

# Vooruitkijken naar 2050

Trends die de toekomst van de Nederlandse economie beïnvloeden



**Stichting Toekomstbeeld der Techniek**

**Silke den Hartog**



**Onderzoek en projectleiding** Silke den Hartog- de Wilde  
**Tekst en taalredactie** Annette Potting  
**Grafisch ontwerp** Ellen Bouma grafisch vormgeven en dtp

## Eerder verschenen publicaties STT

STT89_01	Veiligheid in de toekomst	Carlijn Naber, 2018
STT88	Het Eeuwige leren	Dhoya Snijders, 2018
STT87	En toen ging het licht aan	Soledad van Eijk, 2017
STT86	Dat is macht	Dhoya Snijders, 2017
STT85	Wie wij worden	Ellen Willemse, 2016.
STT84	Nationale Toekomstmonitor	Dhoya Snijders, 2016

NUR-nr. 950

**Trefwoorden:** Technologie, economie, toekomst, Nederland



© 2018, Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Den Haag

Publicaties van Stichting Toekomstbeeld der Techniek worden auteursrechtelijk beschermd zoals vastgelegd onder de Creative Commons Naamsvermelding Niet Commercieel-Geen Afgeleide Werken 3.0 Unported Licences.

U kunt dit werk toeschrijven aan Stichting Toekomstbeeld der Techniek / Silke den Hartog- de Wilde, 2018. Bezoek <http://www.creativecommons.org/licences/by-nc-nd/3,0/nl/> voor de volledige tekst van de licentie.

Stichting Toekomstbeeld der Techniek  
Prinsessegracht 23, 2514 AP Den Haag  
Postbus 30424, 2500 GK Den Haag  
070-302 98 30  
info@stt.nl  
www.stt.nl



## 1 Inleiding 4

## 2 Maatschappelijke ontwikkelingen

 2.1 Ontwikkelingen op het gebied van demografie en arbeidsmarkt 5


 2.2 Ontwikkelingen op het gebied van geopolitiek en bestuur 6

 2.3 Ontwikkelingen op het gebied van ecologie en klimaat 7

 2.4 Sociaal-culturele ontwikkelingen 8


 2.5 Financieel-economische ontwikkelingen 9

## 3 Technologische ontwikkelingen

 3.1 Robotica 10

 3.2 Kunstmatige intelligentie 11

 3.3 3D-printen 12

 3.4 4D-printen 13

 3.5 Big Data 14

 3.6 Blockchain 15

 3.7 Internet of Things 16

 3.8 Kwantumtechnologie 17


 3.9 Mixed reality 18

 3.10 Autonome voertuigen 19


 3.11 Kleine satellieten 20


 3.12 Digital twins 21

 3.13 Biotechnologie 22

 3.14 Nanotechnologie 23

 3.15 Microrobots 24

 3.16 Human enhancement 25


 3.17 Brain-machine interfaces 26

 3.18 Geo-engineering 27

## Slotwoord 28

## B Bijlagen

 1 Klankbordgroep en contribuanten 28

 2 Aanpak en belangrijkste bronnen 29

*Nemen robots onze banen over? Zullen cryptomunten de huidige valuta verdringen? Staat ons een nieuwe economische crisis te wachten? Zullen we een succesvolle transitie maken van een lineaire naar een circulaire economie? Zal de globalisering doorzetten of leidt een internationale handelsoorlog tot een meer gesloten economie? Is de Europese Unie nog een lang leven beschoren? En is het Nederlandse sociale zorgstelsel houdbaar in het licht van de vergrijzing?*

De laatste jaren is er in de Nederlandse media veel aandacht voor dit soort vragen over de toekomst van de Nederlandse concurrentiepositie, de arbeidsmarkt, het sociale zekerheidsstelsel en de kwetsbaarheid van de Nederlandse economie. Het gaat hierbij niet om eenvoudige vragen en de antwoorden die geschetst worden zijn dus ook niet eenvoudig. Ze zijn eerder meervoudig, in die zin dat verschillende experts verschillende antwoorden geven op bovenstaande vragen.

Het is dus niet vreemd dat Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) in 2017 gestart is met de toekomstverkenning Economie. Op het moment dat toekomstgerichte vragen te kenmerken zijn door een hoge mate van complexiteit en onzekerheid kunnen we niet meer toe met *voorspellingen* of *prognoses*. Het is dan verstandiger om gebruik te maken van methoden om de toekomst te *verkennen*. Methoden van toekomstverkenning, zoals *scenarioplanning*, *roadmapping* of *future prototyping*, worden sinds de tweede helft van de vorige eeuw steeds vaker ingezet in bedrijfsleven en overheidsorganisaties voor strategische en innovatieve doeleinden.

Het **doel** van de toekomstverkenning Economie is om beleidsmakers, strategen en beslissers uit het Nederlandse bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid te informeren over mogelijke toekomstige ontwikkelingen die de Nederlandse economie beïnvloeden en ze te helpen strategische beslissingen te nemen over de toekomst. Technologische ontwikkelingen staan hierbij centraal; dit is een belangrijk uitgangspunt voor alle verkenningen die STT uitvoert. Maar minstens zo belangrijk is dat technologische ontwikkelingen niet op zichzelf staan, maar beïnvloed worden – en op hun beurt weer invloed uitoefenen – op andersoortige ontwikkelingen, zoals demografische, ecologische en politieke ontwikkelingen. Naast het verkennende aspect is dus ook het interdisciplinaire aspect belangrijk bij het bestuderen van mogelijke toekomstige ontwikkelingen.

## Over het project

De toekomstverkenning Economie bestaat uit drie fasen: een inventariserende, een verbeeldende en een richtinggevende fase.



### Fase 1: Inventariseren

In de eerste fase wordt door middel van deskresearch en expertinterviews een inventarisatie gemaakt van de belangrijke trends en ontwikkelingen die tussen nu en 2050 van invloed zullen zijn op de Nederlandse economie.



### Fase 2: Verbeelden

In de tweede fase van het project ligt de nadruk op het verbeelden. De inzichten en vraagstukken die zijn voortgekomen uit fase 1 zijn de basis voor het ontwikkelen van toekomstscenario's. De scenario's zijn verhalen over mogelijke toekomstige situaties.



### Fase 3: Richting geven

In de laatste fase van de verkenning ga ik met verschillende stakeholders en experts in gesprek over inzichten en aanbevelingen die de trendanalyse en de toekomstscenario's opleveren. We gebruiken een *serious game* om dit gesprek te voeren. Ook geven we antwoord op de onderzoeksvragen.

In maart 2019 zal de verkenning afgerond worden en de eindresultaten worden gepubliceerd. Heeft u interesse in een presentatie, workshop of het spelen van de *serious game* in het kader van deze verkenning? Neem dan contact op met projectleider Silke den Hartog via [denhartog@stt.nl](mailto:denhartog@stt.nl)

# 2.1 Ontwikkelingen op het gebied van demografie en arbeidsmarkt



- De wereldbevolking groeit en **steden worden groter**. Ook worden steden complexer en kwetsbaarder voor de gevolgen van klimaatverandering. De komende decennia zal er veel behoefte zijn aan oplossingen voor deze uitdagingen.
- Wereldwijd raakt **welvaart steeds meer geconcentreerd**. In 2018 bezaten de 1% rijkste mensen ter wereld de helft van het mondiaal vermogen. Hun aandeel in de globale welvaart steeg van 42,5% in 2008 (het hoogtepunt van de financiële crisis) tot 50,1% in 2017.
- Ook de **internationale economische macht is sterk geconcentreerd**: 1318 multinationals zijn verantwoordelijk voor 60% van het wereldinkomen. 40% van hun rijkdom is in het bezit van slechts 147 bedrijven. De concentratie van macht hoeft niet slecht te zijn, maar maakt de wereldconomie wel kwetsbaar.
- Nederland heeft een gunstige concurrentiepositie mede dankzij de **relatief hoogopgeleide beroepsbevolking**. *Human capital* wordt steeds vaker gezien als een belangrijke productiefactor die van grote waarde is voor onze economie.
- Nederland vergrijsst en heeft mede daardoor een **krimpende beroepsbevolking**. Voor de lange termijn verwacht men in Nederland een tekort aan arbeidskrachten in de IT- en zorgsector en in technische beroepen. Hoogopgeleide migranten kunnen tekorten voorkomen of tegengaan.
- De vergrijzende bevolking zet **druk op ons sociale stelsel** en kan leiden tot spanningen tussen bevolkingsgroepen. De vergrijzing zorgt tegelijkertijd voor een **silver economy**, want ouderen zijn langer actief en hebben meer te besteden dan vorige generaties.
- Door nieuwe toepassingen van o.a. robotica, sensortechnologie en gezondheidstechnologie kunnen ouderen **langer, gezonder en zelfstandiger** leven en langer actief zijn op de arbeidsmarkt of als vrijwilliger.
- **Flexibilisering van arbeid** geeft mensen meer regie over werktijden en maakt het makkelijker om meerdere taken te combineren (bijvoorbeeld zorg, werk en opleiding). In combinatie met werken op afstand (tijd- en plaats-onafhankelijk werken) kan deze flexibilisering leiden tot verhoogde arbeidsparticipatie. Een nadeel is dat het vervagen van grenzen tussen werk en privé de kans op stress vergroot.
- In Nederland is sprake van **baanpolarisatie**: groei aan de bovenkant én aan de onderkant van de arbeidsmarkt en een krimpend middensegment. Hierdoor worden inkomensverschillen steeds groter. Dit kan leiden tot maatschappelijke ongelijkheid en onvrede onder de mensen die slechter af zijn dan anderen.

Als de wereldbevolking van 60 jaar en ouder een soevereine natie zou zijn, dan zou dat, na de VS en China, de derde grootste economie ter wereld zijn.

Jongeren geboren tussen 1980 en 2000 – ook wel *millenials* genoemd – hebben het financieel slechter dan de generaties voor hen op dezelfde leeftijd:

- Meer studieschuld
- Stijgende huizenprijzen
- Meer schulden
- Minder kans vermogen op te bouwen
- Meer tijdelijke en flexibele arbeidscontracten
- Minder pensioensopbouw.

In 2018 was de inkomensongelijkheid in Europa het kleinste en in het Midden-Oosten het grootst. In de VS, China, Rusland en India is de inkomensongelijkheid het hardst gegroeid ten opzichte van de jaren '80.

## Bronnen

- Badir, M. (2018). *Besteedbaar inkomen van huishoudens staat al bijna 40 jaar vrijwel stil*. Geraadpleegd van <https://economie.rabobank.com/publicaties/2018/februari/besteedbaar-inkomen-huishoudens-nederland-staat-vrijwel-stil/>
- CBS (2017). *Inkomensongelijkheid en –herverdeling 2001-2015*. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/37/inkomensongelijkheid-en-herverdeling-2001-2015>
- CPB Policy Brief 2016/14, *Flexibiliteit op de arbeidsmarkt*. Geraadpleegd van <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omnidownload/CPB-Policy-Brief-2016-14-Flexibiliteit-op-de-arbeidsmarkt.pdf>
- Euwals, R., M. de Graaf-Zijl & D. van Vuuren (2016). *Lusten en lasten ongelijk verdeeld. Verklein verschillen vast, flex en ZZP*.
- Kooiman, N., A. de Jong, C. Huisman, C. van Duin & L. Stoeldraijer (2016). *PBL/CBS Regionale bevolkings- en huishoudensprognose 2016-2040: sterke regionale verschillen*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)/ Planbureau voor de leefomgeving (PBL), aug. 2016. Geraadpleegd van [https://www.cbs.nl/-/media/\\_pdf/2016/39/regionale-bevolkings-en-huishoudensprognose-2016.pdf](https://www.cbs.nl/-/media/_pdf/2016/39/regionale-bevolkings-en-huishoudensprognose-2016.pdf)
- Neate, R. (2017). *Riches 1% own half the world's wealth, study finds*. Geraadpleegd van <https://www.theguardian.com/inequality/2017/nov/14/worlds-richest-wealth-credit-suisse>
- PBL/CPB (2015). *Nederland in 2030 en 2050, Twee referentiescenario's. Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving*, Den Haag. Geraadpleegd van <https://www.cpb.nl/publicatie/toekomstverkenning-welvaart-en-leefomgeving-wlo-2015>
- Simoens, K. (2011). *147 superbedrijven 'controleren' wereldconomie*. Geraadpleegd van <http://www.standaard.be/cnt/gen3hco4t>
- Stoeldraijer, L, C. van Duin & C. Huisman (2017). *Bevolkingsprognose 2017-2060: 18,4 miljoen inwoners in 2060*. Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), statistische trend. Geraadpleegd van [https://www.cbs.nl/-/media/\\_pdf/2017/51/bevolkingsprognose-2017-2060-18-4-miljoen-inwoners-in-2060.pdf](https://www.cbs.nl/-/media/_pdf/2017/51/bevolkingsprognose-2017-2060-18-4-miljoen-inwoners-in-2060.pdf)

## 2.2 Ontwikkelingen op het gebied van geopolitiek en bestuur



- De Nederlandse economie raakt steeds meer **verweven met het buitenland**. Nederlandse producten worden naar steeds meer landen, over verdere afstanden, geëxporteerd en productieketens versnipperen en internationaliseren.
- Er ontstaat een **multipolaire internationale orde**. Door de *rise of the rest* zetten nieuwe, opkomende economieën de westers-georiënteerde economische verhoudingen onder druk. Daarnaast zijn er steeds meer *non-state* actors die invloed uitoefenen op overheden, burgers en bedrijven, zoals non-profit organisaties, religieuze organisaties en multinationals.
- Door de vierde industriële revolutie, de opkomst van de kenniseconomie en informatiewerkers worden **data en kennis enorm belangrijk**. Bedrijven of overheden die veel data in handen hebben en die data succesvol weten te ontsluiten hebben een sterke machts- en marktpositie.
- Snelle technologische ontwikkelingen **vergroten onze afhankelijkheid** van landen met toegang tot de benodigde grondstoffen voor bepaalde technologische toepassingen, zoals China, Rusland en de De Republiek Congo.
- **Geo-economie 2.0**: Het risico op internationale conflicten neemt toe en landen zetten vaker institutionele maatregelen in (zoals boycots, georkestreerde migratie of gebruik van olie en gas) om toegang tot bepaalde grondstoffen te krijgen of economische groei veilig te stellen.
- Er is sprake van een **nieuwe space race**: een wedloop tussen overheidsinstanties – zoals NASA, Roscosmos en het Europees Ruimteagentschap – en commerciële bedrijven om te profiteren van de economische kansen van ruimtevaart, zoals ruimte-toerisme, astroïde mining en *inflatable space habitats*.
- Digitalisering en automatisering maken economische activiteiten minder plaatsgebonden en makkelijker te *outsourcen* naar andere landen. De **concurrentie tussen regio's en landen** neemt hierdoor verder toe.
- Mede als gevolg van globalisering, de recente economische crisis en (berichtgeving over) terroristische aanslagen in Europa hebben veel Nederlanders, met name lager opgeleiden en ouderen, het gevoel dat hun economische en fysieke veiligheid onder druk staat. Dit leidt tot de opkomst van nationalistische sentimenten en soevereïnisme, en zet **druk op het draagvlak voor solidaire economische beginselen** zoals een belastingstelsel gericht op inkomensnivellering. Hierdoor worden de gevoelens van economische onveiligheid bij bepaalde bevolkingsgroepen verder versterkt.
- We zijn steeds meer afhankelijk van complexe infrastructuur, bijvoorbeeld voor energievoorziening, vervoer en betaalverkeer. **Cyberterrorisme** kan een grote (disruptieve) impact hebben op dit soort infrastructuur.

