

Investeren in onderzoeksfaciliteiten

Prioritering, financiering, consequenties

Edwin Horlings

Investeren in onderzoeksfaciliteiten

Prioritering, financiering, consequenties

Edwin Horlings

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)

Investeren in onderzoeksfaciliteiten

Edwin Horlings

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., Investeren in onderzoeksfaciliteiten - Prioritering, financiering. Den Haag, Rathenau Instituut
SciSA rapport 0910

© Edwin Horlings 2009

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

Sinds het verschijnen van de Europese ESFRI roadmap voor investeringen in onderzoeksinfrastructuren, is het maken van roadmaps populair geworden. Veel landen in de EU hebben ook een nationale roadmap voor onderzoeksinfrastructuren gemaakt of in voorbereiding. Zo ook in Nederland, waar de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten (de commissie Van Velzen) onlangs haar roadmap heeft afgerond. Ten behoeve daarvan is door het Rathenau Instituut een inventarisatie gemaakt van de bestaande grootschalige onderzoeksfaciliteiten (*Groot in 2008*).

In het verlengde van die studie geven we in dit rapport een overzicht van de manier waarop dit ‘roadmappen’ werkt in verschillende andere landen binnen de Europese Unie en daarbuiten. Dit levert inzicht in de uiteenlopende manieren waarop de agendasetting rond grootschalige onderzoeksfaciliteiten plaatsvindt.

Daarbij wordt duidelijk dat het niet alleen om agendasetting gaat, maar dat vooral de manier van financiering van infrastructuur een cruciale variabele is. In tegenstelling tot in Nederland, waar veel van de financiering (onzichtbaar) loopt via de eerste geldstroom of via incidentele middelen uit onderzoeksprojecten en -programma's, bestaat in enkele andere landen een expliciete lange termijn agenda op het terrein van de onderzoeksinfrastructuur, met daarbij horende lange termijn financieringsinstrumenten.

Daarnaast laat dit rapport zien dat er rekening moet worden gehouden met de operationele kosten van onderzoeksinfrastructuur, die in het algemeen aanzienlijk hoger uitvallen dan de initiële investeringen. Tenslotte vragen een aantal andere belangrijke aspecten rond infrastructuur de aandacht, zoals planning, organisatie en verantwoording. Het voorliggende rapport vat de ervaringen van elders op deze terreinen samen.

Naast het voorliggende rapport over ‘*Investeren in onderzoeksfaciliteiten*’ en de inventarisatie in ‘*Groot in 2008*’ zal dit jaar een derde studie verschijnen over grootschalige faciliteiten. In die studie staan de maatschappelijke en economische opbrengsten van onderzoeksinfrastructuur centraal.

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

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Samenvatting	8
Afkortingen	13
1 Inleiding	14
2 Roadmaps voor prioritering	16
2.1 Nationale roadmaps	16
2.2 Het gebruik van roadmaps	19
3 Financieringsinstrumenten	21
3.1 Financieringsinstrumenten in zeven landen	21
3.2 Instrumenten gericht op de grootste faciliteiten	28
3.3 Structureel versus incidenteel	30
4 Transparantie	33
5 Risico's en risicobeheersing	36
5.1 Risico's	36
5.2 Een kader voor planning, ondersteuning en monitoring	38
5.3 Top-down versus bottom-up	42
6 Consequenties van investeren in onderzoeksfaciliteiten	43
6.1 Investerings en totale kosten	43
6.2 Er is niet één oplossing voor alle faciliteiten	45
6.3 Conclusies	49
7 Conclusies en aanbevelingen	50
Bibliografie	53

Samenvatting

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn van essentieel belang voor een concurrerend en duurzaam wetenschappelijk systeem. De kosten die met grootschalige faciliteiten zijn gemoeid, zijn zeer hoog en strekken zich uit over een lange periode. Met het vele geld zijn grote belangen gemoeid. De overweging om te investeren moet dan ook op goede gronden zijn gebaseerd.

Verschillende landen ontwikkelen roadmaps voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten, geïnspireerd door de roadmap van ESFRI, het European Strategy Forum on Research Infrastructures. De Nederlandse roadmap voor grootschalige onderzoeksfaciliteiten is opgesteld door de commissie Van Velzen en in oktober 2008 gepresenteerd.

Dit rapport doet verslag van een vergelijking van de prioritering en financiering van investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Australië, Duitsland, Denemarken, Spanje, het Verenigd Koninkrijk, de Verenigde Staten en Zweden. Daarnaast gaan we dieper in op de risico's en consequenties van een investeringsbeslissing.

Roadmaps

Er is weinig bekend over het ontstaan en gebruik van roadmaps in het domein van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. De beschikbare kennis is in dit rapport samengevat.

Roadmaps zijn vooral gericht op de grootste en meest complexe faciliteiten die in de besluitvorming over financiering afwijken van andere uitgaven aan onderzoek, apparatuur en infrastructuur. De roadmaps van de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk zijn een planningsinstrument dat wordt gebruikt om prioriteiten te stellen en om informatie te geven over het verloop van projecten. De roadmaps van Denemarken, Zweden, Spanje en Ierland zijn meer inventariserend van aard en worden gebruikt voor een globale bepaling van investeringsbehoeften en een prioritering op hoofdlijnen.

Kleine landen lijken een roadmap vooral te gebruiken om effectief aansluiting te vinden bij geplande ESFRI-projecten. Het lijkt erop dat participeren in ESFRI-projecten voor kleine landen een strategie is. Voor grotere landen ligt het anders. Roadmaps zijn daar allereerst bedoeld voor het formuleren van de eigen strategie, waarvan het 'binnenhalen' van ESFRI-projecten onderdeel kan zijn.

Financiële instrumenten

Ieder land heeft zijn eigen organisatie van en instrumenten voor de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Faciliteiten worden gefinancierd uit een combinatie van centrale en lokale middelen en uit structurele en incidentele fondsen voor specifieke doeleinden. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de voornaamste fondsen en programma's in de verschillende landen.

Een roadmap wordt pas effectief op het moment dat er financiële middelen aan verbonden zijn. De zeven vergelijkingslanden hebben ieder een financieringsinstrument dat specifiek is gericht

op de grootste onderzoeksfaciliteiten. De verhouding tussen de uitgaven uit deze instrumenten en de totale onderzoeksfinanciering in de zeven landen is gebruikt om een indicatie te geven van de omvang van de investeringen die aan de Nederlandse roadmap gekoppeld zouden moeten worden. Hieruit blijkt dat Nederland, om op een *gemiddeld* niveau te investeren in grootschalige onderzoeksfaciliteiten, jaarlijks €60 miljoen à €75 miljoen moet uitgeven.

Structureel versus incidenteel

Er is in Nederland weinig structurele financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Het grootste deel van de investeringen is incidenteel. Het Duitse systeem van financiering is vergelijkbaar met dat van Nederland. Zweden en Spanje hebben sinds kort bedragen gereserveerd voor investeringen in grote faciliteiten. Australië, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten hebben daarentegen instrumenten die een structurele basis vormen voor de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten.

Een belangrijk advies van de commissie Van Velzen is dat grootschalige onderzoeksfaciliteiten structurele financiering moeten krijgen en de commissie presenteert hiervoor een aantal opties. Structurele financiering gaat evenwel om meer dan alleen geld. Dit rapport analyseert de mate van transparantie, de risico's en de consequenties van investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Op basis daarvan wordt nader uitgewerkt hoe een systematiek van structurele financiering eruit kan zien.

Transparantie van financiering

De uitgaven aan de Nederlandse onderzoeksinfrastructuur zijn in de afgelopen 30 jaar steeds minder inzichtelijk geworden. Het gevaar van onvoldoende zicht op investeringen en andere kosten is dat er een achterstand in investeringen kan ontstaan die in de loop van de tijd steeds groter wordt. Dit is in het Verenigd Koninkrijk en Spanje aanleiding geweest om nieuwe instrumenten voor investeringen in infrastructuur te ontwikkelen.

Het gebrek aan transparantie in de Nederlandse financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten is niet inherent aan de aard van dit type investering. Een deel van het gebrek aan inzichtelijkheid kan worden toegeschreven aan de systematiek van financiering. Specifiek voor Nederland zijn enerzijds de 'versnipperde' financiering van veel grootschalige onderzoeksfaciliteiten uit projecten en programma's en anderzijds de onzichtbaarheid van financiering uit de (universitaire) lumpsum. Hierdoor is de financiering van faciliteiten in Nederland minder transparant dan elders.

Risico's

De gevolgen van een investering in een grootschalige onderzoeksfaciliteit strekken zich uit over meerdere jaren, mogelijk zelfs decennia. Het gaat om veel geld en grote belangen van diverse partijen. De omvang en complexiteit van een faciliteit en de hoogte van de bedragen die met de investering zijn gemoeid, leiden tot een aantal verschillende risico's:

1. *Ontwerprisico's* zijn afhankelijk van het stadium waarin het ontwerp van onderdelen van de faciliteit zich bevindt.

2. *Technische risico's* worden bepaald door de aard van de technologieën (bestaande of 'state of the art') die in de faciliteit moeten worden verwerkt.
3. *Kostenrisico's* worden veroorzaakt door een onvoldoende kwaliteit van informatie omtrent de kosten van benodigde onderdelen.
4. *Planningsrisico's* betreffen de invloed van de ontwikkeling van één onderdeel van de faciliteit op het ontwikkelingstraject van de hele faciliteit.

Risicobeheersing

De beheersing van de verschillende risico's vereist een solide kader van planning, monitoring en ondersteuning. De diverse risico's kunnen beter worden beheerst als de ontwikkeling van een faciliteit goed wordt gepland en begeleid.

Efficiënte en effectieve planning vereist goede informatie. Landen met een transparante financiering van onderzoeksfaciliteiten (met name de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk) hebben goede informatie over hun faciliteiten en maken de uitkomsten van evaluaties breed bekend.

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten worden doorgaans ontwikkeld door wetenschappelijke onderzoekers, waarvan niet zonder meer mag worden verwacht dat ze de financiële kennis en managementervaring hebben die nodig is om een project tot een succesvol einde te brengen. Er is ruimte voor verbetering in de ondersteuning van onderzoekers. Dit betreft manieren om een betrouwbaar businessplan en een plan voor risicomanagement op te stellen, instrumenten voor kennisdeling over de ontwikkeling en het beheer van faciliteiten en informatie over de verantwoording van een investering in een faciliteit vanuit verschillende perspectieven.

Investeren schept verplichtingen voor langere tijd

Een onderzoeksfaciliteit is een kapitaalgoed en een investering in een faciliteit heeft consequenties op de middellange of lange termijn die samenhangen met de levenscyclus en levensduur van een faciliteit.

Informatie over het voornaamste instrument van de National Science Foundation voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten laat zien dat iedere €1 die wordt geïnvesteerd €1 à €2,50 aan operationele kosten en uitgaven voor ontwikkeling, onderhoud, vernieuwing en afbouw met zich meebrengt. De financiering van het onderzoek dat met de faciliteit kan worden gedaan, komt daar nog bij.

Een investering in een faciliteit heeft invloed op diverse aspecten van wetenschappelijk onderzoek. De bouw van een faciliteit schept nieuwe capaciteit voor kennisproductie, maar er moet geld worden vrijgemaakt uit andere bronnen om van die capaciteit gebruik te kunnen maken. Dat geld kan vervolgens niet worden gebruikt voor andere doeleinden. Door haar beslag op schaarse middelen oefent een grootschalige onderzoeksfaciliteit invloed uit op het onderzoek in andere domeinen.

Er is niet één oplossing voor alle faciliteiten

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn er in allerlei soorten en maten en komen in steeds meer disciplines voor. Hoewel het in alle gevallen om geld gaat, zijn er duidelijke verschillen ten aanzien van hun financiering. De verschillen betreffen het type faciliteit, de kenmerken van het onderzoeksveld, het doel van de onderzoeksfaciliteit en de betrokken partijen.

Het beslag dat onderzoeksfaciliteiten leggen op de totale financiële ruimte verschilt per discipline. Er is een verschil tussen ‘apparaatintensieve’ gebieden (biologie, medische wetenschap, fysica, techniek, psychologie) waar faciliteiten waarschijnlijk 15 à 20% van het onderzoeksbudget in beslag nemen en ‘niet-apparaatintensieve’ gebieden waar dit ongeveer 7 à 9% bedraagt.

Een faciliteit kan worden ingezet om verschillende doelstellingen te verwezenlijken, die niet per se alle wetenschappelijk zijn. Zo dient een biobank ook de openbare gezondheidszorg en een archief ook onderwijs en cultuur. Doelstellingen creëren verwachtingen en scheppen verplichtingen naar financiers. De combinatie van doelstellingen opent echter ook nieuwe mogelijkheden voor financiering. Dit heeft onder andere betrekking op de combinatie van publieke en private belangen, de inzet van structuurfondsen voor regionale ontwikkeling en R&D-subsidies voor technologische componenten van een faciliteit.

Een solide kader voor structureel investeren

Een roadmap stelt wetenschap en politiek in staat een beredeneerde keuze te maken ten aanzien van de grootschalige faciliteiten die in de komende 5 à 10 jaar moeten worden gebouwd. Een roadmap is onmisbaar in een internationale omgeving waarin steeds meer landen inzetten op grootschalige onderzoeksfaciliteiten en waar samenwerking in toenemende mate noodzakelijk wordt. Nederland heeft dankzij het werk van de commissie Van Velzen aansluiting gevonden.

Een roadmap leidt echter pas tot resultaten als deze deel uitmaakt van een integrale aanpak van de ontwikkeling en het gebruik van faciliteiten. In aanvulling op de door de commissie Van Velzen bepleite structurele financiering voor grootschalige onderzoeksfaciliteiten komen we in dit rapport tot een bredere interpretatie van structureel investeren. Structureel in plaats van incidenteel investeren betekent:

- Langetermijnplanning op basis van een roadmap zodat de mogelijke keuzes en gestelde prioriteiten voor de besteding van middelen duidelijk zijn. Het verdient aanbeveling om de roadmap regelmatig bij te werken.
- Een voorspelbare beschikbaarheid van middelen op de middellange of lange termijn, die los staat van eventuele plannen en voorstellen voor specifieke faciliteiten, maar een perspectief biedt dat nieuwe initiatieven aanmoedigt. Dit impliceert structurele financiering of tenminste een vaste procedure uitmondend in een redelijke kans op financiering.
- Transparante procedures waarin alle partijen zich kunnen vinden. Het verhogen van de kwaliteit is de allerbelangrijkste uitkomst van transparantie.

- Een solide kader van ondersteuning, evaluatie en planning, gericht op de beheersing van risico's, kennisdeling, effectieve benutting van capaciteit en beperkte administratieve lasten voor onderzoekers.
- Goede informatie verzamelen over de financiering van faciliteiten in projecten en programma's en over middelen die door onderzoeksfinanciers en departementen ter beschikking worden gesteld. Daarnaast is informatie nodig over de ontwikkeling van bestaande en nieuwe onderzoeksfaciliteiten en over de wetenschappelijke en maatschappelijke effecten ervan. Tenslotte moet de inventarisatie van grootschalige onderzoeksfaciliteiten met dezelfde regelmaat wordt bijgewerkt als de roadmap.

Flexibiliteit en diversiteit

Er is behoefte aan een sterke en duidelijke systematiek van financiering en betere informatie om die systematiek te ondersteunen. Dit betekent niet dat de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten in een strak keurslijf moet worden vastgesnoerd. Een zekere flexibiliteit is gezond en incidentele financiering maakt mogelijk om snel in te spelen op significante ontwikkelingen in de internationale wetenschap. De diversiteit van de verzameling faciliteiten betekent bovendien dat er niet één instrument of systematiek is die de behoeften van alle onderzoeksvelden, gebruikersgroepen en maatschappelijke belangen kan dienen.

Geld voor investeringen in wetenschappelijk onderzoek is altijd schaars. Er zijn meer ideeën dan gefinancierd kunnen worden. Schaalvergroting in alle disciplines verhoogt de vraag naar publieke en andere middelen. Dit is een van de redenen waarom de Roadmapcommissie vraagt om grotere creativiteit in het zoeken naar middelen vanuit verschillende bronnen.

Afkortingen

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Bsik	Besluit subsidies investeringen kennisinfrastructuur
CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire
CYCIT	Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (Interdepartementale Commissie voor Wetenschap en Technologie)
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DOE	Department of Energy
DIUS	Department of Innovation, Universities and Skills
EFRO	Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures
EU-HPC	European High-Performance Computing Service
FEC	Full Economic Costs
FES	Fonds Economische Structuurversterking
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GOA	Government Accountability Office
GTI	Groot Technologisch Instituut
ICT	Informatie- en communicatietechnologie
ICTS	Instalación Científica y Tecnológica Singular (bijzondere wetenschappelijke en technologische installatie)
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
KFI	Kommittén för forskningens infrastrukturer (Commissie voor Onderzoeksinfrastructuren)
LFCF	Large Facilities Capital Fund
LOFAR	LOW Frequency ARray
MREFC	Major Research Equipment and Facility Construction Programme
NAO	National Audit Office
NAS	National Academy of Sciences
NCRIS	National Collaborative Research Infrastructure Strategy
NSF	National Science Foundation
NWO	Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
OCW	Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
OPA	Office of Project Assessment
RCUK	Research Councils UK
RSFF	Risk Sharing Finance Facility
SSC	Superconducting Super Collider
SUNET	Swedish University Computer Network

1 Inleiding

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn van essentieel belang voor een concurrerend en duurzaam wetenschappelijk systeem. Sommige disciplines, zoals de astronomie en de hoge-energiefysica, zijn sinds jaar en dag sterk afhankelijk van grote faciliteiten. De uitkomsten van onze inventarisatie *'Groot in 2008'* laten zien dat grootschalige onderzoeksfaciliteiten in de loop der tijd meer divers zijn geworden en in steeds meer disciplines voorkomen. ICT is een drijvende kracht achter het proces van schaalvergroting. ICT maakt de groei van gedistribueerde en virtuele faciliteiten mogelijk en de digitalisering van data is mede verantwoordelijk voor de opkomst van grootschalige dataverzamelingen in alle disciplines. In de 21^e eeuw kan de wetenschap niet meer zonder een hoogwaardige publieke ICT-infrastructuur.

