

## 7.1 Advanced materials

### Definitie

Geavanceerde materialen hebben mechanische, fysische en functionele eigenschappen die bepalend zijn voor (nieuwe, revolutionaire) toepassingen en functionaliteiten van producten. Geavanceerde materialen variëren (enorm) in schaalgrootte, van nano- en microschaal tot voorwerpen om ons heen. Vanaf structuren op de kleinste schaal worden de mechanische, fysische en functionele eigenschappen van materialen gevormd. Zo kunnen additieve specifieke eigenschappen toevoegen aan materialen, zoals zelfreinigend vermogen. Synthese en karakterisatietechnieken zijn van belang voor de vervaardiging van geavanceerde materialen<sup>4</sup>.

Materials Science & Engineering houdt zich bezig met de fabricage, synthese en het actief aanpassen van materialen. Een volledig nieuwe methode om materialen te ontwerpen betreft materials by design waar (geavanceerde) computational methodes worden ingezet, om op basis van gewenste eigenschappen, nieuwe materialen te ontwerpen<sup>5</sup>.

### Raakvlakken met andere sleuteltechnologieën

Chemical technologies, Engineering & Fabrication technologies, Nanotechnology, Life Science and Biotechnologies, Quantum technologies (quantum materials), Digital technologies (onder andere AI en geavanceerde computing ten behoeve van 'materials by design'), Photonics and optical technologies (onder andere Optical systems and integrated photonics, Photovoltaics).

### Mogelijke toepassingen (niet uitputtend)

Energietransitie, Duurzaamheid<sup>6</sup>, Transport, Gezondheid en zorg, Advanced manufacturing, High precision systems, Bouw, ICT, Space, Defensie en veiligheid.

<sup>4</sup> MaterialenNL Platform (2020). Nationale Agenda Materialen. Synthese zelf is onderdeel van de sleuteltechnologie '(Bio)Process technology, including process intensification' binnen het cluster Chemical technologies.

<sup>5</sup> Materials by design is niet meegenomen als sleuteltechnologie omdat hier een ordening langs functioneel-technische eigenschappen van materialen wordt gehanteerd.

<sup>6</sup> Voor alle geavanceerde materialen is het met betrekking tot circulariteit en de klimaatdoelen van groot belang om de energie- and CO2-footprint in ogenschouw te nemen in het initiële ontwerp, de fabricage en recycling van de materialen. Ook is de natuurlijke voorraad en beschikbaarheid van materialen van belang, met name waar het gaat om grootschalige adoptie van materialen. Dit raakt aan de EU programma's over 'critical materials' en het onderwerp strategische autonomie.

Advanced materials

Sleuteltechnologie en toepassing	Definitie	Keywords (selectie)
Energy materials	Energy materials omvat alle materialen die het mogelijk maken om (duurzaam opgewekte) energie op te slaan, te transporteren, efficiënt te vangen en efficiënt om te zetten naar een andere vorm of energiedrager.	Batteries, Heat batteries, Electrochemical cells, Fuel cells, Flywheel, , Solar fuels, Hydrogen storage and transport, Power to Hydrogen, Power to Gas, Power to Heat, Power to Chemicals, Wind to electricity, gas or hydrogen, Molten salt, Electrolysis, Carbon Capture materials, magneto- and electro-caloric materials, Phase change materials.
Optical, electronic, magnetic and nanomechanical materials	Optical, electronic, magnetic and nanomechanical materials omvat materialen die het hart vormen van de integrated circuits en sensortechnologie. De materialen geven functionaliteit aan communicatie toepassingen en gegevensverwerking en -opslag. Verdere miniaturisering en integratie met een vermindering van energiegebruik staat hierin centraal. Toepassingen hebben een groot frequentiebereik van dc, via akoestisch, IR, zichtbaar licht tot Röntgen-toepassingen in Radar en lithografie.	Transistors, transistor materials, dielectrics, conductors and isolators, electrical and magnetic data storage and processing, superconductors for sensing and computing, Optical sensing, Transducers and computing, IR optics, X-ray and EUV optics.
Meta materials	Meta materials zijn kunstmatig ontworpen materialen die vanwege hun ruimtelijke structuur andere eigenschappen hebben dan de samenstellende delen. Metamaterialen onderscheiden zich door een functionaliteit die gegeven wordt door een hiërarchische structuur met verschillende lengteschalen. Dit geeft metamaterialen hun optische of mechanische eigenschappen gekoppeld aan hun macrostructuur.	Opals, Shells, Colloid-crystals, Cloaking devices, Radar absorbers, Stealth technology, Mechanical materials for static or dynamical properties, Mechatronics.
Soft/bio materials	Soft/bio materials bestaan uit organische en polymere componenten met een divers aantal functionaliteiten door vezels, coatings en cellulaire vormen. Ze vinden onder andere toepassingen in biologische en biomedische systemen voor diagnostische en therapeutische doelstellingen.	Organic and bio-polymer materials, Polymers, Plastics, Colloids, Emulsions, Nanocarriers, Tissue engineering, Bio-inspired materials, Bio-degradable materials.
Thin films and coatings	Thin films and coatings zijn dunne lagen materiaal, variërend van nano- tot microschaal, die worden aangebracht op diverse oppervlakten en ondergronden. Door het aanbrengen van één of meerdere van dergelijke lagen of dunne films op andere materialen of oppervlakten kunnen extra functionaliteiten aan producten worden gegeven, zoals beschermende, zelfreinigende, zelfhelende, reflecterende (voor alle straling), absorberende, elektrische-, optische of magnetische eigenschappen.	Paints, Chemical or optical protective layers (e.g. for corrosion protection), Low-friction coatings, Low-wear coatings, Low-adhesion coatings, Biocompatible coatings, Food preservation, Active and passive materials in the IC technology, Coatings for optical functionality (such as antireflection, compound mirrors), Deposition technologies including various evaporation/vapor deposition techniques, Electro spraying, Atomic Layer Deposition, Pulsed Laser Deposition.
Construction and structural materials	Construction and structural materials omvat materialen die zorgen voor draagkracht of sterkte onder mechanische, chemische, fysieke of thermische druk. Hieronder vallen composieten die bestaan uit samengestelde materialen met glas, keramiek, hout of polymeren.	Concrete, Steel and other metallic alloys and compounds, Green steel, Wood-based composites, Cross-laminated timber, Lightweight composites (metal and polymer), Ceramics alloys, Ceramic foams, Glass ceramics, Green steel, Service life design, Sustainable and circular materials design, Recyclability.
Smart materials	Smart materials reageren op veranderingen in de omgeving, zoals licht, warmte, vocht, druk of bacteriën. Deze materialen kunnen onder externe invloeden veranderen of zichzelf herstellen.	Responsive material, Molecular recognition, Artificial receptors, Reversible bonding, Self-assembly, Self-repair material, Supramolecular Chemistry, Stimuli responsive material, Switchable materials, self-sensing materials, Smart delivery, Shape memory materials, Self-repair materials, self-healing materials, Membranes.