

Missie

Het Advanced Research Center for Nanolithography (ARCNL) voert fundamenteel onderzoek uit, gericht op de fysica en chemie die van belang zijn in huidige en toekomstige sleuteltechnologie binnen de nanolithografie, met de halfgeleiderindustrie als voornaamste toepassingsgebied. De academische omgeving en de onderzoeksaanpak richten zich op wetenschappelijke excellentie, terwijl de onderzoeksonderwerpen in het wetenschappelijke programma van ARCNL nauw verbonden zijn met de interesses van de halfgeleidermachinefabrikant ASML.

Totstandkoming en historische ontwikkelingen

De halfgeleiderindustrie opereert voortdurend op het scherpst van de snede van wat technisch uitvoerbaar is en verlegt de grenzen van onze fundamentele kennis op meerdere wetenschappelijke onderzoeksterreinen zoals plasmafysica, vloeistofdynamica, oppervlakte- en grensvlakfysica en laserfysica. De noodzaak om te innoveren vormt de basis voor een groot aantal vanuit deze industrie aangejaagde samenwerkingen met de academische wereld.

In 2013 kwam ASML met het voorstel een deel van zijn ingezette middelen voor academisch onderzoek te concentreren in een publiek-private samenwerking in een zelfstandig onderzoekscentrum. Vier consortia werden uitgenodigd om een plan te formuleren voor een dergelijk onderzoekscentrum op het gebied van nanolithografie. Het voorstel vanuit Amsterdam werd geselecteerd. Het Amsterdamse consortium bestond uit NWO-instituut AMOLF, toen nog ingebed in de FOM-organisatie, en beide Amsterdamse universiteiten UvA en VU. De formele start van ARCNL, het nieuwe samenwerkingsverband van FOM/NWO, UvA, VU en ASML, vond plaats op 1 januari 2014. De vier partijen richtten ARCNL op met een gegarandeerde minimale looptijd van tien jaar. Na deze periode wordt de looptijd telkens met een jaar verlengd. Als een van de partners zijn deelname niet wil verlengen moet dat minstens vijf jaar tevoren aangekondigd worden. Met dit langetermijnperspectief onderscheidt ARCNL zich wezenlijk van de bestaande publiek-private samenwerkingsprogramma's.

ARCNL is gevestigd op het Amsterdam Science Park. Het startte als afdeling van het daar al aanwezige NWO-instituut AMOLF. Bij het bereiken van circa vijftig medewerkers in september 2015, werd ARCNL een onafhankelijk onderzoekscentrum. Inmiddels werken er ongeveer tachtig mensen en beschikt het centrum over eigen, tijdelijke laboratorium- en kantoorgebouwen. Een belangrijk deel van de ondersteuning (administratief en technisch) wordt afgenomen van AMOLF waardoor ARCNL een snelle start kon maken en mean and lean kan blijven. ARCNL groeit naar circa honderd mensen en verhuist in 2018 naar een nieuw gebouw dat momenteel naast AMOLF verrijst.

ARCNL richt zich op de fundamentele fysica en chemie die van belang zijn in de lithografie en legt daarbij grote nadruk op lithografie met extreem-ultraviolet (EUV) licht. Het onderzoeksprogramma kwam tot stand in nauw overleg met ASML en is dynamisch om optimaal in te kunnen spelen op de interesses en vragen vanuit de toepassing. Via de ARCNL-groep-leiders, die deels zijn aangesteld bij of geaffilieerd met de Amsterdamse universiteiten, heeft ARCNL ook een krachtige, intellectuele band met de UvA en de VU. Naast wetenschappelijke publicaties produceert ARCNL een stroom aan technisch-wetenschappelijke uitvindingen, waarvan een groot aantal leidt tot patentaanvragen.

Rol en meerwaarde

ARCNL heeft zich in de eerste vier jaar van zijn bestaan ontwikkeld tot (internationaal) expertisecentrum op het gebied van nanolithografie. ARCNL startte vanuit de behoefte van ASML aan een geconcentreerde, op de lange termijn gerichte, fundamentele onderzoeksinstelling, werkzaam binnen de wetenschapsgebieden die relevant zijn voor de modernste lithografie-instrumentatie. De beoogde meerwaarde van deze wetenschappelijke activiteit en van het langetermijnperspectief ligt in de mogelijkheid een zware concentratie op te bouwen van nieuwe, wetenschappelijke expertise in combinatie met serieus inzicht in de complexe toepassingswereld van lithografietechnologie. De daarmee gemoeide infrastructuur, investeringen en kennisopbouw zouden niet snel kunnen worden gerealiseerd binnen een verzameling losse en

meestal kleinere publiek-private samenwerkingsprojecten. Een additioneel groot voordeel is de intensieve samenwerking die binnen ARCNL van nature is ontstaan vanwege de gemeenschappelijke interesses en het gedeelde valorisatie-doel. De enige manier om deze structuur stevig te verankeren in de creativiteit en volle diepgang van academisch, fundamenteel onderzoek, is de gekozen aanpak van een consortium met een volwassen, academische component (NWO/AMOLF, UvA en VU).