### Hoe internationaal is de Nederlandse economie?

- 7<sup>e</sup> goederenexporteur van de wereld in 2015 (t.w.v. 488 miljard US dollar)
- 8<sup>e</sup> dienstenexporteur van de wereld in 2015 (t.w.v. 125 miljard US dollar)
- 3<sup>e</sup> plaats wat betreft **uitgaande directe buitenlandse investeringen** in 2015
- 6<sup>e</sup> plaats wat betreft **inkomende directe buitenlandse investeringen** in 2015
- 0,4 miljard euro bedroeg de Nederlandse exportwaarde in 1917
- 469 miljard euro was het bedrag in 2017

Bron: CBS (2018). Internationaliseringsmonitor.

### Bronnen

- AIVD (2017). *Jaarverslag AIVD 2017*. Geraadpleegd van <https://www.aivd.nl/publicaties/jaarverslagen/2018/03/06/jaarverslag-aivd-2017>.
- CBS (2018). *Internationaliseringsmonitor*. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/economie/internationale-handel/internationaliseringsmonitor>.
- Gray, K. & B.K. Gills (2016). South-South Cooperation and the Rise of the Global South. *Third World Quarterly*, 37(4). 557–74.
- Frenzel, M., J. Gutzmer & R. Tolosana-Delgado (2015). Assessing the supply potential of high-tech metals – A general method. *Resources Policy*, 46(2), 45–58.
- Massari, S. & M. Ruberti (2013). Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies. *Resources Policies*, 38(1), 36–43.
- McKinsey & Company (2010). *Five Forces Reshaping the Global Economy: McKinsey Global Survey Results*. Geraadpleegd van <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/five-forces-reshaping-the-global-economy-mckinsey-global-survey-results>.
- Schlinkert, D. & K.G. van den Boogaart (2015). The development of the market for rare earth elements: Insights from economic theory. *Resources Policy*, 46(2), 272–280).



## 2.3 Ontwikkelingen op het gebied van ecologie en klimaat



- De **vraag naar ecosysteemdiensten** (het vermogen om te voorzien in goederen, processen te reguleren en diensten te leveren) neemt in Nederland **al 25 jaar lang sneller toe dan het aanbod** en dat zal in de toekomst zo blijven. In de toekomst is er dus schaarste aan ecosysteemdiensten te verwachten.
- Door klimaatverandering krijgen we in Nederland steeds **extremer weer en de zeespiegel stijgt steeds sneller**. Dit brengt risico's met zich mee voor cruciale infrastructuur en voorzieningen voor bijvoorbeeld drinkwater, energie en verkeer.
- Bijna **60% van Nederland kan onder water komen te staan**. Met name de grote steden, waar veel van de economische activiteiten geconcentreerd zijn, lopen grote kans op overstroming.
- Door toenemende vraag naar grondstoffen en door de wetgeving om klimaatverandering tegen te gaan wordt **transport duurder**. Zonder milieuvriendelijkere of goedkopere alternatieven gaan mensen zich mogelijk minder verplaatsen en gaan we minder goederen vervoeren in de toekomst.
- Verdere milieudegradatie, waterschaarste en tekorten aan grondstoffen of beschikbare vruchtbare grond kunnen leiden tot **voedseltekorten en volatiele voedselprijzen**. Dit kan leiden tot afnemende export van Nederlandse producten, maar kan ook leiden tot meer vraag naar de Nederlandse kennis over agrifood.
- Dreigende tekorten aan energie, voedsel en water leiden ertoe dat Nederlanders werken **aan zelfvoorzienende systemen op het niveau van woningen, wijken of steden**, waarbij ze minder afhankelijk zijn van centrale levering of import.
- De **energietransitie** die Nederland heeft ingezet kan er enerzijds toe leiden dat we minder energie gaan gebruiken. Anderzijds kan de overgang naar een op hernieuwbare bronnen gebaseerd energiesysteem ertoe leiden dat energie praktisch gratis wordt en we juist meer energie gaan gebruiken.
- **Circulair ondernemen is nodig** om sectoren die gevoelig zijn voor de aanvoer van of grote prijsschommelingen in de prijs van grondstoffen (zoals biomassa, zeldzame aardmetalen en kunststof) toekomstbestendig te maken (SER, 2016).
- Uit onderzoek van TNO uit 2013 bleek dat de **circulaire economie ongeveer 7,3 miljard** aan extra waarde kan toevoegen aan de Nederlandse economie en 54.000 nieuwe banen (TNO, 2013). Ook zou Nederland een sterkere kennispositie kunnen verwerven door een circulaire economie te verwezenlijken.
- Het huidige Nederlandse klimaatbeleid kan leiden tot een zogenaamde **duurzaamheidskloof**. Vooral rijkere huishoudens profiteren van klimaatbeleid (zoals subsidies om een gasvrije woning te realiseren) en armere huishoudens moeten een veel groter percentage van hun inkomen besteden aan dit soort verplichte maatregelen. Er wordt daarom ook wel opgeroepen tot '**energierechtvaardigheid**' (ECN et al., 2017).

Meer dan **40%** van de wereldbevolking woont in 2050 in regio's met zware '**waterstress**' (een tekort aan water).



Bijna **20%** van de wereldbevolking zal in 2050 in een gebied wonen met een hoog risico op **overstromingen**.



### Bronnen

- ECN/Tertium/Alliander/Milieudefensie (2017). 'De winnaars en verliezers van de energietransitie'. *Verkenning van problemen, visies en oplossingen*. ECN. Geraadpleegd van: <http://www.tertium.nl/wp-content/uploads/2018/03/winnaarsverliezers.pdf>
- PBL (2014). *Aanpassen aan klimaatverandering*, Bilthoven.
- SER (2016). *Werken aan een circulaire economie: geen tijd te verliezen*. Advies 16/-5. Geraadpleegd van: [https://www.ser.nl/~media/db\\_adviezen/2010\\_2019/2016/circulaire-economie.ashx](https://www.ser.nl/~media/db_adviezen/2010_2019/2016/circulaire-economie.ashx)
- TNO (2013). *Kansen voor de circulaire economie in Nederland*. Rapport Geraadpleegd van: <https://mvonederland.nl/system/files/media/tno-rapport-kansen-voor-de-circulaire-economie-in-nederland.pdf>
- TNO (2014). *Klimaatadaptatie en energie-infrastructuur. Actualisatie van de risico's en kansen door klimaatverandering op de Nederlandse energie-infrastructuur*, Den Haag. Geraadpleegd van: <http://publications.tno.nl/publication/34616763/Jcgk72/TNO-2014-R11294.pdf>
- Vergeer, R. (2017). *Wie profiteert van het klimaatbeleid*. Geraadpleegd van <https://www.ce.nl/publicaties/1931/wie-profiteert-van-het-klimaatbeleid>

## 2.4 Sociaal-culturele ontwikkelingen



- Mensen krijgen meer middelen om hun leven en leefomgeving in te vullen of naar hun hand te zetten en dat betekent dat **niet-cognitieve vaardigheden** zoals plannen, zelfdiscipline en samenwerken steeds belangrijker worden.
- Steeds meer leven en organiseren mensen zich in **vluchtige verbanden en (virtuele) netwerken**. Een gevolg van het minder gezamenlijk optrekken is dat mensen lastige keuzes zelf moeten maken. Meer **eigen regie** voor mensen betekent ook dat de kwaliteit van leven steeds meer van henzelf afhangt.
- De steeds dynamischere omgeving waarin wij leven en werken zorgt ervoor dat **rustpunten onder druk** komen te staan. De dynamiek brengt mogelijkheden, maar ook onzekerheid, complexiteit en hectiek. De gemiddelde werkdruk in Nederland neemt toe, ook onder jongeren. Werkgevers geven aan dat het beheersen van de werkdruk hun grootste uitdaging is.
- Moderne media gebruiken algoritmes om mensen online door te leiden naar informatie of mensen met een gelijke *mindset* of gelijke belangen. Mensen krijgen op die manier weinig objectieve informatie. Dit soort informatiebubblen zetten westerse waarden zoals tolerantie en diversiteit onder druk en vergroten verschillen tussen mensen.
- Opkomend **nationalisme en populisme** gaan gepaard met anti-immigranten sentimenten en xenofobie. Dit zou ertoe kunnen leiden dat landen in Europa (waaronder Nederland) moeite krijgen om talenten binnen te halen en te binden. In de vergrijzende economieën kan dat leiden tot verdere tekorten op de arbeidsmarkt.
- Ontwikkelingen zoals flexibilisering van de arbeidsmarkt en de opkomst van de kluseconomie, de deeleconomie en de platformeconomie leiden mogelijk tot slechte arbeidsomstandigheden en minder sociale zekerheid voor bepaalde groepen in de samenleving. Ook kan er **grotere economische ongelijkheid** ontstaan omdat de opbrengsten die via de platforms worden gegenereerd vaak ten goede komen aan mensen met bezit en aan de platformen zelf.
- De platformeconomie kan ook juist de arbeidsmarkt een **nieuwe impuls** geven en helpen vraag en aanbod beter op elkaar aan te laten sluiten. Bijvoorbeeld doordat de verzameling data op de platforms naast werkervaring en opleiding ook inzicht geeft in de *soft skills* en talenten van mensen.
- De huidige **Nederlandse welvaart gaat ten koste** van die elders ter wereld en ook van toekomstige generaties. Nederland teert in op natuurlijke hulpbronnen en voert relatief veel grondstoffen in. Het legt daardoor een groot beslag op het natuurlijk kapitaal van andere landen en toekomstige generaties. Ook teren we in op ons menselijk kapitaal dat wordt bepaald door het aantal gewerkte uren, de gezondheid en het onderwijsniveau van mensen. (Gerwen et al., 2018)
- **Ecologische grenzen** stellen beperkingen aan onze consumptiepatronen, maar zorgen in combinatie met de individualisering en behoefte aan maatwerk ook voor een grote vraag naar producten en diensten die energiegebruik reduceren terwijl we ons **comfort** houden. Denk bijvoorbeeld aan slimme woningen, slimme kleding of slimme *lifestyle coaches*.



### Bronnen

- ABU (n.d). *Kansen en fricties van de platformeconomie: "Platformwerk kan heel groot worden"*. Geraadpleegd van <https://www.abu.nl/publicaties/uitzendwerk/1-2018/kansen-en-fricties-van-de-platformeconomie>
- Bierings, H. (2017). *Sociaaleconomische trends. Beroep en werkdruk in Nederland*. 2017|04. CBS Den Haag.
- Echtelt, P. van & M. de Voogd-Hamelink (2017). *Actuele uitdagingen voor werkgevers. Werkgevers vinden werkdruk grootste probleem in personeelsbeleid*. SCP. Geraadpleegd van <https://digitaal.scp.nl/arbeidsmarktinkaat-werkgevers2017/actuele-uitdagingen-voor-werkgevers/>
- Gerwen, O.-J. van, K. Vringer, G. Renes, S. Hoogendoorn, K. Jansema-Hoekstra, G. Romijn, Christine Carabain & Andries van den Broek (2018). *Verkenning Brede Welvaart 2018, Circulaire economie, gedrag en beleid*. PBLCPB/SCP Den Haag.
- Min. BZK(2014). *Rijksbrede Trendverkenning*, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Den Haag.
- Rathenau (2017) *Eerlijk delen. Waarborgen van publieke belangen in de deeleconomie en de kluseconomie*. Rathenau Den Haag.
- SCP (2016). *De toekomst tegemoet. Leren, werken, zorgen, samenleven en consumeren in het Nederland van later*. SCP Den Haag.
- Studium Generale Utrecht (2017). *De Deeleconomie vraagt om een nieuw soort samenleving*. Geraadpleegd van: <https://www.sg.uu.nl/nieuws/2017/de-deeleconomie-vraagt-om-een-nieuw-soort-samenleving>



## 2.5 Financieel-economische ontwikkelingen



- Ontwikkelingen zoals het **afnemen van contante betalingen en de opkomst van FinTech** veranderen de manier waarop de financiële sector is georganiseerd en welke spelers een belangrijke rol hebben. Steeds meer ICT-bedrijven richten zich op financiële diensten.
- Financiële instellingen gebruiken vaak **openbare data-bronnen** – zoals sociale media – in combinatie met hun eigen klantgegevens om bijvoorbeeld de kredietwaardigheid van klanten in te schatten of om op specifieke marketing toe te passen. Critici waarschuwen voor mogelijke discriminatie en inbreuk op privacy.
- **Automatisering van financiële diensten** (zoals robo-adviseurs) zal naar verwachting financiële dienstverlening goedkoper en daardoor voor meer mensen toegankelijk maken.
- Door **mobiel betalen** kan een grote nieuwe groep mensen – voornamelijk in opkomende economieën – aangesloten worden op een betaalsysteem.
- Gemeenschapsmunten **versterken regionale economieën en sociale verbanden** en geven mensen meer gevoel van controle in een sterk geïnternationaliseerde wereld waar in veel verandert.
- De opkomst van gemeenschapsmunten en virtuele munten (*crypto currencies*) leidt tot een **meer divers betaalsysteem**.
- **Peer-to-peer (P2P)-lending en crowdfunding** maken krediet beschikbaar voor bedrijven en mensen die bij traditionele financiële instellingen hiervoor niet in aanmerking komen. Crowdfunding maakt initiatieven mogelijk die traditionele banken te risicovol vinden en kan innovatie versnellen.
- Er is bij (inter)nationale overheden steeds meer interesse in **true cost economics**, waarbij kosten voor milieu- en gezondheidsschade opgenomen worden in de prijs van producten. True cost economics sluit aan bij het gedachtegoed van duurzaamheid en een circulaire economie.



### Bronnen

- Anderson, R.C. (2016). *The encyclopedia of sustainability*. Berkshire Publishing Group.
- Bijlsma, M., W. van Ommen, S. van Veldhuizen (2016). *Trends en scenario's voor de Nederlandse financiële sector*. CPB Achtergronddocument. CPB, Den Haag.
- Economic Times (n.d.). *Definition of 'true cost economics'*. Geraadpleegd van <https://economictimes.indiatimes.com/definition/true-cost-economics>
- EY (2017). *The future of money. Back to the future: the internet of money*.  
[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-the-future-of-money/\\$FILE/ey-the-future-of-money.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-the-future-of-money/$FILE/ey-the-future-of-money.pdf)
- Groot Ruiz, A. de, W. Balthussen, R. de Adelhart Toorop, F. van den Elzen, B. Janssen, R. van Keeken, K. Logatcheva, E. Martinius & T. Posnioen (2018). *Op weg naar de echte prijs, echte waarde en echte winst van voedsel*. Wageningen Economic Research Rapport 2018-016.
- Kampers, E. (2015). *Gemeenschapsmunten in kaart*. QOIN Amsterdam.
- Oikos (n.d.) *Geld en duurzaamheid. Van een falend geldsysteem naar een monetair ecosysteem*.  
Geraadpleegd van <https://www.oikos.be/component/content/article/241.html>

# 3.1 Robotica



Een robot is een fysiek lichaamde, kunstmatig intelligente actor. Oftewel, een machine die zijn omgeving waarneemt en aan de hand van die waarneming zelfstandig handelt (Simon, 2017).

- Robotica is **booming business**: grote tech-bedrijven zoals Apple, Amazon en Google investeren veel geld in onderzoek naar en toepassingen van robot-technologie. CITI Group verwacht dat in 2020 de vraag naar robots wereldwijd goed is voor een waarde van \$ 33,6 miljard US-dollar (CITI Private Bank, 2017).
- De hardware die nodig is voor robots wordt **steeds goedkoper**. Hun mechanische 'lichamen' zijn nu nog statisch maar de introductie van 3D-printing en *rapid prototyping* kan leiden tot mechanische herconfiguratie en aanpassingen van een robot die in gebruik is.
- De benodigde software voor robots wordt **steeds geavanceerder**. Sociale robots kunnen met technologieën zoals spraakherkenning, gezichtsherkenning en emotieherkenning niet-fysieke taken uitvoeren. Sociale robots worden momenteel gebruikt om kinderen met een aandoe-ning en demente bejaarden te helpen, of als gezelschapsrobot.
- De inzet van robots kan een **oplossing zijn voor problemen op de arbeidsmarkt**, zoals vergrijzing, het gebrek aan (specifiek) geschoolde werknemers en hogere loonkosten.
- De inzet van robots baart ook zorgen: dat **banen verloren gaan** doordat robots taken van mensen overnemen; dat mensen bepaalde **vaardigheden niet meer beheersen** als we steeds meer door robots laten doen; of dat robots de **macht overnemen** van mensen.

