten aan derden. De faciliteiten bestaan uit cleanrooms, ontwikkeling van processen en producten op het terrein van dunne lagen, analyse van materialen en processen, meet- en testapparatuur en services en ontwerp- en fabricageondersteuning voor product prototypen. De faciliteiten worden ook (doch niet uitsluitend) gebruikt voor wetenschappelijk onderzoek. Het gedeelde gebruik van de faciliteit wordt ook zichtbaar in het partnernetwerk van de MiPlaza, waarin zowel grote bedrijven, starters als kennisinstellingen zijn vertegenwoordigd. Ook leveranciers van apparatuur maken deel uit van het partnernetwerk.



Bron: Website High Tech Campus, augustus 2008

Enquête VNO/NCW

VNO/NCW heeft binnen haar netwerk een kleine enquête uitgezet. De volgende vragen zijn gesteld:

1. Hebt u binnen uw bedrijf (grote) onderzoeksfaciliteiten die toegankelijk zijn c.q. kunnen worden voor andere onderzoekers buiten uw eigen bedrijf (al of niet tegen betaling):
 - a. binnen concrete samenwerkingsprogramma's c.q. contracten
 - b. in een meer open vorm
 - c. in Nederland of in het buitenland
2. Kunt u deze faciliteiten benoemen en kunnen ze opgenomen worden in een rapport ten behoeve van het onderzoek in opdracht van de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten?

3. Kunt u apparatuur benoemen binnen de Nederlandse kennisinfrastructuur die van essentieel belang is voor u om te besluiten samen te werken met onderzoeksgroepen in Nederland?
4. Kunt u voorbeelden geven waar de aanwezigheid van apparatuur juist de doorslag heeft gegeven om in het buitenland te investeren.

VNO/NCW heeft een antwoord ontvangen van Corus, IBM, Philips, Shell en DSM. De resultaten van de enquête zijn verwerkt in deze paragraaf.

Bijlage 4: Enkele programmatische instrumenten*

NWO-BIG

In 2005 stelde de overheid middels het Nationaal programma grootschalige onderzoeksfaciliteiten (eveneens bekend als 'NWO-Groot' of 'NWO-BIG') uit FES-gelden eenmalig €100 miljoen beschikbaar voor investering in grote onderzoeksfaciliteiten. Deze regeling financiert de investeringen en exploitatie van de onderzoeksfaciliteit zelf. Er is geen financiering voor het uitvoeren van onderzoeksprogramma's die gebruikmaken van de faciliteit.

Tot de doelgroep van het programma behoorden de universiteiten, de NWO-instituten, de KNAW-instituten, de wetenschappelijke bibliotheken, de informatieverzorgende wetenschappelijke instellingen en de grotendeels publiek gefinancierde onderzoeksinstituten. Ook TNO, de GTI's en R&D-intensieve bedrijven konden een voorstel indienen, mits hun aanvragen vanuit de invalshoek 'tools for science' werden beargumenteerd. Het programma stond open voor voorstellen vanuit zowel alfa/gamma als bèta- en levenswetenschappen. Voorstellen dienden aan de volgende criteria te voldoen:

- *Science case*: De voorgestelde infrastructuur dient de kans op wetenschappelijke doorbraken te vergroten.
- *Talent case*: De voorgestelde infrastructuur heeft de potentie tot het aantrekken van veelbelovend binnen- en buitenlands onderzoekstalent.
- *Innovation case*: De voorgestelde infrastructuur levert belang op voor maatschappij of bedrijfsleven.
- *Partnership case*: De voorgestelde infrastructuur dient kansen op te leveren op het gebied van samenwerking en concurrentie (Europese positionering).
- *Business case*: De voorgestelde infrastructuur dient kosteneffectief te zijn.
- *Technical case*: De voorgestelde infrastructuur dient technisch haalbaar te zijn.

Er werden 42 voorstellen ingediend voor een totaalbedrag van €1.489 miljoen. TABEL A3 bevat de gehonoreerde voorstellen. De toekenningen zijn vrij van matchingsverplichting.

