

1. Titel van MJP: Integrated Photonics

Bestaand programma dat uitgewerkt moet worden

2. Cluster: Photonics and light technologies

3. Welke sleuteltechnologieën staan centraal: Integrated Photonics

In fotonische geïntegreerde circuits ("Photonic Integrated Circuit - PIC") en fotonische systemen zijn lichtdeeltjes ("fotonen") de dragers van data en energie. Het onderscheid van de fotonische chip ten opzichte van de elektronische chip is de snelheid van verwerking, doorvoercapaciteit, energie-efficiëntie, immuniteit voor externe straling en specifieke eigenschappen voor een breed spectrum van vooral communicatie-, sensor- en actuator-toepassingen. Moderne mobiele apparaten zoals tablets en smartphones zijn ondenkbaar zonder geïntegreerde schakelingen. Voor specifieke, nieuwe toepassingen gebruikt een volgende generatie chips lichtdeeltjes in plaats van elektronen. Geïntegreerde fotonica is de sleutel tot het maken van snellere chips. Fotonische chips zijn cruciaal voor het met orde groottes verlagen van het energieverbruik om de exponentieel groeiende hoeveelheid data te verwerken van miljarden extra apparaten die de komende jaren online komen. Geïntegreerde fotonica is een technologie die verdere miniaturisatie, snellere connecties en nagenoeg onbeperkte datatransport mogelijkheden geeft tegen veel lager energieverbruik per bit. Bovendien is middels miniaturisatie door het gebruik van PIC's veel medical imaging apparatuur veel goedkoper en kleiner te maken zodat de optische analyse technieken veel breder kunnen worden ingezet. PIC's kunnen ook ingezet worden voor fotonische quantum processoren waardoor het in toekomst mogelijk moet worden om quantum computers op kamertemperatuur toe te passen.

De Nederlandse universiteiten hebben een internationaal erkende koploperpositie op de volgende domeinen: materialen, integratiedichtheid, nanoschaal laser- en detectie devices die werken met enkele fotonen, spintronics gebaseerde fotonische geheugens, circuitontwerp met ingebouwde redundantie, basiscomponenten en basiscircuits voor snelle en betrouwbare ontwikkeling van nieuwe PIC's, circuit ontwerpssoftware en productie equipment voor schaalbare productie. Doorbraken op deze domeinen zijn noodzakelijk om de technologie schaalbaar toe te passen.

4. Positie van Nederland: wat is de relatieve positie in NL in. Deze technologieën in EU en mondiaal

Nederland heeft unieke kennis in huis op elk van deze terreinen. Juist in de combinatie van de genoemde domeinen binnen UT, TU/e, TUD onderscheidt het consortium zich van op dit gebied gerenommeerde centra in de wereld (USA - Stanford, UC Santa Barbara, MIT, University of Arizona, University of Rochester, UCF; Japan – AIST ESPRIT; China – Zhejiang University en Israël – Technion). Nederlandse bedrijven leveren al PICs aan een groot aantal van deze instituten! De TUD (DOC), UT (Mesa+) en TU/e (IPI) vormen de voornaamste kennispartijen in PhotonDelta. In totaal is de afgelopen 20 jaar door deze partijen >M€800 in fotonisch onderzoek geïnvesteerd onder meer in fundamenteel en toegepast onderzoek en gedeelde infrastructuur (NanoLab), o.a. op de gebieden bio-nanophotonics, quantum optics, on-chip laser physics and plasmonics, lab-on-chip diagnostics, integrated circuits en systemen, non-linear optics en advanced electronic materials en nieuwe fotonische materialen. Vanuit de industrie en het MKB zijn eveneens stevige bedragen geïnvesteerd en juist deze vertonen een scherp groei ten opzichte van de afgelopen 20 jaar.