Ook speelt ARCNL een heel duidelijke rol als verbinder. Als stakeholder van ARCNL heeft het bedrijf ASML directe toegang tot niet alleen de kennis en resultaten uit het ARCNL-onderzoek, maar ook tot het multidisciplinaire, academische netwerk van de ARCNL-groepsleiders. ARCNL vormt een schakel tussen fundamenteel fysisch en chemisch onderzoek binnen en buiten Nederland en de industriële toepassingswereld van ASML. Via ARCNL raken ASML-onderzoekers ook extra geïntegreerd in het Nederlandse wetenschapsland-schap. Een mooi voorbeeld daarvan is de benoeming van ASML Senior Research Fellow dr. Arie den Boef tot bijzonder hoogleraar aan de VU, waar hij onder de ARCNL-vlag nieuw onderzoek heeft opgezet, parallel aan het onderzoek dat hij uitvoert binnen ASML. Voor ARCNL vormt het academische netwerk een belangrijk deel van de natuurlijke, wetenschappelijke omgeving. Via samenwerkingen probeert ARCNL de effectiviteit van de gecombineerde, nationale en internationale onderzoeksinspanning te maximaliseren en doublures te voorkomen.

Gaandeweg komt ARCNL steeds meer in een coördinerende rol. Dit uit zich bijvoorbeeld in gezamenlijke subsidieaanvragen vanuit ARCNL waarbij onderzoekers betrokken worden van buiten ARCNL. Ook heeft ARCNL een trekkersrol op zich genomen voor de organisatie van een aantal conferenties en workshops. Voorbeelden zijn de International Workshop on EUV and Soft X-Ray Sources in november 2016; de Workshop on Low-Energy Electrons in Lithography, Imaging and Soft Matter (LEELIS) in november 2014, november 2016 en november 2018; en de samen met de Universiteit Twente georganiseerde Focussessie over Physics for Nanolithography tijdens Physics@Veldhoven in januari 2018.

ARCNL richt zich op duale impact. Enerzijds genereert het centrum wetenschappelijke kennis op de traditionele, academische manier, bijvoorbeeld via publicaties en bijdragen aan conferenties. Aan het eind van het vierde levensjaar van ARCNL komt deze output in snel tempo tot bloei. Anderzijds draagt ARCNL wetenschappelijke kennis en technologische ideeën over, primair aan ASML. Dit resulteert in een groeiende stroom, technologische basisideeën vanuit ARCNL, vaak in samenwerking met onderzoekers van ASML. Met grote regelmaat worden deze door ASML omgezet in patentaanvragen.

Naast ASML is er uiteraard ruimte voor samenwerking met andere industriële partners. Dat gebeurt momenteel op projectbasis, bijvoorbeeld met Tata Steel. In de samenwerkingen met het bedrijfsleven raken de onderzoekers en technici bij ARCNL op natuurlijke wijze vertrouwd met de vruchtbare combinatie van wetenschap en technologie, wat hen extra aantrekkelijk maakt voor toekomstige functies in het bedrijfsleven.

Positie in het kennis- en maatschappelijk landschap

ARCNL is een publiek-private samenwerking tussen NWO, UvA, VU en ASML. Het wetenschappelijke programma is sterk verwant met de interesses van ASML. Over de wetenschappelijke programmering vindt regelmatig intensief overleg plaats met de partners en met name ASML. Dit leidt tot intieme samenwerking en kennisoverdracht tussen ARCNL en ASML. Deze verbinding wordt verder versterkt via personen die op beide plaatsen 'thuis' zijn, zoals prof. Wim van der Zande, directeur Fysica en Chemie bij ASML die gemiddeld elke twee weken uitgebreid bij ARCNL aanwezig is; prof. Steve Franklin die niet alleen deeltijdstaflid is van ARCNL, maar ook medewerker van ASML; en prof. Arie den Boef, de Senior Research Fellow van ASML die als bijzonder hoogleraar onder ARCNL-vlag onderzoek doet bij de VU.

Een groot deel van de vaste wetenschappelijke staf van ARCNL is volledig in dienst van de UvA of de VU en is tewerkgesteld bij ARCNL, in sommige gevallen op deeltijdbasis. Het gevolg is een sterke, intellectuele verbinding tussen het onderzoek en de expertises bij ARCNL en die bij de UvA en de VU. De



● de grootte van de zwarte cirkel geeft de intensiteit van samenwerking aan

ARCNL-staf en een aantal van de junioronderzoekers is ook betrokken bij het onderwijs van de UvA en de VU, vooral in het masterprogramma binnen de opleiding Advanced Matter and Energy Physics. Verder is ARCNL meteen door studenten van de UvA, de VU en andere universiteiten ontdekt als aantrekkelijke plaats voor afstudeeronderzoek, waaraan de ARCNL-stafleden en junioronderzoekers intensief begeleiding geven.

