

## MJP: **Materiaaltechnologie - made in Holland**

Combinatie van MJPs:

MJP 11. **Atomically controlled magnetic metamaterials**

indiener Paul Merkus (TU/e), p.w.m.merkus@tue.nl

MJP 31. **Duurzame geavanceerde materialen**

indiener: Bert van Haastrecht (M2i) B.vanHaastrecht@m2i.nl

MJP 82. **Materiaaltechnologie - made in Holland**

indiener Albert Polman (AMOLF), polman@amolf.nl

MJP 85. **Materialen en architecturen voor energie-efficiënte ICT**

indiener: Guus Rijnders (UT), a.j.h.m.rijnders@utwente.nl

### 1. Titel van MJP: **Materiaaltechnologie - made in Holland**

Bestaat programma voor continuering in KIC 2020-2023

Bevat tevens nieuwe elementen die uitgewerkt moeten worden

### 2. Tot welke van de 8 clusters van technologieën behoort dit MJP:

Advanced materials, Nanotechnologies, Engineering and fabrication technologies, Photonics and light technologies, Quantum technologies, Digital technologies, Chemical technologies, Life science technologies

### 3. Welke sleuteltechnologieën staan centraal:

Energie en duurzaamheid, Circulaire economie, Advanced materials, Photonics & light, Digital technologies, Chemical technologies, Nanotechnologies, Engineering & fabrication, Quantum- en nanotechnologie, Geavanceerde materialen, Fotonica, Micro- en nano-electronica en ICT.

### 4. Positie NL: Wat is de relatieve positie van Nederland in deze technologie(ën) in de EU en mondiaal?

Nederland heeft een uitzonderlijk sterke positie in het materialenveld. Dit betreft zowel de positie van de wetenschap en kennisinstituten als van bedrijfsleven. Dit is onder meer beschreven in het rapport [Dutch Materials – challenges for materials science in the Netherlands](#) en in de roadmap [High Tech Materials van de topsector HTSM](#).

Nederland herbergt een groot aantal kennisintensieve materiaalindustrieën. Grote internationale multinationals zoals Shell, Akzo-Nobel, Unilever, Philips, ASML en DSM hebben grote R&D-laboratoria in Nederland. Deze laboratoria hebben een lange geschiedenis in het transformeren van wetenschap in technologie en er bestaan sterke relaties tussen deze laboratoria en universiteiten en onderzoeksinstituten in Nederland. Bedrijven in materiaaltechnologie zijn onder meer: Philips (biomedical scanning and X-ray technologies), ASML (thin-film technology), DSM (coatings), Unilever (food materials), Shell (composites, polymers, corrosion, sensors), Tata Steel (steel & metallurgy), Thermo Fisher (FEI) (electron microscopes), NXP Semiconductors (electronic components), Océ/Canon (printers, scanners, copiers), FrieslandCampina (food), Danone (food), BASF (a.o. catalysts, coatings), Sabic (polymers), Dow Benelux (polymers), AkzoNobel (paint, coatings), DAF Trucks (trucks and lorries), Nedal (aluminium extrusions), AllSeas (off-shore platforms), IHC (dredging equipment) and Damen Shipyard (specialty ships), Fokker, Philips, Signify, CRH, Tata Steel, SKF, RWS, BmS, DMO, Allseas, etc..

Ontwikkelingen in **materialen** zijn essentieel om innovaties te realiseren op een breed terrein van toepassingen en zo bij te dragen aan het realiseren van maatschappelijke uitdagingen en economische groei. Daarbij is het tevens de doelstelling om te gaan van een lineaire economie naar een circulaire economie waarbij CO<sub>2</sub> emissies worden gereduceerd met 8 Mton/jaar in 2030. Er moet dus ook efficiënter worden omgegaan met materialen, waarbij materialen licht en duurzaam moeten zijn. Het gedrag in de toepassing moet daarbij betrouwbaar en voorspelbaar zijn. Aan materialen worden tegelijkertijd steeds zwaardere eisen gesteld met betrekking tot hun functionele en structurele eigenschappen. Dat alles moet gerealiseerd worden tegen aanvaardbare kosten. Deze ontwikkelingen leiden ertoe dat materialen steeds complexer worden, de uitdagingen zijn dan ook per materiaal en toepassing verschillend. Ter illustratie een paar voorbeelden:

**Metalen**: geavanceerde stalen die hoge sterkte combineren met goede vervormbaarheid kunnen worden gerealiseerd door een composiet-achtige structuur te maken van verschillende fases. Dit vraagt om speciale procesinstellingen tijdens de productie en verwerking.

