

Uitgave van de Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid (VRWB)

K. Vinck, voorzitter
D. Raspoet, secretaris

VRWB
Ellips - Koning Albert II-laan 35 bus 13
1030 Brussel
tel. +32(0)2 553 45 20
fax +32(0)2 553 45 23
e-mail: vrwb@vlaanderen.be
website: www.vrwb.be



19



De Vlaamse deelname aan grote
internationale onderzoeksinfrastructuur

De Vlaamse deelname aan grote
internationale onderzoeksinfrastructuur

VLAAMSE RAAD VOOR
WETENSCHAPSBELEID

STUDIREEKS

STUDIREEKS

STUDIREEKS

STUDIREEKS

STUDIREEKS

STUDIREEKS

DE VLAAMSE DEELNAME
AAN GROTE INTERNATIONALE
ONDERZOEKSINFRASTRUCTUUR

WOORD VOORAF

Viceminister-president Fientje Moerman bereidt een nieuw beleidskader voor internationale wetenschappelijke en technologische samenwerking voor, waarbinnen ook de ondersteuning van Vlaamse onderzoekers bij deelname aan grootschalige onderzoeksinfrastructuren (CERN, ESRF ...) aan bod zal komen. Een belangrijk aspect hierin blijkt de vraag of de investeringen (federaal en Vlaams) wel beantwoorden aan een wetenschappelijke nood en welke de te verwachten economische en wetenschappelijke return is.

De minister vroeg de VRWB hieromtrent om advies en stelde meer specifiek volgende vragen:

- Wat is de return voor Vlaanderen van de deelname aan de genoemde infrastructuren?*
- Dient er een intra-Belgische verdeelsleutel gehanteerd voor de toewijzing van de Belgische gebruikstijd in deze infrastructuren, en zo ja welke?*
- Is de toegewezen gebruikstijd voldoende, is er sprake van een tekort of eventueel zelfs van een onderbenutting?*
- Wat is de behoefte van de Vlaamse onderzoeksgemeenschap voor deze infrastructuren?*
- Op welke wijze worden de onderzoeksprojecten in deze infrastructuren geëvalueerd en gefinancierd? Gebeurt er binnen de internationale infrastructuur een pre-screening? Wat is het slaagpercentage?*
- Hoe verloopt de financiering van Vlaamse projecten die gebruik maken van deze infrastructuur en hoe kan het systeem mogelijk verbeterd worden?*

Voor de voorbereiding van het advies werd een specifieke ad-hocwerkgroep opgericht, samengesteld uit Vlaamse wetenschappers en vertegenwoordigers van Vlaamse en federale administraties die betrokken zijn bij deze internationale onderzoeksorganisaties, onder het voorzitterschap van prof. Lode Wyns, Vrije Universiteit Brussel. De samenstelling van de werkgroep wordt in bijlage 1 gegeven.

Om vrij concreet te kunnen antwoorden op de door de minister geformuleerde vragen en om aanbevelingen te formuleren die steunen op een voldoende lange ervaring, onderwierp de werkgroep een viertal grote onderzoeksinfrastructuren aan een uitgebreide analyse. De focus lag enkel op die grote Europese installaties of instituten waarvoor het lidgeld federaal wordt bijgedragen en waarvoor het Vlaamse gewest de middelen biedt aan onderzoekers om optimaal op de geboden opportuniteiten in te spelen. Het betreft CERN, synchrotronstraling (ESRF/EMBL), ESO en EMBO/EMBC/EMBL, m.a.w. unieke onderzoeksapparatuur, die de draagkracht van een land of regio ver te boven gaat.

Voorliggende publicatie is het resultaat van deze intensieve oefening. Het boek bestaat uit twee onderdelen: deel 2 is het eigenlijke syntheserapport, een soort van informatieve brochure, die zoveel mogelijk kwantitatieve en kwalitatieve gegevens bundelt omtrent deze internationale onderzoeksorganisaties en de Belgische en Vlaamse deelname hieraan. Het onderbouwt de vaststellingen en aanbevelingen die de Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid hierbij heeft geformuleerd en die zijn weergegeven in deel 1.



Karel Vinck
Voorzitter

INHOUDSTAFEL

| | | |
|---|--|----|
| ■ | BESCHOUWINGEN VOORAF | 9 |
| | Welke grote infrastructuur | 9 |
| | Concept rapport | 9 |
| | Langetermijnvisie | 10 |
| | Infrastructuurspecifieke dimensie, cultuur, werkwijze | 11 |
| | Hercules | 11 |
| | Knelpunten | 11 |
| ■ | DEEL 1: VASTSTELLINGEN EN AANBEVELINGEN | 13 |
| ■ | VASTSTELLINGEN | 15 |
| | Strategische keuzes | 15 |
| | Knelpunten inzake financiering van Vlaamse O&O-projecten | 15 |
| | Wetenschappelijke return Vlaamse onderzoekers | 17 |
| | Economische return naar Vlaanderen | 17 |
| ■ | AANBEVELINGEN | 18 |
| | Algemeen | 18 |
| | Getrapt systeem voor de financiering van Big science projecten | 18 |
| | Evaluatie | 19 |
| | Hercules | 20 |
| | Menselijk potentieel | 20 |
| | Stimuli voor mobiliteit | 20 |
| | Verdeelsleutel | 20 |
| | Voldoende informatiedoorstroming voor een betere economische return | 21 |
| | Toekomstige initiatieven en opportuniteiten | 21 |
| ■ | DEEL 2: SYNTHESERAPPORT | 23 |
| ■ | HOOFDSTUK 1: SUBATOMAIRE FYSICA | 25 |
| | Inleiding en schets van het onderzoekslandschap | 25 |
| | CERN | 26 |
| | Doelstelling - historiek - leden | 26 |
| | Organisatie en structuur | 28 |
| | Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen | 29 |
| | Infrastructuur en wetenschappelijke programma's | 29 |
| | Evaluatie, pre-screening, slaagkansen | 32 |
| | Budget | 33 |
| | Wetenschappelijke return | 36 |
| | Economische return | 38 |
| | Toekomstige ontwikkelingen | 42 |
| | Specifieke knelpunten | 44 |

| | | |
|---|--|----|
| ■ | HOOFDSTUK 2: SYNCHROTRONSTRALING | 47 |
| | Inleiding en schets van het onderzoekslandschap | 47 |
| | European Synchrotron Radiation Facility - ESRF | 49 |
| | Doelstelling - historiek - leden | 49 |
| | Organisatie en structuur | 49 |
| | Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen | 49 |
| | Infrastructuur en wetenschappelijke programma's | 50 |
| | Evaluatie, pre-screening, slaagkansen | 53 |
| | Budget | 54 |
| | Wetenschappelijke return | 55 |
| | Economische return | 60 |
| | Toekomstige ontwikkelingen | 61 |
| | Specifieke knelpunten | 62 |
| ■ | HOOFDSTUK 3: ASTRONOMIE | 65 |
| | Inleiding en schets van het onderzoekslandschap | 65 |
| | ESO | 65 |
| | Doelstelling - historiek - leden | 65 |
| | Organisatie en structuur | 66 |
| | Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen | 67 |
| | Infrastructuur en wetenschappelijke programma's | 67 |
| | Evaluatie, pre-screening, slaagkansen | 69 |
| | Budget | 70 |
| | Wetenschappelijke return | 71 |
| | Economische return | 72 |
| | Toekomstige ontwikkelingen | 73 |
| | Strategische opties | 75 |
| | Knelpunten | 75 |
| ■ | HOOFDSTUK 4: MOLECULAIRE BIOLOGIE | 77 |
| | EMBO-EMBC-EMBL | 77 |
| | Doelstelling - historiek - leden | 77 |
| | Organisatie en structuur | 78 |
| | Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen | 80 |
| | Activiteiten en programma's | 80 |
| | Evaluatie, pre-screening, slaagkansen | 82 |
| | Budget | 82 |
| | Wetenschappelijke return | 82 |
| | Economische return | 84 |

| | | |
|---|---|-----|
| ■ | ADDENDUM: GEDETAILLEERDE BESCHIJVINGEN | 85 |
| | CERN | 85 |
| | Infrastructuur en wetenschappelijke programma's | 85 |
| | Wetenschappelijke return | 96 |
| | ESRF | 99 |
| | Wetenschappelijke return | 99 |
| ■ | LIJST VAN AFKORTINGEN | 101 |
| ■ | BIJLAGE 1 | 103 |
| | Samenstelling AD-HOC werkgroep Internationale Onderzoeksorganisaties | 103 |
| ■ | BIJLAGE 2 | 104 |
| | Economische return voor Vlaanderen-CERN | 104 |

WELKE GROTE INFRASTRUCTUUR?

Als we de verschillende activiteiten bekijken in Vlaanderen rond grote multilaterale onderzoeksinfrastructuren kunnen we essentieel drie categorieën onderscheiden:

- grote infrastructures die federaal door lidgeld gesteund worden en waaraan Vlaamse onderzoekers actief zijn;
- grote infrastructures waar Vlaamse groepen actief zijn zonder dat er federaal lidgeld is, maar waar er werkzaamheden zijn via projecten vnl. gefinancierd door het FWO;
- grote infrastructures waarbij het opportuun zou zijn om vanuit Vlaanderen te participeren (dit kunnen initiatieven zijn van een beperkte groep onderzoekers in Vlaanderen maar waar uitbreiding interessant is, dit kunnen ook toekomstige projecten zijn die nu de overlegfase doorlopen ...). Het gaat hier om een strategie op lange termijn. In eerste fase is het interessant om nauwkeurig geïnformeerd te zijn en alert te blijven.

Na overleg en in deze fase werd de analyse bewust en overwogen beperkt tot de eerste categorie: nl. de grote projecten die nu lopen in de context van grote Europese installaties of instituten en meer bepaald deze waarvoor het lidgeld federaal wordt bijgedragen en waarvoor het Vlaamse gewest de middelen biedt aan de onderzoekers om optimaal op de geboden opportuniteiten in te spelen.

Het betreft dus specifiek: CERN, synchrotronstraling (ESRF/EMBL), ESO en EMBO/EMBC/EMBL.

Met het ILL (Instituut Max von Laue – Paul Langevin) werd door de federale overheid recent een Memorandum of Intent (MoI) voor een interimperiode van twee jaar getekend. Vermits deze samenwerking nog in een opstartfase zit, wordt hier niet dieper op ingegaan.

CONCEPT RAPPORT

In 1996 publiceerde de VRWB een onderzoeksrapport 'De internationale onderzoeksorganisaties', waarin o.m. de Vlaamse deelname aan en de rol binnen de grote multilaterale onderzoeksinfrastructures zoals CERN, EMBL, ESRF, ESO ... werd onderzocht.

Voorliggend rapport omvat o.m. een update van bovenvermelde VRWB-publicatie, met een volledige beschrijving van de verschillende faciliteiten, en waarin een grondige analyse wordt gemaakt van de bestaande situatie en dieper wordt ingegaan op de specifieke vragen van de minister.

Het bundelt zoveel mogelijk kwantitatieve en kwalitatieve gegevens omtrent deze internationale onderzoeksorganisaties en de Belgische en Vlaamse deelname hieraan en onderbouwt de vaststellingen en aanbevelingen. Het kan gehanteerd worden als een soort van informatieve brochure, waarin de verschillende hoofdstukken zoveel mogelijk zijn uitgewerkt volgens eenzelfde stramien: historiek, doelstelling en deelnemende landen, organisatie en structuur, infrastructuur en wetenschappelijke programma's, begroting, deelname van België en Vlaanderen, gemeten a.d.h.v. de financiële bijdrage, wetenschappelijke en industriële return en aandeel in personeel (indien gegevens beschikbaar). Voor meer gedetailleerde informatie omtrent deze infrastructuur verwijzen we naar het addendum.

LANGETERMIJNVISIE

Tijdens de vergaderingen vermeldden de leden van de werkgroep vanuit persoonlijk overleg, ervaring of analyse meerdere andere projecten en initiatieven die belangrijk kunnen zijn in de toekomst en waarvan sommige nu op de tekentafels liggen.

We denken hier meer concreet en niet exhaustief aan initiatieven als:

- nieuwe voorstellen voor initiatieven vanuit het federale beleid (bv. ILL);
- infrastructuren ondersteunen met Vlaamse middelen, waar geen federale middelen tegenover staan en waarbij de deelname vanuit projecten kan worden gefinancierd;
- tendensen die zich op het Europese/internationale forum manifesteren. ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures) publiceerde een 'roadmap' om de Europese Commissie te informeren rond de noden en opportuniteiten voor nieuwe onderzoeksinfrastructuur, en met het oog op 7 KP. De ESFRI 'roadmap' beschrijft 35 faciliteiten.

Bij opening van de gesprekken rond deze lijst botst men terstond op meerdere knelpunten:

- Deze lijst groeit zeer snel aan tot een niet beheersbaar pakket. Hierbij is dan kritiek gerelateerd aan de weliswaar uitgebreide maar onvermijdbaar toch steeds specifieke samenstelling van de werkgroep nooit uit de lucht.
- Ook projecten, bv. binnen het ESFRI-pakket, met betrekking tot de humane wetenschappen vereisen een behandeling doch vallen compleet buiten de expertise van de aangestelde werkgroep.

Hierbij loopt men het risico om van analyse en advies te vervallen in een ongepast wegen op het beleid.

Al bij al is het zo dat de analyse van de vier omvangrijke en bestaande projecten het enige is wat toelaat om:

- een concreet antwoord te formuleren op de vijf door de minister geformuleerde vragen;
- een aantal aanbevelingen ten gronde te formuleren, ook naar nieuwe initiatieven toe, die steunen op een voldoende lange ervaring. Aanbevelingen die zich situeren op het vlak van concrete acties naar de optimalisatie van zowel wetenschappelijke als economische return; van personeelsbeleid en contracten in een internationaal kader; voor 'good practices' voor structureel overleg binnen de wetenschappelijke wereld, zowel voor bestaande als nieuwe initiatieven; voor een effectief overleg en een constructief overleg met de federale overheden.

INFRASTRUCTUURSPECIFIEKE DIMENSIE, CULTUUR, WERKWIJZE ...

Deze grootschalige internationale onderzoeksinfrastructuren hebben elk hun eigen dimensie, doelstelling, cultuur en werkwijze. Zo is bv. de grootte en de aanpak van een project aan CERN van een volledig andere orde dan een project aan ESRF. Bij EMBO/EMBC/EMBL gaat het eerder om een 'fellowship'-systeem dan om de infrastructuur/apparatuur. Dit maakt het ook niet waarschijnlijk dat een eenvormige aanpak voor al deze organisaties kan voorgesteld worden.

HERCULES

Investeren in eigen infrastructuur en instrumenten, en meedoen aan de bouw van infrastructuur, blijkt een belangrijk gegeven voor het ontwikkelen van wetenschappelijke experimenten en het verbeteren van de wetenschappelijke return. Het zou daarom interessant zijn om na te gaan in welke mate investeringen in eigen wetenschappelijke infrastructuur (randapparatuur?) nodig zijn en of daarvoor in Vlaanderen bijkomende inspanningen kunnen geleverd worden. Het is cruciaal dat er voldoende wetenschappelijke apparatuur aanwezig is in de laboratoria die aanvragen doen bij de grote Europese installaties en die toelaat de projecten beter voor te bereiden.

In dit verband past ook de structurele financiering van middelzware en zware onderzoeksinfrastructuur, waarvoor het Herculesprogramma wordt uitgebouwd, dat vanaf 2007 zou moeten operationeel zijn.

KNELPUNTEN

Per infrastructuur worden een aantal specifieke knelpunten genoteerd. Sommige ervan zijn heel infrastructuurspecifiek, andere vertonen een meer globaal karakter.

In een afzonderlijk advies 95 'Grootschalige internationale onderzoeksinfrastructuur - Eerste advies - Eerste knelpunten' van 8 december 2005 heeft de VRWB al enkele nijpende problemen vnl. rond CERN en synchrotronstraling (o.m. ESRF) onder de aandacht van de minister gebracht.

Op de Vlaamse begroting 2006 is 750 000 euro uitgetrokken voor internationale samenwerking (meer bepaald grote infrastructuurprojecten). Op 28 april 2006 keurde de Vlaamse regering een aantal addenda aan de FWO-beheersovereenkomst 2002-2007 goed, waarin onder meer voor bovenvermelde problematiek een oplossing wordt geboden.

DEEL 1
VASTSTELLINGEN
EN AANBEVELINGEN

VASTSTELLINGEN

STRATEGISCHE KEUZES

1. De Belgische deelname aan een aantal grootschalige internationale onderzoeksinfrastructuren (CERN, ESRF, ESO ...) wordt momenteel op federaal niveau gefinancierd. Dit zijn strategische keuzes die destijds op federaal niveau zijn gemaakt, op basis van de in België aanwezige expertise op hoog internationaal niveau.
2. Ondanks de federale basisfinanciering voor een aantal grootschalige onderzoeksfaciliteiten is de toegang tot de eigenlijke experimenten, waarnemingen ... niet vanzelfsprekend. De toegang tot het gebruik van de unieke onderzoeksapparatuur (versnellers op CERN, ESRF, telescopen voor ESO ...) wordt verleend op basis van zorgvuldig uitgewerkte voorstellen voor experimenten, gedragen door een internationale samenwerking en gebaseerd op een diepgaande evaluatie op internationale schaal.

De Vlaamse onderzoeksgroepen concentreren zich op een beperkt aantal experimenten, via een bewuste keuze en conform de langdurig opgebouwde expertise, waarmee ze op hoog niveau kunnen meespelen.

KNELPUNTEN INZAKE FINANCIERING VAN VLAAMSE O&O-PROJECTEN

3. Deze grootschalige internationale onderzoeksinfrastructuren hebben elk hun eigen dimensie, doelstelling, cultuur en werkwijze, waardoor een eenvormige aanpak voor al deze organisaties niet waarschijnlijk is.
4. De dimensie en de aard van het onderzoek aan grote wetenschappelijke instituten/infrastructuren is meestal zeer verschillend van dat van klassieke FWO-projecten:
 - De omvang en de financiële behoeften van de internationale initiatieven is meestal veel hoger dan deze van de andere projecten.
 - De FWO-financiering is gebaseerd op de goedkeuring van projecten met een maximale looptijd van vier jaar. Internationale initiatieven vereisen meestal een veel langere looptijd en hebben dikwijls een structureel karakter met een fase van opbouw van specifieke instrumenten en daarna een exploitatiefase.
 - Het FWO verdeelt zijn jaarlijks budget voor onderzoek volgens een mechanisme waarbij het ter beschikking gestelde budget wordt omgeslagen en verdeeld over de verschillende wetenschappelijke commissies volgens de verhouding van de aanvragen van de projecten die binnen het specialiteiterrein van de commissies vallen.

- Moeilijkheden stellen zich ook bij het verwerven van instrumentele projecten. De hardwareaspecten van dergelijke projecten betreffen aanzienlijke sommen, die de discussies vertekenen in de wetenschappelijke FWO-commissie waar deze projecten desgevallend voorkomen. Uiterekend deze technologische aspecten bieden uitzicht op industriële vertaling naar de Vlaamse industrie.

Big science projecten kunnen dus niet op dezelfde manier behandeld worden als andere projecten. Evenmin mag ondersteuning van big science projecten ten koste gaan van de 'reguliere' projecten.

5. Men moet kunnen intekenen op projecten en participeren aan technologische ontwikkelingen onder de vorm van een partnership. Dit impliceert een koppeling aan de programmering en timing van de internationale installaties.
6. De financiering van Vlaamse onderzoeksprojecten aan CERN, bv. via het FWO, is op dit moment zeer laag, vergeleken met de andere landen die actief zijn op CERN (zie figuur 4 in rapport). De drastische daling (halvering) gedurende de laatste tien jaar van de FWO-onderzoeksmiddelen die naar de subatomaire fysica gaan, ligt hier mee aan de oorsprong. Dit heeft nefaste gevolgen voor de Vlaamse deelname aan CERN: vaste kosten en engagementen aangegaan binnen de internationale samenwerkingen kunnen bv. niet meer gefinancierd worden, onderzoeksploegen moeten worden afgebouwd. De positie van Vlaamse onderzoekers aan CERN is hierdoor sterk achteruitgegaan t.o.v. een vijftiental jaar geleden.
7. Bovenvermeld FWO-financieringsmechanisme maakt ook de consolidatie van het menselijk potentieel onzeker. De chronische onderfinanciering geeft aanleiding tot een onvoldoende uitgebouwde staf van postdocs maar ook van aspiranten.
8. Op universitair en Vlaams vlak zijn er nogal wat middelen voor middelgrote projecten. Deze zijn sterk gericht op intra- en interuniversitaire (Vlaamse) samenwerking. Deze 'interne' gerichtheid staat wat haaks op internationale positionering. Een uitstekende Vlaamse onderzoeksgroep, die zeer actief is op de internationale scène maar geen tegenspelers heeft in Vlaanderen, mag hiervoor niet worden afgestraft.

WETENSCHAPPELIJKE RETURN VLAAMSE ONDERZOEKERS

9. De gegevens uit het syntheserapport tonen aan dat de Vlaamse onderzoeksgroepen die meedingen naar projecten in/aan de betrokken infrastructuren, hierin succesvol zijn.
10. Uit het syntheserapport blijkt eveneens dat, ondanks deze goede slaagpercentages, Vlaanderen zich nog niet optimaal profileert en dat België/Vlaanderen de geboden mogelijkheden om aan deze onderzoeksinfrastructuren deel te nemen nog beter kunnen benutten.
11. EMBO/EMBC/EMBL is essentieel een fellowship-systeem waarbij de begunstigden geselecteerd worden op basis van hun excellentie. Wat het aantal deelnemende onderzoekers betreft, scoort België onder het gemiddelde. Dit heeft vooral te maken met de geringe mobiliteit van Vlaamse/Belgische onderzoekers.

ECONOMISCHE RETURN NAAR VLAANDEREN

12. De economische return naar België, die voortvloeit uit het lidmaatschap van deze infrastructuren, is over het algemeen goed tot zeer goed. De return naar Vlaanderen daarentegen is niet goed, en is in het bijzonder bij CERN, totaal ondermaats. Dit blijkt o.m. uit een benaderende berekening van Voka (zie pag. 38-42 Economische return).

Bovendien blijkt dat de Belgische economische return vooral gerealiseerd wordt via contracten in minder hoogtechnologische sectoren.

13. Een gebrekkige informatiedoorstroming omtrent de opportuniteiten die zich voor industriële partners bij deze grote infrastructuur en projecten aandienen, is hiervan een belangrijke oorzaak.

Vice versa, is er ook een grote nood aan informatie over de in Vlaanderen aanwezige industriële know how.

14. Significante economische return, via openbare aanbestedingen, is voornamelijk te verwachten in de bouwfase of in periodes van grote vernieuwing aan deze infrastructuren.

AANBEVELINGEN

ALGEMEEN

15. Gezien het hier gaat om fundamenteel onderzoek en partim toegepast onderzoek van hoge waarde en de betrokken infrastructures op een zeer hoog wetenschappelijk niveau staan, kan België/Vlaanderen zich niet veroorloven hierin afwezig te zijn. Rekening houdend met de hoge kostprijs is deelname in grote internationale projecten de enige goede oplossing.
16. We hebben er alle belang bij dat het federale lidgeld, dat de toegang tot deze multilaterale installaties verzekert, optimaal wordt benut zowel op wetenschappelijk als op economisch vlak. Het is aan de Vlaamse overheid, die de middelen aan de onderzoekers biedt, om optimaal op de geboden opportuniteiten in te spelen.
17. Gezien de lange looptijd van projecten aan deze internationale infrastructures worden nu al plannen voor de toekomst (2015) uitgetekend. Dit betekent dat, indien Vlaanderen hierin wil blijven meespelen:
 - een snelle oplossing voor de bestaande knelpunten zich opdringt;
 - zowel universiteiten als industrie alert moeten (kunnen) inspelen op en actief gebruik maken van de wetenschappelijke/technologische opportuniteiten die zich aanbieden en voor ontwikkelingen in domeinen waar we niet in kunnen/mogen ontbreken;
 - ook op Vlaams niveau zal snel moeten worden nagedacht over keuzes wat eventuele toekomstige initiatieven betreft.

GETRAPT SYSTEEM VOOR DE FINANCIERING VAN BIG SCIENCE PROJECTEN

18. De VRWB stelt voor een getrappt systeem uit te werken voor de financiering van deze big science projecten. Deze financiering moet, in eerste instantie althans, beperkt zijn tot deze infrastructures waarvoor de federale overheid het lidgeld betaalt.

Het voorgestelde systeem omvat:

- het federale lidgeld, dat de toegang tot de infrastructuur verschaft;
- een nieuwe specifieke, recurrente kredietlijn binnen het FWO, financieel duidelijk afgescheiden en betoelaagd met afzonderlijke middelen, voor de zogenaamde institutionele, logistieke kosten van die big science projecten in directe correlatie met de betrokken faciliteiten;

- via de bestaande financieringskanalen, i.h.b. het FWO, maar ook bv. IUAP's ... (blijven) de eigenlijke 'ad-hoc' onderzoeksprojecten gefinancierd worden.

19. Deze werkwijze moet toelaten dat die onderzoekers die zich hebben weten te profileren, die een trekkersrol spelen in hun domein en hierdoor geselecteerd werden voor een project aan een grote onderzoeksinfrastructuur, op een financieel engagement voor een langere periode (in betere verhouding tot de looptijd van de big science projecten, typisch tien - vijftien jaar) kunnen rekenen.

EVALUATIE

20. Voor de evaluatie van aanvragen binnen deze nieuwe kredietlijn moet een onafhankelijke overkoepelende commissie instaan. Deze commissie is flexibel samengesteld, met een hoog internationaal ledenghalte en gespreid over alle disciplines heen. Dit moet enerzijds toelaten de discussies in de reguliere commissies te overstijgen en anderzijds een meer risicovolle intekening te doen op het hogere niveau van de technologieën eigen aan deze mega-installaties. Verder moet de link met de bestaande FWO-commissies en het Vlaamse onderzoeksveld worden verzekerd. Het FWO heeft hierin een lange traditie en heeft ook de nodige mechanismen om dit optimaal uit te werken.

Vermits de betrokken projecten reeds een bijzonder scherpe screening door internationale panels van topexperts aan de infrastructuren zelf hebben doorstaan, is hun wetenschappelijke uitmuntendheid en internationale waarde bewezen. Hierdoor is een bijkomende evaluatie van de intrinsieke wetenschappelijke inhoud op Vlaams niveau minder opportuun. De taak van deze commissie is in ruime mate op het strategische (punt 31-32) en praktische vlak te zien.

Anderzijds meent de VRWB dat regelmatige tussentijdse evaluaties die de voortgang van de projecten bewaken en eventuele bijsturing mogelijk maken, onontbeerlijk zijn.

21. De in punt 18 vermelde ad-hoc onderzoeksprojecten worden geëvalueerd via de geëigende kanalen (bv. FWO-commissies ...).

HERCULES

22. Het is cruciaal dat er voldoende wetenschappelijke apparatuur, expertise en personeel aanwezig is in de laboratoria die aanvragen doen bij de grote Europese installaties. Dit laat toe de projecten beter voor te bereiden.
23. Het Herculesprogramma voor structurele financiering van middelzware en zware onderzoeksinfrastructuur aan de Vlaamse kennisinstellingen, dat momenteel wordt uitgetekend, moet hiervoor voldoende mogelijkheden bieden.

MENSELIJK POTENTIEEL

24. Dergelijke langetermijnprojecten steunen in grote mate op de expertise van hoogopgeleide onderzoekers en technici en vereisen dus heel in het bijzonder een voldoende (en geëvalueerde) continuïteit voor het wetenschappelijk personeel. De nood aan voldoende onderzoekers is echter niet exclusief voor deze infrastructuren maar leeft in veel domeinen.

De VRWB herhaalt in dit verband zijn eerdere pleidooien voor een groter postdockcorps en voldoende academisch personeel met een onderzoeksprofiel.

STIMULI VOOR MOBILITEIT

25. Stimuli voor mobiliteit zijn volgens de VRWB van groot belang. Ook hier verwijst de Raad naar zijn eerdere aanbevelingen. Hierbij moet men er op toezien dat het een 'brain circulation' wordt en zeker geen 'brain drain'.
26. Er stelt zich ook het eerder praktische probleem van het gebrek aan een institutioneel kader voor expatriatie van medewerkers, waarvoor een oplossing dient gezocht.

VERDEELSLEUTEL

27. De VRWB is van oordeel dat er geen intra-Belgische verdeelsleutel dient gehanteerd te worden voor de toewijzing van de Belgische 'gebruikstijd' in de infrastructuren waar dit van toepassing kan zijn (ESRF en ESO). Het toekennen gebeurt vnl. op basis van de kwaliteit van de ingediende projecten. Het indienen zelf van projecten is een bottom-up proces, waarbij ook de wetenschappelijke partners voor hun excellentie worden gekozen.

Ook bij CERN en EMBL/EMBO, waar het toekennen van meettijd niet direct van toepassing is, speelt excellentie de hoofdrol.

VOLDOENDE INFORMATIEDOORSTROMING VOOR EEN BETERE ECONOMISCHE RETURN

28. De Raad beveelt aan dat een actieve politiek van informatiedoorstroming en -uitwisseling wordt gevoerd, en dat hiervoor een efficiënt forum/kanaal wordt opgezet. Zowel het capteren, het doorgeven als het gebruiken van de informatie is hierin een belangrijk gegeven.

In de eerste plaats moet de informatie betreffende de wetenschappelijke evoluties en economische opportuniteiten tijdig gecapteerd worden en correct en efficiënt naar Vlaanderen kunnen doorstromen. Verantwoordelijken ter plaatse (bv. liaison officers) die met voldoende vakkundigheid de Vlaamse belangen behartigen zijn daarin een onontbeerlijke factor. Verder beschikt Vlaanderen over vertegenwoordigers in bestuurlijke en wetenschappelijke commissies die eveneens een continue en nauwkeurige informatiestroom kunnen en moeten garanderen.