## De geschiedenis van de robotica



**420 v. Chr.** – Archytas van Tarentum vindt een houten, stoomaangedreven vogel uit, die kon vliegen



**3de eeuw v. Chr.** – Yan Shi, maakte met de hand een levensgroot, mechanisch menselijk figuur voor koning Mu van Zhou



**1e eeuw n. Chr.** – Geautomatiseerde apparaten, zoals een brandweerauto, een windorgel, een op munten werkende machine en stoom-aangedreven motor



**1206** – Al-Jazari vond vroege humanoïde automaten uit, die een muziekbond vormden



**1495** – Leonardo da Vinci tekende ontwerpen voor een robotrider



**1738** – Jacques de Vaucanson vond een mechanische eend uit die in staat was om te eten, met zijn vleugels te klapperen en te poepen



**1898** – Nikola Tesla demonstreert eerste radiografisch bestuurd vaartuig



**1921** – Eerste fictieve automaten genaamd 'robots' + verschijnen in het toneelstuk Rossum's Universal Robots



**1930s en 1940s** – Elektro, een humanoïde robot, verschijnt, met dank aan Westinghouse Electric, op de Wereldtentoonstelling; kon ongeveer 700 woorden spreken (met behulp van een 78-toeren platenspeler), sigaretten roken, ballonnen opblazen en zijn hoofd en armen bewegen

**2018** – Een robot genaamd Sophia en aangeduid met vrouwelijke voornaamwoorden, krijgt Saudi-Arabisch burgerschap en wordt de eerste robot die ooit een nationaliteit had



**2014** – Pentagon kondigt plannen aan om in 2030 25% van de Amerikaanse soldaten te vervangen door robots



**2012** – De zelfrijdende auto van Google voltooit met succes 300.000 kilometer



**2011** – Supercomputer Watson verslaat de voormalige Jeopardy-kampioen en wint een prijs van \$ 1 miljoen



**2009** – Humanoïde robot TOPIO speelt pingpong op Tokyo International Robot Exhibition



**2005** – Eerste nanobot gebouwd in Shenyang, China



**2002** – Geautomatiseerde stofzuiger 'Roomba' lanceert en verkoopt in tien jaar tijd meer dan 8 miljoen exemplaren



**1974** – Eerste industriële robot met microcomputerbesturing, IRB 6



**1961** – Eerste industriële robot, Unimate van Robert Devol, in gebruik genomen



@SDH EB

### Bronnen

- CITI Private Bank (2017). *Outlook 2017*. Geraadpleegd van <https://www.privatebank.citibank.com/ivc/docs/outlook-robotics-revolution.pdf>
- Luo, R.C. (2017). *World megatrend of intelligent robotics and AI: Impact on VLSI-DAT*. International Symposium on VLSI Technology, Systems and Application (VLSI-TSA), Hsinchu, 2017, pp. 1-1.
- Poelvoorde, R. van (2016). *Sociale robot*. Geraadpleegd van <https://www.ensie.nl/randall-van-poelvoorde/sociale-robot>.
- Royackers, L., F. Daemen & R. v Est (2012). *Overal robots, Automatisering van de liefde tot de dood*. Rathenau Instituut.
- Simon, M. (2017). *What is a robot?* Geraadpleegd van <https://www.wired.com/story/what-is-a-robot/>
- Torresen, J (2018). *A Review of Future and Ethical Perspectives of Robotics and AI*. Geraadpleegd van <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2017.00075/full>





## 3.3 3D-printen



3D-printen is een productietechniek waarbij een 3D-model gemaakt wordt door materiaal laag voor laag aan te brengen op basis van een digitaal ontwerp.

- **Opvallende voorbeelden** van producten die 3D-geprint zijn: een pistool, een stuk schedel, organen, huizen en een brug.
- 3D-printen helpt de **druk op ecosystemen te verlichten** doordat het in veel gevallen efficiënt is: het produceert minder restmateriaal dan huidige productiemethoden, verbruikt minder energie en er is minder transport nodig dan bij traditionele productieprocessen omdat productie meer lokaal plaatsvindt.
- 3D-printen kan **productieprocessen versnellen** doordat objecten in kleinere aantallen gemaakt kunnen worden, zonder de noodzaak om een machine in te stellen of een mal te laten maken. Voor onderdelen van productieprocessen die arbeidsintensief zijn, zoals tijdrovende assemblage- en secundaire bewerkingsprocessen, zal 3D-printen **menselijke arbeid vervangen**.

- Productie met 3D-printen vindt vaak lokaal plaats. In 2040 zijn, volgens prognoses van ING, de **helft van alle goederen** in de wereld 3D-geprint. In 2060 zal de wereldhandel tussen de 25-40% minder zijn dan in 2017 als gevolg van 3D-printen.
- Door 3D-printers kunnen in de toekomst steeds meer producten makkelijk **gepersonaliseerd** worden en kunnen consumenten zelf het ontwerp van producten bedenken en maken. Als mensen zelf producten gaan printen is er een kans dat ze kiezen voor **illegale gratis downloads** van de digitale ontwerpen (zoals we ook zien in de muziek- en filmindustrie).
- **Barrières** voor het toepassen van 3D-printen op grote schaal zijn: de relatief hoge prijs van materialen; weinig kennis over de technologie; tekort aan designers voor de benodigde ontwerpen; de kwaliteit van 3D-geprinte producten valt vaak nog tegen; traditionele massaproductie is vaak nog goedkoper doordat met 3D-printen nog niet in korte tijd veel producten gemaakt kunnen worden.



### Bronnen

Curran, C. (2016, 22 augustus). *The role materials play in powering the 3-D printing revolution*. PWC.

Geraadpleegd van <http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/the-role-materials-play-in-powering-the-3d-printing-revolution/>

ING. (2017). *3D printing: a threat to global trade*. Geraadpleegd van [https://www.ing.nl/media/ING\\_EBZ\\_3d-printing\\_tcm162-131996.pdf](https://www.ing.nl/media/ING_EBZ_3d-printing_tcm162-131996.pdf)

ING. (2017, 28 september). 3D printing slaat gat in wereldhandel.

Geraadpleegd van <https://www.ing.nl/zakelijk/kennis-over-de-economie/onze-economie/internationale-economie/3d-printing-a-threat-to-global-trade.html>

Ortt, R. (2018). STT Technologiemonitor.

Peak Additive. (z.d.). *Developing processes and products that utilize the future of Additive Manufacturing (3D Printing)*.

Geraadpleegd van <https://peakadditive.com/3d-print-services/>

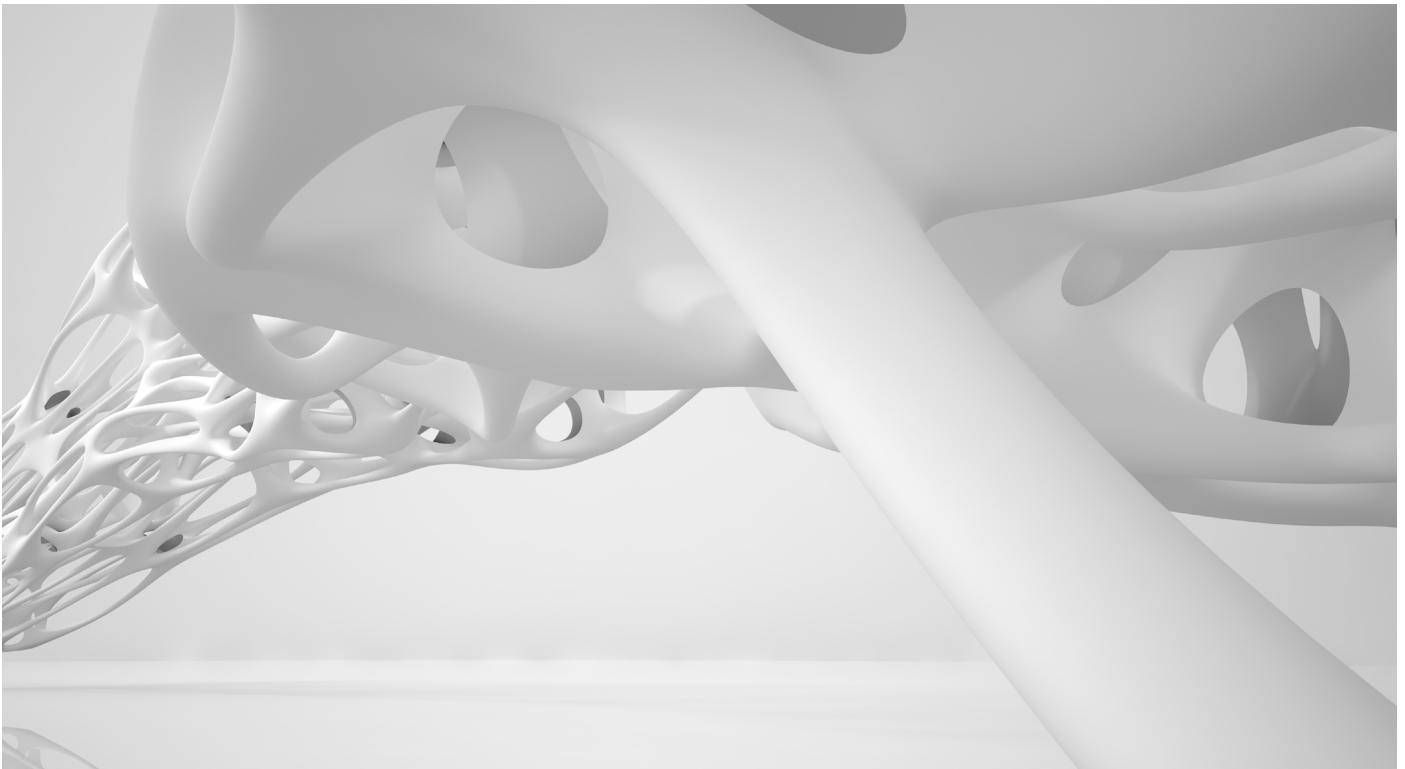
Savastano, M., Amendola, C., D'Ascenzo, F., & Massaroni, E. (2016). 3D printing in the spare parts supply chain: an explorative study in the automotive industry. In Leonardo Caporarello, Fabrizio Cesaroni, Raphael Giesecke, & Michele Missikoff (Reds.), *Digitally Supported Innovation: a multi-disciplinary view on enterprise, public sector and user innovation* (pp. 153-169).

## 3.4 4D-printen



Met 4D-printen worden programmeerbare objecten gemaakt die na productie kunnen veranderen van vorm en functie (*programmable matter*). 4D-geprinte objecten kunnen zich aanpassen aan veranderende omgevingen en kunnen eenvoudig worden gerecycled, gerepareerd of aangepast voor andere toepassingen.

- Voor 4D-printen zijn **voxels** nodig. De te printen objecten worden ontworpen met digitale voxels. De modellen worden vervolgens 3D-geprint door fysieke voxels laag voor laag aan te brengen. Fysieke voxels kunnen onder andere bestaan uit titanium, nanomaterialen, geïntegreerde schakelingen, biologische materialen en micro-robotica. Het ontwerp en de productie van voxels die nodig zijn voor 4D-printen zou een hele nieuwe industrie zijn en biedt veel economische kansen.
- **Voorbeelden van toepassingen** van 4D-printen: vliegtuig-vleugels die tijdens de vlucht van vorm veranderen, autobanden die van vorm of tractie veranderen (zomer- en winterband in één), meubilair dat compact is verpakt en zich na aankoop zelf in elkaar zet, wegen die zich aanpassen aan verschillende mate van belasting en weersomstandigheden en zelfherstellende materialen die gebruikt kunnen worden in vliegtuigen, bruggen en gereedschap.
- Als iedereen een bepaalde hoeveelheid *programmable matter* zou hebben en als objecten eenvoudig opnieuw geconfigureerd zouden kunnen worden, hebben we minder grondstoffen nodig en realiseren we een meer **circulaire economie**.



### Bronnen

- Campbell, T.A., Tibbits, S., & Garrett, B. (2014). The next wave: 4D printing – programming the material world. Atlantic Council. Geraadpleegd van [https://www.files.ethz.ch/isn/182356/The\\_Next\\_Wave\\_4D\\_Printing\\_Programming\\_the\\_Material\\_World.pdf](https://www.files.ethz.ch/isn/182356/The_Next_Wave_4D_Printing_Programming_the_Material_World.pdf)
- Hewitt, J. (2013, 1 oktober). 4D printing will make intelligent clothes and armor that can adapt to any situation. ExtremTech. Geraadpleegd van <https://www.extremetech.com/electronics/167739-4d-printing-will-make-intelligent-clothes-and-armor-that-can-adapt-to-any-situation>
- Marks, O. (2013, 14 maart). 4D printing: the new frontier. ZDnet. Geraadpleegd van <https://www.zdnet.com/article/4d-printing-the-new-frontier/>
- Ghi, A. & Rossetti, F. (2016). 4D printing: An emerging technology in manufacturing? In Leonardo Caporarello, Fabrizio Cesaroni, Raphael Giesecke, & Michele Missikoff (Eds.), *Digitally Supported Innovation: a multi-disciplinary view on enterprise, public sector and user innovation* (pp. 171-178). Geraadpleegd van [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-40265-9\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-40265-9_12)

## 3.5 Big Data

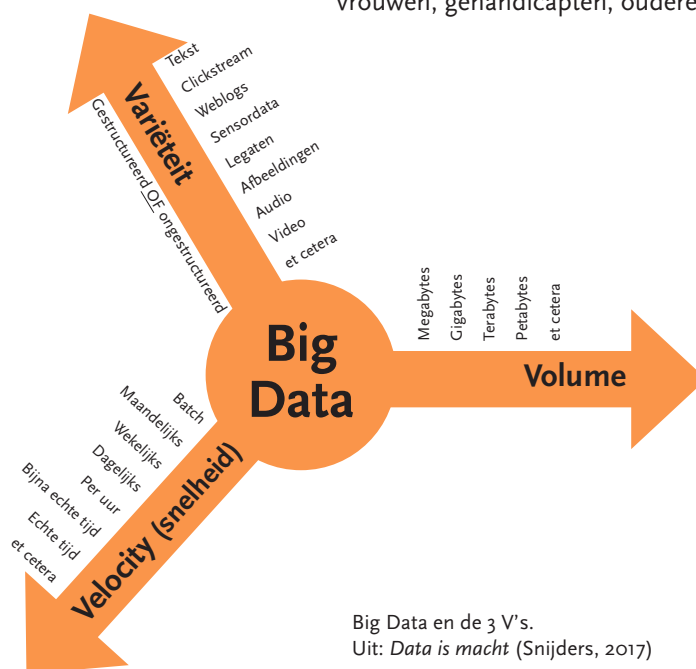


Big data is een verzameling van grote hoeveelheden data, gegenereerd door mensen en sensoren, die online – vaak ook realtime – beschikbaar komt.

- De mogelijkheden om bruikbare informatie te verkrijgen door analyse van grote hoeveelheden data nemen toe. En door toepassingen op het gebied van kunstmatige intelligentie en *machine learning* kunnen steeds meer **taken uitgevoerd worden op basis van analyse van data**.
- Bedrijven kunnen gebruik maken van big data om hun **diensten te personaliseren** en te optimaliseren en klanten te vinden en te bereiken. Ook kan feedback van consumenten met behulp van big data meegenomen worden om producten en diensten aan te passen en gebruikt worden voor de ontwikkeling van nieuwe producten en diensten
- Voor kleinere of nieuwe bedrijven wordt het makkelijker om data over hun afzetmarkt te verzamelen en daarmee wordt **toetreding tot de markt** makkelijker voor nieuwe bedrijven. Anderzijds kan het moeilijk zijn te concurreren met bestaande bedrijven die al veel data hebben.
- De verdienmodellen van grote technologiebedrijven zijn vaak gebaseerd op het 'gratis' aanbieden van hun dien-

sten aan gebruikers mits die gebruikers hun data delen. In feite **betalen ze met hun persoonlijke data**. Mogelijk denken consumenten onvoldoende na over de waarde van hun persoonlijke data en de langetermijn-implicaties van het beschikbaar stellen van persoonlijke data aan dit soort bedrijven.