Vanaf de start van ARCNL is een deel van het onderzoek opgezet in gezamenlijkheid met het NWO-instituut AMOLF. Dit voegt een stimulerende, intellectuele component toe aan de uitstekende, technische en administratieve ondersteuning die ARCNL afneemt van AMOLF: gebouwtechniek, ontwerp-kamer, mechanische werkplaats, elektronica, ICT, software, financiën, personeel & organisatie, bibliotheek en public relations.

ARCNL werkt ook met een groeiend aantal partijen samen buiten het consortium van zijn directe stakeholders. Via werkgroepvoorzitter Ronnie Hoekstra wordt intensief samengewerkt met het Zernike Institute for Advanced Materials van de Rijksuniversiteit Groningen op het terrein van atomaire plasmaprocessen. Verder is Groningen samenwerkingspartner bij berekeningen aan atoomstructuur. Met de Universiteit Twente wordt samengewerkt aan vloeistofdynamica van tindruppels en op bescheidener niveau aan de oppervlaktefysica van EUV-spiegels en de ontwikkeling van instrumentatie voor EUV-spectroscopie. Op verschillende terreinen zoals de plasmafysica, de fysica van vloeibare metaaloppervlakken en de EUV-fotochemie, zijn er samenwerkingen, deels nog in opbouw, met groepen aan de Technische Universiteit Eindhoven en NWO-instituut DIFFER. Met de Universiteit Leiden loopt een gezamenlijk onderzoeksproject naar de werkingsmechanismen van fotoresistmaterialen. Daarnaast werkt ARCNL samen met TNO.

Naast deze nationale samenwerkingen ontplooit ARCNL in toenemende mate samenwerkingsactiviteiten in het buitenland. Hiertoe behoren onder andere PSI (Villigen, Zwitserland), BESSY (Berlijn, Duitsland), het MPI für Kernphysik

(Heidelberg, Duitsland), ISAN (Troitsk, Rusland), de UNSW (Sydney, Australië) en op bescheidener niveau IMEC (Leuven, België). ARCNL is vertegenwoordigd in verschillende internationale consortia, waaronder ELENA, op het gebied van de interactie van lage-energie-elektronen met zachte materialen, en CompactLight, gewijd aan geavanceerde elektronenversnellertechnologie.

Via diverse, gesubsidieerde onderzoeksprojecten is ARCNL verbonden met de NWO-domeinen ENW en TTW. Vanuit de bestuurlijke betrokkenheid bij het transitieproces van NWO stuurt ARCNL samen met andere instituten op krachtige verbindingen tussen domeinen en instituten. Daarbij is wederzijdse vertegenwoordiging in elkaars besturen en adviesraden van essentieel belang. Langs deze weg kunnen de activiteiten binnen ARCNL en de NWO-domeinen in de toekomst optimaal op elkaar worden afgestemd, waarbij van ARCNL een coördinerende rol verwacht mag worden.

Via directeur ARCNL Joost Frenken is ARCNL aangehaakt bij de KNAW en de KHMW. In 2017 is het Platform Universitaire Natuurkunde verbreed naar het Platform Academische Natuurkunde (PAN) en is ARCNL tot dit platform toegetreden. ARCNL is ook lid van de Stichting Holland Instrumentation en overweegt momenteel het lidmaatschap van de vereniging High Tech NL.

Het ARC-model

De eerste 'uitvinding' in de context van ARCNL is de organisatorische opzet van ARCNL zelf. Deze is vastgelegd in de ARCNL-samenwerkingsovereenkomst en we refereren ernaar als het ARC-model, waarbij ARC staat voor Advanced Research Center. Met dit model associëren we vier belangrijke kenmerken.

1. Een ARC is meer dan een project of een programma. Het heeft een langetermijnperspectief van ten minste tien jaar. Noodzakelijk daarvoor zijn stevige financiële en intellectuele verplichtingen van de oprichtende partijen.

2. De financiële bijdragen van de oprichtende partijen van het ARC komen voor vijftig procent van de private partners en vijftig procent van de publieke partners. Op die manier wordt de balans veiliggesteld tussen de fundamentele wetenschap en het toepassingsgeoriënteerde karakter van het onderzoek.
3. De financiële bijdragen van de oprichtende partijen aan het ARC vormen een aanzienlijk deel van het totaalbudget. Dit stelt het ARC in staat zijn eigen koers uit te zetten, onafhankelijk van de onderwerpen die op dat moment wetenschappelijk 'in de mode' zijn en daarmee een verhoogde honoreringskans opleveren bij subsidieaanvragen. Desalniettemin vormt externe financiering via subsidies voor het ARC een belangrijk instrument om de kwaliteit en impact van het centrum en zijn stafleden t.o.v. de academische buitenwereld te ijken en een mooi voertuig voor het aangaan van samenwerkingen met externe partijen.
4. Het ARC is fysiek geconcentreerd op één locatie in tegenstelling tot 'centra' die in de werkelijkheid verdeeld zijn over twee of meer locaties. Eén locatie is een vereiste om een samenhangende onderzoeksgemeenschap te creëren. De combinatie van gemeenschappelijke doelen en complementaire expertise leidt zo op natuurlijke manier tot gezamenlijk onderzoek.