Smart Mix

Smart Mix is in 2006 ingesteld door de ministeries EZ en OCW. Het programma wordt uitgevoerd door SenterNovem en NWO. Het doel is het stimuleren van economische, sociaal maatschappelijke en culturele innovatie, waarmee Nederland (inter)nationaal kan uitblinken. Consortia van onderzoekers en kennisgebruikers kunnen voorstellen voor grootschalige onderzoek- en ontwikkelingsprogramma's indienen betreffende vraagstukken uit de markt en

* Met dank aan Penny Boneschansker-Kloprogge.

TABEL A3: De gehonoreerde voorstellen in de NWO-BIG ronde (duizend €)

Project	subsidie
New frontiers in imaging in the brain (ingediend door het FC Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Radboud Universiteit; Leids Universitair Medisch Centrum, Radiologie; Universitair Medisch Centrum Utrecht, Beeldvorming en Beeldverwerking)	18.860
An Advanced Multi-Disciplinary Facility for Measurement and Experimentation in the Social Sciences - MESS (ingediend door CentERdata; CentER for Economic Research; Faculteit der Economische Wetenschappen, Econometrie & Operations Research, Universiteit van Tilburg).	13.932
BIG GRID, the Dutch e-science Grid (ingediend door Stichting Nationale Computerfaciliteiten (NCF); Nationaal Instituut voor Kernfysica en Hoge-Energiefysica (FOM-NIKHEF); Netherlands Bioinformatics Centre (NBIC))	28.798
Digital Databank for Newspapers (ingediend door: Koninklijke Bibliotheek)	12.525

maatschappij. De consortia kunnen bestaan uit combinaties van wetenschappelijke instellingen, HBO-instellingen, R&D- afdelingen van grote en kleine bedrijven, MKB, culturele, sociale en maatschappelijke organisaties. De voorstellen dienden te voldoen aan twee centrale criteria:

- Het voorgestelde onderzoek dient bij te dragen aan focus en massa in wetenschappelijke excellentie en aan maatschappelijke en economische waardecreatie.
- Het onderzoek beslaat bij voorkeur de gehele kennis- en innovatieketen: van fundamenteel en toegepast onderzoek tot en met pre concurrentiële ontwikkeling (prototype). De nadruk op onderdelen mag verschillen.

Smart Mix was oorspronkelijk in de markt gezet als een jaarlijks programma. Na de eerste ronde is echter besloten het programma niet voort te zetten. Daardoor is er voor Smart Mix eenmalig circa €100 miljoen beschikbaar geweest: €50 miljoen was afkomstig van EZ en €50 miljoen van OCW. De beoogde omvang van Smart Mix-projecten was €3 tot €10 miljoen per jaar, waarbij de looptijd van de projecten 4 tot 8 jaar was. Maximaal 60% van de totale subsidiabele kosten van een onderzoeksvorstel kwamen voor subsidie door Smart Mix in aanmerking. De overige gelden dienden door het consortium ingebracht te worden.

In de Smart Mix-ronde van 2006 zijn 155 projectvoorstellen ingediend. De gehonoreerde voorstellen staan in TABEL A4. Vanwege hun vertrouwelijke karakter waren de ingediende voorstellen helaas niet op korte termijn beschikbaar voor dit onderzoek. Het is derhalve niet bekend wat de omvang van eventuele investeringen in onderzoeksfaciliteiten in deze Smart Mix-programma's is. Op basis van informatie van SenterNovem wordt evenwel aangenomen dat het hier voornamelijk de financiering van onderzoeksprogramma's betreft, met hooguit een kleine investering in apparatuur.

