

## 7.4 Digital and information technologies

### Definitie

Digital and Information technologies is de verzamelnaam voor alle technologie die data- en informatie-gedreven is. De sleuteltechnologieën die hieronder beschreven staan gaan over vele mogelijke handelingen hiervan: analyseren, genereren, opslaan, bewerken, uitwisselen, beveiligen en interacteren. Ook het automatiseren en simuleren van data is mogelijk en het imiteren van menselijke manieren voor het omgaan met informatie. Digitale technologieën zijn 'general purpose technologies' en zorgen voor verbindingen op verschillende niveaus en voor de integratie in verschillende disciplines/sectoren. Soevereiniteit, duurzaamheid en de rol van de mens staan hierbij steeds meer centraal.

### Raakvlakken met andere sleuteltechnologieën

Engineering and fabrication technologies (onder andere Microelectronics), Life sciences and biotechnology, Advanced materials, Chemical technologies, Photonics and optical technologies, Nanotechnology, Quantum technologies.

### Mogelijke toepassingen (niet uitputtend)

Smart industry, eHealth, Smart Grids, Data platforms, Precision farming, Health Robots, Metaverse, Cyber Security, Digitale en Fysieke Veiligheid, Wearables, Gaming, Autonomous Driving, Logistics, Telecommunication networks, High-tech equipment, Energy transition, Life sciences, Duurzame informatie- en communicatietechnologie (Green ICT).

Digital and information technologies (1)

Sleuteltechnologie en toepassing	Definitie	Keywords (selectie)
Artificial intelligence (AI)	Artificial intelligence (AI) is een systeemtechnologie die erop gericht is om gedrag door machines te realiseren dat lijkt op natuurlijke intelligentie. Artificial intelligence omvat verschillende leerstrategieën. Bij supervised machine learning is het model/algorithm in staat classificatie of predictie te doen op basis van een test dataset en bijbehorende labels. Bij unsupervised learning maakt het algoritme deze categorisatie zonder gebruik te maken van bestaande labels. Bij reinforcement learning leert het algoritme over de beste strategie op basis van interactie met de omgeving. Deep learning staat toe problemen van hogere complexiteit en abstractie op te lossen. In toenemende mate worden voor AI hybride vormen ontwikkeld waarin mens en AI samenwerken.	Deep learning, Supervised Machine learning, Unsupervised Machine learning, Autonomous decision making, Autonomous systems, Context awareness, Machine-Reasoning, Neural networks, Neuroevolution , Reinforcement learning, Reasoning, Swarm Intelligence, Robotic Process Automation, Turingtest, Hybrid AI, Symbolic reasoning, Natural language processing, Large scale AI models, Speech recognition, Neuromorphic computing.
Data science, data analytics and data spaces	Data science, analytics en data spaces (data ecosystems) betreft alle aspecten van het verzamelen, beheren, ontsluiten, delen en analyseren van data om waarde te creëren. Het data ecosysteem bevat gecentraliseerde en gedistribueerde data bases als ook federatieve oplossingen voor data delen. Voor analyse en waarde creatie moet deze data FAIR zijn, als ook moeten er afspraken stelsels bestaan over gebruik, toegang, en waarde van de data. Gegevens kunnen gestructureerd of ongestructureerd zijn, statisch of dynamisch, en gegevens kunnen zeer heterogeen zijn. De geëxtraheerde waarde kan de vorm hebben van voorspellingen, geautomatiseerde beslissingen, modellen die zijn geleerd uit gegevens of visualisaties die inzicht geven in de gegevens.	Data spaces, Data bases, Data lakes, Federated architecture, FAIR data (Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability), Data sharing, Autonomous analytics, Context awareness, Data as a Service (DaaS), Data accuracy, Data confidentiality, Data mining, Data science, Distributed computing, Machine learning, Pattern mining, Visual analysis, Information retrieval, Process mining, Geospatial data analytics, Text analysis, Natural language processing, Data collection, Data integration, Data cleaning, Human-Data Interaction.
Cyber security technologies	Cyber security technologies om relevante digitale risico's tot een aanvaardbaar niveau te reduceren. Dit omvat ook het omgaan met risico's op schade of uitval van digitale systemen en de beschikbaarheid, integriteit en vertrouwelijkheid van gegevens. Technologieën zijn gericht op het voorkomen van cyberincidenten en - wanneer cyberincidenten zich hebben voorgedaan - deze te ontdekken, schade te beperken en herstel eenvoudiger te maken.	Confidentiality, Integrity, Availability, Socio-technical systems, (post quantum) Encryption, Privacy and data protection, Secure computing, Digital identity, Identity management, Vulnerabilities, Malware, DDOS, Ransomware, Secure networks, OT/IT security, Security by design, Privacy by design, Hardware security, Platform security, Software security, Data security, Cyber espionage.
Software technologies and computing	Software technologies and computing richt zich op het ontwikkelen van methoden en technieken voor software zodat software bruikbaar en betrouwbaar is en blijvend onderhoudbaar. Daarbij is de trend enerzijds dat technologieën in toenemende mate gedistribueerde architecturen ondersteunen. Belangrijke voorbeelden daarvan zijn blockchains met het oog op decentralised trust systems, alsook cloud, edge, grid, high-performance en mobile computing. Anderzijds worden nieuwe programmeertalen, ontwikkelmethoden en testomgevingen steeds dominant, om het hoofd te kunnen blijven bieden aan strengere kwaliteitseisen en verhoogde snelheid van innovatie.	Ledger technologies, Immutable ID, File sharing, Crypto currencies, Metaverse, Software Engineering, Cloud model, Data as a Service, Storage as a Service (SaaS), Data centres, Virtualization, Virtual machines, Distributed computing, Distributed Cyber Physical Systems, Fog computing, General-purpose computing, Graphics processing units (GPGPU), High performance computing cluster (HPCC), Parallel computing, Mobile cloud, Identity management, Domain- Specific Languages, Quantum computing, AI-based software testing, Low-Code platforms, Autonomous systems, Control distribution, Software Verification, Software Repository Analysis, Software Verification, Legacy Renovation, Model-Driven Engineering, Programming languages, Resource modeling, discovery, and management, Open source, Holistic system engineering, Responsible and sustainable computer ecosystems, Digital continuum: IoT to Edge to Cloud, Memory and storage technologies, Hardware and software co-design, System monitoring, testing, and benchmarking, Serverless and containerization.