In het katern wordt de aandacht gevestigd op de organisatorische opzet van ARCNL, waaraan we refereren als het ARC-model. Sinds de start van ARCNL zijn er andere, langdurige publiek-private samenwerkingssinitiatieven gestart, zoals Qtech, ARC-CBBC en onlangs Oncode, die zich een ARC noemen of in die termen worden besproken. Toch is de strikte omschrijving van het ARC-model voor geen van deze initiatieven volledig van toepassing.

Een belangrijke ontwikkeling in het nationale landschap van wetenschapsorganisatie is de Nationale Wetenschapsagenda (NWA). ARCNL-medewerkers speelden een rol bij de totstandkoming van de NWA en het ARCNL-onderzoek sluit goed aan bij een aantal van de 140 clustervragen die de basis voor

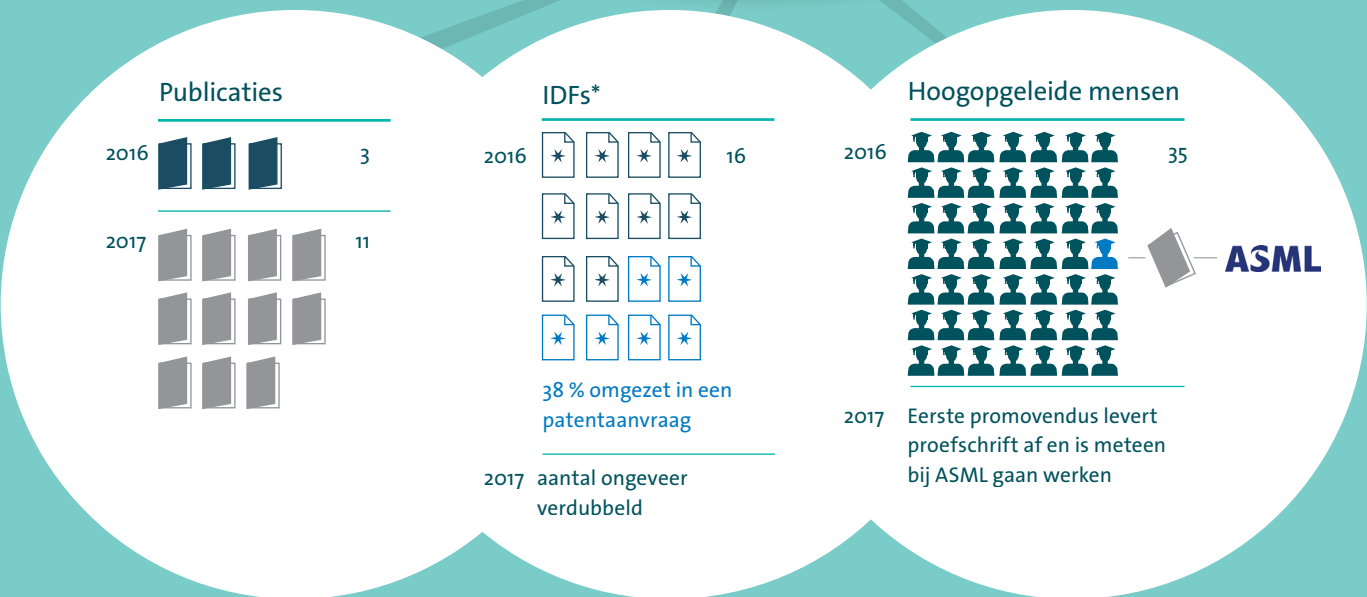
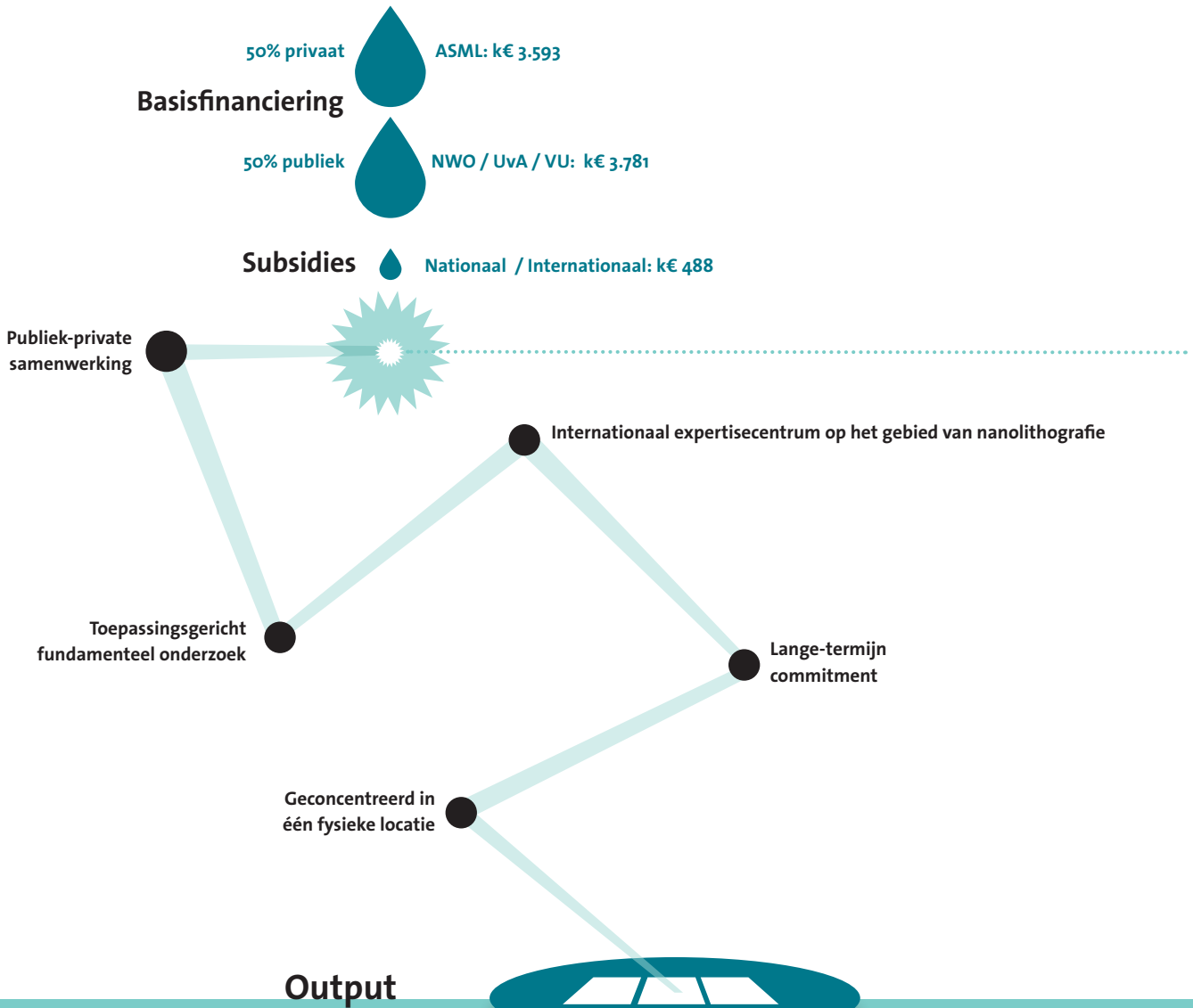
de agenda vormen. Van de 25 routes die hieruit zijn gedistilleerd leveren er drie duidelijke resonantie op met het onderzoek van ARCNL, te weten de quantum/nano-revolutie, Materialen-Made in Holland en Smart industry. ARCNL streeft ernaar een rol te spelen bij de verdere uitwerking van deze routes.