ICES/KIS en Bsik

De Interdepartementale Commissie Economische Structuurversterking (ICES) is een werkgroep van de ministeries van AZ, EZ, OCW, V&W, VROM, LNV, SZW, BZK en Financiën. De ICES adviseert het Kabinet over financieel-economische vraagstukken op het terrein van de versterking van de economische structuur en over de besteding van middelen uit het Fonds Economische Structuur (FES). Voor kennis-ontwikkeling bestaat binnen ICES een werkgroep,

TABEL A4: Gehonoreerde voorstellen in Smart Mix 2006 (duizend €)

Project	subsidie
Braingain	14.690
SMART Systems base don integrated piezo	7.150
Catalysis for Sustainable Chemicals from Biomass	16.630
Translational Regenerative Medicine	15.000
NIMIC Nano Imaging under industrial conditions	14.000
MEMPHIS: Merging Electronics and Micro and Nano Photonics	18.000
A new generation of high-efficiency screens for drugs	14.000
Totaal	99.470

ICES-Kennisinfrastructuur (ICES/KIS), die de ICES adviseert over investeringen in kennis en kennisinfrastructuur. In het kader van de ICES/KIS-regeling werden een aantal rondes voor het aanvragen van onderzoekssubsidies georganiseerd.

Bsik (Besluit Subsidies Investerings Kennisinfrastructuur) is de opvolger van de ICES/KIS-regeling. Na ICES/KIS-1 en ICES/KIS-2 ronde werd de ICES/KIS-3 ronde of Bsik opgesteld in 2003. De Bsik-regeling moet leiden tot meer kennis van en researchcapaciteit voor vijf voor Nederland belangrijke, vaak multi-disciplinaire themagebieden waarop de samenleving een beroep kan doen (te weten: duurzame systeeminnovatie, ICT, hoogwaardig ruimtegebruik, microsysteem- en nanotechnologie en gezondheids-, voedings-, gen- en biotechnologische doorbraken). Aanleiding voor de Bsik-regeling was dat het onderzoek op deze terreinen in Nederland te versnipperd is, waardoor vraag en aanbod van kennis niet voldoende op elkaar aansluiten. Alleen samenwerkingsverbanden (consortia) van vraag- en aanbod-partijen uit de cyclus van kennisontwikkeling naar kennisverspreiding konden aanvragen indienen. Daarbij ging de voorkeur uit naar consortia met een publiek-privaat karakter die kennis, expertise en innovatief vermogen bundelen. Deelnemers aan consortia konden kennisinstellingen zijn, bedrijven, overheden, maatschappelijke organisaties of bestaande ICES/KIS-2 organisaties. De volgende criteria werden gehanteerd bij de selectie van aanvragen:

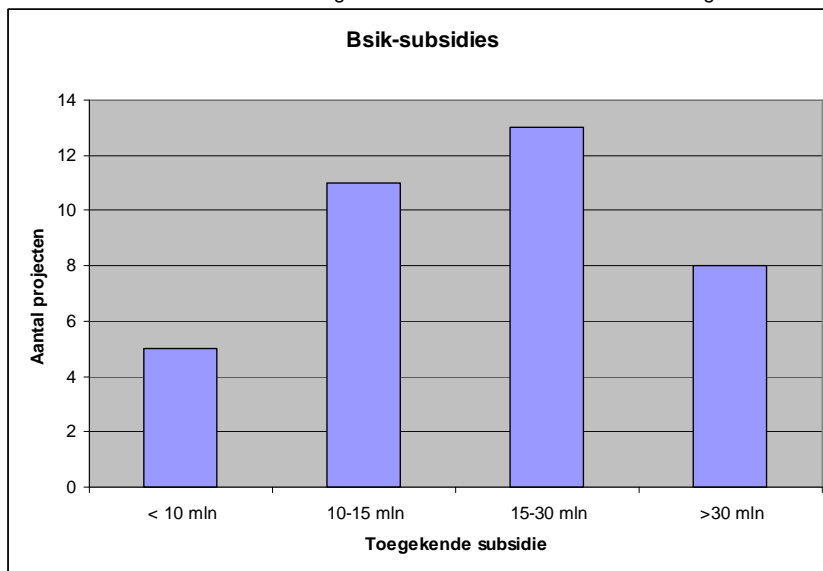
- Bijdrage aan kwalitatief hoogstaand fundamenteel of industrieel onderzoek of aan de kwaliteit van de kennisinfrastructuur in Nederland.
- Oplevering van wetenschappelijk inzicht, technologische of maatschappelijke concepten, innovatieve toepassingen daarvan dan wel competenties, welke onderzoeksresultaten toegepast kunnen worden in producten, processen, competenties of diensten.
- Verspreiding en overdracht van de kennis en de resultaten die worden verkregen door het kennisproject.
- Positieve maatschappelijke of economische gevolgen in Nederland en aansluiting op het regeringsbeleid.
- Inbedding in de kennisketen van fundamenteel onderzoek naar onderzoek gericht op toepasbaarheid.
- Samenwerking met een nationale uitstraling, doordat het fundamentele of industriële onderzoek landelijk of regionaal wordt gebundeld.