De investeringen die met de ontwikkeling en constructie van nieuwe grootschalige faciliteiten zijn gemoeid bedragen dikwijls vele tientallen of honderden miljoenen. De begrotingen van multinationale faciliteiten als ITER en CERN belopen zelfs vele miljarden euro's. De totale kosten van voorbereidend onderzoek, ontwikkeling, bouw, gebruik en afbouw gedurende de levensduur van een faciliteit zijn substantieel hoger dan de investering alleen en strekken zich uit over een veel langere periode dan het traject van de investeringsbeslissing.

De overweging om te investeren moet dan ook op goede gronden zijn gebaseerd. Dat het hierbij gaat om meer dan financiële belangen is goed verwoord door de Amerikaanse National Academy of Sciences: "Although such large facility projects represent less than 4 percent of the total NSF budget, they are highly visible because of their large per-project budget, their potential to shape the course of future research, the economic benefits they bring to particular regions, and the prominence of the facilities in an increasing number of research fields." (NAS, 2004)

Een weloverwogen beslissing vereist goede informatie over opties, directe kosten en baten en bredere consequenties op de lange termijn. Vanuit de informatie over opties kunnen prioriteiten worden gesteld. Verschillende landen maken gebruik van of ontwikkelen roadmaps voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Een roadmap kan voor een overheid en organisaties in het wetenschapssysteem een effectief middel zijn voor het management van een divers en multidisciplinair portfolio van bestaande en toekomstige faciliteiten. De behoeften en prioriteiten die op verschillende niveaus worden geformuleerd, kunnen alleen in actie worden vertaald wanneer daar financiële middelen voor beschikbaar worden gemaakt. Het mobiliseren van financiële middelen uit verschillende bronnen voor investeringen in en duurzaam gebruik van onderzoeksfaciliteiten is een voortdurende uitdaging voor wetenschappers en beleidsmakers. Het gaat daarbij niet alleen om de financiering van de initiële investeringen, maar om het beheersen van de totale kosten gedurende de hele levensduur.

De roadmap van het European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) is de aanjager van de ontwikkeling van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Hoewel de financiering afhangt van de inzet van individuele lidstaten, belooft de roadmap enorme investeringen in de ontwikkeling van multinationale onderzoeksfaciliteiten van topklasse. Dit heeft verschillende

landen geïnspireerd tot het opzetten van een nationale roadmap. Sinds kort heeft ook Nederland een roadmap voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Het ontbreekt echter aan goede informatie over de financiering van deze faciliteiten en investeringen lijken tot op heden vooral op incidentele basis te worden gedaan. De recente ontwikkelingen dwingen tot nadenken over het gebruik van roadmaps, over de wijze van financiering van onderzoeksfaciliteiten en over het kader waarin faciliteiten worden ontwikkeld.

Dit rapport doet verslag van een internationale vergelijking van de prioritering en financiering van investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Voor zeven landen (Duitsland, Denemarken, Zweden, Spanje, Australië, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten) is gekeken naar de wijze waarop prioriteiten worden gesteld, naar de aard en omvang van de voornaamste financieringsinstrumenten en naar de mate van transparantie van de financiering.¹ Vervolgens gaan we dieper in op de risico's en consequenties die een investeringsbeslissing kan hebben. Vijf vragen staan centraal:

- Hoe worden prioriteiten gesteld?
- Is er goede en gedetailleerde informatie over de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten?
- Hoeveel wordt er geïnvesteerd en hoe zijn die investeringen georganiseerd (incidenteel versus structureel)?
- Wat zijn de risico's en hoe kunnen deze worden beheerst?
- Wat zijn de consequenties van investeringen in een onderzoeksfaciliteit?

In hoofdstuk 2 wordt een internationale vergelijking gemaakt van het gebruik van roadmaps voor de prioritering van investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Daarna geven we in hoofdstuk 3 voor zeven landen een overzicht van de publieke financiering die is gericht op deze investeringen. De uitgaven aan Nederlandse onderzoeksfaciliteiten zijn steeds minder inzichtelijk geworden (Versleijen et al., 2007). In hoofdstuk 4 wordt onderzocht of dit gebrek aan transparantie eigen is aan het type investering of specifiek is voor de Nederlandse situatie. Hoofdstuk 5 onderzoekt de risico's van een investering en de manieren om deze risico's te beheersen. In hoofdstuk 6 gaan we in op de consequenties van een investering in een grootschalige onderzoeksfaciliteit. Het rapport eindigt in hoofdstuk 7 met conclusies en aanbevelingen.

¹ Alle bedragen in munteenheden anders dan de euro zijn omgerekend met de wisselkoersen die op 28 november 2008 stonden vermeld op <http://www.x-rates.com>.

2 Roadmaps voor prioritering

Zonder informatie kan niet goed worden gestuurd. Een manier om op hoofdlijnen te kunnen sturen, is het opstellen van een roadmap. Een roadmap beschrijft prioriteiten op de middellange en lange termijn en geeft aan waarin in de komende 10 tot 20 jaar geïnvesteerd moet worden. Voor de gestelde prioriteiten kunnen vervolgens (globale) bedragen worden gereserveerd.

De Nederlandse roadmap voor grootschalige onderzoeksfaciliteiten is in de loop van 2008 opgesteld door de commissie Van Velzen en in oktober 2008 gepresenteerd. Een aantal landen is Nederland voorgegaan in de ontwikkeling en het gebruik van een dergelijke roadmap. Wat leert een vergelijking van deze roadmaps over de rol van dit instrument?

2.1 Nationale roadmaps

Het concept roadmap bestaat al geruime tijd. De toepassing in het domein van grootschalige onderzoeksfaciliteiten is nog betrekkelijk nieuw. Er is nog maar weinig bekend over het ontstaan en gebruik van deze roadmaps. De bestaande kennis is in deze paragraaf samengevat.

Nederland

Op 1 mei 2007 werd door minister Plasterk van OCW de Commissie Nationale Roadmap Grootschalige Onderzoeksfaciliteiten ingesteld, onder voorzitterschap van Wim van Velzen. Deze commissie werd belast met het opstellen van een Nederlandse roadmap voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten. De eerste roadmap werd in oktober 2008 gepresenteerd.

De roadmap bevat 25 projecten verdeeld in drie groepen. De eerste groep betreft 8 projecten die in de roadmap van het European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) staan en waarvoor financiering nodig is. Dit betreft zowel faciliteiten waarvoor wordt geadviseerd om ze naar Nederland te halen als faciliteiten waaraan vanuit Nederland moet worden meegewerkt in de ontwikkeling. De tweede groep betreft 5 projecten die ook in de ESFRI-roadmap voorkomen, maar die in dit stadium geen financiële maar vooral politieke steun nodig hebben. De derde groep van 12 projecten bevat voorstellen afkomstig uit de Nederlandse onderzoekswereld. Ten behoeve van de roadmap is door de afdeling Science System Assessment van het Rathenau Instituut een inventarisatie gemaakt van de bestaande grootschalige onderzoeksfaciliteiten in Nederland (Horlings & Versleijen, 2008).

Verenigd Koninkrijk

De Britse roadmap is onderdeel van een breder programma van investeringen in wetenschap en innovatie, het Science and Innovation Investment Framework 2004-2014. Hij wordt samengesteld door RCUK (het samenwerkingsverband van de Research Councils die academisch onderzoek financieren) en het wordt door RCUK en het Department for Innovation, Universities and Skills gebruikt in de besluitvorming over investeringen in nieuwe faciliteiten.

De RCUK Large Facilities Roadmap (RCUK, 2007) geeft een overzicht van de bestaande grootschalige onderzoeksfaciliteiten, de faciliteiten die nu in ontwikkeling zijn en de faciliteiten die in de komende 10 tot 15 jaar gebouwd zullen worden. Het gaat daarbij om zeer complexe en kostbare onderzoeksfaciliteiten die op nationaal, Europees of wereldwijd niveau zijn georganiseerd, bestuurd en gefinancierd, die in de komende 15 jaar van strategisch belang zullen zijn voor de Britse wetenschap en die voor meer dan één Research Council kunnen worden ingezet of een internationale dimensie hebben. Deze inventarisatie is de basis van de meest recente editie van de roadmap.

De Britse roadmap is zeer selectief en bevat slechts 16 faciliteiten. Die worden door de Research Councils beschouwd als faciliteiten van het hoogste strategische belang waarvoor het betreffende Research Council significante middelen zal moeten vrijmaken. Het betreft voornamelijk faciliteiten uit de natuur- en levenswetenschappen, een uit de sociale wetenschappen (het Household Panel Survey) en twee computerfaciliteiten (de High End Computing Terascale Resource en de EU-HPC). Financiering is afkomstig uit het Large Facilities Capital Fund, een fonds waar jaarlijks ongeveer £100 miljoen aan wordt toegevoegd. De totale begrote kosten van de faciliteiten op de roadmap worden geraamd op meer dan £2 miljard (kapitaaluitgaven en operationele kosten uit de LFCF en andere bronnen).

Denemarken

De Deense roadmap werd opgesteld door de Deense Raad voor Strategisch Onderzoek op verzoek van het ministerie van Wetenschap, Technologie en Innovatie. Het verzoek betrof zowel een inventarisatie van bestaande nationale en internationale onderzoeksfaciliteiten (gepubliceerd in het Deens) en een taxatie van de behoeften aan nieuwe faciliteiten en verbetering van bestaande faciliteiten.

De roadmap geeft geen prioritering van specifieke onderzoeksfaciliteiten, maar identificeert de aard van de voornaamste behoeften en de omvang van de financiële middelen die nodig zijn om in die behoeften te voorzien (Danish Council for Strategic Research, 2005a). De roadmap is gebaseerd op een inventarisatie van grootschalige onderzoeksfaciliteiten, waarvoor de informatie werd verkregen door middel van een enquête. De inventarisatie gaat uit van een lage drempelwaarde (ook relatief kleine faciliteiten werden meegeteld) en identificeert 61 onderzoeksfaciliteiten (Danish Council for Strategic Research, 2005b). De voorwaarde voor opname in de inventarisatie is dat de faciliteit uniek in haar veld en van nationaal of internationaal belang moet zijn, met een significant aantal externe gebruikers en een substantiële behoefte aan investeringen voor onderhoud en vervanging op lokaal niveau door instellingen en onderzoeksgroepen.

De roadmap constateert een urgente behoefte aan upgrades (ca. €40 miljoen), een algemene interesse in de bouw van nieuwe grote faciliteiten (ca. €270 miljoen) en een behoefte aan extra geld voor internationale participaties (ca. €13 miljoen). De voornaamste aanbeveling is om 10 jaar lang €54 à €67 miljoen (DKK 400-500 miljoen) per jaar te investeren. Een tweede aanbeveling is om nader onderzoek te doen naar het wetenschappelijk gebruik van bibliotheken, naar de behoefte aan financiering voor de digitalisering van wetenschappelijk materiaal en naar de behoefte aan coördinatie en financiering van archieven en databases.

Spanje

De Spaanse roadmap is opgesteld om de implementatie van het strategische programma Ingenio 2010 te ondersteunen. Dit programma omschrijft een aantal langetermijndoelen ten aanzien van grootschalige onderzoeksfaciliteiten die met behulp van de roadmap gerealiseerd moeten worden. Dit betreft het vergroten van de beschikbaarheid van onderzoeksfaciliteiten voor Spaanse onderzoekers – zowel door de ontwikkeling van eigen faciliteiten als door het verkrijgen van toegang tot internationale faciliteiten –, het verhogen van de technologische en wetenschappelijke kwaliteit van bestaande faciliteiten en het verbeteren van de toegang voor alle belanghebbenden in binnen- en buitenland voor gebruik in onderzoek en onderwijs.

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten krijgen in Spanje een keurmerk van de Interdepartementale Commissie voor Wetenschap en Technologie (CICYT). Dit keurmerk – Instalación Científica y Tecnológica Singular (ICTS) – is op dit moment van toepassing op 22 onderzoeksfaciliteiten, waarvan de herkomst van een aantal teruggaat tot de jaren tachtig. Daarnaast zijn 14 faciliteiten aangeduid die het keurmerk nog niet hebben ontvangen, maar die wel al bestaan of worden gebouwd.

De roadmap geeft een overzicht van 24 potentiële ICTS-faciliteiten die in de komende 15 tot 20 jaar gebouwd zullen worden (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007). De realisatie van deze projecten is ondergebracht in het Nationaal plan voor wetenschappelijke en technologische infrastructuren (Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas), waarvoor in de komende 10 jaar €975 miljoen is begroot. Een opvallend detail is dat men, naast de wetenschappelijke baten en de effecten op industriële innovatie, investeringen in onderzoeksfaciliteiten nadrukkelijk gebruikt als instrument voor regionale economische ontwikkeling. Hiertoe zet men de Europese Structuurfondsen in voor €150 miljoen.

Zweden

De Zweedse roadmap is een initiatief van de Zweedse Onderzoeksraad (Vetenskapsrådet), die hiertoe in 2005 de Commissie voor Onderzoeksinfrastructuren (Kommittén för forskningsinfrastruktur; KFI) oprichtte. De KFI werkt samen met onderzoeksfinanciers, universiteiten en diverse andere kennisinstellingen en onderzoeksgroepen.

De roadmap geeft een uitgebreid overzicht van 54 onderzoeksfaciliteiten (Vetenskapsrådet, 2007b). Dit betreft 29 bestaande faciliteiten die Zweden (mede) financiert en 25 faciliteiten voor de nabije toekomst. De lijst bevat ook 15 ESFRI-faciliteiten waarbij Zweden aansluiting wil vinden. De Commissie voor Onderzoeksinfrastructuren (KFI), die de roadmap heeft opgesteld, is voor haar inventarisatie uitgegaan van onderzoeksfaciliteiten die in de komende 10 tot 20 jaar van breed nationaal belang zullen zijn, die uitzicht bieden op excellent onderzoek, die bestemd zijn voor gebruik door verschillende onderzoeksgroepen met zeer geavanceerde onderzoeksprojecten, die zo omvangrijk zijn dat individuele groepen ze niet zonder steun kunnen beheren, die een wetenschappelijke, technische en financiële planning op de lange termijn nodig hebben en die open en gemakkelijk toegankelijk zijn voor alle onderzoekers 'on a best science basis'. De Zweedse roadmap ziet een investeringsbehoefte van ongeveer €270 miljoen (SEK2,8 miljard) tot 2012 voor de faciliteiten met de hoogste prioriteit.

Verenigde Staten

In 2004 riep de Amerikaanse National Academy of Sciences de National Science Foundation op om een roadmap op te stellen voor haar investeringen in grootschalige onderzoeks-faciliteiten (NAS, 2004). Een roadmap werd gezien als middel om het werk aan onderzoeks-faciliteiten te stroomlijnen, om de motivatie en criteria voor de betreffende investeringen transparant te maken en om voldoende middelen beschikbaar te maken voor het voorbereidende werk ('idea-generating and project-ranking activities and [...] conceptual development, planning, engineering, and design'). De NSF heeft vervolgens het Facility Plan ontwikkeld dat jaarlijks wordt bijgewerkt en waarin de geprioriteerde projecten in verschillende stadia van hun ontwikkeling worden gepresenteerd. De meest recente versie van het Facility Plan beschrijft 10 projecten in verschillende stadia van ontwikkeling en 9 bestaande faciliteiten (NSF, 2008).

Het Department of Energy – de grootste financier van onderzoeksfaciliteiten – heeft eveneens een roadmap (DOE, 2003, 2007) waarin de grootschalige faciliteiten worden beschreven die in de komende 20 jaar gebouwd moeten gaan worden. De prioriteitenlijst van het DOE omvat 28 faciliteiten en werd samengesteld binnen de grenzen van een fictief budget om fiscale discipline van begin af aan te bevorderen: "In order to impose some fiscal discipline on this exercise, each Associate Director was given a funding 'envelope' under which they were to include their estimated research budgets as well as the major facility planning, construction, and operating costs." (DOE, 2003, p. 9)

Overige landen

De Finse roadmap is in voorbereiding. De Steering Group of the Finnish Research Infrastructure Survey and Roadmap Project heeft 100 voorstellen voor opname in de roadmap ontvangen. De definitieve roadmap wordt eind 2008 verwacht en zal een overzicht geven van de nationale behoeften voor de komende 10 tot 20 jaar. Het rapport over onderzoeksfaciliteiten in Ierland, dat op de ESFRI-website als Ierse roadmap wordt gepresenteerd, is in feite een verslag van een visitatiecommissie over de sterktes en zwaktes van de bestaande Ierse faciliteiten (Higher Education Authority, 2007). Er worden geen prioriteiten gesteld of toekomstige faciliteiten gespecificeerd. Over andere landen ontbreekt informatie.

2.2 Het gebruik van roadmaps

Men is het globaal eens over de criteria die bepalen of een onderzoeksfaciliteit in de roadmap moet worden opgenomen en dus voor investeringen in aanmerking komt. Het gaat om faciliteiten waar excellent, potentieel baanbrekend onderzoek wordt gedaan, die in de komende 10 tot 20 jaar van nationaal of internationaal belang zullen zijn en waar investeringen mee gemoeid zijn die te groot zijn voor een enkele organisatie of wetenschappelijke discipline en dus samenwerking noodzakelijk maken.

Roadmaps zijn vooral gericht op de grootste en meest complexe faciliteiten die in de besluitvorming over financiering afwijken van andere uitgaven aan onderzoek, apparatuur en infrastructuur. Roadmaps worden vooral gebruikt om de politiek te ondersteunen in de besluit-

vorming over de grootste investeringen, om intermediaire partijen in het wetenschapssysteem (zoals NWO) in staat te stellen opties te vergelijken en te prioriteren en om samenwerkingsverbanden en innovaties onder onderzoekers te stimuleren.