ARCNL is ook stevig aangehaakt bij de Topsector Hightech Systemen en Materialen, waarbinnen het sterk verwantschap heeft met meerdere roadmaps: Nanotechnology, Advanced Instrumentation, High Tech Materialen en Semiconductor Equipment. Vanwege de bijdrage van ASML in ARCNL komt ARCNL in aanmerking voor een zogenaamde PPS-toeslag, voorheen TKI-toeslag genoemd, waarbij TKI staat voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie. Deze toeslag vormt een essentieel onderdeel van de begroting van ARCNL en wordt jaarlijks verantwoord via een passend onderzoeksvoorstel.

Op elk van de deelgebieden waarop ARCNL werkzaam is bestaat internationaal al een compact netwerk. Het meest uitgebreide is dat rondom de EUV-bronnen en bijbehorende optiek. ARCNL jaagt dit actief aan samen met aandacht voor de toepassing op lithografie binnen twee series van jaarlijkse conferenties: één volledig gewijd aan de bronnen en de ander aan de lithografie. Inmiddels vormt ARCNL een zichtbare speler bij beide series. In november 2016 nam ARCNL de organisatie op zich van de International Workshop on EUV and Soft X-Ray Sources in Amsterdam. Deze meeting zal naar alle waarschijnlijkheid eens per drie jaar in Amsterdam worden gehouden, de volgende keer in november 2019. Op het terrein van de interactie van elektronen en fotoelektronen met materialen is ARCNL medeinitiatiefnemer en gastheer van een nieuwe serie workshops onder de naam Low-Energy Electrons in Lithography, Imaging and Soft Matter (LEELIS) die tweejaarlijks worden gehouden. Daarvan organiseerde ARCNL er inmiddels al twee en de derde staat gepland voor november 2018. De experimenten bij ARCNL op het terrein van tinplasma's vormen een belangrijk testbed voor theoretische modellen en computerberekeningen aan een keur van deelaspecten van de vorming en de levensloop van het plasma en de opwekking van EUV-straling. Op dit terrein