Vervolgens moeten de doelgroepen (het industriële veld en de onderzoekers) in Vlaanderen zo efficiënt mogelijk worden geïnformeerd (bv. via het IWT in het kader van zijn NCP (National Contact Point)-functie voor de EU-Kaderprogramma's, via het Vlaams Agentschap voor Internationaal Ondernemen (FIT)...). Ook de relevante federaties kunnen als belangrijke tussenpartners ingeschakeld worden.

Louter informeren op zich volstaat niet. Een NCP bijvoorbeeld kan enkel intelligent ingezet worden als de doelgroepen actief en gericht betrokken worden, zodat zij ook daadwerkelijk op de geboden opportuniteiten kunnen inspikken.

TOEKOMSTIGE INITIATIEVEN EN OPPORTUNITEITEN

29. Voldoende consultatie en overleg van de federale overheid met de regionale overheden over multilaterale infrastructuur is een noodzaak.
30. Grondig voorafgaand overleg met het volledige potentieel betrokken (wetenschappelijk) gremium in Vlaanderen is evenzeer van groot belang.

31. Het uitwerken van een kader waarin dergelijk overleg gestructureerd kan plaats vinden en waarin via een bottom-up traject gefundeerde keuzes kunnen worden gemaakt, kan dan ook rekenen op de steun van de VRWB. De piste waarin dit via het FWO (via de eerder voorgestelde commissie) gebeurt, geniet sterk de voorkeur.

32. Het is absoluut kritisch en belangrijk dat men de nieuwe (Europese) initiatieven die op het getouw staan (zie voorstellen van het 'European Strategy Forum on Research Infrastructures' (ESFRI)) grondig analyseert en zich proactief inschrijft in deze wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen. Ook de grote Europese spelers kunnen het vaak niet allemaal alleen en hebben baat bij een sterk partnership. Bovendien gaat dergelijke apparatuur (zoals ITER, X-ray free Electron Laser, Neutron Spallation Source, Zeer Hoge Magneetvelden, GRID ...) de mogelijkheden van een klein land te boven.

33. Voor deelname aan ESRF vormt België samen met Nederland het BENESYNC-consortium. Deze overeenkomst loopt tot eind 2007. In het licht daarvan vindt de Raad het nuttig dat de voor- en nadelen van deze Belgisch-Nederlandse samenwerking/schaalvergroting zouden onderzocht worden. Ook de huidige verdeelsleutel België/Nederland zou dan kunnen herbekeken worden.

DEEL 2
SYNTHESE RAPPORT

HOOFDSTUK 1

SUBATOMAIRE FYSICA

INLEIDING EN SCHETS VAN HET ONDERZOEKSLANDSCHAP

In de subatomaire fysica kan men twee gebieden onderscheiden: enerzijds de kernfysica waarbij men de structuur van de atoomkern bestudeert en anderzijds de elementaire deeltjesfysica waarbij men de nog kleinere elementaire bouwstenen onderzoekt. Dit laat niet alleen toe een diepere kennis te verwerven over de structuur en de eigenschappen van de kleinste bouwstenen van de materie, maar ook een essentiële bijdrage te leveren tot het krijgen van een beter inzicht in de oorsprong en de structuur van het heelal. Daarnaast genereert dit fundamenteel onderzoek ook spin-off toepassingen die de maatschappij ten goede komen, zoals het world wide web en instrumenten voor medische beeldvorming en therapie.

Beide disciplines (elementaire deeltjesfysica en kernfysica) maken gebruik van deeltjesversnellers en/of grote detectoren. Dit betekent belangrijke investeringen die het nationale niveau overstijgen en dus gerealiseerd worden in internationale samenwerkingsverbanden. Het onderzoek in de elementaire deeltjesfysica is geconcentreerd rond enkele grote versnellers, zoals deze van CERN (Genève, Zwitserland), DESY (Hamburg, Duitsland), Fermilab (Chicago, VS) ... CERN is het grootste onderzoekscentrum voor deeltjesfysica ter wereld, zowel in aantal gebruikers als in de energie en omvang van de versnellers. Het onderzoek in de kernfysica in Europa concentreert zich vnl. aan volgende grote internationale versnellers: GSI (Darmstadt, Duitsland), GANIL (Caen, Frankrijk) en CERN. Daarnaast zijn er nog een aantal nationale versnellers, zoals in Louvain-La Neuve, Jyväskylä (Finland), Legnaro (Italië) en Groningen (Nederland). Die versnellers zijn verschillend in aard en energie, en bijgevolg complementair, en leveren elk een deel van de experimentele informatie die nodig is voor het begrip van de fundamentele natuurkrachten en de elementaire bouwstenen van de materie.

Het onderzoekslandschap voor subatomaire fysica is niet beperkt tot voormelde infrastructuur. Het beeld blijft onvolledig indien deze andere opstellingen niet worden vermeld. Daarom wordt hier in dit syntheserapport in meer detail op ingegaan.

De Vlaamse deeltjesfysicaprojecten

De Vlaamse fysici nemen, naast hun activiteiten in CERN, deel aan twee experimenten bij de HERA-versneller in het DESY-laboratorium (Hamburg, <http://www.desy.de/html/home/index.html>). Het doel van de fysica bij HERA is de grondige studie van de interne structuur van het proton. De HERA (anti)elektron-proton collider is opgestart in 1992 en zal operationeel zijn tot midden 2007.

Sedert enkele jaren ontwikkelen zich wereldwijd verschillende observatoria die technieken uit de deeltjesfysica gebruiken voor de studie van hoge-energie kosmische straling. Een van de gebruikte methodes is de observatie van neutrino's afkomstig van astrofysische bronnen buiten de aardatmosfeer. Men bouwt momenteel twee grote (orde kubieke km) neutrino observatoria: IceCube onder het ijs nabij de Zuidpool en ANTARES (latere uitbreiding tot KM₃NET) in de Middellandse Zee. IceCube is een rooster van 4 800 lichtsensoren gespreid over een volume van een kubieke km op 2 000 m diepte in het Antarctische ijs. Het wordt in stappen gebouwd sinds 2005 en zal in 2011 volledig afgewerkt zijn.

Kernfysicaprojecten buiten CERN-ISOLDE

Eurons is het 'Integrated Infrastructure Initiative' (erkend binnen het 6KP van de Europese Gemeenschap) van de Europese kernfysische gemeenschap waarbij 27 landen betrokken zijn. Er werden samen met het theoriecentrum in Trento, Italië zeven versnellerscentra geselecteerd die als geheel de ruggegraat vormen van het kernstructuuronderzoek in Europa. Naast CERN-ISOLDE zijn dat UCL-CRC (België), GANIL (Frankrijk), GSI (Duitsland), JYU-JYFL (Finland), RUG-KVI (Nederland), INFN-LNL (Italië).

CERN

Doelstelling - historiek - leden

CERN, het Europees laboratorium voor de fysica van de elementaire deeltjes, werd in 1954 opgericht als één van de eerste Europese joint-ventures met de bedoeling om binnen Europa een excellent onderzoekscentrum te vormen en de zware apparatuur, infrastructuur en wetenschappelijke werksfeer te verzekeren, vereist voor de studie van de opbouw van materie en de fundamentele krachten die deze beheersen, en die de capaciteit van een individuele lidstaat ver te boven gaat.

Het is een uniek trefpunt voor fysici die er gedurende korte of langdurige verblijven de meest recente informatie kunnen vinden en bespreken met uitmuntende vakspecialisten. Dit leidt dikwijls tot internationale samenwerkingsvormen. De gebruikersgemeenschap is zeer internationaal van aard en zeker niet alleen tot Europa beperkt. CERN ontvangt 6 000 à 7 000 bezoekers per jaar, uit zo'n 500 universiteiten en meer dan 80 verschillende nationaliteiten hetgeen gemiddeld neerkomt op een voltijds extra personeelsbestand van zo'n 2 500.

België behoort tot de twaalf landen die betrokken waren bij de oprichting. In zijn 50-jarig bestaan is het aantal deelnemende landen blijven groeien: inmiddels wordt CERN beheerd door twintig Europese landen. Bulgarije kwam er als laatste lidstaat bij. Naast deze echte leden zijn er nu een achttal waarnemers (landen of internationale organisaties), waaronder de Europese Commissie, India, Israël, Japan, de Russische federatie, Turkije, UNESCO en de Verenigde Staten ... Een hele reeks niet-lidstaten werken op contractuele basis mee in de CERN-programma's.

CERN vervult de volgende vier essentiële functies:

1. de conceptie, de bouw en uitbating van grote versnellers nodig voor de verwezenlijking van experimenten in deze onderzoeksdomeinen;
2. het onthaal en de coördinatie van de werkzaamheden van de wetenschappers (al dan niet behorend tot de lidstaten) die van het CERN gebruik maken;
3. de selectie, in samenwerking met afgevaardigden van de betrokken Europese universiteiten en instituten, van de experimenten uit te voeren met behulp van zijn installaties;
4. de organisatie en ondersteuning van de internationale samenwerking op het gebied van elementaire deeltjes en aanverwante domeinen.

Bovendien speelt CERN ook een voorname rol voor:

5. het onderwijs aan en de vorming van jonge fysici, informatici en ingenieurs die dankzij CERN de gelegenheid krijgen om deel te nemen aan de conceptie, de bouw en het gebruik van complexe apparatuur alsook aan de uitwerking van groots opgevatte projecten die meestal op spits technologie steunen;
6. de creatie en/of verbetering van technologieën in uiteenlopende domeinen zoals de cryogenie, supergeleiding, hoge vacua, micro-elektronica, informatica en de technologie van versnellers en deeltjesdetectoren. Hierbij wordt een bijzondere aandacht geschonken aan de doorstroming vanuit en naar de industrie, de geneeskunde en de dienstverleningssectoren.

CERN is uitgegroeid tot 's werelds grootste onderzoekscentrum in de elementaire deeltjesfysica. Met de verwezenlijking van de nieuwe Large Hadron Collider (LHC)-opslagring, waartoe landen zoals Japan,

Rusland, Canada, de Verenigde Staten en India belangrijke bijdragen leveren, blijft Europa een centrale rol spelen op wereldvlak in één van de meest fundamentele en vooruitstrevende domeinen van de wetenschappen.

Organisatie en structuur

De CERN-Council is het hoogste beslissingsorgaan dat de beslissingen neemt voor de belangrijkste aangelegenheden. Zo bepaalt de Council het beleid met betrekking tot wetenschappelijke, technische en administratieve aangelegenheden. De Council komt gewoonlijk twee maal per jaar bijeen en is samengesteld uit twee vertegenwoordigers van elk lidstaat, die namens hun regeringen optreden en de prioriteiten van die lidstaat vertegenwoordigen. Vertegenwoordigers van bovenvermelde 'niet-lidstaten' hebben een waarnemersstatus.

De Council wordt bijgestaan door twee comités: Het Scientific Policy Committee dient de Raad van advies over onderzoeksprogramma's- en opties. Het Finance Committee, samengesteld uit vertegenwoordigers van de lidstaten, is bevoegd voor budgettaire, contractuele en andere financiële kwesties.

De algemene uitvoerende macht van CERN berust bij de directeur-generaal, aangesteld door de Council. Hij wordt bijgestaan door een directoraat en leidt het laboratorium via een structuur van departementen. De directeur-generaal wordt bijgestaan door twee vicedirecteur-generaals: de Chief Scientific Officer en de Chief Financial Officer.

Drie experimentele comités (<http://committees.web.cern.ch/Committees/Welcome.html>), samengesteld uit internationale experts selecteren de experimentaanvragen en formuleren aanbevelingen. Deze comités zijn:

- het 'Large Hadron Collider experiments Committee' (LHCC);
- het 'SPS and PS experiments Committee' (SPSC);
- het 'ISOLDE-Neutron Time of flight experiments Committee' (INTC) met als voorzitter M. Huysse, K.U.Leuven, België.

De voorzitters van deze comités zetelen ook ex officio in het Scientific Policy Committee en de Research Board. De Research Board ontvangt de aanbevelingen van alle CERN Experimentele Comit es en neemt daarover beslissingen. Eenmaal goedgekeurd worden de voorstellen voor experimenten een onderdeel van het CERN experimenteel programma.

Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen

In de CERN-Council zetelen twee vertegenwoordigers per deelnemend land. België is vertegenwoordigd door de heer Paul Levaux, IIKW-IISN en door prof. Raymond Gastmans, afd. theoretische fysica, K.U.Leuven.

De administratieve opvolging van de bijdrage en deelname van België aan het CERN gebeurt door de Dienst Nucleaire Toepassingen van het Bestuur Energie van de FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie. De heer Theo Vanrenterghem behandelt dit dossier.

De Vlaamse verbindingsofficier voor industriële tussenkomsten is de heer Kris Casteleyn.

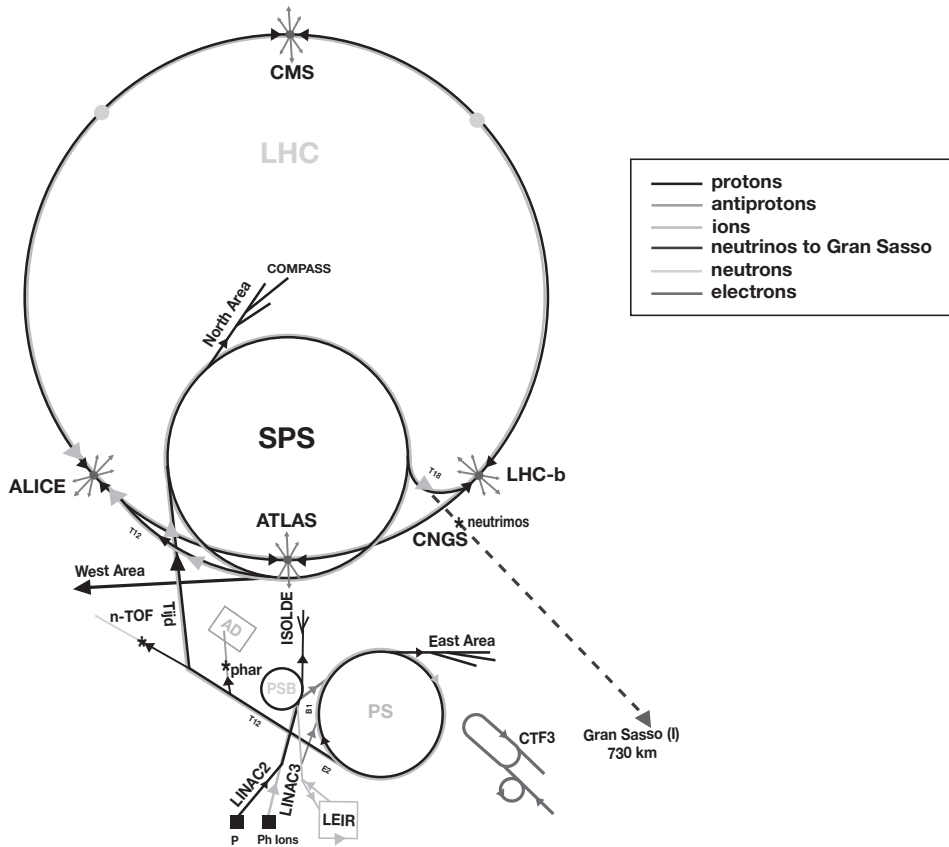
Infrastructuur en wetenschappelijke programma's

De instrumenten die in CERN gebruikt worden, bestaan voornamelijk uit deeltjesversnellers en detectoren. CERN bouwt de versnellers en stelt deze infrastructuur ter beschikking van de lidstaten. Het is de taak van de fysici uit de universiteiten en laboratoria van de lidstaten om de detectoren te bouwen.

Het versnellercomplex van CERN

Om de hoge energie te bereiken die nodig is voor de studie van botsingen tussen elementaire deeltjes is een opeenvolging van versnellers nodig. Het schema van het versnellercomplex van CERN is gegeven in figuur 1. Een meer gedetailleerde uitleg van het complex en de experimenten waarbij Vlaamse onderzoekers betrokken zijn, kan worden gevonden worden in het addendum.

Figuur 1: Schematische voorstelling van het versnellercomplex van CERN



Bron: Cern-website

Onderaan vertrekend, (LINAC2 en LINAC3), worden bundels van bv. waterstofkernen (protonen) versneld in diverse stappen: van de lineaire versnellers (LINAC) worden de bundels geïnjecteerd in de Proton Synchrotron Booster (PSB). Voor de kernfysische toepassingen houdt hier de versnelcyclus op en worden de bundels gericht naar de ISOLDE-opstellingen. Voor de elementaire deeltjesfysica wordt er verder versneld in de Proton Synchrotronring (PS), vandaar naar de Super Proton Synchrotron (SPS met

6,9 km omtrek) om dan uiteindelijk te injecteren in de Large Hadron Collider (LHC met 27 km omtrek). De LHC is ontworpen om twee tegengesteld draaiende bundels van protonen of zware ionen te laten botsen. De proton-proton botsingen zullen gebeuren met een energie van 7 TeV per bundel en de start wordt in 2007 voorzien. De Vlaamse onderzoekers zijn betrokken in de Compact Muon Solenoid detector (CMS).

Het wetenschappelijk programma van CERN

Het hoofddoel van CERN is de studie van de ultieme deeltjesstructuur van de materie en van de krachten die daarmee gepaard gaan. Het wetenschappelijk programma van CERN is dus uiteraard zeer fundamenteel gericht en van essentieel belang voor het begrip van een reeks processen die de evolutie van het heelal hebben gecontroleerd sinds zijn ontstaan tot op heden.

Alhoewel er diverse experimentele programma's lopende zijn op CERN hebben de Vlaamse onderzoeksgroepen een keuze gemaakt voor slechts twee ervan, namelijk het CMS-experiment bij de LHC (hoge-energie/deeltjesfysica) en het ISOLDE-experiment (kernfysica). Deze paragraaf spitst zich vooral hierop toe en situeert kort beide onderzoeksprogramma's.

CERN richt zich volledig op de eerste proton-proton botsingen die in 2007 door de LHC (Large Hadron Collider) zullen worden opgewekt. Bij de LHC zullen vier experimentele campagnes uitgevoerd worden, met de detectoren CMS, ATLAS, LHC-b en ALICE. De looptijd van deze campagnes is typisch tien - vijftien jaar; het aantal deelnemende onderzoekers is van de orde 2 000 per detector. Vijf Belgische universiteiten (Universiteit Antwerpen, UCL, ULB, UMH, Vrije Universiteit Brussel) hebben hun krachten gebundeld om deel te nemen aan het CMS project.

CERN heeft ook een leidende rol in de studie van radioactieve kernen, met het ISOLDE-programma. ISOLDE wordt wereldwijd beschouwd als de referentie voor het onderzoek op exotische, kortlevende, radioactieve kernen. In Vlaanderen nemen de vorsers van de K.U.Leuven en de UGent deel aan dit onderzoek.

Meer uitleg hierover en een overzicht van het huidig wetenschappelijk programma ontwikkeld rond de CERN-versnellers is terug te vinden in het addendum van dit rapport.

Naast de experimentele groepen werkzaam op CERN, zijn er ook Vlaamse theoriegroepen rond deeltjesfysica en kernfysica. De theoriegroepen van de K.U.Leuven, UGent en Vrije Universiteit Brussel werken nauw samen met enerzijds de theoriegroep van CERN en anderzijds met de Vlaamse experimentatoren.

Evaluatie, pre-screening, slaagkansen

De complexiteit, grootteorde, financiële impact en duur van de experimentele campagnes op CERN zijn van die aard dat er grote internationale collaboraties moeten worden opgezet. Langetermijnplanning en continue evaluatie en bijsturing is onontbeerlijk. De drie eerder vermelde experimentele comités (LHCC, SPSC en INTC), zijn verantwoordelijk voor de evaluatie en screening van de 'projecten'.

Evaluatie en screening van het CMS-project gebeurt in de volgende stappen:

1. Uitwerking van een voorstel door een internationaal consortium van researchgroepen (waaronder eventueel een CERN-groep), die samen trachten de nodige materiële en menselijke middelen (bouw van detector, bemanning van experimenten ...) te verenigen. Het uitwerken van het voorstel vraagt enkele jaren tijdens de welke men voorstellen van detectoren uitwerkt, eventueel nieuwe principes test met prototypes, en met gesimuleerde gegevens de response van de detector op verschillende fysische signalen onderzoekt.
2. Publieke verdediging van het project en strenge screening door een gespecialiseerde wetenschappelijke commissie (LHCC).
3. Na aanvaarding van het experiment volgt de oprichting van een interne administratieve structuur met Raad van Bestuur, Uitvoerend Bureau, gespecialiseerde commissies voor elke subdetector (spoordetector, muondetector ...) en voor de verschillende fysicaonderwerpen. De relatieve verantwoordelijkheden van CERN en de deelnemende researchploegen worden vastgelegd in een 'Memorandum of Understanding (MoU)', waarvan de naleving, met bijzondere aandacht voor financiële aspecten, nagegaan wordt door een 'Resources Review Board (RRB)'. Deze 'board' werkt in rechtstreeks overleg met de betrokken nationale of regionale financieringsorganismen.
4. Gedurende de hele looptijd worden de projecten een aantal maal per jaar geëvalueerd en bijgestuurd.

Voor wat ISOLDE betreft, moet een onderscheid worden gemaakt tussen de grote infrastructuur, die ruwweg dezelfde procedure volgt als hierboven en de aanvragen voor bundeltijd op de ISOLDE-versneller. De wetenschappelijke commissie die bevoegd is voor ISOLDE is het INTC. De eigenlijke meetexperimenten op ISOLDE gebeuren door minder omvangrijke groepen en zijn korter van duur dan bij het LHC. Deze aanvragen voor bundeltijd worden ook geëvalueerd door het INTC.

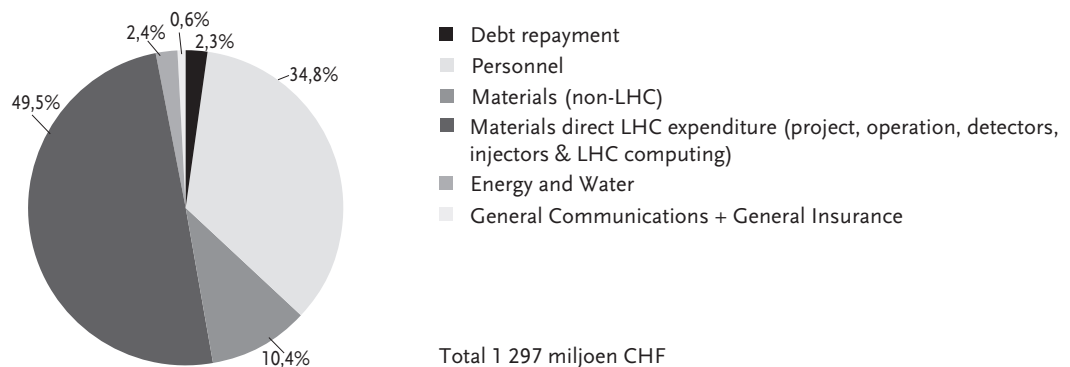
Budget

Globale begroting

In 2004 bedroeg de globale CERN-begroting zo'n 1 297 miljoen Zwitserse Frank (CHF). De CERN-begroting blijft nagenoeg constant, op een jaarlijkse indexaanpassing na. De berekening van de bijdrage van de lidstaten in de CERN-begroting is afhankelijk van hun BBP.

Onderstaande figuur 2 geeft de verdeling van de globale CERN-begroting over de verschillende uitgavenposten.

Figuur 2: CERN-begroting en de verdeling over de verschillende uitgavenposten



Bron: CERN-jaarverslag 2004

Financiële bijdrage van België aan CERN

Reeds van bij het opstarten van CERN in 1954 steunt België dit uniek voorbeeld van Europese samenwerking. In 2004 droeg België 2,62% bij aan het CERN-budget, een bedrag van 25 730 500 miljoen Zwitserse Frank (omgerekend 16,5 miljoen euro) voor de totale infrastructuur. De Belgische bijdrage aan CERN is afkomstig van de FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie.

Financiering Vlaamse projecten

Institutionele kosten

Zoals hoger vermeld, wordt het jaarlijkse lidgeld dat de deelnemende landen in het CERN-budget inbrengen, gebruikt voor de totale infrastructuur. Dit houdt vooral in dat CERN garandeert dat de beoogde bundels afgeleverd worden bij een bepaald experiment.

De eigenlijke experimenten vallen buiten deze financiering en moeten gerealiseerd worden door samenwerkingsakkoorden tussen diverse onderzoeksinstituten. Meestal wordt een dergelijk samenwerkingsverband in een Memorandum of Understanding (MoU) gegoten (zie eerder). Daarin wordt vastgelegd met welke sleutel de constructiekosten en de logistieke en operationele kosten over de verschillende partners worden verdeeld.

Naast deze kosten zijn er nog de 'extra' kosten van de individuele onderzoeksgroepen, die zowel kunnen bestaan uit lokale kosten, in het land dus van de onderzoeksgroep zelf, als kosten ter plaatse in CERN. Deze kosten bestaan zowel uit uitrustingskosten, werkingskosten als personeelskosten (wetenschappelijk, administratief en technisch personeel). Ter verduidelijking worden hierna een aantal voorbeelden gegeven: voor de ontwikkeling van een bepaald onderdeel van bv. een detector kunnen er in het thuisinstituut investeringen nodig zijn in infrastructuur en technisch personeel. Een ander voorbeeld betreft de analyse van de experimenten; daarvoor is de nodige computercapaciteit nodig en ook de nodige wetenschappelijke ondersteuning. De kosten op CERN zelf zijn o.a. de verplaatsings- en verblijfskosten van Vlaamse onderzoekers. Het geheel van de kosten uit de MoU's en de 'extra' kosten wordt hier verder als 'institutionele kosten' aangeduid.

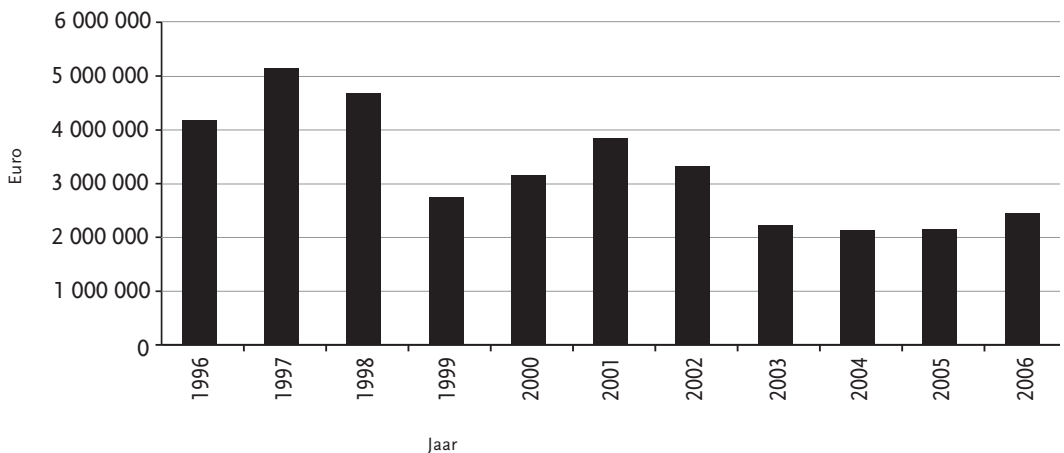
Financiering projecten door het FWO

De financiering van deze institutionele kosten gebeurt in Vlaanderen voornamelijk via het FWO. In mindere mate wordt ook gebruik gemaakt van andere financieringskanalen (GOA's, IUAP's, IWT ...).

In de financiering van de projecten via het FWO worden een aantal knelpunten gedetecteerd, die in dit rapport worden besproken en die reeds in VRWB-advies 95 werden aangekaart.

De drastische daling (halvering) die gedurende de laatste tien jaar wordt vastgesteld van de FWO-onderzoeksmiddelen die naar de subatomaire fysica gaan, ligt hier mee aan de oorsprong. Figuur 3 geeft de evolutie weer.

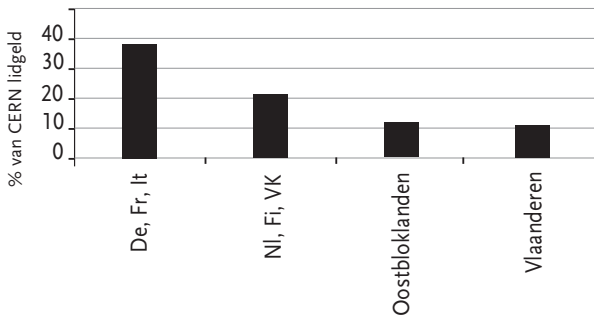
Figuur 3: Evolutie van het FWO-budget binnen de commissie subatomaire fysica



In figuur 4 worden de budgetten waarover onderzoeksploegen uit diverse Europese staten kunnen beschikken voor hun experimenten op CERN voorgesteld procentueel ten opzichte van het jaarlijkse CERN-lidgeld. De ons omringende landen investeren zo'n 30% extra bovenop het lidgeld voor bv. de bouw van detectoren, onderhoud van de detectoren, personeel ... De jaarlijkse Vlaamse financiering van onderzoeksgroepen aan CERN, via het FWO, bedraagt typisch 1,2 miljoen euro in de laatste drie jaar. Voor Vlaanderen komt dit neer op zo'n 12%¹ bovenop het lidgeld. Wanneer we dit percentage vergelijken met de budgetten waarover onderzoeksploegen uit diverse Europese staten kunnen beschikken, ligt dit cijfer beduidend lager. Vlaanderen ligt zelfs onder het niveau van de deelnemende Oostbloklanden.

