

Bioprinters, grondstof- rotondes en brainternet?

**Hoe wij produceren, consumeren en
herverdelen in 2050**

Stichting Toekomstbeeld der Techniek

Silke den Hartog – de Wilde

Colofon

Onderzoek en projectleiding Silke den Hartog – de Wilde

Tekst- en taalredactie Annette Potting en Japke Schreuders

Grafisch ontwerp en beeldbewerking Ellen Bouma

Foto's tenzij anders vermeld Depositphotos.com, Shutterstock en iStockphoto.com

Eerder verschenen publicaties STT

STT89 Veiligheid in de toekomst, Carlijn Naber, 2018

STT88 Het eeuwige leren. Over leren, technologie en de toekomst, Dhoya Sniijders, 2018

STT87 En toen ging het licht aan...; Transitie naar een emissievrij energiesysteem, Soledad van Eijk, 2017

STT86 Data is macht. Over Big Data en de toekomst, Dhoya Sniijders, 2017

STT85 Wie wij worden. Toekomstbeelden van mensen in 2050, Ellen Willemse, 2016

STT84 Nationale Toekomstmonitor. Dhoya Sniijders, 2016

ISBN: 978-94-91397-20-2

NUR-nr. 950

Trefwoorden

Technologie, economie, toekomst, Nederland, scenarioplanning



© 2019, 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, 2019. Bezoek <http://www.creativecommons.org/licences/by-nc-nd/3,0/nl/> voor de volledige tekst van de licentie.

Stichting Toekomstbeeld der Techniek

Koninginnegracht 19

2514 AB Den Haag

070-302 98 30

info@stt.nl www.stt.nl

INHOUD

Voorwoord	4
Samenvatting	6
1. Inleiding en aanpak	10
<i>De toekomst van de vierde industriële revolutie krijgt gestalte door de cloud – gastbijdrage van Ronald Teijken</i>	14
<i>Op naar een circulaire economie? – gastbijdrage van Tara Jansen en Karolina Ryszka</i>	17
<i>Over economische wetmatigheden en de toekomst – gastbijdrage van Patrick van der Duin</i>	23
2. Een blik in de toekomst: scenario's	28
2.1 Less is beautiful	32
2.2 Big government	44
2.3 Survival of the most efficient	58
2.4 I am technology	68
<i>Illustraties gemaakt bij de creatieve workshops</i>	80
<i>De wereld in 2040 – gastbijdrage van Maarten van Andel</i>	82
<i>De portemonnee van de toekomst – gastbijdrage van Maurits Kreijveld</i>	86
<i>Dordrecht 2050 – gastbijdrage van Max Remerie</i>	90
3. De toekomst van schaarste, produceren, consumeren en herverdelen in de scenario's	92
3.1 Schaarste in de toekomst	94
3.2 Productie in de toekomst	95
3.3 Consumeren in de toekomst	98
3.4 Welvaart verdelen in de toekomst	100
4. Op naar de toekomst	102
4.1 Zelf aan de slag aan de hand van scenario's	104
4.2 Zelf aan de slag met de serious game	105
4.3 Zelf aan de slag: brainstormen of discussiëren	109
Bijlagen	
1. Klankbordgroep	112
2. Contribuanten	113
3. Trendanalyse	114
4. Over Stichting Toekomstbeeld der Techniek	125
5. Geraadpleegde literatuur en andere bronnen	126

VOORWOORD

Wie het maatschappelijke debat volgt, of zelfs wie slechts sporadisch een krant openslaat, kan het gevoel bekruipen dat de toekomst van de economie heel erg ongewis is en ook vaak in zwart-wit-termen wordt beschreven. Dreigende krantenkoppen voorspellen dat robots onze banen overnemen, of zelfs de wereld gaan regeren, waar anderen juist vooral heel veel kansen en mogelijkheden zien. Hetzelfde geldt voor de doorwerking van klimaat- en duurzaamheidsvraagstukken in de economie, als ook voor bijvoorbeeld veranderingen in het systeem van wereldhandel of de effecten van de Brexit. Voor deze onderwerpen zijn er veel sombere en zorgelijke geluiden te horen, maar tegelijkertijd ook allerlei positieve inschattingen.

De toekomst van de economie is zeker ongewis. Deze publicatie zal geen poging doen daar hét antwoord op te formuleren. Uitgangspunt is veeleer dat net als het heden en het verleden de toekomst niet zwart-wit zal zijn. Ja, er staat veel te gebeuren en: Ja, de wereld zal er over 20 jaar heel anders uitzien, mede als gevolg van technologische ontwikkelingen. Dat betekent echter niet dat wij als mens over-

bodig worden of niks te zeggen hebben over hoe die toekomst eruit zou mogen zien. Willen wij handelingsruimte creëren voor de toekomst, dan is het wel belangrijk dat we die bespreekbaar maken in al zijn complexiteit, onzekerheid en veelvuldigheid. Deze toekomstverkenning van de economie, uitgevoerd door Stichting Toekomstbeeld der Techniek, helpt daarbij.

Economie wordt in deze verkenning beschouwd als de manier waarop mensen produceren, consumeren en distribueren in de toekomst, dus in de breedste zin van het woord. Het is symbolisch dat deze termen ook toepasbaar zijn op de activiteiten in deze verkenning: Er zijn vooraanstaande studies en publicaties over de toekomst bestudeerd, oftewel geconsumeerd. Vervolgens zijn er verschillende instrumenten geproduceerd namelijk een trendoverzicht, toekomstscenario's, een serious game en deze slotpublicatie. Deze instrumenten zijn bedoeld om het gesprek over de toekomst te faciliteren, oftewel om de



Foto: Christiaan Krouwels

opgedane inzichten te distribueren. En hoewel de verkenning middels deze slotpublicatie wordt afgerond is het onze hoop dat door deze instrumenten het proces niet stopt, maar door zal gaan doordat organisaties zelf met de resultaten verder kunnen werken. Om bespreekbaar en inzichtelijk te maken waar onze handelingsruimte zit om de toekomst te maken die wij voor ogen hebben.

Deze verkenning zou niet mogelijk zijn geweest zonder de inzet van experts, stakeholders en anders betrokkenen. Velen zijn zodoende al aan het denken gezet, en hebben nagedacht over mogelijke ontwikkelingen en wat dat voor hun bedrijf of organisatie zou betekenen. Ook dat maakt deze verkenning nu al een succes. Ik ben hen allen dankbaar voor hun inzet en betrokkenheid. En ik ben ervan overtuigd dat wij, door ons nu voor te bereiden op de toekomst en deze bespreekbaar te maken, bijdragen aan het zo goed mogelijk klaar staan voor en mee vormgeven van die toekomst, wat die ook gaat brengen.

Dr. V.C.M. (Véronique) Timmerhuis

Algemeen secretaris Sociaal Economische Raad (SER)

Voorzitter klankbordgroep STT toekomstverkenning economie

SAMENVATTING

Welke invloed zullen technologische ontwikkelingen hebben op de economie van de toekomst? Deze vraag stond centraal in de toekomstverkenning Economie die STT uitvoerde tussen 2017 en 2019. De doelstelling van de verkenning is om de achterban van STT (beleidsmakers, onderzoekers, ondernemers en andere geïnteresseerden in de toekomst) te inspireren; te informeren; te adviseren over de mogelijke invloed van toekomstige ontwikkelingen; en de toekomst te agenderen en bespreekbaar te maken.