5. Korte beschrijving van voorgesteld meerjaren programma voor onderzoek en ontwikkeling

De ambitie van dit MJP is om de fotonische integratietechnologie in Nederland te verankeren door de nieuwste fysica en elektrotechnische wetenschap in de komende twee decennia te verbinden met industriële roadmaps. Dit interdisciplinair onderzoek verbindt fundamentele eigenschappen in de opwekking, versterking, detectie en controle van licht met de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van integratie en systeemtechnologie. De wetenschappelijke uitdagingen voor de komende decennia kunnen worden gedefinieerd op basis van de vier unieke eigenschappen van licht, namelijk energie efficiëntie, snelheid, precisie en complexiteit. Succesvolle fotonische integratie is energie (en licht) efficiënt, snel, precies en geschikt voor complexe meet-, detectie of communicatievraagstukken. Kwantificeerbare doelen worden geformuleerd voor de vier unieke eigenschappen. Deze doelen zijn voorts gedefinieerd in 12 kern onderzoeksdoelen die door een interdisciplinaire aanpak moeten worden gerealiseerd. In onderstaande tabel is dit schematisch weergegeven.

Energie	Snelheid	Precisie	Complexiteit
Low loss photonic mode density engineering	Breakthroughs in signal processing	Towards full analog control	Exotic materials integration
Quantum opto-electronic efficiency	Ultrafast transduction	Pushing the limits of spectral purity	Dealing with dense integration
Non-Hermitian, topological and non-reciprocal photonics	From Terabits to Petabits capacity	Towards the quantum limit in sensing	Beyond two dimensions
Joule-heating free interfaces	Secure mobile connectivity	Breaking the specificity – sensitivity limit in bio-medical sensing	New information processing paradigms

6. Ecosysteem: welke clusters, kennisinstellingen, overheden en private partijen maken deel uit van het ecosysteem rondom deze technologieën en onderschrijven dit MJP?

PhotonDelta is opgezet vanuit Eindhoven in samenwerking met Twente en Delft en brengt de industrie en universiteiten samen om geïntegreerde fotonica in nieuwe en opkomende markten te bevorderen. Het doel is om de fotonische chiptechnologie, van ontwerp tot packaging en testing, door te ontwikkelen in een industrieel ecosysteem van bedrijven dat in staat is om markten te bedienen over het hele spectrum van de maatschappelijke vraagstukken. Daarnaast zet PhotonDelta Nederland als hotspot voor geïntegreerde fotonica op de Europese kaart met een Digital Innovation Hub. Om de kans die Nederland heeft op dit terrein te verzilveren hebben kennisinstellingen, bedrijven en overheden zich sinds 13 december ook formeel verenigd in de PPS PhotonDelta en daartoe het Nationaal Plan Geïntegreerde Fotonica opgesteld dat de komende 8 jaar wordt uitgevoerd en moet resulteren in een ecosysteem met meer dan 25 bedrijven, 4.000 arbeidsplaatsen en een omzet van EUR 1 miljard

7. Organiserend vermogen

PhotonDelta treedt op als penvoerder namens de onder 6 genoemde partijen

8. Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn: op welke wijze draagt dit MJP bij aan de vier thematische KIA agenda's

Energietransitie en duurzaamheid (LT)

Fotonische systemen kunnen het energieverbruik per verwerkt bit significant reduceren. Dit is onontbeerlijk om groei van dataverkeer te faciliteren zonder drastische uitbreiding van het aantal elektriciteitscentrales. Het complex van sterk gedistribueerde producenten en consumenten van energie gaat geregeld worden door een slim elektriciteitsnet ("Smart Grid"). Fotonische systemen worden de ruggengraat voor het betrouwbaar beheersen van duurzaam opgewekte energiestromen. Zelfrijdende auto's en "platooning" zijn belangrijke bijdragen aan slim transport en efficiënt gebruik van vervoerscapaciteit. Zonder toepassing van fotonische systemen is grootschalige autonome mobiliteit op termijn niet mogelijk.

