



Actieagenda

Optical Systems en Integrated Photonics

Licht als aanjager van vooruitgang

Versie 1.0 | 16 december 2025





Kennis- en Innovatie Agenda
Sleuteltechnologieën

Bezoekadres

Winthontlaan 2
3526 KV Utrecht
+31 (0)30 - 6001 328

Postadres

Postbus 3021
3502 GA Utrecht
The Netherlands

Actieagenda

Optical Systems en Integrated Photonics

Licht als aanjager van vooruitgang

Versie 1.0 | 16 december 2025



Inhoudsopgave

Samenvatting	6
1. Inleiding	8
2. Analyse: de kansen van OSIP	11
2.1. Kracht van het Nederlandse OSIP ecosysteem	11
2.2. Kansen en uitdagingen	15
2.3. Internationale positionering	18
2.4. Conclusie: kansen voor de toekomst	19
3. Ambitie	21
4. Het OSIP-Innovatieprogramma	23
4.1. Inhoudelijke focus en samenhang van het programma	23
4.2. Programmastructuur	24
4.3. Bouwen op bestaande activiteiten	27
4.4. KPI's	27
5. Toepassingsgebieden	29
5.1. Optische communicatie	29
5.2. Defensie en dual-use	31
5.3. Agri-food	33
5.4. Medische diagnostiek	35
5.5. Semiconductors	38
5.6. Quantum	39
5.7. Energie en milieu	41
5.8. Autonome systemen	43
6. Technologische verdieping in ST	45
6.1. Theoretical and applied imaging optics	47
6.2. Theoretical and applied non-imaging optics	48
6.3. Manufacturing and metrology	49
6.4. Optical system design	49



6.5. Sources and detectors	50
6.6. Nano-photonics	51
6.7. Integrated photonics	51
7. Ecosysteemactiviteiten	53
8. Voorstel organisatie	60
9. Vervolg programma ontwikkeling	61

Samenvatting

Optical Systems en Integrated Photonics (OSIP) zijn overal om ons heen, in ongekend veel toepassingen. Door OSIP krijgen we in de toekomst de veiligste én snelste vormen van communicatie en detectie, non-invasieve medische diagnose en behandeling, en versnellen we de groei van gewassen. OSIP levert de technieken voor morgen voor nieuwe zonnecellen, lithografiesystemen, verlichting en quantumcomputers. OSIP snijdt dwars door bijna alle sectoren heen en is dé sleutel tot succes voor de Nederlandse economie en maatschappij.

Markten, sectoren en toepassingen OSIP	Toepassingsgebied								
		Optische communicatie	Dual use en defensie	Agri-Food	Medische diagnostiek	Semi-conductors	Quantum-toepassingen	Energie en verlichting	Autonome systemen
	Groeimarkten	LaserSatCom Fotonische chips	Radarsystemen Fotonische chips	Machines AgriFood Fotonische chips	Apparatuur Diagnose en therapie Fotonische chips	Analoge chips Fotonische chips Chip machines	Quantum-sensoren	Nieuwe generatie zonnepanelen Waterstof-lub	Radarsystemen Fotonische chips
	Sectoren	Waarneming en connectiviteit	Waarneming en connectiviteit	Machinebouw	Medische technologie	Halfgeleiders	Quantum toepassingen	Energie technologie	Waarneming en connectiviteit
	Gericht industriebeleid	D.S.I.I.		Machinebouw		Halfgeleiders Machinebouw	D.S.I.I.	Innovatieve Chemie	D.S.I.I.

Continue innovatie in OSIP is noodzakelijk, de resultaten bieden toekomstige economische groei en oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen zoals energietransitie, gezondheid en veiligheid. Zo kan Nederland een rol op wereldniveau krijgen in ontwikkeling en productie van next-generation OSIP-systemen. Maar Nederland heeft moeite om mee te komen.

Het OSIP-ecosysteem bestaat uit 2 delen: Optical Systems en Integrated Photonics. De 1000 **Optical Systems** bedrijven realiseren jaarlijks €40 miljard BNP met 11,5% CAGR. Hierop extra investeren in innovaties die hier tot 1% groei leiden levert zo een toename van €400 miljoen BNP per jaar op. Het Optical Systems ecosysteem heeft te beperkte middelen en uitvoeringscapaciteit voor netwerken, ecosysteem ondersteuning, regie en coördinatie. Dringende versterking van €30 miljoen t/m 2035 is hiervoor nodig. Deze actieagenda stelt 21 innovatieprojecten voor Optical Systems voor, om extra verdienvermogen te realiseren.

PhotonDelta bouwt een internationaal concurrerende waardeketen in de groeimarkt **Integrated Photonics** met een toegevoegde waarde van €3,5-5 miljard. BNP. De komende 3 jaar wordt €120 miljoen in infrastructuur en ontwikkeling geïnvesteerd. Na 2028 is financiering nodig om gerichte ondersteuning aan groei van het ecosysteem voort te kunnen zetten. Nieuwe financiering van €35 miljoen tot en met 2035 kan dit potentiële verdienvermogen verzilveren. Deze actieagenda biedt extra verdienvermogen via 7 Integrated Photonics innovatie-projecten. Tevens worden 3 gezamenlijke innovatieprojecten voorgesteld. Deze actieagenda identificeert een financieringsbehoefte voor de voorgestelde innovatieprojecten van €550 miljoen op een totaal van €896 miljoen. Het subsidie-instrumentarium is voorts nog niet NTS-prioritair. Een eigen OSIP-instrument van €60 miljoen, wat privaat gematched wordt, maakt gericht financieren mogelijk. Op toegang tot financiering, infrastructuur en brede (mkb)-ondersteuning is aanvullend



€11 miljoen gevraagd. Apart noemen we tekorten aan talent, onderwijs en grondstoffen. Deze actieagenda is opgesteld met en door het ecosysteem in zeven uitvraagsessies door Nederland, in samenwerking met ROM Nederland. In deze sessies was actieve betrokkenheid van circa 360 OSIP-deelnemers. De ontvangen steunbetuigingen zijn als bijlage toegevoegd.

1. Inleiding

Optical Systems en Integrated Photonics (OSIP) omvat technologie voor het genereren, geleiden, bewerken en detecteren van licht (fotonen) voor hoogwaardige functies in vrijwel alle sectoren. OSIP en haar toepassingen dragen bij aan transformatie van gezondheidszorg, digitale infrastructuur, mobiliteit en industriële systemen naar duurzamer, snellere, oplossingen. Uit scope zijn elektronische, mechanische of radiofrequente systemen zonder optische component.

De NTS¹ deelt OSIP op in *Optical Systems*: geconstrueerde systemen (lenzen, spiegels, lasers) om licht te manipuleren, of om hiermee geavanceerde, optical systems te realiseren. Zoals OSIP-onderdelen voor optische communicatie, Li-Fi, laser-satelliet-communicatie, lithografiemachines, verlichtingssystemen en metrologie systemen. Zoals optische sensoren en microscopen.

Onder *Integrated Photonics* valt: chiptechnologie waarbij meerdere fotonische functies (lichtbronnen, golfgeleiders, detectors) op één chip worden geïntegreerd: photonic integrated circuits (PICs).

De diversiteit is zichtbaar in het Nederlandse OSIP-ecosysteem van meer dan duizend² organisaties:

- kennisinstellingen, zoals 4TU Optics Netherlands en TNO,
- start- en scale-ups, zoals FSO, SuperLight Photonics, SmartPhotonics, Optics11,
- mkb, zoals Avantes, Lionix, en
- grootbedrijf, zoals ASML, Demcon.

De diversiteit aan technologieën en hoeveelheid aan toepassingen maakt het mogelijk veel vernieuwingen te realiseren, die maatschappelijke en economische impact realiseren. Dit is relevant in het licht van gericht industriebeleid³. Het Optical Systems-deel van het OSIP-ecosysteem bijvoorbeeld, met het merendeel van de OSIP-bedrijven, realiseert jaarlijks €40 miljard BNP (zie Hoofdstuk 2.2). Hier investeren in 1% groei levert al snel €400 miljoen per jaar aan BNP op. De Nederlandse fotonische chipindustrie staat goed gepositioneerd om de ambitie van €1 miljard omzet te realiseren.

De eerdergenoemde diversiteit maakt het juist ook moeilijker. Vernieuwen in OSIP vraagt daardoor continu een grote hoeveelheid onderzoek, innovatie en ondersteuning. En grote inspanningen om de noodzakelijke snelheid voor vernieuwing te bereiken om concurrenten voor te blijven. De fundamentele voor vernieuwing en versnelling haperen, waardoor OSIP-innovaties moeilijker naar groeimarkten⁴ dreigen te gaan. Hierdoor valt (toekomstig) verdienvermogen weg. Dit heeft een aantal redenen. Er zijn twee gescheiden communities: de, vaak gevestigde, Optical Systems community en de jongere Integrated Photonics community. Het NGF PhotonDelta laat zien dat gerichte aanpak een stimulans biedt voor vernieuwing en ontwikkeling van nieuwe

1 <https://open.overheid.nl/documenten/67b0a9e1-135b-483f-9ed9-3aade270dbce/file>

2 <https://publications.tno.nl/publication/34641692/NI96Dr/TNO-2023-R12009.pdf>

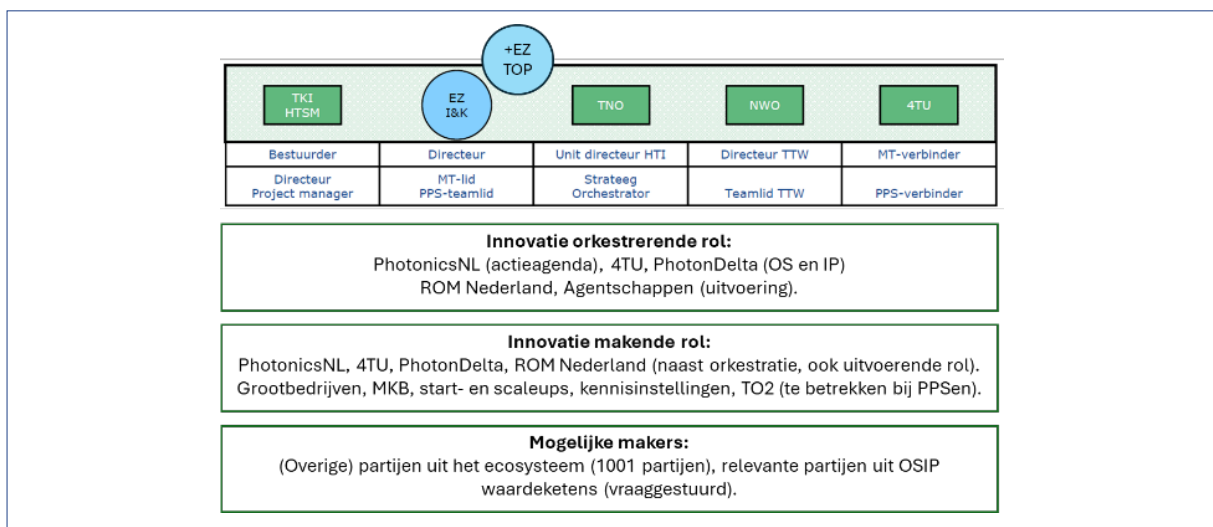
3 <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2025/10/17/kamerbrief-industriebeleid-met-focus>

4 <https://open.overheid.nl/documenten/45c20d3e-bd5f-4fc2-8239-af72634d0988/file>

technologie en haar toepassingen. Deze gerichte aanpak zou ook voor Optical Systems renderen. Gevolg is dus niet altijd ‘het geheel groter dan de som der delen’ behalen. Dit heeft direct markt-impact omdat potentiële eindgebruikers minder bekend raken met OSIP-kansen, waardoor de vraag en de investeringen achterblijven en innovaties in de labfase blijven. Of ze vertrekken naar het buitenland voor commercialisatie. Voor beide communities geldt eveneens dat de benodigde snelheid van vernieuwing lastig vol te houden is. Dit vraagt nu al om ondersteuning, maar ook na gerichte aanpak. OSIP-organisaties dienen grote technische en financiële risico’s te nemen om concurrerend te blijven in de wereld, wat significante investeringen vraagt. Opschalen van prototypes naar productie bijvoorbeeld (zoals pilot lines) is kapitaalintensief met terugverdientijden waarbij private partijen afhaken. Dit versterkt het concurrentienadeel ten opzichte van de VS en Azië. Ook kan Nederland nog additionele kansen pakken op Europese OSIP-vlak. Ten slotte is er een tekort aan talent en onderwijs. Er is een succesvol begin gemaakt op onderwijsontwikkeling (Master Plus Optics and Photonics), maar er is meer nodig om de industrie duurzaam te laten groeien.

Als OSIP zou kunnen doorpakken bij het oplossen van de onderliggende problemen, kan Nederland economische kansen grijpen in cruciale industrieën en ketens. Dan kunnen ook maatschappelijke uitdagingen beter worden opgelost, wat tevens onze soevereiniteit ten goede komt. Zonder Nederlandse OSIP-oplossingen wordt de energietransitie (zoals veilige waterstof-infrastructuur en datacenters met energiezuinige PICs) en zorgvernieuwing (zoals non-invasieve diagnosetechnieken) afhankelijk van buitenlandse technologie. Dit is ook een risico voor de *ationale veiligheid*. Fotonische chips, sensoren en optische componenten vormen de basis voor defensie en data- en telecominfrastructuur, waar strategische autonomie en weerbaarheid wenselijk is. OSIP-oplossingen kunnen leiden tot sterke control points in wereldwijde waardeketens.

Figuur 1 Innovatiecoalitie OSIP





Om de problemen op te lossen voor het gehele OSIP-ecosysteem van meer dan duizend organisaties is bundeling van krachten nodig met een *innovatiecoalitie*. Dit biedt coördinatie, regie en uitvoering aan het identificeren van de problemen, het ontwikkelen van oplossingen en de uitvoering daarvan. Deze actieagenda doet een voorstel hiertoe met een OSIP-innovatiecoalitie met betrokkenheid van PhotonicsNL, 4TU OpticsNetherlands en PhotonDelta. In het komend jaar wil de coalitie een definitieve inrichting kiezen. Strategie, regie en uitvoering van de actieagenda kan voor Optical Systems bij PhotonicsNL en OpticsNetherlands liggen, voor het Integrated Photonics deel bij PhotonDelta. De twee delen willen daarin samenwerken met Agentschappen en ROM Nederland. De uitvoering kan door innovatiemakers worden gedaan: kartrekkers op markt- of kennisgebied. Het realiseren van de innovaties kan in de waardeketen worden gedaan, op vraagbasis samen met de *makers* uit voornamelijk het OSIP-ecosysteem.

De voorgestelde innovatiecoalitie heeft voorwerk verricht met zeven uitvraagssessies met het ecosysteem in 2024 en 2025 in samenwerking met ROM Nederland. Met de resultaten van dit voorwerk kon de actieagenda OSIP worden opgesteld, met oplossingen voor de genoemde knelpunten. Voor het herstel en de versterking van het verdienvermogen op korte en middellange termijn zijn gerichte innovaties noodzakelijk die snel naar de markt kunnen worden gebracht. De innovatiecoalitie heeft hiertoe een groot aantal onderzoek-, innovatie- en ecosysteemprojecten geïdentificeerd, in publiek-private samenwerkingsvorm (PPS), voor groeimarkten en sectoren. De projecten zijn uitvoeringsklaar of kunnen in 2026 met het ecosysteem verder worden vormgegeven. Het biedt de regering een *investor ready* keuzekaart om op te investeren om achterstand in te halen en nieuwe impact te realiseren. Deze projecten vragen gerichte overheidsondersteuning. De gehele breedte van OSIP verdient ondersteuning om tot versnelde groei te komen. Deze actieagenda is daartoe als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 beschrijft het huidige ecosysteem inclusief een SWOT.
- Hoofdstuk 3 formuleert ambitie en opgaven in de periode tot 2035.
- Hoofdstuk 4 presenteert het raamwerk van de agenda: onderzoek, innovatie- en ecosysteem activiteiten voor OSIP-toepassingsgebieden, die aansluiten op groeimarkten en sectoren, met KPI's om de voortgang te meten.
- Hoofdstuk 5 beschrijft de hoofdlijn van de consortia van bedrijven en instellingen die in de toepassingsgebieden acteren (de PPS-en). Hiermee realiseert OSIP korte- en (middel)lange termijnverdienvermogen en -impact.
- Bijlage 'H5 PPS projecten' bevat de volledige beschrijving van al de PPS-projecten te vinden.
- Hoofdstuk 6 beschrijft de benodigde technologische verdieping voor een sterke kennisbasis.
- Hoofdstuk 7 beschrijft de ecosysteem-activiteiten om het innovatieklimaat te versterken op netwerken, talent en investeringen om zo een R&D-platform voor het OSIP-ecosysteem te leveren als aanjager voor nieuwe, duurzame verdien capaciteit.
- Hoofdstuk 8 en 9 beschrijven organisatie van uitvoering en vervolgstappen.

2. Analyse: de kansen van OSIP

2.1. Kracht van het Nederlandse OSIP ecosysteem

De kracht van het OSIP-ecosysteem ligt in de combinatie van aanwezigheid van wereldspelers, gespecialiseerde scale-ups en een sterke kennisinfrastructuur verspreid over meerdere regio's. OSIP-kennis en -technieken zijn zeer breed inzetbaar in vele sectoren en groeimarkten. De technologie en haar toepassingen dragen bij aan transformatie van digitale infrastructuren, mobiliteit, gezondheidszorg en industriële systemen richting snellere, duurzamere en aanzienlijk energiezuinigere oplossingen. Het ecosysteem bestaat dan ook uit veel partijen van verschillende omvang, met hoge diversiteit en uiteenlopende specialisaties.

Binnen *Optical Systems* bevinden zich de meeste organisaties en vele start- en scale-ups. Deze zijn actief in innovatieve markten én in groeimarkten alwaar zij *control points* hebben of kunnen bereiken in diverse waardeketens. Economische waarde van het OSIP-ecosysteem wordt dan ook grotendeels in Optical Systems behaald, met bedrijven als:

- ASML: wereldleider lithografiesystemen, hoogste R&D-budget optical systems.
- Signify: wereldleider verlichtingssystemen diverse industrieën en toepassingen.
- Demcon: ontwikkelaar en producent complexe systemen in diverse industrieën.
- Somni Solutions: ontwikkelaar fiber-optische meetinstrumenten.
- Optics11: ontwikkelaar (vroeg) waarnemingssystemen defensie en zorg.

Integrated Photonics heeft een sterk groeiend ecosysteem werkend in een waardeketen die vergelijkbaar is aan de semiconductor-industrie. PhotonDelta werkt hierin samen met industrie, instellingen en universiteiten aan ontwikkeling van een Integrated Photonics ecosysteem met een end-to-end-waardeketen van ontwerp, productie, testing, packaging en toepassing van fotonische chips. Voor Integrated Photonics zijn dit bedrijven zoals:

- Quix Quantum: ontwikkelaar quantum computers met Integrated Photonic chips.
- SMART Photonics: foundry Indium Phosphide (InP) Integrated Photonic chips.
- Lionix International: ontwikkelaar MEMS en fotonische chips voor diverse industrieën.
- Effect Photonics: ontwikkelaar Integrated Photonic chips voor communicatie- en data.
- PhotonFirst: ontwikkelaar van Integrated Photonic meetsystemen.

Een organisatie in het ecosysteem die gebruik maakt van zowel Optical Systems als Integrated Photonics technieken en -componenten, is bijvoorbeeld TNO, met één van de grootste optica-researchfaciliteiten in Nederland en verantwoordelijk voor PIXEurope. Daarnaast zijn er in deze actieagenda ook PPS-projecten waar beide OSIP-onderdelen samenkomen.

De bedrijven in het ecosysteem hebben relatief hoge uitgaven aan R&D en werken daarbij vaak samen met kennisinstellingen die unieke infrastructuur hebben: regionale hubs. Dit versnelt innovatie van lab naar markt en leidt tevens tot spin-offs. Bekende hubs zijn:

- Brainport-regio – thuisbasis van het Holst Centre, TU Eindhoven en een aantal hogescholen. Daarnaast HighTechCampus en het BIC: een high-tech bedrijvencluster.
- Oost Nederland – waar hogescholen, de Universiteit Twente, Radboud Universiteit en innovatieve foundries zoals New Origin zijn gevestigd.

- Randstad-regio – TUDelft, VU Amsterdam, UU, LEI, TNO, ARCNl en hogescholen zijn zelfstandig maar ook gezamenlijk actief op geavanceerde optica.
- Wageningen-regio – Universiteit Wageningen werkt samen met bedrijven op geavanceerde optische agri-food toepassingen en heeft een leidende positie.

Ook koepelorganisaties spelen een rol. Branchevereniging PhotonicsNL verbindt organisaties met events, netwerkvorming en informatievoorziening, voor Optical Systems en Integrated Photonics. Optics Netherlands verbindt de vier technische universiteiten in Nederland en ondersteunt onderzoek, opleiding en innovatie voor het OSIP-ecosysteem. PhotonDelta investeert in start-ups, financiert innovatieprojecten en bouwt een internationaal Integrated Photonics-ecosysteem. Een uitgebreide analyse van hubs en clusters wordt gegeven in de analyse van TNO⁵ over het OSIP-ecosysteem.

Internationale positionering

Het Nederlandse ecosysteem maakt deel uit van bredere EU-initiatieven zoals Photonics21 Partnership (via lidmaatschap en projectdeelname), EPIC (European Photonics Industry Consortium), EU-programma's binnen Horizon Europe, Quantum Flagship, PIXEurope, Chips Joint Undertaking (via PhotonDelta en EPoSS) en is onderdeel van de EU ChipsAct.

Internationale afhankelijkheid

Het OSIP-ecosysteem heeft een aantal internationale afhankelijkheden. Een aantal kritische grondstoffen voor OSIP-componenten worden geïmporteerd uit landen buiten de EU. Barrières voor toetreding tot buitenlandse groeimarkten veroorzaken een disbalans ten opzichte van concurrenten in andere regio's van de wereld. Deze afzetmarkten zijn van cruciaal belang, ook voor R&D-uitgaven in Nederland. Het creëren van strategische samenwerkingen om deze afhankelijkheden te adresseren kan dit oplossen. Hiertoe wordt internationalisering als activiteit opgenomen in deze actieagenda. Als laatste ervaren een aantal sectoren meer wet- en regelgeving gerelateerd aan technologie, zoals medische toepassingen, wat een drempel vormt voor nieuwe toetreders. Ook hiertoe doet deze actieagenda een voorstel.