Wie zich verdiept in de literatuur over de toekomst van technologie en de toekomst van de economie zal het al snel opvallen dat er sprake is van een soort ‘sterke verhalen’ over de toekomst. Verhalen die het gevoel creëren dat we in een tijd leven waarin veranderingen steeds sneller gaan. Over geopolitieke spanningen en handelsoorlogen. Over de noodzaak voor een klimaatakkoord en een transitie naar een meer circulaire economie. Over de eerste generatie sinds WOI die slechter af is dan de generatie(s) ervoor. Over de vierde industriële revolutie die ophanden is en een nog grotere impact zal hebben dan de drie industriële revoluties daarvoor. Over sectoren, bedrijven en banen die vandaag de dag succesvol zijn, maar binnen tien jaar overbodig kunnen zijn.

In deze verkenning wilden we ons niet slechts richten op een van deze verhalen, maar vooral kijken welke rol technologie kan spelen in al deze ontwikkelingen en verhalen. Daarom is het thema economie in deze verkenning ruim afgebakend, namelijk als het systeem waarin bepaald wordt wat schaars is, hoe wij goederen en diensten produceren, hoe consumenten keuzes maken en hoe we de welvaart verdelen.

De activiteiten voor deze verkenning zijn afgestemd op de belangrijkste doelstellingen van de verkenningen van STT: informeren, inspireren, adviseren en agenderen.

Trends

Om te informeren was het maken van een trendoverzicht de belangrijkste activiteit. Op basis van literatuuronderzoek en expertinterviews is een selectie en een beschrijving gemaakt van trends die in de toekomst impact zullen hebben op de economie. Deze trends zijn:

Maatschappelijke ontwikkelingen:

- Ontwikkelingen op het gebied van demografie en arbeidsmarkt
- Ontwikkelingen op het gebied van geopolitiek en bestuur
- Ontwikkelingen op het gebied van ecologie en klimaat
- Sociaal-culturele ontwikkelingen
- Financieel-economische ontwikkelingen

Technologische ontwikkelingen:

1. Robotica
2. Kunstmatige intelligentie
3. 3D-printen
4. 4D-printen
5. Big Data
6. Blockchain
7. Internet of Things
8. Kwantumtechnologie
9. Mixed reality
10. Autonome voertuigen
11. Kleine satellieten
12. Digital twins
13. Biotechnologie
14. Nanotechnologie
15. Microrobots
16. Human enhancement
17. Brain-machine interfaces
18. Geo-engineering

Het trendoverzicht is online gepubliceerd en te downloaden op <https://stt.nl/publicatie/vooruitkijken-naar-2050/>

Scenario's

Om te inspireren is gewerkt aan en met toekomstscenario's. In verschillende workshops met experts, stakeholders en creatieve denkers zijn de eerste verhaallijnen voor scenario's ontwikkeld. Deze vier toekomstbeelden zijn niet bedoeld als voorspellingen, maar als instrument om het gesprek over de toekomst te faciliteren. In elk scenario staat een andere set technologieën centraal en wordt een ander onderdeel van het begrip economie uitgelicht:

Scenario A: Less is beautiful (2050)

In dit scenario heeft grondstoffenschaarste geleid tot een gefragmenteerde wereld en heeft een hang naar vroeger gezorgd voor een grootschalige gedragsverandering. Hechte gemeenschappen maken gebruik van informatietechnologie, 3D-printen, big data, blockchain, bioraffinage en autonoom vervoer om zoveel mogelijk zelfvoorzienend te zijn. In dit scenario staat de manier waarop consumenten keuzes maken centraal: Er wordt zuinig omgegaan met grondstoffen en de kwaliteit van leven en solidariteit zijn belangrijker geworden dan economische groei en materiële bezittingen.

Scenario B: Big government (2050)

In dit scenario heeft globalisering doorgezet en sturen sterke internationale instituties op mondiale duurzaamheid, rechtvaardigheid en het belang van toekomstige generaties. Door geavanceerde communicatiemiddelen, gebaseerd op technologische ontwikkelingen zoals mixed reality, het internet of things en hologramtechnologie, gaan we ons steeds minder verplaatsen en werken we virtueel samen in teams van over de hele wereld. Sterke supranationale organisaties zetten fors in op monitoring en regulering en dwingen ons onze ecologische voetafdruk flink te verkleinen. Overheidsorganisaties bepalen veel, en daarnaast worden technologieën zoals het internet of things en digital twins ingezet om de meest duurzame keuzes voor ons te maken. In dit scenario is het herverdelen van welvaart centraal komen te staan, waarbij duurzaamheid en een gevoel van rechtvaardigheid dominante waarden zijn.

Scenario C: Survival of the most efficient (2050)

De strijd om schaarse grondstoffen heeft geleid tot internationale spanningen en een wereld van sterke regionale handelsblokken. Sterk verstedelijkte, zelfvoorzienende regio's zetten in op hightech oplossingen als reactie op de grondstoffenschaarste. Door middel van biotechnologie, gentechnologie en kwantum computing worden nieuwe materialen ontwikkeld en ecosystemen hersteld, waardoor de druk op het milieu sterk afneemt. 4D-printers en bioprinters zijn beschikbaar gekomen voor de consumentenmarkt, zodat wij dynamische producten kunnen maken en nieuwe, duurzame organismen kunnen ontwerpen. In dit scenario is schaarste aan grondstoffen de belangrijkste drijvende kracht en worden allerlei technologische ontwikkelingen ingezet om kringlopen te sluiten en alternatieve materialen, gewassen en dynamische producten te ontwikkelen.

Scenario D: I am technology (2050)

In dit scenario neemt de wereldhandel toe en multinationals hebben veel, zo niet alles, te zeggen in deze wereld. Technologische ontwikkelingen gaan snel en kunstmatige intelligentie is de spil in productieketens. Er ontstaan volledig autonome bedrijven en nieuwe banen en taken voor mensen. We zien de opkomst van allerlei toepassingen op het gebied van human enhancement: mensen meten zichzelf bionische prothesen en brainchips aan om zo lang mogelijk actief te zijn en op de mondiale arbeidsmarkt te kunnen concurreren met geavanceerde robots en KI-systemen. Economische groei, individualisme en vrijheid zijn belangrijke waarden. In dit scenario is een hele nieuwe manier van produceren ontstaan en lijken mensen samen te smelten met machines.

Serious game

Om de toekomst op de agenda te krijgen en organisaties te adviseren over hoe zij zich kunnen voorbereiden op een onzekere toekomst, hebben we een serious game ontwikkeld aan de hand waarvan we in gesprek zijn gegaan met meer dan zestig deelnemers uit vijftien verschillende organisaties over wat de toekomst zou kunnen brengen. Deze game is gebaseerd op het trendoverzicht en de scenario's uit deze verkenning en laat deelnemers bouwstenen kiezen voor een fictieve samenleving. De game was een belangrijk instrument om de scenarioverhalen verder aan te scherpen. Ook is naar aanleiding van de speelsessies de game zelf verder ontwikkeld.

Zelf aan de slag

Het trendoverzicht, de scenario's en de serious game hebben wij ontwikkeld om de toekomst te agenderen. Het zijn instrumenten die organisaties kunnen gebruiken om het gesprek over de toekomst te voeren. Het laatste hoofdstuk van deze verkenning biedt handvatten voor de manier waarop ze gebruikt kunnen worden en geeft voorbeelden van aanvullende 'wat als'-vragen en stellingen die gebruikt kunnen worden om zelf aan de slag te gaan met de toekomst.

Zie ook **Samenvatting van de scenario's op pagina 31** en **Scenariotabel: de belangrijkste kenmerken per scenario op pagina's 78-79**.