Landbouw, water en voedsel

Sensorsystemen voor monitoring en automatisering in de landbouw en landbouwsystemen in "smart cities". De toegevoegde waarde van fotonische systemen zit in het inbrengen van extra intelligentie in de analyse van gewassen met het oog op bemesting en bewatering door middel van fotonische sensoren. Daardoor wordt uitgebreide micro- landbouw mogelijk, waarin specifiek wordt bemest en bewaterd afhankelijk van de locatie.

Gezondheid en zorg

Bijdrage betreft vooral gebieden van patiënt monitoring en ziektepreventie, snelle detectie en gerichte toediening van medicatie ("Slimme pillen"). Vroegere en snellere diagnose maakt eerder en effectiever ingrijpen mogelijk. Voorts kunnen met "advanced photonic sensor systems" en breedband communicatietechnologie patiënten op afstand bewaakt worden zonder inbreuk op privacy. Mensen, die zorg behoeven, kunnen hierdoor thuis blijven wonen. Zeer hoogwaardige (beeld-)communicatie en ondersteuning op afroep maken dit mogelijk. Op termijn vormt de technologie de ruggengraat voor medische ingrepen, zoals bijvoorbeeld (complexe) robot ondersteunde operaties op afstand. Medical Imaging apparatuur kan geminiaturiseerd worden en veel goedkoper en daardoor kunnen leiden tot betere, snellere diagnose en screening gaat dan tot de mogelijkheden behoren.

Veiligheid

Cyberveiligheid, veilige communicatie (op land en in de ruimte). Met name op dit gebied biedt quantum computing ongekende mogelijkheden voor veilige communicatie. Daarnaast natuurlijke de mogelijkheden om slimmere camera systemen te ontwikkelen.

9. Kans op economische impact op korte en lange termijn

Banen: 4000 binnen 8 jaar, 25 nieuwe bedrijven, 1 miljard omzet

10. Krachtenbundeling: met welke nationale, regionale, Europese en/of internationale (inhoudelijke) initiatieven en programma's wordt samengewerkt of is het voornemen om samen te werken?

AIM Photonics, QTech (Quantum), AMOLF, IMEC, NLR. ESA. industriële partijen, CITC, etc.

11. Cross over karakter: op welke snijvlakken van wetenschap- en technologie velden en bedrijfstakken zullen innovaties plaatsvinden? Welke sleutel technologieën uit de alfa, beta en gamma en engineering disciplines zijn essentieel?

Innovaties in geïntegreerde fotonica worden in belangrijke mate ingegeven door schaalgrootte en kosten (van discrete componenten naar integratie), nieuwe eigenschappen van (als gevolg van betere controle, nieuwe materialen, etc.) en innovatieve toepassingen. De combinatie van quantum technologie en fotonische integratie maken de quantum computer mogelijk waardoor ontwikkeling van nieuwe materialen tot aan individuele medicijnen mogelijk worden gemaakt. Omdat al deze nieuwe technologie in potentie een grote impact heeft op de maatschappij, is betrokkenheid van alfa wetenschappen vanwege de ethische en maatschappelijke consequenties van groot belang. In het bijzonder gaat het dan om het mogelijk maken dat de golf aan innovaties die deze technologie mogelijk maakt, de cohesie in de samenleving niet ontwricht en "tweedeling" gaat voorkomen.

12. Indicatie van de benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments

voor periode 2020 – 2023

Bron	Totaalbedrag mln/jr	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	19	10	9
<i>PPS Toeslag</i>	3,7	2	1,7
<i>TO2 Middelen</i>	0,6	0,2	0,4
<i>NWO</i>	6,8	1,8	5
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	2,2		2,2
<i>Regionale middelen</i>	15	0	15
<i>Departementale middelen</i>	15		15
<i>EU middelen</i>	4		4
<i>ROM's en InvestNL</i>	2		2
<i>Anders, namelijk</i>			
Totaal bedrag	68,3	14	54,3