Overheidsinstrumentarium

Veel OSIP-organisaties doen een beroep op het beschikbare overheidsinstrumentarium van fiscale regelingen, subsidies en kredieten, een gevolg van het moeten nemen van zeer grote risico's om technisch voorop te blijven. De markt is simpelweg beperkt bereid deze risico's te financieren. Het huidige instrumentarium biedt kansen om deze meer te richten op de NTS, opdat deze meer toegankelijk worden voor deeptech-bedrijven en scale-ups in verband met hun financiële positie, of door een generieke PPS-regeling.

Human capital

Het ecosysteem profiteert van een traditie van publiek-private samenwerking en een cultuur van open innovatie. Opleidingsinstellingen leverden vooral in het verleden goed opgeleide

5 <https://publications.tno.nl/publication/34641692/NI96Dr/TNO-2023-R12009.pdf>

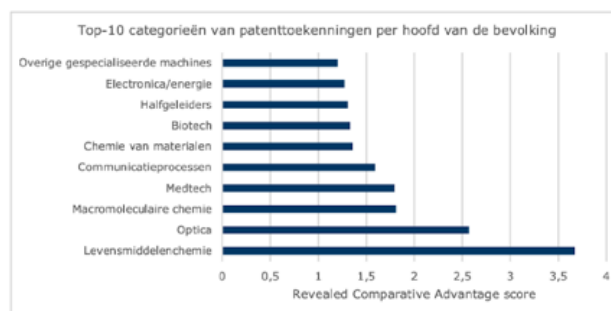
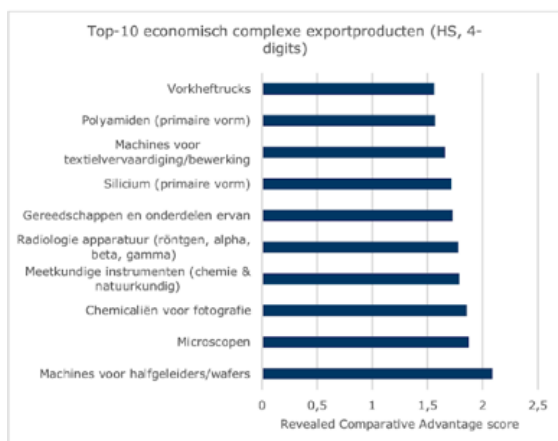
vakmensen aan het OSIP-ecosysteem. De benodigde instroom is inmiddels ontoereikend. Dit is een direct gevolg van te weinig passende opleidingsrichtingen voor instroom en werkenden. Het recent gestarte MPOP-opleidingsprogramma is gezamenlijk ontwikkeld met bedrijven en onderwijsinstellingen met als doel studenten aan te trekken. Een dergelijke aanpak kan worden uitgebreid naar MBO, HBO en Life long learning. Dit dient ook de groeiende groep jonge ondernemers die OSIP-innovaties naar de markt willen brengen en gespecialiseerd personeel nodig hebben. Tenslotte wordt er veel gevraagd van deze OSIP-ondernemers. Met meer persoonlijke begeleiding door gelijken kan falen vroegtijdig worden voorkomen.

SWOT OSIP-ecosysteem: sterktes en zwaktes van het ecosysteem:

De **kracht** van het OSIP-ecosysteem ligt in

1. specialisatie op niches,
2. de positie in de waardeketen en
3. sterke IP-positie.

In Optical Systems (OS) ligt de sterkte van de bedrijven in specialistische, lastig kopieerbare (en verplaatsbare) kennis en goede IP-posities voor het ontwikkelen van unieke optiek, sensoren of complexe optical systems. Dit zijn kerncomponenten voor het functioneren van producten of systemen waardoor OS-bedrijven in waardeketens control points hebben. Zij leveren aan uiteenlopende sectoren in binnen- en (vooral) buitenland zoals ruimtevaart, defensie, medische techniek en hightech-machinebouw. Van de top-10 complexe exportproducten staan systemen waarin optical systems een hoofdrol spelen op plaats 7, 9 en 10 - zie figuur 2.



Figuur 2 en 3: top 10 economisch complexe exportproducten en top 10 patenten meeste impact*

* https://en.wikipedia.org/wiki/Revealed_comparative_advantage

Nederland staat op het vlak van Optical Systems in de top 10 van patent-toekenningen per capita - zie figuur 3 gemeten naar economische impact⁶. In Integrated Photonics bouwt Nederland aan een uniek ecosysteem waar vanuit de wereldleidende positie in het fundamentele en toegepast onderzoek op het gebied van integrated photonics, nieuwe bedrijven zijn ontstaan die de gehele waardeketen van design en productie tot haar toepassingen bevatten. Mede door ondersteuning van het Nationale Groeifonds (NGF), een publiek-privaat programma van €1,1 miljard waarvan €470 miljoen publieke middelen⁷, is er geïnvesteerd in infrastructuur, onderzoekprogramma's en bedrijven. Nederland bouwt aan een toonaangevend ecosysteem waar de technologie en haar toepassingen een wereldmarkt moeten gaan bedienen.

De **zwakte** van het OSIP-ecosysteem is

1. financiering,
2. market-making en
3. academische versnippering.

Het OSIP-ecosysteem bestaat uit een aantal grote en vele kleine partijen actief in diverse sectoren in binnen- en buitenland, in zowel bestaande- als groeiemarkten. Het ondersteunen van een dergelijk groot divers ecosysteem vraagt meer en actieve begeleiding. Nederland kan daarmee een rol op wereldniveau krijgen in de ontwikkeling en de productie van OSIP-systemen. Er moeten echter technische en financiële risico's worden genomen die te hoog zijn voor veel organisaties en lastig privaat zijn te financieren. Het huidige instrumentarium als alternatief is, zoals al beschreven, niet voldoende om dit op te lossen. Extra selectieve en gerichte steun van de overheid kan hier helpen, dat laat het NGF PhotonDelta zien.

Integrated Photonics is zo doende met eerste verkopen in diverse volumemarkten als datacommunicatie en AI maar het daadwerkelijke volume is hierbij vervolgens nodig om kosten per eenheid te verlagen. Dit is eenzelfde uitdaging als in de semiconductormarkt. Optical Systems-bedrijven dienen grote diversiteit aan vernieuwingen versneld naar de markt te brengen wat zeer grote risico's én investeringen in ontwikkeling vraagt. De overheid kan hier helpen door financiële ondersteuning bij het aanjagen van de marktvraag.

Dit speelt ook bij de academische OSIP-community, georganiseerd in het 4TU Optics Netherlands research centre. Om onderzoek, opleiding en innovatie te versterken en te versnellen, zijn ook hier extra middelen nodig voor uitbreiding in Nederland, om zo versnippering tegen te gaan. Veel academisch onderzoek vindt nu plaats op verschillende instituten met subkritische groepen. Dit staat in contrast met bijvoorbeeld Duitsland, met een centrum rond Universität Jena.

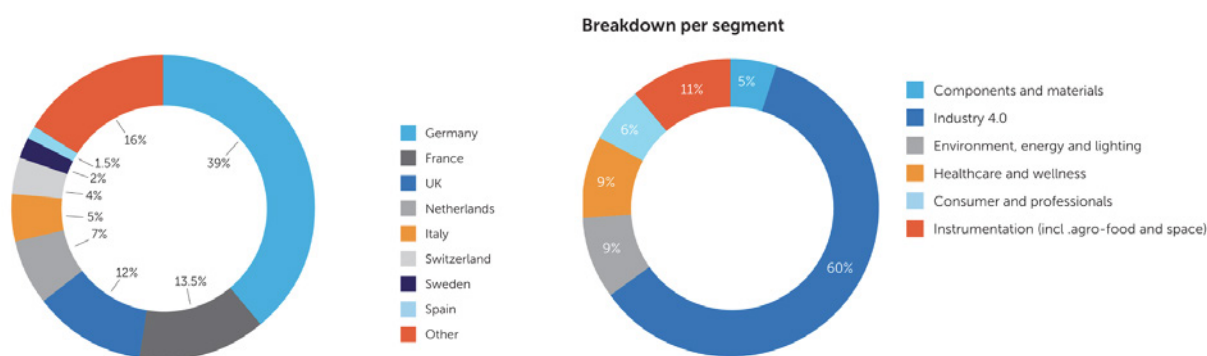
6 https://en.wikipedia.org/wiki/Revealed_comparative_advantage

7 https://www.optica-opn.org/home/industry/2022/april/photondelta_snags_massive_new_investment/

2.2. Kansen en uitdagingen

Het wereldwijde marktpotentieel van het OSIP-ecosysteem is zeer groot en groeit gestaag. De wereldwijde OSIP-markt werd in 2020 geschat op €615 miljard Euro⁸ en groeit naar verwachting richting €2 biljoen in 2030⁹, gedreven door de toepassingen waar OSIP op actief is. Europa had in 2020 circa 15,5% van de wereldmarkt in handen, na China de grootste producent. Volgens Photonics21 is een groei van Europese OSIP productie naar >€200 miljard in 2030 realistisch als we voorop blijven lopen. Onderzoek van Photonics21¹⁰ bepaalde de Europese markt van optical systems en integrated photonics gerelateerde producten en systemen in 2022 op indicatief €124,6 miljard met een groeipercentage (CAGR) van 6,5% van 2019-2022, zie figuur 4.

Nederland heeft daar een aandeel van 7% in, van totaal €8,6 miljard en een groeipercentage (CAGR) van 11,5%¹¹, mede dankzij prestaties van ASML. De omzetten zijn gerealiseerd door circa 24.000 werkenden in Nederland. Uitsplitsing van omzet per segment is ook in figuur 4 gegeven.



Figuur 4 Europese OSIP markt (links) en opdeling Nederlands aandeel in segmenten (rechts)

Grote economische waarde Optical Systems in OSIP voor Nederland: 4% BNP

Recent onderzoek van TNO uit 2023¹² heeft uitvoeriger de Nederlandse markt onderzocht. Dit herbevestigt het Nederlandse aandeel iets hoger, €8,8 miljard. Dit gaat alleen over bedrijven die zijn geïdentificeerd door experts. TNO heeft ook onderzocht welke partijen onbekend waren op basis van gegevens bekend bij de subsidie-agentschappen in Nederland. TNO kwam zo op 1001 organisaties actief in het OSIP-ecosysteem die gemiddeld jaarlijks €40,2 miljard aan omzet realiseren, gecorrigeerd voor het aandeel optical systems en integrated photonics. Het overgrote deel van de omzet wordt gerealiseerd door bedrijven actief in Optical Systems. De totale omzet van de organisaties actief in het OSIP-ecosysteem is €40 miljard, grotendeels export. Het BNP van Nederland in hetzelfde jaar was €1.050 miljard¹³. Zo vormde OSIP bijna 4%

⁸ <https://www.electronicsspecifier.com/news/analysis/european-photonics-to-create-1-million-jobs-by-2030/>

⁹ <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/photonics-market-market>

¹⁰ <https://www.flipsnack.com/photonics21/market-research-study-photonics-2024/full-view.html>

¹¹ https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Market_Research_Study_Photonics_2024.pdf

¹² <https://publications.tno.nl/publication/34641692/NI96Dr/TNO-2023-R12009.pdf>

¹³ <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/85865NED/table?ts=1760968329011>

van de Nederlandse economie, met een CAGR van 11,5%. Voor Integrated Photonics ligt de CAGR ruim boven de 20%. OSIP sluit aan op zes van de twaalf sectoren, twaalf van de 31 groeimarkten (waaronder Integrated Photonics) en met meerdere activiteiten op vier van de zes markten voor gericht industriebeleid, zie figuur 5.

Hier zijn de typische kenmerken van een sleuteltechnologie zichtbaar: veel aansluitingen op diverse sectoren, waar juist nu én in de toekomst verdienvermogen kan worden gerealiseerd; toepassingsgebieden, of markten waarin eindgebruikers van OSIP-producten en -componenten actief zijn en waar de impact wordt behaald. Dit lichten wij in Hoofdstuk 4 toe.

Markten, sectoren en toepassingen OSIP	Toepassingsgebied								
	Groeimarkten	LaserSatCom Fotonische chips	Radarsystemen Fotonische chips	Machines AgriFood Fotonische chips	Apparatuur Diagnose en therapie Fotonische chips	Analoge chips Fotonische chips Chip machines	Quantum-sensoren	Nieuwe generatie zonnepanelen Waterstof-hub	Radarsystemen Fotonische chips
	Sectoren	Waarneming en connectiviteit	Waarneming en connectiviteit	Machinebouw	Medische technologie	Halfgeleiders	Quantum toepassingen	Energie technologie	Waarneming en connectiviteit
	Gericht industriebeleid	D.S.I.I.		Machinebouw		Halfgeleiders Machinebouw	D.S.I.I.	Innovatieve Chemie	D.S.I.I.

Figuur 5 OSIP toepassingsgebieden - groeimarkten - sectoren - gericht industriebeleid

In samenwerking met de ROMs is deze actieagenda voorts aangesloten op zes van de veertien regionale waardeketens. Als laatste is het OSIP-ecosysteem met innovatieprogramma's aangesloten op veel onderwerpen van de Photonics21¹⁴ EU-agenda zie figuur 6. Dit maakt impact realiseren binnen én buiten Nederland mogelijk.

ROM Waardeketens	Photonics 21 Strategic Value Chains
Robotisering en AI in Land- en Tuinbouw	Digital infrastructure
Drones voor defensie	High performance computing and quantum computing
Autonome productiesystemen	Health
Quantum Communicatie en -Computing	Augmented and virtual reality - for a European metaverse
Semicon Supply Chain	Space and Defence
Medtech	Agriculture and Food
	Industry 5.0 and manufacturing
	Automotive and mobility
	Renewable energies
	Core Photonics

Figuur 6 Regionale OSIP waardeketens versus Europese (Photonics21) OSIP-waardeketens

14 https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Photonics21_Multi-annual_Strategic_Roadmap_2023-2030.pdf

Optical Systems en Integrated Photonics staan bekend als enablers voor oplossingen op terreinen van groot maatschappelijk belang. Enkele voorbeelden:

- *Energie & klimaat:* OSIP-sensoren en -meetsystemen dragen bij aan veiligheid en efficiëntie in energietransitie – zoals optical systems voor waterstofdetectie waardoor grootschalige toepassing van H₂ mogelijk wordt. Photonic integrated circuits zorgen voor snelheid, bandbreedte en lager energieverbruik in data- en telecom. Optische coating- en concentratietechnieken verbeteren fotovoltaïsche energieopwekking. Optical systems monitoren emissies, zoals methaan-lasers, voor de klimaatdoelen.
- *Communicatie, veiligheid & mobiliteit:* inzet van LiDAR, optische gyroscopen en camera's in verkeer dragen bij aan verkeersveiligheid. In defensie zorgen optical systems voor betere detectie, zoals in nachtzicht en drone-sensors, en voor communicatiedoeleinden. Optische communicatie is af luister veilig. Eigen PIC's in strategische communicatiesystemen maken ons onafhankelijk van elders gemaakte hardware en worden in de toekomst onmisbaar voor datacenters.
- *Gezondheid & welzijn:* OSIP maakt medische diagnostiek sneller, goedkoper en minder belastend door binnenkort real-time diagnoses met behulp van Integrated Photonic labs-on-chip of Optical biopsie te bieden, waardoor ziektes zoals kanker vroeg opgespoord worden. Therapieën worden preciezer en minder invasief door laserchirurgie en fotodynamische therapie. Door wearables die OSIP-sensoren bevatten kunnen vitale waarden continu worden gemonitord.
- *Landbouw & voeding:* OSIP maakt zeer nauwkeurige en real-time metingen mogelijk voor bodemkwaliteit, gewasgezondheid, watergebruik, voedselveiligheid en versheid, waardoor landbouw en voedselproductie slimmer, duurzamer en efficiënter worden. Zeer zuinige verlichtingssystemen kunnen op maat de juiste golflengtes geven voor elke levensfase van elk gewas. Hyperspectrale camera's zorgen voor realtime kwaliteitscontrole van voeding, tegen voedselverspilling en voor voedselveiligheid.

Positionering Nederlands OSIP-ecosysteem

Nederland heeft een aantal unieke eigenschappen, die ons daardoor goed positioneren om bovengenoemde kansen te grijpen. We hebben wereldleidende organisaties in sleutelposities, zoals ASML in chipmachines, Signify in lighting en TNO voor optica voor satellieten. Hierdoor zit Nederland met Optical Systems in het hart van bepalende waardeketens, met sterke control points. Dit betekent een stevige uitgangspositie voor innovaties en uitbouw van verdienvermogen. Er is een vrijwel volledige end-to-end-waardeketen aanwezig in Nederland voor Integrated Photonics. Dit betekent dat van fundamenteel onderzoek tot en met test, productie en systeemintegratie hier plaatsvindt – innovaties kunnen dus *thuis* worden ontwikkeld en opgeschaald. PhotonDelta's ecosysteem van tientallen start-ups, scale-ups, technologie- en R&D-partners illustreert dit.

Nederlandse kennisinstellingen behoren tot de Europese top op OSIP-gebied. Ons fundamenteel onderzoek is toonaangevend:

- TUDelft op lichtbronnen en detectoren,
- AMOLF en TU/e in nanofotonica, UT in biosensoren en
- TNO, TUDelft en TU/e in afbeeldende- en verlichtingsoptiek.

Nederland loopt in Europa voorop in patentaanvragen in OSIP (zie figuur 3 en 4): een voedingsbodem voor nieuwe toepassingen. Het ecosysteem kent als laatste een traditie van samenwerking. Publiek-private samenwerking (PPS) is in OSIP verankerd; de afgelopen vijf jaar waren er meer dan zeventig grote PPS-en.

Uitdagingen:

Ondanks de sterke uitgangspositie zijn er grote uitdagingen die het Nederlandse OSIP-ecosysteem moet overwinnen en dat niet zonder verdere ondersteuning zelf kan. Nederlandse OSIP start-ups en scale-ups slagen er vaak in naar de fase van proof-of-concept te komen. De integrated photonics-bedrijven profiteren hierbij van steun van het NGF PhotonDelta. Doorgroeien naar volwaardige productie vergt grotere investeringen van vaak tientallen miljoenen euro. De financiering daarvoor blijft achter ten opzichte van landen buiten de EU. Bovendien, als het echt interessant wordt, nemen buitenlandse financierders het over. Tien prominente scale-ups, de zogeheten Tech Champions, bevestigen dit in hun Manifest¹⁵. Amerikaanse en Aziatische techgiganten, zoals Google, Huawei en Intel investeren enorme R&D-budgetten in de ontwikkeling van onder meer integrated photonic chips, AR-headsets en quantum-toepassingen. De meerderheid van publicaties in het OSIP-werkveld is in Azië geregistreerd. Onze waardeketen voor kritieke componenten is kwetsbaar. Afhankelijkheden – zoals die van Amerikaanse ontwerp-software – kunnen bij geopolitieke spanningen problematisch worden. Veel optische componenten bevatten zeldzame aardmaterialen, ook kwetsbaar voor geopolitieke spanningen. De uitdaging is diversificatie of eigen capaciteit te ontwikkelen, wederzijdse afhankelijkheden te creëren, zonder open handel te verliezen. Het ecosysteem heeft verder aangegeven meer ondersteuning nodig te hebben op business development, internationalisering, coaching en regelgeving als gevolg van de grotere complexiteit in markten. Het ontbreekt aan middelen en instrumenten om ondersteuning te bieden.

2.3. Internationale positionering

Op wereldwijd niveau is de concurrentie en samenwerking georganiseerd rond strategische waardeketens en innovatiehubs. Europa loopt voorop in *actuaiaanvragen* en sterk fundamenteel onderzoek in OSIP, maar vecht tegen concurrentie van de VS en China. De EU heeft om die reden een Photonics21 publiek-privaat partnerschap opgezet en streeft naar technologische soevereiniteit¹⁶. Naast Nederland zijn enkele andere *Europese hotspots* volgens Photonics21:

- **Duitsland:** Fraunhofer- en Max Planck-instituten zijn koplopers in laser- en optica-onderzoek. Bedrijven als Carl Zeiss en Trumpf geven Duitsland een leidende rol in geavanceerde optical systems (van ruimtevaartoptiek tot machine vision). Duitsland is bovendien partner in grote projecten zoals de James Webb Space Telescope, waar optische technologie van onder andere Zeiss in zit, en met ASML.

¹⁵ <https://techchampions.nl/>

¹⁶ https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Photonics21_Multi-annual_Strategic_Roadmap_2023-2030.pdf

- **België:** imec, een wereldvermaard nanotechnologie- en halfgeleidercentrum dat ook in fotonica excelleert (zoals Si-photonics). België is via Vrije Universiteit Brussel ook een sterke stuwende kracht in Europese wetenschappelijke optica-netwerken.
- **Frankrijk en Oostenrijk:** Frankrijk kent meerdere fotonica- en quantum-start-ups (Parijs-Grenoble), ondersteund door instituten als CNRS en CEA-Leti. Oostenrijk (Wenen, Innsbruck) is toonaangevend in quantum-optica-onderzoek, bekroond met een Nobelprijs in Physics 2022 (Anton Zeilinger). Beide landen investeren in nationale programma's (zoals de Franse *Plan Quantique*, dit omvat optica).
- **Spanje en Italië:** deze landen hebben focus op quantumcommunicatie. Italië en Spanje samen aan integrated photonics voor quantumcomputers en sensoren (de EuroHPC- en Quantum Flagship programma's). Nederland en Spanje zijn gezamenlijk trekker op het integrated photonic chip pilot line uit de EU Chips Act.