- Toepassingen van big data kunnen resulteren in schending van privacy, discriminatie en andere nadelige effecten als gevolg van **onjuiste verbanden en onjuiste gegevens**.
- Als er steeds meer (realtime-)data beschikbaar komt en geanalyseerd wordt geeft dat inzicht, kennis en mogelijkheden voor het oplossen van problemen op het gebied van **klimaatverandering, natuurrampen, gezondheid, beschikbaarheid van water, voedsel, energie en grootschalige verstedelijking**.
- In de toekomst worden meer beslissingen gebaseerd op big data. Bijvoorbeeld beslissingen over arbeidscontracten, krediet, verzekeringen, gezondheidszorg en toegang tot diensten. **Niet-representatieve data** kunnen bestaande vooroordelen versterken en leiden tot uitsluiting van kwetsbare groepen zoals bepaalde etnische groepen, vrouwen, gehandicapten, ouderen en armen.



Big Data en de 3 V's.  
Uit: *Data is macht* (Snijders, 2017)

### Bronnen

Claros Gimeno, E. (2026). *Economic impact of Big Data*.

Geraadpleegd van [http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS\\_ATA\(2016\)589802](http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_ATA(2016)589802).

Ecorys (2017). *Big data and competition*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2017/06/13/big-data-and-competition/big-data-and-competition.pdf>

OECD (2015). *Data-driven Innovation. Big Data for Growth and Well-being*. OECD Publishing Parijs.

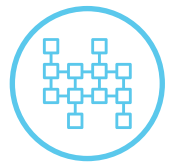
Sloot, B. van der, D. Broeders & E. Schrijvers (2016). *Exploring the Boundaries of Big Data*. WRR – Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. Amsterdam University Press.

Snijders, D. (2017). *Data is Macht, Over Big Data en de toekomst*. Stichting Toekomstbeeld der Techniek, Den Haag.

WRR (2017). *Big data in een vrije en veilige samenleving. Een toelichting*. Geraadpleegd van <https://www.youtube.com/watch?v=ilMQmoYkSnI>.



## 3.6 Blockchain



Een blockchain is een lange keten van virtuele blokken die regelmatig wordt aangevuld met een nieuw blok, waarin de meest recente veranderingen van de database als een lijst van transacties is opgenomen (SURF, 2017). Een blockchainprotocol creëert consensus in een netwerk door elke transactie te verifiëren met eerdere transacties. De blockchaintechnologie maakt veilige transacties mogelijk zonder dat er vertrouwen hoeft te zijn tussen de zender en de ontvanger (Ortt & Drees, 2018).

- De meest bekende toepassing van blockchain is die voor **digitale valuta**, zoals Bitcoin. Maar blockchains kunnen bijvoorbeeld ook gebruikt worden om te stemmen of om aan te tonen dat een document op een bepaald tijdstip bestond.
- Het is geschikt voor verschillende situaties waarin het nodig is om **eigendom te herleiden**. Denk bijvoorbeeld aan het beheren van een productieketen om een duurzame of ethische oorsprong te controleren.
- Blockchain en smart contracts (zelfuitvoerende contracten) kunnen leiden tot **bedrijven die functioneren zonder menselijk ingrijpen**. De Engelse term hiervoor is *Decentralised Autonomous Organisations* (DOA's).
- Door blockchaintechnologie verschuift een bepaalde hoeveelheid **controle weg van de elite en gevestigde instituties**. Bepaalde systemen en sectoren worden hierdoor meer transparant en democratischer. Toch zijn het juist overheden en grote technologische bedrijven (*tech giants*) die investeren in blockchain technologie om hun dienstverlening te verbeteren.
- Er zijn nog wat ingewikkelde vraagstukken rondom privacy en blockchain technologie. De opschaling van de technologie, het hevige energieverbruik en het opslaan van data zijn nu nog **belemmeringen** voor het accepteren van blockchain technologie op grote schaal.
- Daarnaast is de opkomst van de kwantumcomputer (pag 17) een bedreiging voor blockchaintechnologie, omdat deze de blockchain **compleet onveilig** zou maken.



### Bronnen

- Boucher (2017). *How blockchain technology could change our lives*. Geraadpleegd van [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS\\_IDA\(2017\)581948\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf)
- CSIRO. (2017). *Risks and Opportunities for Systems using Blockchain and Smart Contracts*. Geraadpleegd van <https://www.data61.csiro.au/~media/052789573E9342068C5735BF604E7824.ashx>
- DBC. (2017). *Smart contracts als specifieke toepassing van de blockchaintechnologie*. Geraadpleegd van <https://www.dutchdigitaldelta.nl/uploads/pdf/Smart-contract-rapport-DBC.pdf>
- Hern, A. (2018). *Bitcoin and cryptocurrencies – what digital money really means for our future*. The Guardian. Geraadpleegd van <https://www.theguardian.com/technology/2018/jan/29/cryptocurrencies-bitcoin-blockchain-what-they-really-mean-for-our-future>
- Ortt, R & Drees, B. (2018) *Technologiemonitor 2018. Een nieuw perspectief op technologische doorbraken*. STT, 2018
- Pisa, M. & Juden, M. (2017). *Blockchain and Economic Development: Hype vs. Reality*. Geraadpleegd van [https://www.cgdev.org/sites/default/files/blockchain-and-economic-development-hype-vs-reality\\_o.pdf](https://www.cgdev.org/sites/default/files/blockchain-and-economic-development-hype-vs-reality_o.pdf)
- Surf. (2017). *Blockchain voor SURFnet en aangesloten instellingen. Een technologieverkenning*. Geraadpleegd van <https://www.surf.nl/binaries/content/assets/surf/nl/kennisbank/2017/2017-blockchain-voor-surfnet-en-aangesloten-instellingen-techverkenning.pdf>
- Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). *Realizing the Potential of Blockchain: A Multistakeholder Approach to the Stewardship of Blockchain and Cryptocurrencies*. Geraadpleegd van [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Realizing\\_Potential\\_Blockchain.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Realizing_Potential_Blockchain.pdf)

## 3.7 Internet of Things



Het *Internet of Things (IoT)* is een systeem van **onderling verbonden apparaten, objecten, dieren of mensen**, elk met een uniek identificatienummer, die gegevens kunnen uitwisselen, zonder dat er een menselijke handeling voor nodig is (Rouse, 2018).

- Bekende toepassingen van het IoT zijn die in **smart homes**. Zoals een slimme thermostaat, ventilatoren die zelf beslissen wanneer ze aan gaan, of een oven die automatisch het juiste programma voor een gerecht start.
- In zogenaamde **smart-city**-concepten helpt het IoT onder andere bij het tegengaan van verkeerscongestie, bijvoorbeeld door het dynamisch aansturen van stoplichten, het vinden van een parkeerplaats, het managen van afvalstromen door te melden wanneer een afvalcontainer geleegd moet worden en het vroegtijdig signaleren van overstromingen.
- Een andere toepassing is **wearable technology**, oftewel draagbare technologie in de vorm van heel kleine sensoren. Bijvoorbeeld contactlenzen die als personal assistent werken of *fitness-trackers* in je sportschoenen of -kleding die jou *realtime*-informatie geven over je prestaties.
- De potentiële schaal van het IoT is enorm: er kunnen in de toekomst wel **een biljoen apparaten zijn aangesloten**. Momenteel hebben ongeveer 7,5 miljard mensen op de wereld een verbinding met internet.
- Experts vrezen dat de complexiteit van het IoT de **digital divide zal vergroten**, vanwege het hoge niveau van de vaardigheden die nodig zijn om het te gebruiken.
- Andere experts menen juist dat het IoT onzichtbaar functioneert, op basis van sensoren en kunstmatige intelligentie, en daarmee veel dagelijkse **taken van mensen zal wegnemen**.



### Bronnen

- Deursen, A.J. A. M. van, & Mossberger (2018), K. Any Thing for Anyone? A New Digital Divide in Internet-of-Things Skills. In *Policy & Internet*, 10(2), 122–40. <https://doi.org/10.1002/poi3.171>.
- Gehrke, N. (2017, 24 november). *IOTA is the crypto-currency of the future* (blog). Geraadpleegd van <https://medium.com/@norbert.gehrke/iot-iota-is-the-crypto-currency-of-the-future-2360d64f78fc>.
- IEEE. (2017, 23 mei). *Social Implications of IoT Technology*. IEEE Transmitter (blog). Geraadpleegd van <https://transmitter.ieee.org/social-implications-iot-technology/>.
- Libelium. (2017, 11 april). *Smart Libelium: Living IoT Lab to monitor parking, water quality, ambient and environmental conditions*. Geraadpleegd van <http://www.libelium.com/smart-libelium-living-iot-lab-to-monitor-parking-water-quality-ambient-and-environmental-conditions/>.
- Ministerie van Justitie en Veiligheid (2018). *2734 – Kansen en bedreigingen Internet of Things*. Geraadpleegd van <https://www.wodc.nl/onderzoeksdatabase/2734-kansen-en-bedeigingen-internet-of-things.aspx>.

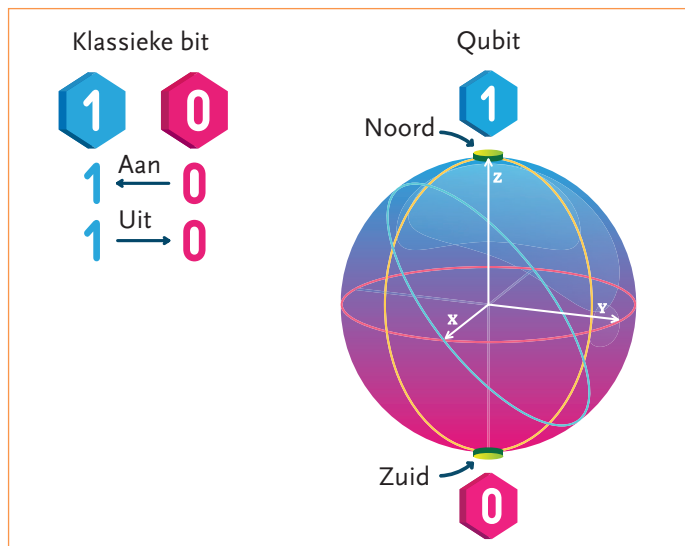
# 3.8 Kwantumtechnologie



De kwantumfysica zag het licht aan het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw en beschrijft hoe licht en materie zich gedragen op een heel klein schaalniveau. Kwantumfysica toont onder meer aan dat objecten tegelijkertijd in verschillende toestanden kunnen verkeren.

- Er zijn **vier domeinen** waarin de komende tien jaar de belangrijkste (meest impactvolle) toepassingen van kwantumtechnologie ontwikkeld worden: kwantumcomputers (rekenkracht), kwantumcommunicatie; kwantumsimulaties; en kwantumdetectie en metrologie.
- Er is veel aandacht voor de ontwikkeling van een **kwantumcomputer**, die bij een klein aantal heel specifieke rekentaken heel veel sneller berekeningen maakt dan huidige computers. Dit is interessant voor de chemische industrie, de logistieke industrie, en inlichtingendiensten.
- Een kwantumcomputer zal de encryptie die door huidige computers wordt gebruikt makkelijk kunnen breken. Er wordt dus gezocht naar **'post-quantum cryptografie'**.
- Optimisten geloven dat kwantumtechnologie het de komende decennia mogelijk maakt om:

- Het complete weersysteem nauwkeurig te simuleren – wat **accurate weersvoorspellingen** oplevert
- Een volledig **veilig, niet te hacken internet** te realiseren
- **Medicijnen sneller en goedkoper** te ontwikkelen
- **Nieuwe materialen** te ontdekken en te ontwikkelen
- **Machine learning en data-analyse** te versnellen
- Materialen te maken waardoor **zonne-energie heel goedkoop** wordt en overal beschikbaar



	Communicatie	Simulatie	Sensoren	Computers
2016-2021	Kerntechnologie van kwantum <i>repeaters</i>	Simulator van beweging van elektronen in materialen	Kwantumsensoren voor niche-toepassingen (incl. zwaartekracht en magnetische sensoren voor gezondheidszorg, geosurvey en beveiliging)	Werking van een logische qubit beschermd door foutcorrectie of topologisch beschermd
	Veilige <i>point-to-point</i> Kwantum-links	Nieuwe algoritmes voor kwantum-simulatoren en -netwerken	Nauwkeuriger atoomklokken voor synchronisatie van toekomstige slimme netwerken, incl. energienetwerken	Nieuwe algoritmes voor kwantum-computers
				Kleine kwantum-processor die technologisch relevante algoritmen uitvoert
2021-2026	Kwantumnetwerken tussen vere van elkaar gelegen steden	Ontwikkeling en ontwerp van nieuwe complexe materialen	Kwantumsensoren voor groter Volumetoepassingen, incl. <i>automotive</i> , constructie	Het oplossen van problemen in de chemische en materiaalwetenschap met een kwantum-computer voor speciale doeleinden > 100 fysieke qubit
	Kwantum creditcards	Veelzijdige simulator van kwantum-magnetisme en elektriciteit	Draagbare kwantum navigatie-apparaten	
2026 en later	Kwantum <i>repeaters</i> met cryptografie en af luisteren detectie	Simulatoren van kwantumdynamiek en van chemische reactiemechanismen ondersteunen het ontwerp van geneesmiddelen	<i>Gravity imaging devices</i> gebaseerd op zwaartekrachtsensoren	Integratie van kwantumcircuit en cryogene klassieke controlehardware
	Europa-breed beveiligd internet dat Kwantumcommunicatie en klassieke communicatie samenvoegd		Integratie van kwantsensoren met consumententoepassingen incl. mobiele apparaten	Kwantumcomputers voor algemene doeleinden overschrijden de rekenkracht van klassieke computers

Bron: European Commission (2016). Quantum Manifesto for Quantum Technologies. Geraadpleegd van <https://ec.europa.eu/futurium/en/content/quantum-manifesto-quantum-technologies>

## Bronnen

Cuthbertson, A (2016). *Tech & Science, Is bitcoin doomed?* Geraadpleegd van <http://www.newsweek.com/quantum-computers-kill-bitcoin-cryptocurrency-509053>  
 High Level Steering Committee (2017). *Quantum Technologies Flagship Final Report*. Geraadpleegd van [http://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc\\_id=46979](http://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=46979)  
 Beall, A. & Reynolds, M. (2018). *What are quantum computers and how do they work? WIRED explains*. Geraadpleegd van <http://www.wired.co.uk/article/quantum-computing-explained>  
 Bsharah, J. (2018). *The Era of Quantum Computing is here. Outlook: Cloudy*. Geraadpleegd van <https://www.wired.com/story/the-era-of-quantum-computing-is-here-outlook-cloudy/>  
 NOS (2018). *Doorbraak TU Delft in ontwikkeling superveilig quantuminternet*. Geraadpleegd van <https://nos.nl/artikel/2236360-doorbraak-tu-delft-in-ontwikkeling-superveilig-quantuminternet.html>

## 3.9 Mixed reality



Mixed reality (MR) beschrijft het spectrum van realiteits-technologieën waarvan virtual reality en *augmented reality* de belangrijkste toepassingen zijn. Augmented Reality (AR) simuleert kunstmatige objecten in de echte omgeving – bijvoorbeeld een toelichting bij een historisch object; Virtual Reality (VR) creëert een volledig kunstmatige omgeving.