Het aantal programma's en het totaal aan subsidies waren per ronde:

- ICES/KIS-1 [1994]: 8 programma's, €113 miljoen
- ICES/KIS-2 [1998]: 12 programma's, €211 miljoen
- ICES/KIS-3 [= Bsik] [2003]: 37 programma's; €800 miljoen

Voor de bijdragen uit het FES geldt een cofinancieringseis. De ICES/KIS-Bsik-subsidies bedragen maximaal 50% van de projectkosten. De consortia dienen dus minimaal hetzelfde bedrag in te brengen. Elke euro subsidie dient dus gematcht te worden door 1 euro afkomstig van het consortium. In Bsik werden 37 programmavoorstellen gehonoreerd met subsidies. In FIGUUR A1 is de verdeling van de subsidiegroottes over deze voorstellen weergegeven. De vijf programma's met de meeste subsidie zijn weergegeven in TABEL A5.

FIGUUR A1: Gehonoreerde aanvragen voor een Bsik-subsidie naar omvang van de subsidie



TABEL A5: De 5 programma's met het grootste budget

Nr	thema	programma	subsidie (miljoenen €)
1	MNS	NanoNed	95
2	ICT	LOFAR	52
3	ICT	GigaPort Network	40
4	HRG	Klimaat voor Ruimte	40
5	ICT	Freeband Communication	30
5	HRG	Habiforum	30
5	DS	Transition towards Sustainable Transport	30
5	DS	Kennisnetwerk Transitie Duurzame Landbouw	30

De uitgaven die binnen deze programma's aan onderzoeksfaciliteiten worden gedaan, verschillen aanzienlijk. Een gedeelte van de programma's geeft (openbaar) inzicht in de programmabegroting en daarmee wordt zichtbaar dat er geen globaal percentage gegeven kan

worden voor het deel van de subsidie dat aan onderzoeksfaciliteiten besteed wordt. LOFAR besteedt de subsidie van €52 miljoen voornamelijk aan de aanleg van de benodigde ICT- en onderzoeksinfrastructuur. Binnen NanoNed wordt bijvoorbeeld €40 miljoen subsidie uit de gecombineerde Bsik- en Nanoimpuls-subsidie (totaal ca. €118 miljoen) aan onderzoeksfaciliteiten besteed, terwijl het programma Klimaat voor Ruimte ca. €3 tot €6 miljoen (van in totaal €40 miljoen) aan onderzoeksfaciliteiten uitgeeft.

Het cluster Gezondheidsdoorbraken staat niet vermeld in de bovenstaande top 5. Het heeft geen programma's die een grootte van €30 miljoen of meer bereiken. In dit cluster is in totaal €164,7 miljoen toegekend. Een subgroep wordt gevormd door de zes Bsik-programma's die onder het beheer van het NGI (Netherlands Genomics Initiative) vallen.