Apart noemen we nog het Verenigd Koninkrijk, waar in Wales en Londen OSIP en crossovers van OSIP-AI zijn. In Oxfordshire vinden veel quantumontwikkelingen plaats. Techreuzen zijn er in de VS, met sterke start-up-cultuur; silicon photonics startte grotendeels daar (Bell Labs, Intel). Grote investeringen via DARPA (zoals Raytheon) en nu de CHIPS and Science Act stuwden de VS omhoog. Amerikaanse hyperscalers (Google, Meta, Apple, Microsoft en Amazon) zijn dominant. Met NVIDIA beschikken de VS bovendien over de marktleider in de hardware-infrastructuur die deze datacenters aandrijft. Taiwan is cruciaal in de productie van de chips waarop veel infrastructuur op draait. China investeert in OSIP als onderdeel van Made in China 2025 en heeft sterke posities in massaproductie van opto-elektronica (zoals lasers, lenzen en andere optische componenten, zonnepanelen en LED's) en ondersteunt deze industrie actief. Nederland kan inspiratie halen uit deze hotspots en kansen pakken door de krachten te bundelen in een innovatiecoalitie.

Partners

Nederland onderhoudt intensieve banden met internationale partners. EPIC (European Photonics Industry Consortium) met hoofdkantoor in Parijs verbindt meer dan achthonderd optica- en integrated photonicsbedrijven wereldwijd waaronder vele Nederlandse¹⁷. PhotonDelta en QuantumDeltaNL opereren grensoverschrijdend. ASML's samenwerking met Zeiss (DE) is exemplarisch, en later verbreed naar TNO en imec (BE). Tussen deze hotspots is er vooral concurrentie op het aantrekken van investeringen (place branding, infrastructuur) en (toegang naar) talent (en kennis): het beperkt beschikbare personeel.

2.4. Conclusie: kansen voor de toekomst

Nederland heeft een gunstige uitgangspositie, maar ook een aantal zwaktes en bedreigingen die door uitvoering van deze actieagenda opgelost kunnen worden om zo verdienvermogen veilig te stellen. Want ondanks een sterk fundament dienen we scherpe keuzes te maken en gericht op te treden om top 5 speler te worden tegen 2035. We moeten ambitieus opschalen (in omvang en impact), verbinden (nationaal en internationaal) en versnellen (innovatie naar de markt brengen).

¹⁷ <https://epic-photonics.com/>



Deze ambitie leidt tot een aantal opgaves die oplossingen nodig hebben. Dit is samengevat in de SWOT voor het OSIP-ecosysteem in figuur 8.

SWOT-analyse – Nederland in internationaal perspectief (optica & fotonica)	
Sterktes (Strengths)	Zwaktes (Weaknesses)
Sterk ecosysteem met wereldspelers zoals ASML en Signify	Ecosysteem is versnipperd, ecosysteemfinanciering ontbreekt
Clusters van kennisinstellingen en hightech MKB/Grootbedrijf	Private financiering van topositie is lastig
Specialisatie op niches, control points in waardeketens	2 snelheden: Optical systems in mature markten, Integrated Photonics nieuwe waardeketen
Wereldwijde topositie in octrooien per capita (optica/fotonica)	Tekort aan gespecialiseerd talent en onvoldoende scholingsaanbod
Kansen (Opportunities)	Bedreigingen (Threats)
Korte-termijn- én nieuw verdienvermogen met Optical Systems (4% BNP)	Noodzaak begeleiding start-ups en MKB op financiering, regelgeving, coaching, standaarden
Nieuw verdienvermogen met Integrated Photonics	Geopolitieke risico's (afhankelijkheid, handel, exportrestricties, supply chains, grondstoffen)
Tienduizenden extra hightech banen tegen 2030	Vergrijzing verhoogt druk verder op tekort aan talent
Sluit aan op helft alle sectoren, groeimarkten én gericht industriebeleid EZ	Financiering start-en scaleups steeds uitdagender
Grote bijdrage aan oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen	

Figuur 8 SWOT OSIP

3. Ambitie

De Nationale Technologiestrategie (NTS) heeft voor OSIP de volgende ambitie geformuleerd: “In 2035 is Nederland wereldleider in ontwikkelen en produceren van next-gen heterogeen geïntegreerde complexe systemen gebaseerd op optica en geïntegreerde fotonica”. Deze actieagenda hernieuwd de NTS-ambitie met specifieke focuspunten voor 2035:

Tegen 2035 wil Nederland uitgegroeid zijn tot een internationale koploper in Optical Systems & Integrated Photonics (OSIP). De sector moet minimaal verdubbelen in omvang, met 30.000 extra banen en €80 miljard aan omzet, grotendeels export. Nederlandse bedrijven streven naar een groter mondiaal marktaandeel en het ontstaan van meerdere unicorns. OSIP-technologieën dragen voor de maatschappij zichtbaar bij aan klimaatdoelen, energievoorziening, gezondheidszorg en verkeersveiligheid, en versterken de nationale technologische soevereiniteit. Dit wordt ondersteund door een goed gefinancierd en samenhangend ecosysteem met publiek-private projecten, Europese samenwerkingen, gespecialiseerde opleidingen en onafhankelijkheid in cruciale grondstoffen en componenten.

Economische en maatschappelijke opgave

In 2035 ambiëren we in Nederland economische verdubbeling in omvang van OSIP-sectoren ten opzichte van nu, wat zich uit in fors meer banen en bedrijven. Photonics21 voorspelt tot 1 miljoen nieuwe fotonica-banen in Europa in 2030 bij voortgezette investeringen¹⁸. We mikken erop dat Nederland een evenredig aandeel hiervan binnenhaalt (indicatief 30.000 banen *extra* boven op de vervangingsopgave). En we mikken op tientallen miljarden Euro extra omzet te genereren in OSIP-markten. Deze groei is haalbaar gezien de trends (de *wereldmarkt* groeit naar meer dan €600 miljard in 2025 en verder³⁷), de toegevoegde waarde van Nederlandse hightech- en de verwachte groei van de integrated photonics-industrie in Nederland. We streven ernaar dat Nederland nieuwe *unicorns* (waarde meer dan €1 miljard) in OSIP voortbrengt en dat gevestigde OSIP-spelers hun marktaandeel vergroten. Maatschappelijk gezien leveren Nederlandse OSIP-innovaties zichtbare bijdragen aan klimaat en welzijn (zie ook de toekomstvisie bij hoofdstuk 1 - Inleiding). En in 2035 heeft Nederland afhankelijkheid wederzijds ingericht of zich losgemaakt van non-EU technologie-leveranciers.

Innovatieopgave

Onze ambitie is dat Nederland in 2035 bekendstaat als een *hotspot van optica- en fotonica-innovatie*, waar baanbrekende nieuwe producten vandaan komen. Om dat te kunnen realiseren gaan we de innovatieopgave aanpakken met nieuwe publiek-private innovatiegerichte samenwerkingsprojecten, die resultaten opleveren met de potentie wereldwijd bepalend te worden en economische en maatschappelijke baten te leveren in de geselecteerde toepassingsgebieden. De nieuwe PPS-en in deze actieagenda dragen bij aan het versterken van groeimarkten, bestaande markten en sturen op autonomie. Velen zijn startklaar, een aantal in ontwikkeling en een aantal in de vormingsfase. In de nabije toekomst zijn nieuwe, nu nog

18 <https://www.electronicsspecifier.com/news/analysis/european-photonics-to-create-1-million-jobs-by-2030/>

onbekende, initiatieven te verwachten. Daarnaast kan opschaling gefaciliteerd worden door met de PPS-en ook prototyping- en testfaciliteiten beschikbaar te maken om zo de *valley of death* tussen lab en markt te doorbreken. In 2027 moet in Nederland een integrated photonics pilotproductlijn bij TNO operationeel zijn. Infrastructuurontwikkeling is nodig voor nieuwe optische componenten, zoals 3D printed optics, GRIN, metasurfaces en freeform optics, genoemd in diverse PPS-en in deze actieagenda. Mkb en start-ups dienen toegang te hebben tot gedeelde faciliteiten (pilot lines, testlabs, Qurius) om technologie op te schalen. De innovaties in de PPS-en beperken zich niet tot één discipline – OSIP is multidisciplinair en sluit aan op andere actieagenda's. We sluiten ook aan op het advies van Wennink met een voorstel voor een substantiële investering in het Nederlandse integrated photonics-ecosysteem. Bij de Semicon Board-sectoragenda wordt tevens gewerkt aan versterking van het integrated photonics-ecosysteem in Nederland. De integrated photonics PPSen uit deze actieagenda zullen dan ook gedeeltelijk moeten aansluiten op het advies van Wennink en de sectoragenda.

Kennis- en technologie opgave

In 2035 moet Nederland beschikken over *wereldklasse kennis en faciliteiten* voor het OSIP-ecosysteem. Dit betekent opzet van een kennisconsortium voor het OSIP-ecosysteem, het veiligstellen van meerjarig onderzoeksgeld, opstarten van nieuwe opleidingen en investeren in faciliteiten. Voor kennis- en technologieontwikkeling zijn in 2035¹⁹ sterke onderzoeksgroepen nodig op alle relevante deelgebieden. In 2035 dienen er vier extra OSIP-opleidingen op MBO-, HBO- en WO-niveau te zijn, en jaarlijks 100 nieuwe OSIP-PhD-posities, ontwikkeld met kennisinstellingen en bedrijven. Het is nu lastig om dergelijke curricula vorm te geven (zoals HBO-minor Photonics, een master OSIP komend uit de samenwerking MasterPlus Optics & Photonics²⁰ mede gefinancierd door PhotonDelta).

Ecosysteemopgave

In 2035 moet het OSIP-ecosysteem een hechte, goed georganiseerde community zijn die nieuwe spelers integreert en gezamenlijk internationale kansen pakt. Deze *menselijke en organisatorische kant* van de sleuteltechnologie is vaak beslissend voor succes, vandaar dat we in hoofdstuk 7 hier concrete acties voor benoemen. De OSIP-innovatiecoalitie met daarin de belangrijkste stakeholders van het ecosysteem moet daarom verder versterkt worden. Voor integrated photonics bestaat deze al met PhotonDelta. Voor Optical Systems is dit er nog niet. Ondanks dat moeten we actiever netwerken en ondersteunen op business development om nieuwe toetreders (start-ups, bedrijven uit andere sectoren) te verwelkomen en te begeleiden. Het wordt noodzakelijk *talent te circuleren* tussen instellingen en bedrijven via duale promotietrajecten of personeel dat overstapt (kennis verspreiden). De overheid kan ondersteunen met programma's voor uitwisseling en intra-company opleiding. In 2035 dient er een stevige basis van durfkapitaal beschikbaar te zijn in Nederland voor OSIP en dient OSIP integraal deel uit te maken van waardeketens.

19 <https://www.electronicsspecifier.com/news/analysis/european-photonics-to-create-1-million-jobs-by-2030/#:~:text=%E2%80%9CA%20coordinated%20strategy%20involving%20all,today%20cannot%20be%20over%20emphasized>

20 <https://www.mpop-programme.com/>

4. Het OSIP-Innovatieprogramma

4.1. Inhoudelijke focus en samenhang van het programma

Het OSIP-ecosysteem heeft onderzoek van Photonics21²¹ als basis genomen, deze beschrijft samenhang tussen OSIP en waardeketens waar OSIP economische en maatschappelijke impact in maakt (figuur 9). Deze waardeketens zijn niet allemaal voor Nederland van belang. Dit hangt af van de aanwezigheid van goede uitgangspunten en partijen die het potentieel hebben een control-point in een waardeketen te verkrijgen, of dat al bezitten.



Figuur 9 Photonics21 Europese OSIP waardeketens



Figuur 10 Kennis naar Impact

Om OSIP succesvol te maken in Nederlands perspectief is een integrale aanpak nodig voor de maatschappelijke-, economische-, kennis-, innovatie- en ecosysteemopgaven, zoals gegeven in figuur 10. Kennis wordt met de juiste randvoorwaarden geleid naar innovaties in sectoren, groeimarkten en industrieën, in voor OSIP relevante toepassingsgebieden om zo economische en maatschappelijke impact te realiseren. Om dit te onderzoeken vanuit *markt, technisch, organisatorisch en maatschappelijk perspectief* voor het Nederlandse ecosysteem heeft het OSIP-schrijfteam, in samenwerking met het Nederlandse ecosysteem, een reeks uitvraagssessies uitgevoerd. Zo is onderzocht waar OSIP-onderzoek, -ontwikkeling en -netwerkondersteuning versneld naar economische, maatschappelijke, impact kan worden gebracht: **OSIP-toepassingsgebieden**, en waarbij in 2035 versneld meerdere generaties innovaties zouden kunnen worden gerealiseerd.

Bij het ecosysteem is ook uitgevraagd wat kansen, bedreigingen, sterktes en zwaktes zijn. Deze sessies zijn gehouden in vijf regio's (N, O, Z, W, midden) samen met de ROM's. Apart vonden er twee sessies plaats met wetenschap. Bij de uitvraagssessies waren in totaal **360 OSIP-organisaties** aanwezig. Uit deze sessies zijn, op basis van de OSIP-ecosysteem SWOT, **acht toepassingsgebieden** gekozen om op te investeren. Deze relateren aan vele groeimarkten,

²¹ https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonic-downloads/Photonics21_Multi-annual_Strategic_Roadmap_2023-2030.pdf

kansrijke sectoren, maatschappelijke uitdagingen én aan de Photonics21- en de ROM-waardeketens. Dit maakt ook regionale en EU-aansluiting mogelijk. Zo is OSIP gericht op markt- en maatschappij. Daarnaast zijn **zeven prioritaire OSIP-technologieën** geïdentificeerd die toepassingsgebieden overstijgen, met de wetenschap verder uitgediept tot **74 onderliggende OSIP-subtechnologieën**. Zo is gelijk rekening gehouden met uitkomsten uit meer dan zeventig **eerdere en lopende nationale (PPS-) programma's**. Een volledig overzicht wordt gegeven in bijlage 'H4 Technologie mapping matrix'. Hiermee kon ook een sluitend Technologie-programma worden gedefinieerd waarbij de kennisresultaten direct dienend zijn voor de toepassingsgebieden. Hiermee wordt de Sleuteltechnologie OSIP een grote stap verder gebracht en verdiept. Voorts zijn interviews uitgevoerd bij bestaande clusters en andere actieagenda's. Zo konden afsluitend ondersteunende ecosysteemactiviteiten voor de toepassingsgebieden worden vormgegeven.

4.2. Programmastructuur

Markten, sectoren en toepassingen OSIP	Toepassingsgebied								
		Optische communicatie	Dual use en defensie	Agri-Food	Medische diagnostiek	Semi-conductors	Quantum-toepassingen	Energie en verlichting	Autonome systemen
	Groeimarkten	LaserSatCom Fotonische chips	Radarsystemen Fotonische chips	Machines AgriFood Fotonische chips	Apparatuur Diagnose en therapie Fotonische chips	Analoge chips Fotonische chips Chip machines	Quantum-sensoren	Nieuwe generatie zonnepanelen Waterstof-hub	Radarsystemen Fotonische chips
	Sectoren	Waarneming en connectiviteit	Waarneming en connectiviteit	Machinebouw	Medische technologie	Halfgeleiders	Quantum toepassingen	Energie technologie	Waarneming en connectiviteit
	Gericht industriebeleid	D.S.I.I.		Machinebouw		Halfgeleiders Machinebouw	D.S.I.I.	Innovatieve Chemie	D.S.I.I.
PPS	Nummer	1,31	2 - 30	3-6	7-10	11- 12	13,14,31	15 - 18	19,31
Technologieën	Theoretical and applied imaging optics	•	•		•	•			
	Theoretical and applied non-imaging optics	•			•	•		•	
	Manufacturing and metrology	•	•		•	•		•	
	Optical System design	•	•		•	•		•	
	Sources and detectors	•	•	•	•	•	•	•	•
	Nano-photonics	•			•	•		•	
	Integrated Photonics	•	•	•	•	•	•	•	•
Ondersteunende activiteiten	A. Ecosysteem	•	•	•	•	•	•	•	•
	B. Onderzoek en kennisontwikkeling	•	•	•	•	•	•	•	•
	C. Onderwijs	•	•	•	•	•	•	•	•
	D. Infrastructuur	•	•	•	•	•	•	•	•
	E. Financiering	•	•	•	•	•	•	•	•
	F. Business development	•	•	•	•	•	•	•	•
	G. Internationalisering	•	•			•	•	•	•
	H. Wet- en regelgeving				•				

Figuur 10 OSIP Innovatieprogramma

Om de OSIP-ambitie in 2035 te realiseren en de *opgaven* te adresseren in markt en maatschappij zijn resultaten nodig, gericht op de geïdentificeerde toepassingsgebieden, die uit (toegepast) onderzoek, ontwikkeling en netwerkondersteuning komen. Kennisresultaten die naar nieuwe prototypes leiden, die naar nieuwe omzet, banen en maatschappelijke impact leiden en een ecosysteem dat helpt bij initiëren en groeien.

Zoals in Hoofdstuk 3.3 is toegelicht is *het* middel hiertoe het vormen van excellente consortia (PPS-en) van hightech-bedrijven en kennisinstellingen met ambitieuze doelen. Samen met het OSIP-ecosysteem zijn hiertoe een groot aantal PPS-en op geïdentificeerde toepassingsgebieden geformuleerd. Een aantal daarvan zijn al startklaar, een aantal in vergaande vorm van ontwikkeling. Het betreffen ambitieuze risicovolle projecten die beperkt financierbaar zijn. De PPS-en richten zich zuiver op de OSIP-vraagstukken in de toepassingsgebieden, om overlap met andere actieagenda's te voorkomen. Continue identificatie, ontwikkeling en uitvoering van innovatie- en samenwerkingsprojecten en bijbehorende netwerkvorming vraagt een goed gefinancierd en functionerend ecosysteem, waartoe de ondersteunende activiteiten dienen.

Op deze wijze is het OSIP Innovatieprogramma tot stand gekomen (figuur 10):

- 8 toepassingsgebieden die aansluiten op twaalf van de 31 groeimarkten²² en op zes van de twaalf Groeisectoren. Tevens sluit het aan op vier markten van gericht industriebeleid²³.
- 31 nieuwe publiek private innovatie-samenwerkingsprojecten in de toepassingsgebieden inclusief tien OSIP ondersteunende onderzoeks PPS-en.
- 7 Technologie-werkvelden voor OSIP, gekoppeld aan de PPS-en en de toepassingen.
- 8 voorgestelde ecosysteem-ondersteunende activiteiten, meestal in PPS-vorm.

Hieronder worden de toepassingsgebieden kort beschreven, in hoofdstuk 5 uitgebreider inclusief onderliggende PPS-projecten. Een volledige beschrijving van al de PPS-projecten is te vinden in bijlage 'H5 PPS-projecten', inclusief de langjarige onderzoeks PPS-en. In hoofdstuk 6 worden toepassingsgerichte onderzoeksvragen beschreven die in de PPS-projecten worden behandeld. Deze pakken zowel kennisvragen in de OSIP-sleuteltechniek op maar voegen ook nieuwe onderwerpen toe. Een volledig overzicht van alle (sub)technologieën is te vinden in bijlage 'H4 Technologie mapping matrix'. De oplossingen om de ecosysteem opgave te adresseren worden verder toegelicht in Hoofdstuk 7.

De geselecteerde toepassingsgebieden zijn:

Optische communicatie: fundamenteel nieuwe manieren in draadloze communicatie, met free-space optical communicatie als aanvulling voor radiofrequenties en zo schaalbare, veilige en energie-efficiënte communicatielagen te creëren inzetbaar voor enkele meters binnenshuis tot tienduizenden kilometers in de ruimte. Ook worden laag-TRL technologieën ontwikkeld waarmee laser-satellietcommunicatie verder kan worden ontwikkeld en ultrasnelle en veilige verbindingen op aarde mogelijk worden, mede door integrated photonic chips. Dit dient twee groeimarkten en gericht industriebeleid (DSII), en dual-use toepassingen.

Dual use en defensie: onderzoek naar, ontwikkeling en toepassing van geavanceerde OSIP-technieken en -producten voor inzet in defensie, veiligheid en ruimtevaart, voor realisatie van waarnemingssystemen zoals LIDAR, optische gyroscopen en CBRN, optische beveiligde communicatietechnieken zoals QKD en FSO en fotonische chips voor SWaP-C reductie. Dit toepassingsgebied dient groeimarkt radarsystemen en gericht industriebeleid (DSII).

22 <https://open.overheid.nl/documenten/45c20d3e-bd5f-4fc2-8239-af72634d0988/file>

23 <https://open.overheid.nl/documenten/223e17a5-6cc6-4fb0-8793-fc982115f648/file>



Agri-food: ontwikkeling van nieuwe OSIP-sensoren (hyperspectraal, NIR, SWIR) die gewasgezondheid, bodemgesteldheid en waterkwaliteit realtime monitoren en landbouwmachines, drones en satellieten kunnen aansturen, als ook verlichtingssystemen. Resultaat zijn optische en fotonische technologieën voor duurzame voedselproductie en verspilling tegen te gaan in glastuinbouw en akkerbouw met minder menselijke inspanning. Dit toepassingsgebied dient drie groeimarkten en gericht industriebeleid op Machinebouw.

Medische diagnostiek: onderzoek en ontwikkeling van nieuwe OSIP-sensoren en systemen voor geavanceerde beeldvorming en draagbare sensoren voor nieuwe non-invasieve precisie diagnostische apparaten en machines. Hierdoor worden arbeid en kosten bespaard, kwaliteit van leven vergroot en betere monitoring van patiënten mogelijk. In dit toepassingsgebied handelt het om OSIP-vraagstukken over optical sensors en niet om arrays van sensoren, om overlap met de actieagenda Imaging te voorkomen. Dit toepassingsgebied dient twee groeimarkten en gericht industriebeleid op Machinebouw (MedTech).

Semiconductors: ontwikkeling van verbeterde en nieuwe meetconcepten en -instrumenten op basis van optical systems, die met hoge precisie en snelheid kunnen opereren in industriële semiconductor-productieomgevingen van wafer steppers tot aan foutdetectieapparatuur. Daarnaast voor integrated photonics de ontwikkeling van compacte en schaalbare meetmodules. In al deze systemen en instrumenten komen bronnen, detectoren en signaalverwerking samen. In dit toepassingsgebied handelt het zuiver om het OSIP-aspect van metrologie, opdat er geen overlap ontstaat met andere actieagenda's. Dit toepassingsgebied dient drie groeimarkten en gericht industriebeleid op halfgeleiders.