Er zijn grote verschillen in de manier waarop men in de diverse landen invulling heeft gegeven aan de criteria. Ook worden roadmaps in de vergelijkingslanden op verschillende manieren ingezet.

In de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk wordt al enige tijd gebruik gemaakt van een roadmap voor grootschalige onderzoeksfaciliteiten (DOE, 2003; NSF, 2008; RCUK, 2007). Deze roadmaps zijn een planningsinstrument dat wordt gebruikt om prioriteiten te stellen voor de grootste investeringen die de reguliere onderzoeksfinanciering te boven gaan en om informatie te geven over het verloop van projecten. In het Verenigd Koninkrijk gaat het om faciliteiten die meer dan £25 miljoen kosten of meer dan 10% van het budget van een Research Council in beslag nemen en daarmee de financiering voor andere doeleinden onder druk zetten. In de Verenigde Staten wordt het Facility Plan van de NSF gebruikt om informatie te geven over het verloop van de ontwikkeling van de grootste faciliteiten van de NSF waarvan de financiering afhankelijk is van jaarlijkse goedkeuring door het Congres. De roadmaps van Denemarken, Zweden, Spanje en Ierland zijn in eerste instantie inventariserend van aard en worden hooguit gebruikt voor een globale bepaling van de investeringsbehoefte en voor een prioritering op hoofdlijnen.

Het gebruik van roadmaps door grote en kleine landen verschilt. In Europa werken vooral relatief kleine landen aan het opstellen van een roadmap. Nederland, Finland, Denemarken, Zweden, Ierland, Malta, Griekenland en Roemenië hebben al een roadmap of werken aan de opstelling daarvan.² De kleinere landen zien de roadmap als een manier om effectief aansluiting te vinden bij de geplande ESFRI-projecten. De Zweedse roadmap prioriteert vijftien ESFRI-projecten en de Nederlandse roadmap zet in totaal in op dertien projecten. Onder de Britse projecten in het Large Facilities Capital Fund zijn echter maar twee ESFRI-projecten vermeld. Een verklaring kan zijn dat participeren in ESFRI-projecten voor kleine landen een strategie is, terwijl het voor grote landen als het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk een gegeven is. De grotere landen nemen al deel in de meeste projecten en zijn de voornaamste donoren en grootste gebruikers van internationale onderzoeksfaciliteiten. Participatie in de ESFRI-agenda is voor hen een onderdeel van de eigen strategie.

Landen als Frankrijk, Italië en Duitsland werken vooralsnog zonder roadmap, hetgeen overigens niet wil zeggen dat investeringen daar niet geprioriteerd worden. Duitsland heeft prioriteiten gesteld en beschikt over een roadmap voor alle universitaire investeringen en uitgaven (Wissenschaftsrat, 2006), maar van een roadmap toegespitst op grootschalige onderzoeksfaciliteiten is op dit moment geen sprake. Spanje, ook een van de grote landen, motiveert haar huidige aanpak vanuit een lange periode van onderinvestering in de onderzoeksinfrastructuur. Het Nederlandse equivalent hiervan zijn de trajecten via NWO-Middelgroot en NWO-Groot en die via incidentele investeringen uit de Bsik/FES-gelden. Dit leidt tot de vraag hoe die trajecten zich met de roadmap verhouden.

² Nederland staat dikwijls te boek als klein land, maar is wel de zestiende economie van de wereld.

3 Financieringsinstrumenten

Werken met een roadmap impliceert dat de financiering niet ad hoc maar structureel zal zijn. Zelfs wanneer een roadmap een eenmalig karakter heeft, wordt zij pas effectief op het moment dat er financiële middelen aan verbonden zijn. Welke instrumenten gebruikt men voor de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten en wat is de aard van die instrumenten? Welke middelen zijn in verschillende landen aan de roadmap verbonden?

3.1 Financieringsinstrumenten in zeven landen

Ieder land heeft zijn eigen, historisch gegroeide organisatie van en instrumenten voor de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Faciliteiten worden gefinancierd uit een combinatie van centrale en lokale middelen en uit structurele en incidentele fondsen voor specifieke doeleinden. Deze paragraaf geeft een overzicht van de voornaamste fondsen en programma's in Australië, Duitsland, Spanje, het Verenigd Koninkrijk, de Verenigde Staten en Zweden.

Australië

In Australië heeft men goed zicht op de verschillende financieringsprogramma's ten aanzien van onderzoeksapparatuur en faciliteiten, inclusief de bedragen die voor programma's zijn gereserveerd en daarin zijn uitgegeven. Het Science and Innovation Budget specificceert uitgaven per financieringsprogramma, zodat investeringen in en uitgaven aan onderzoeksfaciliteiten jaarlijks kunnen worden gevolgd (DIISR, 2008).

TABEL 1: Fondsen en programma's voor financiering van onderzoeksfaciliteiten - Australië

	beschrijving	middelen
National Collaborative Research Infrastructure Strategy (NCRIS)	Onderzoekers voorzien van grote onderzoeksfaciliteiten, een ondersteunende infrastructuur en netwerken, noodzakelijk voor onderzoek van wereldklasse. Financiering van de totale ('whole-of-life') kosten, inclusief de kosten van ontwikkeling, bouw, vernieuwing en operationele kosten van bestaande en nieuwe faciliteiten. Financiële steun voor toegang tot buitenlandse onderzoeksfaciliteiten. Geen financiering van onderzoeksprogramma's.	AUS\$542 miljoen voor de periode 2005-2011, verdeeld over 12 'NCRIS priority areas'
Research Infrastructure Block Grants Scheme (RIBG)	Verbeteren van ontwikkeling en onderhoud van onderzoeksinfrastructuur van instellingen van hoger onderwijs. Financieren van projectgerelateerde infrastructuurkosten. Tekortkomingen in de huidige onderzoeksinfrastructuur oplossen. Middelen verdeeld op basis van succes van instellingen in het aantrekken van onderzoeksgelden in onderlinge concurrentie in het voorgaande jaar.	AUS\$137 miljoen (2003)

Zie vervolg TABEL 1 op volgende pagina

Vervolg TABEL 1

	beschrijving	middelen
Linkage Infrastructure, Equipment and Facilities (LIEF)	Financiering van grootschalige samenwerkingsverbanden waarin kostbare onderzoeksinfrastructuur, apparatuur en faciliteiten gedeeld worden. Enige instrument dat specifiek is bedoeld voor faciliteiten gericht op regionale of institutionele strategieën.	In 2008 voorstellen ter waarde van AUS\$33 miljoen goedgekeurd voor de periode 2008-2011 (gemiddeld AUS\$0,5 miljoen per aanvraag)
Institutional Grants Scheme (IGS)	Eenmalige subsidie, toegekend op basis van prestatie, waarmee instellingen van hoger onderwijs kunnen voorzien in hun onderzoeksbehoeften, zoals investeringen in onderzoeksinfrastructuur.	AUS\$278 miljoen (2003) voor financiering van onderzoeksinfrastructuur
Cooperative Research Centres (CRC) Programme	Financiering van langetermijn- samenwerkingsverbanden in onderzoek, ontwikkeling en onderwijs. Matchingsverplichting in cash of in natura (zoals expertise en onderzoeksfaciliteiten).	AUS\$16 miljoen (2003-2004) voor financiering van onderzoeksinfrastructuur

Bronnen: Australian Research Council (ARC); (DEST, 2004, 2006).

Duitsland

De Duitse overheid geeft jaarlijks enkele honderden miljoenen uit aan grootschalige onderzoeksfaciliteiten en grote wetenschappelijke apparatuur (BMBF, 2006, 2007, 2008). Het is echter moeilijk om een goed overzicht te maken van de uitgaven en geplande investeringen in grootschalige faciliteiten. De relevante wet- en regelgeving en het institutionele kader zijn in de afgelopen jaren veranderd. De financiering is verdeeld over Bund en Länder. En het grootste deel van de uitgaven (ca. 60%) wordt geadmistreerd op instellingsniveau, zowel door universiteiten als door de grote onderzoekscentra (Max Planck, Helmholtz, Leibnitz, en Fraunhofer). Informatie over uitgaven aan faciliteiten is tot op zekere hoogte te traceren, maar de Duitse situatie is verre van transparant.

TABEL 2: Fondsen en programma's voor financiering van onderzoeksfaciliteiten - Duitsland

	Beschrijving	middelen
Ausführungsvereinbarung Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten (AV-FuG)	Financiering van grote wetenschappelijke apparatuur aan universiteiten, van uitstekende wetenschappelijke kwaliteit en van nationaal belang, met investeringskosten van tenminste €5 miljoen	€170 miljoen (50% Bund; 50% Land) (begroting 2008). Totale investeringen gepland van 2007-2008 tot 2010-2012 €349,8 miljoen
Bundeshaushaltsplan – Forschungs- und Wissenschafts-einrichtungen, Ausgaben für Investitionen	Totale federale uitgaven aan investeringen in wetenschappelijke instellingen, inclusief apparatuur, gebouwen en andere kapitaalgoederen.	€556,5 miljoen (2007)

Zie vervolg TABEL 2 op volgende pagina

Vervolg TABEL 2

	Beschrijving	middelen
DFG-Förderprogramm 'Forschungs-großgeräte'	Financiering van grote wetenschappelijke apparatuur aan universiteiten ('Forschungsgroßgeräte nach Art. 91b GG'), deels door de DFG en deels door het Land waar de universiteit gevestigd is. De apparatuur moet uitstekende wetenschappelijke kwaliteit en van nationaal belang zijn, overwegend voor onderzoek gebruikt worden (tenminste 75% van de tijd) en inclusief toebehoren tenminste €200.000 kosten. Voor deze categorie faciliteiten wordt een prioritering gemaakt.	onbekend
'Nicht-Forschungs-großgeräte'	Overige apparatuur met investeringskosten van tenminste €200.000 wordt door het Land gefinancierd, zonder bijdrage van de Bund ('Großgeräte der Länder nach Art. 143c GG'). Dergelijke apparatuur mag echter wel voor niet-onderzoeksdoeleinden gebruikt worden (onderwijs, medische behandeling).	onbekend
'Sonstige Geräte'	Overige apparatuur met een waarde van minder dan €200.000 moet door universiteiten uit eigen middelen worden gefinancierd.	onbekend
Vernetzte Arbeitsplatz-rechner für Wissenschaftler (WAP)	Programma voor de financiering van computerclusters en -netwerken voor wetenschappelijk onderzoek, waarmee binnen vakgebieden middelen en informatie gedeeld worden en wordt samengewerkt en die met andere nationale en internationale netwerken verbonden zijn. Een dergelijk cluster vormt een onderzoeksfaciliteit (Großgerät).	onbekend
Bijdragen aan internationale faciliteiten	CERN, ESO, ESRF, ILL, ETW, EMBL/EMBC en andere Europese en internationale wetenschappelijke instellingen	€245 miljoen (begroting 2008)

Bronnen: (AV-FuG, 2007). Eckdaten zum Haushalt 2009: Einzelplan des BMBF - Epl. 30. Förderung von Forschungsbauten auf der Grundlage der Ausführungsvereinbarung Forschungsbauten und Großgeräte: Liste der in die Förderung aufgenommenen Bauvorhaben.

Spanje

De informatie over de financiering van onderzoeksfaciliteiten in Spanje is evenmin gemakkelijk in kaart te brengen. In 2008 is het Nationaal Programma voor Wetenschappelijke en Technologische Infrastructuren geïntroduceerd waarin bedragen zijn gereserveerd voor specifieke doeleinden. Dit programma is onderdeel van het Spaanse Nationale Plan voor Wetenschappelijk Onderzoek, Ontwikkeling en Technologische Innovatie 2008-2011 (FECYT, 2008), een strategisch plan waarvoor jaarlijks een implementatieplan wordt gemaakt dat specifieke acties omschrijft en daar bedragen voor reserveert. De totale lopende uitgaven aan de 22 grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn wel bekend, maar meer gedetailleerde informatie ontbreekt. Het totale bedrag aan geplande investeringen is hoog, maar een aanzienlijk deel (tenminste de helft) betreft uitgaven voor regionale ontwikkeling. Het Spaanse model is expliciet gebaseerd op het benutten van de synergetische effecten van investeringen in onderzoeksinfrastructuren.

TABEL 3: Fondsen en programma's voor financiering van onderzoeksfaciliteiten - Spanje

	Beschrijving	middelen
Instalaciones Científico-Tecnológicas Singulares; ICTS	Totale financiering van de 22 bestaande grootschalige onderzoeksfaciliteiten met een ICTS- keurmerk.	€458,5 miljoen (2008)
Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas	Financiering van nieuwe wetenschappelijke en technologische centra en faciliteiten, van onderhoud en verbetering van bestaande centra en faciliteiten en faciliteren van de beschikbaarheid en verbetering van wetenschappelijk-technische apparatuur voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie. Het programma streeft ook naar een toename van publiek-private samenwerking, naar internationale deelname en naar een goede regionale verdeling van activiteiten. Initiatieven worden ondernomen in zes gebieden:	
	– Ontwikkeling, levensvatbaarheid, toegang en verbetering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten (Instalaciones Científico-Tecnológicas Singulares; ICTS)	€26,4 miljoen (2008)
	– Activiteiten ten aanzien van wetenschappelijke en technologische parken (science parks)	€1,137,6 miljoen (2008)
	– Vorming en consolidatie van technologiecentra	€10,1 miljoen (2008)
	– Aanschaf van wetenschappelijk-technologische infrastructuur in agrofood R&D-centra	€10,0 miljoen (2008)
	– Projecten ten aanzien van wetenschappelijk-technologische infrastructuur met cofinanciering uit het Europese Structuurfonds	€150,0 miljoen (2008)
	– Steun voor de invoering van administratiesystemen en R&D-afdelingen in industriële bedrijven	€12,0 miljoen (2008)
Bijdragen aan internationale faciliteiten		€224 miljoen (2005)

Bronnen: (CICYT, 2008; FECYT, 2006, 2008)

Verenigd Koninkrijk

In het Verenigd Koninkrijk zijn de kapitaalkosten van wetenschappelijk onderzoek per Research Council gespecificeerd. Uitgaven aan de diverse programma's voor investeringen in infrastructuur, waarvan sommige specifiek voor instrumenten en faciliteiten en andere voornamelijk voor gebouwen, computers en standaard ('off-the-shelf') apparatuur, zijn goed in kaart gebracht. Ook heeft het National Audit Office (de Britse Rekenkamer) onderzoek gedaan naar het beheer van de middelen van het Large Facilities Capital Fund waaruit investeringen in de grootste onderzoeksfaciliteiten worden gefinancierd (NAO, 2007).

TABEL 4: Fondsen en programma's voor financiering van onderzoeksfaciliteiten - Verenigd Koninkrijk

	beschrijving	Middelen
Large Facilities Capital Fund (LFCF)	Grootschalige onderzoeksfaciliteiten volgens meest recente roadmap van groot strategisch belang, die op korte of middellange termijn gebouwd moeten worden, maar die niet met goed fatsoen uit budgetten van Research Councils bekostigd kunnen worden. Dit betreft ook de ESFRI-projecten. LFCF vergoedt de kapitaalkosten van nieuwe nationale en internationale faciliteiten, de uitbreiding of verbetering van bestaande faciliteiten en het vernieuwen of vervangen van bestaande faciliteiten.	£104,7 miljoen (2007/8) oplopend tot £265 miljoen (2010/11)
Science Research Investment Fund (SRIF)	Tijdelijke regeling bedoeld om de kapitaalgoederen van Britse universiteiten weer op peil te brengen door het verschaffen van nieuwe wetenschappelijke apparatuur en infrastructuur. Universiteiten moeten zelf tenminste 10% bijdragen aan totale kosten van SRIF-projecten, maar geven dikwijls meer. Aanvullende bijdragen door regionale Higher Education Funding Councils.	£300 miljoen (2007-2008) aflopend naar £25 miljoen (2010-2011)
Capital Investment Fund (CIF)	Opvolger van de SRIF. CIF financiert instellingen (Higher Education Institutions) in verhouding tot de financiering die ze ontvangen van de Research Councils. Voorbeelden van subsidies zijn opknopbeurten voor onderzoeksruimten, aankoop van onderzoeksapparatuur en investeringen in IT-infrastructuur.	£135 miljoen (2007/8) oplopend naar £190 miljoen (2010/11) met overgangsregeling voor SRIF
Facility Development Grant Scheme	Ondersteunt onderzoekers uit universiteiten en publieke onderzoeksinstituten die met experts uit de instellingen werken aan het verbeteren van het instrumentarium en de apparatuur van deze faciliteiten.	£2,3 miljoen (2007/8)
Research Councils UK	Verdelen middelen van het wetenschappelijke budget (Science Budget) over de verschillende onderzoeksvelden. Op de begroting staan de kapitaaluitgaven expliciet vermeld. Het Science & Technology Facilities Council beheert de Britse grootschalige onderzoeksfaciliteiten en internationale onderzoeksprojecten rond faciliteiten en voorziet de regering van strategisch advies over hun ontwikkeling.	Kapitaaluitgaven £290 miljoen in 2007/08 (ca. 10% van de totale uitgaven)
Higher Education Funding Councils	Aanvullende financiering van wetenschappelijke kapitaalgoederen door regionale Higher Education Funding Councils uit het eigen kapitaalbudget. Fondsen worden gevoegd bij financiering uit het CIF.	HEFC England £266 miljoen (2007/8)
Subscriptions to international facilities	Bijdragen aan zeer grote onderzoeksfaciliteiten die niet door een enkel land kunnen worden gefinancierd (zoals CERN, ESA, ESO, en ESRF) worden apart vermeld op de Onderzoeksbegroting (Science Budget).	onbekend

Bronnen: (DIUS, 2007; DTI, 2005; JM Consulting Ltd, 2006)

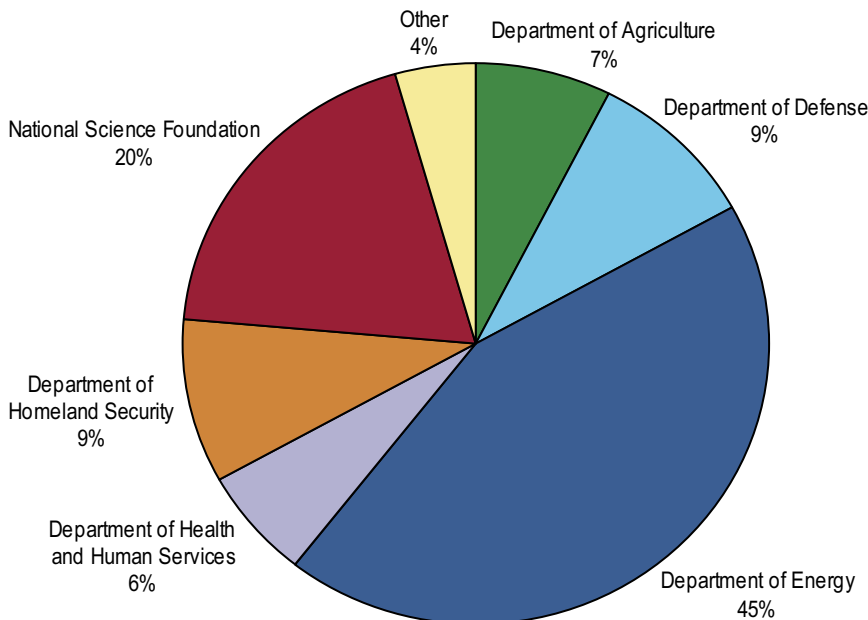
Verenigde Staten van Amerika

Investerings in en uitgaven aan onderzoeksfaciliteiten in de Verenigde Staten zijn verdeeld over verschillende federale overheidsorganisaties, met een hoofdrol voor NASA, het Department of Energy en de National Science Foundation (NSF). De systematiek van de Amerikaanse financiën werkt een hoge mate van transparantie in de hand. De verschillende departementen dienen jaarlijks een begrotingsaanvraag in bij het Congres en concurreren zo met andere departementen om financiële middelen. Voor de grootste investeringen, zoals in grootschalige nationale onderzoeksfaciliteiten, is politieke goedkeuring noodzakelijk (door het

Congres). Het gevolg is dat er goede, gedetailleerde informatie is over de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten op het niveau van individuele programma's en projecten (NASA, 2008; NSF, 2007b).³ Wel is deze informatie verspreid over de verantwoordelijke organisaties en wordt op federaal niveau alleen gerapporteerd over investeringen in 'R&D-plant' (NSF, 2007a).