**Composieten** (vezelversterkte polymeren) zijn veelbelovend voor lichtgewicht-toepassingen in de transportsector. Veel ontwikkeling is nodig om betrouwbaarheid van productieprocessen te verbeteren, kosten te reduceren en recycling mogelijk te maken.

**Electronica:** Nieuwe combinaties van materialen op steeds kleinere schaal, in extreem energie-zuinige ICT toepassingen, waarbij toepassing van schaarse materialen moet worden gereduceerd. Nieuwe elektronische chip architecturen waarbij de conventionele op CMOS-gebaseerde Von Neumann architectuur wordt vervangen door op de hersenen geïnspireerde architecturen met behulp van functionele, adaptieve materialen.

**Optica/fotonica:** Nieuwe materialen voor het genereren, geleiden en versterken van licht voor toepassingen in optische chips, verlichtingstechnologie, imagingtechnologie, sensoren, optical computing, fotonica etc.

**Metamaterialen:** Synthetische materialen met eigenschappen die niet in de natuur voorkomen bieden een enorme potentie voor het realiseren van bijzondere eigenschappen met nieuwe optische, elektrische, magnetische en mechanische toepassingen.

De uitstekende reputatie van Nederland in voor dit programma relevante vakgebieden als materiaalkunde, elektrotechniek, nanotechnologie, ICT, wiskunde, AI en neurowetenschap is het resultaat van de aanwezigheid van topgroepen met lange onderzoekstradities die geworteld zijn in sterke academische instituten met state-of-the-art infrastructuur.

##### 5. Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling

Het Nederlandse materialenonderzoek wordt uitgevoerd binnen zes hoofdrichtingen, die zijn gedefinieerd in het Materialenrapport en de HTSM roadmap materialen:

- 1) Designer functional metamaterials
- 2) Soft- and bio-inspired materials
- 3) Next-generation engineering materials
- 4) Materials for sustainable energy production and storage
- 5) Sustainable materials
- 6) Thin films and coatings

Een aanvullend nieuw initiatief is:

- 7) Energiezuinige ICT: nieuwe concepten die verder gaan dan de huidige computerarchitectuur, zoals adaptieve neuromorphe materialen en die kunnen 'leren' en nieuwe concepten voor dataverwerking en -opslag op basis van spintronica en fotonica. De huidige informatie- en communicatietechnologie (ICT) verbruikt ruim 7% van de mondiale elektriciteitsproductie en gezien het continue groeipercentage van ICT zal dit aandeel verder stijgen. Dit nieuwe thema is geïnspireerd op het feit dat het menselijk brein complexe operaties uitvoert met een energieverbruik dat ordes van grootte kleiner is dan dat van een computer. Tevens bieden spintronische en fotonische concepten mogelijkheden om dataverwerking- en opslag energiezuiniger te verwezenlijken. Een nationaal meerjarig, gecoördineerd programma is nodig waarin (quantum)-eigenschappen van nieuwe (nano)-materialen worden verkend en benut in energiezuinige ICT-producten

6. Ecosysteem: Welke clusters, kennisinstellingen, overheden en private partijen maken deel uit van het ecosysteem rondom deze technologie(ën) en onderschrijven dit MJP?

Dit MJP past binnen het TKI HTSM, en het betrokken ecosysteem omvat de hele keten van producenten van materialen (zie boven), alle academische partijen in Nederland, M2i, NLR en TNO.

7. Organiserend vermogen: Welke organisatie treedt op als nationale penvoerder?

Er zijn verschillende organisaties actief in de kennisketen. Het funderend onderzoek wordt binnen NWO gecoördineerd door commissie Materials Science aan de hand van de roadmap [Dutch Materials – challenges for materials science in the Netherlands](#). Deze roadmap vormde tevens de basis voor de roadmap [High Tech Materials van de TKI HTSM](#). Binnen het toegepast onderzoek coördineert M2i samenwerking tussen academische partijen en bedrijven op het gebied van metalen en composieten. TNO is betrokken bij diverse materialeninitiatieven. Alle materialenorganisaties samen (academische partijen, TNO, M2i) hebben recent het Platform MaterialenNL in het leven geroepen dat het nationale onderzoek coördineert, dit fungeert als penvoerder.