ARCNL opbouw basisfinanciering



* IDF: invention disclosure form, hierin staan ideeën die kunnen leiden tot een patent

begint ARCNL steeds meer een centrale rol te vervullen. Daarbij worden samenwerkingen met de bestaande, vooral uit de traditionele wapenlaboratoria afkomstige community (ISAN, Lawrence Livermore Lab) aangevuld met samenwerkingen met nieuwe experts op deelgebieden die tot nog toe onderbelicht zijn gebleven, onder andere in Sydney en in Heidelberg. ARCNL is een van de spelers in de frontlinie van de internationale gemeenschap rondom High-Harmonic Generation van EUV-licht. In het beginstadium van ARCNL speelden prof. Margaret Murnane en prof. Henry Kapteyn van de University of Colorado, twee van de leiders in dit veld, hierbij een belangrijke klankbordfunctie. Op het terrein van de multilaagoptiek, de speciale coatings die worden toegepast en de contactdynamica die plaatsvindt tussen de halfgeleiderplakken en de tafels waarop ze in de lithografiemachines liggen, doet ARCNL onderzoek binnen de bredere internationale community van oppervlakte- en grensvlakfysici en het kleine internationale netwerk binnen de nanotribologie. De gemeenschap die internationaal actief is in het onderzoek naar de werkingsmechanismen en de optimale moleculaire architectuur van fotoresistmaterialen voor EUV-licht is klein. ARCNL werkt samen met IMEC en PSI en er vinden discussies plaats met de groep van prof. Robert Brainard (Albany). Via de hierbovengenoemde LEELIS-workshops draagt ARCNL actief bij aan de opbouw van deze community.

Vooruitblik en strategie

ARCNL streeft de ambitie na om volledig tot wasdom te komen als onderzoeks- en expertisecentrum van wereldklasse. Dit gebeurt vooral door het aantrekken van wetenschappelijk excellente, nieuwe stafleden en het daarmee samenhangende opstarten van nieuwe onderzoeksgroepen. De onderwerpen worden hierbij zorgvuldig gekozen (zie hieronder) in samenhang met de technologische ontwikkelingen en daarbij opkomende wetenschappelijke vraagstukken bij ASML.

Momenteel voert ARCNL samen met zijn stakeholders een strategische discussie die erop is gericht de volledige opzet van het centrum te optimaliseren. Enerzijds komt in dit proces de organisatorische structuur aan bod. Zo wordt gewerkt

aan vermindering van de administratieve complexiteit die gemoeid is met de relatie tussen ARCNL en de universiteiten en tegelijk aan het verbeteren van de inhoudelijke betrokkenheid tussen onderzoekers in ARCNL en bij de UvA en de VU. Anderzijds werkt ARCNL aan het vroegtijdig herkennen van nieuwe onderzoeksthema's, zodat het onderzoeksprogramma van ARCNL kan blijven inspelen op vraagstukken van de industriële partner ASML. Onderwerpen en thema's die gaandeweg minder goed aansluiten bij de onderzoeksactiviteiten van en/of de toepassing door ASML zullen worden afgebouwd.

Het grote verschil tussen de tijdschaal waarop wetenschappelijke (her)programmering in een de academische wereld plaatsvindt en die waarop een bedrijf schakelt vereist een zorgvuldige afstemming van afspraken en verwachtingen. Het strategisch plan 2017-2022 van ARCNL vormt in dit proces een momentopname. Tijdens een jaarlijks programmeringsproces worden de plannen telkens verfrist. Zo heeft ARCNL op dit moment het voornemen om het hoofdthema Processes af te bouwen, wat consequenties heeft voor twee van zijn onderzoeksgroepen.

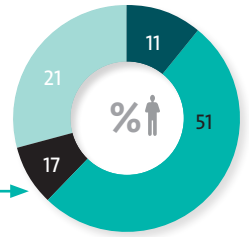
In 2018 start ARCNL met de opbouw van een ongebruikelijk zware opstelling voor high-harmonic generation. Dit wordt een state-of-the-art faciliteit die EUV-licht genereert en dit via meerdere bundellijnen terecht laat komen bij diverse experimenten binnen ARCNL.

ARCNL streeft er de komende jaren naar zijn rol van internationaal expertisecentrum op het gebied van nanolithografie verder te versterken. Om deze ambitie te kunnen verwezenlijken is blijvende (financiële) steun nodig van de ARCNL-stakeholders, zodat ARCNL deze rol ook na de gegarandeerde looptijd van tien jaar kan blijven vervullen.

Een dominante ontwikkeling in 2018 is de verhuizing van ARCNL van zijn tijdelijke kantoor- en laboratoriumhuisvesting naar de langetermijnhuisvesting in het Matrix-VII-gebouw dat in september 2018 wordt opgeleverd.