De Major Research Equipment and Facility Construction (MREFC) Program is het meest in het oog springende individuele NSF-instrument gericht op de grootste onderzoeksfaciliteiten. De NSF is echter niet de grootste investeerder (zie FIGUUR 1). Het Department of Energy (DOE) geeft van alle partijen het meest uit aan de bouw van nieuwe faciliteiten en het onderhoud van bestaande faciliteiten in haar 21 laboratoria.⁴ Het bijzondere van het DOE is dat ook upgrades als project worden uitgevoerd en gefinancierd (GAO, 2008). Dit kenmerkt de langetermijn aanpak van de financiering van Amerikaanse onderzoeksfaciliteiten.

FIGUUR 1: Federale uitgaven aan 'R&D-plant', zonder NASA, 2006 (voorlopige cijfers; duizenden dollars)



Bron: (NSF, 2007a)

³ Er is alleen gekeken naar de financiële verantwoording op federaal niveau en er is niet gezocht naar informatie over de financiering door individuele staten of door andere partijen.

⁴ De uitgaven van NASA bestaan voor een groot deel uit de kosten van het International Space Station.

TABEL 5: NSF-programma's voor financiering van onderzoeksfaciliteiten - Verenigde Staten

	beschrijving	middelen
Major Research Equipment and Facility Construction (MREFC)	Financieren van projecten die zo groot zijn dat ze een verstorend effect zouden hebben op het basisonderzoeksprogramma in een discipline. Kenmerken van MREFC-projecten zijn: een transformerend effect op een onderzoeksveld; het grootste potentieel voor de opleiding van toekomstige wetenschappers; van belang voor de natie en relevant voor nationale prioriteiten en behoeften; de aanvragers hebben de hoogste wetenschappelijke kwalificaties; het projectmanagement is van de hoogste kwaliteit. Financiering is beperkt tot bouw, aankoop en aanbesteding van kapitaalgoederen. Geen financiering van planning voorafgaand aan bouw, van operationele kosten en onderhoud, van onderzoeksprogramma of gebruik voor onderwijsdoeleinden. Het MREFC financiert hooguit 1 nieuw project per jaar met een gemiddelde toekenning van US\$150 miljoen. Het geld is beschikbaar totdat het is uitgegeven ('no-year money'). De jaarlijkse financiering voor ieder project wordt door het Congres vastgesteld.	US\$244,7 miljoen (FY 2008)
Major Research Instrumentation Program (MRI)	Stimuleert de ontwikkeling en aankoop van onderzoeksapparatuur voor gezamenlijk en inter-institutioneel gebruik (mede in samenwerking met particuliere partijen) om zo de toegang tot wetenschappelijke en technische apparatuur voor wetenschappelijk onderzoek en onderwijs in instellingen van hoger onderwijs, onderzoeksmusea and non-profit onderzoeksinstellingen te verbeteren.	US\$114 miljoen (2007) aan 222 projecten voor een gemiddelde omvang per project van ca. US\$0,5 miljoen

Bronnen: (NSF, 2007a, 2007c)

Zweden

De financiering van onderzoeksfaciliteiten is in Zweden vrij eenvoudig gestructureerd. Afgezien van eigen investeringen door instellingen uit de basisfinanciering, zijn er twee bronnen van financiering voor onderzoeksfaciliteiten. De Zweedse Onderzoeksraad (Vetenskapsrådet) beheert het overgrote deel van de publieke middelen voor dergelijke investeringen. De strategische langetermijnplanning en het opstellen van de Zweedse roadmap zijn ondergebracht in het Comité voor onderzoeksinfrastructuur (Kommittén för forskningsinfrastruktur; KFI). De tweede bron is een particuliere, non-profit stichting, de Knut och Alice Wallenbergstiftelse. De betrekkelijke eenvoud betekent dat ook de financiële informatie goed zichtbaar is. De centrale overheidsbegroting specificeert de uitgaven aan gedeelde infra-structuren, zoals de Koninklijke Bibliotheek en het Swedish University Computer Network (SUNET). Het jaarverslag van de Vetenskapsrådet geeft gedetailleerd inzicht in de jaarlijkse begroting voor specifieke onderzoeksfaciliteiten, inclusief de bijdragen aan internationale faciliteiten (Vetenskapsrådet, 2007a).

TABEL 6: Middelen voor de financiering van onderzoeksfaciliteiten - Zweden

	Beschrijving	middelen
Vetenskapsrådet	Voornaamste financier van wetenschappelijk onderzoek in Zweden. De Vetenskapsrådet beheert de middelen waaruit (grootschalige) onderzoeksfaciliteiten worden gefinancierd en wel in vijf stromen:	
	– SUNET (universitaire IT infrastructuur)	SEK 170 miljoen (2007)
	– Europese aanvragen voor financiering van onderzoeksinfrastructuur	SEK 2 miljoen (2007) voor 4 projecten
	– Bijdragen aan Europese onderzoeksinfrastructuren en samenwerkingsverbanden	SEK 300 miljoen (2007)
	– Reguliere kapitaalkosten van verschillende wetenschappelijke gebieden	SEK 152 miljoen (2007) waarvan 89 miljoen voor kostbare apparatuur en 23 miljoen voor databases
	– Een aparte reservering voor investeringen in onderzoeksfaciliteiten en wetenschappelijke apparatuur, die niet in de totale uitgaven van de Vetenskapsrådet is opgenomen maar is gerelateerd aan de Zweedse roadmap voor grootschalige onderzoeksfaciliteiten	SEK 671 miljoen (2007)
Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse	Financiert onder meer kostbare wetenschappelijke uitrusting.	SEK 350 miljoen (2007) (ca. 37% van de totale uitgaven)

Bronnen: (Forskning.se, 2003; Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse, 2007; Vetenskapsrådet, 2007a)

3.2 Instrumenten gericht op de grootste faciliteiten

De zeven vergelijkingslanden hebben ieder een instrument dat specifiek is gericht op de grootste onderzoeksfaciliteiten. Landen met een roadmap gebruiken deze instrumenten om prioriteiten te vertalen in investeringen. TABEL 7 geeft een overzicht.

De gangbare financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten is een instrument dat alleen de kosten vergoedt die zijn gemoeid met de constructie van de faciliteit. In Duitsland en Zweden wordt alleen over investeringen gesproken. Spanje heeft een breed programma waarvan maar een deel van de uitgaven met onderzoeksfaciliteiten verband houdt. De Deense uitgaven zijn alleen bestemd voor de ontwikkeling en constructie van faciliteiten en voor de participatie in internationale faciliteiten. Het MREFC-programma van de Amerikaanse National Science Foundation vergoedt alleen de bouw, aankoop en aanbesteding van faciliteiten; alle overige kosten, inclusief de operationele, moeten uit de reguliere onderzoeksfinanciering (of uit externe middelen) worden betaald. Het Britse LFCF vergoedt ook de uitbreiding, verbetering en vervanging van bestaande faciliteiten. Alleen in Australië wordt met de totale

(‘whole-of-life’) kosten van grootschalige onderzoeksfaciliteiten rekening gehouden, uitgezonderd de kosten van het gebruik.⁵

Het bijzondere aan de Amerikaanse en Britse instrumenten is dat ze het karakter van een fonds hebben waarin voor iedere onderzoeksfaciliteit een bedrag beschikbaar is totdat het is uitgegeven (zogenoeten ‘no-year money’). In de overige gevallen wordt hierover geen uitspraak gedaan en lijkt het te gaan om bedragen die gedurende een begrotingsjaar of binnen een bepaalde periode moeten worden besteed.

TABEL 7: De belangrijkste instrumenten en programma’s voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten in zes landen, ca. 2007

land	instrument	uitgaven per jaar (miljoen €)	
Australië	National Collaborative Research Infrastructure Strategy (NCRIS)	47	gemiddeld 2005-2011
Denemarken	National Programme for Research Infrastructures 2007-2009	27	2007
Duitsland	Ausführungs-vereinbarung Forschungs-bauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten (AV-FuG)	170	begroting 2008; daarnaast een onbekend bedrag aan investeringen in niet-universitaire instellingen ^{a)}
Spanje	Programa Nacional de Infraestructuras Científico-Tecnológicas	176	2008; €150 uit het Europese Structuurfonds
Verenigd Koninkrijk	Large Facilities Capital Fund (LFCF)	127	2007/08
Verenigde Staten	Major Research Equipment and Facility Construction (MREFC)	193	FY 2008; in 2006 gaf het Department of Energy €662 miljoen uit aan ‘R&D-plant’
Zweden	Swedish Research Council (Vetenskapsrådet)	65	2007

^{a)} Met name Helmholtz-Gemeinschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, Leibniz-Gemeinschaft en Max-Planck-Gesellschaft.

De gegevens in TABEL 7 hebben betrekking op kleine en grote landen. De bedragen kunnen niet zonder meer worden vergeleken, maar moeten worden genormaliseerd. In TABEL 8 wordt de omvang van het fonds of programma voor ieder land gerelateerd aan de totale onderzoeksuitgaven. Hierbij moeten twee kanttekeningen worden gemaakt. Het Spaanse programma heeft een bredere doelstelling – met name gericht op regionale ontwikkeling – en de feitelijke uitgaven aan onderzoeksfaciliteiten zijn lager. De Amerikaanse MREFC vertegenwoordigt maar een beperkt deel van de totale uitgaven aan grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Met name het Department of Energy is in dit opzicht van belang. In de tabel zijn we uitgegaan van de totale uitgaven aan ‘R&D-plant’, exclusief NASA.

De geschatte percentages in TABEL 8 laten zien dat de geplande investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten van betrekkelijk bescheiden omvang zijn ten opzichte van de totale uitgaven aan onderzoek. De schijn bedriegt echter. De totale uitgaven die uit een investeringsbeslissing voortvloeien zijn substantieel hoger. In ‘Groot in 2008’ werd een aantal faciliteiten gevonden die primair een maatschappelijk belang dienen maar daarnaast wetenschappelijk gebruikt worden. Hun financiering komt voor een belangrijk deel uit andere

⁵ “Due regard should be given to the whole-of-life costs of major infrastructure, with funding available under NCRIS for operational costs where appropriate.” (DEST, 2006)

bronnen dan de hier geanalyseerde, met name uit de begrotingen van de vakdepartementen. Daar komt nog bij dat het gaat om zeer grote projecten: de middelen worden geconcentreerd in een enkel project binnen een enkel gebied en het effect van een investering is lokaal groot.

TABEL 8: Uitgaven aan grootschalige onderzoeksfaciliteiten uit de voornaamste instrumenten en fondsen ten opzichte van totale onderzoeksuitgaven (%)

	als percentage van de totale uitgaven aan R&D ^{a)}	als percentage van de R&D-uitgaven van de overheid ^{b)}	als percentage van uitgaven aan R&D in het hoger onderwijs ^{c)}
Australië	0.6	1.8	2.0
Denemarken	0.5	1.7	2.2
Duitsland	0.3	1.0	1.8
Spanje ^{e)}	1.8	2.4	6.2
VK	0.4	1.1	1.8
VS ^{d)}	0.6	1.5	4.2
Zweden	0.7	2.9	3.4
<i>Gemiddeld</i>	<i>0.7</i>	<i>1.8</i>	<i>3.1</i>
<i>Gemiddeld excl. Spanje</i>	<i>0.5</i>	<i>1.7</i>	<i>2.6</i>
<i>Nederlandse uitgaven nodig voor gemiddeld investeren, miljoenen euro's ^{f)}</i>			
–volgens gemiddelde 7 landen	60,2	62,9	74,5
–volgens gemiddelde excl. Spanje	44,5	59,3	61,8

Bron: TABEL 7: (NSF, 2007a; OECD, 2007). OECD, GDP PPPs and Derived Indices for all OECD Countries, 2007

^{a)} Gross expenditure on R&D (GERD), 2005. ^{b)} Government budget appropriations for R&D (GOVERD), 2006. ^{c)} Higher education expenditure on R&D (HERD), 2005. ^{d)} Uitgaande van de totale uitgaven aan R&D plant exclusief NASA. ^{e)} Inclusief regionale ontwikkelingsgelden. Omrekening bedragen in dollars naar euro's met de koopkrachtpariteiten van de OECD. ^{f)} De investeringen voor gemiddeld presteren zijn berekend door de gemiddelde percentages in iedere kolom te vermenigvuldigen met het niveau van de Nederlandse uitgaven aan R&D in miljoenen euro's

Op basis van de gemiddelde percentages van de zeven landen in TABEL 8 kunnen we een indicatie geven van de omvang van de investeringen die aan de Nederlandse roadmap gekoppeld zouden moeten worden. Uitgaande van de publieke R&D-uitgaven in 2005 (OECD, 2007) moet Nederland, om op een *gemiddeld* niveau te investeren in grootschalige onderzoeksfaciliteiten, jaarlijks €60 miljoen à €75 miljoen uitgeven.⁶

3.3 Structureel versus incidenteel

Er is in Nederland weinig structurele financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Het grootste deel van de investeringen is incidenteel. Aan de andere kant zijn investerings-

⁶ Deze berekening houdt geen rekening met eventuele historisch opgebouwde onderinvesteringen of met verschillen tussen de samenstelling van het wetenschappelijk onderzoek in landen (met name 'apparaatintensieve' versus 'niet-apparaatintensieve' disciplines). Het gaat alleen om totale investeringen in nieuwe faciliteiten op nationaal niveau.

beslissingen weliswaar incidenteel (of ad hoc), maar wordt er jaarlijks gemiddeld €50 miljoen geïnvesteerd. De uitwerking van incidentele beslissingen wordt zo structurele financiering.⁷ Daarnaast worden onderzoeksfaciliteiten die van blijvend maatschappelijk belang zijn, structureel gefinancierd vanuit vakdepartementen.

Het Duitse systeem van financiering is vergelijkbaar met dat van Nederland. Duitsland heeft instrumenten zoals NWO-Groot en NWO-Middelgroot, terwijl de overige financiering plaatsvindt op het niveau van instellingen. Zweden en Spanje hebben sinds kort bedragen gereserveerd voor investeringen in faciliteiten. De systematiek van Australië, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten is nadrukkelijk anders. De Angelsaksische landen hebben instrumenten die een structurele basis vormen voor de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Financiële middelen worden voor meerdere jaren vooruit gereserveerd en programma's worden jaarlijks met een bepaald bedrag aangevuld. Gelden worden beschikbaar gesteld voor de duur van een project, over de grenzen van begrotingsjaren heen.⁸ De beschikbaarheid van middelen is zodoende gegeven. De ontwikkeling van faciliteiten is uiteraard gebonden door de beschikbaarheid van gelden, maar is de uitkomst van langetermijnplanning.

Een centraal advies van de commissie Van Velzen is dat grootschalige onderzoeksfaciliteiten structurele financiering moeten krijgen. De commissie presenteert een aantal opties voor financiering.

- *Een fonds waarin jaarlijks €125 miljoen wordt gestoken.* Dit voorstel herhaalt een eerdere aanbeveling van de Commissie Nijkamp om een structureel budget voor investeringen in grootschalige faciliteiten te creëren ter grootte van minimaal €125 miljoen (Innovatieplatform, 2005, p. 36). Ook sluit het aan bij vragen uit het veld om een apart budget waarmee Nederland snel kan inspelen op nieuwe mogelijkheden op internationaal niveau (Frinking, Ligvoet, Van der Linde, & Vader, 2001).
- *Een speciale budgetlijn op de begroting van het ministerie van OCW.*
- *Een fonds in het onderzoeksveld naar het voorbeeld van het bouwfonds voor academische ziekenhuizen.*
- *Het gebruiken van de Risk Sharing Finance Facility (RSFF) van de Europese Commissie en de Europese Investeringsbank.* De RSFF is gericht op investeringen met een meer dan gemiddeld risico, met name in R&D en innovatie. Ze is toegankelijk voor private en publieke partijen – inclusief universiteiten en andere kennisinstellingen – en wordt expliciet beschikbaar gesteld voor onderzoeksinfrastructuren. Wel moet de lening worden terugbetaald, hetgeen in een businessplan moet worden onderbouwd.
- *Betere benutting van de mogelijkheden voor publiek-private (co)financiering van faciliteiten.* Dit sluit aan bij de geconstateerde mogelijkheden voor 'facility sharing' (Bureau Bartels B.V., 2004) en de initiatieven richting 'open innovatie' in het bedrijfsleven.