Het materialenveld is zeer dynamisch, en de sterkte van Nederland is dat regelmatig nieuwe initiatieven ontstaan die hun plek in de bestaande structuren nog moeten vinden. Zulke nieuwe thema's, met grote economische en maatschappelijke potentie zijn bijvoorbeeld neuromorphic computing, machine learning for materials design, spintronische data-opslag, en meer. De onderzoekers in deze nieuwe velden zijn echter al op een natuurlijk manier verweven met bovenstaande organisaties.

8. Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn: Op welke wijze draagt dit MJP bij aan de vier thematische Kennis- en Innovatieagenda's?

Het materialenprogramma draagt bij aan:

- Energietransitie en Duurzaamheid: energiezuinige electronica, energiezuinige materiaalproductiemethoden, materialen voor zonnecellen en energieopslag;
- Gezondheid en zorg: nieuwe sensoren en nanodeeltjes voor medische toepassingen, grootschalige dataopslag, materialen voor brain-computer interfaces;
- Veiligheid: nieuwe imaging systemen, dataopslag, neuromorphic computing.

Los van deze hoofdthema's is een grote sterkte van het materiaalonderzoek dat het een voortdurende stroom innovatie oplevert (enabling technologieën) die van groot belang zijn voor de Nederlandse hightech industrie en die leiden tot een voortdurende stroom van startups die in Nederland worden opgericht.

9. Kans op economische impact op korte en lange termijn: Beschrijf de investeringsbereidheid van private partijen, de technologische rijpheid (TRL-niveau), en de timing waarop de impact naar verwachting grootschalig zal plaatsvinden in de markt (binnen vijf jaar, tussen vijf en tien jaar en na tien jaar).

Een groot aantal bedrijven is betrokken bij materialenonderzoek en -productie, zie boven onder 4). Toepassing vindt plaats op alle tijdschalen van <5, <10 en >10 jaar. De investeringsbereidheid van private partijen is groter naarmate het TRL niveau toeneemt en de toepassing dichterbij is. Onderzoek naar constructiematerialen (metalen, compositen) vindt vaak op korte termijn al toepassingen. Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van optica, electronica, metamaterialen kunnen in 5-10 jaar hun vruchten afwerpen. Het is essentieel om nu reeds in die toekomstige ontwikkelingen te investeren. Bijvoorbeeld, voor neuromorphische schakelingen hebben grote ICT-bedrijven zoals Intel, Thales, IBM en Microsoft nu al serieuze belangstelling.

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

Het Nederlandse materialenonderzoek is zeer sterk verweven en georganiseerd via de NWO commissie materialen. M2i and TNO en verenigd in het platform MaterialNL.

11. Cross-over karakter: Op welk(e) snijvlak(ken) van wetenschaps- en technologievelden en bedrijfstakken zullen innovaties plaatsvinden? Welke sleutelmethodeën uit de alfa, bèta, gamma en engineering disciplines zijn hierbij essentieel?

Materialenonderzoek verenigt op een natuurlijke manier fysica, chemie en (elctrical) engineering. Afhankelijk van de toepassing zijn alfa en gammadisciplines ook relevant. Economische evaluaties van ontwikkelingen en toepassingen van materialen worden gedaan in verschillende fases van het innovatieproces. Bij de acceptatie van ontwikkelingen en technologieën zullen nieuwe businessmodellen nodig zijn. Bij de acceptatie door het publiek spelen sociale aspecten een belangrijke rol.

12. Indicatie van benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2023

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
Private middelen	18	8	10
PPS toeslag	5,8	0	5,8
TO2 middelen	2	0	2
NWO	15	3,3	11,7
Universiteiten/hogescholen	19	11,5	7,5
Regionale middelen (provincie, gemeente)	2,5	0,5	2
Departementale middelen	6	0	6
EU middelen	15	5	10
ROMs en InvestNL	0	0	0
Anders, namelijk:	0	0	0
<b>Totaal bedrag (in mln EUR per jr)</b>	<b>83,3</b>	<b>28,3</b>	<b>55</b>