Mocht u meer informatie willen over STT en deze verkenning: bezoek dan www.stt.nl of neem contact op met projectleider Silke den Hartog – de Wilde via denhartog@stt.nl

1. Inleiding

en aanpak

1. INLEIDING EN AANPAK

Nemen robots onze banen over? Zullen cryptomunten de huidige valuta verdringen? Staat ons een nieuwe economische crisis te wachten? Zullen we een tijdige 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 socialezekerheidsstelsel 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 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 die de toekomst verkennen.

Het doel van de toekomstverkenning Economie is om beleidsmakers, strategen en beslissers uit het Nederlandse bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid te informeren en inspireren over mogelijke toekomstige ontwikkelingen die de Nederlandse economie beïnvloeden. En om ze te helpen de toekomst in al haar complexiteit en onzekerheid bespreekbaar te maken en 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 door – en op hun beurt weer invloed uitoefenen op – andersoortige ontwikkelingen, zoals demografische, ecologische en politieke ontwikkelingen. Naast het verkennde aspect is dus ook het interdisciplinaire aspect belangrijk bij het bestuderen van mogelijke toekomstige ontwikkelingen.

Aanpak

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:

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

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 tijdhorizon 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 grootschalige veranderingen te overwegen. Een periode van dertig jaar is een tijdsperiode waarin veel veranderingen kunnen optreden die het de moeite waard maakt de toekomst te verkennen.

De volgende onderzoeksvraag stond centraal tijdens deze verkenning:

Hoe zal de toekomst van de economie eruitzien als gevolg van technologische ontwikkelingen?

Deze onderzoeksvraag is opgedeeld in vijf deelvragen:

1. Welke technologische ontwikkelingen zullen tussen nu en 2050 invloed hebben op de economie?
2. Wat is in de toekomst economisch schaars en wat is de invloed van technologische ontwikkelingen daarop?
3. Hoe worden in de toekomst goederen en diensten geproduceerd als gevolg van technologische ontwikkelingen?
4. Hoe beïnvloeden technologische ontwikkelingen de wijze waarop mensen in de toekomst goederen en diensten consumeren?
5. Wat is de invloed van technologische ontwikkelingen op de inkomens- en welvaartsverdeling?

Om antwoord te geven op de onderzoeksvragen is de verkenning opgedeeld in drie fasen met drie verschillende activiteiten:

Fase 1: Inventarisatie en informeren

In de eerste fase werd door middel van deskresearch en expertinterviews een inventarisatie gemaakt van de belangrijkste trends en ontwikkelingen die tussen nu en 2050 van invloed zullen zijn op de Nederlandse economie. De belangrijkste bevindingen van deze fase zijn samengevat in de digitale publicatie *Vooruitkijken naar 2050* die te downloaden is op <https://stt.nl/publicatie/vooruitkijken-naar-2050/>. Met deze publicatie willen wij stakeholders informeren over belangrijke trends en ontwikkelingen.

Fase 2: Verbeelding en inspireren

In de tweede fase van het project lag de nadruk op het verbeelden. De inzichten en vraagstukken die zijn voortgekomen uit fase 1 waren de basis voor het ontwikkelen van toekomstscenario's. In workshops met experts, stakeholders en creatieve denkers zijn de eerste verhaallijnen geschetst voor de scenario's. De scenario's zijn verhalen over mogelijke toekomstige situaties en bedoeld om lezers te inspireren.

Fase 3: Richting geven en agenderen

In de laatste fase van de verkenning ging ik met verschillende stakeholders en experts in gesprek aan de hand van een serious game. De trendanalyse en de scenario's waren belangrijke input voor de game. Door de game te spelen worden de deelnemers uitgedaagd om een gesprek over de onzekere en complexe toekomst te voeren en te bedenken welke mogelijke implicaties toekomstige ontwikkelingen voor hun eigen organisatie kunnen hebben. Het heeft STT geholpen haar achterban te adviseren en de toekomst te agenderen.

De toekomst van de vierde industriële revolutie krijgt gestalte door de cloud

Gastbijdrage van Ronald Teijken, IBM

Het is geen science fiction meer – de vierde industriële revolutie, of Industry 4.0, is aan-gebroken. Door het samenkomen van allerlei nieuw technologieën, zoals robotics, AI, 3D-printing en internet of things, ondersteund door de *cloud* en *edge computing*, verandert onze manier van zakendoen volkomen. Dit is verge-lijikbaar met veranderingen die internet, mobile en de pc de afgelopen decennia teweeg hebben

gebracht. Deze nieuwe technologieën hebben alles in zich om producten beter te maken, om mensen een beleving op maat aan te bieden, de productiviteit te verhogen, de veiligheid te ver-beteren en de kosten te verlagen. Dat geldt voor uiteenlopende sectoren, van productie tot retail en van de zorg tot het transport. Maar hoe rea-geert het bedrijfsleven op de kansen en uitda-gingen die dit nieuwe landschap biedt?

De vierde industriële revolutie

Met de term 'vierde industriële revolutie' wordt het samenkomen van een aantal zogenoemde 'ontwrichtende' technologieën die de wereld de komende decennia zullen veranderen bedoeld.

Technologieën die vaak genoemd worden in relatie tot de vierde industriële revolutie zijn: kunstmatige intelligentie, robotica, het internet der dingen, 3D-printen, drones en autonome voertuigen.



Eerste industriële revolutie (18e eeuw)

Mechanische productie door stoom- en waterkracht

Tweede industriële revolutie (19e eeuw)

Massaproductie door elektrische energie en arbeidsverdeling, de opkomst van auto's, staal en olie

Derde industriële revolutie (20e eeuw)

Elektronica en ICT leiden tot verdere automatisering van productieprocessen

Vierde industriële revolutie (21e eeuw)

Verdere automatisering en *hyper-connectivity* door *cyber*-fysieke systemen (combinatie van ICT, data en fysieke elementen)

Bron: Schwab, K. (2016), The Fourth Industrial Revolution. Switzerland: World Economic Forum, 2016

Versterking van de menselijke capaciteiten met sensoren die kunnen zien en horen

Industry 4.0 neemt niet de plaats van mensen in, maar richt zich op het verbeteren en verbreden van menselijke capaciteiten, zodat er een mate van efficiency ontstaat die voorheen nooit mogelijk was. Een van de beste voorbeelden van Industry 4.0 in de praktijk is de productiesector. Binnen deze context worden er in de productielijn sensoren geplaatst die informatie naar de cloud sturen. Daar worden de data vervolgens geanalyseerd, zodat er toepasbare inzichten ontstaan.

Een voorbeeld hiervan is het opsporen van defecten en het uitvoeren van preventief onderhoud, mogelijk gemaakt door krachtige data-analyse die de menselijke vermogens ver te boven gaat. Zo is Cognitive Visual Inspection bijvoorbeeld in staat om, tijdens het spuiten van auto's, ongerechtigheden waar te nemen die te klein zijn voor het blote oog. Dat scheelt honderden uren aan inspectietijd.

Daarnaast is het met sensoren mogelijk om akoestische en visuele signalen in de gaten te houden. Door het geluid te monitoren, kan de kwaliteit van producten op een niet-destructieve en niet-verstorende manier worden verbeterd en kan worden voorkómen dat er dure downtime optreedt. De technologie wordt getraind op het herkennen van bekende 'goede' en bekende 'slechte' geluiden die op een storing zouden kunnen wijzen. Na installatie in de fabriekshal herkent diezelfde technologie dan zowel hoorbare geluiden als geluiden die ons ontgaan.

Problemen voorspellen voordat ze optreden

Een van de spannendste toepassingen van sensoren en data analytics is het concept van 'digital twin' of virtual modeling. Op basis van datapunten die afkomstig zijn van sensoren kan er een digitaal model van een systeem worden gebouwd. Met dat digitale systeem kunnen er op een veilige manier tests en 'what if'-scenario's worden uitgevoerd, zonder risico's te hoeven nemen met het fysieke systeem. Daardoor wordt het mogelijk om te voorspellen wat er in een bepaalde situatie waarschijnlijk gaat gebeuren en om alvast te anticiperen op potentiële problemen.