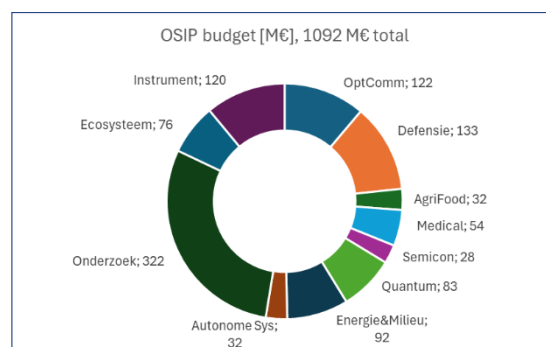
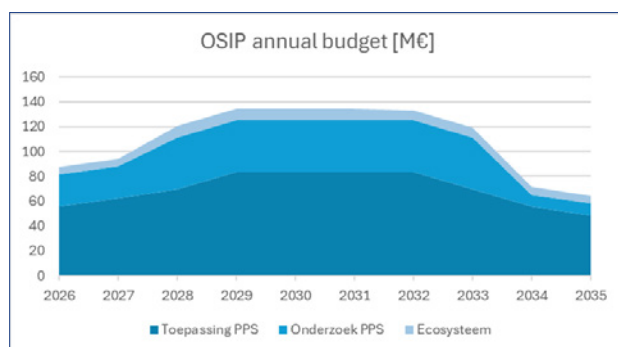
Quantumtoepassingen: in dit gebied worden de OSIP-bouwstenen ontwikkeld, zoals quantumsensoren, QKD's en optical system onderdelen en behoefte van quantum-sensortoepassingen. Ook ondersteunende randapparatuur zoals integrated photonic chips, single-photon detectors en optical interfaces die quantumcomputing, sensing en communicatie schaalbaar maken zijn hier een onderwerp. OSIP ondersteunt eveneens in de aansluiting bij Europese infrastructuur en standaardisatie door haar rol in het ecosysteemprogramma PIONEER, in samenwerking met ROM's. In dit toepassingsgebied handelt het zuiver om de OSIP-aspecten van quantumvraagstukken om overlap met actieagenda Quantum te voorkomen. Dit toepassingsgebied dient één groeimarkt en gericht industriebeleid op DSII.

Energie, milieu en verlichting: OSIP-systemen voor emissiemetingen, monitoring van lucht- en waterkwaliteit, bewaking en monitoring van waterstof-infrastructuur en -onderdelen, OSIP-innovaties voor zonne-energie; bijdragen die leiden tot minder afhankelijkheid, meer duurzaamheid en kostenreductie. Voor waterstofopslag en -distributie worden wereldwijd unieke technieken ontwikkeld waarmee direct een control-point kan worden verworven. Dit toepassingsgebied dient twee groeimarkten en gericht industriebeleid op Innovatieve Chemie.

Autonome systemen: ontwikkeling van positionering- en waarnemingssystemen zoals Li-Fi en een nieuwe generatie OSIP-sensoren en communicatiemodules die geïntegreerd kunnen worden

in voertuigen en robots. Deze sensoren zijn compacter, kosteneffectiever en robuuster, door optical interconnects en integrated photonic chiptechnologie voor data-overdracht met hoge bandbreedte in voertuigen, en micro-LED technologie dit eveneens biedt. Door deze innovaties ontstaan toepassingen die verder reiken dan mobiliteit, bijvoorbeeld in industriële automatisering, defensie en slimme logistiek. Dit toepassingsgebied dient twee groeimarkten, en gericht industriebeleid op DSII.

Deze actieagenda heeft hiertoe €395 miljoen publieke financiering nodig op €571 miljoen omvang. Deze wordt verdeeld over tijd, activiteit en toepassingsgebied als volgt:



4.3. Bouwen op bestaande activiteiten

Het OSIP-innovatieprogramma behelst een groep van activiteiten en PPS-projecten die *nieuw* zijn (tenzij expliciet anders aangegeven), en zijn ontwikkeld *met* het ecosysteem. Daarbij wordt aangesloten op eerdere resultaten en projecten en aansluiting gezocht op lopende initiatieven (zie Hoofdstuk 4.1). Daarnaast sluit het OSIP-programma aan op Groeifondsen zoals PhotonDelta, NXTGEN Hightech, 6G, SolarNL, QuantumDeltaNL en Einstein Telescope.

De nieuwe PPS-projecten en ondersteunende activiteiten zijn hoog-risico projecten. Dit is nodig om toonaangevend te blijven. *Deels* kunnen deze projecten uit private en bestaande publieke middelen worden bekostigd. Het overgrote deel kan niet worden gefinancierd of heeft geen beschikbare overheidsinstrumenten. Overheidsingrijpen is hier legitiem. Deze actieagenda biedt hiertoe financieel inzicht (zie bijlage H5 PPS projecten).

4.4. KPI's

De PPS-projecten, de ecosysteem- en onderzoeksactiviteiten leiden tot meer nieuwe producten, bedrijvigheid, banen en private bijdragen. Tegelijkertijd leidt de opstart van een grote hoeveelheid PPSen in deze actieagenda tot een vliegwielen van vervolginnovaties. Meetbare KPI's voor het gehele OSIP-ecosysteem in de komende tien jaar zijn:

- Verhogen aantal PPS projecten, met bedrijven en kennisinstellingen, door 231 PPS-en met de startconfiguratie van het OSIP-programma en 75 extra PPS-mogelijkheden.
- Het leveren van 200 nieuwe impactvolle OSIP-producten in de toepassingsgebieden.



- Verhogen *aandeel* private investeringen in R&D van 30-50%²⁴ naar 50%.
- Het ontstaan van 50 nieuwe OSIP-bedrijven: start-ups, scale-ups, nieuwe OEM's
- Het realiseren van 20 nieuwe internationale (EU) samenwerkingsverbanden.
- Het realiseren van 30.000 extra nieuwe OSIP-banen.

Jaarlijks wordt met het ecosysteem en de projecten een integrale update uitgevoerd.

24 <https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2022-09/Vertaling%20TWIN%20incl%20figuren.pdf>

5. Toepassingsgebieden

In dit hoofdstuk worden de toepassingsgebieden van de actieagenda OSIP toegelicht, inclusief innovatiekansen. Deze innovatiekansen komen uit R&D-projecten die met het ecosysteem zijn vormgegeven en worden uitgevoerd met consortia van bedrijven, vaak in combinatie met instellingen. Een aantal laag TRL-onderzoeksprojecten die ondersteunend zijn aan al de toepassingsgebieden worden eveneens in dit hoofdstuk behandeld. De verdiepende (onderzoeks) vragen die toepassingsgericht zijn (hoger TRL en die uit de R&D projecten komen) behandelen we in hoofdstuk 6.

Een aantal toepassingsgebieden vragen specifieke (niet-R&D-) ondersteuningsprojecten die in hoofdstuk 7 worden beschreven. Al deze (R&D-) projecten vragen betrokkenheid van een groot aantal organisaties voor uitvoering, ondersteuning of andersoortig commitment. Vrijwel allemaal worden deze in publiek-privaat verband uitgevoerd. Nog niet alle organisaties en (cash/ in-kind) financiering zijn geëngageerd, dit is een continu proces; ook voor het ontstaan van nieuwe projecten binnen toepassingsgebieden. Uitvoering van de PPS-en in deze toepassingsgebieden verloopt gefaseerd over een periode van tien jaar: eerst worden hoog TRL-bouwstenen ontwikkeld, daarna integratie in demonstrators, gevolgd door ontwikkeling van industriële varianten. Voor de volledige beschrijvingen van de individuele projecten zie bijlage 'H5 PPS-projecten'.

De aansluiting op andere actieagenda's is als volgt:

Crossovers	Toepassingsgebied OSIP								
Actieagenda	Optische comm.	Dual use, defensie	Agri-Food	Medisch	Semicon	Quantum	Energie, verlichting	Autonome systemen	Onderzoek
M&OM									
Semiconductors									
Quantum									
Imaging									
AI en Data									

De toepassingsgebieden zijn: Optische communicatie, Defensie en dual-use, Agri-Food, Medische diagnostiek, Semiconductors, Quantum, Energie en verlichting, Autonome systemen en Onderzoeksprojecten.

5.1. Optische communicatie

Doel en ambitie: door optische communicatie wordt een fundamentele omslag in draadloze communicatie gerealiseerd door Free-Space Optical (FSO) Communications en Photonic Integrated Circuits (PIC's) in te zetten als aanvulling en alternatief voor radiofrequenties. Dit creëert een schaalbare, veilige en energie-efficiënte communicatielaag, inzetbaar van enkele meters tot tienduizenden kilometers, inclusief deep-space toepassingen.

Waarom nu? De digitale samenleving vraagt exponentieel meer datacapaciteit. Radiofrequenties



bereiken hun grenzen. Zonder optische alternatieven stagneert groei in 5G/6G, aardobservatie, autonome mobiliteit en quantumveilige communicatie. Uitstel betekent technologische achterstand en gemiste economische kansen.

Impact: deze technologie opent de deur naar een nieuwe generatie draadloze communicatie. Met Free-Space Optical (FSO) en integrated photonics realiseren we datasnelheden tot honderd keer hoger dan huidige radiofrequentieoplossingen, met aanzienlijk lagere latentie en quantumsecure-veiligheid. Dit is niet alleen een technologische sprong, maar een strategische noodzaak: radiofrequenties lopen tegen hun grenzen aan, terwijl de vraag naar datacapaciteit exponentieel groeit. Door smalle lichtbundels, adaptieve optiek en energiezuinige terminals verdwijnen beperkingen zoals spectrumschaarste en vergunningen. Dit maakt een duurzame infrastructuur mogelijk, van datacenters tot missies naar deep-space. De economische en maatschappelijke kansen zijn enorm: nieuwe markten in telecom, ruimtevaart, defensie en datacenters. Uitstel betekent technologische achterstand en gemiste kansen. Het is tijd om te versnellen.

Aanpak: dit toepassingsgebied bevat twee R&D-PPS-projecten. De aanpak combineert fundamenteel onderzoek, proof-of-concept-demonstrators en validatie in praktijkgerichte use cases in een aantal werkpakketten. Beide hebben een gefaseerde uitvoering: bouwstenen → lab-demonstrators → industriële validatie. Beide willen demonstrators in de praktijk brengen: verbindingen tussen gebouwen, drones, satellieten en deepspace-platforms.

- **FREE 2.0:** ontwikkeling van transmissiekanalen, beam steering, noiseless detectors, multi-beam terminals, en netwerksoftware.
- **PIC's:** compacte, energie-efficiënte schakelingen voor datacentra en telecom.

Link met het OSIP-programma: FREE 2.0, de ontwikkeling van Free-Space Optical Communications, versterkt lopende programma's voor defensie, dual use en autonome systemen en sluit aan bij de Defensie Strategie voor Industrie en Innovatie. FREE 2.0 biedt veilige, storingsongevoelige en energie-efficiënte communicatie waar radiofrequenties kwetsbaar of beperkt zijn. Het ondersteunt quantumsecure-transmissie tussen satellieten, onbemende systemen en grondstations en draagt direct bij aan strategische autonomie. Voor autonome systemen maakt FREE 2.0 betrouwbare, snelle verbindingen mogelijk, essentieel voor coördinatie en real-time besluitvorming. PhotonDelta ondersteunt vervolgens bedrijven die hoogwaardige communicatiecomponenten en -modules ontwikkelen en legt actief internationale verbindingen met datacenters, telecompartijen en AI-/HPC-markten. Datacommunicatie maakt integraal onderdeel uit van dit werk en vormt één van de belangrijkste toepassingsgebieden waar integrated photonics kan opschalen en impact realiseren. Daarnaast versterkt het lopende NGF-project Future Network Services.

Deliverables zijn demonstrators van nieuwe technologieën, zoals multi-node FSO-netwerken, noiseless detectors en multi-beam terminals, compacte, energie-efficiënte fotonische geïntegreerde schakelingen (PICs) voor datacommunicatie en telecommunicatie, wetenschappelijke publicaties en valorisatie via industriële partners. Het onderzoek benut alle zeven OSIP-relevante technologieën en sluit aan op de actieagenda M&OM.



Kostenindicatie: totaal €122 miljoen: €74 miljoen publiek en €48 miljoen privaat:

FREE 2.0: €7 miljoen totaal, waarvan €5 miljoen publieke financiering via TTW Perspectief en €2 miljoen private bijdrage. PICS (deel van PPS Digital Technologies): €115 miljoen totaal, waarvan €69 miljoen publieke financiering.

Betrokken partijen:

- **Free 2.0:** TU Delft, TU Eindhoven, Universiteit Twente, Universiteit Leiden, VU, TNO, Ruisdael Observatory, IMEC, NLR. Bedrijven: FSO Instruments, VDL ETG, Demcon, Airbus, AAC Clyde Space, Aircision, Effect Photonics, Hyperion, NLR, ISIS, Signify, VTEC, Quix, Phix, Single Quantum, Lionix, Smart Photonics en New Origin.
- **PICS:** Digital Technologies: TNO-PITC, Universiteit Twente, TU Eindhoven, IMEC NL, Quix, Astrape Effect photonics, Lionix, Brilliance, Qubic, Innolume, Phix, SMART Photonics, Epiphany, Bright photonics, New Origin, Salland, Neways, Demcon, KPN, Surfnets.

5.2. Defensie en dual-use

Doel en ambitie: in 2035 draagt het Nederlandse fotonica-ecosysteem wezenlijk bij aan de Europese strategische autonomie en veiligheid. Geavanceerde optical systems en integrated photonics worden ingezet in defensie, veiligheid en ruimtevaart, van veilige communicatie tot verkenning, detectie en bescherming. De inzet van deze technologieën versterkt de kennisbasis, vermindert afhankelijkheid van niet-EU-leveranciers en stimuleert de ontwikkeling van dual-use toepassingen die zowel civiele als militaire waarde hebben.

Waarom nu: Geopolitieke spanningen en recente conflicten tonen de kwetsbaarheid van Europese toeleveringsketens en de afhankelijkheid van buitenlandse technologie. Tegelijkertijd vragen nieuwe dreigingen, zoals drones, cyberaanvallen en CBRN-incidenten, om snelle technologische vernieuwing. Investeren in fotonische defensietoepassingen versterkt de strategische autonomie van Nederland en Europa en biedt kansen voor innovatieve dual-use oplossingen die ook civiele markten versnellen.

De **aanpak** richt zich op uitkomsten uit 2 PPS projecten en 1 ondersteunend project:

- Quantum Key Distribution (QKD)-demonstrator voor beveiligde militaire netwerken
- Hyperspectrale LIDAR voor grensbewaking en surveillance
- Laser Directed Energy anti-drone-systeem
- PIC-gebaseerd multisensor-platform voor CBRN-detectie
- Quantum-sensor voor GPS-onafhankelijke navigatie
- Robuuste optische componenten voor defensie-toepassingen en safe corridors
- PAMI-1 (lopend project) – Precision and advanced military imaging: realisatie van Nederlandse aardobservatiesatelliet met zeer hoge resolutie beeldvormingssystemen.
- Compacte, high-performance camerasystemen en sensoren voor drones.

Hierin combineren fundamenteel onderzoek, proof-of-concept-demonstraties en validatie in realistische use-cases binnen defensie, ruimtevaart en civiele veiligheidsdomeinen.



Naast bovenstaande activiteiten wil het OSIP-ecosysteem de brede markt van OSIP-bedrijven voor defensie en dual-use verder in kaart brengen en deze in contact laten komen met het ministerie via missie evenementen. Zo ontstaat een vraag-aanbod model dat verdere ontwikkelingen van bouwstenen en demonstrators ondersteunt. Een grote groep van OSIP-bedrijven is namelijk nog geen gekwalificeerde defensieleverancier maar heeft wel potentieel relevante technieken of ontwikkelingen voor dit toepassingsgebied. Het OSIP-ecosysteem organiseert hiertoe een herhaalbare missie om OSIP-bedrijven in samenwerking met Defensie en EZ aan de innovatie-roadmap van Defensie te toetsen. Voorts vragen ontwikkelingen voor Defensie en dual-use om gespecialiseerde infrastructuur waarvoor niet alle cleanrooms en testfaciliteiten geschikt zijn. Het OSIP-ecosysteem wil geschikte infrastructuur in kaart brengen en gedeelde infrastructuur mogelijk maken samen met de eigenaren, waardoor kennisuitwisseling wordt bevorderd en duplicatie van investeringen voorkomen wordt.

Link met het OSIP-programma: dit toepassingsgebied versterkt lopende programma's op het gebied van Defensie en dual-use, en autonome systemen. Dit draagt bij aan de Defensie Strategie voor Industrie en Innovatie. De verwachte uitkomsten omvatten beveiligde communicatie, geavanceerde sensoren voor surveillance en verkenning, laser-toepassingen voor tegenmaatregelen, sensorbescherming en miniaturisatie van integrated photonic chips (PIC's) voor kleinere afmetingen, gewicht, kost en energieverbruik van optische gyroscopen, gevaarlijke stofdetectie en perimeterbewaking.

Ook quantumtechnologieën, sensoren, klokken en communicatie worden geïntegreerd, samen met robuuste optische componenten die functioneren onder extreme omstandigheden. Deze componenten maken de ontwikkeling van veilige autonome systemen mogelijk in civiele en militaire context. Op onderzoeksvlak worden vijf van de zeven voor OSIP relevante technologieën ingezet.

Meetbare resultaten zijn:

- een toename van de Europese productiecapaciteit van kritische fotonica-componenten,
- een afname van technologische afhankelijkheid buiten de EU, en
- de implementatie van dual-use technologieën in defensie en civiele markten.

Connecties met andere programma's zijn de EU Chips Act pilot line PIXEurope (pilot lines integrated photonics), Horizon Europe Quantum Flagship (Quantum PICs), EDA CapTech Optronics (dual-use optische technologie), Europese Defensie Fund (EDF), Wireless optical communication alliance en actieagenda Quantum.

Kostenindicatie: totaal €132,5 miljoen: €66,5 miljoen publiek en €66 miljoen privaat. Optical systems defensie en dual use PPS: €20 miljoen totaal, waarvan €10 miljoen publieke financiering via zoal TTW Perspectief, NTS, IIC, LIT en EFRO en €10 miljoen private bijdrage. **Integrated photonics defence, security and space:** €112 miljoen totaal, waarvan €56 miljoen publieke financiering. **Missie, infrastructuur:** €0,5 miljoen voor tien jaar, volledige publieke financiering.

Betrokken en te betrekken partijen:

- **Optical systems:** TU Delft, TU Eindhoven, Universiteit Twente, QuTech, VSL, NLR. **Bedrijven:** Thales Nederland, TNO, Demcon, LioniX International, SMART Photonics, Technobis, Nedinsco, Single Quantum, Effect Photonics, Quix Quantum, VanderSat, Optics11, Delta Quad. **Overheid:** Ministerie van Defensie en EZ, Europese Commissie, EDA, ESA. **Overige:** PhotonDelta, EPIC, Holland High Tech, Europese Defensie Fund (EDF).
- **Integrated photonics:** TNO, ESA, TU/e, UT, TUD, UL, UVA/VU, Astron, Saxion. **Bedrijven:** LioniX, New Origin, UT, Sabratha, PhiX, NXP, Scantinel, IMEC-NL, Smart Photonics, New Origin, Airbus, ESA, Signify, FSO Instruments, Aircision, PhotonFirst, SufriX, OnePlanet, Cubiq, OPNT, ESA, Lionix.

5.3. Agri-food

Ambitie: in 2035 is Nederland wereldwijd koploper in duurzame voedselproductie en milieumonitoring dankzij OSIP-technologie. Hightech-kassen zijn uitgerust met slimme sensornetwerken, laserscanners en hyperspectrale camera's die real-time inzicht geven in plantengroei en diergezondheid. Telers grijpen vroegtijdig in bij ziektes en stressfactoren, met minimaal gebruik van water, energie en gewasbeschermingsmiddelen. Op akkers vliegen drones en rijden slimme tractoren met integrated photonic-sensoren, waardoor precisielandbouw werkelijkheid wordt. Het stikstofprobleem wordt aangepakt met OSIP-gassensoren. In stallen meten OSIP-sensoren emissies en sturen automatisch bij, terwijl innovatieve verlichtingssystemen het welzijn van dieren verbeteren en antibioticagebruik terugdringen. Compacte fotonische chips maken deze oplossingen betaalbaar en schaalbaar, van kas tot boerenerv en van veld tot verwerkingslijn. Het resultaat: maximale opbrengst, hogere kwaliteit, minder verspilling, geoptimaliseerde productie en een drastisch verlaagde ecologische voetafdruk. Nederland bouwt hiermee niet alleen aan voedselzekerheid, maar ook aan een sterke internationale positie in agri-foodtechnologie.

Waarom nu? De landbouw- en voedselsector staat onder zware druk door bevolkingsgroei, klimaatverandering en emissiereductie, en strenge eisen op antibioticagebruik en pesticiden. Tegelijkertijd vraagt de maatschappij om transparantie, voedselveiligheid en duurzaamheid. Zonder nieuwe meetmethoden ontbreekt cruciale data om gewasgroei te sturen, emissies te monitoren en ziekten vroegtijdig te herkennen. Dit leidt tot productieverlies, inefficiënt gebruik van grondstoffen en belemmeringen bij certificering en markttoegang.

OSIP-technologie biedt oplossing: snelle, nauwkeurige en contactloze metingen, schaalbaar van kas en akker tot stal, verwerkingslijn en internationale logistiek. Door deze technologie te koppelen aan klimaat- en verlichtingssystemen verbetert het programma de productkwaliteit, verlaagt het energiegebruik en reduceert het pesticiden- en waterverbruik. Door nu te investeren, kan Nederland zijn positie als koploper in agri-foodtechnologie verder uitbouwen en tegelijk bijdragen aan voedselzekerheid en duurzaamheid. Wordt dit programma niet ingezet, dan verliest Nederland concurrentiekracht ten opzichte van landen die al zwaar investeren in digitale landbouw en voedseltechnologie, en gaan belangrijke exportkansen verloren.

Aanpak: OSIP richt zich op vier cruciale innovatielijnen via vier PPS-en die samen de basis vormen voor een duurzame en slimme agri-foodsector.