- AR kan dienen als een zeer geavanceerd **instructie- en begeleidingsinstrument**. In industrieën met complexe processen – waarbij kleine fouten of afwijkingen aanzienlijke kosten met zich mee kunnen brengen of ernstige schade kunnen veroorzaken – kan dit van grote waarde zijn.
- Augmented reality is al lang in gebruik in specialistische toepassingen, zoals voor de besturing van een straaljager en bij het uitvoeren van reparaties aan complexe machines. De smartphone is een AR-platform **voor het grote publiek** en heeft bekende toepassingen gebracht zoals Layar, Pokémon Go, Aurasma en Google Skymap. In de toekomst

zal AR niet alleen via smartphones maar ook via brillen, lenzen of zelfs een chip in ons brein beschikbaar zijn.

- Er wordt een enorme groei voorspeld voor de Mixed-Reality-markt. Voor VR zijn vooral veel kansen op het gebied van **entertainment en educatie**. De invloed van AR zou veel ingrijpender kunnen zijn door de indringende manier waarop AR-belevingen de **interactie tussen mensen en hun fysieke omgeving** kunnen sturen (bijvoorbeeld het spel Pokémon GO dat in 2016 tienduizenden bezoekers naar Kijkduin trok).
- Gebruik van VR-toepassingen brengt een **risico op cognitieve overbelasting** met zich mee, vooral voor jonge kinderen. Ook vrezen sommige experts dat grote techbedrijven **macht krijgen over onze fysieke omgeving** door het toevoegen van AR-ervaringen. Bijvoorbeeld omdat er dan misschien geen regels meer gelden voor adverteren in de openbare ruimte.



Mixed reality voor ontwerp en reparaties



Virtual reality voor sport en entertainment



Augmented reality in de openbare ruimte

### Bronnen

BOM (2017). *Virtual reality / Augmented reality. Hype? Or serious business?*

Geraadpleegd van [http://cdn.instantmagazine.com/upload/4666/bom\\_vr\\_ar\\_2017reportpdf.68ec9bcoofic.pdf](http://cdn.instantmagazine.com/upload/4666/bom_vr_ar_2017reportpdf.68ec9bcoofic.pdf)

Bozorgzadeh, A.E. (2016). *Toymakers are the early adopters pushing AR into the mainstream.*

Geraadpleegd van <https://techcrunch.com/2016/12/31/toymakers-are-the-early-adopters-pushing-ar-into-the-mainstream/>

Goldman Sach (2016). *Profiles in innovation. Virtual E Augmented reality. Understanding the race for the nex computing platform.*

Lange, R. de & M. Lodewijk (2017). *Virtual Reality & Augmented Reality in het primair onderwijs. Een literatuurstudie en verkennend onderzoek.*

Marxent (2015). *What is virtual reality? Definition and examples.* Geraadpleegd van: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>

Merel, T. (2018). *Ubiquitous AR to dominate focused VR by 2022.*

Geraadpleegd van <https://techcrunch.com/2018/01/25/ubiquitous-ar-to-dominate-focused-vr-by-2022/>

PTC (2017). *The State of Industrial Augmented Reality 2017. Whitepaper.*

Geraadpleegd van <https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/Augmented-Reality/State-of-AR-Whitepaper.pdf>

RealityTechnologies.com (n.d.), *The ultimate guide to Mixed Reality (MR) Technology.* Geraadpleegd van <http://www.realitytechnologies.com/mixed-reality/>

Reuters Institute Digital Newsreport (2017). *VR for news: the new reality.*

Geraadpleegd van <http://www.digitalnewsreport.org/publications/2017/vr-news-new-reality/>



## 3.10 Autonome voertuigen



Een autonoom voertuig is een voertuig dat, nadat een bestemming is ingevoerd, zelf (d.w.z. zonder inmenging van een bestuurder) aan het normale verkeer kan deelnemen.

- Autonome voer-, vlieg en vaartuigen zijn **zuiniger in gebruik omdat ze bijvoorbeeld beter anticiperen en efficiëntere routes plannen** dan menselijke bestuurders.
- Met zelfsturende voer- en vaartuigen zouden er **minder verkeersongelukken** zijn, omdat ongelukken voor het grootste deel veroorzaakt worden door menselijke fouten.
- Anderzijds kan autonoom vervoer leiden tot meer mobiliteitsbewegingen en het gebruik van openbaar vervoer verminderen, waardoor dit niet langer rendabel is. Dat zou ook **meer congestie en milieuvervuiling** teweegbrengen.
- De TU Delft verwacht dat **goederenvervoer** door inzet van autonome vaartuigen in de toekomst dertig tot veertig procent goedkoper wordt door besparingen op brandstof. Momenteel wordt al 90% van de wereldhandel in goederen per schip vervoerd, dus de impact van deze besparingen is heel omvangrijk.
- Drones zullen in de toekomst worden ingezet voor **pakketvervoer en personenvervoer**. De belangrijkste reden om drones te gebruiken in plaats van bijvoorbeeld bestelbussen, vliegtuigen of auto's is snelheid door het vermijden van opstoppingen. Deze snelheid brengt wel extra kosten met zich mee.
- Buiten de transportsector liggen meer **kansen voor de inzet van drones**: bijvoorbeeld op het gebied criminaliteitspreventie, bij het maken van reconstructies van plaatsen-delict, rampenbestrijding, dijksinspecties, fraudebestrijding, grensbewaking, en milieu- en landbouwcontroles.



© sfmagazine.com



© www.maritime-executive.com



© www.popsci.com

### Bronnen

- Andersom, J.M., N. Kalra, K.D. Stanley, P. Sorensen, C. Samaras & O.A. Oluwatola (2016). *Autonomous Vehicle Technology. A guide for policymakers*. Geraadpleegd van [https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research\\_reports/RR400/RR443-2/RAND\\_RR443-2.pdf](https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR400/RR443-2/RAND_RR443-2.pdf)
- Custers, B.H.M., J.J. Oerlemans & S.J. Vergouw (2015). *Het gebruik van drones. Een verkennend onderzoek naar onbemande luchtvaartuigen*. Ministerie van Justitie en Veiligheid, WODC. Geraadpleegd van <https://www.wodc.nl/onderzoeksdatabase/2518-gebruik-van-drones.aspx>
- De Lange, M., H. Gordijn, G. Gelauff & H. Derriks (2017). *Drones in het personen- en goederenvervoer*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM). Geraadpleegd van [https://www.researchgate.net/publication/320183071\\_Drones\\_in\\_het\\_personen-\\_en\\_goederenvervoer](https://www.researchgate.net/publication/320183071_Drones_in_het_personen-_en_goederenvervoer)
- Keach, S. (2018). *Death by driverless Car: We investigate who's to blame when robot cars kill*. Geraadpleegd van <https://www.trustedreviews.com/news/driverless-car-deaths-insurance-blame-uber-tesla-2945865>
- Lindeman, T. (2018). *Autonomous Boats Will Be On the Market Sooner Than Self-Driving Cars*. Geraadpleegd van [https://motherboard.vice.com/en\\_us/article/neg5qm/autonomous-boats-will-be-here-before-self-driving-cars](https://motherboard.vice.com/en_us/article/neg5qm/autonomous-boats-will-be-here-before-self-driving-cars)
- Maritimetechnology.nl (2016). *Blauwdruk 2050: De maritieme sector kijkt naar de toekomst voorbij de horizon*. Geraadpleegd van <https://maritimetechnology.nl/blauwdruk-2050-maritieme-sector-kijkt-naar-toekomst-voorbij-horizon/>
- TU Delft (n.d.). *Autonoom varen*. Geraadpleegd van <https://www.tudelft.nl/3me/onderzoek/check-out-our-science/autonoom-varen/>

## 3.11 Kleine satellieten



Een satelliet is een kunstmatig voorwerp dat opzettelijk in een baan om de aarde is gebracht door menselijk handelen. Typisch wordt een satelliet een 'kleine satelliet' genoemd als ze minder dan 500 kg weegt (Fascinetti, 2016).

- We kennen al minisatellieten (die tussen de 120 en 500 kg wegen); microsatellieten (die tussen de 10 en 120 kg wegen) en nanosatellieten (die minder dan 10 kg wegen). Momenteel zien we de opkomst van de CubeSat, een kubus van ongeveer 10 cm die ontworpen is volgens de nanosatellietprincipes. Deze modulaire satellieten kunnen worden gegroepeerd in grotere clusters (tot zes keer hun oorspronkelijke grootte), waardoor ze als een geheel **gelanceerd** kunnen worden.
- In het verleden waren satellieten groot en duur en konden ze alleen door grotere bedrijven, vaak met behulp van overheidsfinanciering, worden ontwikkeld en gelanceerd. Recent zijn kleinere bedrijven, vaak spin-offs van universiteiten, zich gaan richten op de ontwikkeling en lancering van goedkope en lichte micro- en nanosatellieten. Hierdoor worden er **steeds meer satellieten gelanceerd**.

- De interesse voor geospaiale informatie neemt toe onder een breed publiek en door het lage gewicht van kleine satellieten kost het veel minder om ze in de ruimte te brengen. De verwachting is dat kleine satellieten net zoals drones beschikbaar worden voor het grote publiek. Men spreekt daarom ook wel van **democratisering van de ruimte**.
- Doordat er steeds meer satellieten gelanceerd worden is het mogelijk dat sommige banen (*orbits*) **overbezet raken** en daardoor neemt het risico op botsingen toe. Verder vragen sommigen zich af of het wenselijk is dat 'leken' toegang hebben tot satellieten. Zo waarschuwen Amerikaanse wetenschappers voor amateurs die zelf satellieten inzetten voor spionage (al dan niet bewust) of voor het scenario dat goedkope CubeSat netwerken worden gehackt en **voor vijandige doeleinden** gebruikt worden.

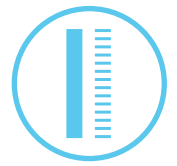


### Bronnen

- Cookson, C. (2016). Nano-satellites dominate space and spread spies in the skies. Geraadpleegd van Financial Times <https://www.ft.com/content/33ca3cba-3c50-11e6-8716-a4a71e814obo>
- Facchinetti, G. (2016). *Small Satellites. Economic Trends*. Defence SA, Australië.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2016). *Achieving Science with CubeSats: Thinking Inside the Box*.
- Theconversation (n.d.). *The future of personal satellite technology is here – are we ready for it?* Geraadpleegd van <https://theconversation.com/the-future-of-personal-satellite-technology-is-here-are-we-ready-for-it-58478>



## 3.12 Digital twins

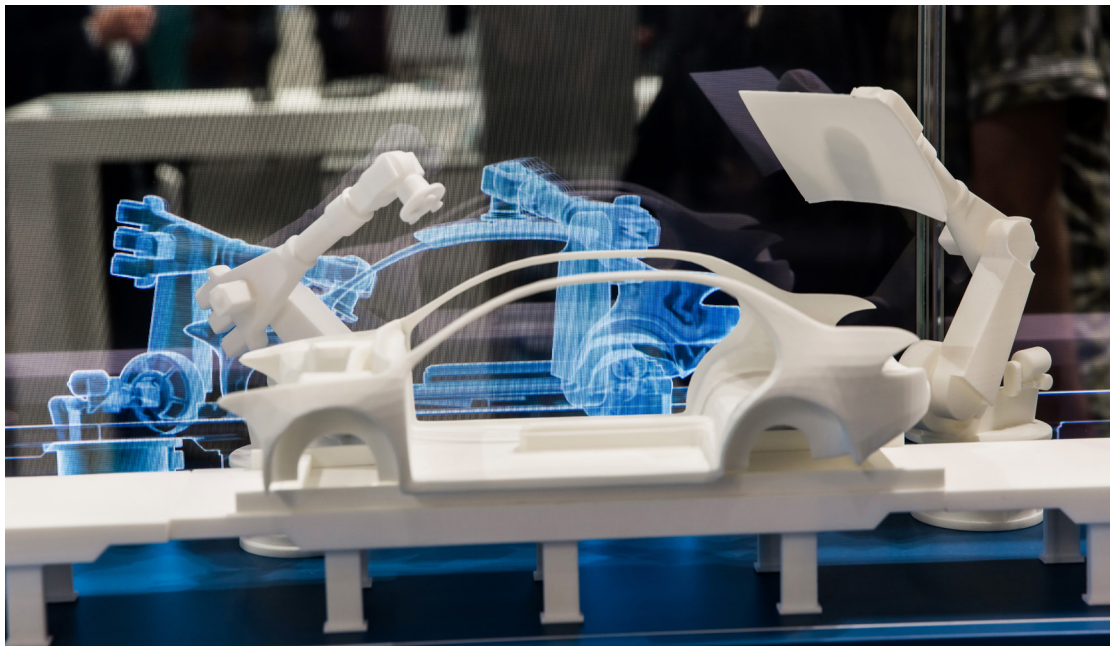


Een *digital twin* is een digitale replica van processen, mensen, plaatsen, systemen en apparaten. Het zijn zeer realistische modellen van de huidige toestand van het origineel en de interactie met hun omgeving in de echte wereld (Rosen, 2015).

- Door de opkomst van het **internet of things en kunstmatige intelligentie** kunnen steeds meer digital twins aan elkaar verbonden worden. Hierdoor ontstaan zeer nauwkeurige digitale replica's die specifieke omgevingsfactoren zoals lokale wetgeving, fysiologische locatiemarkers of mensen (digitale persona's) meenemen.
- Digital twins maken **productieprocessen efficiënter**. Ze maken voorspellend onderhoud van apparatuur mogelijk, hetgeen een flinke verlaging van onderhoudskosten betekent.
- Digital twins **versnellen de ontwikkeling van nieuwe producten** omdat het gedrag van nieuwe producten en de respons van gebruikers digitaal gesimuleerd kan worden. Ook kunnen inzichten van eerdere producten of product-

testen worden gebruikt om nieuwe producten te testen. Men spreekt ook wel van de opkomst van **predictive manufacturing**.

- Digital twins maken het mogelijk om **complexe autonome systemen en machines** te realiseren die taken kunnen uitvoeren zonder menselijke controle. Dit soort systemen en machines heeft zeer realistische modellen nodig – zoals digital twins – om beslissingen te nemen en die taken uit te voeren.
- **Digital twins voor steden** maken het mogelijk om beleidsplannen (zoals milieuvriendelijke huisvesting, draadloze netwerkantennes, zonnepanelen en verkeersstromen) te simuleren en te controleren op potentiële problemen voordat ze fysiek worden geïmplementeerd.
- In de toekomst kunnen **digital twins van mensen** ontwikkeld worden. Vooral in de gezondheidszorg zijn daar veel toepassingen voor. Er kan dan zowel biometrische, als medische alsook omgevingsinformatie gebruikt worden om bepaalde gezondheidsrisico's in kaart te brengen.



Hannover, Duitsland – april 2018: simulatie van autoproduktie door robots/ digitale tweeling van de productie op de Siemens-stand op Messe-beurs in Hannover, Duitsland

### Bronnen

- Boschert, S., R. Rosen (2016). 'Digital Twin—The Simulation Aspect'. In: Hehenberger P., Bradley D. (eds) *Mechatronic Futures*. Springer, Cham.
- Cearley, D.W., B. Burke, S. Searle, M.J. Walker (2017). *Top 10 Strategic Technology Trends for 2018*. Geraadpleegd van <http://brilliantdude.com/solves/content/GartnerTrends2018.pdf>.
- Hurst, A. (2018). *Why will smart cities need digital twins?* Geraadpleegd van <https://www.information-age.com/smart-cities-need-digital-twin-123474177/>
- Lee, J., E. Lapira, B. Bagheri, H. Kao (2013). 'Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment'. In: *Elsevier Manufacturing Letters*, Vol. 1, Issue 1, Oct. 2013, pp 38-41.
- Rosen, R., G. von Wichert, G. Lo & K.D. Bettenhausen (2015). About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. In: *IFAC-PapersOnLine*, Vol. 48, Issue 3, pp 567-572. Geraadpleegd van <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315003808>
- Rüssman, M. M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. P. Engel & M. Harnisch (2015) *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Geraadpleegd van [http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives\\_Industry.4.0\\_2015.pdf](http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0_2015.pdf).
- Tao, F., J. Cheng, Q. Qi, M. Zhang, H. Zhang, F. Sui (2018). 'Digital twin-driven product design, manufacturing and service with big data'. In: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Febr. 2018, Vol. 94, Issue 9-12, pp 3563-3576.