Samen met het Havenbedrijf Rotterdam en de toonaangevende technology partners Cisco en ESRI is IBM aan de slag om een digital twin van de haven te bouwen. In tegenstelling tot het model dat binnen de context van Industry 4.0 meestal wordt gebruikt voor digital twins, is deze tweeling een exacte replica van de operationele activiteiten, een replica waarin alle resources van de haven worden weerspiegeld. Scheepsbewegingen, infrastructuur, het weer, geografische data en watercondities: allemaal worden ze met 100% nauwkeurigheid gevolgd.

In het kader van dit project digitaliseert de haven een aantal cruciale objecten, zoals meerpalen en kademuren. Deze objecten gaan data over hun status en omgeving genereren, compleet met tijdstempel. Zo gaan digitale meerpalen ons bijvoorbeeld inzicht geven in de toestand en benutting van een aanlegplaats en in de water- en weersomstandigheden in de buurt, zodat de havenmeesters kunnen bepalen wat

de optimale tijd en plaats voor een schip is om aan te leggen. Met behulp van *machine learning* wordt er steeds meer kennis opgedaan op basis van patronen in de data. Havenexploitanten kunnen dus vertrouwen op 100% nauwkeurige, realtime data over de haveninfrastructuur.

Door het voorspellen van de water- en weersomstandigheden kan bovendien worden vastgesteld hoe gemakkelijk een schip waarschijnlijk de haven binnen kan lopen. Een efficiëntere bedrijfsvoering moet het voor de haven mogelijk maken om het volume en de efficiency van de overgeslagen goederen te vergroten en om de milieubelasting te verminderen.

Data vormen de motor van de volgende revolutie

Geen van deze innovaties zou mogelijk zijn zonder de cloud. Alle betrokken sensoren verzamelen enorme hoeveelheden data over de meest uiteenlopende zaken, van de vochtigheidsgraad op de fabrieksvloer tot de trilling van apparatuur, van de geluidsafgifte van machines tot hun temperatuur, en nog veel meer. In 2020 zijn er naar verwachting zo'n 31 miljard *iot-devices* in gebruik¹. Dit betekent dat de hoeveelheid verzamelde data immens is. Veel van die data worden opgeslagen in de cloud, real-time geanalyseerd en vervolgens ingezet om inzicht te krijgen in manieren om de activiteiten beter en efficiënter te laten verlopen.

Dit artikel is eerder verschenen online:

<https://www.ibm.com/blogs/think/nl-en/>

¹ Statista: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide>

Op naar een circulaire economie?

Gastbijdrage van Tara Jansen en Karolina Ryszka, RaboResearch Nederland

Wat is duurzaamheid?

Duurzaamheid is een breed begrip met veel verschillende definities. Dit stuk focust zich op het milieuaspect. Hierbinnen zijn er twee grote duurzaamheidsuitdagingen: de klimaatverandering door te veel broeikasgassen (BKG) in de atmosfeer en de onhoudbare consumptie van (schaarse) grondstoffen. Het Parijsakkoord is voor de verlaging van de uitstoot van broeikasgas een belangrijke mijlpaal. Een transitie naar een circulaire economie heeft invloed op beide uitdagingen. Deze impact kan zowel positief als negatief zijn, afhankelijk van de specifieke situatie.

Klimaatverandering

De aarde is aan het opwarmen door de toenemende hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer (Anderson, 2016). Dit komt doordat er wereldwijd meer broeikasgassen zijn uitgestoten dan dat de aarde weer kan opnemen. Deze gassen hebben de eigenschap om de warmte van de zon vast te houden, waardoor deze warmte de ozonlaag weer minder goed kan verlaten (EPA, n.d.). De concentratie van CO₂ in de lucht is in de afgelopen 800.000 jaar nog nooit zo hoog geweest als nu. De toename is een duidelijk gevolg van de industriële revolutie, toen niet alleen de welvaart, maar ook het gebruik van fossiele brandstoffen en andere

grondstoffen explosief toenam. Dit leidde tot een fors grotere footprint¹, zoals we inmiddels weten. Het is belangrijk om onder een stijging van twee graden te blijven omdat dit grote gevolgen kan hebben voor de leefbaarheid van veel gebieden (WRI, n.d.). Zelfs dermate grote gevolgen dat het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) met een nieuw rapport (IPCC, n.d.) naar buiten kwam waarin het aangeeft dat de opwarming boven de 1,5 graad ook al enorme gevolgen heeft.

Uitputting van de grondstoffen

Grondstoffen kunnen in twee categorieën worden ingedeeld: hernieuwbare en niet-hernieuwbare. Fossiele brandstoffen² zijn bijvoorbeeld niet hernieuwbaar en plantaardige brandstoffen wel. Het huidige gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen kent twee problemen. Allereerst is de wereldbevolking steeds groter en rijker. Dit maakt het extra uitdagend om iedereen in de toekomst in zijn of haar grondstoffenbehoeften te voorzien (WorldBank, n.d.).

1 Footprint: dit is de totale uitstoot van broeikasgassen die wordt veroorzaakt door een individu, bedrijf, evenement, product enzovoort.

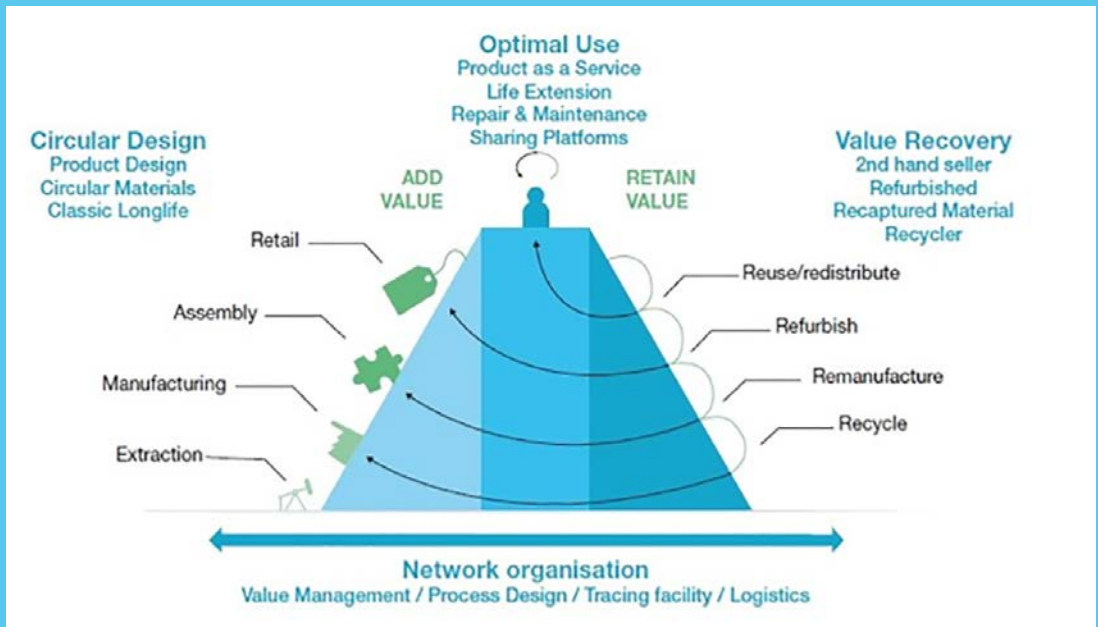
2 Fossiele brandstoffen zijn eigenlijk ook hernieuwbaar, alleen duurt het miljoenen jaren voordat planten weer kolen, olie of gas zullen worden.