¹ Berekend volgens een 50/50 verdeling van het lidgeld (16,5 miljoen euro in 2004)

Figuur 4: Vergelijking van de budgetten voor recurrente institutionele kosten



Wetenschappelijke return

Inleiding

De wetenschappelijke return bevat verschillende componenten en kan geëvalueerd worden door: (1) na te gaan hoeveel Vlaamse onderzoekers betrokken zijn in het CERN-gerelateerd onderzoek, (2) de positie te bekijken die de Vlaamse onderzoekers innemen in het CERN-beleid en in principe ook (3) via bibliometrische gegevens. Verder (4) kan men ook nog de onderzoekers en technici die verbonden zijn aan CERN en daar dus ter plaatse werken, meerekenen in de wetenschappelijke return.

De tweede component (leden van het Zelfstandig Academisch Personeel of leden van het vast BOF kader, betrokken in de diverse comités op CERN) wordt in het addendum opgelijst. Op component 1 wordt in onderstaande paragraaf dieper ingegaan.

Onderzoeksploegen van de Vlaamse universiteiten betrokken bij CERN

Onderzoeksploegen van de K.U.Leuven, UGent, Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel hebben de afgelopen jaren regelmatig gebruik gemaakt van de CERN-infrastructuur. Tevens neemt IMEC deel aan bepaalde R&D-activiteiten.

Zoals eerder vermeld hebben deze Vlaamse onderzoeksgroepen er bewust voor gekozen deel te nemen aan een beperkt aantal experimenten op CERN, conform de langdurig opgebouwde expertise. Door deze concentratie slagen de Vlaamse onderzoekers er in om een substantiële inbreng te hebben in een aantal

wetenschappelijke programma's op het CERN. Getuige daarvan is het vrij groot aantal Vlaamse doctoraatsstudenten, postdoctorale medewerkers, 'fellows' en 'scientific associates', groepleiders, projectcoördinatoren, afgevaardigden in allerlei werkgroepen en comités ... Tabel 1 geeft weer hoe onderzoeksploegen van de Vlaamse universiteiten de afgelopen jaren gebruik gemaakt hebben van de CERN-infrastructuur en hoeveel doctorandi en postdocs hierbij betrokken waren.

Tabel 1: Informatie over de Vlaamse onderzoeksgroepen (K.U.Leuven, UGent, Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel) werkzaam op CERN in de periode 2001-2005

| | Onderzoeksgroep | PhD | Postdocs | Experimenten |
|----------------------------|--|-------|----------|------------------------------|
| K.U.Leuven | Kernfysica (M. Huyse, P. Van Duppen, N. Severijns en G. Neyens) | 28/53 | 18/45 | ISOLDE |
| | Nucleaire vaste-stof fysica (A. Vantomme) | | | |
| | Theorie (R. Gastmans, W. Troost, A. Van Proeyen, F. Deneff) | 15/38 | 15/23 | Niet van toepassing |
| Universiteit Antwerpen | Experimentele elementaire deeltjesfysica (E. De Wolf, P. Van Mechelen, A. De Roeck, F. Verbeure† = tot 2003) | 5/7 | 6/10 | DELPHI, OPAL, CMS |
| UGent | Theorie (K. Heyde, J. Ryckebusch, H. Verschelde) | 20/55 | 11/25 | Niet van toepassing |
| Vrije Universiteit Brussel | Experimentele elementaire deeltjesfysica (C. De Clercq, W. Van Doninck, S. Tavernier, P. Bruyndonckx, J. Lemonne tot 2003) | 12/16 | 9/13 | DELPHI, CHORUS, CMS, CRYSTAL |
| | Theorie (A. Sevrin, B. Craps) | 4/7 | 3/11 | CLEAR Niet van toepassing |

Noot:

- In de kolommen PhD en Postdoc wordt de verhouding van de CERN-onderzoekers tot de volledige onderzoeksgroep voorgesteld als ../. .*
- Bij de onderzoeksgroepen worden de namen van de ZAP (of equivalent zoals vast mandaat bij FWO, BOF)-leden gegeven die betrokken zijn bij het CERN-programma.*
- Enkel die doctoraatsstudenten en postdocs met een minimale verblijftijd van zes maanden op het betrokken Vlaams instituut worden opgenomen.*

Anderzijds blijkt uit het Greybook van CERN dat in 2004 slechts 89 van de 6 862 'visitors' van Belgische nationaliteit waren, of een percentage van 1,3%. T.o.v. het Belgische aandeel in het CERN-lidgeld van 2,62%, is dit een onderbenutting. Een uitsplitsing naar de regio's is er niet.

Aandeel van het Belgisch personeel van CERN²

Het 'vast' personeel ontwerpt en bouwt de apparatuur en staat in voor het onderhoud ervan. Zij helpen ook bij de voorbereiding, uitvoering en interpretatie van de experimenten.

Het aantal vaste personeelsleden van Belgische nationaliteit in het CERN is altijd redelijk hoog geweest. Het bedroeg 125 op 31 december 2004. Op een totaal van 2 507 vaste werknemers maakt dit ongeveer 5% uit. Het kwantitatieve aandeel van België in het vaste CERN-personeelsbestand ligt dus een heel stuk hoger dan het Belgisch bijdragepercentage. 52 van deze vaste personeelsleden zijn betrokken bij wetenschappelijk en 'engineering' werk. Er bestaan geen statistieken per regio of per taalrol. Het budget dat het CERN jaarlijks spendeert aan de lonen van het Belgisch personeel schommelt rond de 21,8 miljoen CHF.

De opmerking uit het vorige VRWB-rapport dat 'de wetenschappelijke' return vooral moet afgewogen worden op basis van het gebruik dat we van CERN maken en niet zozeer op basis van het aantal wetenschappers en technici die er permanent of tijdelijk worden 'tewerkgesteld' blijft ook nu gelden.

Economische return

Inleiding

De economische return is veel ruimer dan enkel de directe industriële return uit leveringen aan het CERN. Hieronder worden de verschillende aspecten die in 'economische' return kunnen onderscheiden worden, besproken.

Tot slot dient opgemerkt dat de technologische return echter veel verder reikt dan het onmiddellijk commerciële voordeel. Deelname aan een hoog technologisch project zoals de LHC zal, naast zijn referentiewaarde, de Belgische industrie de mogelijkheid bieden bruikbare deskundigheid te verwerven voor andere toepassingen en andere markten.

² Bron: FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, jaarverslag CERN, januari 2006

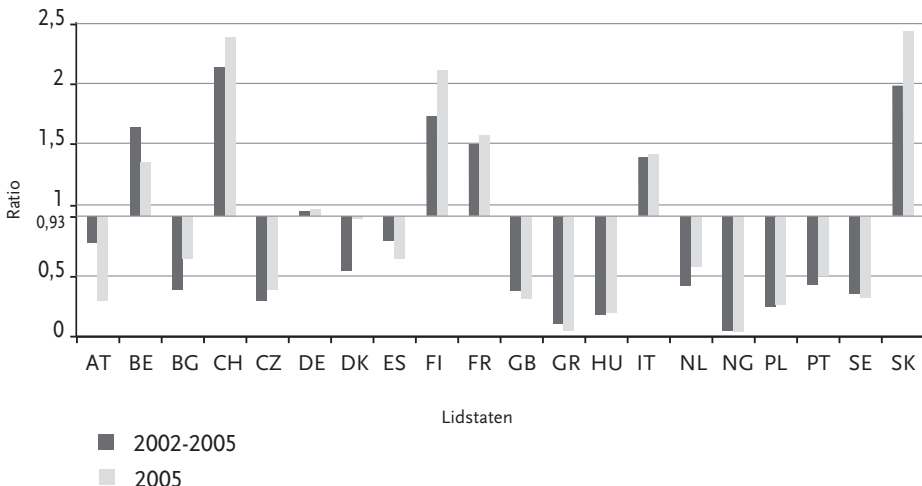
Industriële return uit bestellingen

Wat de economische return uit bestellingen betreft, moeten we een onderscheid maken tussen enerzijds de bestellingen en diensten, geleverd aan CERN (hier directe industriële return genoemd) en de return uit bestellingen door de onderzoeksgroepen die een project aan CERN hebben lopen (aangeduid als onrechtstreekse industriële return) en die moeilijker kwantificeerbaar is.

Directe industriële return

Er is een onmiddellijke industriële return naar België, gezien veel Belgische ondernemingen aan CERN leveren als een direct gevolg van het CERN-lidmaatschap. De verhouding van deze 'bestellingen' in een lidstaat tot zijn bijdrage aan het lidgeld wordt uitgedrukt als een returncoëfficiënt. Dit wordt zowel voor geleverde goederen als voor geleverde diensten berekend. In figuur 5 worden de returncoëfficiënten voor elke lidstaat uitgezet t.o.v. de gemiddelde returncoëfficiënt (0,93 voor 2005).

Figuur 5: Industriële return voor de CERN-lidstaten (jaar 2005 en periode 2002–2005)

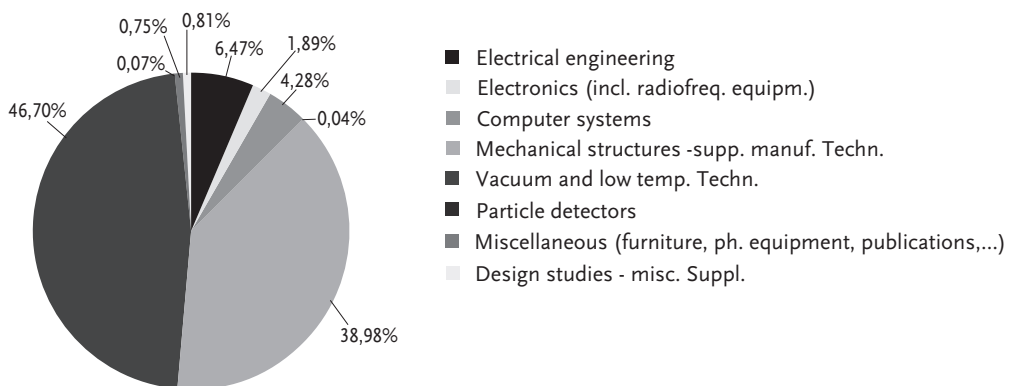


Bron: FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie/CERN

Zoals blijkt uit deze figuur doet België het qua return zeer goed. Gedurende de laatste jaren is de Belgische return steeds hoger geweest dan het bijdragepercentage in het lidgeld. Onderstaande

taartdiagrammen (figuren 6 en 7) splitsen de betalingen en openstaande verbintenissen voor respectievelijk de bestellingen en de diensten verder uit naar de verschillende 'activiteitencodes' (jaar 2005).

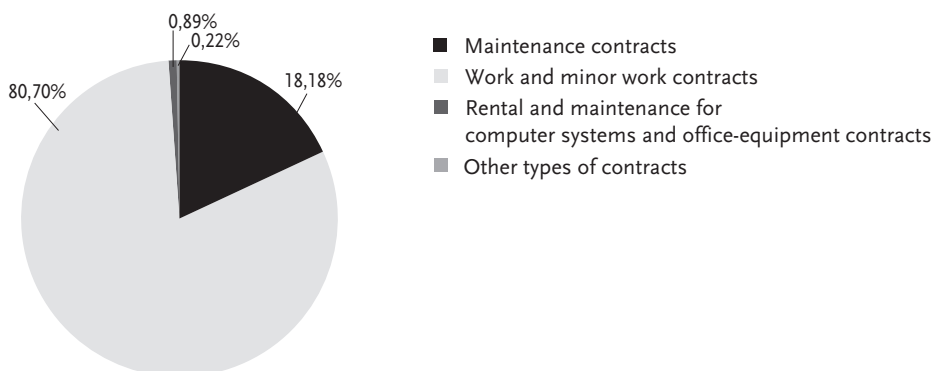
Figuur 6: Uitsplitsing contracten naar activiteitscategorïe



Bron: FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie/CERN; eigen verwerking

Uit figuur 6 blijkt dat twee categorieën (mechanical structures - supplies and manufacturing techniques en vacuum and low temperature technology) verantwoordelijk zijn voor meer dan 80% van de Belgische contracten (totaal bedrag ruim 26 miljoen CHF).

Figuur 7: Uitsplitsing geleverde diensten naar activiteitscategorïe



Bron: FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie/CERN; eigen verwerking

Bij de diensten zijn het 'arbeidscontracten' die de bulk van de bijna 5 miljoen euro Belgische return uitmaken (figuur 7).

Deze verdeling stemt goed overeen met de activiteiten van een zeer gering aantal bedrijven (een vijftal) die gedurende de laatste vijf jaar de hoofdmoot van de contracten hebben binnengehaald: Fabricom (BHG = Brussels Hoofdstedelijk Gewest), Air et Chaleur), Cockeril Sambre (W = Wallonië), Icarus en Amec spie (BHG). De return naar Vlaanderen is onaanvaardbaar laag.

Benaderende gegevens voor de return naar Vlaanderen werden door Voka berekend. Hieruit blijkt dat de return naar onze regio, voor wat CERN betreft, totaal ondermaats is (< 5%).

Tabel 2: Benaderende gegevens voor de directe industriële return (in CHF)

| | Vlaanderen | Brussel | Wallonië | Totaal |
|------|------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1999 | 581 296 1,85% | 28 588 755 91% | 2 247 527 7,15% | 31 417 578 |
| 2000 | 599 970 0,7% | 26 322 925 30% | 60 532 381 69,3% | 87 455 276 |
| 2001 | 377 638 1% | 13 079 249 35,4% | 23 516 167 63,6% | 36 973 054 |
| 2002 | 105 036 0,17% | 33 899 947 56,16% | 26 360 857 43,67% | 60 365 841 |
| 2003 | 467 770 0,65% | 29 440 725 41,02% | 41 866 399 58,33% | 71 774 894 |

Goed overwogen en strategisch intelligente ingrepen dringen zich op.

Indirecte industriële return

De ontwikkeling van de apparatuur vereist voor de werking van deeltjesversnellers en -detectoren, heeft bijgedragen tot de vooruitgang in uiteenlopende sectoren, zoals hoogvacuümtechnologie, supergeleidende magneten en versnellingscaviteiten, dradenkamers (met o.a. toepassingen in de medische technologie), zeer snelle elektronische instrumentatie voor metingen, transmissie van gegevens en automatische sturing en controle van apparatuur. De enorme hoeveelheden gegevens die

on- en offline behandeld worden, hebben ongetwijfeld ook de algemene ontwikkeling van hard- en software computertechnologie zeer gunstig beïnvloed.

De onderzoeksgroepen die meewerken aan projecten in CERN betrekken regelmatig bedrijven in de realisatie van diverse apparaten en onderdelen.

Spin-off

Het fundamenteel onderzoek dat aan CERN gebeurt, leidt niet enkel naar een dieper inzicht in de opbouw van onze wereld, maar levert ook talrijke toepassingen en spin-offs. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van PET-scanners door de CRYSTAL CLEAR Collaboration, waarvan S. Tavenier (Vrije Universiteit Brussel) de woordvoerder is. Dit geschiedt in samenwerking met de Vlaamse industrie (o.a. SKYSCAN). De problematiek veroorzaakt door de enorme hoeveelheid gegevens die door het CMS-experiment jaarlijks gegenereerd zal worden, heeft anderzijds geleid tot de ontwikkeling in België van verschillende GRID-systemen, waaronder het BEgrid computing rooster (Belnet, www.begrid.be). In het addendum wordt nog verder op spin-off ingegaan.

Opleiding van vorsers

Het CERN heeft een belangrijke opleidingstaak, waarbij een groot aantal onderzoekers een doctoraat voorbereiden, een post-docmandaat uitvoeren of een stage van één - twee jaar lopen. De doorstroming van de resultaten van deze activiteiten naar de Vlaamse universiteiten zijn belangrijk voor de handhaving van het internationaal wetenschappelijk niveau. De technische vaardigheden die deze onderzoekers ontwikkelen komen ook ten goede van bedrijven die deze vorsers nadien in dienst nemen.

Toekomstige ontwikkelingen

Projecten in de deeltjesfysica lopen gemiddeld over 20-25 jaar, waarvan de eerste tien jaar geïnvesteerd worden in de R&D en de bouw van de detector en de voorbereiding en simulatie van de verwerking van de gegevens. De omvang van de projecten is van die aard dat grote internationale collaboraties nodig zijn. Dit betekent dat men nu reeds moet nadenken over de experimenten die op het einde van het LHC tijdperk nodig zijn.

De Belgische deeltjesfysici zullen zoals in het verleden hun krachten bundelen om op slechts enkele grote internationale projecten samen te werken. Er zijn verschillende mogelijkheden, die in de loop van 2006-

2007 binnen de schoot van het IUAP 'Fundamental Interactions' grondig onderzocht zullen worden. We citeren er hier enkele:

CERN heeft beslist om de luminositeit van de LHC-versneller na een vijftal jaren operatie (2010–2012) op te drijven om een factor 5-10 te winnen in de frequentie van de botsingen. Dit zal toelaten zeldzame verschijnselen met voldoende precisie te bestuderen. De deeltjesintensiteit in de spoordetectoren zal zodanig oplopen dat deze detectoren volledig vernieuwd zullen moeten worden. Deze SLHC zal gegevens leveren tot eind jaren 2010.

Op verzoek van het ICFA onderzoeken verschillende werkgroepen de design en mogelijkheden geboden door een lineaire elektron-anti-elektron collider, de ILC (International Linear Collider), met een energie van 0,5 TeV. Deze versneller wordt een 'wereldversneller', waarvan de locatie nog niet beslist is. De ILC-gegevens zullen een gedetailleerde studie mogelijk maken van nieuwe deeltjes ontdekt bij de LHC, zoals bv. het Brout-Englert-Higgs boson. CERN heeft reeds duidelijk gesteld dat ze de ILC zal steunen. In een verder verwijderde toekomst (rond 2020) plant CERN de bouw in Genève van de CLIC (Compact Linear Collider) bij een energie van enkele TeV.

Naast projecten bij deeltjesversnellers plant men wereldwijd ook verschillende experimenten in kosmische straling, detectoren voor gravitatiegolven, e.a. In Europa werkt het ApPEC-comité (Astroparticle Physics European Coordination) een stappenplan uit om het onderzoek in de astro-deeltjesfysica te plannen in de komende tien jaar. Dit gebeurt in samenwerking met ESFRI.

Plannen voor een verdere uitbreiding van de ISOLDE-mogelijkheden startend met de intensiteit van de primaire bundel tot aan een energieverhoging van REX-ISOLDE en zo onderdeel per onderdeel maximaliseren zal in de komende jaren de leidinggevende positie van ISOLDE verzekeren. Het wetenschappelijk belang van dit project, HIE-ISOLDE genaamd, werd recent op de Research Board onderkend. De onderhandelingen tussen de deelnemende instituten en CERN zijn nu opgestart. Het project zou moeten voltooid zijn in 2011. Het HIE-ISOLDE-project wordt ook gesteund door NuPECC, (Nuclear Physics European Collaboration Committee, een expertencomité van ESF, de European Science Foundation), in de aanbevelingen van het Long Range Plan (2004) en in het stappenplan voor Kernfysische Onderzoeksinfrastructuur in Europa 'Roadmap for Construction of Nuclear Physics

Research Infrastructures in Europe'. HIE-ISOLDE neemt daar een belangrijke plaats in als intermediaire stap naar EURISOL, de Europese ISOL-faciliteit voor na 2015 waarvoor nu de ontwerpstudie gebeurt via een RTD-programma van de Europese Gemeenschap. Er is nog geen standplaats voor dit project afgesproken maar het is duidelijk dat CERN een zeer goede omgeving zou zijn om dit project te vestigen. De langetermijntoekomst van de kernfysica in het algemeen en de rol die Vlaanderen hierin kan spelen wordt verder in dit rapport (appendix) besproken.

Specifieke knelpunten

- De aard van de experimenten aan CERN impliceert vooreerst aanzienlijke investeringen en ten tweede ook lange looptijden, zowel wat de constructie als de exploitatie betreft, wat de typische looptijd van FWO-projecten overtreft (een vierjarige looptijd met een mogelijkheid voor verlenging van maximaal twee jaar).

Verder is het zo dat sinds een aantal jaren het FWO door budgettaire beperkingen eenzelfde selectiesleutel hanteert voor alle commissies. Deze sleutel ligt typisch rond de 25% van het budget aangevraagd bij een commissie, met reeds een plafonnering voor de uitrustingskosten tot 250 000 euro maximaal financierbaar en 150 000 euro maximaal in rekening te brengen voor de selectiesleutel. Dit heeft serieuze gevolgen voor de FWO-commissie 'Subatomaire fysica' waar zowel de projecten in de elementaire deeltjesfysica als in de kernfysica behandeld worden. Het gaat hier over een beperkt aantal maar omvangrijke projecten en het is nu eenmaal niet mogelijk om bv. een kwart van een detector of een apparaat te financieren. Het rechtstreekse gevolg is zichtbaar in het stavendiagram waar de financiering van de Vlaamse onderzoeksgroepen via FWO-projecten vergeleken wordt met andere landen die actief zijn op CERN (figuur 4). Het verglijden naar het huidige, bedroevend laag peil is een zestal jaar geleden begonnen. Een dergelijke evolutie werd niet bij de Waalse onderzoeksploegen waargenomen. Het is deze dramatische situatie die de Vlaamse CERN-gebruikers er toe aangezet heeft om zowel de universitaire, Vlaamse als federale beleidsverantwoordelijken te informeren en te pleiten voor gerichte actie (zie ook reeds VRWB-advies 95).

- Op universitair en Vlaams vlak zijn er nogal wat middelen voor middelgrote projecten. Deze zijn erg sterk gericht op intra- en interuniversitaire (Vlaamse) samenwerking. Deze 'interne' gerichtheid staat soms haaks op een internationale positionering. In de elementaire deeltjesfysica zijn er slechts twee

experimentele onderzoeksploegen (Vrije Universiteit Brussel en Universiteit Antwerpen) actief op CERN. In de kernfysica is er dat maar één (K.U.Leuven). De positie en financiering van deze groepen moeten dus in een ruimer (Europees) kader bekeken worden.

- Experimenten uitvoeren op CERN betekent voor langere termijnen naar Genève vertrekken. Regelmatig komt dit in conflict met andere opdrachten aan de universiteit zoals didactische taken. Door het wegvallen van het vroegere vast FWO-kader zijn er nu onvoldoende onderzoekers die enkel een onderzoeksopdracht hebben. Het BOF-kader wordt niet enkel door wetenschappelijke behoeften gemodelleerd maar ook door ruimere universitaire behoeften. Dit leidt tot een verminderd aantal onderzoeksplaatsen in bv. natuurkunde (en dus ook CERN).
- Door de vermindering van universitaire middelen in de natuurkundedepartementen en aanverwante vakgroepen aan de universiteiten (één van de sleutels voor de verdeling is het studentenaantal, wat gezien de sterke stijgingen in andere richtingen het relatieve aandeel van natuurkunde doet dalen) is er een sterke daling gekomen in de technische diensten van de departementen of vakgroepen. Ook is er sinds de jaren '90 een gestage afbouw van het technische personeelskader gefinancierd door het FWO. Zo is er reeds veel expertise verloren gegaan en leven de onderzoeksgroepen werkzaam op CERN op het strikte minimum van technisch personeel.

HOOFDSTUK 2

SYNCHROTRONSTRALING

INLEIDING EN SCHETS VAN HET ONDERZOEKSLANDSCHAP

Synchrotronstraling is de zeer intense X-straling die vrijkomt in opslagringen voor hoogenergetische elektronen en speelt een cruciale rol in een zeer brede waaier van fundamenteel en toegepast wetenschappelijk onderzoek. Het betreft materiaalonderzoek in de breedst mogelijke zin van het woord: 'hard condensed' en 'soft condensed matter', studie van oppervlakken en inclusies, polymeren, materialen van biologische, geologische en archeologische aard, micro-emulsies, surfactanten, oplossingen, analytische chemie, tomografie, spectroscopie, evenals 'Time resolved studies' van de dynamica van systemen op atomaire, nano- en microschaal met combinatie van verschillende experimentele technieken in één experiment.

Synchrotronstudies zijn onontbeerlijk geworden voor de ontwikkeling van katalysatoren, voor de studie van biologische macromoleculen ondermeer bestemd voor drugdesign, studie van systemen onder extreme condities (geologische/geofysische materialen), materialen met specifieke elektronische en magnetische eigenschappen en voor tal van toepassingen betreffende de microscopische en submicroscopische observatie en chemische analyse van samenstelling en structuur van nano- en microscopische objecten of complexe structuren. Nieuwe applicaties in medische beeldvorming en significante ontwikkeling in optica en detectoren gebeuren eveneens met behulp van synchrotronstraling. Vooral de ontwikkeling van de proteïnekristallografie heeft een hoge vlucht genomen.

Synchrotronstraling werd eerst waargenomen in hoge-energie deeltjesacceleratoren en werden daarna opgewekt in specifieke voor deze straling bestemde instrumenten. De ontwikkeling van steeds krachtiger instrumenten (de helderheid is de cruciale karakteristiek) verliep explosief gedurende de laatste 20-30 jaar. Een reeks nationale instrumenten werd over de jaren gebouwd in verschillende Europese landen: Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Zwitserland en Italië. De 'kleinere' Europese landen die moeilijk de grootschalige investeringen aankonden hebben onder de vorm van een consortium toenadering gezocht in de nationale faciliteiten³.

³ Zo hebben de Belgische onderzoekers sinds vele jaren toegang tot:

- DESY: Deutsche Electronen SYNchrotron in Hamburg (heel in het bijzonder en in ruime mate ook tot de EMBL - en HASY LAB- bundellijnen)
- ELETTRA: Sincrotrone Trieste, Italië.

Een overzicht van de huidige West-Europese synchrotronmachines is weergegeven in figuur 8. De belangrijkste zijn ANKA in Karlsruhe, BESSY in Berlijn, SLS in Villingen en het oudere SRS in Daresbury. Een aantal nieuwe Europese installaties voor SR-straling zijn thans in opbouw waarvan de voornaamste zijn de DIAMOND Facility in het Verenigd Koninkrijk en de SOLEIL synchrotron in Frankrijk. Zij bouwen voort op de ervaring van vroegere installaties in die landen en de algemene technologische ontwikkeling in de sector.

Naast deze nationaal gebouwde instrumenten werd in 1988 besloten tot de oprichting van het ESRF: de Europese Synchrotron Radiation Facility in Grenoble. Deze installatie is samen met een vergelijkbare infrastructuur in Japan en de Verenigde Staten de eerste van de zogenaamde derde generatie synchrotronstralingsbronnen. Tot op dit ogenblik zijn deze drie installaties de meest performante wereldwijd. Binnenkort (2008–2009) komt daar een vierde installatie bij te Hamburg, de PETRA-III opslagring.

Figuur 8: Een overzicht van de huidige West-Europese synchrotroninstallaties



EUROPEAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY - ESRF

Doelstelling - historiek - leden

De ESRF werd oorspronkelijk gesticht door twaalf landen⁴, waaronder België, en opgericht als een multinational onderzoeksinstituut voor grootschalig toegepast onderzoek in natuur- en scheikunde, oppervlakteonderzoek, materiaalwetenschappen en biowetenschappen.

In een latere fase werd tussen België en Nederland een overeenkomst gesloten betreffende de gezamenlijke deelname aan de Europese synchrotronstralingsinstallatie te Grenoble, alsook aan de wijze van uitvoering daarvan (BENESYNC, 12/11/1990)). De BENESYNC-deelname voor bouw en exploitatie bedraagt 6% van het totale budget en wordt gelijk verdeeld tussen beide landen. Deze overeenkomst loopt tot eind 2007 en kan worden vernieuwd.

Organisatie en structuur

De Raad van Bestuur (Council), waarvan de afgevaardigden door de ESRF-leden worden aangewezen, staat in voor het toezicht en beheer van het onderzoekscentrum. De ESRF-Council is het hoogste beslissingsorgaan en neemt beslissingen voor de belangrijkste aangelegenheden. Zo bepaalt de Council het beleid met betrekking tot wetenschappelijke, technische en administratieve aangelegenheden. België is in de ESRF-Council vertegenwoordigd via het BENESYNC-consortium (cfr. de vier Scandinavische landen in het NORDSYNC-consortium). Binnen de BENESYNC-delegatie is er één federaal ambtenaar alsook één Vlaamse en één Franstalige vertegenwoordiger.

De raad wordt bijgestaan door: het Wetenschappelijk Adviescomité (SAC = Science Advisory Committee) en door het Administratief en Financieel Comité (AFC = Administrative and Financial Committee).

Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen

De drie Belgische vertegenwoordigers van BENESYNC in de ESRF-council zijn: dr. Jean Moulin, POD Wetenschapsbeleid, prof. Lode Wyns, Vrije Universiteit Brussel, en prof. Marie-José Franskin-Hubin, ULG.

⁴ Frankrijk, Duitsland, Italië, Verenigd Koninkrijk, Spanje, Zwitserland, BENESYNC (België en Nederland), en NORDSYNC (Denemarken, Finland, Noorwegen en Zweden.) Ondertussen hebben zich ook Portugal, Israël, Oostenrijk, Tsjechië, Hongarije en Polen aangesloten.

De reeds opgebouwde expertise heeft Vlaamse onderzoekers toegang bezorgd tot alle belangrijke beleidsorganen in het SR-gebied bij ESRF: Council, SAC, wetenschappelijke commissies van ESRF, User group ESRF.

Prof. Koen Janssens, Universiteit Antwerpen, zetelt momenteel in de SAC. Dezelfde functie werd sedert 1989 continu uitgeoefend door prof. Freddy Adams, Universiteit Antwerpen (1989–2002) en prof. Harry Reynaers, K.U.Leuven (2002–2006).

Prof. Laszlo Vincze, UGent was in 2004–2005 lid en thans voorzitter van het 'users committee' van de ESRF.