- Ontwikkeling van geavanceerde optische sensoren van hyperspectraal tot NIR en SWIR die continu en nauwkeurig de gezondheid en groei van planten monitoren. Deze technologie geeft telers real-time inzicht en maakt precisielandbouw mogelijk.
- Emissiemeting met fotonische sensoren die stikstof, broeikasgassen en biodiversiteit in de landbouwomgeving in kaart brengen. Zo kunnen boeren emissies beheren.
- Een derde pijler is de ontwikkeling van nieuw(e) soort(en) Raman-sensoren en tunable laser speckle sensing voor inline kwaliteitscontrole in voedselproductie en bioreactoren. Deze miniaturisatie en automatisering zorgen voor betaalbare, schaalbare oplossingen die direct in industriële processen toepasbaar zijn.
- Slimme verlichtingsstrategieën die groei en welzijn van dieren optimaliseren. Door lichtspectra dynamisch aan te passen, wordt gezondheid verbeterd terwijl energieverbruik en ecologische impact dalen.

Ontwikkeling van de innovaties zal gefaseerd over tien jaar verlopen. Integratie in drones, satellieten en agrarische voertuigen en koppeling met AI en data-analyse zorgen voor automatische ziekteherkenning en precisie-aansturing. Na lab-demonstrators volgen prototypes en validatie bij telers, boeren en producerende organisaties. Kennis wordt actief gedeeld en opgeschaald met industriepartners. Toegang tot gespecialiseerde infrastructuur is hierbij cruciaal: gedeelde onderzoeksfaciliteiten, proefkassen en opstellingen fungeren als testomgeving voor sensornetwerken, lichtsystemen en dataplatforms. Het OSIP-ecosysteem verbindt deze infrastructuur actief aan PPS-projecten om opschaling te versnellen.

Link met het OSIP-programma: de inzet van optische en fotonische technologieën in agri-food sluit direct aan bij het gericht industriebeleid voor Machinebouw. OSIP-technieken maken nieuwe machines mogelijk voor plantanalyse, groei en verwerking. Ze versterken de BioTechnologie-agenda door innovatieve voedselverwerking oplossingen zoals bioreactoren. Ook is er een link met andere OSIP-toepassingsgebieden, zoals energie en milieu. Optische sensoren voor emissiemetingen zoals voor stikstof, ammoniak en methaan, en voor monitoring van biodiversiteit dragen bij aan het behalen van milieudoelen. PhotonDelta financiert al een project uit NGF-middelen met WUR en imec en neemt deel aan de Agrofood board. Voor robotisering op hoger TRL-niveau sluit OSIP aan bij de M&OM-actieagenda. Op onderzoeksgebied worden twee van de zeven OSIP-relevante technologieën ingezet.

Kostenindicatie: totaal €31,5 miljoen: €21,3 miljoen publiek en €10,2 miljoen privaat.

1. Plantgezondheid en plantengroei: €7,5 miljoen totaal, waarvan €3,75 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en samenwerkingsregelingen, en €3,75 miljoen privaat.
2. Emissiemeting: €7,5 miljoen totaal, volledig publieke financiering, mogelijk deels via NWO en SIA-instrumenten, H2020 instrumenten.
3. Voedselproductie, €7,5 miljoen totaal, waarvan €3,75 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en diverse samenwerkingsregelingen, en €3,75 miljoen private bijdrage.

4. Diergezondheid en welzijn: €9 miljoen totaal, waarvan €6,3 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en diverse samenwerkingsregelingen, en €2,7 miljoen privaat.

Betrokken en te betrekken partijen: het programma vraagt om nauwe samenwerking tussen kennisinstellingen, bedrijven, overheden en eindgebruikers.

- **Kennisinstellingen:** CWI, HAS, HHS, Inholland, imec, OnePlanet Research Center, Radboud Universiteit, TNO, TU Delft, TU Eindhoven, Universiteit Leiden, Universiteit Maastricht, Universiteit Twente, Wageningen University & Research.
- **Bedrijven:** 2Grow, Avantes, De Hoeve BV, Greefa, Lely, Mantispectra, Meyn Foodprocessing, Mythronics, Nanovision, Optics11, Quantified Sensor Technology, perClass, Sendot, Signify, Spectric, Growy, Westfort, FireFly Sensing, PhotonFirst, LioniX, Delta Diagnostics, Percepra, Metrohm Applikon, instrumentfabrikanten/ instrumentmakers (voor Raman- en hyperspectrale systemen), veredelaars en vertical-farmingbedrijven.
- **Gebruikers en ketenpartners:** (vee)telers, boeren, gewasadviseurs, post-harvestbedrijven, veredelaars, vertical farms, voedingsmiddelenbedrijven (bv. DSM-Firmenich, Corbion, FrieslandCampina, Vivici, NoPalm Ingredients, e.d.)
- **Overheid, branche- en maatschappelijke organisaties:** Greenport West-Holland, Harvest House, Innovation Quarter, LTO Nederland, Tomato World, gemeenten, Ministeries LNV, LNVN en EZK, NWO, provincies (waaronder Provincie Gelderland), Rijkswaterstaat, RIVM, RVO, waterschappen.
- **Proeftuinen:** AgrolInnovatiecentrum De Marke, Boerderij van de Toekomst (Lelystad), Dairy Campus, Experimenteerkas Glastuinbouw, vd Borne Campus (Reusel), Biostream International, GEA, Sartorius, data-platform partners.
- **Internationaal:** partners uit het PhotonDelta-ecosysteem en Europese consortia in Horizon Europe en EIT Food.

5.4. Medische diagnostiek

Het **doel en de ambitie** is om Nederland in 2035 te positioneren als internationale koploper in optische en fotonische diagnostische systemen. Geavanceerde beeldvorming, integrated photonics en draagbare optische sensoren moeten uitgroeien tot dé standaard voor vroege, nauwkeurige en patiëntvriendelijke diagnostiek. Deze technologieën verhogen de kwaliteit van zorg en versterken de concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven en instellingen wereldwijd. De resultaten omvatten breed inzetbare technologieën voor ziekenhuizen en thuissituaties. Voorbeelden zijn retinal imaging voor vroegtijdige detectie van systemische ziekten, oogaandoeningen en fotoakoestische beeldvorming voor dieper gelegen weefsels, draagbare sensoren voor betrouwbare biomarkerdata en integrated photonic echografie (IPUTs) voor toepassingen met hoge resolutie. Deze innovaties maken vroege herkenning van ziekte mogelijk, verminderen fout-positieve uitslagen en verbeteren monitoring van herstel en ziekteverloop. De impact is tastbaar: efficiëntere diagnostiek verlaagt arbeids- en behandelkosten en vermindert de druk op zorgpersoneel. Voor patiënten leidt dit tot betere behandeluitkomsten, hogere levensverwachting en een verbetering van kwaliteit van leven.

Waarom nu? De druk op de gezondheidszorg neemt snel toe door vergrijzing, het stijgende aantal chronische aandoeningen en de noodzaak om zorg betaalbaar en toegankelijk te houden. Tegelijkertijd groeit de vraag naar diagnostiek die sneller, minder belastend en betrouwbaarder is. Disruptieve medische technologieën op basis van OSIP bieden een sleutel tot deze uitdaging. Juist in de kritische ontwikkelfase tussen TRL 3 en 6 ontbreekt vaak voldoende financiering en ondersteuning. Hierdoor blijven veelbelovende concepten steken, terwijl zij grote potentie hebben om zorgprocessen te verlichten en behandeluitkomsten te verbeteren. Het niet uitvoeren van dit programma vergroot het risico dat Nederland en Europa achterblijven in een wereldwijd snelgroeiende markt waarin landen als de VS en China fors investeren. Dit betekent niet alleen verlies van maatschappelijke winst in termen van betere gezondheid en lagere kosten, maar ook gemiste economische kansen voor bedrijven en start-ups die Nederland tot voorloper kunnen maken in medische technologie.

De **aanpak** richt zich op realisatie van vier innovatieve technologieën in vijf PPS-en die samen een nieuwe standaard vormen voor nauwkeurige, patiëntvriendelijke, efficiënte diagnostiek.

- Een belangrijk speerpunt is geavanceerde beeldvorming waarbij Optical Coherence Tomography wordt gecombineerd met doelgerichte fluorescentie. Deze techniek legt structurele en moleculaire informatie gelijktijdig vast en wordt gevalideerd in klinische toepassingen zoals slokdarm- en longonderzoek.
- Daarnaast worden draagbare optische sensoren ontwikkeld die gezondheidsparameters meten via lichtinteractie met huidweefsel, zonder invasieve ingrepen. Door inzet van ultrasensitieve detectoren en uitbreiding naar meerdere golflengten in UV- en IR-bereik verbeteren deze sensoren hun nauwkeurigheid en inclusiviteit, waardoor ze geschikt zijn voor continue monitoring.
- Ook retinale beeldvorming krijgt een nieuwe dimensie. Geavanceerde optische en fotonische systemen maken functionele diagnostiek mogelijk, zoals het meten van zuurstofsaturatie en microvasculaire doorbloeding. Dit biedt kansen voor vroege detectie van oogziekten en bredere vasculaire en neurologische aandoeningen.
- Voor echografie wordt gewerkt aan geïntegreerde fotonische ultrasone transducers (IPUTs). Deze combineren optische interferometrie op chipniveau met gemicromachineerde membranen in silicium, wat zorgt voor een beeldkwaliteit en penetratiediepte die tot honderd keer beter is dan conventionele systemen.
- Tot slot worden compacte biosensorplatforms ontwikkeld op basis van integrated photonics. Deze point-of-care-oplossingen maken snelle, lokale diagnose en continue biomarker-monitoring mogelijk, waardoor diagnostiek dicht bij de patiënt komt en de toegankelijkheid van zorg toeneemt. Daarbij eveneens RAMAN-systemen voor pathogenen en bioreactoren, FBG-systeem voor doorligwonden, haptische tools voor endoscopen en handschoenen, en shape sensing voor hartoperaties en revalidatie.

De uitvoering verloopt gefaseerd over tien jaar: van ontwikkeling van fundamentele bouwstenen tot integratie in labdemonstrators, gevolgd door industriële varianten en validatie. Certificering en compliance worden vanaf het begin meegenomen. Door samenwerking tussen bedrijven,

ziekenhuizen en kennisinstellingen en door klinische validatie in living labs binnen UMC's sluiten oplossingen direct aan op praktijk en regelgeving. Belangrijk aandachtspunt is het overbruggen van de kloof tussen TRL 3 en 6. Investerings in demonstrators, pilots en klinische evaluaties maken de stap van laboratorium naar praktijk concreet. Het hoofdstuk Ecosysteem – Financiering bevat aanbevelingen om deze lacune te dichten.

Link met het OSIP-programma: dit toepassingsgebied sluit nauw aan bij het gericht industriebeleid voor Machinebouw. De uitkomsten van dit project zijn nieuwe diagnostische apparaten en systemen (niet zijnde Imaging-systemen). Ontwikkelingen binnen medische diagnostiek zijn verbonden met andere toepassingsgebieden, zoals semiconductors en dual-use. Opschaling van productie om geïntegreerde fotonische chips in medische toepassingen te benutten vraagt om kennis en ervaring uit de halfgeleidersector. De link met Defensie en dual-use betreft de behoefte aan betrouwbare en veilige sensortechnologie voor medische ondersteuning in operationele omgevingen. Optische detectie en draagbare sensoren kunnen worden ingezet voor monitoring van vitale functies en snelle diagnostiek in het veld. Op onderzoeksvlak worden alle zeven voor OSIP relevante technologieën toegepast.

Daarnaast is structurele aandacht nodig voor netwerkvorming en standaardisatie. Regulatorische trajecten zoals MDR en IVDR moeten vanaf een vroeg stadium worden meegenomen om de kans te vergroten dat technologieën sneller en betrouwbaarder hun weg vinden naar toepassing in de zorg. Hiervoor wordt een apart ondersteuningsprogramma ontwikkeld in samenwerking met academia en bedrijven, waarbij resultaten breed worden gedeeld binnen het ecosysteem. Dit sluit aan op de actieagenda Imaging en Health.

Kostenindicatie: totaal €61 miljoen: €42,4 miljoen publiek en €18,6 miljoen privaat.

1. Structural & molecular imaging: €12 miljoen totaal, waarvan €8,4 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en samenwerkingsregelingen, en €3,6 miljoen privaat.
2. Wearables, €10 miljoen totaal, waarvan €6 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en MIT/ EFRO/ ZONMW samenwerkingsregelingen, en €4 miljoen privaat.
3. Retinal imaging, €20 miljoen totaal, waarvan €14,6 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en diverse samenwerkingsregelingen, en €5,4 miljoen private bijdrage.
4. Mediput: €12 miljoen totaal, waarvan €8,4 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en samenwerkingsregelingen, en €3,6 miljoen privaat.

Betrokken en te betrekken partijen:

- **Kennisinstellingen:** TU Delft, TU Eindhoven, Universiteit Twente, UMC's: AUMC, UMCG, LUMC, TNO, UvA, VU-Laserlab, Universiteit Utrecht.
- **Bedrijven:** Philips Healthcare, Demcon, Surfix, Optics11, PINS, Tracer, Glycan-scan, Demcon, Lumeniris, Sanquin, Rotterdam Oogziekenhuis, CHDR, Delta Lifescience, Quest, Magentiq Eye, D.O.R.C./Zeiss, ASML, Dispertech, Elesta, Exometry, Mauna Kea, NinePoint Medical, Optos, Percuros, Spectradyn, Thorlabs, Nostics, Vitalwear.
- **Overheid en belangenorganisaties:** RVO, Health~Holland.

5.5. Semiconductors

Doel en ambitie: in 2035 beschikt het Nederlandse ecosysteem over geavanceerde meet- en inspectievermogens die nodig zijn om huidige en toekomstige chipgeneraties betrouwbaar te produceren. Het gaat om snelle, niet-destructieve metingen in de volledige keten: van waferfabricage en patroonvorming tot integratie, packaging en eindcontrole. In dit toepassingsgebied ontwikkelt het OSIP-ecosysteem nieuwe metrologie- en inspectieplatforms waarin optical systems en integrated photonics een centrale rol spelen. Door kennis en technologie van bedrijven, kennisinstellingen en start-ups te bundelen, ontstaan instrumenten die chipparameters reproduceerbaar en met hoge precisie meten. Zo behoudt Nederland zijn positie als wereldleider in optische metrologie en inspectiesystemen, met toonaangevende instrumenten en geïntegreerde meetchips (PIC's) die defectdetectie versnellen en verfijnen. Verwachte uitkomsten zijn nieuwe meetconcepten en instrumenten die met hoge precisie en snelheid opereren in industriële productieomgevingen. Voor integrated photonics ligt de nadruk op compacte en schaalbare meetmodules, gebaseerd op fotonisch geïntegreerde circuits waarin bronnen, detectoren en signaalverwerking samenkomen. Meetbare resultaten zijn verbeterde nauwkeurigheid, resolutie, gevalideerde demonstrators en instrumenten die geschikt zijn voor high-volume manufacturing.

Waarom nu? De halfgeleiderindustrie staat op een kantelpunt. Terwijl kritische dimensies hun fysische grenzen bereiken, verschuift de ontwikkeling naar complexere architecturen en 3D-integratie. Deze transitie stelt nieuwe eisen aan metrologie en inspectie: defecten en variaties worden kleiner en moeilijker detecteerbaar, terwijl de productiesnelheid hoog moet blijven. Zonder nieuwe instrumenten dreigt Nederland marktaandeel te verliezen in een sector waarin het nu een sleutelrol speelt. Het ontwikkelen van alternatieve meetconcepten kost tijd en vraagt om een samenhangende inspanning. Als hier niet tijdig in wordt geïnvesteerd, ontstaan twee risico's:

- de technologische kloof wordt gevuld door partijen buiten Europa, en
- de opgebouwde kennisbasis verliest haar voorsprong.

Het programma ontsluit tegelijk aanzienlijke economische kansen. Nieuwe metrologietechnieken versterken de positie van wereldspelers zoals ASML en openen markten voor toeleveranciers en startups die technologieën ontwikkelen op basis van integrated photonics. De export van meetinstrumenten en integratie in internationale productieprocessen dragen bij aan economische weerbaarheid en technologische soevereiniteit. Meer capabilities op heterogene integratie eveneens: niet meer denken vanuit één chip, maar meerdere specialistische chips met unieke kenmerken (en verschillende materialen) te packagen in één systeem of chiplet.

De **aanpak** concentreert zich op twee lijnen: optical systems en integrated photonics. Beide richten zich op de overgang van fundamenteel onderzoek naar industrieel inzetbare instrumenten, met activiteiten in TRL 3-6. Validatieprojecten en demonstrators spelen een centrale rol om nauwkeurigheid en betrouwbaarheid aan te tonen voordat opschaling naar high-volume manufacturing plaatsvindt. Deze integrale aanpak koppelt technologische vernieuwing aan industriële toepassing in de keten. Dit wordt uitgevoerd in 2 PPS-en:

- Advanced lasersources on chip: nieuwe generatie optische metrologiesystemen voor 3D-nano- en integrated photonic-structuren. EUV-scatterometry en lensless imaging (ASML, Nearfield, InviSix, AIM). Ontwikkeling van fundamentele bouwstenen zoals frequentiekamlasers (Menlo Systems, Effect Photonics, Smart photonics). Real-time Fourier spectroscopy on chip (Effect Photonics, SMART photonics, imec). Geïntegreerde fotonica-platformkoppeling van AI-algoritmen voor parallelle metingen.
- Teratom: niet-destructieve, snelle in-line metingen met THz-tomografie (TU/e, IMS).

Link met het OSIP-programma: de ontwikkeling van optische metrologie en PIC-toepassingen heeft een relatie met gericht industriebeleid op halfgeleiders en machinebouw. De metrologische oplossingen zijn breder inzetbaar voor detectie of inspectie in bijvoorbeeld medische sector, (proces)industrie, biotech, agri-food en producerende organisaties in het algemeen (voor kwaliteitsinspectie). Er is een aansluiting op de actieagenda Semiconductors en M&OM, in dit toepassingsgebied richt het OSIP-ecosysteem zich op zuiver optische vraagstukken. Op onderzoeksvlak worden de zeven OSIP technologieën ingezet.

Kostenindicatie: totaal €28 miljoen: €15,6 miljoen publiek en €12,4 miljoen privaat.

1. Advanced Lasersources on chip (inclusief Bouwstenen, RT Fourier spectroscopy on chip en Integrated photonics platform): €20 miljoen totaal, waarvan €10 miljoen publieke financiering via NWO, SIA en samenwerkingsregelingen, en €10 miljoen privaat.
2. Teratom: €8 miljoen totaal, waarvan €2,1 miljoen toegekende publieke financiering (NWO) en €0,8 miljoen privaat toegekende financiering, met een additionele behoefte voor industrialisatie van €3,5 miljoen publieke financiering en €1,6 miljoen privaat.

Betrokken en te betrekken partijen:

- **Bedrijven:** ASML (3D-metrologie), Nearfield Instruments (AFM, IR-AFM), SMART Photonics (metrology on chip), Effect Photonics (metrology on chip), VDL, IMS, Salland, TeraNova (Thz metrologie), AIM-solutions (lensless imaging), NXP, Mitutoyo Research Center Europe, DEMCON, SIOUX, InviSIX (soft X-ray metrologie), Avantes (spectroscopie), Anteryon, IMEX, Menlo Systems.
- **Kennisinstellingen:** TUDelft, TUEindhoven, UniversiteitTwente, TNO, AMOLF, ARCNl.
- **Overheid:** Ministerie EZK, RVO, Europese Commissie.

5.6. Quantum

Doel en ambitie: in 2035 beschikt Nederland over een wereldwijd erkend quantum-ecosysteem, opgebouwd rond Quantum Delta NL en ingebed in een bredere Europese context. Het doel is om een open en collaboratief ecosysteem te realiseren waarin quantumcomputers, -netwerken en -sensoren ontwikkeld en toegepast worden voor sectoren zoals gezondheid, energie, veiligheid en industrie. Nederland vervult hierin een spilfunctie door versnippering tegen te gaan en bij te dragen aan een Regional Innovation Valley for Photonics and Quantum, waarin regio's strategieën afstemmen, middelen bundelen en gezamenlijke innovatieprojecten uitvoeren. De

verwachte resultaten zijn de opbouw van een volledig functionerend nationaal ecosysteem, de commercialisering van quantumtechnologie en concrete toepassingen in maatschappelijke en industriële domeinen. Dit sluit aan bij Europese initiatieven die ecosystemen verbinden en de toegang tot infrastructuur, talent en financiering verbeteren. Daarmee wordt de Nederlandse kennisbasis zichtbaar en schaalbaar in internationale waardeketens.

Waarom nu? Wereldwijd groeit de ontwikkeling van quantumtechnologie in hoog tempo, aangejaagd door strategische investeringen in de Verenigde Staten, China en Europa. Nederland heeft met Quantum Delta NL een sterke uitgangspositie, maar deze kan alleen worden behouden als fotonica structureel wordt verbonden met de nationale quantumagenda. Geïntegreerde fotonische technologieën zijn nodig om quantumcomputers schaalbaar te maken, ultrasensitieve quantumsensoren te ontwikkelen en veilige communicatienetwerken te realiseren. Het momentum is nu: naast nationale middelen worden ook in Europees verband omvangrijke investeringen gedaan, onder meer via het Quantum Flagship en initiatieven zoals PIONEER. Door hierop aan te haken kan Nederland versnippering tegengaan, de toegang tot infrastructuren verbeteren en zich stevig positioneren in de Europese waardeketen. Wanneer er niet wordt geïnvesteerd, dreigt Nederland de aansluiting met de wereldtop te verliezen. Dat zou niet alleen betekenen dat kennis, talent en bedrijvigheid naar andere regio's verschuiven, maar ook dat Europa afhankelijker wordt van technologie buiten het continent. Daarmee komt strategische autonomie op het gebied van digitale soevereiniteit, defensie en cyberveiligheid in gevaar.