Daarnaast is het niet houdbaar omdat we steeds meer grondstoffen uit de grond halen. Deze zijn een keer op.

Ten tweede worden veel producten niet gebruikt of geconsumeerd, maar weggegooid. Dit is niet alleen zonde van de grondstoffen, maar ook vaak milieuvervuilend. Het probleem hierbij is dat lucht, water of grond doorgaans niet aan iemand toebehoren en daarbij is het moeilijk te beperken waardoor mensen water, lucht of grond gemakkelijk kunnen vervuilen. Dit wordt ook wel de *'tragedy of the commons'* genoemd. Hernieuwbare grondstoffen zijn soms een alternatief voor niet-hernieuwbare grondstoffen, zoals bio-plastic gemaakt van planten in plaats van aardolie. Maar bio-plastic is geen houdbaar alternatief als we planten sneller gebruiken dan dat ze kunnen groeien. Hernieuwbaar is dus ook niet áltijd duurzaam.

Wat is circulaire economie?

De circulaire economie gaat over het sluiten van de grondstofkringlopen, het creëren van meervoudige waarden, een complete systeemverandering en een andere manier van denken en werken. Het meest tastbaar zijn de grondstoffen. Deze stromen in kaart brengen is daarom vaak een goed startpunt. Om dit voor elkaar te krijgen, is samenwerking binnen en tussen sectoren belangrijk. Circulaire economie is meer dan 'recyclen 2.0', het gaat erom grondstoffen zo hoog mogelijk te verwaarden. Figuur 1 laat zien dat hergebruik bijvoorbeeld een hogere waarde heeft dan recycling. Er zijn verschillende bedrijfsmodellen binnen de circulaire economie om deze waarden te verhogen. Deze modellen hebben ook effecten op de uitstoot van broeikasgassen, zowel positieve als negatieve.



Figuur 1: Circulaire waardeheuvel. Bron: Achterberg et al., 2016

De circulaire economie is op dit moment een veel besproken onderwerp bij bedrijven. De circulaire bedrijfsmodellen zouden hierin een grote rol moeten spelen. Maar op welke manier gaan bedrijven in Nederland op dit moment echt aan de slag? Hier heeft de Radboud Universiteit Nijmegen, in samenwerking met de Rabobank, onderzoek naar gedaan. De conclusie was dat bedrijven het sluiten van kringlopen ingewikkeld vinden. Wanneer er samenwerkingen ontstaan om die kringlopen te sluiten, gebeurt dit vaak met partijen die al bekend zijn binnen een onderneming. Ook toont het onderzoek aan dat de toegepaste circulaire economie vaak is gebaseerd op bestaande bedrijfsmodellen. Voorbeelden hiervan zijn meer recyclen, minder energiegebruik en reductie van grondstofgebruik. Er gebeurt dus wel veel, maar op kleine schaal en binnen bestaande bedrijven met een paar koplopers die pionieren met meer drastische veranderingen.

Circulaire economie over dertig jaar

Voorspellen waar de circulaire economie (CE) over dertig jaar staat is lastig; dit artikel doet een poging door middel van het kijken naar de huidige barrières voor CE. Wanneer het aannemelijk is dat deze barrières in de komende jaren verdwijnen, dan zou je ook kunnen stellen dat CE groter wordt.

Uit onderzoek van de Radboud Universiteit Nijmegen blijkt dat er op dit moment vier grote barrières bestaan: de houding van klanten, regelgeving, (voor-)financiering en het ontbreken van budget. Deze uitkomsten liggen in lijn met ander onderzoek: De Jesus en Mendonca (2018) verzamelden eerdere bevindingen met

betrekking tot CE-barrières. Kirchherr et al. (2018) bevraagt een groot aantal stakeholders (208 stakeholders uit het bedrijfsleven en de politiek, 47 semi-gestructureerde interviews). Ze vinden als belangrijkste barrières het gebrek aan interesse en bewustzijn van de consument en een aarzelende bedrijfscultuur. Deze culturele barrières worden gedreven door marktbelemmeringen die op hun beurt worden veroorzaakt door een gebrek aan overheidsbeleid om de overgang naar een circulaire economie te versnellen. Uit het onderzoek blijken technologische barrières niet heel belangrijk te zijn.

Ontwikkelingen in de barrières voor CE

Houding van de klanten: consumenten maken steeds vaker duurzame keuzes (Thijssen, 2018). Meer mensen nemen bijvoorbeeld bij korte afstanden de trein in plaats van het vliegtuig en de vraag naar vleesvervangers groeit flink. Bewustere consumenten kunnen een positief effect hebben op de ontwikkeling van de circulaire economie doordat ze meer openstaan voor nieuwe circulaire en duurzame producten.

Regelgeving: De Europese Commissie (EC) heeft duidelijke doelstellingen op het gebied van afval. Zo moet in 2030 70 procent van al het afval worden gerecycled. Om deze doelstellingen te behalen heeft de EC een circulair actieplan gemaakt (European Commission, 2015). In dit plan staat hoe ze op Europees niveau obstakels voor de circulaire economie wil wegnemen. Zoals een campagne voor het beter recyclen van plastic, het faciliteren van meer legaal vervoer van afval binnen Europa en een handleiding voor het beter hergebruiken van sloopafval in de bouw. De EC richt zich

met name op afval, niet op de bredere context. Afval is relatief goed meetbaar en er valt in sommige Europese landen een hoop winst te behalen. Ook in Nederland is er een dergelijk plan (rijksoverheid, n.d.) om de circulaire economie te stimuleren, maar dit gaat verder dan de focus op afval. Hierin staat bijvoorbeeld dat wetten en regels moeten worden aangepast om afval gemakkelijker te kunnen hergebruiken en dat de Nederlandse overheid gaat investeren in ondernemingen die actief zijn op het gebied van energieopwekking, energiebesparing of het verminderen van CO₂-uitstoot. Dit zijn positieve ontwikkelingen, maar toch geven ondernemers nog aan dat wet- en regelgeving in de weg staan van verbeteringen. Dit kan in de toekomst verbeteren, maar blijft dus tot nu toe een barrière.

Financiering: het circulaire bedrijfsmodel ‘pay-per-use’ is meestal lastig te financieren. Andere bedrijfsmodellen passen beter in het huidige financieringsmodel. Financiële instellingen zoeken samen naar oplossingen om de pay-per-use modellen in de toekomst beter te kunnen financieren. Ook dit is een positieve ontwikkeling voor de circulaire economie.

De grootste barrières voor de circulaire economie zijn allemaal in beweging. Het gaat om veranderingen die positief zijn voor de circulaire economie en deze veel verder zullen brengen. Wel zien we dat de huidige ontwikkelingen van CE vooral ontwikkelingen zijn die ook passen binnen de lineaire economie. Voorbeelden hiervan zijn recyclen en gebruik van biologische materialen. Over dertig jaar zal de circulaire economie vermoedelijk een grotere rol in de

samenleving hebben, maar waarschijnlijk nog steeds op manieren die in de huidige lineaire economie passen. Een echte systeemverandering verwachten we op de middellange termijn nog niet. Hiervoor zijn namelijk een nieuw fiscaal systeem, andere ketensamenwerkingen, nieuwe wetten en regels, andere bedrijfsmodellen et cetera nodig.