Infrastructuur en wetenschappelijke programma's

ESRF-public beamlines

Het belangrijkste onderdeel van het ESRF-synchrotron is de opslagring met een omtrek van ca 850 m, waarin hoogenergetische elektronen (6 GeV) gegenereerd in een LINAC, worden 'opgeslagen'. Rond de opslagring telt ESRF op dit ogenblik een 40-tal experimentele stations voor de opwekking van synchrotronstraling, de zogenaamde 'beamlines'. De synchrotronstraling ontstaat als hoogenergetische elektronen in een magneetveld worden afgebogen (in buigmagneten die de elektronen op hun quasi circulair pad rondleiden) en, dit bij voorkeur, in zogenaamde 'insertion devices' (wigglers en undulators). In deze devices wordt door gebruik te maken van wisselende magneetvelden de intensiteit van de X-stralenbundel sterk verhoogd en door de undulators quasi-monochromatisch gemaakt. De ESRF-bundels zijn vele grootteordes meer intens dan deze van soortgelijke faciliteiten van de tweede generatie (zoals bv. DESY en Elettra). Tevens werd sedert de ingebruikname de bundelintensiteit gradueel opgevoerd (met een verdubbeling van de helderheid ca. elke negen maanden). Op dit ogenblik blijven verdere verhogingen van intensiteit beperkt wegens fundamentele hindernissen en wordt er overgegaan naar nieuwe concepten voor de verhoging van de intensiteit van synchrotronstraling⁵.

Een dertigtal gespecialiseerde meetstations voor welbepaalde toepassingen werden door de ESRF gebouwd en staan aldus ter beschikking van de internationale onderzoeksgemeenschap. Dit zijn de zogenaamde publieke bundellijnen die volledig onder het beheer vallen van de ESRF.

⁵ Voor die applicaties waarvoor zinvol, zijn nieuwsoortige machines in ontwerp, de zogenaamde Free Electron Lasers (FEL). Een Europees initiatief in deze richting wordt gebouwd in Hamburg.

Een opsomming van de afzonderlijke commissies die de ingediende projecten voor de publieke bundellijnen screenen en binnen de SAC bij monde van hun vertegenwoordiger(s) advies verlenen, geeft een duidelijke en beknopte weergave van de buitengewoon brede waaier van activiteiten aan de synchrotronbron. De 'beam allocation' commissies zijn momenteel:

- Chemistry-related studies;
- Electronic and magnetic properties;
- Crystals and ordered systems, structures;
- Disordered systems and liquids;
- Medicine;
- Methods and instrumentation;
- Macromolecular crystallography;
- Soft condensed and biological materials;
- Surfaces and interfaces;
- Applied materials and engineering;
- Environmental and cultural heritage matters.

Naast de publieke bundellijnen werden op initiatief van landen of consortia van landen een dertiental bundellijnen (beamlines) in gebruik onder het beheer van 'Collaborating Research Groups' (CRG's). De CRG's nemen zowel het ontwerp, de bouw als het onderhoud voor eigen rekening. Zij werden geïnstalleerd aan buigmagneten van de installatie (de opgewekte straling hiervan zou anders toch verloren gaan) en hebben daardoor een geringere bundelintensiteit dan de publieke bundellijnen aan de 'insertion devices'. De synchrotronstraling wordt door ESRF gratis geleverd aan deze CRG's, in ruil voor één derde van de experimenteertijd die door de 'beam allocation' commissies wordt toegewezen. Vlaanderen heeft, samen met Nederland, een dergelijke CRG-bundellijn gebouwd, de Dutch Belgian Beam Line (DUBBLE).

De Dutch Belgian beamline aan de ESRF (DUBBLE)

In het kader van de Vlaams-Nederlandse samenwerking beslisten Vlaanderen en Nederland in 1995 tot de bouw van een gemeenschappelijke CRG bundellijn in het DUBBLE-project. Het FWO stond in voor 25% van de constructiekosten, de Nederlandse NWO voor 75%, voor een totaal geraamd op ongeveer 7,7 miljoen euro.

In juni 2000 werd deze nieuwe onderzoeksfaciliteit in gebruik genomen. Hierdoor hebben onderzoeksgroepen aan universiteiten en instituten, maar ook de industrie, uit beide landen niet enkel meer toegang tot de publieke bundellijnen, maar ook tot een installatie in eigen beheer.

De bundel voor DUBBLE wordt gesplitst in twee bundels, zodat onderzoekers simultaan meerdere experimenten kunnen uitvoeren. DUBBLE beschikt over faciliteiten die verschillende experimentele technieken voor een beperkt aantal Vlaamse groepen verschaffen:

- Small and Wide-Angle X-ray Scattering (SAXS/WAXS);
- Extended X-ray fine structure analyse (EXAFS).

Binnen de werkzaamheden gefinancierd door FWO/NWO in het kader van DUBBLE werd tevens een bijdrage geleverd tot de constructie van het ID18F meetstation (een specifieke ESRF-bundellijn). Aan dit meetstation is een (sub)microscopische Röntgenbundel met hoge energie en lage divergentie beschikbaar, die toelaat de volgende types van (gekoppelde) experimenten uit te voeren die collectief ook als 'The hard X-ray microprobe' worden betiteld:

- Microscopische X-straal fluorescentie analyse en -tomografie (μ -XRF);
- Microscopische X-straal diffractie (μ -XRD);
- Microscopische kleine hoekverstrooiing (μ -SAXS).

Het tweede Europees synchrotroninitiatief in EMBL-verband – Hamburg

EMBL heeft op dit ogenblik zeven bundellijnen aan DORIS-ring van de Duitse synchrotron (DESY). In dit programma zijn achttien lidstaten betrokken⁶. Drie nieuwe bundellijnen zijn in aanbouw aan de PETRA-III ring. Ook faciliteiten voor productie, zuivering en kristallisatie van biologische stalen zijn beschikbaar.

Aldus wordt een geïntegreerde faciliteit voor structuurbiologie uitgebouwd. Belgische groepen die onderzoek doen op biologische macromoleculen hebben een bijzonder ruim aandeel in de projecten op de EMBL/DESY bundellijnen. Aan PETRA-III zal ook een 'hard X-ray microprobe' bundellijn voorzien worden, waar Belgische groepen van de Universiteit Antwerpen en UGent in ruime mate bij de planning, de constructie en de exploitatie betrokken zullen zijn.

⁶ Oostenrijk, België, Denemarken, Finland, Frankrijk, Duitsland, Griekenland, IJsland, Israël, Ierland, Italië, Nederland, Noorwegen, Portugal, Spanje, Zweden, Zwitserland, Verenigd Koninkrijk.

Evaluatie, pre-screening, slaagkansen

De projecten die ingediend worden bij ESRF en EMBL gebeuren op persoonlijk initiatief van de onderzoekers (bottom-up).

ESRF

De evaluatie van onderzoeksaanvragen voor gebruik van de 'public beamlines' gebeurt door Europese experts in commissies ('hard condensed matter', 'soft condensed matter', chemie, proteïestructuur, archeologie en kunst ...). De experts formuleren een waardeoordeel over de specifieke voorstellen. De turn-over van de commissieleden is vrij hoog (typisch van de orde van drie jaar). De evaluatiecommissie bespreekt daarna de evaluaties en stelt aan ESRF een rangorde voor in functie van de beschikbare bundeltijd aan de verschillende beamlines. In principe komen ook voorstellen uit niet betrokken landen in de ESRF in aanmerking. Er wordt voor de finale keuze rekening gehouden met de rangorde en subsidiair (en beperkt) met principes van 'juste retour' voor de deelnemende partners. Het gaat dus in feite om een 'concours' waarbij de competitie veelal zo hoog is dat excellente projecten soms geen bundeltijd toegewezen krijgen omwille van tijdsbeperkingen bij de allocatie.

Naast dergelijke projecten van korte duur bestaat er ook de mogelijkheid om lange termijn (Long Term (LT)) projecten aan te vragen, de zgn. BAC's (Block Allocation Grants). Deze aanvragen worden tot op bepaalde hoogte door het ESRF aangemoedigd omdat zij dikwijls een hoger rendement hebben, maar ze vereisen een zorgvuldige screening door de evaluatiecommissie.

DUBBLE

Voor de CRG-bundellijnen en meer in het bijzonder voor DUBBLE gebeurt de prioritisering van de projecten door een programmaraad samengesteld door de Nederlands-Vlaamse stuurgroep van DUBBLE, onder toezicht van NWO en FWO. Prof. K. Janssens (Universiteit Antwerpen), Prof. E. Nies (K.U.Leuven) en Dr. R. Loris (Vrije Universiteit Brussel) zijn momenteel de Vlaamse leden van deze raad.

De rangorde wordt bepaald door de wetenschappelijke kwaliteit van de projecten. Alleen de beste voorstellen krijgen experimenteertijd toegewezen. Voorafgaand aan de beoordeling wordt door de projectleider een 'technical assesment' uitgevoerd van de voorstellen. Projecten die om technische redenen niet uitvoerbaar zijn, worden afgevoerd.

EMBL/DESY

Voor de projecten op de EMBL/DESY bundellijnen worden de projecten onderzocht door een internationaal EMBL Priorities Committee. De bundeltijden worden toegekend op basis van de kwaliteit van de projecten en de track-record van de indienende groep (de resultaten tijdens vorige metingen en de publicaties vanuit dit vorige werk).

Budget

Globale begroting

Het huidige ESRF-budget bedraagt (in miljoen euro)

| | |
|-----------------------------------|--------|
| Totaal budget 2005 | 77 393 |
| Bijdragen van lidstaten | 67 081 |
| Bijdragen van geassocieerde leden | 3 740 |
| Inkomsten (Projecten/Industrieel) | 6 572 |

Financiële bijdrage van België aan ESRF

De financiële bijdrage van België aan ESRF is geregeld via het Belgisch-Nederlandse BENESYNC-consortium dat 6% van de constructiekosten en 6% van de exploitatiekosten voor zijn rekening neemt (België en Nederland elk voor 3%). De Belgische deelname aan de ESRF is ten laste van de federale begroting wetenschapsbeleid. Deze bedraagt ca. 2 miljoen euro (3% van de bijdrage van de lidstaten). De federale regering voorzag in de beginfase van de ESRF jaarlijks (tot 1995) in een supplementaire begroting van maximaal 10% van de Belgische ESRF-bijdrage. Dit bedrag werd besteed aan de loonkost van vijf ESRF-onderzoeksmantaten, verdeeld via het FWO (3) en het FNRS (2). Voor Vlaanderen werden deze mandaten geïncorporeerd in het vastbenoemde FWO-kader en later getransfereerd naar het ZAP-kader van de universiteiten.

Financiering Vlaamse projecten

De directe exploitatiekost van de ESRF wordt gedragen door de federale overheid maar dit omvat niet de werkings- en personeelskosten van de participerende onderzoeksgroepen. Het efficiënte gebruik van de ESRF en andere synchrotronbronnen wordt bepaald door de beschikbaarheid van voldoende Vlaamse middelen, in eerste instantie via het FWO, in tweede instantie via middelen afkomstig van diverse andere projectfinancieringen (IWT, de universiteiten, EU-projecten ...).

Het financieel belangrijkste project is het DUBBLE-groepsproject bij het FWO, dat aan vier FWO-commissies wordt voorgelegd voor advies. In dit project participeren alle Vlaamse universiteiten.

Met een maximale duurtijd van vier jaar voor FWO-groepsprojecten werden tot nog toe voor DUBBLE door de co-promotoren drie projecten aangevraagd om eerst de bouwfase en dan twee exploitatiefasen te financieren. Het huidige project loopt tot eind 2006.

| | |
|-----------------------------|----------------|
| 1995–1998: bouwfase: | 1 685 676 euro |
| 1999–2002: exploitatiefase: | 1 660 887 euro |
| 2003–2006: exploitatiefase: | 1 440 750 euro |

Voor de periode 2003–2006 bevat het vermelde bedrag het Vlaamse aandeel in de exploitatiekosten van DUBBLE, eerder beperkte werkingskosten van de co-promotoren, de verplaatsingskosten van niet in het groepsproject betrokken Vlaamse onderzoeksgroepen die experimenteertijd in de DUBBLE-installatie hebben verworven en de lonen en expatriatiekosten van twee personeelsleden die door Vlaanderen in Grenoble worden gestationeerd.

Wetenschappelijke return

Historiek en behoeften binnen de Vlaamse onderzoeksgemeenschap aan synchrotrononderzoek. Vergeleken met Europese installaties zoals CERN, is het synchrotrongebeuren een relatief recent verschijnsel dat vooral sinds de implementatie van ESRF (1995) tot ontwikkeling kwam.

Reeds in 1985, toen er nog geen ‘dedicated’ synchrotronbronnen ter beschikking waren, werden de eerste synchrotronexperimenten uitgevoerd door Vlaamse onderzoekers, maar dan wel als in het jargon bestempelde ‘parasitic users’.

Het aantal Vlaamse groepen dat gebruik maakt van een synchrotronfaciliteit is na een incubatieperiode tot 1995 sterk gestegen. Regelmatige toegang tot public beamlines is echter niet altijd evident, wat voor vele groepen problemen creëert voor het uitvoeren van experimenten in het kader van projecten en de afwerking van doctoraatsproefschriften bemoeilijkt.

Vooral in de periode 1990–1995 was er een snel stijgende interesse die aanleiding heeft gegeven tot de bouw en exploitatie van de DUBBLE CRG. Als katalysator voor synchrotrongemedieerd onderzoek had het DUBBLE-samenwerkingsplatform een meervoudig doel:

- (1) het opbouwen van expertise met synchrotronapparatuur en machinefysica (tot 1995 nagenoeg totaal afwezig in Vlaanderen);
- (2) het verwerven van een internationaal competitieve experimentele opstelling die belangrijke en innoverende basisbehoeften dekt van een groep van Vlaamse en Europese wetenschappers. Daarom werd een ruime reeks technieken (SAXS/WAXD, EXAFS/XANES, hogeresolutiepoederdiffractie, oppervlaktediffractie) geselecteerd;
- (3) het vergemakkelijken van de toegang tot de ESRF-synchrotronbron voor Vlaamse (en Nederlandse) onderzoekers van universiteiten en industrie. Niet alleen de DUBBLE-instrumentatie maar ook de beschikbaarheid van eigen personeel ter plaatse speelt daarbij een rol.

Deze verwachtingen werden grotendeels gerealiseerd:

- Het aantal Vlaamse gebruikers nam snel toe.
- Er is een sterke internationale interesse voor DUBBLE met een sterke overschrijving van de publieke bundeltijd.
- DUBBLE is binnen ESRF de derde belangrijkste bundellijn (na ID13 en ID2) voor soft-condensed matter met klemtoon op SAXS/WAXD en EXAFS/XANES metingen.
- Er is een hoge publicatieoutput sedert de bouw van de verschillende DUBBLE-instrumenten; er is eveneens een zeer hoge publicatieoutput voor de DUBBLE-kerngroepen die intensief gebruik maken van een ESRF-bundellijn (ID18F) en van de EMBL-faciliteiten in Hamburg. Deze publicatieoutput is een maat voor de wetenschappelijke return van de synchrotronactiviteiten van de Vlaamse laboratoria.
- De aanwezigheid ter plaatse van de personeelsleden van DUBBLE vergemakkelijkt de toegang tot de public beamlines; de projectleider van DUBBLE speelde hier duidelijk in op de katalysatorfunctie.
- Via de DUBBLE-samenwerking werd door een Vlaamse groep geparticipeerd in de uitbouw van een publieke bundellijn aan een 'undulator bundellijn van ESRF voor microscopische fluorescentie analyse en -tomografie (bundellijn ID 18F).

- De interesse van de Vlaamse en buitenlandse industrie werd verhoogd, vooral via samenwerking universiteit - bedrijfswereld, maar ook via confidentiële (betalende) research. Daarnaast is er groeiende belangstelling vanuit IMEC en het VIB.
- De nabijheid van het Instituut Laue Langevin (ILL) en het European Molecular Biology Laboratory (EMBL) op de ESRF-site is een extra aantrekkingspool voor onderzoek met synchrotron en resulteert reeds nu in de opbouw van wetenschappelijke partnerships: PSB (Partnership for Structural Biology) dat beschikt over een nieuw gebouw. Dit laboratorium verenigt de sterke punten van ESRF, ILL, IBS, EMBL binnen wandelafstand op dezelfde site. Een Partnership voor soft-condensed Matter (PSCM) is in opbouw.

DUBBLE heeft een duidelijk multiplicatoreffect tot stand gebracht voor synchrotrononderzoek aan de ESRF in de Vlaamse universitaire wereld en heeft ook beweging gebracht in het industriële landschap. Via BENESYNC, de CRG DUBBLE en de EMBL-beamlines heeft Vlaanderen toegang tot topwetenschappelijke apparatuur die in Vlaanderen en België omwille van zijn budgettaire en andere beperkingen niet kunnen gerealiseerd worden.

De reeds opgebouwde expertise heeft Vlaamse onderzoekers toegang bezorgd tot belangrijke beleidsorganen in het synchrotron-gebieden: ESRF-Council, SAC, wetenschappelijke commissies van ESRF, User group ESRF, Forschungsbeirat DESY ... (zie addendum).

Vanuit deze sterke positie is het thans mogelijk dat een aantal farmaceutische bedrijven kunnen gebruik maken van de ESRF-installaties. Immers, 80% van de gekochte bundeltijd is op basis van de noden van de pharmabedrijven. Er zijn zo al projecten gestart vanuit het VIB en ook samen met industriële partners.

Onderzoeksploegen van de Vlaamse universiteiten betrokken bij ESRF

Het leeuwenaandeel van de wetenschappelijke activiteit wordt gerealiseerd door vijf pilootgroepen, die zich oorspronkelijk verenigd hebben in het DUBBLE-consortium. Pilootgroep is hier gedefinieerd als een bestaand expertisecentrum voor synchrotronactiviteit of als expertisecentrum in opbouw. Gezien de grote dynamiek van innoverende ontwikkelingen aan synchrotronbronnen is het de taak van deze expertisecentra om, in onderlinge afspraak tussen de Vlaamse universiteiten, een belangrijke wetenschappelijke activiteit te blijven ontplooiën met synchrotronstraling. Tijdens de bouw van het DUBBLE-instrument zijn inderdaad reeds nieuwe prioritaire noden ontstaan die geleid hebben tot de huidige situatie.

Meerdere andere onderzoeksgroepen maken gebruik van de expertise die opgebouwd wordt door de pilootgroepen binnen het kader van hun specifieke tijdelijke noden; het gunstige gevolg is een sterke interactie tussen onderzoekers van de verschillende Vlaamse universiteiten.

In onderstaande tabel 3 wordt weergegeven hoe onderzoeksploegen van de Vlaamse universiteiten de afgelopen jaren gebruik gemaakt hebben van de ESRF-infrastructuur en hoeveel doctorandi en postdocs hierbij betrokken waren. De gegevens hebben betrekking op de periode 1995–2005. Bemerkt dat het DUBBLE-project effectief is gestart eind 1999 (einde van de bouwphase).

Tabel 3: Informatie over de Vlaamse onderzoeksgroepen (K.U.Leuven, UGent, Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel) werkzaam aan ESRF in de periode 1995–2005

| | Kernonderzoeksgroepen | PhD | Postdocs |
|----------------------------|---|-----|----------|
| K.U.Leuven | Afdeling Moleculaire en Nanomaterialen en Afdeling Biochemie (prof. L. Van Meervelt, prof. B. Goderis, prof. em. H. Reynaers) | 25 | 10 |
| UGent* | | | |
| Vrije Universiteit Brussel | Vakgroep bio-ingenieurs/Proteïestructuur en functie (prof. L. Wyns en prof. J. Steyaert) | 25 | 16 |
| Universiteit Antwerpen | | 7 | 11 |
| UHasselt | Prof. J. Mullens en prof. L. Van Poecke† | 4 | 4 |

*: *Geen gegevens bekend*

Return in termen van bundel- en meettijd

Er is een hoge performantie van Vlaamse groepen in bovenvermelde sectoren. Deze groepen zijn erin geslaagd op meerdere niveaus de noodzakelijke toegang tot de infrastructuur af te dwingen:

ESRF- Public beamlines

De UGent, K.U.Leuven en UHasselt (in de sectoren SAXS/WAXS en EXAFS/XANES) bekomen een voldoende aantal shifts op de centrale bundellijnen (plus gebruik van DUBBLE).

De Universiteit Antwerpen (microfocusbundellijnen) realiseert de projecten via een 'Long Term project'.

Ook de Vrije Universiteit Brussel kreeg dergelijk 'Tong Term project' voor proteïnekristallografie.

Op de publieke bundellijnen van ESRF haalt het BENESYNC-consortium een wetenschappelijke return, in termen van gebruik van bundeltijd, van 5,29% tegenover 5,89% als berekende 'ideal share'. Er is dus een deficit ten opzichte van de 'juste retour' van ca. 10%. Het is echter niet mogelijk om uit de gegevens geleverd door ESRF, een opsplitsing te maken tussen Nederland en België, laat staan naar Vlaanderen.

De interessesferen voor synchrotron verschillen tussen Vlaanderen en Wallonië en men kan veilig stellen dat de aanvraagdruk aan Vlaamse zijde veel groter is. Een eerste telling geeft voor de referentieperiode (1999–2004) 1 450 shifts voor Vlaamse groepen, 480 shifts voor groepen uit de Franstalige gemeenschap en 78 shifts voor privé-onderzoek van bedrijven.

EMBL-Hamburg

Daarnaast moet benadrukt dat er een hoge participatie is aan andere synchrotronbronnen, bv. EMBL - DESY. In de biologische structuurbundellijnen verwerft de Belgische groep gebruikers veruit het hoogste aandeel: 9% van de bundeltijd en 14% van de goedgekeurde projecten gingen naar Belgische vorsers (vijf researchteams waarvan vijf Vlaamse).

Wallonië heeft wel ingetekend op een Franse proteïne kristallografie CRG-lijn.

DUBBLE

Zoals gangbaar bij de CGR-bundellijnen is 70% van de experimenteertijd voor universiteiten en instituten uit Nederland en Vlaanderen voorbehouden en moet 30% beschikbaar gesteld worden van andere ESRF-gebruikers. De eigen CRG-bundeltijd van DUBBLE wordt normaal op basis van de eerder vermelde financiële inbreng verdeeld tussen beide partners: 3/4 voor Nederland en 1/4 voor Vlaamse gebruikers. De 'public beam time' van de DUBBLE-installatie is meestal sterk overbevroegd.

Aandeel van het personeel van ESRF

Op dit moment werken er twaalf Belgische wetenschappers, technici en administratieve personeelsleden aan de ESRF op een totaal personeelsbestand van circa 600. Binnen de wetenschappelijke staf zijn slechts drie personen van Belgische nationaliteit werkzaam.

Daarnaast heeft het DUBBLE-consortium twee permanente en één tijdelijke onderzoeker in dienst. De 'juste retour' in personeel wordt niet gerealiseerd voor het BENESYNC-consortium; de problematiek

situeert zich in de talloze administratieve moeilijkheden die expat's ondervinden op familiaal niveau en administratief niveau (pensioenregelingen, belastingaangiften, medische zorgen, onderwijs kinderen ...).

Economische return

Bestellingen door ESRF bij Belgische firma's

In tabel 4 wordt de economische return voor de ESRF-lidstaten voorgesteld voor de periode 2002–2005. De returncoëfficiënt wordt berekend als de verhouding van het aandeel in de contracten t.o.v. het aandeel in het lidgeld.

Tabel 4: Economische return voor de ESRF-lidstaten in de periode 2002–2005

| Lidstaat | Contracten | | Aandeel in lidgeld (%) | Returncoëfficiënt |
|---------------|----------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| | (% v/h totaal) | Bedrag (euro) | | |
| Frankrijk | 51,38 | 34 807 765 | 27,50 | 1,87 |
| Duitsland | 12,76 | 10 988 884 | 25,50 | 0,64 |
| Italië | 6,20 | 4 197 712 | 15 | 0,41 |
| VK | 16,22 | 8 642 096 | 14 | 0,91 |
| BENESYNC | 2,09 | 1 413 967 | 6 | 0,35 |
| NORDSYNC | 1,61 | 1 089 795 | 4 | 0,40 |
| Spanje | 7,04 | 4 770 253 | 4 | 1,76 |
| Zwitserland | 2,71 | 1 838 832 | 4 | 0,68 |
| Totaal | 100 | 67 749 304 | 100 | |

ESRF gebruikt algoritmes om binnen het aankoopbeleid zoveel mogelijk een 'juste retour' voor de lidstaten te bereiken. Significante economische return wordt enkel bemerkt in de bouwfase of in periodes van grote vernieuwing. Tevens dient opgemerkt dat één groot contract de hele situatie kan bepalen. Zo is bv. de hoge Spaanse returncoëfficiënt toe te schrijven aan een contract voor het aanleveren van elektriciteit.

De Belgische 'return' wordt door ESRF gesitueerd in de context van het BENESYNC-consortium en de gegevens van beide landen worden niet afzonderlijk gecompileerd. Voor de periode 2002–2005 behaalde het BENESYNC-consortium een return in de ESRF van slechts 0,35. In 2006 heeft België een bestelling van 3 miljoen euro (48% van de totale bestellingsenveloppe voor ESRF voor 2006) binnengehaald. Dit zal het beeld totaal wijzigen.

De documenten beschikbaar gesteld door ESRF (overzicht van het totaal aantal bestellingen bij het BENESYNC-consortium) zijn niet voldoende gedetailleerd om toe laten een opsplitsing naar Belgische, laat staan naar Vlaamse return te berekenen.

Het is echter duidelijk dat de Vlaamse return ver beneden het normale peil ligt. Hiervoor zijn diverse oorzaken, maar de belangrijkste is ongetwijfeld dat de Belgische industrie door het ontbreken in het verleden van een nationaal initiatief op het vlak van acceleratoren in het algemeen, en synchrotronstraling in het bijzonder, niet over de nodige expertise beschikt om zeer gesofistikeerde apparatuur of infrastructuur te leveren (magneten, vacuümapparatuur, detectoren, gespecialiseerde elektronische componenten). In deze omstandigheden is de return van België grotendeels beperkt tot de levering van laagtechnologische goederen (beton, elektriciteit ...).

Indien België/Vlaanderen in technologische spitstechnologieën zoals deze beter wenst vertegenwoordigd te zijn en in de toekomst een betere economische return beoogt, dient het land en de regio zich meer te associëren met de nieuwe initiatieven. Daarvoor zijn, ingevolge schaafeffecten, strategische allianties met andere landen noodzakelijk.

Return in bestellingen door DUBBLE

Rekening houdend met het hierboven gestelde, wordt het ontwerp en de bouw van specifiek aan DUBBLE gerelateerde apparatuur uitgevoerd door mechanische en elektronische werkplaatsen van Nederlandse en Vlaamse onderzoeksinstituten en universiteiten (AMOLF (NL), NIKEV (NL), mechanische en elektronische werkplaats van de K.U.Leuven (in akkoord met de Vlaamse co-promotoren)).

Toekomstige ontwikkelingen

ESRF

In het licht van de ontwikkeling van nieuwe bronnen (SOLEIL, DIAMOND, SLS, ALBA, PETRA-III en de XFEL) heeft de ESRF-Council recent de langetermijnplanning voor de ESRF-synchrotron vastgelegd voor de periode 2007–2012. Het doel is om de internationale toppositie van de installatie te vrijwaren door het realiseren van vier doelstellingen:

- ontwikkeling van bundellijnen voor nanoscience en nanotechnologie;
- metingen in extreme condities (temperatuur, druk, magneetvelden ondermeer ook voor geofysische studies);

- ontwikkeling van toepassingen in de structurele en functionele biologie;
- 'Pump-probe' experimenten: tijds-geresolveerde experimenten op biologische systemen en chemische bindingsstudies.

Technologische uitdagingen hierbij zijn de uitbouw van nieuwe specifieke nanofocusbundellijnen, ondermeer met nog intensere harde X-stralenbundels. Frontlijnontwikkelingen van detectoren, van optica, van monsteromgeving en positioneringmethoden op nanoschaal staan hierbij centraal.

Aldus voorziet de langetermijnplanning van de ESRF in de uitbouw van een aantal nieuwe bundellijnen voor onderzoek in de nanotechnologie (zogenaamde 'nanofocusbundellijnen') waarbij de ESRF, ingevolge budgettaire beperkingen, samenwerking beoogt voor bouw en exploitatie met een aantal onderzoeksgroepen. Vanuit de verworven positie (en met name de ervaring opgedaan bij de constructie van het ID18F 'Hard X-ray microprobe' meetstation) kunnen de Vlaamse universiteiten hieraan participeren.

Specifieke knelpunten

Binnen het FWO wordt voor de financiering van het DUBBLE-project beroep gedaan op de normale financieringskanalen voor groepsprojecten. Op die manier moet een voorstel voor onderzoek met een looptijd van vier jaar worden voorgelegd aan vier wetenschappelijke commissies (in de chemie, de fysica en de moleculaire biologie). Dit geeft aanleiding tot diverse moeilijkheden:

- De nodige initiatieven vereisen een langetermijnobjectief dat niet kan gerealiseerd worden binnen een normale looptijd van projecten van vier jaar. Er is dus een vierjaarlijks probleem voor de continuïteit van de financiering, alsook voor deelname aan technologische projecten en ontwikkelingen in een internationale context.
- Ingevolge de financieringsregels van het FWO wordt voor elke commissie een vaste fractie van het ingediende budget gehonoreerd. Ingevolge de hoge kostprijs van de synchrotronstralingsprojecten geeft dit aanleiding tot moeilijkheden voor de verdeling van de financiering over het ganse gamma van disciplines. In de competitie dreigen de projecten voor grote installaties op die manier in de verdrukking te komen of alternatief wordt op die manier de rest van het onderzoek, niet synchrotron-gerelateerd, in deze disciplines verdrukt.