TABEL A6: Bsik-programma's van het Netherlands Genomics Initiative

Project	consortium	subsidie (miljoenen €)
<i>Celiac Disease Consortium</i> (glutenallergie diagnostiek en behandeling)	LUMC, UMCU, WUR, Plant Research International, TNO, NCV, Innoseeds, DSM Food, AAF	7,7
<i>Ecogenomics</i> (Genomics voor het bestuderen van ecosystemen in de bodem)	BioDetection Systems, Bioclear, VU, WUR, Plant Research International, Alterra, NIOO-KNAW, RIVM, Royal Haskoning	11
<i>VIRGO Consortium</i> (virusbestrijding)	<i>EMC, UMCG, UMC st. Radboud, UU, Vironovative BV; Intervet International NV; Solvay Pharmaceuticals BV</i>	11
<i>Biorange</i> (methode ontwikkeling bio-informatica: maakt gebruik van Gigaport en VLe)	AMC, Amolf, CWI, EMC, Hubrecht Lab, LUMC, NIZO, Organon, Plant Research International BV, RUN, RUG, Akademisch Rekencentrum, TNO, TUD, TUE, UMC st Radboud, UL, UM, UMCU, UT, UU, UvA, VU, VUmc, WCFS, WUR	21,9
<i>Nutrigenomics Consortium</i> (biomoleculair onderzoek voor gezonde voeding)	WFCS, CMSB, WUR, TNO, UM, RIVM, NIZO	10
<i>Netherlands Proteomics Centre</i> (bundelen eiwit onderzoek in Nederland)	UU, UMCU, NIOB Hubrecht Lab, UMCG, WUR, EMC, UL, LUMC, RUN, LC Packings, Pamgene, Bruker, Pfizer, Bayer CropScience (TNO voeding, PRI, DSM, Organon, Unilever)	27,7

Ook van deze programma's zijn op het moment van onderzoek geen gedetailleerde gegevens bekend om te kunnen schatten welk deel van het budget wordt besteed aan investeringen in faciliteiten. Aangenomen wordt dat ook hier de investeringen in faciliteiten tussen de programma's onderling sterk kunnen verschillen. Het Netherlands Proteomics Centre herbergt bijvoorbeeld zes zogenoemde 'research hotels' waarin onderzoeksfaciliteiten gebundeld ter beschikking zijn voor onderzoekers van elders. Aangenomen wordt dat een substantieel deel van het subsidie-bedrag is geïnvesteerd in faciliteiten voor deze zes 'research hotels'.

Een ander voorbeeld is Biorange, dat gebruikmaakt van GigaPort en VLe en waarbinnen een van de programmalijnen is gericht op het ontwikkelen van een Virtual Laboratory voor e-science voor bioinformatica. Het Celiac Disease Consortium lijkt zich daarentegen niet op investeringen in faciliteiten te richten, maar hoofdzakelijk een onderzoeksprogramma uit te voeren naar betere diagnostisering en behandeling van glutenallergie.

e-science

Een enkele supercomputer is allang niet meer voldoende om alle typen onderzoek te faciliteren. Daarom worden meerdere typen computervoorzieningen gekoppeld in een zogenaamd grid. Essentieel hierin is een intelligent softwarednetwerk (middleware).

Voorzieningen kunnen gevormd worden door instituutclusters, individuele computers, nationale supercomputers, grote dataopslagvoorzieningen en andere bijzondere researchfaciliteiten die op afstand (via het internet) toegankelijk zijn. De toegang tot deze systemen en de onderlinge koppeling ervan zorgen ervoor dat alle beschikbare capaciteit efficiënter kan worden gebruikt, dat aangeboden rekenwerk kan worden verdeeld over meer computers, en dat naar behoefte extra opslagcapaciteit kan worden gebruikt. Wetenschappelijk onderzoek dat op deze manier werkt, staat bekend onder de naam e-science.

De explosief groeiende hoeveelheid data die in wetenschappelijk onderzoek gegenereerd wordt stelt verder hoge eisen aan de ICT-mogelijkheden voor analyse en opslag. Daarnaast worden hoge eisen gesteld aan de software omgeving, waarin wetenschappers met grote hoeveelheden data kunnen werken. Het Nederlandse Virtual Laboratory for e-science (VL-e) project loopt voorop bij het werken aan dergelijke software omgevingen, en vormt daarmee de software basis voor veel wetenschappelijke disciplines.

Bron: www.biggrid.nl

Het Rathenau Instituut laat de invloed van wetenschap en technologie op ons dagelijks leven zien en brengt de dynamiek ervan in kaart; door onafhankelijk onderzoek en debat.

Anna van Saksenlaan 51
2593 HW Den Haag
Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
T 070 342 1542
F 070 363 3488
E info@rathenau.nl
I www.rathenau.nl