⁷ Mededeling vanuit OCW tijdens de presentatie van de Nederlandse roadmap op 26 september 2008. Het is overigens niet duidelijk of het bedrag van €50 miljoen alleen betrekking heeft op grootschalige onderzoeksfaciliteiten of op alle faciliteiten.

⁸ In de Verenigde Staten moet het Congres jaarlijks goedkeuring geven.

- *Het inzetten van middelen uit het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO), een van de Structuurfondsen van de Europese Unie.* Dit fonds beoogt het verkleinen van economische verschillen tussen Europese regio's en doet dit onder andere door investeringen in de infrastructuur voor onderzoek en innovatie. Het Spaanse programma voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten wordt voor een belangrijk deel vanuit het EFRO gefinancierd.

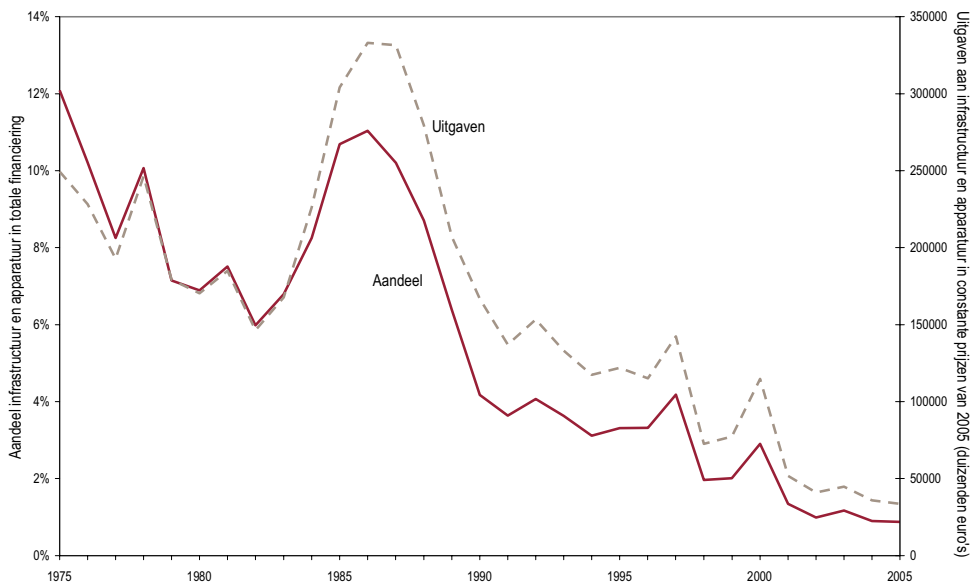
Structurele financiering gaat echter om meer dan alleen geld. In de volgende hoofdstukken analyseren we de transparantie van de financiering en de risico's en consequenties van een investering in een grootschalige onderzoeksfaciliteit. De uitkomsten daarvan kunnen worden gebruikt om de systematiek van structurele financiering nader uit te werken.

4 Transparantie

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de uitgaven aan de Nederlandse onderzoeksinfrastructuur in de afgelopen 30 jaar steeds minder inzichtelijk zijn geworden (Versleijen et al., 2007). Dit onderzoek heeft drie observaties opgeleverd. Allereerst is het zicht op de financiering van onderzoeksfaciliteiten sterk verslechterd. Onderzoeksfaciliteiten zijn in de loop der jaren integraal onderdeel geworden van onderzoeksfinanciering; onderzoek en faciliteiten worden tegenwoordig grotendeels uit hetzelfde type instrument gefinancierd. FIGUUR 2 laat zien hoe uitgaven aan onderzoeksfaciliteiten geleidelijk uit het beeld zijn geraakt.

Ten tweede is het aantal instrumenten en regelingen voor onderzoeksfinanciering sterker toegenomen dan de hoeveelheid middelen. Waar het belang van grootschalige onderzoeksfaciliteiten alleen maar toeneemt, wordt het zo steeds moeilijker de middelen voor grote investeringen bijeen te brengen. Ten derde bleek het bijzonder moeilijk om de hoogte en ontwikkeling van de uitgaven die met de investeringen in en het gebruik van onderzoeksfaciliteiten gemoeid zijn te reconstrueren.

FIGUUR 2: Geoomerkte uitgaven aan onderzoeksinfrastructuur en -apparatuur, 1975-2005



Bron: (Versleijen et al., 2007)

Opmerking: bedragen gecorrigeerd voor inflatie en hun procentuele aandeel in de totale overheidsuitgaven aan wetenschappelijk onderzoek

De Nederlandse situatie zou een weerspiegeling kunnen zijn van algemene veranderingen in de financiering van wetenschappelijk onderzoek. Mogelijk is het in het algemeen moeilijk om de uitgaven aan onderzoeksfaciliteiten te onderscheiden van reguliere uitgaven aan onderzoek. Hoe transparant is de financiering in andere landen?

In alle landen die in paragraaf 3.1 zijn beschreven, is informatie te vinden over investeringen in onderzoeksfaciliteiten. In het algemeen zijn lopende uitgaven aan bestaande onderzoeksfaciliteiten niet of nauwelijks beschikbaar. Dergelijke uitgaven zijn waarschijnlijk onderdeel van de algemene infrastructurele uitgaven in de begrotingen van individuele kennisinstellingen, waarin ook de kosten van huisvesting, computers, software en andere kapitaalgoederen zijn begrepen. In de Verenigde Staten moeten deze kosten bijvoorbeeld in individuele onderzoeksaanvragen worden gespecificeerd. Dit maakt het moeilijk om een volledig overzicht te krijgen van het totaal van de lopende uitgaven.

De Angelsaksische landen lijken veel beter zicht te hebben op de investeringen in onderzoeksfaciliteiten dan de overige landen. Deze landen hebben al langer ervaring met de prioritering van investeringen in onderzoeksfaciliteiten. De Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk hanteren een strakke planning van de ontwikkeling, de bouw en het gebruik van grootschalige faciliteiten. De financieringssystematiek van deze twee landen dwingt in zekere zin transparantie af. In het Verenigd Koninkrijk zijn alle publieke kennisinstellingen verplicht om de volledige economische kosten ('Full Economic Costs') van activiteiten in acht te nemen, inclusief directe en indirecte kosten, belastingen, afschrijvingen en herinvesteringen in infrastructuur. Om de naleving van deze regels te kunnen aantonen, moeten kosten expliciet worden gemaakt. In de Verenigde Staten is voor de grootste investeringen, zoals in grootschalige, nationale onderzoeksfaciliteiten, politieke goedkeuring noodzakelijk. Het gevolg is dat er goede, gedetailleerde informatie is over de financiering van en uitgaven aan grootschalige onderzoeksfaciliteiten op het niveau van individuele programma's en projecten (NASA, 2008; NSF, 2007b). Overigens betekent het inzichtelijk maken van de kosten niet dat faciliteiten kostendekkend moeten werken (Van Rhee, Galama, Horlings, Lankhuizen, & Nooij, 2006, pp. 14-15).

Het kost meer moeite om een beeld te krijgen van de financiering in Duitsland en Spanje, maar uiteindelijk is voor deze landen de investering in onderzoeksfaciliteiten tot op zekere hoogte inzichtelijk te maken. Een voordeel is dat het aantal relevante regelingen en instrumenten voor de structurele financiering van faciliteiten beperkt is. Gedetailleerde informatie is echter moeilijk te vinden en, anders dan in de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk, is er geen verplichting om de uitgaven aan onderzoeksfaciliteiten expliciet te vermelden.

Het risico van onvoldoende zicht op investeringen en andere kosten is dat er een achterstand in investeringen kan ontstaan die in de loop van de tijd steeds groter wordt. In het Verenigd Koninkrijk en Spanje zijn onderinvesteringen in de universitaire infrastructuur aanleiding geweest om nieuwe instrumenten voor investeringen in infrastructuur te ontwikkelen die de transparantie van financiering vergroten. Het Britse systeem van publieke onderzoeksfinanciering bleek niet duurzaam te zijn. Vanaf ongeveer 1990 namen onderzoek en training voor externe partijen sterk toe ten opzichte van de basisfinanciering ('Quality-Related funding'). De inkomsten uit externe opdrachten dekten echter niet de volledige kosten. Universiteiten moesten schaarse basisfinanciering inschakelen of de langetermijnkosten van extern onderzoek ongedekt laten. Een van de gevolgen was dat de onderinvesteringen in de universitaire infrastructuur, die historisch gegroeid waren, werden vergroot. Het probleem werd nog versterkt doordat de instellingen weinig inzicht hadden in hun kosten (HM Treasury, DfES, & DTI, 2004, p. 38).

Het gebrek aan transparantie in de Nederlandse financiering van grootschalige onderzoeks-faciliteiten is derhalve niet inherent aan de aard van dit type investering. Een deel van het gebrek aan inzichtelijkheid kan worden toegeschreven aan de systematiek van financiering. In dit opzicht is Nederland vergelijkbaar met Duitsland, Zweden en Spanje. Specifiek voor Nederland is het versnipperde en incidentele karakter van veel investeringen in grootschalige faciliteiten. Deze factoren maken de financiering van faciliteiten minder transparant dan elders.⁹

⁹ In een onderzoek van RAND Europe naar de behoefte aan investeringen in wetenschappelijke uitrusting werd opgemerkt dat de beschikbaarheid en kwaliteit van financiële informatie over investeringen kan worden verbeterd (Frinking et al., 2001).

5 Risico's en risicobeheersing

De gevolgen van een investering in een grootschalige onderzoeksfaciliteit strekken zich uit over meerdere jaren, mogelijk zelfs decennia. Het gaat om veel geld en grote belangen van diverse partijen, waaronder actoren die niet direct met de faciliteit te maken hebben. De omvang en complexiteit van een faciliteit en de hoogte van de bedragen die met de investering zijn gemoeid, leiden tot een aantal verschillende risico's. Dit hoofdstuk beschrijft wat we weten over deze risico's en over de manieren om ze te beheersen.

5.1 Risico's

De ontwikkeling van een onderzoeksfaciliteit kent verschillende soorten risico. In een presentatie over de kostenramingen van de International Linear Collider (de opvolger van de Large Hadron Collider), onderscheidt Peter Garbincius vier soorten risico.¹⁰

1. *Ontwerprisico's* zijn afhankelijk van het stadium waarin het ontwerp van onderdelen van de faciliteit zich bevindt. Hoe verder het ontwerp van de praktijk is verwijderd, des te groter is het risico.
2. *Technische risico's* worden bepaald door de aard van de technologieën die in de faciliteit moeten worden verwerkt. Bestaande technologieën leveren weinig risico op, zelfs wanneer ze substantieel moeten worden aangepast. Voor nieuwe technologieën loopt het risico op naarmate ze verder van de bestaande 'state-of-the-art' afliggen. Technische risico's wegen zwaarder als een onderdeel van de faciliteit de 'state of the art' wil verleggen ten aanzien van het ontwerp en van de industriële productie van het onderdeel.
3. *Kostenrisico's* worden gedreven door de hoeveelheid en kwaliteit van informatie omtrent de kosten van benodigde onderdelen. Het risico is laag wanneer informatie afkomstig is van industriële toeleveranciers, hoger wanneer ze is gebaseerd op de kennis en ervaring van de eigen experts en het hoogst wanneer ze moet worden geschat op basis van de kennis van de ontwerpers of van vergelijkbare programma's. Kostenrisico's wegen zwaarder op het moment dat de arbeidskosten onzeker zijn.
4. *Planningsrisico's* betreffen de invloed van de ontwikkeling van één onderdeel van de faciliteit op het ontwikkelingstraject van de hele faciliteit. Hoe groter het belang van het onderdeel, des te groter is het risico.

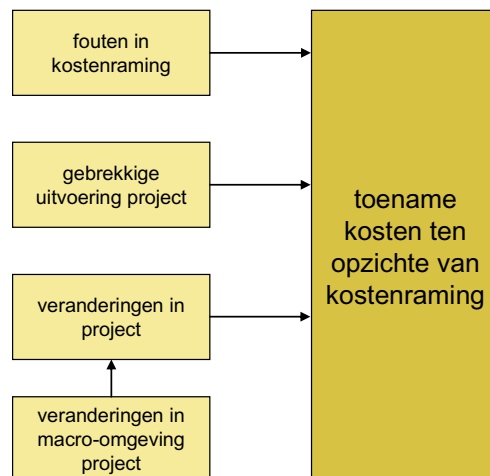
¹⁰ Peter H. Garbincius, ILC Cost Estimating Activities: "Don't ask me what it costs, yet!", Presentatie Fermilab, 12 april 2005. Dit voorbereidende werk is mede gebaseerd op ervaringen bij andere grootschalige faciliteiten, zoals XFEL en TESLA.

Kostenrisico's

De kosten van nieuwe wetenschappelijke onderzoeksfaciliteiten vallen geregeld hoger uit dan voorzien. Onderzoek van de National Audit Office (de Britse Rekenkamer) naar de uitgaven aan 'Big Science'-projecten in het Verenigd Koninkrijk laat zien dat de meeste projecten vertraging hebben opgelopen, dat in een aantal gevallen de begroting is overschreden – resulterend in een totale overschrijding van £58 miljoen – en dat de operationele kosten van de meest volwassen projecten fors hoger uitvallen dan oorspronkelijk begroot (NAO, 2007). Dergelijke overschrijdingen kunnen leiden tot hogere publieke uitgaven, tot een verschuiving van middelen tussen projecten of tot aanpassingen in de omvang en het gebruik van een faciliteit. Het Britse Department of Innovation, Universities and Skills stelt dat “if there were a shortfall in resources for operating new facilities, Research Councils might have to make serious choices about using them” (Committee of Public Accounts, 2007). In de VS werden de hogere kosten van de Atacama Large Millimeter Array (ALMA) gecompenseerd door lagere uitgaven aan het National Ecological Observatory Network (NEON) en de Ocean Observatories Initiative (OOI). Grote financiële verplichtingen vergen daarom een gedegen voorbereiding (een sterk businessplan), transparantie en een voortdurende procesbewaking.

Aan het einde van de jaren tachtig onderzocht RAND de ontwikkeling van de kosten van 52 Amerikaanse megaprojecten, in kosten uiteenlopend van US\$500 miljoen tot meer dan US\$10 miljard in prijzen van 1984 (Merrow, McDonnell, & Arguden, 1988). Dit onderzoek zag geen verschil in relatieve zin. Bij een gelijke kwaliteit van management, planning en coördinatie zullen begrotingsoverschrijdingen van grote projecten procentueel gelijk zijn. Gezien de omvang van megaprojecten zullen problemen in absolute zin wel veel groter uitvallen.

FIGUUR 3: Factoren die bijdragen aan de toename van de kosten van megaprojecten ten opzichte van de begrote kosten



Bron: (Merrow et al., 1988)

Uit hun analyse distilleerden Merrow et al. drie factoren die kostenoverschrijdingen kunnen veroorzaken (FIGUUR 3), namelijk (1) fouten in de kostenramingen, (2) een gebrekkige uitvoering van het project met name door problemen met projectmanagement en (3) veranderingen in het project. De laatste factor wordt mede bepaald door veranderingen in de

omgeving van het project, zoals bezuinigingen of extra baten bij de overheid, veranderingen in het tempo van economische groei en technologische innovatie.

Technische risico's

Technologische innovatie vergroot de risico's van kostenoverschrijding en vertraging van industriële megaprojecten. Waarschijnlijk is dit type risico in de ontwikkeling van een wetenschappelijke onderzoeksfaciliteit geïnternaliseerd. Een van de kenmerken van onderzoekers en technici die zijn betrokken bij de ontwikkeling en bouw van geavanceerde onderzoeksfaciliteiten, is dat ze kunnen omgaan met de complexiteit en onzekerheid van innovatieve technologische toepassingen (Autio, Hameri, & Vuola, 2004).

Planningsrisico's

Vertragingen kunnen directe financiële consequenties hebben. Een eenvoudig voorbeeld betreft de aanleg van het Laboratory of Molecule Biology in het Verenigd Koninkrijk. Ten tijde van het onderzoek door de National Audit Office lag de bouw van dit laboratorium al 23 maanden achter op schema. Alleen al door inflatie zijn de geraamde totale kosten met 6% toegenomen, terwijl het project op dat moment nog moest worden aanbesteed (NAO, 2007).

Omgaan met de risico's van een investering in een grootschalige onderzoeksfaciliteit vereist bovenal een gedegen kostenraming die wordt aangepast wanneer omgevingsfactoren, technologieën en prijzen veranderen. Voldoende inzicht in de aard en omvang van de (kritieke) risico's in combinatie met effectief projectmanagement, risicomanagement en '*contingency planning*' helpt de risico's verder verlagen.

5.2 Een kader voor planning, ondersteuning en monitoring

De beheersing van de verschillende risico's vereist een solide kader van planning, monitoring en ondersteuning, dat goede informatie oplevert voor projectmanagers en dat beleidsmakers en de wetenschap in staat stelt succesvolle en concurrerende onderzoeksfaciliteiten te ontwikkelen. Informatie uit de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk geeft aanwijzingen voor de inrichting van dat kader.