- Werken aan bundellijnen en het van nabij opvolgen van de evoluerende apparatuur en dataverwerking kan niet zomaar overgelaten worden aan doctorandi voor wie de metingen enerzijds cruciaal zijn en tegelijk vaak slechts een fractie uitmaken van hun doctoraal werk. Voor elk van de kerntechnieken bestaat er een hoge nood aan continuïteit op het vlak van ervaren wetenschappers – zoniet dreigt men systematisch cruciale kennis te verliezen en blijven doctoraten in de sector hachelijke ondernemingen.

Bemerk dat de ventilatie van al de DUBBLE-kosten gebeurt via de sleutel tussen NWO en FWO (respectievelijk 3/4 en 1/4).

Voorstel voor de toekomst

De volgende maatregelen moeten worden getroffen om de Belgische aanwezigheid in het synchrotronstralingsonderzoek te optimaliseren:

- De specifieke kosten eigen aan het wetenschappelijk onderzoek met de synchrotroninstallaties dienen verder via de normale financieringskanalen aangevraagd te worden (FWO, IWT ...).
- Er moet absoluut over gewaakt worden dat aan al die Vlaamse universiteiten waar er een hoogstaande expertise bestaat binnen de specifieke regels voor toegang de waarborg wordt gegeven van toegang tot Europese SR-faciliteiten op voldoende lange termijn. De inzet van doctorandi en post-doc's vereist specifieke aandacht.
- Voor de verdere ontwikkelingen i.h.b. voor de deelname in de nieuwe initiatieven van het ESRF maar ook voor initiatieven aan andere installaties (XFEL, PETRA III, DIAMOND, SOLEIL ...) dienen langlopende afspraken te worden gemaakt zodat de laboratoria zich kunnen voorbereiden op een deelname.
- Het is nodig dat een voldoende kader van postdoctoraal personeel beschikbaar komt met vooruitzicht op een academische carrière. Het personeel dat op semi-permanente wijze naar de installaties wordt gemuteerd dient te beschikken over klare afspraken betreffende verloning en vergoeding voor kosten (expatriatie).

Directe actie

- De BENBESYNC- deelname en overeenkomst loopt tot eind 2007. Een nieuwe negotiatieronde biedt zich aan.

- De FWO-NWO-overeenkomst (DUBBLE) loopt tot eind 2007. (Bij het FWO ligt een verlengingsaanvraag voor één jaar voor. Vorig project was, cfr. de reglementen, een vier-jaar project voor de periode 2003–2006).
- Er kan in dit verband ook worden aangestipt dat de ESRF recent aan de Universiteit Antwerpen/UGent onderzoeksgroepen (K. Janssens, L. Vincze) een langetermijnproject toekeende hetgeen de regelmatige toegang tot het ID18F-metstation in de periode medio 2006 - medio 2009 regelt. Dit station werd gedeeltelijk a.d.h.v DUBBLE-fondsen gebouwd en enige ondersteuning voor het gebruik en beperkt onderhoud/updating (bv. stuurcomputers, optica) in de periode 2006–2009 zal hier op zijn plaats zijn.

De werkgroep rond synchrotronstraling waarin alle Vlaamse universiteiten zijn vertegenwoordigd, werkt in de eerste plaats aan het toekomstproject waarbij de nadruk zal gelegd worden op het maximaal inspelen op de nieuwe initiatieven die in Grenoble en Hamburg werden opgestart (zie paragraaf 'toekomstige ontwikkelingen'). Dit impliceert ook deelname en/of bijdragen aan de nieuwe technologische ontwikkelingen die hiertoe vereist zijn - zowel qua meettechnieken als qua materiaalbehandeling in al zijn vormen.

Het is belangrijk het verworvene in de DUBBLE-context te consolideren. Dit blijft een belangrijk werktuig in bepaalde sectoren en een opportuniteit voor nieuwe groepen, die niet direct meettijd kunnen bekomen op de centrale bundellijn.

HOOFDSTUK 3

ASTRONOMIE

INLEIDING EN SCHETS VAN HET ONDERZOEKSLANDSCHAP

In België lenen de topografie, het klimaat en de lichtvervuiling zich niet optimaal tot sterrenkundige waarnemingen met een competitieve wetenschappelijke relevantie. Bovendien overstijgt de kostprijs van geavanceerde apparatuur vaak de budgettaire mogelijkheden, zeker wanneer men rekening houdt met de relatief beperkte omvang van de betrokken wetenschappelijke gemeenschap. Deze problemen stellen zich in analoge termen in de buurlanden. Globale Europese oplossingen hebben zich opgedrongen, met voor de Vlaamse sterrenkundigen unieke opportuniteiten om een rol te spelen op het hoogste internationale niveau.

De belangrijkste Europese organisatie in deze context is de Europese Zuidelijke Sterrenwacht ESO, die opgericht werd om de zuidelijke sterrenhemel te exploreren. De ESO is een supranationale organisatie, waarvoor bij de keuze van de sites en de uitbouw van het instrumentarium de gemeenschappelijke belangen primeren.

Voor waarnemingen in het noordelijk halfrond stellen zich dezelfde uitdagingen, maar wordt de Europese integratie bemoeilijkt door de historische erfenis van middelgrote infrastructures die verschillende landen op eigen grondgebied uitbaten. De beste sterrenkundige site op Europees grondgebied is de sterrenwacht op het Canarische Eiland La Palma. Deze sterrenwacht wordt niet uitgebaat als een supranationale instelling, maar als een lossere samenwerking tussen verschillende internationale partners, die elk een bilateraal akkoord hebben gesloten met de Spaanse gastinstelling. De huidige tendens is er één van steeds intensere Europese samenwerking op La Palma, waarbij gestreefd wordt naar een 'Common European Observatory'. Op de sterrenwacht van La Palma is ook de Vlaamse Mercatortelescoop gevestigd.

ESO

Doelstelling - historiek - leden

Samen met Duitsland, Frankrijk, Nederland en Zweden ondertekende België op 5 oktober 1962 het intergouvernementeel verdrag tot oprichting van een Europese organisatie voor astronomisch onderzoek op het zuidelijk halfrond. Momenteel wordt ESO (European Southern Observatory) door twaalf landen ondersteund (België, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Italië, Nederland, Portugal, Spanje, het Verenigd Koninkrijk, Zweden en Zwitserland).

De rol die de ESO speelt in de Europese sterrenkunde, is deze van het ontwikkelen en aandienen van onderzoeksfaciliteiten die de mogelijkheden van individuele lidstaten overstijgen. De ESO is daarmee erg succesvol geweest om de toenmalige achterstand ten opzichte van de VS om te buigen tot een situatie waarin Europa competitief geworden is, en soms zelfs het voortouw neemt, zoals bij de ontwikkeling van de grootste telescopen en hun instrumentatie (Very Large Telescope, VLT) en van interferometers (VLTI). Samen met de VS, Canada, Japan en Chili ontwikkelt de ESO thans de 'Atacama Large Millimeter Array' (ALMA). De volgende ambitie van ESO is de realisatie van een 'Extremely Large Telescope', met een hoofdspiegel die een doormeter heeft tussen 30 en 100 m.

Een belangrijke troef van de ESO is telkens de unieke kwaliteit van de Chileense sites voor sterrenkundige waarnemingen. Het samenbrengen van de expertises van de lidstaten binnen de meest uitdagende projecten impliceert dat ESO de facto een sterke coördinerende rol speelt voor de Europese sterrenkunde.

Organisatie en structuur

De ESO-raad is het hoogste beslissingsorgaan dat de beslissingen voor de belangrijkste aangelegenheden neemt. Zo bepaalt de Raad het beleid met betrekking tot wetenschappelijke, technische en budgettaire aangelegenheden. De Raad komt gewoonlijk twee maal per jaar bijeen.

De Raad is samengesteld uit twee vertegenwoordigers van elke lidstaat, die namens hun regeringen optreden en de wetenschappelijke prioriteiten van die lidstaat vertegenwoordigen.

De Raad wordt bijgestaan door drie belangrijke comités:

- het *Financieel Comité* ('Finance Committee', FC) is bevoegd voor budgettaire, contractuele en andere financiële kwesties; het adviseert de Raad over het financieel beleid, o.a. het jaarlijks budget en de bijdragen van de lidstaten;
- het *Wetenschappelijk-Technisch Comité* ('Scientific Technical Committee', STC) geeft adviezen met betrekking tot het langetermijnbeleid en planning, de wetenschappelijke prioriteiten van projecten en programma's, alsook de belangrijkste financiële implicaties ervan;
- het *Comité voor Waarnemingsprogramma's* ('Observing Programmes Committee', OPC) vergadert twee maal per jaar en adviseert de directeur-generaal met betrekking tot de ingediende waarnemingsvoorstellen, op grond van de wetenschappelijke verdiensten van deze voorstellen. Het is samengesteld uit vier domeinspecifieke subcomités of panels.

Het dagelijks bestuur van de ESO wordt uitgeoefend door de directeur-generaal, die bijgestaan wordt door een uitgebreide staf verdeeld over verschillende divisies en vestigingsplaatsen.

Daarnaast bestaat er nog een *Gebruikerscomité* (Users Committee, UC), met een nationale vertegenwoordiging per lidstaat, dat voor een feedback zorgt met het management i.v.m. het praktische gebruik van de ESO-faciliteiten (telescopen, instrumenten, computers ...).

Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen

België wordt vertegenwoordigd in de ESO-Raad door dr. Monnik Desmeth, POD Wetenschapsbeleid, (thans ondervoorzitter van de Raad) en dr. J.P. Swings, ULG.

In het Administratief-financieel Comité zetelt de heer Alain Heynen, POD Wetenschapsbeleid.

De Belgische leden van het Waarnemingsprogrammacomité (OPC), het Wetenschappelijk-Technisch Comité (STC), en het Gebruikerscomité (UC) zijn respectievelijk dr. Martin Groenewegen (K.U.Leuven), dr. Joris Blommaert (K.U.Leuven) en dr. Griet Vande Steene (Koninklijke Sterrenwacht van België). Hierbij dient opgemerkt dat de ESO-Raad in juni 2005 heeft beslist dat het OPC niet langer zou samengesteld worden op basis van nationale vertegenwoordigingen.

Alle onderzoeksgroepen van Belgische universitaire en wetenschappelijke instellingen actief op het gebied van astronomie en astrofysica zijn vertegenwoordigd in het Belgisch Nationaal ESO - Comité (BNEC). Het fungeert als informatie- en coördinatieforum met het oog op een optimale deelname van deze groepen in de ESO-activiteiten

Infrastructuur en wetenschappelijke programma's

Het hoofdkwartier van de ESO is gevestigd in Garching-bei-München (D). Het omvat het Bureau van de Directeur-generaal, de centrale administratieve diensten, een 'Office for Science', een divisie voor het gegevensmanagement en verschillende divisies georganiseerd volgens de instrumentele projecten.

De voornaamste vestigingsplaatsen van ESO in Chili zijn:

- de sterrenwacht van Cerro La Silla (2400 m), 600 km ten noorden van Santiago, met drie operationele middelgrote telescopen (3,6 m telescoop, 3,5 m 'New Technology Telescope' en 2,2 m telescoop) en enkele kleinere projecten;
- de sterrenwacht van Cerro Paranal (2635 m), 1 300 km ten noorden van Santiago, waar de vier 8 m telescopen van de 'Very Large Telescope' operationeel zijn, en ook de 'Very Large Telescope Interferometer' (VLTI), de 'VLT Survey Telescope (VST) en de 'Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy' (VISTA) gevestigd (zullen) zijn;
- de ALMA-site op het hoogplateau van Chajnantor (5000 m) in Noord-Chili. Eens afgewerkt (2012) zal ALMA bestaan uit 50 antennes van 12 m doormeter, geleverd door ESO en de Amerikaanse partners (elk 25) en uit twaalf antennes van 7 m doormeter geleverd door Japan;
- een administratief en wetenschappelijk centrum in Santiago, dat dienst doet als thuisbasis voor de stafleden die werkzaam zijn op de verschillende sites. In Santiago is ook het 'Joint Alma Office' gevestigd, in gemeenschappelijk beheer met de andere partners van het ALMA-project.

Alle activiteiten die rechtstreeks met de ESO verband houden, worden door ESO gefinancierd. Dit omvat, naast de bouw van telescopen en instrumenten en de ondersteuning van een wetenschappelijke, technische en administratieve staf, de reis- en verblijfskosten voor wetenschappers van de lidstaten die waarnemingen uitvoeren met de ESO-telescopen, en de onkosten van de vertegenwoordiging in het STC, het OPC en het Gebruikerscomité (UC).

Sinds geruime tijd doet de ESO steeds meer een beroep op supplementaire middelen, vrijgemaakt in de lidstaten, om instrumenten voor haar telescopen te bouwen. Zodoende stijgen de wetenschappelijke mogelijkheden, en wel op een manier waarop (consortia van) nationale wetenschappelijke gemeenschappen mee kunnen bepalen in welke onderzoeksdomeinen speciale accenten worden gelegd.

Tenslotte stelt ESO - mits betaling - haar sites open voor nationale initiatieven, zoals de 1,2 m telescoop van het 'Observatoire de Genève' op de La Silla-sterrenwacht.

Evaluatie, pre-screening, slaagkansen

De toekenning van waarnemingstijd met de verschillende ESO-telescopen gebeurt door de directeur-generaal, die zich daarbij laat adviseren door het OPC. Randvoorwaarden voor dit proces zijn de overeenkomst dat het gastland Chili over 10% van de waarnemingstijd kan beschikken en wetenschappelijke return in termen van gegarandeerde waarnemingstijd voor de consortia die hebben bijgedragen tot de bouw van instrumenten.

Tweemaal per jaar kunnen waarnemingsvoorstellen worden ingediend. Ook indieners die niet tot een ESO-lidstaat behoren, komen in aanmerking voor de toekenning van waarnemingstijd, echter niet voor de financiering van hun campagnes.

De beoordeling van een waarnemingsprogramma door het OPC gebeurt in eerste instantie op grond van de wetenschappelijke merites van het voorstel. De uiteindelijke toekenning hangt ook af van de uitvoerbaarheid van het project, op grond van adviezen van de technische staf. Het slaagpercentage verschilt naargelang het gevraagde instrument en bedraagt typisch 30%.

In de praktijk blijkt dat ongeveer de helft van de waarnemingstijd rechtstreeks kan toegeschreven worden aan onderzoeksinstituten uit de lidstaten. Een niet onaanzienlijk deel van de waarnemingstijd wordt toegewezen aan onderzoekers van ESO zelf of van de ESA, die in de meeste gevallen ook tot een ESO-lidstaat behoren. De fractie waarneemtijd voor onderzoekers uit niet-lidstaten is van de orde van 5%. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat de meeste voorstellen ingediend worden door meerdere onderzoekers uit verschillende landen. Met andere woorden: het succes van ESO als internationale organisatie maakt het moeilijk de individuele return van elk lid afzonderlijk te bepalen, en het geheel is duidelijk meer dan de som der delen.

In functie van omstandigheden, zoals de gevraagde instrumentatie en het type programma, voert de indiener zelf het programma uit in Chili of wordt het door stafleden van de ESO uitgevoerd. De ESO stelt de software ter beschikking die nodig is voor de gedetailleerde voorbereiding van de waarnemingscampagnes.

Budget

Globale begroting

De jaarlijkse bijdragen van de lidstaten tot de organisatie worden berekend op grond van het BBP van de lidstaten. In onderstaande tabel wordt de evolutie van deze bijdragen, in miljoen euro, geschetst.

| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Bijdragen lidstaten* | 88,6 | 100,7 | 109,1 | 126,9 | 183,1 |
| Andere inkomsten | 9,2 | 4,4 | 13,7 | 15,7 | 21 |

**bevat zowel de jaarlijkse normale bijdragen als de 'instapkosten' van de nieuwe leden
De toename van het budget sinds 2002 is te wijten aan de toetreding van nieuwe lidstaten (o.a. UK in 2002, Finland in 2004, Spanje in 2006) waarbij de nieuwe bijdragen bovenop deze van de bestaande leden wordt gevoegd. Alleen hierdoor wordt ESO in staat gesteld om het voortouw te behouden.*

Financiële bijdrage van België aan ESO

Het jaarlijks Belgisch lidmaatschap wordt gefinancierd door de POD Wetenschapsbeleid.

| | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Bijdrage België | 3,503 (4,55%) | 3,85 (3,49%) | 3,463 (3,41%) | 3,491 (3,32%) | 3,185 (3,26%) |

Daarenboven werd een extra vrijwillige financiering uitgevoerd ter waarde van totaal 4 miljoen euro (gespreid over 2002–2006) voor de bouw van een vierde hulptelescoop voor de VLTI (gerealiseerd door de firma AMOS) waardoor een gegarandeerde observatietijd werd bekomen voor Belgische astronomen (zie verder).

Financiering Vlaamse projecten

De toegang die de ESO aan Vlaamse sterrenkundigen biedt tot instrumenten die op wereldniveau tot de top behoren, heeft gunstige gevolgen voor de competitiviteit van hun wetenschappelijke projecten, met bijvoorbeeld goede slaagkansen bij het FWO. Het ESO-verband werkt bovendien samenwerking in de hand. Zo loopt thans een FWO-project waarin K.U.Leuven, UGent, Vrije Universiteit Brussel en Vlaamse sterrenkundigen van de Koninklijke Sterrenwacht (KSB) samenwerken, en een IUAP-project met K.U.Leuven, Vrije Universiteit Brussel en KSB.

Wetenschappelijke return

De Belgische sterrenkundigen zijn sterk op ESO aangewezen voor hun observationeel onderzoek, vermits ze over weinig andere faciliteiten beschikken. Daarom ook zijn nagenoeg alle landelijke onderzoeksgroepen Sterrenkunde gebruikers van ESO.

Het slaagpercentage van Belgische waarnemingsvoorstellen is in het algemeen vergelijkbaar met dat van de andere lidstaten. Voor de 5,5 jaar observatieperiode P63 tot P73 (1 april 1999 – 1 oktober 2004) was de acceptance rate (verhouding van toegekende op gevraagde observatienachten) de volgende: op de VLT voor België 0,358 tegen 0,342 gemiddeld; op de 3,6 m+NTT+2,2 m voor België 0,364 tegen 0,373 gemiddeld.

De fracties van aanvragen en toegekende waarnemingstijd blijken goed verdeeld te zijn over de wetenschappers van beide taalrollen. In de Franse Gemeenschap zijn vooral onderzoekers van de ULG en de ULB actief, in Vlaanderen onderzoekers van de K.U.Leuven, de UGent en de Vrije Universiteit Brussel; federaal de Koninklijke Sterrenwacht van België.

Het is een opmerkelijke vaststelling dat de Vlaamse sterrenkundigen vrij goed scoren bij het indienen en verwerven van projecten met de 'Very Large Telescope'. De UGent heeft snel en adequaat ingespeeld op de nieuwe mogelijkheden geboden door zeer grote telescopen om haar theoretisch onderzoek in extragalactische sterrenkunde observationeel te onderbouwen. Voor een twaalfstal projecten, waaronder één 'large programme', heeft de UGent in totaal een 60-tal nachten waarneemtijd bekomen met de VLT gedurende de periode 2000–2005. Ook het stellaire onderzoek aan de K.U.Leuven, waarvan een aanzienlijke component wordt uitgevoerd met kleinere telescopen, heeft aanleiding gegeven tot een tiental aanvaarde VLT-projecten, in totaal een 30-tal nachten waarneemtijd, gedurende 2000–2005. Rekening houdend met de totale beschikbare waarneemtijd met de VLT in die periode komt dit neer op een Vlaamse deelname aan de VLT-projecten van de orde van 3%. In deze projecten en in projecten met andere ESO-telescopen zijn een 40-tal onderzoekers van de Vlaamse universiteiten betrokken. Gedurende de periode 2000–2005 werden aan de Vlaamse universiteiten zestien doctoraten verdedigd waarvan het onderzoek mede steunde op ESO-waarnemingen.

Een nieuwe uitdaging voor de Vlaamse onderzoeksgroepen vormt de toekomstige exploitatie van ALMA. De radiosterrenkunde is een domein met weinig traditie in ons land, maar met duidelijk potentieel voor onze onderzoeksprojecten, en waarop de Vlaamse sterrenkundigen zich voorbereiden. De teams van UGent en K.U.Leuven behoorden tot de eersten die projecten verwierven met APEX, het 'Atacama Pathfinder Experiment', dat als prototype voor het ALMA-project fungeert.

Een eigen Belgische inbreng in het instrumentarium is er gekomen dankzij de financiering door de POD Wetenschapsbeleid van een vierde 'Auxiliary Telescope' voor de VLT. Hierdoor worden in totaal 160 waarnemingsnachten gegarandeerde waarnemingstijd, verspreid over acht jaar, ter beschikking gesteld van Belgische sterrenkundigen. Een eigen OPC, met leden van elk instituut en enkele buitenlandse leden, beheert de toewijzing van deze waarnemingstijd. De reis- en verblijfskosten voor deze campagnes worden door de ESO gedragen.

De K.U.Leuven gebruikt bovendien voor haar programma's de 1,2 m telescoop van het 'Observatoire de Genève' te La Silla, in het kader van de samenwerking tussen beide instituten rond de Mercatortelescoop op La Palma in het noordelijk halfrond. De financiering van deze campagnes, die ongeveer twee maanden per jaar beslaan, gebeurt met Vlaamse onderzoeksmiddelen.

Aandeel van het personeel

ESO telt circa 600 personeelsleden, waarvan ongeveer de helft internationale stafmedewerkers zijn, de lokale staf in Chili 30% bedraagt en de overige 20% uitgemaakt wordt door tijdelijke wetenschappelijke medewerkers. Eind 2005 bedroeg de fractie Belgen onder de internationale staf 16 op de 335 of 4,8% (wat iets hoger ligt dan onze procentuele bijdrage van 3,32%).

Economische return

In de tienjarige periode van 1 januari 1995 tot 31 december 2004 werden voor een totaal bedrag van 27 410,9 kEUR bestellingen geplaatst in België (hetzij een aandeel van 9,75%). Gedurende dezelfde periode bedroeg de Belgische bijdrage 36 041,5 kEUR (hetzij gemiddeld 4,52% van de leden) waardoor een overall return coëfficiënt (verhouding van procentuele uitgave in een lidstaat tot de procentuele bijdrage) van 2,16 werd behaald wat de hoogste is onder de lidstaten.

Onder de begunstigden vnl. AMOS (Angleur) voor de bouw van de hulptelescopen van de VLT en langs

Vlaamse zijde talrijke, weliswaar veel kleinere, contracten voor o.a. informatica- en elektronica-onderdelen (SIL, Antwerpen) en spiegelbehandeling (LABELCOMAT, Zaventem).

Toekomstige ontwikkelingen

ALMA

De 'Atacama Large Millimeter Array' is thans het grote ESO-project in uitvoering. Dit project omvat nieuwe uitdagingen voor de ESO, in de zin dat het:

1. een brug legt tussen optisch-infrarode sterrenkunde en radio-sterrenkunde, die voorheen vrij disjuncte communiteiten uitmaakten;
2. een project is dat niet onder de verantwoordelijkheid van ESO alleen valt, maar beheerd wordt door vier internationale partners. Daarbij zijn de ESO en de VS-Canada de grootste partners, met telkens een bijdrage van ongeveer 40%, en Japan en Chili minder grote partners.

Het beheer van ALMA gebeurt door een overkoepelende 'ALMA Board', bijgestaan door enkele overkoepelende adviescomités. Vanuit ESO wordt de inbreng gecoördineerd door de 'European ALMA Board', waarin België thans vertegenwoordigd is door Prof. H. Dejonghe (UGent).

Om financiële redenen, maar ook om externe competentie inzake millimetersterrenkunde te incorporeren, wordt voor de realisatie van het ALMA-project een beroep gedaan op specifieke instituten binnen de lidstaten. Ter voorbereiding van de wetenschappelijke exploitatie van ALMA wordt thans een netwerk uitgebouwd van kernen van een 'ALMA Regional Center' (in termen van ALMA is Europa een regio ...). Binnen België werd nog geen consensus bereikt omtrent de oprichting of de toetreding tot een dergelijke kern (een mogelijke optie is om dit zelf op Vlaams niveau te organiseren). Het laat zich nochtans aanzien dat betrokkenheid binnen het 'ALMA Regional Center' essentieel zal zijn voor een efficiënte en competitieve wetenschappelijke exploitatie van ALMA.

ELT

Na de succesvolle technologische doorbraken die tot een wereldwijd park van telescopen in de 8m-klasse hebben geleid, is nu de competitie gestart om 'extremely large telescopes' of ELT's te bouwen, met doormeters tussen 30 en 100 m. Dankzij de expertise die de ESO met de VLT heeft ontwikkeld, zowel op het gebied van grote optische structuren als op dat van instrumentatie, is de positie van de organisatie in

deze internationale competitie bijzonder sterk. De ESO-Raad heeft dan ook geopteerd voor de uitbouw van een ELT als volgende prioriteit voor de ESO, binnen het decennium 2010–2020.

Het laat zich aanzien dat de evolutie waarbij voor de realisatie van instrumenten een beroep gedaan wordt op ad-hoc consortia binnen de lidstaten, een evolutie die werd opgestart met de VLT, zich nog meer uitgesproken zal doorzetten met de ELT. Nu reeds worden binnen Europa voorstellen uitgewerkt voor dergelijke instrumenten. Omwille van de afwezigheid van een gepaste structuur en een gepast financieringsmechanisme is Vlaanderen vooralsnog niet aanwezig in die discussies.

De toekomst van de La Silla-sterrenwacht

De sterrenwacht van La Silla is de eerste vestiging van de ESO in Chili. Thans worden er nog drie middelgrote telescopen uitgebraat. De kleinere telescopen werden afgestoten, vanuit het subsidiariteitsbeginsel dat stelt dat deelprojecten die op het niveau van individuele lidstaten kunnen worden uitgevoerd, best niet onder de verantwoordelijkheid van de overkoepelende organisatie vallen.

De verwachting is dat de uitvoering door de ESO van grootschalige projecten zoals ALMA en ELT uiteindelijk tot de sluiting van La Silla zal leiden. Deze tendens wordt onvermijdelijk wanneer men beseft dat de grotere lidstaten allen zelf over middelgrote faciliteiten beschikken: de Calar Alto-sterrenwacht voor Duitsland, de ‘Canada-France-Hawaï-telescoop’ voor Frankrijk, de ‘William Herschel-telescoop’ voor het Verenigd Koninkrijk en de ‘Telescopio Nazionale Galilei’ voor Italië.

Het probleem dat zich hier stelt voor een land als België is in zekere zin dat het subsidiariteitsprincipe een andere invulling heeft in kleine en grote landen: voor een klein land overstijgt ook een middelgrote telescoop de eigen mogelijkheden. De sluiting van La Silla impliceert dan ook de stopzetting van de toegang tot dergelijke telescopen. Het streven naar een status quo is evenmin een optie, vermits telescopen die niet ‘up-to-date’ gehouden worden op termijn niet competitief blijven in hun klasse.

Middelgrote telescopen hebben hun eigen wetenschappelijk toepassingsgebied en zijn ook essentieel om competitieve projecten voor grote telescopen voor te bereiden. Voor kleine landen stelt zich dan ook een dwingend probleem om toegang te hebben tot middelgrote telescopen. Nederland heeft dit opgelost door een participatie in de ‘William Herschel-telescoop’ op La Palma. Voor Vlaamse astronomen is dit probleem niet opgelost en vormt het een belangrijk aandachtspunt.

Strategische opties

De ESO ziet zichzelf in een overgangsfase, nadat ze in enkele jaren tijd aangegroeid is van acht tot twaalf lidstaten, en met de verwachting dat gedurende de komende jaren nog lidstaten toetreden. De met die aangroei gepaarde toename van de middelen heeft ertoe geleid dat de ESO zich ontwikkeld heeft van een organisatie die het accent legde op één groot project (VLT/VLTI) tot één die drie grote projecten tegelijk in beheer heeft, namelijk:

- de volledige wetenschappelijke exploitatie van de sites van La Silla en Paranal;
- de bouw en de exploitatie van ALMA met internationale partners;
- ontwerp- en ontwikkelingsactiviteiten voor een 'Extremely Large Telescope' en de toekomstige bouw ervan op een competitieve tijdschaal, inclusief discussies met eventuele partners.

Om met deze schaalvergroting om te gaan, wenst de ESO ruime aandacht te besteden aan haar interne organisatie en budgettair beleid. Dit impliceert een doorlichting van de comité- en managementstructuur, een actief personeelsbeleid, de implementering van moderne managementtechnieken, alsook een uitbreiding van de PR-activiteiten. ESO is een zichtbaar en invloedrijk element geworden van het Europese onderzoekslandschap en wenst zich duidelijk te positioneren binnen het onderzoeksbeleid van de Europese Unie, en dit in goede verstandhouding met de sterrenkundige gemeenschap en de bestaande instituten en agentschappen.

Knelpunten

Een pijnpunt is dat de successen bij het verwerven van wetenschappelijke projecten niet vertaald worden in stafposities om dit onderzoek te schragen. Dit heeft alles te maken met de allocatiemodellen die gehanteerd worden door de Vlaamse universiteiten, en waarbij de onderwijscomponent een grote rol inneemt. Voor een discipline als sterrenkunde, waarbij de onderzoekscomponent centraal staat, zijn die allocatiemodellen en ook de afbouw van de vaste onderzoeksmandaten bij het FWO suboptimaal.

Moelijkheden stellen zich ook bij het verwerven van instrumentele projecten. De hardwareaspecten van dergelijke projecten betreffen aanzienlijke sommen, die de discussies vertekenen in de wetenschappelijke FWO-commissie waar deze projecten desgevallend voorkomen. Uitgerekend deze technologische aspecten bieden uitzicht op industriële vertaling naar de Vlaamse industrie.