De effecten van technologie op circulaire economie

Technologische ontwikkeling is een voorwaarde en een van de belangrijkste drivers voor de verdere ontwikkeling van de circulaire economie. Kennis over waar grondstoffenstromen naartoe gaan en wat de grondstoffsamenstelling van producten is, vergemakkelijkt recycling en hergebruik. Blockchain is een vorm van technologie die deze informatie goed kan registreren. Hiermee kan informatie over een product van productie tot consumptie op een betrouwbare manier worden bijgehouden. Dus inclusief de grondstoffen en bijhorende broeikasgasuitstoot van schroefjes die zijn gebruikt in een stoel die een consument koopt. Op deze manier ontstaat er een grondstoffenpaspoort voor producten. Innovaties op verschillende gebieden maken het mogelijk om grondstoffen terug te winnen, om nieuwe grondstoffen te gebruiken en om producten op een circulaire manier te ontwerpen en te bouwen. Zo zijn er nieuwe en bestaande technieken nodig om vernieuwende toepassingen van biologische grondstoffen te vinden. Technologische ontwikkelingen maken het mogelijk om verschillende hernieuwbare grondstoffen naar biobrandstof om te zetten. Of om voedsel op andere manieren te produceren. Bovendien kunnen technologische

ontwikkelingen de nieuwe circulaire productie-methoden goedkoper en daarmee competitiever maken.

Wat heeft dit alles voor effect op de Nederlandse economie?

De effecten van CE op de Nederlandse economie zijn met grote onzekerheid omgeven. Alleen op basis van veel aannames kunnen we voorspellingen doen. Eigenlijk weet dus niemand echt wat CE de economie gaat opleveren of kosten. Wel zien we grote bewegingen in de CE die invloed hebben op de Nederlandse economie.

Om te beginnen is Nederland een grondstoffen-importerend land. Wanneer wij grondstoffen langer gebruiken en er daardoor minder nodig hebben, vloeit er minder geld naar het buitenland. Er zijn dan minder importuitgaven voor inkoop en meer inkomsten door Nederlandse circulaire oplossingen zoals het recyclen of repareren. Hoe hoger de prijs van grondstoffen, hoe meer Nederland hierop bespaart of kan verdienen met circulaire alternatieven.

Ten tweede zal er door de circulaire economie een groeiende vraag zijn naar personeel met een praktische opleiding. Het is alleen niet goed te voorspellen waar deze mensen gaan werken, dit hoeft dus niet per se extra werkgelegenheid in Nederland op te leveren. Wanneer de vraag naar reparaties toeneemt, kan het bijvoorbeeld efficiënter zijn om dit werk uit te besteden aan een land met lagere loonkosten. Dit is deels afhankelijk van een krappe arbeidsmarkt in Nederland. Op dit moment is er bijvoorbeeld relatief weinig werkloosheid en is de arbeidsmarkt dus krap, waardoor de kans groter is dat

het werk wordt uitbesteed aan andere landen. Bij een ruime arbeidsmarkt met relatief veel werkloosheid wordt deze kans kleiner. Dus is er een reële kans dat deze werkgelegenheid in andere landen terecht komt.

Een andere beweging die we kunnen verwachten is de export van kennis over CE. Als het Nederland lukt om hierin koploper te zijn, kunnen we hier geld aan verdienen net als dat we dat nu doen met onze kennis over waterbeheer.

Referenties

- Achterberg, E, J. Hinfelaar, N. Bocken (2016). *Master circular business with the value hill*. Geraadpleegd van <https://www.circle-economy.com/financing-circular-business>.
- Anderson, T.R., E. Hawkins, P.D. Jones (2016). "CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models". In: *Endeavour*, Vol. 40, issue 3, pp. 1780187, sept 2016.
- C. Thijsen (2018). *Kans voor retail: consument is bereid koopgedrag te verduurzamen*. Duurzaam Bedrijfsleven. Geraadpleegd van <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/retail/26581/kans-voor-retail-consument-is-bereid-koopgedrag-te-verduurzamen>.
- De Jesus, A., Mendonça, S. (2018): "Lost in transition? Drivers and barriers in the eco-innovation road to the circular economy", in: *Ecological Economics*, vol. 145, pp. 75–89.
- EPA (n.d.) *Climate Change Indicators: Atmospheric Concentrations of Greenhouse Gases*. US Environmental Protection Agency. Geraadpleegd van <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-atmospheric-concentrations-greenhouse-gases>
- EC (2015), *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*. Geraadpleegd van <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>

- IPCC (n.d.). *Global Warming of 1.5 °C. Special Report*. Geraadpleegd van <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A. and M. Hekkert (2018): “Barriers to the Circular Economy: Evidence from the European Union (EU)”, in: *Ecological Economics*, vol. 150, pp. 264-272.
- Rijksoverheid (n.d.). *Aanmoedigen van een circulaire economie*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/aanmoedigen-van-een-circulaire-economie>.
- Worldbank (n.d.). World Bank, *International Comparison Program database*. Geraadpleegd van <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD?view=chart>
- WRI (n.d.) *Understanding the IPCC Reports*. World Research Institute. Geraadpleegd van <https://www.wri.org/ipcc-infographics>

Over economische wetmatigheden en de toekomst

Gastbijdrage van Patrick van der Duin, Stichting Toekomstbeeld der Techniek

Iedereen die zich een beetje verdiept heeft in de economische wetenschap is bekend met de wet van vraag en aanbod, de wet van Say en de Philips-curve. Deze wetten hebben betrekking op verschillende aspecten van de economie. Ze stellen respectievelijk dat als de prijs van een product omhoog gaat, de vraag ernaar daalt (en andersom), dat ieder aanbod zijn eigen vraag schept, en dat er een correlatie is tussen inflatie en werkloosheid.

Maar kunnen we wel van economische wetten of wetmatigheden spreken? Er zijn producten waarnaar de vraag daalt als de prijs daalt. Dit worden 'inferieure goederen' genoemd en ze hebben een negatieve prijselasticiteit. Voorbeelden van dergelijke producten zijn goedkoop vlees en tweedehands kleding. En het is ook nog maar de vraag of ieder aanbod zijn eigen vraag schept. Het geld waarmee het nieuwe aanbod wordt gefinancierd en geproduceerd kan 'weglekken' en elders worden besteed. En de correlatie tussen inflatie en werkloosheid schijnt alleen op de korte termijn te gelden.

Economische wetten zijn dus geen absolute wetten zoals we die uit de natuurwetenschappen kennen. De wet van de zwaartekracht is immers altijd en overal werkzaam, evenals de wet van Archimedes en de vier wetten van de thermodynamica.

Het is in de economie beter om te spreken over 'krachten' of *tendencies*, zoals de filosoof Roy Bhaskar ze noemt. Dus: de vraag naar een goed gaat niet altijd omhoog als de prijs zakt maar in veel gevallen zien we wel de neiging daartoe. Aanbod hoeft niet zijn eigen vraag volledig te scheppen maar kan wel daaraan bijdragen. En inflatie en werkloosheid hebben een band, maar niet voor eeuwig. De werking van 'tendencies' kan gezien worden als het trekken aan een touw. Als twee mensen even hard trekken dan zien we geen beweging in het touw terwijl de krachten er wel degelijk zijn. Als één van de touwtrekkers een klein beetje sterker is dan zullen we beweging zien, maar natuurlijk niet zo veel wanneer er maar één iemand aan het touw trekt. Dus bijvoorbeeld: de vraag naar een goed is niet alleen afhankelijk van de prijs ervan maar ook van de prijs van een concurrerend goed.