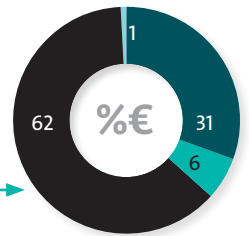
Opbouw staf fte in 2016



Wetenschappelijk personeel	7,5	
PhD students en postdocs	34,7	
Ondersteunend wetenschappelijk en technisch personeel	13,9	
Ondersteunend en beheerspersoneel	11,7	
Totaal	67,8	



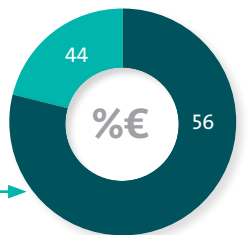
Inkomsten x 1000 € in 2016



NWO basisfinanciering	2398	
Onderzoekssubsidies (nationaal en internationaal)	483	
Extern gefinancierd onderzoek: ASML, UvA, VU	4876	
Overig/correctie	55	
Totaal	7817	



Uitgaven x 1000 € in 2016



Personeel	4238	
Overig	3334	
Totaal	7572	

Samenvatting SEP-evaluatie¹

ARCNL is op 1 januari 2014 opgericht en had daardoor een relatief korte evaluatieperiode van drie jaar. Desondanks koos ARCNL ervoor deel te nemen aan het evaluatieproces. ARCNL verwacht na de intensieve opstartperiode op korte termijn een stabiele fase te bereiken. Het instituut beschouwt de evaluatie als belangrijke input voor de ontwikkeling en doorgroei van het instituut conform het strategisch plan.

Beoordeling

Zoals verwacht, waren nog niet alle onderzoekslijnen in de opstartfase tot volle wasdom gekomen en was de wetenschappelijke infrastructuur nog niet gereed. Desondanks was de commissie onder de indruk van wat in deze korte tijd tot stand was gebracht, zowel wat betreft de wetenschappelijke output als de in het lab opgebouwde wetenschappelijke instrumentatie. De commissie constateerde dat ARCNL een gedurfde opzet vertegenwoordigt, waarin de innovatiekracht van grensverleggend fundamenteel onderzoek voor een gedefinieerd toepassingsgebied centraal staat.

Volgens het SEP moet er op drie criteria een score worden gegeven op een vierpuntsschaal. In die schaal staat 1 voor world-leading, excellent; 2 voor very good; 3 voor good; en 4 voor onvoldoende. De commissie vond het moeilijk om scores toe te kennen, omdat ARCNL zich nog in de opstartfase bevindt. Tegelijkertijd herkende de commissie duidelijk de potentie van ARCNL om uit te groeien tot een instituut van wereldklasse. Hieronder volgt een korte samenvatting van de gegeven scores.

¹ Samenvatting van de instituuzevaluatie op basis van het Standard Evaluation Protocol. De drie evaluatiecriteria – *research quality*, *societal relevance*, *viability* – werden in kwantitatieve en kwalitatieve termen beoordeeld (score 1: world leading/excellent; score 2: very good; score 3: good; score 4: unsatisfactory). De onderwerpen *PhD-programmes*, *research integrity* en *diversity* werden alleen in kwalitatieve termen beoordeeld. Tevens beantwoordde de evaluatiecommissie enkele vragen geformuleerd door het NWO-bestuur; een generieke vraag betrof de meerwaarde van het instituut in de nationale context en zijn internationale positie.

Wetenschappelijke kwaliteit: score 2

De commissie ziet het potentieel van het instituut en verwacht in de komende periode een doorgroei naar wereldklasse over de volle linie van de onderzoeksthema's. Op dit moment zijn sommige van de onderzoeksgroepen al in een stabiele fase op het hoogste niveau en andere groepen bevinden zich nog in de opstartfase. De onderzoeksthema's en onderzoekslijnen lijken goed gekozen en de onderlinge verbindingen tussen de thema's komen tot stand.

Maatschappelijke impact: score 1

Gezien de missie heeft het instituut als vanzelf maatschappelijke impact. Het instituut vormt een brug tussen de academische, fundamentele wetenschap en het industriële innovatieproces. Door zijn unieke positie draagt ARCNL bij aan de ontwikkelingen van ASML en aan het kweken van een nieuw soort wetenschapper. Daarmee voegt ARCNL waarde toe aan de innovaties van ASML en indirect aan de maatschappij, bijvoorbeeld omdat de verbeteringen in de productiemogelijkheden van de computerchips doorwerken in consumentenproducten.

Toekomstbestendigheid: score 2

Het gekozen model van samenwerking is zowel gedurd als aansprekend, omdat het de nieuwste fundamentele inzichten verbindt aan innovatieve toepassingen in de industrie. Echter, het zorgt ook voor een spanningsveld: stakeholders hebben verschillende verwachtingen van hun investering en het rendement daarvan. Voor ASML ligt er een spanningsveld in de tijdschaal van het ARCNL-onderzoek. Waar in de industrie gemakkelijk de focus kan worden verlegd en snel resultaat wordt geboekt, heeft het fundamentele onderzoek meer tijd nodig. Voor de universiteiten ontstaat er spanning op het financieringsmodel: de mogelijkheden om in te verdienen zijn in een opstartend instituut anders dan in een volwassen instituut. Ten slotte proefde de commissie spanning tussen de toepassingsgedreven missie van ARCNL en het volledig nieuwsgierigheidsgedreven karakter van AMOLF bij de wetenschappelijke samenwerking van deze twee instituten.