## 3.13 Biotechnologie



Biotechnologie omvat een breed scala aan technologieën die levende organismen of delen ervan gebruiken om uiteenlopende producten te maken (Lorenzo, 2018).

- Biotechnologie biedt een **duurzaam alternatief voor fossiele brandstoffen**: in het proces van biosynthese worden levende organismen – zoals bacteriën, schimmels of planten – gebruikt om brandstoffen, chemicaliën en andere materialen te maken.
- Bioraffinage – het proces waarbij biomassa wordt omgezet in brandstof, elektriciteit, warmte en chemicaliën – kan helpen **een samenleving zonder afval** te realiseren. Door industriële afvalstromen om te zetten in chemicaliën en brandstoffen wordt verspilling en vervuiling tegengegaan.
- Stamceltechnologie maakt regeneratieve **geneeskunde mogelijk** – het kweken van orgaanweefsel in een laboratorium, om te implanteren als het lichaam zichzelf niet kan genezen.
- De vraag naar **drinkwater en landbouwgrond** neemt toe, maar de kwaliteit en beschikbaarheid ervan neemt af. Biotechnologie maakt het mogelijk om verontreinigende stoffen te verwijderen (bioremediatie), biologische hulpbronnen te vernieuwen of herstellen (bioregeneratie), en om de verontreinigde bodems en water te herstellen (bioaugmentatie).
- **Gentechnologie**, met name het CRISPR systeem, krijgt de laatste jaren veel belangstelling. Met gentechnologie is het in theorie mogelijk om veel genetische ziekten, kankers en pathogenen te behandelen of te genezen. Verder worden met gotech o.a. nieuwe voedselgewassen met hoge opbrengsten ontworpen en organismen die vervuilde omgevingen kunnen schoonmaken.
- Er is sprake van een **democratisering van de biotechnologie**: steeds meer particulieren met privélaboratoria, *hackerspaces* en startups werken met biotechnologie. Deze initiatieven worden meestal gefinancierd door alternatieve financieringsmechanismen zoals *crowdsourcing*. Deze democratisering biedt enerzijds meer vrijheid om

te innoveren, anderzijds is er minder regulering, minder toezicht en minder transparantie.

- De **risico's van biotechnologie** zijn nauw verwant aan de voordelen: de technologie die geneesmiddelen, chemicaliën en 'schone' brandstoffen kan produceren, kan ook worden ingezet voor bijvoorbeeld de ontwikkeling van bacteriën of virussen die schadelijk zijn voor mens en milieu.
- Het zou kunnen dat het genetisch modificeren van bepaalde ecosystemen onvoorziene veranderingen of bijeffecten (ziektes) tot gevolg heeft.



### Bronnen:

Althouse, P., D. Prosnitz, S. Velsko (2016). *Independent Biotechnology: The Innovation-Regulation Dilemma*.

Geraadpleegd van <https://www.osti.gov/biblio/1342068>.

Kennedy, P.L. (2017). *Food Security through Biotechnology: The Case of Genetically Modified Sugar Beets in the United States*.

Geraadpleegd van <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/S1574-871520170000017003>

Lorenzo, V. de (2018). *How biotechnology is evolving in the Fourth Industrial Revolution*.

Geraadpleegd van <https://www.weforum.org/agenda/2018/05/biotechnology-evolve-fourth-industrial-revolution/>

Pakseresht, A., B.R. McFadden, C.J. Lagerkvist (2017). 'Consumer acceptance of food biotechnology based on policy context and upstream acceptance: evidence from an artefactual field experiment'. In: *European Review of Agricultural Economics*, Vol. 44, Issue 5, 1 Dec. 2017, pp 757–780.

Sang Yup, L. (2013). *How could biotechnology improve your life?*

Geraadpleegd van <https://www.weforum.org/agenda/2013/02/how-could-biotechnology-improve-your-life/>



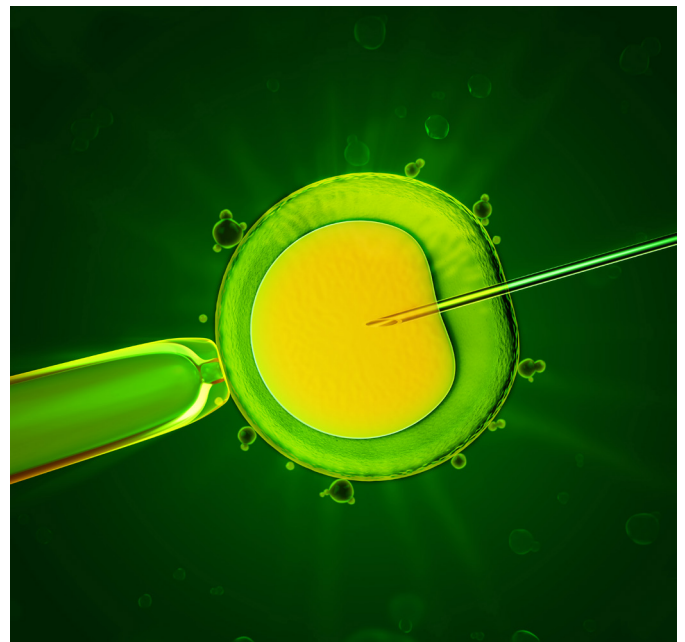
## 3.14 Nanotechnologie



Nanotechnologie omvat de wetenschap en technologie waar fenomenen die plaatsvinden op nanometerschaal worden gebruikt bij het ontwerpen, karakteriseren, produceren en toepassen van materialen, structuren, apparaten en systemen (EU, DG Health & Consumer Protection, n.d.).

- Een belangrijk kenmerk van nanotech-onderzoek is de **raakvlakken met andere wetenschappen**, zoals biologie, materiaalwetenschappen, cognitieve wetenschappen, chemie en *engineering*. Deze convergentie heeft geleid tot de opkomst van bijvoorbeeld nano-geneeskunde, nanofabricage, nano-elektronica, etc.
- In de toekomst kan je een **'nano-dokter' injecteren of op je lichaam dragen**. Er zijn nu al elektronische tatoeages die onze vitale functies kunnen monitoren. Nanorobots kunnen ook geïnjecteerd worden en vervolgens meer gerichte medicijnafgifte mogelijk maken, toxines opnemen, cellen en zelfs organen repareren. Door nanogeneeskunde krijgen we meer **controle over het menselijk lichaam**, hetgeen aanleiding geeft tot sociale en ethische debatten.
- Nanotechnologie kan bijdragen aan **veiligheid doordat het betere monitoring en surveillance** mogelijk maakt. Bijvoorbeeld doordat het sensoren kleiner, efficiënter en zelfs onzichtbaar maakt. Nanorobots kunnen worden ingezet om bommen te deactiveren of op gevaarlijke plekken (na een aanslag of natuurramp) in te grijpen.
- Nano-gestructureerde filters en slimme nanomaterialen kunnen **water zuiveren of besmetting detecteren**. In de landbouw kunnen nanosensoren de groei van gewassen volgen en ziektes detecteren. Hierdoor kan **landbouw milieuvriendelijker** worden bedreven en worden **opbrengsten verhoogd**.

- Nanotechnologie kan bijdragen aan een **duurzaam energiesysteem**, o.a. door toepassingen voor batterij-recyclingprocessen, oplossingen voor olie-lekken door de olie om te zetten in een gelei die opgescheept kan worden, en verbetering van de efficiëntie van zonnepanelen door de integratie van nanodeeltjes in zonnepaneelfilms.
- **Materialen krijgen nieuwe of extra eigenschappen** door de structuur te veranderen op nanoschaal. Denk aan water- of vuilafstotende materialen; thermische en chemische waarnemingssystemen in kleding; onzichtbaarheidsmantels of zelfherstellende materialen waarin nanodeeltjes kunnen migreren om scheuren te dichten.
- In de toekomst hebben we misschien allemaal een **eigen nanofabriek**. Een nanofabriek is een compact moleculair productiesysteem, mogelijk klein genoeg om op een bureau te passen. De nanofabriek is potentieel een kwalitatief hoogstaand, extreem goedkoop en zeer flexibel productiesysteem. Het is als het ware een 3D-printer voor atomen waarmee bijna alles te produceren. (Molecularassembler, 2018)



### Bronnen

- Al-Rodhan, N. (2015). *What does nanotechnology mean for geopolitics?* Geraadpleegd van <https://www.weforum.org/agenda/2015/06/what-does-nanotechnology-mean-for-geopolitics/>.
- EU, DG Health & Consumer Protection (n.d.). *What is nanotechnology?* Geraadpleegd van [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/opinions\\_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/nanotechnologies/1-3/1-introduction.htm)
- Molecularassembler (2018). *Nanofactory Collaboration. What is a Nanofactory?* Geraadpleegd van <http://www.molecularassembler.com/Nanofactory/index.htm>
- Mukherjee, B., L. Dutta, L. Mondal, N. Shekhar Dey, S. Chakraborty, R. Maji, T. Kumar Shaw (2015). Nanoscale Formulations and Diagnostics With Their Recent Trends: A Major Focus of Future Nanotechnology. In: *Current Pharmaceutical Design*, Vol. 21, No 36, Nov. 2015, pp. 5172-5186(15).
- Prodromakris, T. (2016). *5 ways nanotechnology is set to change the world*. Geraadpleegd van <https://www.weforum.org/agenda/2016/03/5-ways-nanotechnology-is-set-to-change-the-world>
- Umbrello, S., S.D. Baum (2018). Evaluating future nanotechnology: The net societal impacts of atomically precise manufacturing. In: *Elsevier Futures*, Vol. 100, June 2018, pp 63-73.
- Zhangh, F., J. Nangreave, Y. Liu & H. Yan (2014). Structural DNA Nanotechnology: State of the Art and Future Perspective. In: *Journal of the American Chemical Society*, vol. 136, No 32, pp 11198-11211.

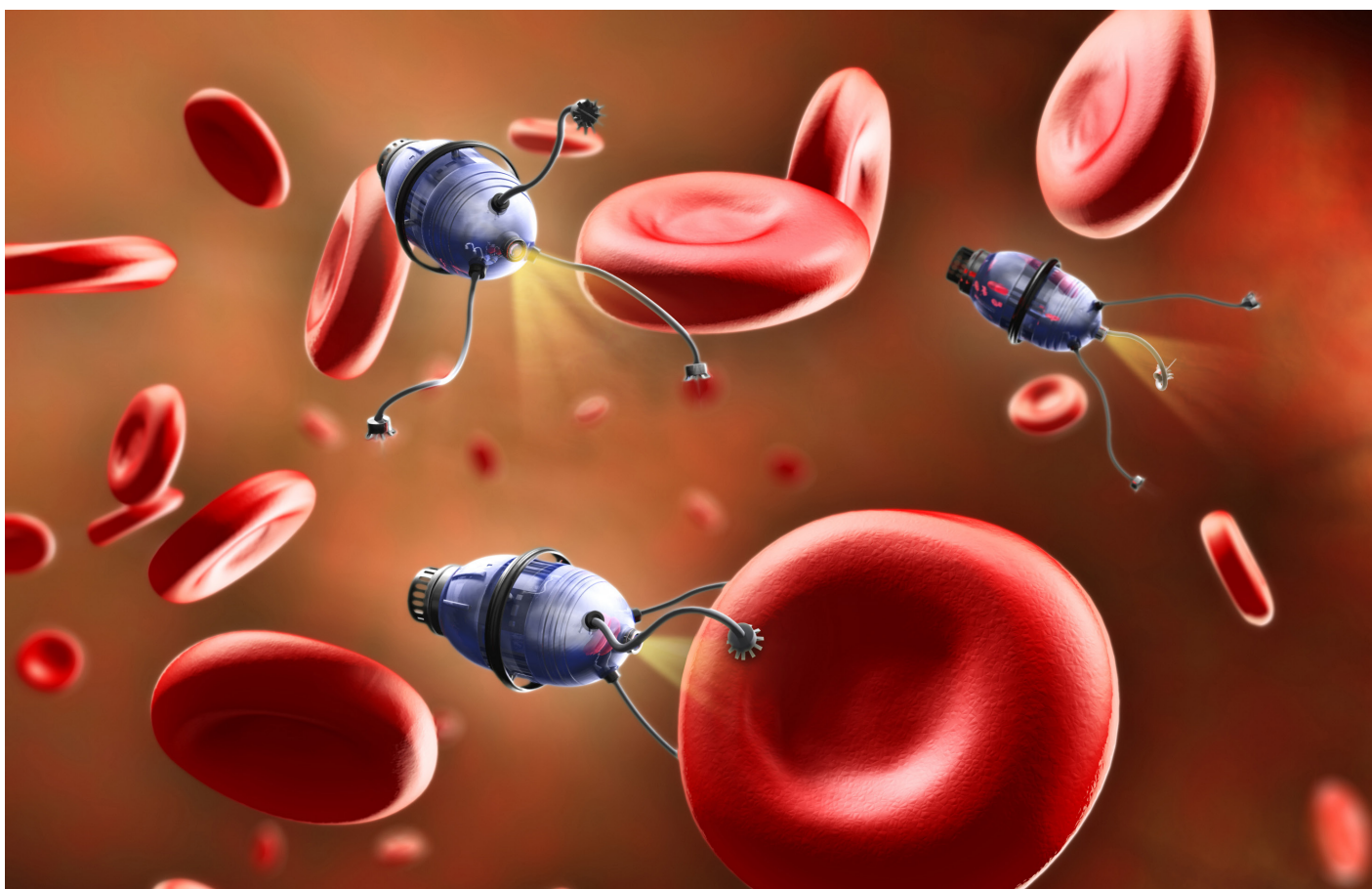
## 3.15 Microrobots



Een microrobot is een zeer kleine robot die is gebouwd om specifieke taken uit te voeren. Meestal is een microrobot iets groter dan een nanorobot. Microrobots zijn meestal zichtbaar, terwijl sommige nanobots niet onmiddellijk zichtbaar zijn voor het menselijk oog (Techopedia, n.d.).

- **Microrobots kunnen in het lichaam** worden geplaatst voor diagnostische of biopsiedoeleinden, ter vervanging van zeer invasieve buizen zoals een endoscoop.
- **Minidrones** die niet meer dan 20 gram wegen, worden gebruikt om luchtfoto's te maken van grote evenementen of om in de landbouw rijp fruit te vinden.
- **Autonome 'soft' microrobots** van siliconenrubber, kevlar en micro-buisjes van glas kunnen blijven presteren onder extreme omstandigheden. Zelfs bij blootstelling aan water of vuur, of een aanrijding met een auto.

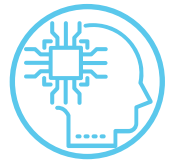
- **Kilobots** zijn kleine robotjes die **samen een zwerm vormen** en centraal worden aangestuurd en gezamenlijk een opdracht kunnen uitvoeren. Ze weten waar de andere robots zich bevinden en kunnen met elkaar communiceren.
- Als de kilobots nog kleiner worden – dus nanobots – en gegroepeerd worden in mega-zwermen van miljarden of biljoenen, spreken we van een **utility fog**. In feite gaat het om actief, polyform materiaal dat zich kan veranderen in **elke willekeurige vorm**, autonoom of met een simpele instructie van een mens. Futurist John Storrs Hall denkt dat we in de verre toekomst allemaal een eigen utility fog hebben (Glynn, 2006).