Een andere, vergelijkbare benadering komt van de econoom Nicholas Kaldor die spreekt over ‘stylized facts’ (geïnspireerd door Jan Tinbergen’s ‘stylization’), waarmee een ‘gesimplificeerde verbeelding van een empirisch feit’ wordt bedoeld (zie Wikipedia). Een voorbeeld is dat opleiding het inkomen verhoogt (*learning is earning*). Kaldor formuleerde zes *facts of economic growth* zoals dat de aandelen van arbeid en kapitaal in het inkomen over de lange termijn constant zijn, en dat op de lange termijn de reële lonen stijgen. Hoewel Kaldor het woord ‘facts’ (feiten) gebruikt geldt ook hier dat dit niet in beton gegoten stellingen zijn, maar veel meer ‘richtingen’ in de economie. Dus de stelling dat reële lonen op termijn stijgen wil niet zeggen dat ze dat altijd doen. Beter is het om te stellen dat reële lonen de neiging hebben om te stijgen.

De vraag doemt op waarom de economie en (dus) de economische wetenschap geen wetten of wetmatigheden kent. De belangrijkste verklaring is dat de economie geen gesloten maar een open systeem is. De economie is geen laboratorium en je kunt dus de economie niet in een laboratorium-setting bestuderen. Economische aannames, zoals dat mensen rationeel en egoïstisch zijn (de ‘homo economicus’), blijken in de praktijk toch genuanceerder te liggen: consumenten kopen niet automatisch meer van een goed waarvan de prijs daalt. En omdat de neiging van consumenten om iets te kopen niet alleen afhangt van de prijs ervan maar ook van hun besteedbaar inkomen, wordt het directe verband tussen prijs en vraag verstoord. Bovendien stopt onze economie niet bij onze landsgrenzen dus een groter aanbod

in Nederland kan ook meer vraag in een ander land scheppen. En het optreden van ‘stagflatie’ laat zien dat hoge werkloosheid en hoge inflatie wel degelijk gelijktijdig kunnen optreden omdat werkgevers en werknemers rekening houden met (toekomstige) inflatie en die verdisconteren in arbeidsovereenkomsten.

De afwezigheid van wetten betekent overigens niet dat er geen ‘constanten’ in de economie zijn of dat we steeds compleet andere fenomenen zien opkomen. Een economisch verschijnsel als werkloosheid is een vast kenmerk van ons economische systeem (de vrije markt). In de jaren ’30 van de vorige eeuw en ook in de jaren ’80 hadden we massawerkloosheid. En ook daartussenin was er werkloosheid, hoewel op kleinere schaal. De oorzaak van werkloosheid hoeft dus geen constante of wetmatigheid te zijn. Natuurlijk ontstaat er werkloosheid als er meer aanbod van arbeid is dan vraag, maar dat is een definitie en geen verklaring. Werkloosheid heeft namelijk steeds een andere oorzaak. In de jaren ’30 ontstond deze door een te lage vraag naar goederen en diensten, en in de jaren ’80 werd ze veroorzaakt door vergaande automatisering van werkprocessen. Een wel constante verklaring is de kwalitatieve mismatch tussen vraag en aanbod van arbeid waardoor er altijd mensen zijn die (nog) geen baan hebben.

Voor het nadenken over de toekomst van de economie en over de vraag in welke mate de economische wetenschap in staat is om die te beschrijven of te karakteriseren, moeten we nagaan welke maatschappelijke en technologische veranderingen hierop van invloed zijn.

Hiermee gaan we direct in tegen de opvattingen van een zeer belangrijke klassieke econoom, namelijk Karl Marx, die stelde dat de economische machtsverhoudingen de basis vormen van maatschappelijke verhoudingen. Nu is onze huidige maatschappij stevig gecommmercialiseerd en geëconomiseerd, maar een belangrijke (maatschappelijke) ontwikkeling is dat bedrijven zich steeds meer en vaker laten leiden door sociale, duurzame en zelfs ethische overwegingen. Denk maar aan maatschappelijk verantwoord ondernemen en aan *'responsible research and innovation'*. Blijkbaar volgt de economie hier de maatschappij.

Omdat het aantal maatschappelijke en technologische veranderingen zeer hoog is, kunnen we niet volledig te zijn. Daarom is het effectiever om het perspectief te kiezen van een aantal economische 'wetmatigheden' of principes aan de hand waarvan we mogelijke economische veranderingen kunnen opsporen. Hiervoor kiezen we de inzichten van een aantal recente winnaars van de Nobelprijs van de economie.

Zo won in 2002 de psycholoog (!) Daniel Kahneman de Nobelprijs vanwege zijn onderzoek naar het integreren van psychologische inzichten in de economische wetenschap. Kahneman heeft eigenlijk laten zien dat de homo economicus niet bestaat. Het blijkt namelijk dat in hun economische gedragingen en beslissingen mensen onder andere een voorkeur hebben voor het handhaven van de status quo, ze verliezen zwaarder wegen dan waardstijgingen en ze het lastig vinden om ingewikkelde situaties goed te kunnen analyseren,

vooral als de toekomstige gevolgen onzeker zijn.

Een Nobelprijswinnaar van de economie die inhoudelijk gelieerd is aan Daniel Kahneman, is Richard Thaler (2017). Zijn bijdrage aan de economische wetenschap is dat hij heeft laten zien welk effect *'limited rationality, social preferences, and lack of self-control'* hebben op individuele beslissingen en op de uitkomsten van markten (zie Wikipedia). In het bijzonder heeft hij het begrip *'nudging'* ontwikkeld dat verwijst naar het effectief en goedkoop beïnvloeden van keuzegedrag van mensen door ze bepaalde prikkels te geven.

In 2008 was het de beurt aan Paul Krugman. Hij kreeg de prijs vanwege zijn onderzoek op het gebied van handel en ontdekte en verklaarde dat juist landen met kleine economische verschillen handel met elkaar drijven, terwijl de bestaande theorie stelde dat economisch verschillende landen met elkaar handelen. Ook deed Krugman veel onderzoek naar de locatie van economische activiteit waarbij zijn stelling was dat de factor arbeid hierbij wellicht het meest belangrijkst was.

Vervolgens in 2009 was de winnares Elinor Ostrom die aantoonde dat het gemeenschappelijk gebruik van natuurlijke hulpbronnen niet tot overmatig gebruik daarvan hoeft te leiden. Ze deed dit door naar kleine groepen te kijken waarbij dit dus niet voorkomt. Op basis hiervan heeft ze een achttal designprincipes ontwikkeld zoals gemeenschappelijke besluitvorming door de bezitters en duidelijkheid over wat de *'commons'* zijn en wie de bezitters.

Tot slot, ook in 2009, kreeg Oliver E. Williamson de Nobelprijs voor zijn onderzoek op het gebied van transactiekosten. Het gaat er hierbij om in welke mate die invloed hebben op onderhandelingen, of – de meest bekende toepassing – op de vorming van bedrijven. Afhankelijk van de transactiekosten is het wel of niet zinvol en efficiënt om een organisatie op te zetten of te werken met afzonderlijke contracten en afspraken.

De hierboven genoemde theorieën van Nobelprijswinnaars zijn in essentie allemaal een kritiek op de neo-klassieke economische theorie die geldt als de standaardtheorie. Veel economen, beleidsmakers en ook politici base- ren hun ideeën en vooral hun verwachtingen op deze theorie. Het is de bril waarmee ze naar de (hun) economische werkelijkheid kijken. Maar zodra nieuwe wetenschappelijke inzichten ontstaan wordt het tijd om anders naar de economie te kijken. Met verouderde inzichten kijken naar een nieuwe, toekomstige economische werkelijkheid zal afbreuk doen aan het vermogen om *'future proof'* economisch beleid te formuleren.

Op basis van een aantal nieuwe economische inzichten zoals hierboven beschreven moeten we in de economie van de toekomst rekening houden met de volgende 'tendensen':

1. Economische beslissingen worden niet op basis van eigenbelang en rationaliteit genomen maar op basis van maatschappelijke criteria en intuïtie.
2. Economisch gedrag kan gestuurd worden en het zal duidelijk moeten worden wie hiervoor de prikkels gaat geven en controleren, en op basis van welke informatie (data) dit gebeurt.