Planning en ontwerp

De diverse risico's kunnen beter worden beheerst als de ontwikkeling van een faciliteit goed wordt gepland en begeleid. Alleen de Verenigde Staten hebben een strak geregisseerd proces voor de ontwikkeling van nieuwe faciliteiten.¹¹ De ervaringen van de NSF en het DOE hebben geresulteerd in een transparant proces voor het ontwerp, de ontwikkeling, de constructie en het

¹¹ Het Verenigd Koninkrijk heeft algemene procedures voor publieke aanbestedingen en grootschalige projecten, het Office of Government Commerce (OGC) Gateway Project Review Process.

gebruik van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Het proces van beide organisaties is globaal hetzelfde.

1. *Conceptual design stage*: In het eerste stadium, dat niet aan tijd is gebonden, wordt de faciliteit conceptueel ontworpen. Dit mondt uit in een beslissing over de noodzaak van het project, gebaseerd op bestaande wetenschappelijke vragen, de mogelijkheden ten aanzien van kritieke technologieën en de risico's die aan het project zijn verbonden.
2. *Readiness stage*: Van de projecten die in dit stadium positief worden beoordeeld, wordt vervolgens een voorlopig ontwerp gemaakt. Er wordt een specifieke locatie bepaald, de milieueffecten worden beoordeeld, de kritieke technologieën worden verder ontwikkeld, er wordt een gedetailleerde kostenraming gemaakt en projectmanagement en planning worden opgezet. Dit stadium levert een aantal opties op met een bijbehorend kostenplaatje.
3. *Board approved stage*: Voor de projecten die dit stadium overleven, wordt een definitief ontwerp gemaakt met bijbehorende planning, risicomaatregelen en gedetailleerde kostenraming. De benodigde technologieën worden industrieel ontwikkeld en het voornaamste personeel wordt gerekruteerd. Dit stadium bepaalt de uiteindelijke potentiële prestaties van een faciliteit, de zogenaamde 'performance baseline'.
4. *Construction*: Pas wanneer een project na afloop van dit stadium positief wordt beoordeeld, begint de bouw van de faciliteit.
5. *Operations*: Het laatste evaluatiemoment (het 'operations review') bepaalt de grens tussen de bouw en het feitelijke gebruik van de faciliteit.

Omdat na elk van de eerste vier stadia een deel van de projecten afvalt, noemt de NSF haar proces ook wel een '*leaky pipe*'.¹² Projecten die het proces doorlopen, hebben geen garantie dat ze uiteindelijk in een onderzoeksfaciliteit zullen resulteren.

Monitoring en evaluatie

Efficiënte en effectieve planning vereist goede informatie. Er is een aantal ex post evaluaties van grootschalige onderzoeksfaciliteiten dat het belang van evaluatie laat zien. Over monitoring – het op gezette tijden verzamelen van informatie over het verloop van projecten – is minder bekend. Wel valt op dat landen met een transparante financiering van onderzoeksfaciliteiten (de Verenigde Staten en het Verenigd Koninkrijk) goede informatie hebben over hun faciliteiten en de uitkomsten van evaluaties breed bekendmaken.

Het Office of Project Assessment (OPA) van het Amerikaanse Department of Energy (DOE) is verantwoordelijk voor de regie, toezicht en evaluatie van alle aspecten van de projecten aangaande grootschalige onderzoeksfaciliteiten en wetenschappelijke apparatuur onder auspiciën van het DOE Office of Science. In 2005 presenteerde het hoofd van OPA, Daniel Lehman, de resultaten van een evaluatie van acht megaprojecten (Lehman, 2005). De voornaamste conclusies waren:

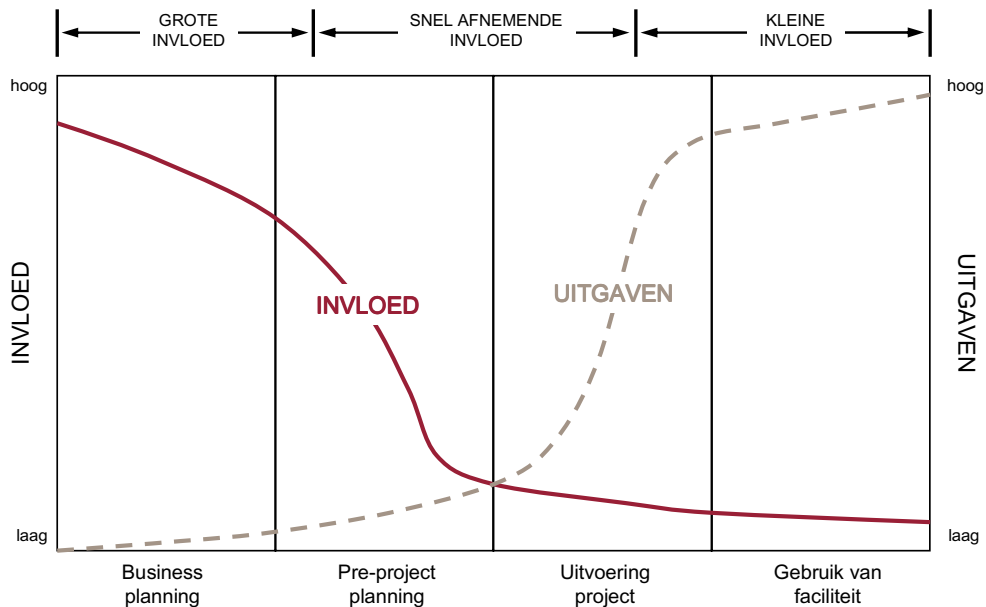
¹² Fasen 1, 2, 3 en 5 worden uit reguliere onderzoeksmiddelen gefinancierd.

- Goed management is van cruciaal belang en moet worden versterkt door voldoende middelen, goede ondersteuning en een projectmatige aanpak.
- Het is zaak om zo vroeg mogelijk te beginnen met het opzetten van een managementsysteem, het plannen van de uitvoering, het maken van een veiligheidsprogramma, het verzamelen van input van gebruikers en het ontwikkelen van een langetermijnstrategie voor upgrades.
- Een vroege start van planning en ontwerp zorgt ervoor dat de voornaamste technische aspecten en risico's van het project goed in kaart zijn gebracht voordat de uitvoeringsfase begint.

Een vroeg begin van management en planning is volgens Lehman vooral belangrijk, omdat de mogelijkheid om de uitkomsten van een project te beïnvloeden afneemt naarmate het project vordert en bijsturing tijdens de feitelijke uitvoering van het project navenant moeilijker is.

FIGUUR 4 illustreert de inverse relatie tussen invloed en uitgaven.

FIGUUR 4: De mogelijke invloed op de uitkomsten van een project neemt af



Bron: (Lehman, 2005)

Het grootste geëvalueerde project, de Superconducting Super Collider (SSC), was mislukt. Nadat er al US\$2 miljard was uitgegeven, besloot het Congres in 1993 het project stop te zetten. Het doel en de baten van het projecten waren niet duidelijk, het management werd als slecht beoordeeld, er was geen duidelijkheid over de toenemende kosten (in totaal voorzien op US\$10,45 miljard), de waarschijnlijkheid van buitenlandse participatie werd steeds kleiner, het bleek moeilijk om onderzoekers en technici met de benodigde ervaring te rekruteren en gebruikers voorzagen dat ze erg lang zouden moeten wachten voordat de faciliteit gebruikt zou kunnen worden. In het Amerikaanse systeem blijft de regie in politieke handen of bij het 'sponsoring department', waar indien noodzakelijk harde beslissingen worden genomen.

Het Government Accountability Office van de Verenigde Staten onderzocht de uitvoering van 42 lopende en voltooide projecten van het Department of Energy (GAO, 2008). Het onderzoek was ingegeven door de slechte voorgeschiedenis van het DOE en de plannen die het in 2003 presenteerde waarmee in de komende 20 jaar enkele miljarden dollars gemoeid zijn.

Het onderzoek liet evenwel zien dat 24 van de 27 voltooide DOE-projecten binnen de begroting waren gebleven en de gestelde termijn hadden gehaald; dat 9 van de 15 lopende projecten volgens plan verlopen; en dat slechts 2 projecten zowel te laat als te duur zijn of zullen worden opgeleverd. De resultaten werden toegeschreven aan goed projectmanagement, waarin regelmatige onafhankelijke peer reviews een grote rol spelen. Deze reviews worden uitgevoerd door hoogstaande wetenschappers, ingenieurs en managers, die gezamenlijk een oordeel geven over de projectkosten, financiering, kwaliteit van management, planning en die een indicatie geven over de gereedheid om met de volgende fase van het projectplan te beginnen (Lehman, 2005).

De mid-term review van BSIK-projecten door de Commissie van Wijzen komt tot een soortgelijk positief resultaat als het gaat om grootschalige onderzoeksprogramma's: over 27 van de 37 projecten is men ronduit positief, voor 7 projecten acht men bijsturing noodzakelijk en voor 2 projecten wordt beëindiging van de financiering uit BSIK aanbevolen. De positieve uitkomsten van de mid-term review wijt de commissie aan het goede systeem van monitoring.¹³

Ondersteuning

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten worden doorgaans ontwikkeld door wetenschappelijke onderzoekers. De noodzakelijke financiële kennis en managementervaring die daarbij nodig is, is niet altijd vanzelf voorhanden. In haar onderzoek naar de financiering van Britse grootschalige onderzoeksfaciliteiten vond de National Audit Office problemen rond kostenramingen, de identificatie van economische effecten en de kennis en ervaring van projectleiders (NAO, 2007). De NAO deed een aantal aanbevelingen die in het kort neerkomen op het volgende:

- De kosten en baten in het initiële businessplan moeten beter worden geraamd en moeten worden aangepast aan veranderingen in prioriteiten en inzicht.
- De risico's van een project moeten in kaart worden gebracht en het ontwerp van contracten met externe partijen moet zijn gericht op de beheersing van kosten en risico's.
- Duurzame financiering van faciliteiten betekent dat in de beslissing om te investeren rekening moet worden gehouden met de lopende kosten van de faciliteit op de langere termijn en met de gevolgen die dat voor andere activiteiten kan hebben.

¹³ "De Commissie is van mening dat de ten aanzien van BSIK gevolgde monitoringssystematiek met nulmetingen, mijlpalen en deliverables, jaarlijkse voortgangsrapportages en een midterm review een goed zicht geeft op de voortgang van de projecten in de BSIK-impuls. Daarmee wordt de mogelijkheid gecreëerd om in voorkomende gevallen tijdig bij te sturen. Dat biedt een goed perspectief op een succesvolle investeringsimpuls en een goed rendement op de gedane investeringen. De commissie adviseert dat een vergelijkbare monitoringssystematiek van toepassing zou moeten zijn op alle door de overheid geïnitieerde, vergelijkbare impulsen, zoals via het FES." (Commissie van Wijzen ICES/KIS, 2008)

- De beslissing om een onderzoeksfaciliteit op te zetten moet worden onderbouwd met goede wetenschappelijke, economische en maatschappelijke argumenten. Ook de locatiekeuze moet goed worden onderbouwd.
- De kennis die is opgedaan in de ontwikkeling van onderzoeksfaciliteiten moet beschikbaar worden gesteld voor de volgende generatie ontwikkelaars.

In het licht van de aanbevelingen van de NAO is er ruimte voor verbetering van de ondersteuning van onderzoekers, met name bij het opstellen van een betrouwbaar businessplan en een plan voor risicomanagement, bij kennisdeling over de ontwikkeling en het beheer van faciliteiten en bij richtlijnen over de verantwoording van investeringen.

5.3 Top-down versus bottom-up

De informatie over planning, monitoring, evaluatie en ondersteuning in diverse landen heeft vooral betrekking op traditionele grootschalige onderzoeksfaciliteiten, die bestaan uit fysieke hardware en die één specifieke locatie hebben. Hun ontwikkeling wordt bovendien van bovenaf – ‘top-down’ – geregisseerd: in het Amerikaanse systeem hebben de overheid en het wetenschapssysteem de touwtjes strak in handen.

De praktijk leert evenwel dat niet alle faciliteiten volgens een vooropgezet plan kunnen worden ontwikkeld. Verschillende voorbeelden laten zien dat kleine faciliteiten gezamenlijk groot worden en dat het groeiproces van een grote faciliteit dikwijls geleidelijk gaat en van onderaf – ‘bottom-up’ – wordt geïnitieerd. In Nederland is dit bijvoorbeeld het geval bij NanoLab NL, waarin door verschillende partijen over meerdere jaren is geïnvesteerd waardoor er een samenhangend geheel van gedistribueerde faciliteiten is ontstaan. Andere voorbeelden komen uit de hoek van de gedistribueerde faciliteiten zoals GBIF – dat bestaat uit verschillende nationale nodes (in Nederland NLBIF) in een wereldwijd netwerk – en VISTA – waarin verspreide zeven Tesla MRI-scanners zijn ondergebracht.

Met name in geval van de gedistribueerde en virtuele systemen vereist ontwerp en ontwikkeling extra aandacht, omdat er vaak een groot aantal verschillende actoren bij is betrokken met heel verschillende doelen, belangen, middelen en opvattingen. Dit leidt enerzijds tot in principe de mogelijkheid om synergie tussen uiteenlopende doelen (en daarbij horende middelen) te realiseren. Maar de condities waaronder synergie ook daadwerkelijk kan worden gerealiseerd, vereisen aandacht.

Een (lopend) onderzoek naar de ontwikkeling van verschillende infrastructuren voor biodiversiteitsdata laat zien dat veel actoren in beginsel van dergelijke faciliteiten gebruik kunnen maken. Maar tegelijkertijd blijkt dat het niet eenvoudig is de verschillende opvattingen, belangen en identiteiten op een lijn te krijgen en dat vertrouwen tussen de partijen moeilijk tot stand komt (Daemen & Somers, 2008). Ook hier geldt dat agendasetting zou kunnen profiteren van instrumenten om planning, ontwikkeling en organisatie te optimaliseren. Het goed in kaart brengen van de context waarbinnen dergelijke gedistribueerde systemen moeten opereren is daarbij een belangrijke stap, waardoor het risico van een slechte investering wordt geminimaliseerd.

6 Consequenties van investeren in onderzoeksfaciliteiten

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn bijzonder kostbaar. De meeste instrumenten en programma's (zoals die in TABEL 7) zijn alleen bestemd voor de constructie van nieuwe faciliteiten. De kosten van onderhoud, innovatie, gebruik en afbouw moeten uit andere middelen worden betaald. Vanuit financieel perspectief moet in de overweging om te investeren niet alleen worden gekeken naar de initiële kapitaalkosten. Investeren in een grootschalige faciliteit heeft twee consequenties die in het navolgende besproken worden. De beslissing om te investeren schept verplichtingen voor langere tijd. En er is niet één oplossing voor alle faciliteiten.

6.1 Investerings en totale kosten

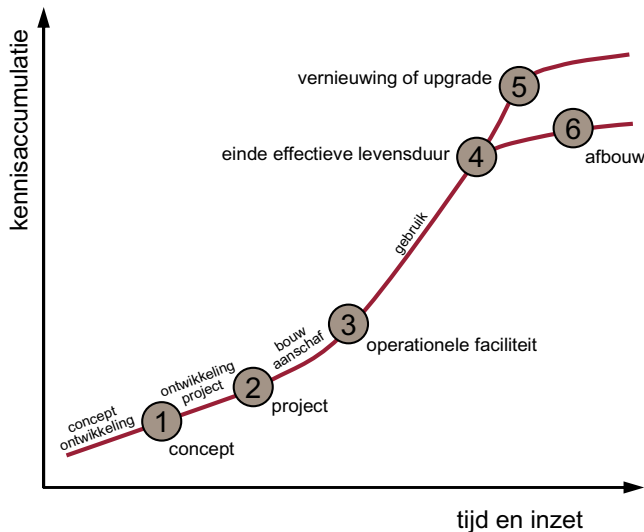
Een onderzoeksfaciliteit is een kapitaalgoed. Kapitaalgoederen hebben twee kenmerken die aangeven dat tijd een essentiële dimensie is (Arrow, 1999; Smits & Hoekstra, 2008).

- *Investerings in een kapitaalgoed zijn een bewuste opoffering van middelen in het heden in ruil voor opbrengsten in de toekomst.* Een grootschalige onderzoeksfaciliteit wordt ontwikkeld om in de (nabije) toekomst onderzoek te kunnen doen dat zonder de faciliteit niet of minder goed mogelijk is. Het geld dat wordt geïnvesteerd had ook voor andere doeleinden, zoals een onderzoeksproject, gebruikt kunnen worden.
- *Kapitaalgoederen bestaan voor langere tijd, maar hebben een beperkte levensduur.* De onderdelen van een onderzoeksfaciliteit verslijten. De technologie die in haar is ingebed en de kennis die aan het ontwerp van de faciliteit ten grondslag ligt, verouderen.

Een investering in een grootschalige onderzoeksfaciliteit heeft dus consequenties op de middellange of lange termijn. Die consequenties hangen voor een deel samen met de levenscyclus van een faciliteit (FIGUUR 5).

Faciliteiten worden niet van bovenaf opgelegd, maar ontstaan uit het wetenschappelijk veld en vergen vaak een lange voorbereidingstijd. De eerste fase van de levenscyclus vertegenwoordigt de wetenschappelijke heuristiek. Hier wordt bepaald welke onderwerpen worden onderzocht en welke niet, welke vragen prominent zijn en welke niet en met welke technologische en andere middelen het onderzoek zal worden uitgevoerd. Het voorbereidende onderzoek en de conceptuele ontwikkeling worden doorgaans gefinancierd uit reguliere onderzoeksfinanciering, behalve in de Verenigde Staten waar er aparte subsidies voor zijn.

De investering in een faciliteit heeft betrekking op de tweede en derde fase in haar levenscyclus. De kosten van de bouw of de aanschaf van de faciliteit zijn de investering zelf. In sommige landen wordt ook de ontwikkeling van het project gefinancierd.

FIGUUR 5: De levenscyclus van een onderzoeksfaciliteit

Bron: NSF. Kennisaccumulatie is geen exact gegeven maar een globale indicatie.