### Bronnen

- Bespo (n.d.). *Voedselzekerheid focus op de landbouwsector*. Geraadpleegd van <https://docplayer.nl/70002787-Voedselzekerheid-focus-op-de-landbouwsector.html>
- Dvorsky, G. (2012). *Why "utility fogs" could be the technology that changes the world*. Geraadpleegd van <https://io9.gizmodo.com/5932880/how-utility-fogs-could-become-the-technology-that-changes-the-world>
- Glynn, R. (2006). *Utility Fog – John Storrs Hall*. Geraadpleegd van <http://www.interactivearchitecture.org/utility-fog-john-storrs-hall.html>
- NanotechnologyNow (2015). *Utility Fog*. Geraadpleegd van <http://www.nanotech-now.com/utility-fog.htm>
- SeriousScience.org (n.d.). *Microrobotics*. Geraadpleegd van <http://serious-science.org/microrobotics-9100>.
- Techopedia (n.d.). *Microrobot*. Geraadpleegd van <https://www.techopedia.com/definition/14470/microrobot>.
- Wilde, S. de, E. Willemse, R. Blankesteyn & K. Donker van Heel (2015). *Van autonome robots tot zilte aardappels*. STT, Den Haag

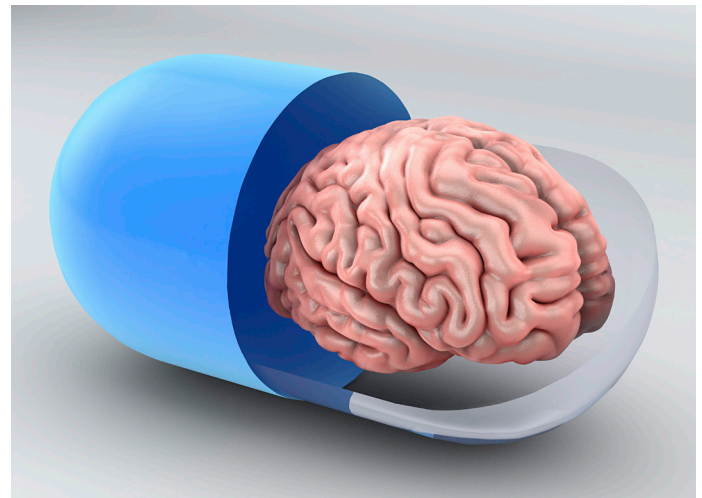
## 3.16 Human enhancement



*Human enhancement* is het niet-medische gebruik van biomedische technologieën om het menselijk lichaam of de prestaties daarvan te verbeteren tot boven de ‘natuurlijke’ beperkingen (Dijkstra, 2015).

- **Prothesen en bionica** kunnen **fysieke beperkingen** tegengaan. Bijvoorbeeld het vervangen van oren, ogen of ledematen door prothesen, of het gebruiken van een exoskelet – dat mensen met een dwarslaesie weer laat lopen. Mogelijk laten mensen in de toekomst zelfs gezonde ledematen of organen verwijderen ten gunste van een verbeterde bionische prothese.
- **Neuroprothesen** (neurotechnologische implantaten) kunnen ons **geheugen verbeteren** en worden momenteel getest bij mensen die hun mentale vermogens verliezen (dementie, alzheimer). Misschien bouwen we in de toekomst met neuroprothesen een vorm van superintelligentie in ons eigen brein in plaats van in een computer.
- **Noötropische medicijnen** beïnvloeden en verbeteren het **denkproces**. Het stimuleert een beter geheugen, helpt te concentreren en vergroot het probleemoplossend vermogen. Het is nog onduidelijk hoe veilig dit soort medicijnen zijn.
- **Gentechnologie** kan ons helpen om **designerbabies of supermensen** te maken, door buitengewone vaardigheden uit de genenpool te kiezen en samen te brengen in een ‘verbeterde’ mens of in een embryo.
- Het verbeteren van menselijke vaardigheden brengt een **verbetering in kwaliteit van leven** met zich mee. Zoals ouderen die langer actief en onafhankelijk blijven; of bouwvakkers, sporters en militairen die extra kracht en uithoudingsvermogen hebben. Ook kan het onze levensduur met tientallen jaren verlengen. Uiteindelijk zal het menselijk bewustzijn kunnen versmelten met machines, waardoor we misschien zelfs **onsterfelijk** worden.

- Human enhancement brengt praktische en ethische vragen met zich mee, zoals: in hoeverre worden we (onomkeerbaar) **afhankelijk van nieuwe technologieën**? In welke mate ontstaat een **nieuwe evolutionaire selectiedruk** in de samenleving, doordat bepaalde bevolkingsgroepen beter presteren als gevolg van human enhancement en niet iedereen daar toegang tot heeft? En als technologie wordt ingebed in het menselijk lichaam, van wie is dan de data die gegenereerd wordt?



“Geheugenpil”

### Bronnen

- Bloomfield, B. & J, Dale (2015). Fit for work? Redefining ‘Normal’ and ‘Extreme’ through human enhancement technologies. In *Sage Journals - Organization*, Vol. 22, issue: 4, pp 552-569.
- Castelo, N., N. Fitz, B. Schmitt & M. Sarvary (2016). Cyborg Consumers: When Human Enhancement Technologies Are Dehumanizing. In: *NA - Advances in Consumer Research* Vol. 44, eds. P. Moreau & S. Puntoni, Duluth, MN: Association for Consumer Research, pp 42-47.
- Dijkstra, A.M., M. Schuijff (2016). Public opinions about human enhancement can enhance the expert-only debate: A review study. In: *Sage Journals*, Vol.: 25 issue: 5, pp 588-602.
- Futurecentre.org (n.d.). *Augmented humans*. Geraadpleegd van <https://thefuturescentre.org/trend-card/augmented-humans>
- Henry, B. (2014). Human Enhancement and the Post-Human; the Converging and Diverging Pathways of Human, Hybrid and Artificial Anthropoids. In: *Humana.MenteJournal of Philosophical Studies*, Vol. 26, 59-77.
- Swain, F. (2014). *Cyborgs. The truth about human augmentation*. Geraadpleegd van <http://www.bbc.com/future/story/20140924-the-greatest-myths-about-cyborgs>
- Tracinski, R. (2017). *The Future of Human Augmentation and Performance Enhancement*. Geraadpleegd van [https://www.realclearscience.com/articles/2017/04/04/the\\_future\\_of\\_human\\_augmentation\\_and\\_performance\\_enhancement.html](https://www.realclearscience.com/articles/2017/04/04/the_future_of_human_augmentation_and_performance_enhancement.html).

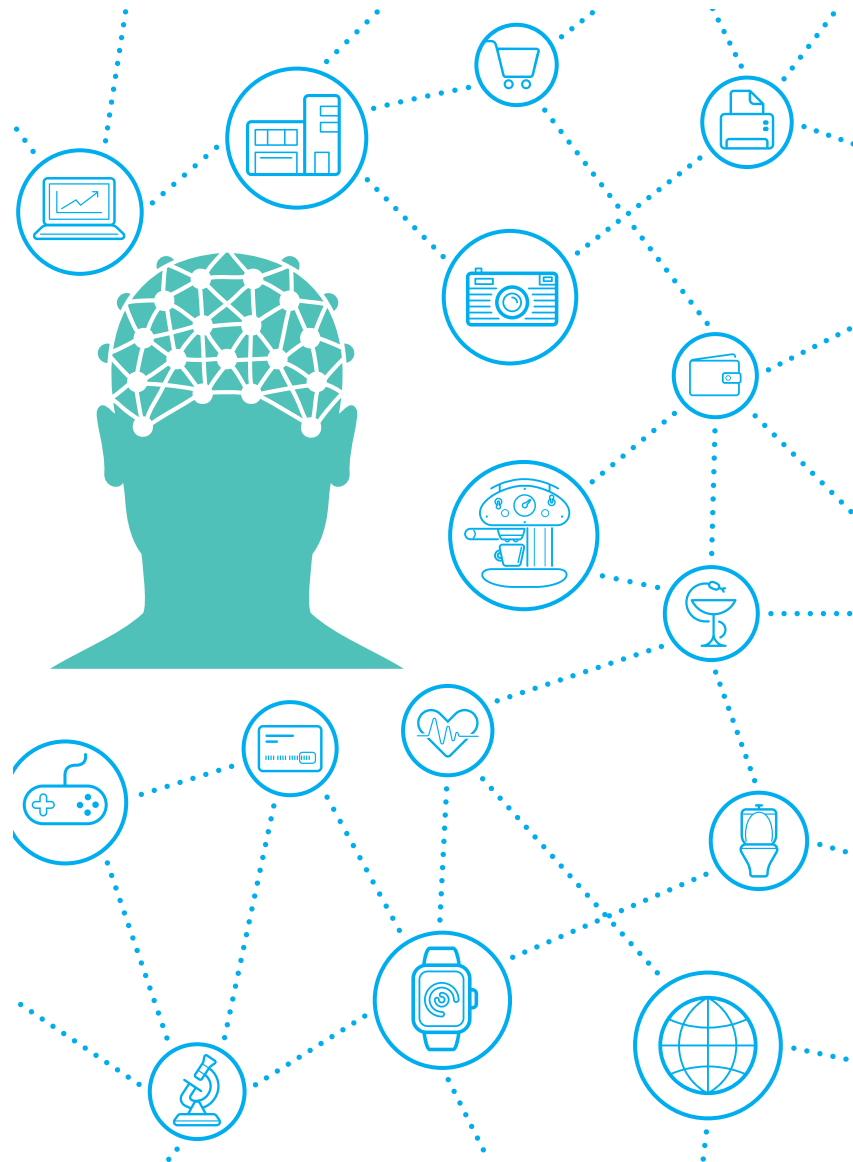


## 3.17 Brain-machine interfaces



Een *brain-machine interface* (BMI) zet hersengolven om in digitale commando's waarmee software of hardware – zoals een computer of een robotarm – bestuurd wordt. Het realiseren van een BMI kan door invasieve technologie, zoals het aanbrengen van sensoren of het implanteren van een chip in het lichaam, of non-invasieve technologie, zoals het gebruik van een kap met sensoren.

- BMI's worden momenteel vaak gebruikt als ondersteuning voor personen met motorische of sensorische beperkingen, maar zijn ook voor 'gezonde' gebruikers interessant. BMI's kunnen de **werking van het menselijk brein verbeteren** waardoor de dragers informatie beter kunnen verwerken, onthouden en analyseren.
- Met behulp van BMI's kunnen dragers **op veilige afstand ingrijpen in onveilige situaties**, zoals omgaan met giftige stoffen of explosieven, of het onderzoeken van nucleaire ongelukken.
- BMI's kunnen zorgen dat een **werkomgeving** of huiselijke omgeving automatisch wordt aangepast aan iemands affectieve toestand. Dit helpt mensen beter te presteren of te ontspannen.
- BMI's maken gepersonaliseerde interactie mogelijk door directe neurofeedback, dit zorgt voor een **optimale leerervaring** en kan een grote impact hebben op hoe wij leren.
- Er zijn al een aantal games ontwikkeld waarin met BMI's wordt gewerkt. Zo kun je al **met je gedachten helikopters besturen** of voetbal spelen.
- Technologieën zoals kunstmatige intelligentie en *deep learning* verbeteren de capaciteiten van machines drastisch. Wellicht is dit ook mogelijk voor het menselijk brein. Aan een Zuid-Afrikaanse universiteit experimenteert men met zogenaamd 'braininternet'; hierbij wordt middels BMI's een **menselijk brein een knooppunt voor het Internet of Things**.



### Bronnen

- Anon (2017, 25 september). *The Brain's Introduction to the Internet of Things (For Neuromancer)*. Masters of Media. Geraadpleegd van <https://mastersofmedia.hum.uva.nl/blog/2017/09/25/the-brains-introduction-to-the-internet-of-things-for-neuromancer/>
- Levy, S. (2017, 22 april). *We are entering the era of the brain machine interface*. Wired. Geraadpleegd van <https://www.wired.com/2017/04/we-are-entering-the-era-of-the-brain-machine-interface/>
- Nature (z.d.). *Brain-machine interface*. Geraadpleegd van <https://www.nature.com/subjects/brain-machine-interface>
- Nijholt, A. (2016). *The Future of Brain-Computer Interfacing (keynote paper)*. Geraadpleegd van <https://ris.utwente.nl/ws/files/5437684/ICIEV2016.pdf>



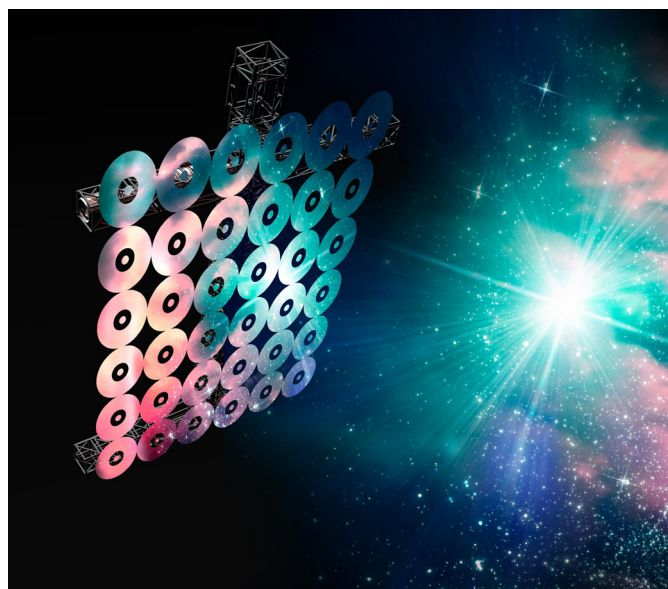
## 3.18 Geo-engineering



*Geo-engineering* is de bewuste grootschalige manipulatie van de aarde en het milieu. Het wordt gezien als middel om de opwarming van de aarde door antropogene broeikasgasemissies te verminderen (Bellamy, 2015). Weersbeïnvloeding kan ook als doel hebben schadelijke weersomstandigheden zoals droogte, hagel of orkanen te voorkomen.

- Een bekend voorbeeld van geo-engineering is het manipuleren van wolken om de **regen- of sneeuwkans** te verhogen. In de landbouw wordt gebruik gemaakt van hagelkanonnen die zilverbijodidekristallen afvuren op wolken om hagelvorming tegen te gaan en **gewassen te beschermen**.
- Twee bekende categorieën van geo-engineeringstechnologieën om het broeikaseffect tegen te gaan zijn: technologieën om **koolstofdioxide uit de atmosfeer** te verwijderen (Carbon Dioxide Removal – CDR); en technologieën om een deel van het **zonlicht weg van de aarde te reflecteren**, waardoor de temperatuur wereldwijd daalt (Solar Radiation Management – SRM).
- SRM kan de opbrengsten van landbouw verhogen doordat het hittestress tegengaat. De precieze gevolgen van deze technologie zijn echter nog niet empirisch aangetoond (Proctor, 2018).
- Inzet van geo-engineering zal zorgen voor veranderingen in de **hydrologische cyclus van de aarde en voor ozonafbraak**. Het is onduidelijk welke sociaaleconomische gevolgen dit zou hebben en in hoeverre landen zich hieraan kunnen aanpassen.
- Een van de grootste uitdagingen op het gebied van geo-engineering is dat de kosten en baten op **verschillende locaties sterk variëren**. Dus wat gunstig is voor bepaalde landen en regio's, is nadelig voor andere landen en regio's.
- De inzet van geo-engineering is een vraagstuk dat alleen op wereldwijd schaalniveau kan worden onderzocht en het vraagt dus om een **wereldwijd governance model**.

- De *International Panel on Climate Change* (IPCC) ziet geo-engineering als een mogelijke **noodhulp-maatregel**, dus om wereldwijde hongersnood of grootschalige natuurrampen te voorkomen. Het is maar de vraag of geo-engineering in zo'n geval snel genoeg kan worden ingezet en of de effecten snel genoeg manifest worden (Franciska, 2011).