HOOFDSTUK 4

MOLECULAIRE BIOLOGIE

EMBO/EMBC/EMBL

Doelstelling - historiek - leden

EMBO

De EMBO (European Molecular Biology Organisation) werd opgericht in 1964 als een autonome, private organisatie van topklasse moleculaire biologen met de bedoeling de ontwikkeling en verdere verspreiding van de moleculaire biologie in Europa en de gehele wereld te bevorderen. EMBO kan gezien worden als het equivalent van een Europese Academie met slechts één enkele wetenschappelijke focus. De organisatie ondersteunt transnationale mobiliteit, training en uitwisseling via verschillende initiatieven (transnationale congressen, symposia, workshops, praktische cursussen en zowel korte als langetermijnmobiliteit van topwetenschappers) en gericht op elk niveau van de wetenschappelijke carrière.

De EMBO-leden worden enkel op voordracht van internationale collega's en na het voldoen aan zeer strikte kwaliteitsvoorwaarden, als EMBO-lid verkozen. EMBO telt momenteel 1 100 leden, waarvan 23 met de Belgische nationaliteit, en een 60-tal geassocieerde leden (dit zijn toponderzoekers die niet afkomstig zijn uit een EMBC-lidstaat). Nieuwe leden worden geselecteerd op basis van hun wetenschappelijke excellentie in de verschillende domeinen van de moleculaire biologie.

EMBC

Toen EMBO's eerste financiële middelen afkomstig van de 'Volkswagen Foundation' waren uitgeput, werd in 1969 de 'European Molecular Biology Conference' (EMBC) bij intergouvernementele overeenkomst in het leven geroepen met het oog op een stabiele langetermijnfinanciering. De financiële middelen voor de werking van EMBO zijn dus voor het grootste deel afkomstig van een bijdrage van de 25 lidstaten die samen de EMBC vormen. België trad toe in 1970, maar heeft nog steeds de EMBC-agreement niet ondertekend.

Binnenkort zullen ook het Groothertogdom Luxemburg en Slovaakije officieel toetreden. Rond het lidmaatschap van Cyprus wordt onderhandeld. EMBC, bijgewoond door vertegenwoordigers van de deelnemende regeringen, beslist over het beleid op lange termijn en de financiële steun.

EMBL

Geassocieerd met EMBO zijn de European Molecular Biology Laboratory, één van Europa's belangrijkste opleidingscentra in moleculaire biologie. EMBL werd opgericht in 1974 en heeft een vijfvoudige missie: het uitvoeren van fundamenteel onderzoek op het vlak van de moleculaire biologie, dienstverlening aan onderzoekers van de lidstaten, opleidingen op hoog niveau voor stafleden, studenten en bezoekers, de ontwikkeling van nieuwe instrumenten voor dat type onderzoek en de overdracht van deze kennis. EMBL heeft een onmisbare rol als gangmaker voor moleculaire biologie in Europa. Momenteel wordt EMBL financieel ondersteund door negentien lidstaten. België trad toe in 1990.

Organisatie en structuur

EMBO

De EMBO-Raad bestaat uit vijftien leden, (waarvan tien door de EMBO-leden worden verkozen en vijf worden gecoöpteerd). De EMBO-Raad, die eenmaal per jaar, meestal te Heidelberg, bijeenkomt, doet uitspraak in politieke aangelegenheden, kan de regels van de organisatie amenderen ...

Omdat EMBO zijn takenpakket uitgebreid heeft, is ook het aantal uitvoerende comités uitgebreid tot zes: naast het vroeger bestaande 'Course Committee' en 'Fund Committee' (nu 'Fellowship Committee') zijn er nu ook het 'Science & Society Committee', het 'Membership and Publication Committee', het 'Electronic Information Committee' en het 'EMBO Young Investigator Programme Committee'. De twee belangrijkste zijn: het cursuscomité en het beurzencomité. Het cursuscomité beslist over de jaarlijkse cursus- en workshopprogramma's en wijst de budgetten toe aan elke individuele activiteit. Daarnaast stelt het topics voor voor het jaarlijkse symposium. Het beurzencomité beoordeelt alle aanvragen voor de langlopende beurzen en voor de hernieuwbare beurzen en beslist over de toekenningen. Het comité bekijkt ook de beursbedragen.

Elk van deze comités is samengesteld uit tien EMBO-leden, rechtstreeks aangeduid door de EMBO-Raad, en doet aanbevelingen aan de EMBO-Raad over de periodieke aanpassing ervan.

Het EMBO-secretariaat wordt gevormd door de secretaris-generaal en de uitvoerend secretaris.

De secretaris-generaal, een moleculair bioloog van wereldklasse, wordt aangesteld door de EMBO-Raad en adviseert zowel de Raad als het uitvoerend secretariaat over beleidskwesties. Het dagelijks bestuur, zowel in wetenschappelijk als in financieel opzicht, berust bij de uitvoerend secretaris en zijn twee

secretarissen, met kantoren in het EMBL in Heidelberg. De uitvoerend secretaris treedt ook op als secretaris van de EMBC.

EMBC

De EMBC komt tweemaal per jaar te Heidelberg samen en bestaat uit vertegenwoordigers van de regeringen van de lidstaten. De conferentie stelt een financieel plafond vast, meestal voor een periode van vier jaar, stemt over de jaarlijkse begroting en stelt om de drie jaar de contributieschaal vast op basis waarvan de procentuele bijdragen van ieder land worden berekend. De EMBC keurt ook de jaarrapporten met de specificaties over de toegekende fellowships goed, evenals de jaarrekeningen.

EMBL

In de EMBL-Raad, die jaarlijks bijeenkomt, hebben (max. twee) vertegenwoordigers van de deelnemende landen zitting. Deze Raad is verantwoordelijk voor de goedkeuring van de begroting, het wetenschappelijk programma en de benoeming van de directeur-generaal.

De Raad wordt bijgestaan door een 'Finance Committee' dat instaat voor alle financiële en budgettaire aspecten en een wetenschappelijk adviescomité (Scientific Advisory Committee of SAC) dat belast is met de voorbereiding van het wetenschappelijk programma. Dit comité bestaat uit wetenschappers die niet optreden als vertegenwoordigers van een lidstaat.

Intern wordt de faciliteit beheerd door de directeur-generaal, die zorg draagt voor het dagelijks bestuur. Er zijn ook een aantal afdelingen, waarvan sommige met de verschillende wetenschappelijke programma's corresponderen, terwijl andere meer functioneel bezig zijn (computing, administratie ...).

Verband en samenwerking tussen EMBO en EMBL

De huisvesting van het EMBO-secretariaat in de gebouwen van het EMBL garandeert een nauwe samenwerking tussen de afzonderlijke organisaties. EMBO en EMBL werken nauw samen voor de organisatie van het jaarlijkse EMBO-symposium dat plaatsvindt in het EMBL. Beide organisaties hebben ook een symbiotische relatie in die zin dat jaarlijks zes à acht van de door EMBO gesponsorde praktijkopleidingen in het EMBL worden georganiseerd door EMBL-groepsleiders.

Naast deze, in wettelijke zin, informele banden tussen EMBO en EMBL, werd in 1985 een meer formele link ingevoerd: namelijk voor de samenstelling van het Wetenschappelijk Adviescomité (SAC) van het EMBL, draagt de EMBO-Raad een lijst van kandidaten voor waaruit de EMBL-Raad de uiteindelijke selectie maakt.

Vertegenwoordiging van België in de beleidsorganen

Op dit ogenblik zetelt geen enkele Belg (meer) in de EMBO-Raad. Momenteel is enkel prof Dirk Inzé (UGent) betrokken bij bestuurlijke functies van het EMBO (EMBO Course Committee). Dr. Rudy De Keyser (VIB) maakt deel uit van de EMBO-technologietransfercel.

De EMBC bestaat uit vertegenwoordigers van de lidstaten. Op dit ogenblik zijn dit mevrouw Nicole Henry, POD wetenschapsbeleid en prof. Marc Van Montagu, UGent.

In de EMBL-Raad, die verantwoordelijk is voor de goedkeuring van de begroting, het wetenschappelijk programma en de benoeming van de directeur-generaal, zetelen vertegenwoordigers van de lidstaten. De Belgische afgevaardigden zijn mevrouw Nicole Henry, POD Wetenschapsbeleid en prof. Marc Van Montagu, UGent.

In het wetenschappelijk adviescomité (SAC) dat belast is met de voorbereiding van de wetenschappelijke programma's zetelt sedert 1996 geen Belg meer.

Activiteiten en programma's

EMBO

EMBO is actief op verschillende vlakken en blijft deze activiteiten ook uitbreiden. De organisatie verleent jaarlijks ongeveer 160 kortetermijnbeurzen en evenveel langetermijnbeurzen. Via de Young Investigators Programme en de zogenaamde EMBO Gold Medal, Young Investigator Awards gaat extra aandacht naar jonge onderzoekers. In 2004 steunde EMBO ook 51 meetings, 20 cursussen en workshops en 8 conferenties. De belangrijkste activiteiten worden hieronder wat meer toegelicht.

Beurzen

De long-term fellowships laten postdocs toe gedurende één tot twee jaar aan onderzoek te doen in een ander dan hun thuisland. Ze zijn (mits motivatie) niet beperkt tot de EMBC-lidstaten. De selectie van

kandidaten gebeurt twee maal per jaar (deadlines voor indienen zijn 15 februari en 15 augustus) door het 'Fellowship Comité' volgens strenge criteria.

Short-term fellowships laten kortere uitwisselingen toe (minimum één week en maximum drie maanden). Ze staan open voor wetenschappers in gelijk welk stadium van hun loopbaan, maar zijn beperkt tot de EMBC-lidstaten.

Young investigators programme

Eind 2000 werd bovenvermeld programma in het leven geroepen met de bedoeling jonge onderzoekers⁷ te ondersteunen bij de start van hun onderzoekloopbaan. Het programma zorgt er in de eerste plaats voor deze jonge wetenschappers zichtbaar te maken door de erkenning van EMBO. De eerder beperkte financiële middelen (15 000 euro per onderzoeker voor drie jaar) die aan deze erkenning gekoppeld zijn, worden door de lidstaten betaald. Niet alle EMBC-lidstaten nemen hieraan deel. De interesse voor dit programma is zeer groot. In totaal dienden (vanaf de start in 2000) meer dan 1 000 jonge onderzoekers een aanvraag in, waarvan er 148 werden geselecteerd.

Infrastructuur en activiteiten van EMBL

EMBL bestaat uit vijf faciliteiten. EMBL Heidelberg (Duitsland) is het hoofdlaboratorium, dat zich toespitst op fundamenteel onderzoek in de moleculaire biologie, op dienstverlening in dit domein aan de lidstaten en dat ook 'advanced' opleidingen verzorgt.

Daarnaast zijn er drie 'buitenposten', respectievelijk gevestigd in Grenoble (Frankrijk), Hamburg (Duitsland) en Hinxton (Verenigd Koninkrijk). Het EMBL Grenoble - laboratorium is gevestigd vlakbij de twee grote Europese faciliteiten voor onderzoek in structurele biologie: de nucleaire reactor van het Instituut Laue Langevin (ILL), en de European Synchrotron Radiation Facility (ESRF), en werkt hier zeer nauw mee samen. EMBL Hamburg is gesitueerd op de campus van het Duitse Synchrotron Research Centre (DESY). Ook hier maakt het onderzoek in de moleculaire structurele biologie gebruik van de specifieke eigenschappen van de beschikbare synchrotronstraling. Verder biedt ook deze buitenpost training aan onderzoekers aan d.m.v. cursussen, workshops, en d.m.v. een door de EU gesteund 'visitors programme'. Het European Bioinformatics Institute (EBI) te Hinxton is een centrum voor onderzoek en

⁷ Hiermee worden onderzoekers bedoeld die nog niet langer dan drie jaar een onafhankelijke onderzoekloopbaan (bv. eigen onderzoeksgroep, eigen labo ...) gestart zijn.

dienstverlening in bio-informatica. Het instituut beheert databanken met biologische data inclusief dat i.v.m. nucleïnezuren, proteïne sequenties en macromoleculaire structuren.

Ten slotte is er de EMBL Mouse Biology Unit in Monterotondo (Italië), dat werd uitgebouwd tot een toonaangevend onderzoekscentrum in de genetica van de muis.

Evaluatie, pre-screening, slaagkansen

De EMBL-onderzoekers worden op basis van een peer review proces gekozen. Alleen de mensen met het beste curriculum maken een kans.

Budget

Globale begroting

EMBC: 11,7 miljoen euro in 2004

EMBL: 62,54 miljoen euro in 2004 (bijdrage lidstaten)

Financiële bijdrage van België aan EMBO-EMBC en EMBL

Als lid van EMBC betaalt België een jaarlijkse bijdrage, berekend als een vast percentage van de totale EMBC-begroting afhankelijk van het BBP. Deze is sinds 1991 ten laste van de POD Wetenschapsbeleid en bedroeg voor 2004 303 753 euro. De procentuele bijdrage voor 2004–2006 bedroeg 2,5944%.

De POD Wetenschapsbeleid financiert eveneens de Belgische bijdrage aan EMBL, die voor 2004 1 729 967 euro bedroeg. Dit komt neer op een percentage van 2,79% in het totale EMBL-budget.

Wetenschappelijke return

EMBL en EMBO hebben een uiterst belangrijke rol in de hedendaagse levenswetenschappen, enerzijds als een onbetwistbaar expertisecentrum, anderzijds als een medium om excellente wetenschappers te vormen en verder te laten bekwamen. Gezien het belang van biotechnologie in Vlaanderen is het verdere lidmaatschap van België aan EMBO/EMBL absoluut essentieel.

EMBO-leden (2005)

Acht van de 23 EMBO-leden zijn Vlaams: prof. Peter Carmeliet, prof. Bart De Strooper, prof. Walter Fiers, dr. Nicolas Glansdorff, prof. Dirk Inzé, prof. Willy Min Jou, prof. Marc Van Montagu, prof. Joel Vandekerckhove.

Percentage Vlaamse onderzoekers bij de beurzen

Het totaal aantal aanvragen voor de long-term fellowships kende in 2004 een recordjaar met 1 137 aanvragen, een verdubbeling t.o.v. 2001. Hiervan werden er 163 toegekend. Dit is een slaagpercentage van minder dan 15%. Ongeveer 25% hiervan waren bestemd voor gastlabo's die in niet-lidstaten gevestigd zijn (voornamelijk de VS, Canada en Australië).

Ook wat de kortetermijnbeurzen betreft, lag het totaal aantal aanvragen in 2004 hoog (301). Van deze aanvragen waren er 167 (55%) succesvol. Dit percentage is laag ten opzichte van de startperiode.

Onderstaande tabellen geven een overzicht van het aantal Belgische wetenschappers die een beurs hebben aangevraagd/ontvangen om zich in het buitenland verder te bekwamen, alsmede het aantal buitenlanders die een EMBO-beurs hebben aangevraagd/ontvangen om in België onderzoek te verrichten, respectievelijk voor de long-term en de short-term follows. De gegevens laten niet toe een verdere opsplitsing te maken naar de regio's.

Tabel 5: EMBO 'Long-term fellowships': Aantal aangevraagde en toegekende beurzen aan onderzoekers met Belgische nationaliteit (2000-2004)

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Total | % of all |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|----------|
| Aangevraagd | 16 | 8 | 12 | 15 | 20 | 71 | 1,63 |
| Toegekend | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1,24 |

Het slaagpercentage (berekend over deze periode) bedraagt 14%. Dit is lager dan het algemeen gemiddelde voor dezelfde periode (19%).

Tabel 6: EMBO 'Long-term fellowships': Aantal aangevraagde en toegekende beurzen aan buitenlanders om in België onderzoek te verrichten (2000-2004)

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | Total | % of all |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|----------|
| Aangevraagd | 11 | 8 | 8 | 12 | 14 | 53 | 1,21 |
| Toegekend | 3 | 2 | 2 | 0 | 2 | 9 | 1,12 |

Tabel 7: EMBO 'Short-term fellowships': Aantal aangevraagde en toegekende beurzen aan onderzoekers met Belgische nationaliteit (1998-2004)

| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | total | % of all |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|
| Aangevraagd | 3 | 3 | 6 | 4 | 5 | 5 | 9 | 35 | 1,88 |
| Toegekend | 1 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 | 20 | 1,89 |

Tabel 8: EMBO 'Short-term fellowships': Aantal aangevraagde en toegekende beurzen aan buitenlanders om in België onderzoek te verrichten (1998-2004)

| | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | total | % of all |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|
| Aangevraagd | 7 | 4 | 9 | 0 | 5 | 8 | 5 | 38 | 2,17 |
| Toegekend | 3 | 2 | 7 | 0 | 4 | 3 | 2 | 21 | 2,22 |

Onderzoekers werkzaam aan EMBL

Momenteel zijn er elf Belgen werkzaam in het EMBL.

Economische return

EMBL/EMBO staat voor wetenschappelijke kwaliteit van het allerhoogste niveau. Vlaamse wetenschappers die opgeleid werden in het EMBL, of die met EMBO-beurzen in het buitenland hebben gewerkt, of wetenschappers die aan een door EMBO georganiseerde workshop/lecture, course of conferentie hebben deelgenomen brengen deze zeer waardevolle ervaring terug naar Vlaanderen. Tevens is EMBO een belangrijk mechanisme om topwetenschappers op het postdocniveau naar Vlaanderen te brengen. Tenslotte laten de short-term fellowships toe om internationale samenwerkingen te koppelen aan korte studieverblijven in het buitenland.

In 2007 wordt door prof. Inzé een EMBO-conferentie georganiseerd in Gent over "Plant Molecular Biology", wat als een belangrijke return voor Vlaanderen kan worden beschouwd.

ADDENDUM

GEDETAILLEERDE BESCHRIJVINGEN

CERN

Infrastructuur en wetenschappelijke programma's

Het versnellercomplex van CERN

Momenteel zijn er in CERN drie basisversnellers in werking:

- de PS (Proton Synchrotron), in gebruik sinds 1959, levert protonen met een maximale energie van 28 GeV (giga of miljard elektronvolt);
- de SPS (Super Proton Synchrotron), in gebruik sedert 1976, versnelt de PS protonen tot een energie van 450 GeV;
- de LHC (Large Hadron Collider) wordt in 2007 in gebruik genomen. In deze 'collider' zal men de SPS-protonen versnellen tot een energie van 7 TeV (tera elektronvolt, of 1 000 GeV). Twee protonbundels zullen vanuit de SPS in tegengestelde richting in de LHC gestuurd worden en op vier plaatsen tot frontale botsing gebracht worden.

De PS en SPS werden oorspronkelijk als protonversnellers gebouwd met behulp van dewelke een protonbundel afgestuurd wordt op een stationair doel om aldus nieuwe deeltjes te produceren. In 1981 werd de SPS omgebouwd tot een opslagring waarin een bundel protonen kan afgestuurd worden op een bundel antiprotonen, die zich beiden met dezelfde energie in tegengestelde richting bewegen. Deze 'collider'-techniek maakte een aanzienlijke toename mogelijk van de energie voorhanden voor deeltjesproductie. Voor de LHC-fysica zal men dezelfde techniek van frontale botsingen gebruiken, zij het met protonen op protonen.

De PS en SPS worden niet enkel gebruikt als protonversnellers. In het verleden heeft men er ook elektronen en hun antideeltjes, positronen, versneld, evenals zware ionen zoals bv. loodkernen. In de periode 1989–2000 was de LEP (Large Electron Positron Collider) opslagring de hoofdversneller van CERN, waarmee men botsingen tussen elektronen en positronen bij energieën tussen 90 en 209 GeV heeft bestudeerd teneinde de quanta van de zwakke wisselwerkingen, de zgn. Z en W-bosonen, met grote nauwkeurigheid te bestuderen.

De LHC-opslagring wordt gebouwd in de 27 km lange, ondergrondse circulaire LEP-tunnel. Hiermede zal men proton-proton botsingen kunnen bestuderen bij een energie van 14 TeV, een factor 10 hoger dan wat

nu gerealiseerd wordt bij het Tevatron in de VS (Fermilab, Chicago), en de hoogste energie die ooit in een laboratorium werd bereikt. De R&D-fase voor deze machine startte begin de jaren 1990, en de eerste bundels worden verwacht in 2007. Deze versneller is een ware technologische uitdaging, gebaseerd op supergeleidende magneten. Dit verklaart de lange R&D en constructieperiode. De totale kostprijs van LHC is geraamd op 3 300 miljoen CHF. Om deze hoge-energie proton interacties te bestuderen zullen op vier plaatsen detectoren geplaatst worden: ATLAS, CMS en LHC-b. Het is ook voorzien dat men in de LHC-botsingen tussen loodkernen, en andere zware ionen, zal bestuderen. De waarneming en studie van deze interacties zal geschieden met de ALICE-detector.

Het LHC-fysicaprogramma zal uitgevoerd worden door ongeveer 10 000 fysici, verdeeld over deze vier experimenten. Deze ploegen staan in voor het ontwerp, de bouw en uitbating van de detectoren, en de analyse van de gegevens. De R&D en constructiefase van de detectoren loopt parallel met de bouw van de LHC-versneller, en neemt ongeveer vijftien jaar in beslag (1990–2007). Men verwacht dat de opname van de gegevens zal lopen van 2007 tot minstens 2015. De constructie gebeurt door de deelnemende universiteiten en laboratoria, en behelst de bouw van de sensoren voor deeltjesdetectie (bv. silicon spoor detectoren) en de ontwikkeling van de elektronica en software voor het uitlezen en digitaliseren van de signalen. In parallel wordt de software ontwikkeld voor de reconstructie en verwerking van de gegevens. De LHC-detectoren hebben afmetingen van de orde van 15m x 15m x 15m.

Naast het LHC-programma lopen verschillende andere projecten, bij de PS en SPS-versnellers. Zo bouwt men de CNGS (CERN Neutrinos to Gran Sasso) bundel die neutrino's levert voor de detectoren die op 732 km geplaatst worden in het Gran Sasso-laboratorium in Italië. De AD (Anti-proton Decelerator) vertraagt en 'koelt' antiprotonen die gebruikt worden voor de aanmaak en studie van antiwaterstof-atomen. De n-TOF opstelling levert hoge intensiteit neutron bundels afkomstig van een "spallation source". De ISOLDE (On-Line Isotope Mass Separator) faciliteit bij de PSB (PS Booster) is toegespitst op de productie van een breed gamma aan radioactieve kernen voor een groot aantal experimenten in de kern- en atoomfysica, vaste stoffysica, materiaalstudie, e.a.

In parallel met deze activiteiten bereidt CERN ook het wetenschappelijk programma van de verdere toekomst voor. Enerzijds zal men de luminositeit van de LHC verhogen om binnen vijf jaar de frequentie van de botsingen met een factor vijf à tien te verhogen. Anderzijds wordt er onderzoek uitgevoerd naar het beste concept voor de volgende generatie versneller, een lineaire elektron-positron collider bij een

energie van de orde van enkele TeV, de CLIC (Compact Linear Collider) die operationeel zou moeten zijn rond 2020.

Wetenschappelijk programma CERN

In grote trekken kan men het huidige wetenschappelijk programma ontwikkeld rondom de CERN-versnellers als volgt samenvatten.

Sedert enkele jaren is het onderzoek in CERN gedomineerd door de bouw van de LHC (Large Hadron Collider) versneller en experimenten, en de voorbereiding van de analyse van de verwachte gegevens. Deze proton-proton collider zal de energie van de huidige versnellers verhogen met een factor tien, en zal gedurende de komende decade een bevoorrechte plaats zijn waar grensverleggende ontdekkingen zullen kunnen gebeuren. Bij de LHC zullen vier experimenten uitgevoerd worden, met de detectoren CMS, ATLAS, LHC-b en ALICE. Vijf Belgische universiteiten (Universiteit Antwerpen, UCL, ULB, UMH, Vrije Universiteit Brussel) nemen deel aan het CMS-project (zie verder).

In de periode 1989–2000 was de hoofdactiviteit van CERN de fysica met de LEP elektron-positron opslagring. Bij deze versneller werden in totaal 16 miljoen interacties opgenomen en bestudeerd, wat toeliet om een grondige test uit te voeren van het ‘Standaardmodel van de Elementaire Deeltjes’, met een nooit gekende precisie. Bij LEP stonden vier detectoren opgesteld: ALEPH, DELPHI, L3 en OPAL. In de laatste vijf jaar werd de analyse van de gegevens genomen bij LEP afgewerkt en de laatste resultaten worden nu gepubliceerd. Vier Belgische universiteiten (Universiteit Antwerpen, ULB, UMH, Vrije Universiteit Brussel) nemen deel aan het DELPHI-experiment. Vorschers uit de Universiteit Antwerpen nemen ook deel aan OPAL.

CERN heeft ook een leidende rol in studie van radioactieve kernen, met het ISOLDE-programma. ISOLDE wordt wereldwijd beschouwd als de referentie voor het onderzoek op exotische, kortlevende, radioactieve kernen. In Vlaanderen nemen de vorschers van de K.U.Leuven deel aan dit onderzoek.

Het onderzoek dat in CERN wordt uitgevoerd is een uitdaging voor de technologie, en genereert spin-off activiteiten die de maatschappij ten goede komen. Een voorbeeld hiervan is het World Wide Web. Detectoren ontwikkeld voor de detectie van elementaire deeltjes worden ook aangewend in instrumenten

voor medische beeldvorming. Een van de eerste PET (Positron Emission Tomography) scanners werd in de jaren 1970 ontwikkeld in CERN door D. Townsend, in samenwerking met het universitair hospitaal van Genève. De behandeling van de LHC-gegevens (800 miljoen deeltjesbotsingen per seconde) zal zodanige computercapaciteit vergen dat een wereldwijd rooster, het GRID, gebruikt moet worden. Momenteel wordt nu in alle deelnemende landen een LHC-GRID uitgebouwd (hardware en software) dat volledig getest zal worden met gesimuleerde gegevens vooraleer LHC opstart. In Vlaanderen nemen de vorsers van de Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel deel aan deze beide activiteiten.

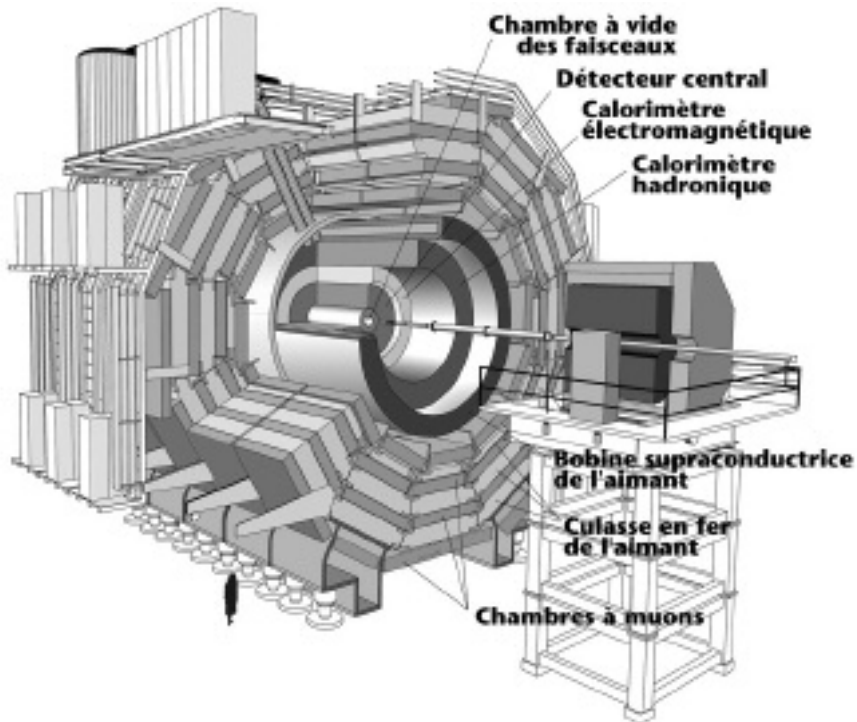
De theorie-eenheid van CERN ondersteunt de verschillende experimenten door het uitwerken van de theoretische modellen en levert baanbrekend werk in een breed spectrum aan onderwerpen. De theoretici van de K.U.Leuven, UGent en Vrije Universiteit Brussel werken nauw samen met de CERN-groep.

Een verslag van de CERN-activiteiten in 2004 kan gevonden worden in http://library.cern.ch/cern_publications/annual_report.html. De lijst met experimenten staat op <http://greybook.cern.ch/>.

Het LHC-programma

De CMS-detector wordt gebouwd in verschillende laboratoria en moet tegen 2007 in CERN geassembleerd en getest zijn om gegevens te nemen bij de LHC versneller. Aan de bouw en uitbating van het experiment werken 2 600 vorsers uit 168 instituten verspreid over 37 landen mee. De R&D en constructiefase nam ongeveer vijftien jaar in beslag. Vijf Belgische universiteiten (Universiteit Antwerpen, UCL, ULB, UMH, Vrije Universiteit Brussel) hebben sedert het begin van de jaren '90 hun krachten gebundeld om deel te nemen aan het CMS (cmsdoc.cern.ch/cms/outreach/html/index.shtml) experiment. Figuur 9 geeft schematisch de CMS-detector weer.

Figuur 9: Schematische voorstelling van de CMS-detector



De fysici uit de Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel zijn mede verantwoordelijk voor het ontwerp, de bouw en de uitbating van de spoordetector. Dit geschiedt in samenwerking met de andere Belgische groepen. Daarnaast draagt de Vrije Universiteit Brussel ook een belangrijke coördinerende verantwoordelijkheid.

De ontwikkeling en bouw van een centrale spoordetector nabij de LHC betekent een technologische uitdaging zonder voorgaande. Omwille van de hoge botsingsfrequentie (40 MHz) en het groot aantal geproduceerde deeltjes per bundelkruising (ongeveer 1 000) moet de spoordetector beschikken over een hoge resolutie in ruimte en tijd (μm en psec) om de uiterst complexe patroonherkenningproblemen op te lossen. Tevens dienen ze voldoende stralingshard te zijn om deze hoge intensiteiten gedurende jaren te kunnen weerstaan. In deze extreme omstandigheden zal men een beroep doen op aangepaste en nieuwe detectietechnieken.