Digital and information technologies (2)

Sleuteltechnologie en toepassing	Definitie	Keywords (selectie)
Digital connectivity technologies	Digital connectivity technologies zal zorgen voor nieuwe generatie draadloze en vaste netwerken die de grotere vraag naar capaciteit aankunnen, die robuust en flexibel zijn, en die efficiënt met energie en materialen omspringen. Veel van deze netwerken zullen programmeerbaar zijn om optimaal tegemoet te kunnen komen aan de grote diversiteit aan eisen vanuit applicaties. Te denken valt aan zeer grote bandbreedte voor netwerken in high performance computing, zeer lage latency netwerken voor autonoom rijden en industriële toepassingen, en zeer sterke beveiliging voor financiële- en overheidssectoren.	5G, 6G, Network slicing, Network Virtualization, LaserSatCom, Fiber infra, Edge Infra, Intelligent/deep connectivity, Zeekabels, IoT, logical connectivity protocols, (data link, network, transport, session), Novel multiple access (SDMA, NOMA), Cross-layer optimization, Smart networks and services, Semantic communication, Tactile internet, Digital communication networks, In-network computing, Digital and programmable infrastructure, Zero-latency networking, Optical communication, Photonics, Quantum networks, Quantum communication.
Digital Twinning and Immersive technologies	Digital Twinning and Immersive technologies zijn een digitale representatie van fysieke processen en systemen ten behoeve van digitale, autonome productie, analyse, en optimalisatie. Digital twins worden onder andere gebruikt voor engineering en fabrication technologies voor modelleren van machines en processen, in Life Science and Health en medtech voor een digitale tegenhanger van een organisme (zoals de mens). Digital twins ontwikkelen zich in toenemende mate tot meer interactieve en dynamische systemen (die bijvoorbeeld processen kunnen aan- en bijsturen). Digital twins bouwen voort op een aantal andere digitale technologieën zoals computing, connectivity and communication technologies, cloud en IoT netwerken, data science voor het delen en analyseren van data, AI voor predictie en immersive technologies voor de creatie van realistische ervaringen en optimale interactie met de kunstmatige, gesimuleerde omgeving. Immersive technologies transformeren ervaringen naar een realistischer niveau door het virtueel samen brengen van het zicht (beeld), het geluid en zelfs de aanraking van gebruikers.	Industry 4.0, Smart Industry, Virtual devices, Virtual product, Virtual worlds, Virtual human, Digital technical intelligence, Real-time and embedded systems, Physical systems, Cyber-physical systems, Predictive modeling, Optimization, Simulation, Digital interaction, Digital Engineering, performance monitoring, performance optimization, predictive maintenance, Mixed, virtual and extended reality (AR/MR/VR/XR), Social XR, Social touch, Virtual worlds, Human-machine interaction, Tele-operation, Digital data spaces, Holographic/volumetric media, Rendering engine, Haptics, Cybernetics, Metaverse, Brain-computer interaction, Human augmentation, Sensing, AI, Data science, Software technologies and computing.
Neuromorphic technologies	Neuromorphic technologies richten zich op bio-geïnspireerde hardware voor het energie-efficiënt verwerken van informatie. Neuromorphic kan betrekking hebben op directe modellen van biologische structuren zoals neuronen en synapsen, maar ook op digitale en/of analoge implementaties van kunstmatige neurale netwerken zoals gebruikt in machine learning en robotics. Hardware implementatie van neuromorphic technologies kan gerealiseerd worden door onder andere memristors, spintronic devices en complexe nanomateriaal netwerken.	Neuromorphic Computing, Unconventional Computing, In-matter Computing, AI Hardware, Memristors, Cognitive Matter, Artificial Synapses, Artificial Neurons, Spiking Neural Networks.