Aanpak: we richten op een overkoepelend netwerkproject met diverse uitdagingen zoals:

- 1. Fotonische bouwstenen** - Ontwikkeling van geïntegreerde fotonische circuits (zie Quantum Actieagenda), single-photon detectors (zie Quantum Actieagenda) en optische interfaces die quantumcomputing, sensing en communicatie schaalbaar maken zoals multi-fiber packaging (Zie Quantum Actieagenda). Aansluiting bij Europese infrastructuren.
- 2. Ecosysteem en kennis** - Versterken van de talentpijplijn en het delen van onderzoeks- en testinfrastructuren. Universiteiten, kennisinstellingen en bedrijven werken samen in testbedden en living labs, waarbij ook EU-partners worden betrokken voor synergie.
- 3. Van demonstratie naar markt** - Valideren van quantumtoepassingen in sectoren zoals gezondheid, telecom en defensie door middel van pilots en demonstrators. Venture-building en gezamenlijke calls versnellen de stap van lab naar markt, met een duidelijke inbedding in nationale én Europese innovatieroutes zoals PIONEER.
- 4. Integrated Photonic next generation Digital Technologies** - Quantum computing belooft doorbraken in biologie, chemie en materiaalkunde, maar kan ook beveiliging breken. In Nederland worden benaderingen ontwikkeld; ze vereisen allemaal fotonica voor genereren of transporteren van qubits. Een volledige fotonische route is energiezuiniger dan cryogene systemen, maar vraagt processors op waferschaal met ultralage verliezen en een foundry.

Link met het OSIP-programma: ontwikkeling van quantumhardware en -sensoren maakt gebruik van kennis uit OSIP en heeft relatie met gericht industriebeleid op DSII. Er is een aansluiting op de actieagenda Quantum, in dit toepassingsgebied richt het OSIP-ecosysteem zich op zuiver



optische vraagstukken. Daarnaast is er een sterke relatie met de ondersteunende activiteiten voor het OSIP-ecosysteem. Op onderzoeksvlak worden twee van de zeven voor OSIP relevante technologieën ingezet.

Kostenindicatie: totaal €82,5 miljoen: €53 miljoen publiek en €29,5 miljoen privaat.

1. Quantum sensors testbed: €20 miljoen totaal, waarvan €15 miljoen publieke financiering via NWO, SIA, EU en samenwerkingsregelingen, en €5 miljoen privaat.
2. PIONEER: €2,5 miljoen totaal, publieke financiering via H2020, €0,5 miljoen privaat.
3. Integrated Photonics Digital Technologies: €60 miljoen totaal, publieke financiering van €36 miljoen publiek en €24 miljoen privaat.

Betrokken en te betrekken partijen:

- **Bedrijven:** Start-ups/scale-ups: QUIX, QPHOX, Optics Foundry, Qubic, Aluvia, Single Quantum. Partners van QD-NL: Intel, Fujitsu, Eurofiber en Juniper Networks, Telefonica, SURF, Fermioniq, Saxion, HHS, LiS, Hogeschool Amsterdam, Fontys Eindhoven. OSIP-ecosysteem: PhotonicsNL, Wederic, NXUS, Nederlandse startups.
- **Kennisinstellingen:** QuSoft (University of Amsterdam en CWI), TU Delft, Universiteit Leiden, TU/e, Universiteit Twente, TNO (partner met TU Delft in Qutech),
- **Overig:** TechLeap, Braventure, NanolabNL, MinacNed, NanoNextNL.
- **Organisaties Digital technologies:** zie 'optical communication'.

5.7. Energie en milieu

Doel en ambitie: in 2035 beschikt het Nederlandse ecosysteem van optical systems en integrated photonics over de technologieën die een betrouwbare en betaalbare energietransitie ondersteunen en bijdragen aan het behalen van nationale en internationale klimaatdoelen. De scope van dit programmaonderdeel omvat optische en fotonische systemen voor emissiemetingen, monitoring van lucht- en waterkwaliteit, bewaking van energie-infrastructuren (incl. toepassingen in de waterstofketen), zonne-energie en verlichtingssystemen. Verwachte uitkomsten zijn een portfolio van gevalideerde sensorplatforms en meetsystemen inzetbaar in stedelijke, industriële en natuurlijke omgevingen en in ruimtevaarttoepassingen. Daarnaast pilotplants voor productie en assemblage van nieuwe typen zonnecellen, en van nieuwe verlichtingssystemen. Het succes wordt bovendien zichtbaar in de bijdrage aan emissiereductie, betere besluitvorming bij vergunningverlening en toepassing in sectoren zoals energie, mobiliteit en landbouw.

De **aanpak:** Dit programma richt zich op vier ontwikkellijnen om OSIP-technologieën van concept naar industriële toepassing te brengen. Voor de waterstofketen worden sensoren ontwikkeld om lekkages te detecteren en kwantificeren, met pilots in productie, opslag en transport. In zonne-energie ligt de focus op nieuwe zonnecellen en kosteneffectieve opwekking, gevalideerd via pilot plants. Remote sensing gebruikt optische instrumenten en satellieten om wereldwijd emissies en ecosystemen te monitoren voor klimaatbeleid. Energiebesparing wordt bereikt door



slimme verlichtingssystemen met geïntegreerde sensortechnieken, die ook een netwerk voor environmental sensing vormen.

Waarom nu? De energietransitie bevindt zich in een beslissende fase. De opschaling van hernieuwbare energie, de introductie van waterstof als energiedrager en de verplichtingen uit de Europese Green Deal vereisen betrouwbare en kosteneffectieve meetmethoden. Zonder nieuwe optische en fotonische technologieën blijven emissies moeilijk te monitoren, is vergunningverlening vertraagd en wordt de veiligheid van nieuwe energieketens, zoals waterstof, onvoldoende gegarandeerd. Daarnaast is er nog veel energiebesparing te halen door het verder verbeteren van verlichtingssystemen. Wanneer er niet wordt geïnvesteerd in nieuwe optische meet- en inspectiesystemen, dreigt Nederland achter te raken in de energietransitie. Het ontbreken van betrouwbare sensoren voor emissies en waterstofketens bijvoorbeeld belemmert vergunningverlening, vergroot veiligheidsrisico's en vertraagt implementaties van duurzame energie.

Link met het OSIP-programma: Het toepassingsgebied sluit aan bij OSIP-thema's zoals Innovatieve Chemie, Energietechnologie en groeiemarkten voor nieuwe zonnepanelen en waterstof. Het heeft daarnaast raakvlakken met Defensie, Agri-food en Semiconductors. Defensie en civiele toepassingen versterken elkaar via optische sensoren en systemen voor veiligheid, emissiemeting en infrastructuurbewaking, terwijl Agri-food dergelijke sensortechnologie inzet voor lucht-, bodem- en waterkwaliteit. Samenhang met Semiconductors ligt in geïntegreerde sensorchips en fotonische integratie, wat robuuste en schaalbare meetinstrumenten mogelijk maakt; het toepassingsgebied benut zes van de zeven OSIP-technologieën.

Kostenindicatie: totaal €91,75 miljoen: €52,9 miljoen publiek en €38,85 miljoen privaat.

1. H2 optical sensing: €3,75 miljoen totaal, waarvan €2,6 miljoen publieke financiering via samenwerkingsregelingen, en €1,15 miljoen privaat.
2. Nieuwe PV-technieken en assemblage: €20 miljoen totaal waarvan €10 miljoen publieke financiering via samenwerkingsregelingen en R&D-regelingen, en €10 miljoen privaat.
3. Remote sensing: €50 miljoen totaal, waarvan €25 miljoen publiek en €25 miljoen privaat.
4. Verlichtingssystemen: €18 miljoen totaal waarvan €15,3 miljoen publiek via NWO, (regionale) samenwerkingsregelingen, MIT en €2,7 miljoen privaat.

Betrokken en te betrekken organisaties:

- **Kennisinstellingen:** WUR, TU Delft, Universiteit Twente, TNO, TU Eindhoven, SRON, Maastricht University, RUG, Leiden University, LUMC, Erasmus, NIOO-KNAW, KNMI
- **Bedrijven:** Avantes, Holst Centre, start-ups in milieutechnologie, Bakkerelkhuizen, ClimAd Technology, HET LUX LAB, Innolumis, Kroep Techniek, Lumin3, Loerakker Led Line, Lichtvormgevers, Mantispectra, Medilux, Mirck, Rofianda, Science E, Signify, Studio Philip Ross, SUNLED, Sustainer, UTILIGHT, Dutch Daylight, Good Light Group, Workplace vitality hub, Spectric, Sensing360, PhotonFirst, Senergetics, Cosine
- **Overheid:** Ministerie EZK, Ministerie IenW, RVO, provincies, waterschappen, NSO.
- **Gebruikers:** energiebedrijven, landbouwsector, gemeenten.

5.8. Autonome systemen

Doel en ambitie: Nederland wil in 2035 een Europese hotspot zijn voor fotonische en optische technologieën die autonome voertuigen, drones en robots aandrijven. OSIP helpt bij het ontwikkelen van sensoren en communicatiesystemen om deze betrouwbaarder, veiliger en energie-efficiënter te maken. Hiermee versterkt het ecosysteem de internationale positie van Nederland als ontwikkel- en productieland voor sleutelcomponenten en draagt bij aan de mondiale transitie naar autonome mobiliteit en slimme infrastructuur. Dit leidt tot deliverables zoals nieuwe generatie optische sensoren en communicatiemodules geïntegreerd in voertuigen, drones en robots, maar ook LiDAR-systemen op fotonische chips: compact, kosteneffectief en robuust. Daarnaast maakt OSIP optische interconnects mogelijk voor snelle communicatie in voertuigen, en micro-LED-technologie voor datatransmissie met hoge bandbreedte. De resultaten worden gevalideerd met prototypes en demonstrators in operationele omstandigheden, om later opschaling naar industriële pilots en opname in internationale standaarden mogelijk te maken.

De **aanpak** richt zich op drie technologische pijlers die elkaar versterken:

- **LiDAR-on-chip** combineert lasers, beam steering arrays en detectors op één fotonische chip. Deze integratie maakt LiDAR-systemen compacter, kosteneffectiever en robuuster. De ontwikkeling begint met laboratoriumprototypes en groeit door naar demonstrators die worden toegepast in voertuigen en drones.
- **Optische communicatie in voertuigen** richt zich op de ontwikkeling van photonic chips voor signaaltransport en modulatie. Hierdoor wordt high-speed dataverkeer tussen sensoren en control units mogelijk gemaakt. Deze technologie vormt een energiezuinig alternatief voor conventionele elektrische bekabeling en draagt bij aan een efficiëntere voertuigarchitectuur.
- **Micro-LED-datatransmissie** maakt gebruik van micro-LED-technologie voor extreem snelle dataoverdracht over korte afstanden. Deze oplossing is essentieel voor geavanceerde rijhulpsystemen (ADAS) en robotica en wordt stapsgewijs geïntegreerd in demonstrators om de praktische toepasbaarheid te valideren.
- Ondersteunend onderzoek naar integrated photonics-elektronica en robuuste packaging zorgt ervoor dat deze technologieën bestand zijn tegen temperatuurschommelingen en trillingen, zodat ze betrouwbaar functioneren in voertuigen en industriële toepassingen.

Waarom nu? Autonome systemen ontwikkelen zich wereldwijd razendsnel. Autofabrikanten en technologiebedrijven investeren fors in veilige, betrouwbare en duurzame oplossingen. Nederland heeft sterke posities in halfgeleiders, fotonica en slimme mobiliteit, maar zonder gerichte inzet op optical systems dreigt verlies van aansluiting bij deze dynamiek. Buitenlandse partijen nemen dan de leiding in optische technologie voor autonome systemen over. Nederland verliest zo economische kansen en wordt afhankelijk van buitenlandse technologie. De rol van Nederlandse bedrijven verschuift van innovator naar toeleverancier, wat strategische kwetsbaarheid vergroot. Daarnaast hebben we nu ook concrete kansen als we handelen. Bijvoorbeeld op LiDAR-on-chip, optische communicatie en micro-LED; deze bieden nieuwe producten en toepassingen in automotive, drones, logistiek en robotica.



Link met het OSIP-programma: het toepassingsgebied sluit aan op gericht industriebeleid onder DSII door optische sensoren en observatiesystemen voor veiligheid, situational awareness en navigatie. Daarnaast is er een koppeling met de groeimarkten Radarsystemen en Fotonische chips en met de Sector Waarnemingen en connectiviteit. Het sluit tevens aan op andere toepassingsgebieden, zoals Defensie en dual-use, Agri-food en Semiconductors. Dit toepassingsgebied gebruikt als laatste twee van de zeven OSIP-technologieën.

Kostenindicatie: totaal €32 miljoen: €20 miljoen publiek en €12 miljoen privaat.

1. Autonome systemen: €8,2 miljoen totaal, waarvan €4,1 miljoen publieke financiering via samenwerkingsregelingen, en €4,1 miljoen privaat.
2. Integrated photonics Digital technologies: €25 miljoen totaal, waarvan €15 miljoen publieke financiering via samenwerkingsregelingen, en €10 miljoen privaat.

Betrokken en te betrekken organisaties:

- **Bedrijven:** NXP Semiconductors, Scantinel Photonics, LioniX, SMART Photonics, Effect Photonics, DAF, VDL, Scantinel, imec en microvision.
- **Kennisinstellingen:** TNO Automotive, TU Eindhoven, Universiteit Twente, TU Delft.
- **Overheden:** Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van EZ.
- **Organisaties Digital technologies:** zie 'optical communication'.

6. Technologische verdieping in ST

In het vorige hoofdstuk zijn toepassingsgebieden beschreven en innovatiekansen in deze gebieden. Deze innovaties hebben een aantal verdiepende kennisvragen die toevoegingen doen aan de 7 belangrijkste OSIP-technologieën. Daarnaast zijn onderzoeksprojecten (PPS) opgesteld die een significante bijdrage leveren aan alle én toekomstige toepassingsgebieden, de OSIP-technologieën en het versterken van de OSIP-sleuteltechnologie. Figuur 10 in hoofdstuk 4 laat zien hoe deze onderdelen elkaar versterken binnen één geïntegreerd geheel. Hieronder worden deze programma's verkort toegelicht. Een volledige versie is te vinden in de bijlage 'H5 PPS projecten'. Daarna volgt een toelichting per OSIP-technologie.

Onderzoeksprojecten

1. Optical sensor technology: Optische sensortechnologie gebruikt licht om eigenschappen van materialen en systemen met hoge precisie te meten. Deze PPS richt zich op de ontwikkeling van sensoren met hogere gevoeligheid, nauwkeurigheid en betrouwbaarheid, terwijl ze tegelijkertijd compacter, energiezuiniger en kostenefficiënter worden gemaakt. Daarmee versterkt het programma de Nederlandse positie in integrated photonics en ontwikkeling van geavanceerde sensortechnologie. Specifiek richt dit onderzoek zich op photoacoustics, fiber bragg-sensoren en geïntegreerde sensoren.

2. Nieuwe optische componenten: Optische componenten bepalen de prestaties van fotonische systemen. Veelbelovende technologieën zoals meta-optics en GRIN-optics maken het mogelijk om licht op nanoschaal te sturen en zo optische functies te realiseren die met klassieke lenzen of spiegels niet haalbaar zijn. Deze innovaties bieden oplossingen voor uitdagingen zoals miniaturisatie, verbeterde prestaties en multifunctionaliteit en versterken de Nederlandse positie in integrated photonics, halfgeleidertechnologie en optische productie. Specifiek richt dit onderzoeksproject zich op Meta-optics en GRIN-optics.

3. New optical designs: Nieuwe optische ontwerpmethoden maken het mogelijk om licht nauwkeuriger te sturen en optical systems kleiner, lichter en efficiënter te bouwen. De PPS richt zich op de ontwikkeling van innovatieve ontwerpprincipes voor klassieke componenten zoals lenzen en spiegels, met als doel ontwerpen te realiseren die optimale prestaties, maakbaarheid en betaalbaarheid combineren. Miniaturisatie speelt daarbij een centrale rol en vraagt om nieuwe rekenmodellen om complexe, opgevouwen lichtpaden te kunnen ontwerpen. In andere landen wordt intensief geïnvesteerd in fundamenteel onderzoek naar optisch ontwerp, terwijl Nederland daarin nog beperkt actief is. Deze PPS versterkt daarom de kennisbasis die nodig is om de internationale concurrentiepositie te versterken. Specifiek richt dit onderzoeksproject zich op aberratietheorie voor asymmetrische systemen, optimalisatietechnieken voor optical systems en inverse methoden voor optische technologie. Bij inverse ontwerpmethoden worden gewenste optische eigenschappen als uitgangspunt genomen, waarna algoritmen de optimale geometrie of materiaalverdeling bepalen. Deze benadering maakt nieuwe systeemconcepten mogelijk die niet bereikbaar zijn via klassieke ontwerpstrategieën. Toepassingen liggen in micro-optica, fotonische circuits en adaptieve verlichtingssystemen.

4. Future sources: Nieuwe optische bronnen vormen het hart van vrijwel alle fotonische systemen. Ze bepalen helderheid, spectrale dekking, coherentielengte en energie-efficiëntie, en zijn daarmee bepalend voor de prestaties van toepassingen in communicatie, metrologie en medische technologie. Deze PPS richt zich op de ontwikkeling van lichtbronnen met hogere efficiëntie, stabiliteit en veelzijdigheid, terwijl ze compacter, duurzamer en eenvoudiger te integreren zijn. Daarmee versterkt het programma het vermogen van Nederland om vernieuwende fotonische technologieën te ontwikkelen en te industrialiseren. Specifiek richt dit onderzoeksproject zich op breedbandige lasers, lasers voor verlichting, organische LED (OLED), groene lichtconversie en single-photon-bronnen.

5. Computational optics: Computational optics combineert optische technologie met wiskundige en computationele methoden en doorbreekt de beperkingen van klassieke optical systems. Door licht digitaal te modelleren en te optimaliseren, ontstaan geheel nieuwe mogelijkheden voor beeldvorming en metrologie, met hogere precisie, compactheid en kostenreductie. Deze PPS ontwikkelt fundamentele kennis en digitale ontwerptools die leiden tot kleinere, flexibelere en energie-efficiëntere optical systems. Daarmee versterkt het programma de innovatieve kracht van Nederland op het snijvlak van fotonica, data-analyse en algoritmeontwikkeling. Specifiek richt dit onderzoek zich op lensloos ontwerp, holografische metrologie, geavanceerde simulatiemethoden en machine learning in optica.

6. Optical systems voor kunstmatige intelligentie: Optical systems voor kunstmatige intelligentie gebruiken fotonische chips die neurale netwerken uitvoeren met licht in plaats van elektrische signalen. Hierdoor kunnen berekeningen parallel en met een veel lager energieverbruik worden uitgevoerd. Het doel van deze PPS is een volledig geïntegreerde optische chip te ontwikkelen die alle functies van een netwerk op één platform combineert, van lichtgeneratie tot signaalverwerking. Deze technologie maakt nieuwe, energie-efficiënte rekenarchitecturen mogelijk die de schaalbaarheid en snelheid van AI-systemen aanzienlijk vergroten. Daarmee versterkt het programma de positie van Nederland in de ontwikkeling en toepassing van fotonische AI-technologie. Specifiek richt dit onderzoeksproject zich op lichtgeneratie en detectie, signaalomzetting, optische activeringsfuncties, heterogene integratie en miniaturisatie en schaalbaarheid.

7. Heterogene integratie voor geïntegreerde fotonische chips: Heterogene integratie maakt het mogelijk om verschillende materialen en componenten te combineren binnen één fotonisch platform, waardoor systemen krachtiger, efficiënter en beter schaalbaar worden. Deze PPS richt zich op technieken om lichtbronnen, detectors, modulators en elektronica volledig te integreren tot hoogwaardige, compacte en energiezuinige chips. Hiermee ontstaat de volgende generatie fotonische systemen die geschikt zijn voor grootschalige productie en industriële toepassingen. Nederland bouwt daarbij voort op zijn sterke kennispositie in fotonica en halfgeleidertechnologie. Specifiek richt dit onderzoek zich op materialen en interfaces, productietechnologieën, geïntegreerde functionaliteit en thermisch beheer.



8. Integrated photonics - advanced packaging and rapid prototyping: Het doel is om geavanceerde verpakings- en assemblagetehnologieën en productieapparatuur te ontwikkelen voor PIC-geschikte apparaten, plus een gedeelde faciliteit bouwen om nieuwe PIC-technologieën, ontwerpen en producten sneller te ontwikkelen. De belangrijkste driver is de behoefte aan efficiënte lichtkoppeling tussen chips, vezels en elektronica met hoge precisie, thermische stabiliteit, co-integratie en kostenefficiënte, schaalbare productie—iets wat traditionele packaging onvoldoende biedt bij complexere PIC's (onder andere in datacenters, lidar, sensing en quantum). Het doel is iteratiecycli terug te brengen van circa negen maanden naar drie maanden.

9. Integrated photonics - standardisation: Het doel is om een gestandaardiseerde, veilige en geïntegreerde digitale workflow te ontwikkelen voor het volledige PIC-traject: ontwerp, fabricage, metrologie, packaging en testen. Het koppelt tools en leveranciers end-to-end en definieert technische interfaces tussen chipfabrikanten en TAP-aanbieders. De standaarden worden afgestemd op internationale kaders (o.a. IEEE/EIC). Door een cross-supply-chain architectuur vermindert het datawrijving en automatiseert het procesfeedback, zodat iteratiecycli van negen naar drie maanden gaan (Semicon-niveau).

10. Integrated photonics - testing and metrology: Het programma bouwt een Nederlandse test-, metrologie- en validatie-infrastructuur voor PIC's, zodat functionaliteit al op wafer- en die-niveau kan worden geverifieerd en 'Known Good Die' betrouwbaar geleverd kan worden. Het omvat hogesnelheids- en polarisatie-resolved-metrologie (>100 GHz, routekaart naar 250 GHz), geautomatiseerde die-leveltest met robotica en vision alignment, toegankelijke karakteriseringsdiensten en een industrialisatiepad naar een (middel)groot testhuis. Een geünificeerde data-architectuur volgens SEMI E183 ondersteunt traceerbaarheid en procescontrole. Dit verlaagt kosten (packaging is vaak tot 80%), verhoogt yield, verkort time-to-market, vermindert afhankelijkheid van buitenlandse testcapaciteit en versterkt de soevereiniteit.