De CMS-spoordetector heeft een lengte van 5,4m en diameter van 2,4m. Hij bestaat uit een centraal deel, de 'barrel' genaamd, en een voorwaarts en achterwaarts deel: 'endcaps' genaamd. De detector elementen zelf zijn silicon strip detectors. De Belgische groepen concentreren hun bijdrage op deze 'endcaps', en hebben voornamelijk de volgende bijdrage geleverd: design en productie van 17 000 frames voor de ondersteuning van de sensoren, montage van 1 700 sensoren met een zelfontwikkelde hoge-precisie robot, montage en test van ongeveer 10% van de sectoren ('petals') voor de endcaps.

Daarnaast draagt de Vrije Universiteit Brussel ook een belangrijke verantwoordelijkheid in de bouw, installatie en uitbating van de CMS muon detector.

In parallel met de bouw van de CMS-detector wordt ook de analyse van de gegevens voorbereid. CMS zal gegevens nemen vanaf 2007, waarschijnlijk tot 2015, en de analyse van de gegevens en de publicatie van de resultaten zullen zeker lopen tot 2018. De energie geleverd door de LHC-versneller is een orde groter dan de krachtigste versneller die nu in werking is. Men verwacht dat er grensverleggende ontdekkingen zullen gebeuren, zoals bv. de ontdekking van het Brout-Englert-Higgs boson verantwoordelijk voor de massa van de deeltjes.

De Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel hebben zich gespecialiseerd in de studie van het top quark, van de supersymmetrische deeltjes en van de diffractieve en voorwaartse processen. In deze fase van het project worden algoritmes ontwikkeld voor de selectie van de signaalgebeurtenissen en worden deze getest op grote stalen gesimuleerde gebeurtenissen. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van het GRID, een wereldwijd rooster van computers. Bij de LHC zullen top quarks in grote hoeveelheden geproduceerd worden, zodat de meting van hun massa zal geschieden met een veel grotere nauwkeurigheid dan bij de huidige versnellers. De nauwkeurige meting van de massa van het top quark levert belangrijke informatie over de massa van het Higgs boson. Supersymmetrie is mogelijk de theorie die interacties beschrijft bij hogere energie, veel hoger dan nu toegankelijk is. De ontdekking van supersymmetrische deeltjes zal een eerste licht werpen op de fysica bij hogere energie en een mogelijke oplossing brengen voor het donkere materieprobleem. De studie van deeltjesproductie onder zeer kleine hoeken ('voorwaartse fysica') levert complementaire informatie over het Brout-Englert-Higgs boson, en heeft implicaties in de astrodeeltjesfysica. Deze studies kunnen enkel uitgevoerd worden in combinatie met de TOTEM (totem.web.cern.ch/Totem) detector, geplaatst op 200m van het CMS-interactiepunt.

Het LEP-programma

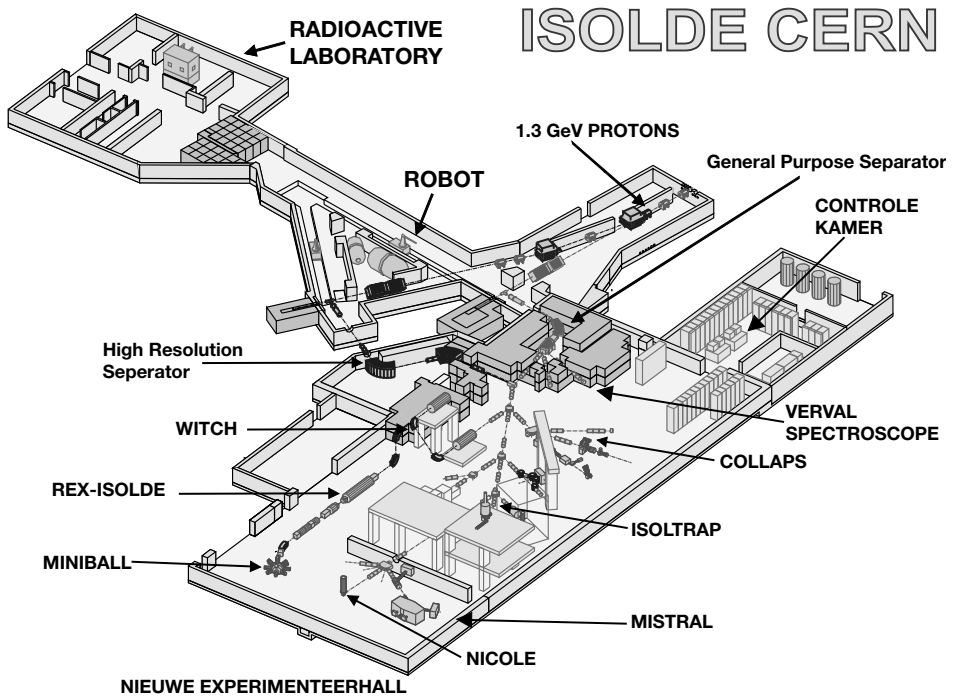
Onderzoekers van de Universiteit Antwerpen en Vrije Universiteit Brussel (i.s.m. ULB en UMH) nemen deel aan de DELPHI (delphiwww.cern.ch) en OPAL (opal.web.cern.ch/Opal) experimenten bij LEP. Zij hebben de voorwaartse muonkamers van de DELPHI-detector gebouwd. De DELPHI-detector was een gigantische 'multi-purpose' detector met een afmeting van 10mx10mx10m. Hij werd gebouwd en uitgerust door ongeveer 500 fysici uit een 50-tal universiteiten in Europa. De constructie liep van 1982 tot 1989, en de opname van de gegevens liep van 1989 tot 2000.

Het doel van het LEP-programma was een grondige studie van de eigenschappen van de elektrozwakke, alsmede van de sterke wisselwerkingen. In een eerste fase (1989–1995) werden 16 miljoen botsingen bestudeerd bij een energie van rond de 90 GeV met als doel een nauwkeurige studie te maken van het Z-boson, drager van de neutrale zwakke wisselwerkingen. Deze analyses hebben o.a. aangetoond dat er slechts drie verschillende soorten neutrino's voorkomen in de natuur, elk met hun geassocieerde geladen leptonen en quarks. De grote nauwkeurigheid waarmee een reeks fysische grootheden kon worden gemeten, hebben de schatting mogelijk gemaakt van soms zeer kleine maar inhoudelijk belangrijke correctietermen die strenge testen hebben opgeleverd van de geldigheid van het standaardmodel van de elektrozwakke en -sterke wisselwerkingen. In de tweede fase (1996–2000), werden botsingen bij energieën tussen 162 en 209 GeV bestudeerd met als doel een nauwkeurige studie uit te voeren van de productie van W-bosonen, dragers van de geladen zwakke wisselwerkingen, en te zoeken naar nieuwe vormen van materie (Brout-Englert-Higgs deeltje, supersymmetrie ...). Deze zoektocht leidde niet tot nieuwe ontwikkelingen, maar liet wel toe limieten te plaatsen op de massa's van mogelijke nieuwe deeltjes. De Vlaamse fysici hebben bijgedragen tot de meting van de eigenschappen van de W-bosonen, tot de studie van de sterke wisselwerkingen in eindtoestanden met quarks, en tot de metingen van de Z-parameters.

Het ISOLDE-programma

Onderzoekers van de K.U.Leuven en van de UGent zijn actief in het kernfysisch programma van CERN en meer bepaald in het ISOLDE-experiment. De plaats van ISOLDE in het CERN-versnellercomplex (na de Proton Synchrotron Booster, PBS) is terug te vinden in figuur 1. Onderstaande figuur 10 geeft het grondplan van de ISOLDE-opstelling.

Figuur 10: Grondplan van de ISOLDE-opstelling



Een bundel van 1,3 GeV protonen (rechts boven) valt in op een trefschijf en maakt radioactieve kernen aan. Na ionisatie worden de kernen versneld en naar massa geselecteerd. ISOLDE beschikt over twee separatoren: één voor algemene doeleinden (General Purpose Separator) en één voor meer gespecialiseerd werk waar het resolverend vermogen belangrijk is (High Resolution Separator). Een ionenbundel van de gewenste kernen wordt via bundellijnen naar een van de experimenten gebracht. De experimenten met belangrijke inbreng van de Vlaamse onderzoeksgroepen zijn onderlijnd. De REX-ISOLDE-opstelling is de recentste toevoeging; met deze uitbreiding kunnen de radioactieve kernen nu ook naversneld worden om op hun beurt kernreacties te kunnen induceren. De huidige maximale energie die nu kan bereikt worden bedraagt 3,1 MeV per massa-eenheid. De Miniballdetectoropstelling werd speciaal ontwikkeld voor deze naversnelde ionenbundels. Het HIE-ISOLDE-project beoogt een verdere verhoging van de bundelenergie, de bundelintensiteit en de bundelkwaliteit. Dit vergt ook een uitbreiding van de experimenteerhall zoals aangegeven op de tekening.

ISOLDE wordt wereldwijd beschouwd als de referentie voor het onderzoek op exotische, kortlevende, radioactieve kernen die geproduceerd worden met behulp van de online massaseparatiemethode. Dit betekent dat de exotische kernen, geproduceerd in kernreacties, in een continue lijn geïoniseerd, gezuiverd naar massa en element en getransporteerd worden naar een detectieopstelling. Met deze methode kunnen uiterst zeldzame kernen, die slechts fracties van seconden leven, toch in ideale omstandigheden bestudeerd worden. Zo heeft ISOLDE al meer dan 850 isotopen van meer dan 68 elementen ($Z=2$ tot 88) geproduceerd met levensduren tot in de buurt van milliseconden en intensiteiten tot 1 011 ionen per seconde. Een uitgebreid gamma van fysicavraagstukken komt aan bod in het ISOLDE-programma. De grote variëteit van beschikbare isotopen laat een systematische studie toe van atomaire en nucleaire eigenschappen en van exotische vervalwijzen ver van de stabiliteitslijn. De bekomen resultaten hebben directe implicaties op de basiskennis van de atoomkern, maar zijn ook belangrijk voor aanverwante gebieden zoals de astrofysica en de fundamentele interacties. De radioactieve isotopen kunnen ook als 'spionnen' in diverse materialen ingeschoten worden wat de mogelijkheid opent om structuurinformatie te bekomen over de directe omgeving van de ingeplante ionen. Studies waarbij gebruik gemaakt wordt van radioactieve isotopen voor diagnose en therapie hebben ook een biomedisch luik aan het onderzoeksprogramma van ISOLDE toegevoegd.

Met de komst van de REX-ISOLDE-naversneller (een initiatief opgestart door P. Van Duppen, K.U.Leuven België, tijdens zijn verblijf in 1993–1995 op CERN als 'physics groupleader') is het nu ook mogelijk geworden om de exotische kernen te gebruiken voor reactiewerk. REX-ISOLDE levert momenteel energetische bundels tot 3,1 MeV per nucleon af op een trefschijf geplaatst in de super - efficiënte sterk - gesegmenteerde gamma – detectie opstelling Mini-Ball (een samenwerking tussen elf onderzoeksgroepen uit vier Europese landen, P. Van Duppen is de voorzitter van de collaboratie). In 2003 werd REX-ISOLDE geïntegreerd in de standaardoperaties van de CERN-faciliteiten.

Plannen voor een verdere uitbreiding van de ISOLDE-mogelijkheden startend met de intensiteit van de primaire bundel tot aan een energieverhoging van REX-ISOLDE en zo onderdeel per onderdeel maximaliseren zal in de komende jaren de leidinggevende positie van ISOLDE verzekeren. Het wetenschappelijk belang van dit project, HIE-ISOLDE genaamd, werd recent op de Research Board onderkend. De onderhandelingen tussen de deelnemende instituten en CERN zijn nu opgestart. Het project zou moeten voltooid zijn in 2011. Het HIE-ISOLDE project wordt ook gesteund door NuPECC,

(Nuclear Physics European Collaboration Committee, een expertcomité van ESF, de European Science Foundation), in de aanbevelingen van het Long Range Plan (2004) en in het stappenplan voor Kernfysische Onderzoeksinfrastructuur in Europa 'Roadmap for Construction of Nuclear Physics Research Infrastructures in Europe'. HIE-ISOLDE neemt daar een belangrijke plaats in als intermediaire stap naar EURISOL, de Europese ISOL-faciliteit voor na 2015 waarvoor nu de ontwerpstudie gebeurt via een RTD-programma van de Europese Gemeenschap. De langetermijntoekomst van de kernfysica en de rol die Vlaanderen hierin kan spelen wordt verder in dit rapport besproken.

Vier Leuvense onderzoeksgroepen gebruiken de ISOLDE-bundels voor verval- en reactiestudies (de groep Kernspectroscopie van M. Huysse en P. Van Duppen), voor studies van de fundamentele interacties (het NICOLE-project en het WITCH-project van N. Severijns), voor momentmetingen (het COLLAPS-project van G. Neyens) en voor vastestoffysica (het Emissiekanalisatieproject van A. Vantomme). De kernfysische experimenten worden sterk ondersteund door de Gentse theoriegroep onder leiding van K. Heyde. Een overzicht van de onderzoeksinspanningen van de Leuvense en Gentse onderzoeksgroepen in terug te vinden in tabel 1. De verschillende projecten zijn ook terug te vinden op het ISOLDE-grondplan.

De CERN-verantwoordelijkheid ten opzichte van het ISOLDE-project bestaat er in om zowel te zorgen voor de primaire protonenbundel (via de PBS-versneller), de online massaseparatoren, als de REX-ISOLDE-naversneller. De financiering hiervan komt uit het jaarlijkse CERN-lidgeld van de CERN-lidstaten. De verdere infrastructuur en de experimentele opstellingen die gebruik maken van deze bundels vallen zowel qua financiering als onderhoud onder de verantwoordelijkheid van de gebruikers. Daarvoor zijn er enerzijds de ISOLDE-Collaboration (zie hieronder) en anderzijds de diverse experimentele groepen die bij hun betrokken autoriteiten aanvragen doen. Voor de experimentele groepen uit Leuven komt de financiering voornamelijk via projecten bij het FWO en via de universiteit. Het is dus hier dat de problematiek van de financiering van Vlaamse onderzoeksgroepen ten volle duidelijk wordt (zie figuur 4).

De ISOLDE-Collaboration groepeerde de gebruikers van ISOLDE en bestaat uit de leden: België, CERN, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Italië, Spanje, het Verenigd Koninkrijk en Zweden. De relatie tussen CERN en de ISOLDE-Collaboration is gespecificeerd in het 'Memorandum of Understanding' van 28 mei 1993. P. Van Duppen was woordvoerder van de collaboratie in de periode van 1999–2002; de huidige woordvoerder is P. Butler, Liverpool.

Het 'ISOLDE-Neutron Time of flight Experiments Committee' (INTC) is het comité dat in een viertal vergaderingen per jaar die experimenten selecteert die aan de Research Board voorgesteld worden om bundeltijd te krijgen. Dit internationaal comité telt 21 leden waaronder twee Vlaamse onderzoekers: G. Neyens en M. Huysse (voorzitter). De woordvoerder van een experiment verdedigt op een openbare vergadering het voorstel tot experiment. In de daarop volgende gesloten vergadering bespreekt het comité alle voorstellen en maakt een selectie rekening houdend met de wetenschappelijke kwaliteit, de haalbaarheid en de urgentie. Het is de voorzitter die dan op de Research Board deze voorstellen verdedigt. Na bekrachtiging door de Research Board krijgen de diverse experimenten het CERN-label en worden ze opgenomen in de planning.

Gemiddeld is er een tijdsperiode van een half jaar tot een jaar tussen aanvraag en de eerste fase van het eigenlijke experiment. De duur van een experiment varieert van één tot tien dagen, maar het voorbereiden en opstellen ervan behelst al snel een aantal weken. De grootte van een experimentele groep kan variëren van een viertal onderzoekers (bv. voor een vastestoffysica-experiment) tot een twintigtal onderzoekers uit meerdere universiteiten en instituten. Een belangrijk gevolg van dit alles is dat een doctoraatsstudent(e) de ganse fase van aanvraag tot publicatie mee kan maken en ook geconfronteerd wordt met alle aspecten en details van het experiment.

Technologietransfer en ICT

De experimentele studie van het 'oneindig kleine' stelt uiterst complexe en zware experimentele eisen die een voortdurende uitdaging vormen voor de Europese technologie en industrie. De ontwikkeling van de apparatuur vereist voor de werking van deeltjesversnellers en -detectoren heeft bijgedragen tot de vooruitgang in uiteenlopende sectoren, zoals hoogvacuümtechnologie, supergeleidende magneten en versnellingscaviteiten, dradenkamers (met o.a. toepassingen in de medische technologie), zeer snelle elektronische instrumentatie voor metingen, transmissie van gegevens en automatische sturing en controle van apparatuur. De enorme hoeveelheden gegevens die on- en offline behandeld worden, hebben ongetwijfeld ook de algemene ontwikkeling van hard- en software computertechnologie zeer gunstig beïnvloed.

De Belgische deeltjesfysici hebben een jarenlange ervaring in de bouw van detectoren en de opgebouwde expertise heeft geleid tot een spin-offactiviteit in het domein van de medische beeldvorming. Sinds enige

tijd heeft het CERN ook een actieve politiek om spin-offactiviteiten te steunen. Een van deze activiteiten is het CRYSTAL CLEAR-project (oraweb.cern.ch/pls/ttdatabase/display.mainmenu?menu_id=12). Bedoeling van dit project is om technologie die oorspronkelijk voor het fundamenteel onderzoek ontwikkeld werd aan te wenden voor andere toepassingen. CRYSTAL CLEAR ontwikkelt nieuwe scintillator materialen en andere nieuwe technieken en past ze toe in PET. Zo ontwikkelde de CRYSTAL CLEAR een nieuw type PET-scanner voor kleine proefdieren, een systeem dat nu commercieel wordt geproduceerd door de firma Raytest. In dit verband lopen onderhandelingen om het Vlaamse bedrijf SKYSCAN bij dit project te betrekken.

Een ander project van CRYSTAL CLEAR is de ontwikkeling van een speciale PET-scanner voor mammografieonderzoeken. Dit project is nog in ontwikkeling, maar AGFA-GEVAERT heeft hiervoor reeds belangstelling getoond. Het CRYSTAL CLEAR-project wordt nu geleid door prof. Stefaan Tavernier van de Vrije Universiteit Brussel.

Men verwacht dat de vier LHC-experimenten jaarlijks een volume van 15 Pb (15 miljoen Gb) aan ruwe data zullen produceren, die behandeld zullen worden door duizenden fysici verspreid over de hele wereld. Voor de reconstructie van deze gegevens en de productie van voldoende gesimuleerde stalen, moet men overgaan tot een nieuwe gedecentraliseerde manier van werken. Het LCG (LHC Computing GRID, lcg.web.cern.ch/lcg) project heeft als missie een wereldwijd LHC computing GRID te bouwen en te onderhouden. Het gebruik van dit wereldwijd computing GRID vergt nieuwe ontwikkelingen in software en middleware. Het IIHE (Vrije Universiteit Brussel - ULB) speelt hierin binnen België een voortrekkersrol, in het kader van BEgrid (Belnet, www.begrid.be), van het LCG en van het EGEE (Enabling GRIDs for E-science, <http://www.egee.be/>) Europees project.

Wetenschappelijke return

Leden van het Zelfstandig Academisch Personeel of leden van het vast BOF-kader, betrokken in de diverse comités op CERN:

K.U. Leuven

- M. Huyse: CERN Scientific Associate (2001), lid van het ISOLDE-nTOF Committee (Internationaal wetenschappelijk adviesorgaan dat de experimenten selecteert; 2003-), lid van het REX-ISOLDE

- Upgrade Standing Committee (2005-), Belgisch vertegenwoordiger in het ISOLDE Collaboration Committee (2005-); sinds 1 maart 2006 voorzitter van het INTC en ex-officio lid van het Research Board en het Science Policy Committee;
- G. Neyens: lid van het ISOLDE-n TOF comité (2005 -), convener van het onderdeel 'Groundstate Properties' van 'Evaluation Report of the ISOLDE and n TOF Programmes' (NuPAC meeting at CERN 10-12 October 2005);
 - P. Van Duppen: woordvoerder ISOLDE Collaboration Committee (2000–2001), lid van het REX-ISOLDE Upgrade Standing Committee (2000–2004), organisator en lid van het Advisory Committee van verschillende ISOLDE Physics Workshops, woordvoerder van de MiniBall Collaboration (2005-);
 - N. Severijns: convener van het onderdeel 'Fundamental Interactions' van 'Evaluation Report of the ISOLDE and nTOF Programmes' (NuPAC meeting at CERN 10-12 October 2005).

UGent

- K.Heyde: scientific associate (1998–1999), Belgisch vertegenwoordiger in het ISOLDE Collaboration Committee (2000–2005) (vanaf 1990), 'visiting scientist' ISOLDE (2001-), telkens voor een periode van twee tot drie weken.

Vrije Universiteit Brussel

- C. De Clercq: afgevaardigde FWO in ApPEC, Project Leader DELPHI Muon Detector (tot 2000), member of DELPHI Editor Board, Belgian representative in ECFA (2005-);
- W. Van Doninck: coordinator of the CMS muon system integration, resources manager for the CMS Forward RPC system, member of the CMS Commissioning Task Force, Belgian representative in RECFA, CERN Project Associate (2001-);
- S. Tavernier: member of the CMS Finance Board, member of the CMS Collaboration Board, member of the CMS-tracker Institution Board, member of the CMS-tracker Finance Board, woordvoerder CRYSTAL CLEAR Collaboration (CERN-project voor research in medische instrumentatie), Chairman of the board of the CRYSTAL CLEAR Collaboration, Chairman of the Executive Committee of the CRYSTAL CLEAR Collaboration, convener CCC photo-detector group;
- J. Lemonne: representative FNRS-FWO in DELPHI Finance Committee (tot 2000), FWO representative in CMS Resources Review Board (tot 2005).

Universiteit Antwerpen

- F. Verbeure†: Belgisch afgevaardigde in CERN Council en Committee of Council (tot 2003), convenor of DELPHI research team QCD and gamma-gamma;
- E. De Wolf: CERN scientific associate (2000–01, 18 mnd).

ESRF

Wetenschappelijke return

Lijst met vroegere en huidige titularissen ESRF

ESRF SAC (Science Advisory Committee)

- | | |
|-----------|---|
| 1990–1999 | F. Adams, Universiteit Antwerpen |
| 1999–2005 | H. Reynaers, K.U.Leuven |
| 2005- | K. Janssens, Universiteit Antwerpen |
| 2005- | L. Vincze (toegevoegd lid Usergroep), UGent |

ESRF Scientific Committees

- | | |
|-----------|---|
| 1999–2005 | H. Reynaers, Soft-condensed mattergroep(voorzitter), K.U.Leuven |
| 2000–2003 | L. Wyns, Macromolecular Chemistry, Vrije Universiteit Brussel |
| 2005- | K. Janssens, Archeology, Universiteit Antwerpen |

ESRF User Groep

- | | |
|-------|------------------|
| 2005- | L. Vincze, UGent |
|-------|------------------|

Nederlands-Vlaamse Stuurgroep DUBBLE

- L. Wyns, Vrije Universiteit Brussel
- R. Degryse, UGent
- K. Janssens, Universiteit Antwerpen

Vlaamse Stuurgroep DUBBLE

- L. Wyns, voorzitter, Vrije Universiteit Brussel
- R. Degryse, UGent
- K. Janssens, Universiteit Antwerpen
- L. Van Meervelt, K.U.Leuven
- J. Mullens, UHasselt

Prof. Freddy Adams is sedert 2004 lid van de stuurgroep van het Integrated Infrastructure Initiatief (I3) "Integrating Activity on Synchrotron and Free Electron Laser Science" (IA-SFS). Dit project is een onderdeel van het infrastructuurprogramma van het FP-6 programma "Structuring the European Research Area" Programme.

LIJST VAN AFKORTINGEN

| | |
|------------|---|
| BBP | Bruto Binnenlands Product |
| BOF | Bijzondere Onderzoeksfondsen aan de Vlaamse Universiteiten |
| CERN | Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire |
| CMS | Compact Muon Solenoid detector (CERN) |
| CRG | Collaborating Research Group |
| DESY | Deutsches Elektronen-Synchrotron |
| Dubble | Dutch-Belgian Beam Line |
| EMBC | European Molecular Biology Conference |
| EMBL | European Molecular Biology Laboratory |
| EMBO | European Molecular Biology Organisation |
| ESFRI | European Strategy Forum on Research Infrastructures |
| ESA | European Space Agency |
| ESO | European Southern Observatory |
| ESRF | European Synchrotron Radiation Facility |
| FIT | Flanders Investment & Trade (Vlaams Agentschap voor Internationaal Ondernemen) |
| FWO | Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek Vlaanderen |
| GeV | Giga Electronvolt |
| GOA | Geconcerteerde Onderzoeksactie |
| KSB | Koninklijke Sterrenwacht van België |
| ILL | Institut Max von Laue - Paul Langevin |
| IIKW- IISN | Interuniversitair Instituut voor Kernwetenschappen |
| IMEC | Interuniversitair Micro-elektronica Centrum |
| ITER | International Tokamak Experimental Reactor |
| IUAP | Interuniversitaire Attractiepolen |
| IWT | Instituut voor de Aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie in Vlaanderen |
| LHC | Large Hadron Collider (CERN) |
| KP | Europees Kaderprogramma |
| MHz | Mega Hertz |
| NCP | National Contact Point |

| | |
|-----------------------|--|
| NWO | Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek |
| O&O | Onderzoek en ontwikkeling (R&D) |
| POD Wetenschapsbeleid | Programmatorische Overheidsdienst Federaal Wetenschapsbeleid |
| PS | Proton synchrotron ring (CERN) |
| UNESCO | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation |
| UCL | Université Catholique de Louvain |
| ULB | Université Libre de Bruxelles |
| ULg | Université de Liège |
| UMH | Université de Mons - Hainaut |
| SAC | Scientific Advisory Committee |
| SPS | Super proton Synchrotron (CERN) |
| SR | synchrotron radiation |
| TeV | Tera Electronvolt |
| VIB | Vlaams Instituut voor Biotechnologie |
| VLT | Very Large Telescope |
| Voka | Vlaams Netwerk van Ondernemingen (VeV en kamers van koophandel) |
| VRWB | Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid |

BIJLAGE 1

SAMENSTELLING AD-HOC WERKGROEP INTERNATIONALE ONDERZOEKSORGANISATIES

Werkgroepvoorzitter:

Lode Wyns, Vakgroep Biotech. Wet. - Dienst Ultrastructuur, Vrije Universiteit Brussel

- Freddy Adams, Dept. Chemie, Universiteit Antwerpen
- Cor Claeys, Liaison manager, IMEC
- Cathérine De Clercq, Vakgroep Fysica, Vrije Universiteit Brussel
- Herwig Dejonghe, Vakgroep Wiskundige Natuurkunde en Sterrenkunde, UGent
- Monique Desmeth, POD Federaal Wetenschapsbeleid
- Bart De Strooper, Dept. Menselijke Erfelijkheid, K.U.Leuven
- Eddi De Wolf, Dept. Fysica, Universiteit Antwerpen
- Nicole Henry, POD Federaal Wetenschapsbeleid
- Kristiaan Heyde, Vakgroep Subatomaire en Stralingsfysica, UGent
- Marc Huyse, Dept. Natuur- en Sterrenkunde, K.U.Leuven
- Dirk Inzé, Vakgroep Moleculaire Genetica, UGent
- Koen Janssens, Dept. Chemie, Universiteit Antwerpen
- Bart Laethem, Navorsers, EWI
- Jozef Maes, Senior vice-president Marketing and Sales, Asco Industries
- Kathleen Poma, Sectorhoofd Onderwijs, Hogeschool Gent
- Harry Reynaers, Dept. Chemie, K.U.Leuven
- Paul Schreurs, Wetenschappelijk adviseur, IWT
- Karel Vervoort, Afgevaardigd Beheerder, FLAG (Flemish Aerospace Group)
- Laszlo Vincze, Vakgroep Analytische Chemie, UGent
- Christoffel Waelkens, Dept. Fysica en sterrenkunde, K.U.Leuven