De financiering van de operationele kosten en van innovatie, upgrades en afbouw is een grijs gebied. We verwachten dat deze kosten lokaal – bij gebruikers en beheerders – wel in beeld zijn. Op hoog niveau ontbreekt het in de meeste landen – en zeker in Nederland – aan goede informatie. Daar staat tegenover dat deze kosten voor het grootste deel door de publieke sector moeten worden gedragen. Een publieke investering in een onderzoeksfaciliteit verbindt de overheid voor de gehele levensduur van een faciliteit aan de financiering van operationele kosten, onderhoud, innovatie, ontmanteling en aan de financiering van het onderzoek dat met de faciliteit wordt verricht.

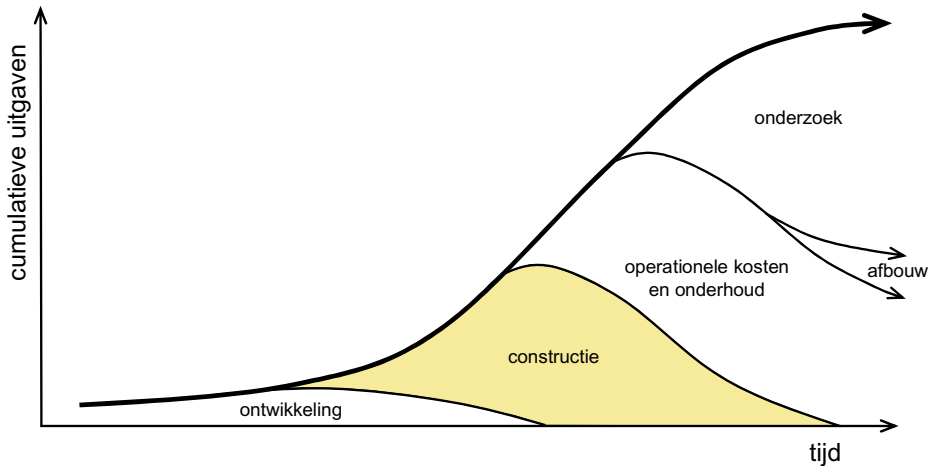
De levensduur van een onderzoeksfaciliteit kan variëren van 15 tot 30 jaar voor grote ‘single-sided’ en mobiele faciliteiten, 10 tot 15 jaar voor wetenschappelijke apparatuur en 5 jaar voor PC’s en software. De levensduur van onderzoekscollecties is in principe onbeperkt, maar de infrastructuur (zoals gebouwen en ICT) noodzakelijk voor behoud, ontsluiting en gebruik van de collectie moet wel regelmatig worden vernieuwd (NAO, 2007; NSF, 2007b; Science and Technology Facilities Council, 2008).

Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen de technologie die in een faciliteit is ingebed (bijvoorbeeld in de vorm van individuele apparaten, databases en software) en de fysieke infrastructuur (de gebouwen, laboratoria en cleanrooms). Een van de redenen waarom zeer grote onderzoeksfaciliteiten, zoals een onderzoeksschip of een synchrotron, een langere levensduur hebben dan kleinschalige faciliteiten of opzichzelfstaande apparatuur is dat ze bestaan uit individuele technische componenten met verschillende technologische trajecten, die onafhankelijk van elkaar kunnen worden vervangen. Sommige grootschalige faciliteiten zijn schaalbaar: LOFAR en GBIF kunnen bijvoorbeeld node voor node worden uitgebreid.

De langetermijnimplicaties van investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten kunnen worden geïllustreerd aan de hand van informatie over het voornaamste instrument van de National Science Foundation voor investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten, het Major Research Equipment and Facilities Construction (MREFC) programma.

FIGUUR 6 geeft weer hoe investeringen zich verhouden tot de cumulatieve uitgaven aan onderzoeksfaciliteiten.

FIGUUR 6: Schematische weergave van de cumulatieve uitgaven aan een verzameling onderzoeksfaciliteiten



Bron: Gebaseerd op informatie van de NSF (2007b)

Volgens het financieringsverzoek van de NSF voor het begrotingsjaar 2008 komt de som van de reeds gedane, voor de komende jaren begrote en geschatte toekomstige uitgaven aan de constructie ('implementation') van de negen onderzoeksfaciliteiten in de MREFC uit op een totaal van US\$1.962 miljoen. Het voorbereidende onderzoek ('concept/development') dat aan de bouw van deze faciliteiten voorafging kostte in totaal US\$239 miljoen, terwijl de operationele kosten en het onderhoud ('operations & maintenance') die nu al zijn gedaan of begroot, worden geschat op US\$1.282 miljoen. Uitgaande van de geschatte levensduur en de gemiddelde jaarlijkse uitgaven aan operationele kosten en onderhoud in de eerste jaren van normaal gebruik, komen de totale uitgaven aan 'operations & maintenance' gedurende de levensduur van de faciliteiten uit op ca. US\$4,75 miljard (niet gecorrigeerd voor inflatie) (NSF, 2007b). De investering van bijna US\$2 miljard uit het MREFC vereist dus ca. US\$5 miljard aan uitgaven uit de reguliere onderzoeksgelden van de NSF. Als we uitgaan van een kortere levensduur van 10 jaar, komen de extra uitgaven uit op ca. US\$2 miljard. De kosten van het onderzoek dat vervolgens met behulp van deze faciliteiten wordt uitgevoerd, moeten daar nog bij worden opgeteld.

6.2 Er is niet één oplossing voor alle faciliteiten

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn er in allerlei soorten en maten en komen in steeds meer disciplines voor. Hoewel het in alle gevallen om geld gaat, zijn er duidelijke verschillen ten aanzien van hun financiering. De verschillen betreffen het type faciliteit, de kenmerken van het onderzoeksveld, het doel van de onderzoeksfaciliteit en de betrokken partijen.

Een 'single-sited' onderzoeksfaciliteit kan eventueel uit een of slechts enkele bronnen worden gefinancierd. Bij een gedistribueerde faciliteit is de combinatie van uiteenlopende financiers vrijwel gegeven. De Global Biodiversity Information Facility (GBIF) is hiervan een voorbeeld. De

infrastructuur van GBIF is internationaal, maar de financiering wordt geregeld op het niveau van de nationale nodes. Tal van nationale en institutionele partijen dragen vanuit hun eigen belang bij aan de gedistribueerde infrastructuur van GBIF. Zo is het voortbestaan van GBIF niet afhankelijk van één of enkele financieringsbronnen. Ook de kosten van onderhoud en innovatie zijn gespreid, hetgeen de levensduur van de infrastructuur aanmerkelijk verlengt. Dit maakt GBIF een robuuste infrastructuur.¹⁴

De financiering van dataverzamelingen stelt andere eisen. Naslagverzamelingen en andere grote, permanente onderzoekscollecties zijn doorgaans over (zeer) lange tijd samengesteld, hebben een enorme omvang en worden structureel gefinancierd uit een enkele bron. De voornaamste uitdaging van dit moment is het financieren van de digitalisering van collecties. Het eerste project kan nog als innovatief worden aangemerkt en kan aanspraak maken op financiering uit programma's als NWO-Middelgroot en NWO-Groot. Dit betreft onderzoek naar de manieren waarop informatie over een exemplaar in de collectie (zoals een middeleeuws document, een waargenomen vogel of een biologisch specimen) kan worden omgezet in digitale data en waarop gebruikers die data nu en in de toekomst kunnen vinden, gebruiken en combineren met andere data. Een dergelijk project zal zelden resulteren in de digitalisering van een volledige collectie, maar een herhaling van het eerste project is niet langer innovatief en zal dus uit andere middelen bekostigd moeten worden.

Het Nationaal Herbarium illustreert dit effect. Ongeveer een kwart van de collectie van 4 miljoen specimen is gedigitaliseerd, waaronder alle zogenaamde type-exemplaren. Dit is onder meer gefinancierd met behulp van een NWO-subsidie.¹⁵ Het binnenhalen van de eerste subsidie kostte veel moeite en een vervolgsubsidie uit dezelfde bron is erg moeilijk. Een vervolgproject zal niet innovatief zijn en het volledig subsidiëren van het digitaliseren van de collectie van het NHN schept een precedent voor andere, soortgelijke collecties.

Het beslag dat onderzoeksfaciliteiten leggen op de totale financiële ruimte verschilt per discipline. Eerder onderzoek van RAND Europe resulteerde in de vuistregel dat uitgaven aan wetenschappelijke uitrusting in apparaatintensieve gebieden (exacte wetenschappen, medische en levenswetenschappen, techniek) 15% van het totale onderzoeksbudget uitmaken tegenover 7% in andere gebieden (Frinking et al., 2001). Een aanvullende kwantitatieve indicatie kan worden gegeven op basis van de Amerikaanse enquête naar uitgaven aan onderzoeksräume (NSF, 2005). Daarin wordt een brede definitie gehanteerd van faciliteiten, namelijk inclusief laboratoria, cleanrooms, werkplaatsen, kantoren en bibliotheken (voor zover ze voor onderzoek gebruikt worden), ingebouwde apparaten, losse instrumenten (met een minimale waarde van US\$1 miljoen) en gehuurde ruimtes.

TABEL 9 laat per onderzoeksgebied de verhouding zien tussen de totale uitgaven aan onderzoek en de uitgaven aan onderzoeksräume. De tabel laat een verschil zien tussen 'apparaatintensieve' gebieden (biologie, medische wetenschap, fysica, techniek, psychologie)

¹⁴ Wel bestaat er een hoog potentieel lock-in effect bij alle biodiversiteitsdatabases die afhankelijk zijn van input door een grote diversiteit aan actoren: een verandering in standaarden en in de aard van de opgeslagen informatie is moeilijk met terugwerkende kracht in te voeren.

¹⁵ Het digitaliseren van de hele collectie is een keer begroot op ruwweg €20 miljoen. Het jaarlijks budget van het NHN is €2,5 miljoen.

waar de uitgaven aan ruimte gemiddeld 24% van het onderzoeksbudget in beslag nemen en de overige, ‘niet-apparaatintensieve’ gebieden waar dit percentage slechts 9% bedraagt. Deze percentages betreffen meer dan alleen onderzoeksfaciliteiten door de opname van gebouwen, kantoren en andere standaard kapitaalgoederen.

TABEL 9: Verhouding tussen de totale uitgaven aan onderzoek en uitgaven aan onderzoeksruimte in 2004

veld	uitgaven aan onderzoek (miljoenen US\$)	totale uitgaven aan onderzoeksruimte (miljoenen US\$)	uitgaven aan onderzoeksruimte als percentage van uitgaven aan onderzoek
Biologie	7.814	2.559	33%
Medische wetenschappen	13.903	3.002	22%
Fysica	3.503	691	20%
Techniek	6.266	1.202	19%
Psychologie	780	144	18%
Computerwetenschappen	1.379	150	11%
Sociale wetenschappen	1.649	146	9%
Geo, klimaat, oceaan	2.326	204	9%
Landbouw	2.686	214	8%
Mathematica	442	29	6%
Overige	1.833	217	12%
<i>Totaal</i>	<i>42.581</i>	<i>8.556</i>	<i>20%</i>
<i>Apparatuurintensief</i>	<i>32.266</i>	<i>7.597</i>	<i>24%</i>
<i>Niet-apparatuurintensief</i>	<i>10.316</i>	<i>958</i>	<i>9%</i>

Bron: (NSF, 2005)

Onderzoeksfaciliteiten verschillen ook in de partijen die bij de ontwikkeling, het gebruik en de financiering zijn betrokken. De aard van de deelname aan een consortium hangt af van de motivaties en doelstellingen van de betrokken partijen. Vanuit deze motivaties en doelstellingen kunnen we vier typen faciliteit onderscheiden:

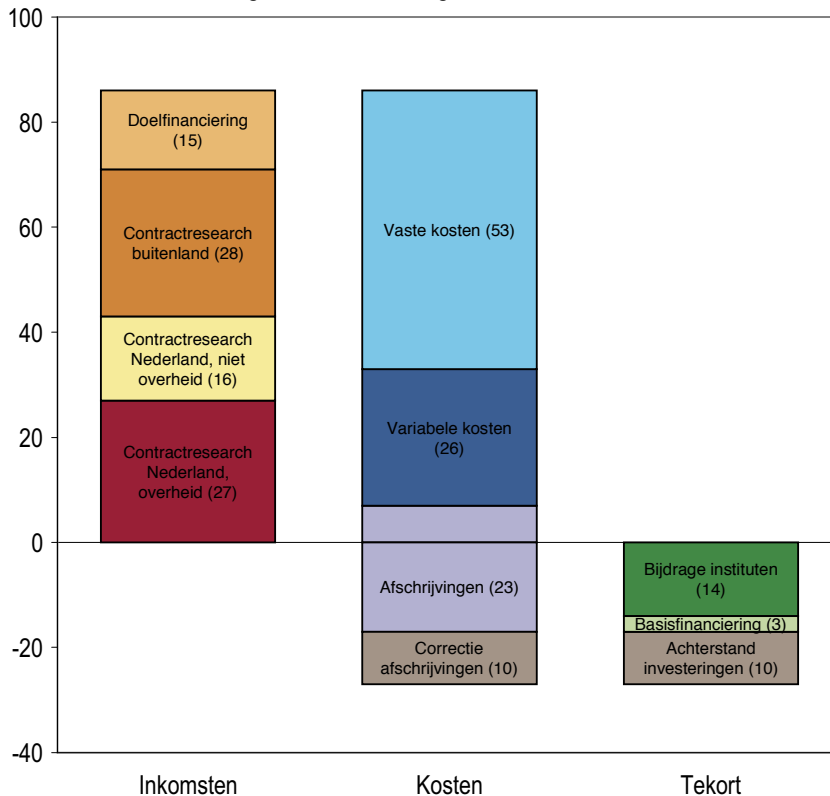
1. Faciliteiten met primair een wetenschappelijk doel, die zowel voor onderzoek als voor onderwijs worden ingezet.
2. Faciliteiten van TNO en de GTI's die zich bewegen op het raakvlak van wetenschap en innovatie.
3. Faciliteiten met een primair maatschappelijk doel of een gemengd wetenschappelijk-maatschappelijk doel.
4. Generieke faciliteiten die een algemeen publiek en wetenschappelijk belang vertegenwoordigen, zoals de gedeelde ICT-infrastructuur.

De financiering van de faciliteiten van TNO en de GTI's wijkt af van die van de andere onderzoeksfaciliteiten. TNO en de GTI's hebben een specifieke taak in het wetenschaps-systeem, vooral gericht op de vertaling van kennis in innovatie. Anders dan andere kennis-

instellingen worden ze geacht vraaggestuurd en (deels) marktconform te werken (Ad hoc Commissie "Brugfunctie TNO en GTI's", 2004). Dit heeft echter geleid tot problemen in de financiering van hun onderzoeksfaciliteiten.

De instellingen zijn zelf verantwoordelijk voor de financiering van hun faciliteiten, inclusief de afschrijvingen. Onderzoek van RAND Europe heeft laten zien dat bij de huidige tarieven en benutting van de capaciteit, instellingen een exploitatietekort hebben van €20 à 30 miljoen per jaar (FIGUUR 7). Dit tekort wordt deels bekostigd uit de basisfinanciering en uit eigen kas, maar vertaalt zich ook in onderinvesteringen in onderhoud en ontwikkeling van ca. €10 miljoen per jaar (Van Rhee et al., 2006). Dit is geen duurzame situatie.

FIGUUR 7: Samenstelling van de financiering van 23 faciliteiten van TNO en GTI's



Bron: (Van Rhee et al., 2006)

Het voornaamste probleem is dat het ontbreekt aan een *'level playing field'* op de internationale markt. TNO en de GTI's moeten de financiering van hun faciliteiten zelf regelen, terwijl de faciliteiten van veel concurrenten direct door de overheid worden gefinancierd of om niet door universiteiten ter beschikking worden gesteld. Het blijkt moeilijk te zijn om een goede balans te vinden tussen financiële duurzaamheid, internationale concurrentiekracht, toegankelijkheid voor het MKB en het op peil houden van een hoogstaande infrastructuur.

De meeste grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn afhankelijk van financiering uit verschillende bronnen. Een faciliteit kan worden ingezet om verschillende doelstellingen te verwezenlijken, die niet per se alle wetenschappelijk zijn. Doelstellingen creëren verwachtingen

en scheppen verplichtingen naar financiers. De combinatie van doelstellingen opent echter ook nieuwe mogelijkheden voor financiering. Dit heeft onder andere betrekking op:

- De combinatie van publieke en private belangen, waarin instellingen en bedrijven naast kennis en expertise ook middelen poolen (bijvoorbeeld NanoLab).
- Structuurfondsen voor regionale ontwikkeling, zoals in het geval van Spaanse zonnecentrales, LOFAR Agro en in zekere zin ook de provinciale subsidie voor VEHIL.
- R&D-subsidies voor technologische componenten van de ontwikkeling van een faciliteit. In hun onderzoek naar CERN presenteren Vuola en Hameri (2006) dit als middel om de R&D-kosten van multinationale onderzoeksfaciliteiten te verlagen.

6.3 Conclusies

De bouw van een grootschalige onderzoeksfaciliteit is een investering in een kapitaalgoed. Dit betekent dat de totale kosten hoger zijn dan het bedrag dat met de investering is gemoeid: iedere €1 die wordt geïnvesteerd brengt €1 à €2,50 aan operationele kosten en uitgaven voor ontwikkeling, onderhoud, vernieuwing en afbouw met zich mee. De financiering van het onderzoek dat met de faciliteit kan worden gedaan, komt daar nog bij. De financiële gevolgen strekken zich bovendien uit over de middellange tot lange termijn.

De groeiende diversiteit van grootschalige onderzoeksfaciliteiten betekent dat een verscheidenheid aan financiële oplossingen nodig is. Faciliteiten bestaan niet langer hoofdzakelijk uit enorme, lokaal geconcentreerde fysieke hardware. Een groeiend deel van de faciliteiten is gedistribueerd of virtueel, waarbij vooral de toename in het aantal onderzoekscollecties opvalt. De aard en omvang van een faciliteit hangt ook af van de disciplines die de faciliteit ontwikkelen en ervan gebruik maken. Verder bleek een aantal onderzoeksfaciliteiten geleidelijk te zijn uitgegroeid van opzichzelfstaande kleine faciliteiten naar een geïntegreerde grote faciliteit. Samenwerking is een cruciaal kenmerk van grootschalige onderzoeksfaciliteiten. De verschillende actoren die in een faciliteit samenwerken zetten middelen in vanuit hun eigen systematiek en in dienst van hun eigen doelstellingen.

