

7.6 Nanotechnology

Definitie

Nanotechnologie werkt met verschijnselen op nanoschaal, dat wil zeggen ongeveer 1 tot 100 nanometer en met hoge precisie. Nanotechnologie omvat de beeldvorming, modellering, meting, ontwerp, karakterisering, productie en toepassing van structuren, apparaten en systemen door gecontroleerde manipulatie van grootte en vorm op nanometerschaal (atomaire, moleculaire en macromoleculaire schaal) die structuren, apparaten en systemen oplevert met nieuwe en superieure kenmerken of eigenschappen¹². Daarmee is nanotechnologie enabling voor vele andere technologieën en zijn er duidelijke raakvlakken met andere sleuteltechnologieën via integratieve toepassingen.

Raakvlakken met andere sleuteltechnologieën

Photonics & optical technologies (onder andere Optical systems and integrated photonics), Quantum technologies, Engineering & Fabrication Technologies (Micro electronics), Life Science and biotechnologies, Advanced materials, Chemical Technologies.

Mogelijke toepassingen (niet uitputtend)

Nano device modelling, Nano-structured surfaces, Nano-structured materials, Materials characterization, Sensor networks, advanced manufacturing, Quantum devices, Bio-inspired technologies, Bio-enabled technologies, lab-on-a-chip, organ-on-a-chip, nanomedicine, Medical diagnostics.

¹² https://www.nanowerk.com/nanotechnology/introduction/introduction_to_nanotechnology_1.php

Nanotechnology (1)

Sleuteltechnologie en toepassing	Definitie	Keywords (selectie)
Nanomanufacturing	<p>Nanomanufacturing omvat fabricageprocessen om structuren en functionaliteit op nanoschaal te bouwen¹³. Nanomanufacturing heeft raakvlakken met de fabricage van nanomaterialen zelf. (zie hieronder). Zo is ook voor Nanomanufacturing het karakteriseren en (theoretisch) ontwerpen van materialen van belang, in combinatie met de instrumenten/methodes om nanomaterialen te maken of te laten groeien. Daarbij worden computational methodes ingezet. Tevens omvat Nanomanufacturing het integreren van nanodevices in producten, waarbij ook de opschaling van fabricage van één device naar grote aantallen aan de orde is. Tenslotte is het aanbrengen van nano-coatings op grote oppervlakten (depositie technologie) een belangrijke uitdaging in de productie van onder meer wafers en zonnepanelen.</p> <p>Een aandachtspunt tijdens Nanomanufacturing is vervuilingbeheersing. Alle aspecten van nanotechnologie (en quantumtechnologie) kunnen worden verstoord door aanwezigheid van nanodeeltjes of laagjes vervuiling zo dun als een paar atoomlagen. Deze verstoringen moeten worden voorkomen of verwijderd. Hiervoor is kennis nodig van ontstaan, transport, detectie, en verwijdering van deze vervuilingen.</p>	Nanofabrication, Nanomaterial, Biomaterial, Nanoelectronics, Nanolithography, Self-assembly, Nano metrology and inspection, Materials by design, bio-nano devices for healthcare, defectivity, Contamination control, Deposition and coating technologies, Nanoscopy, Nano characterization, Nano inspection.
Nanomaterials	<p>Nanomaterials zijn chemische stoffen of materialen die bestaan uit zeer kleine deeltjes van verschillende vorm en grootte (< 100nm, evenals 2D-materialen). Ze komen voor in de natuur, kunnen een incidenteel product van menselijke activiteit zijn (bv. lasrook) of doelbewust worden vervaardigd en gemanipuleerd om nieuwe kenmerken te vertonen of een specifieke structuur aan oppervlakten te geven. Voorbeelden zijn een grotere sterkte, chemische reactiviteit of geleidingsvermogen in vergelijking met hetzelfde materiaal zonder nanoschaalkenmerken¹⁴. De vervaardiging van dergelijke materialen en nanogestructureerde oppervlakten vereist instrumenten en methodes om deze te maken of te laten groeien en om het resultaat daarvan op nanoschaal te inspecteren en karakteriseren (zie ook Nanomanufacturing). Bij het ontwikkelen van nieuwe Nanomaterials worden computational methodes steeds meer ingezet, bijvoorbeeld ten behoeve van 'materials by design', waarin gewenste eigenschappen van de Nanomaterials het vertrekpunt vormen.</p>	2D materials, Nano-coatings, Nanostructured (functional) surfaces, Nanoparticles, Nanotube, Nanosheets, Nanofluids, Nanorods, Nanofibers, Quantum dots, Electromagnetic functionality (quantum materials), Nanocomposites, Nanocrystalline materials, Nanostructured films, Membranes, Bio-nano materials, Computational materials synthesis, High entropy alloys, Designer materials, Materials by design, Nanoscale meta-materials, Nano materials for neuromorphics, Nanotribological coating and structures, Colloids.
Functional devices and structures (on nanoscale)	<p>Functional devices and structures (on nanoscale) omvat het combineren en integreren van elektronische, magnetische, nano-mechanische, optische, bio of quantum principes in componenten of apparaten die materie op atomaire of moleculaire schaal kunnen manipuleren. De nanodimensies en materiaaleigenschappen maken complexe schakelingen en arrays mogelijk.</p>	Nanoelectronics, Spintronics, Nano-photonics, Nanoelectromechanical devices, Quantum-nanodevices, Semiconductor devices, Logic devices, Microelectronics, Micro- and nano mechanics, Molecular motors, Transistors, Nanoelectromechanical oscillators, Nanolithography, Neuromorphic nanodevices, Nanotribological coatings and structures.

13 <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/nanomanufacturing-system>

14 https://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/index_en.htm

Nanotechnology (2)

Sleuteltechnologie en toepassing	Definitie	Keywords (selectie)
Micro- and nanofluidics	Micro- and nanofluidics omvat de technieken voor het bestuderen, waarnemen en controleren van het transport en de reactie van vloeistoffen in structuren met een micro- of nanometerschaal ¹⁵ . Vloeistoffen in deze structuren gedragen zich anders dan in macrostructuren.	Nanofluidics Chips, Lab on a Chip, Organ-on-a-chip, Point-of-care bioanalysis, Nanofluidic devices, Bio-MEMS, Biosensors, Nanochannels, Nanoreactors, In-chip Nanocooling, Nanolithography.
Nanobiotechnology/ Bionanotechnology	Nanobiotechnology/Bionanotechnology omvat de toepassing van nanotechnologie op het bestuderen van het leven de nanoschaal om inzichten te krijgen in bijvoorbeeld cellen en virussen. Die inzichten zijn onder andere van belang in medische toepassingen, sensoren, life-inspired materialen, synthetische cellen. Bionanotechnology is de toepassing van moleculaire biologie op nanotechnologie waarbij materialen en apparaten op nanoschaal worden vervaardigd. ¹⁶	Drug Delivery, Tissue Engineering, Biocompatibility, Biosensors, Nanobiotechnology, Protein, Nanoscale, Nanoparticle, Nanomaterial, Biosensing, Cellular Biophysics, Biophysical Processes, Molecular biophysics, Nanoscale biomimicry, Biomimetic antibacterial surfaces, Biomolecule characterization, Vaccine technology, Synthetic cell technology, Artificial meat.

¹⁵ Gebaseerd op: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/nanofluidics>

¹⁶ <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bionanotechnology>