BIJLAGE 2

ECONOMISCHE RETURN VOOR VLAANDEREN – CERN

AMOUNT OF ORDERS ISSUED TO COMPANIES BASED IN BELGIUM IN 1999

| Supplier C. | Supplier | Ling. | Region | City | Amount (CHF) |
|-------------|--------------------------------------|-------|--------|-----------------------------------|-------------------|
| GR3S22 | AMECSPIE BENELUX | NL | | BRUXELLES | 16.998.674 |
| GR4S05 | FABRICOM S.A. | NL | | BRUXELLES | 10.703.802 |
| SCHN10 | SCHNEIDER ELECTRIC NV | NL | | BRUXELLES | 610.935 |
| IMEC75 | IMECV.Z.W. | NL | | LEUVEN | 241.344 |
| BARC25 | BARCO MANUFACTURING SERVICES | NL | | GENT | 148.311 |
| HAY-50 | HAY GROUP SA/NV | NL | | BRUXELLES | 124.775 |
| UNIV32 | UNIVERSAL COMMUNICATION | NL | | BRUXELLES | 50.467 |
| PROM09 | PROMIND CONSULTING | NL | | LINDEN | 47.477 |
| ILSA01 | ILSA - INDUSTRIAL LIFTING NV-SA | NL | | SINT-PIETERS-LEEUEW | 45.230 |
| TRAC79 | TRACTEBEL DEVELOPMENT SA | NL | | BRUXELLES | 44.942 |
| LIMP50 | LIMPENS & CIE S.A. | NL | | BRUXELLES | 38.770 |
| ASCO50 | ASCO INDUSTRIES S.A. | NL | | ZAVENTEM | 37.098 |
| EONI01 | EONICSYSTEMS NV | NL | | AARSCHOT | 16.342 |
| SCK-50 | SCK/CEN | NL | | MOL | 13.969 |
| PRAX40 | PRAXAIR N.V. | NL | | OLEN | 9.300 |
| ENI-50 | ENI SA | NL | | AARTSELAAR | 6.325 |
| OFF116 | OFFICE COMMERCIAL TECHNIQUE SA (OCT) | NL | | BRUXELLES | 5.399 |
| VSI-01 | VSI VIDEOCONFERENCING SYSTEMS N.V. | NL | | AARTSELAAR | 4.606 |
| SAIT50 | SAIT ELECTRONICS | NL | | BRUXELLES | 4.000 |
| EMER50 | ICI BELGIUM NV - EMERSON & | NL | | WESTERLO | 2.578 |
| CIT-49 | C.I.T. | NL | | GEEL | 2.306 |
| PRAC25 | PRAGMA CONSULTING NV | NL | | BRUXELLES | 2.293 |
| BEKA01 | BEKAERT DYMONICS | NL | | ZWEVEGEN | 1.896 |
| AIRC30 | AMECSPIE AC | NL | | BRUXELLES | 1.494 |
| EEKE01 | EEKELS BELGIUM N.V. | NL | | ZELE | 1.361 |
| EAC-01 | E AND AC | NL | | BRUXELLES | 1.195 |
| EURO98 | EUROPEAN COMMISSION JOINT | NL | | GEEL | 810 |
| VUM-50 | VUM N.V. | NL | | GROOT-BIJGAARDEN | 722 |
| MANU25 | MANUTAN | NL | | BRUXELLES | 687 |
| ALLI04 | ALLIANCE EUROPE NV | NL | | GENK | 655 |
| HARR05 | HARRIS SEMICONDUCTOR | NL | | BRUXELLES | 578 |
| ECSI02 | ECSITE | NL | | BRUXELLES | 415 |
| ADVA11 | ADVANCED PRODUCTS NV | NL | | BOOM | 399 |
| MOTO53 | MOTOROLA | NL | | ZAVENTEM | 309 |
| STAN02 | STANDAARD BOEKHANDEL | NL | | LEUVEN | 232 |
| BRUY50 | ETS EMILE BRUYLANT | NL | | BRUXELLES | 187 |
| EPE-01 | E.P.E. ASSOCIATION | NL | | BRUXELLES | 117 |
| ASSO06 | ASSOCIATION BELGE DES TRAITEMENTS | NL | | LEUVEN | 30 |
| CENE50 | CENELEC | NL | | BRUXELLES | 25 |
| | | | | NL Linguistic region TOTAL | 29.170.051 |
| GR3S08 | GHS CONSORTIUM | FR | | NAMUR | 778.412 |
| AIR-03 | AIR LIQUIDE SA | FR | | LIEGE | 600.406 |
| COCK50 | COCKERILL SAMBRE | FR | | SERAING | 182.218 |
| RESA01 | RESARM ENGINEERING PLASTICS SA | FR | | BARCHON | 137.222 |
| ENSI50 | GROUPE ENSIVAL-MORET | FR | | PEPINSTER WEGNEZ | 78.075 |
| HYDR05 | HYDRO ALUMINIUM SENEFFE S.A. | FR | | SENEFFE | 77.700 |
| PROD10 | PRODUCTIQUE CONSEIL FORMATION | FR | | BRAINE L'ALLEUD | 74.234 |
| STAR10 | STAR INFORMATICS.A. | FR | | ANGLEUR | 70.482 |
| CAD-03 | CAD - CENTRE AUDIO-VISUEL | FR | | OTTIGNIES/LOUVAIN-LA-NEUVE | 65.860 |
| ELDOS3 | ELDON SA | FR | | BRAINE-L'ALLEUD | 37.715 |
| CE-02 | CE+T S.A. | FR | | WANDRE | 33.159 |
| MECA82 | MECASOFT | FR | | ANHEE | 18.020 |
| GEMA01 | GEMACO S.A. | FR | | HERSTAL | 17.557 |
| BRIT87 | BRITTE PRECISION ENGINEERING S.A. | FR | | VIVEGNIS (OUPEYE) | 17.478 |
| LEYD01 | JEAN LEYDER | FR | | LASNE | 16.000 |
| ICAR01 | ICARUS SA | FR | | HERSTAL | 12.936 |
| CIMT02 | CIMTECH S.A. | FR | | NIVELLES | 11.000 |
| CAPA02 | CAPAU S.A. | FR | | EUPEN | 5.780 |
| KAPI01 | KAPI S.A. | FR | | VILLERS-LE-BOUILLET | 4.559 |
| LIEG50 | UNIVERSITE DE LIEGE | FR | | LIEGE | 3.569 |
| ANTH01 | ANTHEA SPRL | FR | | LIEGE | 3.200 |
| OXYB50 | OXYBEL S.A. | FR | | LIEGE | 1.596 |
| MECA52 | MECANIC SYSTEMS S.A. | FR | | BRAINE L'ALLEUD | 349 |
| | | | | FR Linguistic region TOTAL | 2.247.527 |
| | | | | TOTAL | 31.417.578 |

AMOUNT OF ORDERS ISSUED TO COMPANIES BASED IN BELGIUM IN 2000

| Supplier C. Supplier | Ling. Region | City | Amount (CHF) | |
|----------------------|--------------|--|-------------------------------|-------------------|
| GR4S05 | | FABRICOM S.A. | NL BRUXELLES | 20.526.749 |
| GR2S66 | | AIR ET CHALEUR | NL BRUXELLES | 3.481.025 |
| SCHN10 | | SCHNEIDER ELECTRIC NV | NL BRUXELLES | 1.728.778 |
| INTA02 | | INTAS | NL BRUXELLES | 410.800 |
| IMEC75 | | IMECV.Z.W. | NL LEUVEN | 236.221 |
| BARC25 | | BARCO ELECTRONIC MANUFACTURING | NL GENT | 110.664 |
| BELG40 | | BELGATOM S.A. | NL BRUXELLES | 99.356 |
| ASCO50 | | ASCO INDUSTRIES S.A. | NL ZAVENTEM | 53.812 |
| TROI10 | | 3M BELGIUM NV | NL ZWIJNDRECHT | 47.445 |
| PROM09 | | PROMIND CONSULTING | NL LINDEN | 46.596 |
| MPE-01 | | M.P.E. SA | NL BRUXELLES | 35.049 |
| BFI-02 | | BFI OPTILAS BELGIUM | NL GEEL | 27.040 |
| ELEC88 | | ELECTRONIC APPARATUS NV | NL TESSENDERLO | 19.658 |
| PRAX40 | | PRAXAIR N.V. | NL OLEN | 18.500 |
| UGIN02 | | UGINE NV | NL BRUXELLES | 13.394 |
| NOVA22 | | NOVATRON SA | NL BRUXELLES | 10.605 |
| ADVA11 | | ADVANCED PRODUCTS NV | NL BOOM | 7.182 |
| AERO05 | | AEROGO EUROPE NV | NL EKEREN | 6.125 |
| HTMS01 | | HIGH TECH METAL SEALS NV | NL HULSHOUT | 5.497 |
| CALD02 | | CALDIC BELGIUM N.V. | NL HEMIKSEM | 5.350 |
| SCK-50 | | SCK/CEN | NL MOL | 4.760 |
| LIMP50 | | LIMPENS & CIE S.A. | NL BRUXELLES | 4.244 |
| GR3S22 | | AMECSPIE BENELUX | NL BRUXELLES | 4.006 |
| PARL01 | | PARLEMENT EUROPEEN | NL BRUXELLES | 3.013 |
| RAYC01 | | RAYCHEM N.V. | NL KESSEL-LO | 2.976 |
| ARCH06 | | ARCH CHEMICALS NV | NL ZWIJNDRECHT | 2.897 |
| SODE04 | | SODEXHO | NL BRUXELLES | 2.189 |
| ANBU50 | | M/K ANBUMA | NL MOLENBEEK-SAINT JEAN | 1.786 |
| GLAV50 | | GLAVERBEL S.A. | NL BRUXELLES | 1.550 |
| MANU25 | | MANUTAN | NL BRUXELLES | 971 |
| VUM-50 | | VUM N.V. | NL GROOT-BIJGAARDEN | 878 |
| VSK-50 | | VSK ELECTRONICS | NL HARELBEKE | 870 |
| SIC-01 | | SIC (STE INDUSTR.DU CAOUTCHOUC) | NL ZAVENTEM | 727 |
| IEEE25 | | IEEE EUROPEAN OPERATIONS CENTER | NL BRUXELLES | 436 |
| MICR60 | | MICROTHERM | NL SINT-NIKLAAS | 400 |
| DEDI02 | | DEDICATED SYSTEMS EXPERTS | NL BRUSSELS | 318 |
| ILSA01 | | ILSA - INDUSTRIAL LIFTING NV-SA | NL SINT-PIETERS-LEEUV | 299 |
| STAN02 | | STANDAARD BOEKHANDEL | NL LEUVEN | 288 |
| BRUY50 | | ETS EMILE BRUYLANT | NL BRUXELLES | 181 |
| ECSI02 | | ECSITE | NL BRUXELLES | 144 |
| VUB-50 | | VUB - T.W. | NL BRUXELLES | 117 |
| | | NL Linguistic region TOTAL | | 26.922.895 |
| COCK50 | | COCKERILL SAMBRE | FR SERAING | 29.794.736 |
| GR2S67 | | ICARUS S.A. - M. BUTTING GMBH & CO LTD | FR HERSTAL | 26.830.124 |
| AIR-03 | | AIR LIQUIDE SA | FR LIEGE | 1.013.769 |
| HEXC50 | | HEXCEL SA | FR WELKENRAEDT | 816.592 |
| JDL-01 | | JDL TECHNOLOGIES SA | FR HERSTAL | 676.733 |
| GR3S08 | | GHS CONSORTIUM | FR NAMUR | 563.474 |
| BRIT87 | | BRITTE PRECISION ENGINEERING S.A. | FR VIVEGNIS (OUPEYE) | 230.342 |
| ALCA60 | | ALCATEL ETCA | FR CHARLEROI | 147.702 |
| RESA01 | | RESARM ENGINEERING PLASTICS SA | FR BARCHON | 144.219 |
| ELDO53 | | ELDON SA | FR BRAINE-L'ALLEUD | 79.899 |
| MECA82 | | MECASOFT | FR ANHEE | 58.736 |
| CAPA02 | | CAPAU S.A. | FR EUPEN | 56.628 |
| MEUS50 | | LES ATELIERS DE LA MEUSE | FR LIEGE-SCLESSIN | 29.849 |
| STAR10 | | STAR INFORMATICS.A. | FR ANGLEUR | 19.131 |
| PROD10 | | PRODUCTIQUE CONSEIL FORMATION | FR BRAINE L'ALLEUD | 16.658 |
| GEMA01 | | GEMACO S.A. | FR HERSTAL | 15.061 |
| INDU12 | | INDUSTRIAL & TELECOMMUNIC. SYSTEMS | FR WAVRE | 8.830 |
| CAD-03 | | CAD - CENTRE AUDIO-VISUEL | FR OTTIGNIES/LOUVAIN-LA-NEUVE | 7.784 |
| LEYD01 | | JEAN LEYDER | FR LASNE | 5.000 |
| CPS-03 | | CPS BELGIUM | FR GOSELIES | 3.699 |
| MUNC01 | | MUNCK SERVICES S.A. | FR ANGLEUR | 3.175 |
| CABL56 | | CABLERIE D'EUPEN SA | FR EUPEN | 3.017 |
| ANTH01 | | ANTHEA SPRL | FR LIEGE | 2.625 |
| LOUV50 | | UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN | FR OTTIGNIES/LLN | 1.881 |
| MOSA01 | | MECANIQUE MOSANE SA | FR WANDRE | 1.277 |
| CORM02 | | CORMA & SAVA | FR SAINT-NICOLAS (TILLEUR) | 1.038 |
| MECA52 | | MECANIC SYSTEMS S.A. | FR BRAINE L'ALLEUD | 402 |
| | | FR Linguistic region TOTAL | | 60.532.381 |
| | | TOTAL | | 87.455.276 |

AMOUNT OF ORDERS ISSUED TO COMPANIES BASED IN BELGIUM IN 2001

| Supplier C. Supplier | Ling. Region | City | Amount (CHF) |
|-----------------------------------|--|------------------------|-------------------|
| GR4S05 | FABRICOM S.A. | NL BRUXELLES | 11.116.558 |
| INTA02 | INTAS | NL BRUXELLES | 899.622 |
| SCHN10 | SCHNEIDER ELECTRIC NV | NL BRUXELLES | 747.610 |
| IMEC75 | IMECV.Z.W. | NL LEUVEN | 156.856 |
| CR3S22 | AMECSPIE BENELUX | NL BRUXELLES | 92.259 |
| BELG40 | BELGATOM S.A. | NL BRUXELLES | 73.222 |
| TRAC79 | TRACTEBEL DEVELOPMENT SA | NL BRUXELLES | 71.800 |
| ASCO50 | ASCO INDUSTRIES S.A. | NL ZAVENTEM | 56.963 |
| AON-02 | AON CONSULTING BELGIUM SA | NL BRUXELLES | 55.870 |
| BARC25 | BARCO ELECTRONIC MANUFACTURING | NL HEULE | 46.010 |
| CANB50 | CANBERRA SEMICONDUCTORS N.V. | NL OLEN | 26.688 |
| I2T-01 | I2 TECHNOLOGIES, N.V | NL SINT-STEVENS-WOLUWE | 26.400 |
| ELSY01 | ELSYCA | NL ZELLIK | 24.332 |
| PROM09 | PROMIND CONSULTING | NL LINDEN | 24.226 |
| MPE-01 | M.P.E. SA | NL BRUXELLES | 19.915 |
| SCK-50 | SCK/CEN | NL MOL | 4.492 |
| DATA60 | DATA ANALYSIS PRODUCTS | NL HEVERLEE | 3.835 |
| VSK-50 | VSK ELECTRONICS | NL HARELBEKE | 3.464 |
| ILSA01 | ILSA - INDUSTRIAL LIFTING NV-SA | NL SINT-PIETERS-LEEUV | 1.771 |
| MANU25 | MANUTAN | NL BRUXELLES | 1.671 |
| MICR60 | MICROTHERM | NL SINT-NIKLAAS | 1.543 |
| SOBE01 | SOBETRA AUTOMATION | NL ST-PIETERS-LEEUV | 950 |
| EARM01 | EARMA-EUROPEAN ASSOCOF RESEARCH MANAGERS | NL BRUXELLES | 307 |
| BRUY50 | ETS EMILE BRUYLANT | NL BRUXELLES | 195 |
| VUB-50 | VUB - T.W. | NL BRUXELLES | 112 |
| ARTI04 | ARTILABO S.A. | NL DESTELBERGEN | 108 |
| CENE50 | CENELEC | NL BRUXELLES | 108 |
| NL Linguistic region TOTAL | | | 13.456.887 |
| GR2S67 | ICARUS S.A. - M. BUTTING GMBH & CO LTD | FR HERSTAL | 19.369.710 |
| COCK50 | COCKERILL SAMBRE | FR SERAING | 1.633.482 |
| GR3S08 | GHS CONSORTIUM | FR NAMUR | 1.078.954 |
| AIR-03 | AIR LIQUIDE SA | FR LIEGE | 690.451 |
| STAR10 | STAR INFORMATICS.A. | FR ANGLEUR | 217.500 |
| RESA01 | RESARM ENGINEERING PLASTICS SA | FR BARCHON | 133.955 |
| SOU063 | SOUODOBEAM S.A. | FR SPRIMONT | 54.910 |
| OXYB50 | OXYBEL S.A. | FR LIEGE | 50.224 |
| CAPA02 | CAPPAUL S.A. | FR EUPEN | 44.592 |
| BRIT87 | BRITTE PRECISION ENGINEERING S.A. | FR VIVEGNIS (OUPEYE) | 40.988 |
| CET-01 | C E + T S.A. | FR WANDRE | 38.895 |
| JDL-01 | JDL TECHNOLOGIES SA | FR HERSTAL | 32.456 |
| ELDO53 | ELDON SA | FR BRAINE-L'ALLEUD | 26.343 |
| CPS-03 | CPS BELGIUM | FR GOSSELIES | 22.501 |
| MEUS50 | LES ATELIERS DE LA MEUSE | FR LIEGE-SCLESSIN | 18.260 |
| LEYD01 | JEAN LEYDER | FR LASNE | 17.900 |
| MECA82 | MECASOFT | FR ANHEE | 13.040 |
| LOUV50 | UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN | FR OTTIGNIES/LLN | 12.480 |
| GEMA01 | GEMACO S.A. | FR HERSTAL | 7.664 |
| MECA52 | MECANIC SYSTEMS S.A. | FR BRAINE L'ALLEUD | 4.234 |
| ALCA60 | ALCATEL ETCA | FR MONT SUR MARCHIENNE | 3.080 |
| CABL56 | CABLERIE D'EUPEN SA | FR EUPEN | 2.104 |
| IRIS01 | IMAGE RECOGNITION INTEGRATED | FR LOUVAIN-LA-NEUVE | 747 |
| MUNC01 | MUNCK SERVICES S.A. | FR ANGLEUR | 551 |
| BRAI01 | BRAIN S.A. | FR ESNEUX | 533 |
| BIOC01 | BIOCOSMOS-CENTRE | FR THUIN | 355 |
| CLIP01 | CLIPPARD EUROPE SA | FR LOUVAIN-LA-NEUVE | 142 |
| CENT39 | CENTRE AUDIOVISUEL | FR LOUVAIN-LA-NEUVE | 115 |
| FR Linguistic region TOTAL | | | 23.516.167 |
| TOTAL | | | 36.973.054 |

AMOUNT OF ORDERS ISSUED TO COMPANIES BASED IN BELGIUM IN 2002

| Supplier | Ling. | Region | City | Amount (CHF) |
|--|-------|--------|-------------------|-------------------|
| AIR ET CHALEUR SA | NL | | BRUSSELS | 18.069.367 |
| FABRICOM S.A. | NL | | BRUXELLES | 14.823.482 |
| SCHNEIDER ELECTRIC NV | NL | | BRUXELLES | 502.087 |
| AMECSPIE AC | NL | | BRUXELLES | 245.766 |
| AMECSPIE BENELUX | NL | | BRUXELLES | 230.715 |
| BARCO ELECTRONIC MANUFACTURING | NL | | GENT | 66.100 |
| IMECV.Z.W. | NL | | LEUVEN | 18.416 |
| M.P.E. SA | NL | | BRUXELLES | 10.642 |
| TRACTEBEL DEVELOPMENT SA | NL | | BRUXELLES | 8.632 |
| SCK/CEN | NL | | MOL | 7.348 |
| AEROGO EUROPE NV | NL | | EKEREN | 6.742 |
| BELGATOM S.A. | NL | | BRUXELLES | 2.944 |
| ARCH CHEMICALS NV | NL | | ZWIJNDRECHT | 2.839 |
| ROGERS N.V. | NL | | GENT | 2.739 |
| PARLEMENT EUROPEEN | NL | | BRUXELLES | 2.659 |
| ECSITE | NL | | BRUXELLES | 1.475 |
| EARMA-EUROPEAN ASSOCOF RESEARCH MANAGERS | NL | | BRUXELLES | 1.042 |
| HORETO EXPO | NL | | BRUXELLES | 707 |
| INTELLIHOME | NL | | ZAVENTEM | 584 |
| ETS EMILE BRUYLANT | NL | | BRUXELLES | 196 |
| RETAN | NL | | HEULE-KORTRIJK | 186 |
| VUB - T.W. | NL | | BRUXELLES | 121 |
| FEANI FEDERATION EUROPEENNE D'ASSOC. NATIONALES D'INGENIEURS | NL | | BRUXELLES | 112 |
| FRAME | NL | | GENT | 81 |
| NL LINGUISTIC REGION TOTAL | | | | 34.004.983 |
| COCKERILL SAMBRE | FR | | SERAING | 19.496.297 |
| ICARUS S.A. - M. BUTTING GMBH & CO LTD | FR | | HERSTAL | 3.983.428 |
| GHS CONSORTIUM | FR | | NAMUR | 944.715 |
| AIR LIQUIDE SA | FR | | LIEGE | 692.067 |
| ALCATEL | FR | | ANTWERPEN | 337.297 |
| LASERFLASH | FR | | EUPEN | 226.306 |
| RESARM ENGINEERING PLASTICS SA | FR | | BARCHON | 168.159 |
| GEMACO S.A. | FR | | HERSTAL | 155.367 |
| JDL TECHNOLOGIES SA | FR | | HERSTAL | 127.330 |
| STAR INFORMATICS.A. | FR | | ANGLEUR | 44.703 |
| BRITTE PRECISION ENGINEERING S.A. | FR | | VIVEGNIS (OUPEYE) | 42.427 |
| SOUDOBEAM S.A. | FR | | SPRIMONT | 36.431 |
| CYCLOTRON | FR | | LOUVAIN LA NEUVE | 21.591 |
| MICHEL DECAMP SA-NV | FR | | BRAINE L'ALLEUD | 18.550 |
| CPS BELGIUM | FR | | GOSSELIES | 16.909 |
| UCL-POLY UNITE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE | FR | | LOUVAIN-LA-NEUVE | 12.342 |
| GROUPE ENSIVAL-MORET | FR | | PEPINSTER WEGNEZ | 12.163 |
| ATB - ATELIER THEO BOVEROUX S.A. | FR | | GLONS | 9.337 |
| MECANIC SYSTEMS S.A. | FR | | BRAINE L'ALLEUD | 6.842 |
| ELDON SA | FR | | BRAINE-L'ALLEUD | 4.125 |
| ICARUS SA | FR | | HERSTAL | 3.941 |
| IMAGE RECOGNITION INTEGRATED | FR | | LOUVAIN-LA-NEUVE | 160 |
| CENTRE AUDIOVISUEL | FR | | LOUVAIN-LA-NEUVE | 142 |
| SWIFT | FR | | LA HULPE | 134 |
| RADIO ECOLOGY EDITION | FR | | LIEGE | 96 |
| FR LINGUISTIC REGION TOTAL | | | | 26.360.857 |
| TOTAL | | | | 60.365.841 |

AMOUNT OF ORDERS ISSUED TO COMPANIES BASED IN BELGIUM 2003

| Supplier C. Supplier | Ling. Region | City | Amount (CHF) |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|---------------------|
| GR4S05 | FABRICOM S.A. | NL BRUXELLES | 16.765.597 |
| GR2T25 | AIR ET CHALEUR SA | NL BRUSSELS | 11.218.219 |
| SCHN10 | SCHNEIDER ELECTRIC NV | NL BRUXELLES | 615.462 |
| GR3S22 | AMECSPIE BENELUX | NL BRUXELLES | 486.059 |
| MPE-01 | M.P.E. SA | NL BRUXELLES | 316.046 |
| BARC25 | BARCO ELECTRONIC MANUFACTURING | NL GENT | 230.758 |
| ILSA01 | ILSA - INDUSTRIAL LIFTING NV-SA | NL SINT-PIETERS-LEEUV | 58.107 |
| POWE15 | POWER ONE | NL WOMMELGEM | 56.836 |
| IMEC75 | IMECV.Z.W. | NL LEUVEN | 56.345 |
| TRAC79 | TRACTEBEL DEVELOPMENT SA | NL BRUXELLES | 26.624 |
| PROM09 | PROMIND CONSULTING | NL LINDEN | 20.475 |
| CANB50 | CANBERRA EURISYS BENELUX N.V. | NL ZELLIK | 12.798 |
| AIRC30 | AMECSPIE AC | NL BRUXELLES | 10.778 |
| CHAR09 | CHARLE INDUSTRIES BVBA | NL WEVELGEM | 9.217 |
| HTMS01 | HIGH TECH METAL SEALS NV | NL HULSHOUT | 6.841 |
| ALCA60 | ALCATEL | NL ANTWERPEN | 5.990 |
| SCK-50 | SCK/CEN | NL MOL | 3.925 |
| SESE01 | SONY E-SOLUTIONS EUROPE B.V | NL SAVENTEM | 2.949 |
| ARCH06 | ARCH CHEMICALS NV | NL ZWIJNDRECHT | 2.675 |
| MANU25 | MANUTAN | NL BRUXELLES | 800 |
| ECSI02 | ECSITE | NL BRUXELLES | 441 |
| EUR-71 | MECEUROPE | NL GENT | 435 |
| EARM01 | EARMA-EUROPEAN ASSOCOF RESEARCH MANAGERS | NL BRUXELLES | 294 |
| MULD01 | MULDER-HANDENBERG | NL STABROEK | 233 |
| BRUY50 | ETS EMILE BRUYLANT | NL BRUXELLES | 198 |
| MELE03 | MELEXIS | NL TESSENDERLO | 185 |
| VUB-50 | VUB - T.W. | NL BRUXELLES | 132 |
| SCH105 | SCHILTZ | NL BRUXELLES | 75 |
| | | NL Linguistic region TOTAL | 29.908.495 |
| GR2S67 | ICARUS S.A. - M. BUTTING GMBH & CO LTD | FR HERSTAL | 36.403.522 |
| THAL04 | THALES COMMUNICATIONS BELGIUM | FR TUBIZE | 2.371.056 |
| GR3S52 | GEOTOP | FR NAMUR | 910.336 |
| AERI01 | AERIANE S.A. | FR GEMBLoux | 684.869 |
| GR3S08 | GHS CONSORTIUM | FR NAMUR | 378.025 |
| RESA01 | RESARM ENGINEERING PLASTICS SA | FR BARCHON | 304.119 |
| GEMA01 | GEMACO S.A. | FR HERSTAL | 204.954 |
| ENS150 | GROUPE ENSIVAL-MORET | FR PEPINSTER WEGNEZ | 180.942 |
| STAR10 | STAR INFORMATICS.A. | FR ANGLEUR | 83.028 |
| LOUV50 | CYCLOTRON | FR LOUVAIN LA NEUVE | 75.542 |
| CPS-03 | CPS BELGIUM | FR GOSELIES | 67.049 |
| PAM-02 | POLMANS ATELIER MECANIQUE | FR VISE | 50.268 |
| MOCK01 | MOCKEL KGAA - S.C.A. | FR BAELEN | 41.422 |
| BRIT87 | BRITTE PRECISION ENGINEERING S.A. | FR VIVEGNIS (OUPEYE) | 20.752 |
| GANT75 | GANTRY S.A. | FR NIVELLES | 18.650 |
| LEYD01 | JEAN LEYDER | FR LASNE | 15.800 |
| JDL-01 | JDL TECHNOLOGIES SA | FR HERSTAL | 15.520 |
| MECA52 | MÉCANIC SYSTEMS S.A. | FR BRAINE L'ALLEUD | 12.530 |
| HEXC50 | HEXCEL SA | FR WELKENRAEDT | 12.515 |
| CARB06 | CARBOMIN S.P.R.L. | FR BRAINE L'ALLEUD | 7.511 |
| UPUP01 | UCL-POLY UNITE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE | FR LOUVAIN-LA-NEUVE | 4.836 |
| ICAR01 | ICARUS SA | FR HERSTAL | 2.298 |
| ELDO53 | ELDON SA | FR BRAINE-L'ALLEUD | 444 |
| GSE-01 | GSE | FR HERSTAL | 410 |
| | | FR Linguistic region TOTAL | 41.866.399 |
| | | TOTAL | 71.774.894 |

COLOFON

Uitgave van de Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid (VRWB), juni 2007

K. Vinck, voorzitter
D. Raspoet, secretaris

VRWB
Ellipsgebouw
Koning Albert II-laan 35 bus 13
1030 Brussel
tel. 02 553 45 20
fax 02 553 45 23
e-mail: vrwb@vlaanderen.be
website: <http://www.vrwb.be>

D/2007/3241/041

Reeds verschenen:

- Studiereeks 1: *“Het ontwikkelen van een deflator voor O&O-uitgaven”*
- Studiereeks 2: *“Wetenschappelijk Onderzoek: Tussen sturen en stuwen. Acta van het colloquium”*
- Studiereeks 3: *“O&O-bestedingen van de Vlaamse Universiteiten”*
- Studiereeks 4: *“Wetenschappelijk onderzoek en de genderproblematiek”*
- Studiereeks 5: *“Biotechnologische uitvindingen, octrooien en informed consent”*
- Studiereeks 6: *“Perspectieven uitgestroomde wetenschappers op de arbeidsmarkt”*
- Studiereeks 7: *“De doctoraatsopleidingen aan de Vlaamse Universiteiten”*
- Studiereeks 8: *“Het ‘grote’ begrotingsadvies. Wetenschaps- en technologisch innovatiebeleid 2002”*
- Studiereeks 9: *“Wetenschappers: luxe of noodzaak?”*
- Studiereeks 10: *“Samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijven inzake onderzoek(sresultaten): intellectuele eigendomsrechten, conflicten en interfaces”*
- Studiereeks 11: *“De chemische industrie in Vlaanderen”*
- Studiereeks 12: *“De voedingsindustrie in Vlaanderen”*
- Studiereeks 13: *“Wetenschap en innovatie in Vlaanderen 2004 - 2010. Voorstellen voor een strategisch beleid.”*
- Studiereeks 14: *“Vlaams wetenschappelijk onderzoek en Science sharing”*
- Studiereeks 15: *“Doctoreren aan Vlaamse universiteiten (1991–2002)”*
- Studiereeks 16: *“Samenwerking universiteiten, hogescholen, onderzoeksinstituten, intermediairen en bedrijven”*
- Studiereeks 17: *“De Vlaamse deelname aan ruimte- en ruimtevaartonderzoek (1997–2003)”*
- Studiereeks 18: *“Technologie en innovatie in Vlaanderen: Prioriteiten”*

Depotnummer: D/2007/3241/041

ISBN: 97890-403-0265-7

NUR: 600