De commissie stelt dat ARCNL een excellente start heeft laten zien, maar dat het in de doorgroeifase de ruimte moet krijgen zich te richten op de realisatie van de visie zoals deze in het strategisch plan staat. De hierboven genoemde stressfactoren kunnen een bedreiging zijn voor de realisatie van de doorgroei tot een instituut van wereldklasse. De bovengenoemde strategische discussie (zie Vooruitblik en strategie) ziet de commissie als een goede mogelijkheid om de stressfactoren weg te nemen.

PhD-programma's, integriteit en diversiteit, toegevoegde waarde

PhD-studenten zijn zeer tevreden over het instituut, zowel wat betreft het wetenschappelijke niveau, ondersteuning als werksfeer. Vooral het dagelijks werken binnen een groep onderzoekers wordt hoog gewaardeerd. Verbeterpunten zijn: meer interactie tussen en *wederzijdse* uitwisseling tussen PhD-studenten en ASML-staf en andere onderzoeksgroepen.

Alle PhD's hebben een integriteitscursus gevolgd bij de eigen kennisorganisatie. ARCNL zou hiernaast een gestandaardiseerde integriteitscursus voor alle inkomende postdocs en andere nieuwe onderzoekers kunnen organiseren. Hetzelfde geldt voor cursussen op het gebied van data management.

ARCNL heeft een internationaal samengestelde onderzoekstaf. Het aandeel vrouwen en minderheden is echter laag. ARCNL probeert m.b.v. WISE en GENERA programma's meer vrouwen aan te trekken maar het effect daarvan is onduidelijk. ARCNL wordt geadviseerd diversiteitsdoelen te stellen voor met name PhD's en postdocs en deze te monitoren.

ARCNL heeft een unieke meerwaarde in het verbinden van fundamenteel onderzoek naar commerciële producten. Het verbindt de wetenschap met de wereldwijde industrie (ASML).

Aanbevelingen

Na een vliegende start kan ARCNL nu de eerste, veelbelovende onderzoeksresultaten laten zien, maar zijn er ook knelpunten zichtbaar die samenhangen met de manier waarop het samenwerkingsverband is vormgegeven.

De commissie heeft twee algemene aanbevelingen gedaan:

- Ten aanzien van de rol van de stakeholders in het groei-proces van ARCNL stelt de commissie vast dat het nodig is dat de stakeholders hun verwachtingen afstemmen. Zo kan ARCNL in de volgende fase prioriteit geven aan de opbouw van de onderzoeksgroepen en wetenschappelijke performance en het ontwikkelen van een toekomstbestendig onderzoeksinstituut. In de ogen van de commissie zou NWO een bemiddelende rol op zich moeten nemen in dit afstemmingsproces.
- De bedrijfsvoering van ARCNL moet verder geprofessionaliseerd worden. Om dit te realiseren moet het management voldoende budget alloceren voor administratieve ondersteuning op onder andere de volgende fronten: communicatie, outreach activiteiten en onderwijs.

Tot slot doet de commissie een zestiental gedetailleerde aanbevelingen. Deze aanbevelingen variëren van wetenschappelijke performance tot meer organisatorische punten.

Respons van de directeur

De directeur van ARCNL is verheugd over het zorgvuldige en constructieve oordeel van de commissie. In de uitgebreide onderbouwing ziet hij bevestiging dat ARCNL op de juiste weg is. De aanbevelingen van de commissie zijn waardevolle input voor de ontwikkeling en doorgroei van ARCNL en de uitvoering van het strategisch plan.

De directeur gaat uitgebreid in op de zestien gedetailleerde aanbevelingen en maakt per aanbeveling concreet hoe de verbetering zal worden bereikt. Verder omarmt de directeur de aanbeveling van de commissie aan NWO om een bemiddelende rol op zich te nemen om de uiteenlopende verwachtingen van de stakeholders op elkaar af te stemmen. De directeur verwacht dat de rol van NWO als bemiddelaar een positieve uitwerking zal hebben op het lopende strategieproces.

Samenvatting bestuurlijke reactie

Er is een duidelijk stijgende lijn in de output, zowel in de wetenschappelijke publicaties als in de *Invention Disclosure Forms* (IDF's ²). Dat geeft het vertrouwen dat ARCNL op de goede weg is. De aanbevelingen van de commissie over operationele ondersteuning en management ziet de raad van bestuur in het licht van de opstartfase van ARCNL. De respons van het instituut geeft blijk van realiteitszin en ambitie om ARCNL verder te laten uitgroeien. De raad van bestuur deelt de zorg van de commissie over het huidige spanningsveld tussen de verschillende stakeholders en ARCNL, en neemt de commissieaanbeveling over om te bemiddelen tussen de verschillende stakeholders van ARCNL om de belangen en verwachtingen beter af te stemmen. Er is contact opgenomen met de andere bestuurders van de stakeholders om oplossingen die buiten het mandaat van de directeur of ARCNL Governing Board liggen, te bewerkstelligen.

² *Invention Disclosure Form* / IDF is een (vertrouwelijk) document waarin een vinding wordt beschreven. Dit document wordt voorgelegd aan een patent deskundige om te beoordelen om de beschreven vinding patenteerbaar is.