Kostenindicatie: totaal €322 miljoen: €209,7 miljoen publiek en €112,3 miljoen privaat.

Een verdere uitsplitsing per onderzoeksproject is gegeven in 'bijlage H5 PPS projecten'.

Technologische verdieping

De onderliggende technologische uitdagingen of verdieping zijn kennisvragen die centraal staan binnen OSIP en de richtingen waarin verdere ontwikkeling nodig is. De verdiepingen zijn geordend langs zeven prioritaire OSIP-technologieervelden, met daaronder 74 subtechnologieën, zie bijlage 'H4 Technologie mapping matrix'.

6.1. Theoretical and applied imaging optics

Uitdaging: Theoretical and Applied Imaging Optics richt zich op ontwikkeling en toepassing van optical systems die beeldinformatie genereren en optimaliseren. De uitdaging is hoge resolutie, contrast en reproduceerbaarheid te combineren met compacte ontwerpen en industriële maakbaarheid. Tegelijk is een verbetering nodig van optische prestaties via ontwerp, modellering en productie.



Kerntechnologieën: Imaging optics, Inverse methods imaging, Optical design, Aberration theory, Scattering and ghost modeling, Optimization strategies (AI/ML), Classical optical design methods (incl. SMS), (soft-)X ray optics, Electron optics, Starting systems, Multi-length scale optical design (wave and raytracing combined), Computational imaging, 3D printed optics plastic (lens/mirror), 3D printed GRIN lenses, Adaptive optics, Optical coatings incl. nanostructured surfaces, Manufacturing of optical components (glass, plastic, metal), 3D printed optics glass, Surface treatment of optical components (grinding etc.), Holographic reconstruction en Fluorescent based technology.

Onderliggende technologie: Ondersteunende kennis komt uit materiaalkunde, precisie-fabricage, optische metrologie en signaalanalyse. Methoden zoals Computational imaging en beperkte vormen van AI worden gebruikt als hulpmiddel bij modellering en optimalisatie van optische ontwerpen. Additive manufacturing en nanofabricage maken de productie van complexe, reproduceerbare oppervlakken mogelijk.

Verbinding naar andere toepassingsgebieden:

Toepassings-gebieden	Fotonische chips	Radar-systems	Laser satelliet-communicatie	AI en big data	Cyber-security	Offshore
Theoretical & applied imaging optics	Imaging chips energiezuinige sensoren	Combinatie radar/optic	Precisie optiek voor uitlijning en stabiliteit	Data-gedreven image analysis	Optische identificatie	Inspectie van constructies

Verbinding naar andere actieagenda's: Advanced Manufacturing: productie van optische componenten. Semiconductor Technologies: inspectie en lithografie. Quantum Technologies: optische interfacing en sensoren.

6.2. Theoretical and applied non-imaging optics

Uitdaging: Theoretical and Applied Non-Imaging Optics richt zich op het sturen en verdelen van licht zonder beeldvorming, voor toepassingen in verlichting, energie en detectie. De uitdaging ligt in het ontwikkelen van efficiënte en reproduceerbare oplossingen die optimaal gebruikmaken van lichtenergie en aansluiten bij de gewenste intensiteit en spreiding.

Kerntechnologie: Non-imaging optics, Inverse optical design, Inverse GRIN lenses, Illumination optics, Fiber optics, Optimization strategies (AI/ML), Tailored scattering en Perception of light.

Onderliggende technologie: Onderliggende kennis komt uit de modellering van lichttransport, perceptieonderzoek en materiaalontwikkeling van polymeren en coatings met specifieke reflectie- en transmissie-eigenschappen. Fabricagetechnieken maken vrije vorm spiegels en lenzen, micro- en nanostructuren mogelijk die lichtsturing verbeteren.

Verbinding naar andere toepassingsgebieden

Toepassings-gebieden	Solar PV	Agri-food	Radar-systemen	AI en big data	Smart grids	Verlichting
Theoretical and applied non-imaging optics	Verbetering energie-opbrengst	Optimale lichtverdeling	Sensorfusie	Ondersteuning visuele data-analyse	Optische monitoring	Freeforms en scattering

Verbinding naar andere actieagenda's: Energy Materials: lichtmanagement en conversie.

Advanced Manufacturing: productie van optische componenten. Human-Technology Interaction: verlichting afgestemd op menselijke waarneming.

6.3. Manufacturing and metrology

Uitdaging: Manufacturing and Metrology behandelt de productie en kwaliteitsborging van optische componenten met nanometerprecisie. Uitdaging ligt in de overgang van prototyping naar schaalbare industriële productie met behoud van kwaliteit en betrouwbaarheid.

Kerntechnologie: Optical fabrication, Nano-features in optical design and manufacturing, Wavefront shaping compensation and adaptation, Metrology of freeform optics, Metrology of high NA surfaces, Lensless imaging, Scatterometry en New optical materials.

Onderliggende technologie: Precisie-engineering, thermomechanische modellering en AI-ondersteunde foutdetectie vormen de basis. Nieuwe coatings en geavanceerde polymeren verbeteren prestaties en duurzaamheid.

Verbinding naar andere toepassingsgebieden

Toepassingsgebieden	Chipmachines	Quantum	Energie, batterijen	Waterstof	Offshore
Manufacturing and metrology	Betere optische fabricage voor inspectie en uitlijning	Verificatie van quantum optical systems	Optische meting voor analyse van kwaliteit materiaal	Metrologische keten voor het monitoren van waterstofketen	Metrologie helpt bij de inspectie

Verbinding naar andere actieagenda's: Semiconductor: metrologie, inspectie. Quantum: validatie optische componenten. Advanced Manufacturing: precisie productie en kwaliteit.

6.4. Optical system design

Uitdaging: Optical System Design richt zich op het integreren van optische, thermische en mechanische aspecten in één systeem. De uitdaging ligt in het ontwikkelen van stabiele, robuuste en efficiënte ontwerpen die betrouwbaar functioneren in veeleisende omgevingen.



Kerntechnologie: Optical system design and integration, Structural Thermal Optical Performance (STOP), Full system optical tolerancing and compensation strategies, Spectroscopic instrumentation, Multi-modal systems (comb. electronen/fotonen), en Calibration of space optical systems.

Onderliggende technologie: System engineering, thermische modellering, materiaalkunde en optische simulatie vormen de basis. Digital Twins versnelt en verbetert voorspelbaarheid.

Verbinding naar andere toepassingsgebieden:

Toepassingsgebieden	Laser satelliet-communicatie	Radarsystemen	Autonome systemen	Smart grids	Waterstof
Optical system design	Verbetering optische uitlijning en transmissie	Optische ontwerpen verbeteren detectie en resolutie	Optische navigatie & herkenning geeft hogere precisie	Optic monitoring ondersteunt infra beheer	Optic metrologie bewaakt de processen

Verbinding naar andere actieagenda's: Optomechanics: geïntegreerde systeemontwikkeling. Advanced Manufacturing: systeem assemblage met hoge precisie. Quantum Technologies: geïntegreerde optische sensoren.

6.5. Sources and detectors

Uitdaging: Sources and Detectors behandelt de ontwikkeling van lichtbronnen en detectoren met hoge efficiëntie en lage ruis. De uitdaging is om deze componenten te integreren in compacte en betrouwbare systemen met een breed spectraal bereik.

Kerntechnologie: Fiber optics sensing, Coherence control and bursting, Photo-acoustics, Lasers, LEDs, OLED, Fiber sources, Photon detectors, Single photon emitters, Conversion technology/quantum dots, Electron optics sources, Lidar/radar sensors, Spectroscopy, THz sources and detectors en Frequency comb.

Onderliggende technologie: Materiaalkunde, cryogene technologie en nanofabricage zijn de basis. Precisie-elektronica en dataverwerking ondersteunen ruisonderdrukking en kalibratie.

Verbinding naar andere toepassingsgebieden:

Toepassingsgebieden	Quantum	Fotonische chips	6G netwerken	Radar	Geneesmiddelen
Sources and detectors	Ontwikkeling single-photon bronnen en detectoren	Integratie bronnen en detectoren in fotonische chips	Optische sensoren voor signaal detectie en datatransmissie	Geavanceerde detectie en afstands-meting	Optische detectie van biologische processen

Verbinding naar andere actieagenda's: Quantum: single-photon detectie. Advanced Manufacturing: precisieproductie-detectoren. Semiconductor: integrated opto-elektronica.

6.6. Nano-photonics

Uitdaging: Nano-photonics onderzoekt lichtinteracties op nanoschaal. De uitdaging is het realiseren van controle over golffronten en lichtverstrooiing om nieuwe optische functies te ontwikkelen voor sensing, communicatie en energieconversie.

Kerntechnologie: Wavefront shaping & beam control, Speckle control and mitigation, Photonic crystals en Meta-surfaces/lenses (for multiple wavelengths).

Onderliggende technologie: Fabricage via nanolithografie, 3D-printing en zelfassemblage maakt productie van complexe nanostructuren mogelijk. Simulaties op basis van elektromagnetische modellering ondersteunen ontwerp en validatie.

Verbinding naar andere toepassingsgebieden:

Toepassingsgebieden	Fotonische chips	Quantum	Energie (PV)	Medische diagnostiek	Energie: batterijen
Nano photonics	Integratie van nanostructuren, beter lichtsturing	Nano fotonische interfaces voor qubitcontrole	Verhoogde licht absorptie door nano structuren	Nanoschaal licht interactie voor biosensing	Optische monitoring laadtoestand

Verbinding naar andere actieagenda's: Quantum Technologies: fotonische qubitcontrole. Advanced Materials: nanostructuurontwikkeling. Semiconductor Technologies: integratie in chiparchitecturen.

6.7. Integrated photonics

Uitdaging: Integrated Photonics richt zich op de integratie van optische functionaliteit in compacte, schaalbare en kosteneffectieve chips. De uitdaging ligt in opschaling en betrouwbare koppeling tussen fotonische en elektronische componenten.

Kerntechnologie: Integrated sensors for metrology, Interfaces between classical optics and integrated optics hybrid systems, Interfaces between electronic ICs and optical ICs, Design for photonic integrated circuits (PICs), Manufacturing and metrology of PICs, NeuralNetworkPIC, Transceivers, Fluid-based sensors, Gas-based sensors, Lidar PIC, PIC for data communication en PICs for quantum.

Onderliggende technologie: Halfgeleiderfabricage (SiN, InP), lithografie en hybride integratie met elektronica en fluidics vormen de basis. Betrouwbaarheidstesten en optische karakterisatie waarborgen industriële toepasbaarheid.



Verbinding naar andere toepassingsgebieden:

Toepassingsgebieden	Quantum	Fotonische chips	6G netwerken	Autonome systemen	Apparatuur diagnose
Integrated photonics	Integratie optische kanalen in communicatie chips	Miniaturisatie van geïntegreerde systemen	Fotonische transceivers voor datatransmissie	Geïntegreerde optische sensoren voor navigatie & detectie	Miniaturisatie van optische modules in apparatuur

Verbinding naar andere actieagenda's: Quantum Technologies: geïntegreerde qubit-interconnecties. Semiconductor Technologies: chipproductie en packaging. Advanced Manufacturing: industriële opschaling en betrouwbaarheid.

7. Ecosysteemactiviteiten

A. Ecosysteem

In Nederland is het OSIP-ecosysteem opgedeeld in Optical Systems en Integrated Photonics. Ook zijn er organisaties die het volledige ecosysteem bestrijken. Samen kunnen zij een sterke motor vormen voor innovatie, samenwerking en economische groei. Zoals **PhotonicsNL**, de OSIP-branchevereniging die alle bedrijven in het OSIP-ecosysteem vertegenwoordigt. PhotonicsNL brengt ondernemers, onderzoekers en beleidsmakers samen en stimuleert nieuwe samenwerkingen. Ze organiseert evenementen, creëert ontmoetingen, ondersteunt bedrijven en helpt bij internationale zichtbaarheid.

Optics Netherlands is het onderzoeksnetwerk, opgebouwd uit de vier technische universiteiten en partners. Hier vormt onderzoek de kern: van fundamentele wetenschap tot concrete toepassingen in de industrie. Optics Netherlands leidt de nieuwe generatie experts op, ontwikkelt opleidingen en zorgt ervoor dat nieuwe kennis haar weg vindt naar bedrijven en maatschappelijke toepassingen. Innovatie en valorisatie zijn diep in het DNA van dit netwerk verankerd.

PhotonDelta is een stichting die zich richt op de ontwikkeling van het Nederlandse geïntegreerde fotonica-ecosysteem. PhotonDelta brengt bedrijven, kennisinstellingen en investeerders samen om te bouwen aan een sterke en schaalbare waardeketen van ontwerp, productie tot toepassingen. Vanuit NGF zijn er middelen beschikbaar om bedrijven te financieren, innovatieprojecten te steunen, internationale samenwerking te stimuleren en markten te betreden. Verder beoogt PhotonDelta het juiste talent voor de snelgroeiende industrie aan te trekken. Elk cluster heeft een eigen focus, ze delen een gezamenlijke ambitie: het bouwen van een toekomstbestendig OSIP-ecosysteem waarin onderzoek, innovatie, productie en beleid elkaar versterken, ook voor de internationale positionering van Nederland.

Gezamenlijk wil de innovatiecoalitie aan de opgaven genoemd in de actieagenda werken, waarbij de verdere invulling in overleg wordt gedaan. PhotonicsNL is tot dat moment het aanspreekpunt voor de actieagenda, 4TU voor coördinatie voor wetenschap. De strategie en regie van de actieagenda ligt voor Optical Systems bij PhotonicsNL en OpticsNetherlands, en voor Integrated Photonics bij PhotonDelta.

De twee delen willen daarbij samenwerken met diverse partijen (figuur 1). Gezamenlijk trekken deze partijen waar mogelijk op, zonder overlap, in activiteiten als netwerkontwikkeling met de innovatie vijfhoek, marktontwikkeling (het verbinden en ontwikkelen van bedrijvigheid), organiseren van netwerk- en matchmaking evenementen inclusief tools en middelen, faciliteren van toegang naar kennis, faciliteiten, financiering en kapitaal en het ontwikkelen van de internationale positionering van de sector.

Als laatste houden de partijen zich bezig met het verbeteren van de institutionele setting van het ecosysteem. Optics Netherlands en PhotonDelta richten zich voor heel OSIP op onderzoek, talentontwikkeling en opleiding voor WO in samenwerking met HBO's en MBO's in Nederland.

Gezamenlijke masterprogramma's, PhD-trajecten, bijscholing voor professionals (LLO) en kennisontwikkeling met grootschalige onderzoeksprojecten vormen de kern van hun inzet. De komende vijf jaar staat in het teken van het aanpakken van de opgave door het opzetten van een governance-structuur die richting en inhoud geeft aan de OSIP-actieagenda en de benodigde impact realiseert.

- **2026:** Oprichting agenda stuurgroep en programmabureau, lancering digitaal ecosysteemplatform, organisatorische onderzoeken, start PPS-en.
- **2027:** Introductie shared facilities, ontwikkeling internationale roadmap en branding, nieuwe financieringsinstrumenten, business development dienst, nieuwe PPS-en.
- **2028:** Start en uitbreiding Europese partnerschappen, nieuwe onderwijs- en talentprogramma's, nieuwe PPS-en, tussentijdse evaluatie OSIP-actieagenda.
- **2029:** Eerste resultaten van PPS-projecten naar de markt, coaching-activiteiten, nieuwe handelsmissies, eerste nieuwe OEM's.

Eindresultaat: Een goed georganiseerd levendig ecosysteem, dat nieuwe spelers integreert en gezamenlijk internationale kansen pakt.

B. Onderzoek en kennisontwikkeling

Voor kennisontwikkeling heeft de actieagenda OSIP zich gericht op toepassingsgerichte kennisvragen en de (op moment van schrijven) belangrijkste onderzoeksrichtingen voor de toekomst. Dit is continu aan ontwikkeling onderhevig wat daarom jaarlijks in de actieagenda wordt bijgesteld. Een aantal hiervan zijn, op moment van schrijven, nog in ontwikkeling. Een groot aantal PPS-en met bedrijven bieden toepassingsgerichte kennisvragen. Daarnaast zijn de belangrijkste onderzoeksrichtingen voor de toekomst gedefinieerd (zie ook Hoofdstuk 6) in PPS-en, zie bijlage 'H5 PPS projecten'.

C. Onderwijs

Het succes van de Nederlandse optica- en fotonica-industrie hangt direct samen met de beschikbaarheid van hooggekwalificeerd talent. Deze actieagenda vraagt ook voor een structurele instroom van vakmensen door nauwe samenwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen en het ontwikkelen van opleidingsroutes die aansluiten op industriële behoeften. Het bewezen succes van het MPOP-programma laat zien dat gerichte initiatieven werken: studenten stromen direct door naar banen in het OSIP-ecosysteem. Door de aanpak op te schalen en te verankeren naar HBO en MBO, creëren we duurzaam talentfundament dat bedrijven in staat stelt te excelleren, innovatie te versnellen en de groeiambitie van 30.000 extra banen te realiseren – een directe impuls voor economische groei en internationale concurrentiekracht. Verdere toelichting is te vinden in bijlage 'H7 Onderwijs'.

D. Infrastructuur

Met diverse laboratoria en incubators zijn interviews gehouden. Zij benadrukken dat gerichte investeringen in nieuwe wetenschappelijke en technologische infrastructuur cruciaal zijn om Nederland concurrerend te houden in OSIP-gebieden. Zonder voldoende pilot-productiecapaciteit en ondersteunende faciliteiten, zoals pilotlines, mid-size fabrieken (bijvoorbeeld New Origin) en nutsvoorzieningen, stagneert de opschaling van innovaties van lab naar markt. Vernieuwende samenwerkingsvormen zijn eveneens relevant. Het project Qurius²⁵ bijvoorbeeld bepleit een grootschalige investering in nieuwe wetenschappelijke infrastructuur om de uitvoeringskracht van sleuteltechnologieën te waarborgen. Resultaat is een gedeelde, ultramoderne faciliteit voor quantum-, nano- en fotonicatechnologie – om bedrijven en kennisinstellingen samen te brengen in een gedeelde onderzoeks- en ontwikkelomgeving. Investeren in grootschalige infrastructuur door de overheid blijft dus essentieel, want de markt zal dit niet oppakken. Ook is er behoefte aan het delen van bestaande infrastructuur, bedrijven en instellingen onderling. Nu is toegang hiertoe financieel of organisatorisch een drempel en leidt tot hoge prijzen voor geïnteresseerden. Het inzichtelijk maken van de beschikbare infrastructuur en helpen bij het maken van afspraken voor deling is een activiteit die het OSIP-ecosysteem daarom wil uitvoeren. Ondanks wat veel organisaties beamen, bestaat hiervan niet een duidelijk overzicht. De overheid kan hierbij vervolgens actief ondersteunen door het financieren van toegang naar (wetenschappelijke- of bedrijfs-) infrastructuur, zoals met kortingsvouchers of kostenreductie-instrumenten bij brede openstelling van faciliteiten. Activiteiten in dit onderdeel zijn netwerkvorming met bedrijven en instellingen, het in kaart brengen van mogelijkheden en zo programma's opstellen met stakeholders, waar mogelijk te financieren met instrumenten. De wens is om de uitvoering op te pakken in samenwerking met de ROM's van Nederland en een aantal innovatiemakelaars.

E. Financiering: instrumentarium

De uitvoering van de OSIP-agenda vraagt om een doelgericht en samenhangend instrumentarium dat de volledige innovatieketen ondersteunt. Het huidige aanbod van regelingen biedt daarvoor een basis. Hier zijn ook kansen om beter aan te sluiten op de specifieke dynamiek van het OSIP-ecosysteem. De dynamiek kenmerkt zich door lange ontwikkelcycli en kapitaalintensieve laboratorium- en pilotinfrastructuur en het opschalen van innovaties. Een overzicht in bijlage 'H7 Financiering' toont welke Nederlandse regelingen beschikbaar zijn, hoe deze aansluiten op verschillende TRL-fases en waar nog hiaten bestaan.

Ook geven we hier een aantal nieuwe suggesties. Het nationale instrumentarium omvat circa €2,2 miljard voor 2026–2030, vooral gericht op midden-TRL (ontwikkeling en prototyping). Lage en hoge TRL is relatief beperkt. EU-instrumenten vormen geen snelle of zekere financieringsbron vanwege lange doorlooptijden en lage slagingspercentages. Daarom blijft nationale financiering essentieel voor tijdige innovatie en valorisatie binnen het OSIP-ecosysteem. Een kans kan zijn om delen van het nationale instrumentarium anders beschikbaar te maken voor NTS-gerichte

25 <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2025D22644>

activiteiten en hiermee NTS-oproepen te kunnen ondersteunen. Dit helpt bij het verbijzonderen van een categorie projecten die toch al tot stand zouden zijn gekomen. Bijvoorbeeld de PPS-toeslag over te hevelen naar een generiek NTS PPS-instrument, voor samenwerkingsprojecten binnen elk van de tien NTS-programma's.

Een tweede optie is het samenvoegen van EFRO-cofinanciering met de MIT-regeling. Een derde optie is een nieuwe categorie, individuele NTS-instrumenten, vergelijkbaar met de mkb-calls van de topsectoren. Het NWO-perspectiefinstrument meer richten op de tien NTS-agendapunten biedt ook mogelijkheden. De opschaling van overheidsbijdragen zorgt gelijk voor verhoging van de private bijdragen in R&D, wanneer de cofinancieringsvoorwaarden gelijk blijven. Wel vraagt OSIP aparte ondersteuning voor 'onderneming in moeilijkheden', veel van de start-ups ouder dan drie jaar bevinden zich in deze positie - wat vaak weinig betekent voor de levensvatbaarheid. Daarom stellen wij voor te onderzoeken hoe een aantal instrumenten voor deze categorie kan worden herontwikkeld naar (IIC gelijkende) challenges waardoor de overheid als launching customer optreedt zonder hierbij staatssteunregelgeving te overtreden. Deze activiteiten worden uitgevoerd door PhotonicsNL, PhotonDelta, RVO, Wederic, Photonics21 en andere EU-koepels, in samenwerking met ROM's van Nederland en gespecialiseerde dienstverleners.