Ruimtespiegels die een deel van het zonlicht weg van de aarde reflecteren.

### Bronnen

- Bellamy, R., J. Lezaun (2017). 'Crafting a public for geoengineering'. In: *Sage Journals*, Vol. 26 issue 4, pp 402-417.
- Climate Justice Network (2018). *Imagining a Different Future – What barriers prevent us from achieving climate justice? (Geo)Engineering A Different Future?* Geraadpleegd van <https://www.climatejustice.network/blog/2018/1/29/geoengineering-a-different-future>.
- Franciska, F.M. (2011). *About the future of geotechnical engineering: a view from South America*. Conference paper. In: *14th Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, at Toronto, Canada, Vol. 1.
- Proctor, J., S. Hsiang, J. Burney, M. Burke & W. Schlenker (2018). *Estimating global agricultural effects of geoengineering using volcanic eruptions*. In: *Nature*, vol. 560, pp 480-483
- Sharping, N. (2017). *A Geoengineered Future Is Downright Scary*. Geraadpleegd van <https://www.climate-engineering.eu/single/discover-a-geoengineered-future-is-downright-scary.html>
- Zhang, A, J.C. Moore, D. Huisingsh & Y. Zhao (2015). *Review of geoengineering approaches to mitigating climate change*. In: *Journal of Cleaner Production*, Vol. 103, 15 Sept. 2015, pp 898-907.



De trends in deze publicatie geven een divers beeld van de toekomst van de Nederlandse economie. Een van de belangrijkste inzichten is dat de onderzoeksvragen niet eenvoudig en eenduidig te beantwoorden zijn. De beschreven trends kunnen zich namelijk in verschillende richtingen verder ontwikkelen en tonen aan dat er niet een rechtstreeks en helder pad is van het heden naar de toekomst.

Zo zouden ontwikkelingen als globalisering en robotisering kunnen leiden tot minder werkgelegenheid, maar is het ook denkbaar dat ze leiden tot meer wereldhandel, meer welvaart, nieuwe beroepen en daarmee tot meer werkgelegenheid. Het vergrijzen van de bevolking betekent een afname van de beroepsbevolking en groeiende uitgaven voor sociale zekerheid en zorg. Maar het brengt ons ook de *silver economy*, met een groeiende groep welgestelde ouderen die veel vrije tijd hebben en veel geld te besteden hebben aan ontspanning en gezondheid.

De toekomst van de Nederlandse economie is dus niet eenvoudig, maar meervoudig. Dit bevestigt de nut en noodzaak om in dit onderzoek als vervolgstap te gaan werken met toekomstscenario's.

Dit trendonderzoek is de eerste stap in de verkenning van de toekomst van de economie. De vervolgstappen zijn het maken van scenario's en het ontwikkelen van een *serious game* om met experts, stakeholders en iedereen die geïnteresseerd is in de mogelijke toekomst van onze economie in gesprek te gaan over wat die toekomst voor hen kunnen betekenen.

# Bijlage 1 Klankbordgroep

## STT Verkenning De toekomst van economie



Naam	Organisatie
J.M. van Alten	Koninklijk Instituut Van Ingenieurs (KIVI)
E. Dammers	Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
E. Vogels	Ministerie van Sociale Zaken & Werkgelegenheid (SZW)
P.A. van der Duin	Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT)
A.J.A.M. van Erp	FRBOB De Kempen
Th.N.M. Föllings	OostNL
Th. Grosfeld	VNO-NCW
A.M. Herrebout	T-Mobile Netherlands BV
N. Kruijssen	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK)
M. Middeldorp	Rabobank Nederland
M.E. Remerie	Nationaal Cyber Testbed
V.C.M. Timmerhuis	Sociaal-Economische Raad (SER)
S.E. den Uijl	Sociale Verzekeringsbank
G.J. van't Veen	Worldstartupfactory
D. van de Waal	NIOO-KNAW

## Contribuanten aan workshops en interviews

Naam	Organisatie
E. Augé	Erasmus Universiteit Rotterdam (Algemeen)
L. Bicknese	Ministerie van Buitenlandse Zaken
G. de Boeck	Rabobank Nederland
B. Boon	Achmea Zilveren Kruis
E. Bouma	Ellen Bouma grafisch vormgeven en dtp
R. Cortes	Monterey Mexico (engineering)
L.A. Cwerner	Erasmus Universiteit Rotterdam (Algemeen)
M. Dijkers-Damman	Rijksvastgoedbedrijf
S. Dubrosse	Fontys University of Applied Sciences, electrical engineering
J. Duffhues	Gemeente Amsterdam
F.H. van Duijne	Future Motions
C.A. de Feyter	
J. Francke	KiM Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid
K. Le Glaunec	Erasmus Universiteit Rotterdam (Algemeen)
M. Gribnau	Schiphol Group
I. Groen	Games & Learning
E. Haijtkink	Rijkswaterstaat
F.P.U. Haffmans	Bank of America Merrill Lynch
E. Hueting	Fontys Hogescholen
F.J. Jacobs	Haagse Hogeschool
M. Kafková	Erasmus Universiteit Rotterdam (Algemeen)
G.M. Kiljan	Provincie Gelderland
P.A.M. van Knippenberg	ROC West-Brabant
K. Koolstra	Ministerie van Sociale Zaken & Werkgelegenheid
J. Looman	SinceToday
L. Minkman	Fontys Hogescholen
C.H.M. Naber	Stichting Toekomstbeeld der Techniek
Violeta Oralogul	Fontys University of Applied sciences, Int. Business & Management
Mazin Al Rajaibi	Fontys University of Applied sciences, Int. Business & Management
Sinem Reynolds	Erasmus University Rotterdam
M. de Ridder	Ministerie van Buitenlandse Zaken
H. Sakkers	Gemeente Utrecht
E.J.J. Schenk	Universiteit Utrecht (Adam Smithhall)
H. Schepers	Ministerie van Sociale Zaken & Werkgelegenheid
A. van Scherpenzeel	Algemene Nederlandse Bond voor Ouderen
G.E.A. Smit	IBM Nederland B.V.
D. Sniijders	Stichting Toekomstbeeld der Techniek
H. Stavleu	Curiozy
H. Timmerman	Dell EMC
A. van der Velden	Brainport Development N.V.
R. Verschuur	Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie
A. Vissers	Fontys Hogescholen (Locatie De Horsten)
P. van Wijnen	ASML

# Bijlage 2 Aanpak en belangrijkste bronnen



Economie is een veelomvattend en multi-interpretabel begrip. Het is dus nodig een afbakening te maken. Voor deze verkenning hanteer ik de volgende definitie van economie, gebaseerd op de definities in de tekstbox:

Economie gaat over keuzes die mensen **en bedrijven maken bij de productie, consumptie en distributie van schaarse goederen en diensten.**

## Wat is economie?

*De wetenschap die bestudeert hoe mensen omgaan met alternatief aanwendbare middelen waarmee ze hun behoeften bevredigen / behoeftebevrediging in een bepaald gebied, bijv. Nederland*

*Economie (uit het Griekse oikos (οἶκος), huis en nomos (νόμος), regel; letterlijk dus huishoudkunde) is een algemene wetenschap die zich bezighoudt met de menselijke behoeftebevrediging. De economie bestudeert keuzes die mensen maken bij de productie, consumptie en distributie van schaarse goederen en diensten*

*Een wetenschap die kijkt naar het voortbrengen en verdelen van schaarse goederen en diensten. Houdt zich ook bezig met hoe bepaalde wenselijke situaties kunnen worden bereikt.*

*De wetenschap die de mens bestudeert in zijn streven zijn behoeften te bevredigen met schaarse alternatief aanwendbare middelen. Naast de betekenis van wetenschap wordt het woord economie gebruikt als een economische situatie in een land.*

<http://www.betekenis-definitie.nl/Economie>

*Het doel van de economische wetenschap is het gedrag van de mens in zijn streven naar welvaart te bestuderen en daarvoor dit gedrag beter te leren begrijpen.*

*Economie is de wetenschap die zich bezighoudt met de bestudering van het menselijk gedrag voor zover dit samenhangt met het streven naar bevrediging van behoeften met schaarse, alternatief aanwendbare middelen.*

<http://www.let.leidenuniv.nl/history/RES/Eco/hoofdstuk01/evhwo1.html>

Voor toekomstverkenningen is het goed om een onderzoeksvraag af te bakenen in tijd en in ruimte. De geografische focus van de verkenning is Nederland, maar uiteraard zijn internationale actoren en ontwikkelingen van invloed op de Nederlandse economie, nu en in de toekomst. In de verkenning ligt de nadruk op macro-trends, oftewel ontwikkelingen die spelen op internationaal en nationaal niveau. Het zijn trends die invloed zullen hebben op de Nederlandse economie, al is nog niet duidelijk welke invloed precies.

Voor deze verkenning is gekozen voor een tijdshorizon van ongeveer dertig jaar: 2050. Dit helpt om uit de comfortzone en de beperkingen van de waan van de dag te komen en geeft ruimte om daadwerkelijke veranderingen te overwegen. Een periode van dertig jaar is een tijdspanne waarin veel veranderingen kunnen optreden die het de moeite waard maken de toekomst te verkennen.

De afbakening van het onderwerp, de tijdshorizon en de geografische focus leiden tot de onderzoeksvraag voor deze verkenning:

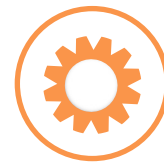
*Hoe ziet de toekomst van de Nederlandse economie eruit als gevolg van technologische ontwikkelingen?*

Deze onderzoeksvraag is opgedeeld in zes deelvragen:

1. Welke technologische ontwikkelingen zullen tussen nu en 2050 invloed hebben op de Nederlandse economie?
2. Wat is in de toekomst economisch schaars en wat niet meer?
3. Hoe en waar worden in de toekomst goederen en diensten geproduceerd in Nederland?
4. Hoe consumeren in de toekomst mensen goederen en diensten in Nederland?
5. Hoe worden in de toekomst goederen en diensten gedistribueerd en economische transacties gedaan?
6. Wat is de invloed van technologische ontwikkelingen op de inkomensverdeling?

Dit trendonderzoek is de eerste stap in de verkenning. De vervolgstappen zijn het maken van scenario's en het ontwikkelen van een *serious game* om met experts en stakeholders in gesprek te gaan over wat de toekomst voor hen kan betekenen.

De trends in deze publicatie zijn geïnventariseerd op basis van een analyse van relevante publicaties over technologische en economische ontwikkelingen. Een overzicht van de belangrijkste publicaties staan op de volgende pagina.



- Broek, A. van den, C. van Campen, J. de Haan, A. Roeters, M. Turkenburg & L. Vermeij (2016). De toekomst tegemoet, Leren, werken, zorgen, samenleven en consumeren in het Nederland van later. Sociaal en Cultureel Rapport. SCP, Den Haag
- CPB (2010). NL2040: Versterk steden om Nederland voor te bereiden op de toekomst. Geraadpleegd van <https://www.cpb.nl/persbericht/328831/nl2040-versterk-steden-om-nederland-voor-te-bereiden-op-de-toekomst>.
- EEAC/ RLI (2016). International scan 2016. Emerging issues in an international context. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/20E16/publicatie/international-scan-2016>
- EEAC/ RLI (2017). Europe goes circular. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/2017/publicatie/europe-goes-circular-outlining-the-implementation-of-an-circular-economy-in-the-european-area>
- Eijk, S. van (2017). En toen ging het licht aan... Transitie naar een emissievrij energiesysteem. STT, Den Haag
- EPRS, STOA (2015). Ten technologies which could change our lives. Potential impacts and policy implications Geraadpleegd van [http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS\\_IDAN\\_527417\\_ten\\_trends\\_to\\_change\\_your\\_life.pdf](http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS_IDAN_527417_ten_trends_to_change_your_life.pdf)
- EPRS, STOA (2015). The Collaborative Economy. Impact and Potential of Collaborative Internet and Additive Manufacturing. Geraadpleegd van [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/547425/EPRS\\_STU%282015%29547425\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/547425/EPRS_STU%282015%29547425_EN.pdf)
- EPRS, STOA (2017). Horizon scanning and analysis of techno-scientific trends. European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA). Geraadpleegd van [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603183/EPRS\\_STU\(2017\)603183\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603183/EPRS_STU(2017)603183_EN.pdf)
- Government of Canada (2014). Metascan 3" emerging technologies. Geraadpleegd van <http://www.horizons.gc.ca/en/content/metascan-3-emerging-technologies-o>
- Kurrer, C.M. (2017). Ten more technologies which could change our lives. European Parliament Think Tank. Geraadpleegd van [http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS\\_IDA\(2017\)598626](http://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_IDA(2017)598626)
- Min. BZK (2013). Rijksbrede Trendverkenning. Geraadpleegd van <https://kennisopenbaarbestuur.nl/media/103181/rijksbrede-trendverkenning.pdf>
- Platform 31 (n.d.). Van een verandering van tijdperken naar een tijdperk van veranderingen. Geraadpleegd van <https://www.platform31.nl/publicaties/stedelijke-trends-en-opgaven-voor-2018-e-v>
- Policy Horizons Canada (2015). MetaScan 4 – The Future of Asia: Implications for Canada. Geraadpleegd van <http://www.horizons.gc.ca/en/content/metascan-4-future-asia-implications-canada>
- Policy Horizons Canada (2016). Canada 2030: Scan of Emerging Issues. Geraadpleegd van <http://www.horizons.gc.ca/en/content/canada-2030-scan-emerging-issues-government-2030>
- Policy Horizons Canada (2016). Space in 2030. Geraadpleegd van <http://www.horizons.gc.ca/en/content/space-2030>
- Policy Horizons Canada (n.d.). Emergence of a knowing society. Canada Foresight/ University Ottawa. Geraadpleegd van <http://www.horizons.gc.ca/en/file/18101>
- PWC UK (n.d.). Megatrends. Geraadpleegd van <https://www.pwc.co.uk/issues/megatrends/>
- RLI (2015). Rijk zonder CO2, naar een duurzame energievoorziening in 2050. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/2015/advies/rijk-zonder-co2-naar-een-duurzame-energievoorziening-in-2050>
- RLI (2016). Dichterbij en sneller. Kansen voor betere bereikbaarheid in stedelijke regio's. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/2017/advies/dichterbij-en-sneller>
- RLI (2016). Mainports voorbij. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/2016/advies/mainports-voorbij>
- RLI (2016). Opgaven voor duurzame ontwikkeling. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/2016/publicatie/opgaven-voor-duurzame-ontwikkeling-hoofdpijnen-uit-vier-jaar-advisering-door-de-raad-voor-de>
- RLI (2016). Verbindend landschap. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/2016/advies/verbindend-landschap>
- Sciblogs (n.d.). Sciblogs horizon scan. <https://sciblogs.co.nz/news/2017/01/30/horizon-scan-latest/>
- Sutherland, W.J. et al. (2016). A 2017 HorizonScan of Emerging Issues for Global Conservation and Biological Diversity. Geraadpleegd van [https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/pdf/S0169-5347\(16\)30218-X.pdf](https://www.cell.com/trends/ecology-evolution/pdf/S0169-5347(16)30218-X.pdf)
- US National Intelligence Council (n.d.) Global trends, paradox of progress. Geraadpleegd van <https://www.dni.gov/index.php/global-trends/letter-nic-chairman>
- Wilde, S. de, E. Willemse, R. Blankesteyn & K. Donker van Heel (2015). Van autonome robots tot zilte aardappels. STT, Den Haag
- Willemse, E. (2016). Wie wij worden. Toekomstbeelden van mensen in 2050. STT, Den Haag
- Wintle, B.C. et al (2017). A transatlantic perspective on 20 emerging issues in biological engineering. Geraadpleegd van <https://elifesciences.org/articles/30247>
- Zappa, M. (2013). Nanotechnology and Materials Science. <http://www.horizons.gc.ca/en/content/nanotechnology-and-materials-science>