Het mobiliseren van financiële middelen voor een faciliteit is een dynamisch proces. Het is een uitdaging voor de creativiteit van verschillende actoren die in onderlinge concurrentie voldoende middelen proberen te vergaren om hun eigen doelstellingen te waarborgen. Er is een wisselwerking tussen de allocatie van gelden op een hoog niveau ('top-down') en de initiatieven uit het veld ('bottom-up'). En er is een spanning tussen regie over bestedingen en de behoefte aan flexibiliteit.

7 Conclusies en aanbevelingen

Grootschalige onderzoeksfaciliteiten zijn bijzonder kostbaar. Met het vele geld zijn grote belangen gemoeid, waarvan sommige vorm krijgen via de doelstellingen van partners in een consortium en andere door de maatschappij (via de politiek en publieke financiers) worden opgelegd. De beslissing om in een faciliteit te investeren is gevoelig.

Onderzoeksfaciliteiten zijn integraal onderdeel van het wetenschapssysteem en een investering in een faciliteit heeft invloed op diverse aspecten van wetenschappelijk onderzoek. De bouw van een faciliteit schept nieuwe capaciteit voor kennisproductie, maar er moet geld worden vrijgemaakt uit andere bronnen om van die capaciteit gebruik te kunnen maken (zoals de eerste geldstroom of NWO-programma's). Dat geld kan vervolgens niet worden gebruikt voor andere doeleinden ('opportunity costs') en een grootschalige faciliteit kan ander onderzoek in hetzelfde wetenschappelijke veld onder druk zetten ('crowding out'). Door haar beslag op schaarse middelen oefent een grootschalige onderzoeksfaciliteit invloed uit op het onderzoek in andere domeinen.

Er is sprake van voortdurende afhankelijkheden tussen de geldstromen voor onderzoek enerzijds en de investeringen en kapitaalkosten anderzijds. Een onderzoeksfaciliteit is meer dan een 'tool for science'. Ze is ook zelf onderwerp van onderzoek: wetenschappelijk en technisch onderzoek is nodig om de faciliteit te ontwerpen. Een hoogwaardige technische faciliteit creëert meer onderzoek en is een instrument voor de ontwikkeling van de volgende generatie faciliteiten.

Investeringen kunnen grote consequenties hebben. Onderzoeksfaciliteiten hebben een redelijk lange levensduur – variërend van 5 tot 30 jaar – en afgaand op Amerikaanse informatie en afhankelijk van de levensduur gaat elke €1 die wordt geïnvesteerd gepaard met €1 à €2,50 aan uitgaven voor ontwikkeling, gebruik, vernieuwing en afbouw.

De beslissing om te investeren moet dan ook goed worden overwogen. Een solide systematiek waarmee investeringen worden gepland en prioriteiten worden gesteld, voorstellen en voortgang worden beoordeeld en geld wordt gereserveerd en uitgegeven, is daarom wenselijk. Dit heeft verschillende implicaties voor verschillende actoren.

De beslissing om te investeren in een grootschalige onderzoeksfaciliteit wordt genomen in de interactie tussen actoren op drie niveaus. Onderzoekers formuleren de wetenschappelijke doelstellingen, ontwikkelen het technische concept en mobiliseren de middelen voor een faciliteit. Hierbij zijn vooral hun eigen behoeften leidend. De politiek bepaalt de bestedingsruimte en maakt de strategische keuze tussen investeringen in de kennisinfrastructuur tegenover alternatieve bestedingen. Die keuze is met name gevoelig wanneer de druk op de overheidsfinanciën toeneemt en het rendement van publieke investeringen extra aandacht krijgt. Binnen het wetenschapssysteem functioneren intermediaire organisaties die de middelen verdelen over de voorstellen van diverse velden - door een vergelijking en prioritering van opties. Denk daarbij voor Nederland aan investeringen in de kennisinfrastructuur vanuit de FES-gelden, aan de uitgaven via NWO-Groot en aan de rol van NWO en SenterNovem in de

evaluatie van voorstellen. In de verdeling van middelen concurreren grootschalige onderzoeksfaciliteiten met andere bestedingsopties.

Een van de voornaamste kenmerken van een grootschalige faciliteit is dat zij te groot is om door een enkele partij te worden gefinancierd, beheerd en gebruikt. De ontwikkeling en bouw van een grote faciliteit behelst daarom noodzakelijkerwijs het mobiliseren van middelen in samenwerking met andere partijen, waarbij iedere partij haar eigen doelstellingen en belangen inbrengt. Een duidelijk vooruitzicht van financiering op redelijke termijn kan samenwerking stimuleren.

Roadmaps zijn in opkomst, mede door de grote impact van de ESFRI-roadmap. Een roadmap stelt wetenschap en politiek in staat een beredeneerde keuze te maken ten aanzien van de faciliteiten die in de komende 5 à 10 jaar moeten worden gebouwd. Een roadmap lijkt onmisbaar in een internationale omgeving waarin steeds meer landen inzetten op grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Nederland heeft dankzij het werk van de commissie Van Velzen internationaal aansluiting gevonden. De zichtbaarheid van de Nederlandse initiatieven op dit gebied kan overigens verder worden vergroot door zowel de roadmap als de inventarisatie van onderzoeksfaciliteiten in het Engels te vertalen.

Een roadmap leidt echter pas tot resultaten als hij deel uitmaakt van een integrale aanpak van ontwikkeling en gebruik van faciliteiten. Op basis van het voorgaande komen we tot een brede interpretatie van structureel investeren. Structureel in plaats van incidenteel investeren betekent:

- *Langetermijnplanning op basis van een roadmap zodat de mogelijke keuzes en gestelde prioriteiten voor de besteding van middelen duidelijk zijn.* Het verdient aanbeveling om de roadmap regelmatig bij te werken zodat iedere twee jaar de prioriteiten voor de komende 5 à 10 jaar kunnen worden bijgesteld. Daarbij hoort een bijstelling van de benodigde financiële middelen.
- *Een voorspelbare beschikbaarheid van middelen op de middellange of lange termijn, die losstaat van eventuele plannen en voorstellen voor specifieke faciliteiten, maar een perspectief biedt dat nieuwe initiatieven aanmoedigt.* Dit impliceert structurele financiering of tenminste een vaste procedure uitmondend in een redelijke kans op financiering. In de financiering moeten de totale kosten van een faciliteit – gedurende haar hele levensduur – in ogenschouw worden genomen. Ook wanneer alleen de constructiekosten worden gefinancierd, moeten de implicaties voor andere partijen in het wetenschapssysteem en daarbuiten duidelijk zijn.
- *Transparante procedures.* Dit schept duidelijkheid over de systematiek van prioritering en financiering, duidelijkheid over wat er van aanvragers en projectleiders wordt verwacht en duidelijkheid over wat zij van de overheid mogen verwachten. In het kader van de evaluatie van de Amerikaanse bijdrage aan de Large Hadron Collider merkt Lehman op dat: “Making plans and actions transparant creates trust, confidence, and better quality” (Lehman, 2005) Het verhogen van de kwaliteit is de allerbelangrijkste uitkomst van transparantie.
- *Een solide kader van ondersteuning, evaluatie en planning, gericht op de beheersing van risico's, kennisdeling, effectieve benutting van capaciteit en beperkte administratieve lasten voor onderzoekers.* Regelmatige monitoring en evaluatie zijn goede middelen gebleken om

de risico's van grote projecten te beheersen. Professionele begeleiding en goede informatie voor onderzoekers die faciliteiten ontwikkelen, kan resulteren in een betere kostenraming en een beter projectplan voor de lange termijn.

- *Goede informatie over de financiering van faciliteiten in projecten, programma's en vakdepartementen, over de ontwikkeling van bestaande en nieuwe onderzoeksfaciliteiten en over de wetenschappelijke en maatschappelijke effecten die voortkomen uit het gebruik van individuele faciliteiten.* Op lokaal en centraal niveau moet verbetering komen in de informatie over de financiering van faciliteiten door expliciete vermelding in rijksbegroting, jaarverslagen en jaarrekeningen. Een tweede aanbeveling is dat de inventarisatie van grootschalige onderzoeksfaciliteiten met dezelfde regelmaat wordt bijgewerkt, zodat de roadmap kan beschikken over goede informatie over faciliteiten in ontwikkeling en gebruik.

De onderzoeksinfrastructuur is gebaat bij een sterke en duidelijke systematiek van financiering, en betere informatie om die systematiek te ondersteunen. Dit betekent niet dat de financiering van grootschalige onderzoeksfaciliteiten in een strak keurslijf moet worden vastgesnoerd waarin ieder detail administratief is vastgelegd. Een zekere flexibiliteit is gezond; incidentele financiering is bijvoorbeeld nodig om Nederland in staat te stellen snel in te spelen op significante ontwikkelingen in de internationale wetenschap. De diversiteit van de verzameling faciliteiten betekent bovendien dat er niet één instrument of systematiek is die de behoeften van alle onderzoeksvelden, gebruikersgroepen en maatschappelijke belangen kan dienen. De ontwikkelde procedures voor de financiering van onderzoeksfaciliteiten binnen de Britse en Amerikaanse systemen kunnen daarbij als inspiratie dienen.

Middelen voor investeringen in infrastructuren voor wetenschappelijk onderzoek zijn altijd schaars. Er zijn meer ideeën dan gefinancierd kunnen worden. Schaalvergroting in alle disciplines verhoogt de vraag naar publieke en andere middelen. Dit is een van de redenen waarom de commissie Van Velzen roept om grotere creativiteit in het zoeken naar middelen. Dat zal gemakkelijker zijn naarmate de synergetische effecten van investeringen in grootschalige onderzoeksfaciliteiten groter zijn, bijvoorbeeld in de vorm van spin-offs en andere economische activiteiten of in termen van regionale effecten. In een vervolgstudie zullen we hierop nader ingaan.

Bibliografie

Ad hoc Commissie "Brugfunctie TNO en GTI's". (2004). De kracht van directe verbindingen. Den Haag.

Arrow, K. J. (1999). Observations on social capital. In P. Dasgupta & I. Serageldin (Eds.), *Social Capital: A Multifaceted Perspective* (pp. 3-5). Washington D.C.: The World Bank.

Autio, E., Hameri, A.-P., & Vuola, O. (2004). A framework of industrial knowledge spillovers in big-science centers. *Research Policy*, 33(1), 107-126.

AV-FuG. (2007). Ausführungsvereinbarung über die gemeinsame Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten - Ausführungsvereinbarung Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten (AV-FuG) - vom 21. Mai 2007, BAnz S. 5863.

BMBF. (2006). Bundesbericht Forschung 2006.

BMBF. (2007). Förderkatalog: Mittel des BMBF nach Förderbereich/Förderschwerpunkten und Förderarten.

BMBF. (2008). Bundesbericht Forschung und Innovation 2008.

Bureau Bartels B.V. (2004). Beleidsvoorbereidend onderzoek Facility Sharing, *Onderzoek in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken*.

CICYT. (2008). Actividades en Investigación Desarrollo e Innovación Tecnológica. Programa de Trabajo '08: Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

Commissie van Wijzen ICES/KIS. (2008). Advies van de Commissie naar aanleiding van de Midterm evaluatie van de Bsik-projecten. Den Haag, 29 april 2008.

Committee of Public Accounts. (2007). Big Science: Public investment in large scientific facilities, *House of Commons, Sixtieth Report of Session 2006–07, 10 October 2007*.

Daemen, F., & Somers, A. (2008). The Social Construction of Knowledge Networks: Construction and effects of IT-based knowledge sharing infrastructures in the field of biodiversity. Den Haag: Rathenau Instituut, Science System Assessment Department.

Danish Council for Strategic Research. (2005a). Future research infrastructures: needs survey and strategy proposal: Danish Research Agency.

Danish Council for Strategic Research. (2005b). Kortlægning af danske forskeres brug af og behov for større forskningsinfrastrukturer: Udkast til rapport til Det Strategiske Forskningsråd udarbejdet af Arbejdsgruppen for Forskningsinfrastruktur.

DEST. (2004). The Final Report of the National Research Infrastructure Taskforce: Australian Government, Department of Education, Science and Training.

DEST. (2006). National Collaborative Research Infrastructure Strategy (NCRIS) Investment Framework.

DIISR. (2008). The Australian Government's 2008-09 Science and Innovation Budget Tables: Department of Innovation, Industry, Science and Research.

DIUS. (2007). The Allocations of the Science Budget 2008/09 to 2010/11. Department for Innovation, Universities & Skills, December 2007.

DOE. (2003). Facilities for the Future of Science: A Twenty-Year Outlook: Department of Energy.

DOE. (2007). Four Years Later: An Interim Report on Facilities for the Future of Science: A Twenty-Year Outlook: Department of Energy.

DTI. (2005). Science Budget Allocations 2005-06 to 2007-08: Department of Trade and Industry.

FECYT. (2006). Indicadores del sistema Español de ciencia y tecnología: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

FECYT. (2008). Plan nacional de investigación científica, desarrollo e innovación tecnológica 2008-2011: Fundación Española para la Ciencia y Tecnología.

Forskning.se. (2003). Swedish Research: Main Financing Bodies.

Frinking, E., Ligtvoet, A., Van der Linde, E., & Vader, J. (2001). Investeringsbehoefte uitrusting wetenschappelijk onderzoek, *Rapport in opdracht van de Ministeries van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen en Landbouw, Natuurbeheer en Visserij* (Vol. MR-1379): RAND Europe.

GAO. (2008). Department of Energy, Office of Science Has Kept Majority of Projects within Budget and on Schedule, but Funding and Other Challenges May Grow, *GAO Report to the Subcommittee on Investigations and Oversight, Committee on Science and Technology, House of Representatives*. Washington D.C.: United States Government Accountability Office.

Higher Education Authority. (2007). Research Infrastructure in Ireland - Building for Tomorrow: Forfás.

HM Treasury, DfES, & DTI. (2004). Science & innovation investment framework 2004-2014: HM Treasury, Department for Education and Skills, and Department of Trade and Industry.

Horlings, E., & Versleijen, A. (2008). Groot in 2008. Momentopname van Grootchalige Onderzoeksfaciliteiten in de Nederlandse Wetenschap. Den Haag: Rathenau Instituut.

Innovatieplatform. (2005). Kennisambitie en researchinfrastructuur. Investeren in grootschalige kennisinfrastructuur.

JM Consulting Ltd. (2006). Future needs for capital funding in higher education: A review of the future of SRIF and learning and teaching capital, *Report to the UK higher education funding bodies*.

Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse. (2007). Verksamheten.

Lehman, D. R. (2005). Large Science Project Experience at the U.S. Department of Energy, *Presentation*: Department of Energy, Office of Science, Office of Project Assessment.

Morrow, E. W., McDonnell, L. M., & Arguden, R. Y. (1988). Understanding the Outcomes of Mega-Projects: A Quantitative Analysis of Very Large Civilian Projects: RAND.

Ministerio de Educación y Ciencia. (2007). Singular Scientific and Technological Infrastructures (ICTS).

NAO. (2007). Big Science: Public investment in large scientific facilities, *Report by the Comptroller and Auditor General*: National Audit Office.

NAS. (2004). Setting priorities for large research facility projects supported by the National Science Foundation. Washington, D.C.: Committee on Science, Engineering, and Public Policy: Committee on Setting Priorities for NSF-Sponsored Large Research Facility Projects.

NASA. (2008). Fiscal Year 2009 Budget Estimates: National Aeronautics and Space Administration.

NSF. (2005). Survey of Science and Engineering Research Facilities, Fiscal Year 2005 and Survey of Research and Development Expenditures at Universities and Colleges, Fiscal Year 2004. In National Science Foundation/Division of Science Resources Statistics (Ed.).

NSF. (2007a). Federal Funds for Research and Development: Fiscal Years 2004–06: Detailed Statistical Tables (Vol. NSF 07-323).

NSF. (2007b). FY 2008 Budget Request for the Major Research Equipment and Facilities Construction (MREFC).

NSF. (2007c). Large Facilities Manual (Vol. NSF 07-38).

NSF. (2008). Facility Plan: National Science Foundation.

OECD. (2007). OECD in Figures 2007. Paris: OECD.

RCUK. (2007). Research Councils UK, Large Facilities Roadmap.

Science and Technology Facilities Council. (2008). Annual Report and Accounts 2007-2008.

Smits, J. P., & Hoekstra, R. (2008). Sustainability from a National Accounts Perspective, *Paper Prepared for the 30th General Conference of The International Association for Research in Income and Wealth, Portoroz, Slovenia, August 24-30, 2008*.

Van Rhee, G., Galama, T., Horlings, E., Lankhuizen, M., & Nooij, S. (2006). "Echte kanjers verdienen beter": Een analyse van de financiering van de grote onderzoeksfaciliteiten van TNO en de GTIs, *RAND Technical Report 399*: Prepared for the Dutch Ministry of Education, Culture and Science.

Versleijen, A., Van der Meulen, B., Van Steen, J., Boneschansker-Kloprogge, P., Braam, R., Mampuy, R., et al. (2007). *Dertig jaar onderzoeksfinanciering in Nederland 1975-2005. Historische trends, actuele discussies*. Den Haag: Rathenau Instituut.

Vetenskapsrådet. (2007a). Årsredovisning 2007.

Vetenskapsrådet. (2007b). The Swedish Research Council's Guide to Infrastructure: Recommendations on long-term research infrastructures by the research councils and VINOVA, *Vetenskapsrådets Rapportserie 5:2008* (2nd ed.).

Vuola, O., & Hameri, A.-P. (2006). Mutually benefiting joint innovation process between industry and big-science. *Technovation*, 26(1), 3-12.

Wissenschaftsrat. (2006). 35. Rahmenplan für den Hochschulbau nach dem Hochschulbauförderungsgesetz 2006–2009.

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