F. Business development

Innovatie met maatschappelijke en economische impact ontstaat alleen door een strategische inzet van business development, waarbij optimaal gebruik wordt gemaakt van bestaande instrumenten en adaptatie van succesvolle (internationale) modellen met verschillende actoren. Valorisatie vormt de eerste stap in business development om innovaties met een lage Technology Readiness Level (TRL) verder richting de markt te brengen. Universiteiten en opleidingsinstellingen ondersteunen dit via start-ups, spin-offs en IP-beheer, en kunnen consortiumpartners cross-sectoraal verbinden met andere (groeierende) markten, waardoor de impact van technologische innovaties – zoals in optical systems en integrated photonics – wordt vergroot. Regionale ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's), zoals BOM, Oost NL, LIOF, NOM en InnovationQuarter, spelen hierin een sleutelrol. Regionale versterkingagenda's ondersteunen hightech-start- en -scale-ups en verbinden kennisinstellingen en bedrijfsleven. Hun betrokkenheid is essentieel om innovaties in het OSIP-ecosysteem van concept tot marktintroductie te versnellen. Incubators vormen eveneens een belangrijk onderdeel van deze infrastructuur. Zij begeleiden ondernemers in de eerste fasen van hun ontwikkeling door toegang te bieden tot coaching, talent, financiering en een inspirerend ecosysteem van programma's, diensten en evenementen.

De samenwerking tussen Techleap, ROM's, incubators en kennisinstellingen is een krachtige structuur voor duurzame groei in deeptech-sectoren zoals integrated photonics. Fieldlabs zijn als laatste ideale testlocaties waar bedrijven en kennisinstellingen samen nieuwe technologieën kunnen ontwikkelen en testen.

Ondersteuning van start-ups en mkb op business development, door opleidingsinstellingen, incubators, fieldlabs en de regionale ontwikkelingsmaatschappijen dient samenhangend te worden uitgevoerd. Hoe eerder deze partijen samenkomen in een goed op elkaar afgestemd ecosysteem, hoe sneller innovaties hun weg vinden naar de markt, en hoe beter Nederland zijn technologische voorsprong weet te behouden. Hiertoe wil het OSIP-ecosysteem business developers van verschillende actoren inzetten voor ondersteuning van individuele, of groepen van, bedrijven. Deze activiteiten worden uitgevoerd door PhotonicsNL, 4TU, RVO, PhotonDelta, InvestNL, ROM's Nederland, Wederic, Incubators, Fieldlabs en dienstverleners.

G. Internationalisering

EU-aansluiting: Nederland kan zijn sterke positie in OSIP verbinden met de Europese doelen door actief aan te sluiten bij vergelijkbare clusters zoals het OSIP-ecosysteem in andere landen en met de Europese branchevereniging Photonics21, EPoSS, ENEAS en Inside. Dit maakt het ook mogelijk om slaagkans en zichtbaarheid te vergroten voor initiatieven binnen Horizon Europe, European Innovation Council (EIC) en andere EU-innovatieprogramma's.

Import en Exportondersteuning: Nederlandse organisaties in het OSIP-ecosysteem kunnen hun exportpositie versterken door gerichte ondersteuning voor mondiale markten. Volgens de Photonics21 Roadmap 2021-2027²⁶ is Europa wereldwijd een toonaangevende speler.

Dit doet het OSIP-ecosysteem met een marktaandeel van circa 15,5%, gedreven door een sterke R&D-basis en innovatieve mkb-structuren. De internationaliseringsstrategie van PhotonDelta richt zich op een aantal focuslanden in Azië, Noord-Amerika en Europa. Voor datacom is de VS nu de leidende markt. Exportbevordering kan worden gestimuleerd via handelsmissies, gezamenlijke demonstratieprojecten, market access, financiering van demonstrators en deelname aan Europese clusters die marktintroductie en standaardisering versnellen. Nationale instanties zoals RVO en Invest-NL kunnen ondersteuning bieden via instrumenten gericht op opschaling, certificering en internationale marktwerking. Door deze maatregelen te combineren met de Europese focus op strategische autonomie in sleuteltechnologieën (zoals photonics, quantum en AI), kunnen Nederlandse bedrijven zich profileren als betrouwbare exportpartners binnen Europese waardeketens en toegang krijgen tot groeiende markten in digitale infrastructuur, duurzame energie en agri-tech. Tegelijk biedt dit de kans om op het vlak van import Europese supply chains voor schaarse goederen en grondstoffen op te bouwen. Deze activiteiten worden uitgevoerd door PhotonicsNL, RVO, PhotonDelta, 4TU, InvestNL, Ministerie van Buitenlandse Zaken en Economische Zaken, het Pioneer programma incl. partners, Photonics21 en EU-koepels, ROM's van Nederland en gespecialiseerde dienstverleners.

26 <https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/Photonics21-Vision-Paper-Final.pdf>

H. Regelgeving

Het OSIP-ecosysteem stuit in Nederland bij R&D en implementatie op meerdere structurele belemmeringen. Het regulatoire en bestuurlijke kader is onvoldoende afgestemd op de dynamiek van het OSIP-ecosysteem. De Europese Medical Device Regulation (MDR) en de In Vitro Diagnostic Regulation (IVDR) worden naar nationale interpretatie verschillend toegepast, wat leidt tot onduidelijkheid over welke regels gelden voor universiteiten, kennisinstellingen, mkb, en ziekenhuizen. Het schrijven van een Investigational Medical Device-Dossier (IMDD) vraagt specifieke kennis, die vaak zelf moet worden opgebouwd, hetgeen vertraging en hogere kosten tot gevolg heeft. Voor veel kleine en middelgrote ondernemingen is de route naar markttoelating hierdoor ondoorzichtig en risicovol. Ook ontbreekt infrastructuur voor standaardisatie, regulatoire trajecten en vroege integratie daarvan in het ontwikkelproces. Voor OSIP-technieken, zoals integrated photonic chips, sensoren, lasers of optische beeldvormende toepassingen, is maatwerk nodig op gebied van optische veiligheid, kalibratie, software validatie en biocompatibiliteit. Verder is er sprake van aanzienlijke afhankelijkheden in de toeleveringsketen. De Europese en Nederlandse OSIP-industrie is sterk afhankelijk van externe partijen voor bijvoorbeeld optische halfgeleiders, optische componenten, grondstoffen en assemblagecapaciteit. Uit een Europese enquête in 2023²⁷ bleek dat meer dan 80% van de bedrijven in het OSIP-ecosysteem te maken heeft met leveringsproblemen en dat 90% bereid is meerprijs te betalen om binnen Europa in te kopen. Voor Nederland betekent dit dat zowel de beschikbaarheid van kritische grondstoffen als de capaciteit voor productie en verpakking een bedreiging vormen voor technologische soevereiniteit en voor het behoud van concurrentiekracht. Oplossingen zijn beperkt beschikbaar, begeleiding en best practices ontbreken op regulatoire dossiers en er zijn beperkt experts door de overheid aangesteld om Europese regelgeving te interpreteren voor Nederland. Daarom de volgende aanbevelingen:

- *Nationaal coördinatiepunt regelgeving en standaardisatie*, dat praktische support biedt voor uniforme interpretatie van MDR en IVDR én toegang biedt tot formats.
- *Landelijk expertisecentrum IMDD en regulatoire trajecten*, begeleiding bij opstellen van IMDD-dossiers, validatie optische/biomedische toepassingen, certificering.
- *Structurele integratie van standaardisatie, regulatie en ontwikkeling*, de eisen en regulatoire verplichtingen al in de vroege ontwikkelfase meenemen: by-design.
- *Bevordering van grondstoffen-, productiemiddelen- en ketensoevereiniteit* van de Nederlandse capaciteit in de fabricage van fotonische componenten door
 - het identificeren van kritische productie- en assemblage activiteiten,
 - het opbouwen van alternatieve leveranciers voor kritische materialen (zoals InP, SiN, optische vezels, lenzen) zodat afhankelijkheid daalt²⁸ en
 - het opnemen van ketenresilience, productie-sovereiniteit en circulaire grondstoffen in de Nederlandse OSIP-strategie.

27 https://www.photonics21.org/download/ppp-services/photonics-downloads/230421_Supply_Chain_Report_Final_C3.pdf

28 <https://www.photondelta.com/news/europes-largest-integrated-photonics-companies-call-on-the-eu-to-support-building-a-resilient-supply-chain-for-photonics/>

- *Regelarme experimenteeromgeving (sandbox)* waarin innovatieve OSIP-technologie onder gecontroleerde maar vereenvoudigde regelgeving kunnen worden geëvalueerd.
- *Richtlijnen voor verzekeringen, aansprakelijkheid en samenwerking* te ontwikkelen in samenwerking, voor modelcontracten en -voorwaarden voor R&D-aansprakelijkheid.
- *Structurele beleidsmonitoring en bijsturing* met concrete indicatoren (KPI's) waarmee voortgang van regulatie-, standaardisatie- en ketenmaatregelen gemeten wordt.

Deze activiteiten worden uitgevoerd door PhotonicsNL in samenwerking met belangenverenigingen, RVO, ZonMW, VU Amsterdam, AUMC, Photonics21, ROM's van Nederland en dienstverleners.

Ecosysteem kostenindicatie: €76 miljoen publiek gefinancierd, voor tien jaar.

We merken op dat er vrijwel geen instrumenten beschikbaar zijn voor de onderstaande activiteiten, deze kunnen alleen uit publieke bron komen. De looptijd van al de ondergenoemde activiteiten is voor een periode van tien jaar. De opdeling is als volgt:

1. Ecosysteem:
 - a. €5 miljoen tot 2030 en €5 miljoen tot 2035 voor de rol van ecosysteempartij, volledig publieke financiering. Er is rekening gehouden met inzet bestaande instrumenten voor events en missies.
 - b. €10 miljoen tot 2030 en €10 miljoen tot 2035 voor uitvoering voor Optical Systems, volledig publieke financiering.
 - c. Per einde Groeifondsfinanciering tot 2030 €10 miljoen voor uitvoering voor Integrated Photonics, €25 miljoen tot 2035, volledig publieke financiering.
2. Business development en coaching: ontwikkeling en uitvoering dienst in samenhang met actoren: €2,5 miljoen volledig publieke financiering.
3. Infrastructuur: ontwikkeling van shared facilities dienst inclusief operationele uitvoering in samenwerking met ROM's: €2,5 miljoen volledig publieke financiering.
4. Regelgeving: inzet van experts op afroep, ontwikkeling kennisplatform, inrichting van de loketten en uitvoering: €2 miljoen publieke financiering.
5. Financiering: acces to finance & capital programma's: €2 miljoen, publieke financiering.
6. Onderzoek: een deeltijd-programmamanager, €1 miljoen, volledig publieke financiering.
7. Internationalisering: een deeltijd-expert/projectleider, €1 miljoen publieke financiering.

Apart noemen we een OSIP-NTS-instrument, zie hoofdstuk 7 onderdeel Financiering: €15 miljoen per jaar tot en met 2030 met start in 2027, 50% private financiering. Dit zou een inrichting van €60 miljoen tot en met 2030 vragen, tegenover €60 miljoen private bijdrage.



8. Voorstel organisatie

De beoogde governance structuur voor de NTS Actieagenda's is beschreven in het overkoepelende document. De specifieke invulling van deze governance-structuur voor de actieagenda OSIP inclusief personele invulling, wordt in 2026 afgerond, in nauwe samenwerking met de KIA ST-governance.

We voorzien een OSIP-innovatiecoalitie met betrokkenheid van PhotonicsNL, 4TU OpticsNetherlands en PhotonDelta. Strategie, regie en uitvoering van de actieagenda kan voor Optical Systems bij PhotonicsNL en OpticsNetherlands liggen en voor het Integrated Photonics deel bij PhotonDelta. De twee delen willen daarin samenwerken met Agentschappen en ROM Nederland.

Uitvoering kan door innovatiemakers worden ondersteund: kartrekkers op markt- of kennisgebied. Het realiseren van de innovaties kan in de waardeketen worden gedaan, op vraagbasis samen met de *makers* uit (vnl.) het OSIP-ecosysteem. Participerende organisaties in de innovatieprojecten zijn per toepassingsgebied en ondersteunende activiteit aangegeven. Zie hiervoor ook de bijlage 'H5 PPS projecten'. De participerende organisaties komen uit het ecosysteem en variëren van bedrijf tot kennisinstelling en van overheid tot belangenorganisatie. Zo kan de OSIP-actieagenda zich richten op *alle* onderwerpen van de NTS OSIP. Vrijwel het gehele ecosysteem van meer dan duizend organisaties is aangeschreven voor deelname in de uitvraagsessies die landelijk zijn gehouden. Voor het uitzetten van support letters zijn de deelnemers van de landelijke uitvraagsessies aangeschreven. Het OSIP-ecosysteem is op veel onderdelen startklaar om met nieuwe middelen Innovatieprojecten en Ecosysteemactiviteiten op te starten. Met het volledige ecosysteem wil zij hier extra aandacht aan besteden op het Dutch Photonics event in september 2026.



9. Vervolg programma ontwikkeling

Voor het vervolg is de beoogde governance structuur voor de NTS Actieagenda's beschreven in het overkoepelende document van KIA ST. De specifieke invulling van deze governance structuur voor de actieagenda OSIP wordt in 2026 afgerond. De vervolgroute naar implementatie is via 3 stappen uit te voeren en af te ronden in 2026. Eerste stap is de inrichting van de innovatiecoalitie. OSIP vraagt op onderdelen, voor impact en snelheid, directe (organisatie) financiering. De uitkomst van deze stap kan een gecommiteerde actieagenda leveren. Primaire eerste contact voor deze actieagenda kan PhotonicsNL zijn, de verdere uitvoering kan worden gerealiseerd door de toekomstige innovatiecoalitie en het OSIP-schrijftteam. De voorgestelde individuen zijn een directielid van PhotonicsNL, het OSIP-schrijftteam, PhotonDelta, EZ en KIA-ST.



Colofon

Verkenningsgroep OSIP: ASML: Maarten Voncken, Smart Photonics: Johan Feenstra, VDL-ETG: Ton Peijnenburg, TNO: Stefan Bäumer, Demcon: Gerard van den Eijkel.

OSIP-schrijftteam (werkgroep): 4TU: Anke Peters, Wederic: Walewein Luchtmeijer en Martin van Soest.

Medeauteurs: PhotonicsNL: Petra Wicherink en Steven Goetstouwers, Holland High Tech: Wilbert IJzerman, PhotonDelta: Eelko Brinkhoff, Peter van Arkel en Khalid Boufadiss, TNO: Bart Snijders.

Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen: vele medewerkers van de ROM's in Nederland hebben bijdragen geleverd. In het bijzonder dank aan Anton Duisterwinkel.

Speciale dank aan: Ministerie van EZ: Mieke Lam en Erik van de Burgwal, KIA-ST: Koen Vermeer, Tom van der Horst en Frans van der Wel.

Een groot aantal organisaties heeft een steunbetuiging (Letter of Interest) getekend voor de OSIP actieagenda, waarvoor dank. Deze zijn als bijlage 'OSIP LOI' toegevoegd.

Het OSIP-schrijftteam heeft informatie ontvangen van een groot aantal aanwezigen bij uitvraagssessies. Hiervoor bedanken we in het bijzonder de volgende organisaties:

Layers 3D printing, InnovationQuarter, Salland Engineering, OostNL, Coolsem, Brainport Development, Exosense, Lely Industries, Lionix, Nearfield instruments, Delta Life Sciences, TNO, Spherical, Teledyne Adimec, Philips, BOM, 2M Engineering, Include Industries, Universiteit van Leiden, Leiden University, IBTIC, HighTechXL, HTXL, Smart photonics, iDNA - Institute for diagnostic accuracy, RVO, Demcon, Mikrocentrum, Photonis Netherlands, VADO Beheer, Vado, TSG Group, Mat-Tech BV, MTA, Regieorgaan SIA (NWO), NWO, TCPM, Meluna Research, MedTech Twente / PhotonDelta, PhotonDelta, SXILS, Frencken Mechatronics Europe, Senseglove, Sens2Sea, Utrecht university, inchip, NAS, Tarucca, University of Twente, IDCP / RetinaScope, ITEC, TU Eindhoven, Addit BV, ISISPACE Group, Lambert Instruments BV, TU Delft, Lens R&D, FuQon, Settels Savenije, BANL, NTS group, Festo, Institute for Diagnostic Accuracy (iDNA), PhotonFirst, ASTRON, IMEC, Dutch Diamond Technologies, QBayLogic, ASML, Nedinsco, SPECTRAL Industries, Ecosystem Services, Saxion, VSL, STT Products, GF Machining Solitions, InnoSpace, Namrata business strategy consultancy, Wavetronica, Maxon, Altum RF, KONNEXIONS, Additive Industries, Valley Optics, TBRM Engineering, Xiver, PhotonicsNL, AWL, Hittech Group, Laser2000, Sumipro, Somni Solutions, Arcadiz, Brainport Industries, RCI, BPD, QDNL, EPIIC, Te Lintelo Systems, Lacom, Optics, OMT Solutions BV, DCD, The Hague University of Applied Sciences, Airbus Netherlands B.V., Simac, AirInternet, Louwers Hanique, Neways, Technobis, Signify, fso instruments, WimOptik, Mintres

Als laatste worden de PPS projecten uitgevoerd met een groot aantal reeds betrokken, maar ook een groot aantal nog te betrekken, organisaties in uiteenlopende vorm:

2Grow, 4TU federation, AAC Clyde Space, AgroInnovatiecentrum De Marke, Aikon Health, AIM solutions, Airbus Defence & Space Nederland, Aircision, AirProducts, AIXTRON, Aluvia, AMOLF, Amsterdam UMC, Anteryon, ARcni, Artinis, Avantes, Bakkerelkhuizen, BFF, Bilihome, Biostream International, Black Semiconductors, Bluetron, Boerderij van de Toekomst,



Boreal Europe BV, Boskalis, Braventure, Brilliance, Bronkhorst High-Tech, BS, Bufab Flos, Business Strategy Consultancy Namrata, C.N. Rood B.V., Center for Environmental Therapeutics, CHDR, ChipTech Twente, ClimAd Technology, CoolSem Technologies, Corbion, Corsano, CryoWorld, CWI, D.O.R.C./Zeiss, DAF, Dairy Campus, Danish Lighting Center, De Hoeve BV, De Zaak van Advocaten, Delft University of Technology, Delta Lifescience, Delta Quad, Dexerials, Dieco Electronics, DisperTech, DSM-Firmenich, Dutch Daylight, EDA, Effect Photonics, Eindhoven university of technology, EIT Food, EKB, Elesta, EPIC, ErasmusMC, ESA, Eurofiber en Juniper Networks, European Space Agency, Europese Commissie, Europese Defensie Fund, Exometry, Experimenteerkas Glastuinbouw, Falcker, Fermioniq, Finapress Medical Systems, FireFly Sensing, FME, FOM Institute for Labour and Personnel, Fontys Eindhoven, Freshtech Solutions, FrieslandCampina, Fujitsu, GasUnie, GEA, Gemeente Helmond, gewasadviseurs, Glycan-scan, Good Light Group, Greefa, Greenport West-Holland, Groenlicht Vlaanderen, Growy, Haagse Hogeschool, Harvest House, HAS, HAS Green Academy, Health Valley, Health-Holland, HET LUX LAB, High Tech Campus Eindhoven, Hogeschool Amsterdam, Holland High Tech, Holst Centre, Hyperion Technologies, IGT Testing Systems, Imec Nederland, IMEX, IMS, Inholland, Innolumis, inPhocal, InviSIX, ISISpace, Kaminari Medical, KNMI, Kroep Techniek, Lambert Instruments, Leiden Probe Microscopy, Leiden University Medical Center, Lichtvormgevers, LIOF, LiS, Loerakker Led Line, LouwersHanique, LTO Nederland, Lumeniris, Maastricht University, Magentiq Eye, Mantispectra, Mauna Kea Technologies, Medilux, Menlo Systems, Metrohm Applikon, Meyn Foodprocessing, MicroAlign, MinacNed, Ministerie van Defensie, Ministerie van EZ, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Ministeries LNV, Mirck, Mitutoyo Research Center Europe, Mythronics, NanolabNL, NanoNextNL, Nanovision, Nebo Special Tooling, Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek, New Origin, Nikon Europe BV, NinePoint Medical, NIOO-KNAW, NLR, NoPalm Ingredients, Nostics, NOVA, Nowatch, NSO, NXP Semiconductors, NXUS, OMT Solutions, OnePlanet Research Center, Onnes Technologies, Oost-NL, Optics11, Optos, PA Imaging, PBA Systems, PDM Group, Perceptra, perClass, Percuros, Phix, PhotInsight, Photonics Supply & Services Partner - PSSP, PiCard Systems, PINS, Praxa sense, Prodrive technologies, Provincie Noord Brabant, Q2Label, QPHOX, Qualinx, Quantified Sensor Technology, Quantum Delta NL, Qubic, Quest, Quix Quantum, QuSoft, QuTech, Radboud Universiteit, Regieorgaan SIA, Rijkswaterstaat, RIVM, Rofianda, Rotterdam Oogziekenhuis, Rotterdams Oogheelkundig Instituut, RUG, Ruisdael Observatory, S&T, Sanquin, Saqura Taner, Saqurateq, Sartorius, Scantinel Photonics, Science E, SCIL Nanoimprint Solutions, Sendot, Senergetics, Sensing360, SFDEye, Shell, Single Quantum, Sioux Technologies, SmartQare, SolarNL, Spectradyne, Spectric, Spectro-AI, SRON, Stichting Universiteitsfonds Eindhoven, Studio Philip Ross, SUNLED, SuperLight Photonics, SURF, Surfix, Sustainer, TechLeap, Technical University of Eindhoven, Telefonica, TeraNova, Thales Nederland, Thorlabs, TMC, Tomato World, Tracer, Twentynext, UFS, UMCG, Unitron, Universitair Medisch Centrum Groningen, Universiteit Leiden, Universiteit Maastricht, Universiteit Utrecht, Universiteit van Amsterdam, UTILIGHT, Van Doorne Machining Group, van Someren Enterprises, VanderSat, vd Borne Campus, VDL, vee) telers, VELUX, Vermon, Vitalwear, Vivici, Vopak, VTEC, VTT, VU, Wageningen University & Research, Wederic, Westfort, Workplace vitality hub.