3. Economisch verkeer zal grotendeels plaatsvinden binnen clusters van vergelijkbare landen en de arbeidsmarkt zal de belangrijkste vestigingsfactor worden voor bedrijven.
4. Economische activiteiten zullen op steeds kleinere schaal gaan plaatsvinden, omdat dat efficiënter, effectiever en beter te managen is.
5. We kunnen er niet zonder meer van uitgaan dat organisaties de dominante economische organisatievorm zullen blijven. De diversiteit aan vormen zal toenemen en de duur ervan zal afnemen.

De vraag nu is of we deze tendensen ook kunnen plaatsen in de scenario's van deze verkenning. Dat blijkt te kunnen: Tendens 1 past het best bij scenario A van deze publicatie, omdat het daar draait om kwaliteit van leven en solidariteit. Niet alles wordt daar beslist op basis van rationele gronden en er is heel veel ruimte voor de menselijke maat. Tendens 2 past ook goed bij scenario A omdat gedragsverandering de drijvende kracht is daarin. Scenario B is ook een goede kandidaat omdat het daar ook gaat om het maken van keuzes op basis van veel data, al zijn vooral de (internationale) overheden op dat gebied actief. Tendens 3 sluit goed aan bij scenario C waar de wereldeconomie bestaat uit regionale handelsblokken. Handel vindt dan voornamelijk plaats tussen gelijkgestemden, oftewel landen die in economisch opzicht op elkaar lijken en veelal geografisch dicht bij elkaar liggen. Tendens 4 past bij scenario A vanwege de kleine schaal waarop wordt geopereerd. Maar ook scenario C is kandidaat voor deze tendens vanwege de nadruk op schaarste waar meer efficiëntie en effectiviteit positief aan kunnen bijdragen. Tendens 5 ligt

redelijk in lijn met scenario D waar economische activiteiten geen vaste organisatie hebben maar zich schikken naar de eisen die vanuit de markt worden gesteld.

Wie de toekomst van economie wil overwegen moet dus niet denken in wetmatigheden, maar in tendensen. En niet denken in een toekomst maar in meerdere mogelijke toekomsten. Deze publicatie helpt daarbij.

**2. Een blik in
de toekomst:**

scenario's

2. EEN BLIK IN DE TOEKOMST: SCENARIO'S

Scenario's zijn fictieve verhaallijnen over de toekomst die helpen onze gedachten te laten gaan over wat de toekomst kan brengen. Het zijn nadrukkelijk geen voorspellingen maar een brainstorminstrument en bedoeld om organisaties te laten overwegen welke kansen en risico's de toekomst mogelijk zal brengen.

De scenario's schetsen mogelijke, verrassende toekomstbeelden van de (internationale) context waarin de Nederlandse economie zou kunnen functioneren in 2050. Er is voor gekozen om te werken met een set van vier scenario's, omdat dat een aantal is dat te bevatten is tijdens werksessies. De scenario's zijn gebaseerd op belangrijke inzichten uit bestaande Nederlandse en internationale scenariostudies. Relevante onderdelen uit meer dan twintig studies zijn gecombineerd en aangevuld met inzichten uit expertinterviews en workshops om tot de scenario's te komen. In samenwerking met de klankbordgroep voor de verkenning is een aantal sleutelvariabelen benoemd die in elk scenario aan bod komen. Deze sleutelvariabelen vormen samen het scenarioraamwerk:

De mate van globalisering:

- In hoeverre is er in de toekomst sprake van een open economie met veel internationale samenwerking, dan wel een situatie waarin veel landen hun grenzen sluiten en protectionistische maatregelen nemen?
- In hoeverre is er sprake van concurrentie om grondstoffen en natuurlijke hulpbronnen? Of is er zelfs sprake van internationale conflicten?

De snelheid van technologische ontwikkelingen en hun acceptatie en toepassing:

- Komt er een doorbraak van een nieuwe General Purpose Technology (GPT)?
- Zal de ontwikkeling van de huidige GPT – ICT – verder gaan in de richting van de IT (informatietechnologie) of van CT (communicatietechnologie)?

General Purpose Technology (GPT) is een term die is bedacht om een nieuwe methode van produceren en uitvinden te beschrijven die belangrijk genoeg is om een langdurige, brede impact te hebben. De term wordt gebruikt voor technologische veranderingen die zowel het gezinsleven veranderen als de manier waarop bedrijven zakendoen. Stoom, elektriciteit, interne verbranding en informatietechnologie (IT) worden om deze reden vaak geclassificeerd als GPT's. (Jovanovic, Boyan & Rousseau, Peter L., 2005)

Welke waarden zijn dominant in de samenleving:

- Is er in de toekomst sprake van meer individualisme of juist meer solidariteit?
- Zal duurzaamheid de norm zijn, of is economische groei en vrijheid belangrijker?

Daarnaast wordt in elk scenario een andere combinatie van technologische ontwikkelingen uitgelicht. Dat wil overigens niet zeggen dat een technologie maar in één scenario voorkomt.

Scenario A: Less is beautiful

- 3D-printen
- Big data
- Blockchain
- Bioraffinage
- Autonoom vervoer

Scenario B: Big government

- Digital Twins
- Internet of things (iot)
- Nanobots
- Mixed reality
- Hologramtechnologie
- Robotica

Scenario C: Survival of the most efficient

- Biotechnologie
- Gentechnologie
- Metamaterialen
- Quantum computing
- Geo-engineering
- 4D printen
- Bio-printers

Scenario D: I am technology

- Human enhancement
- Brain-machine interfaces
- Kunstmatige intelligentie
- Nanomist (utility fog)
- Brainternet

Aanvullend is ervoor gekozen om in elk scenario een ander onderdeel van het begrip economie (schaarste, produceren, consumeren en welvaart verdelen) te benadrukken. Zo staat in scenario A een andere manier van consumeren centraal; in scenario B de manier waarop wij welvaart (her)verdelen; in scenario C draait alles om schaarste aan grondstoffen en hoe wij produceren; en in scenario D wordt een hele nieuwe manier van produceren en werken beschreven. Om de gedachten verder op te rekken zijn de scenario's geïllustreerd met mogelijke toekomstige vacatureteksten: voorbeelden van banen die nu niet bestaan maar in de toekomst misschien wel. In dezelfde lijn zijn er advertenties gemaakt voor fictieve producten en diensten die bij het betreffende scenario passen.

Tot slot zijn aan het einde van elk scenario bouwstenen weergegeven uit de serious game die is ontwikkeld. Bij elk scenario staat een overzicht van de bouwstenen die het beste passen bij de betreffende verhaallijn. Een uitgebreidere beschrijving van de serious game vindt u in hoofdstuk 4.3.

Samenvatting van de scenario's

Scenario A: Less is beautiful

Nadruk op informatietechnologie en data-analyse – Strijd om grondstoffen: internationale spanningen tussen grotendeels zelfvoorzienende regio's – Sterke rol regionale overheden en civil society – Gedragsverandering leidt tot consuminderen – Duurzaamheid, solidariteit en kwaliteit van leven voorop

3D-printen • Big data • Blockchain • Bioraffinage • Autonoom vervoer



Scenario B: Big government

Nadruk op communicatietechnologie; virtueel samenwerken – Internationalisering en sterke internationale instituties die monitoren en reguleren – Rechtvaardige verdeling van de welvaart leidt tot een sterke staat en weinig individuele vrijheid – Mondiale duurzaamheid, internationale rechtvaardigheid en belang toekomstige generaties staan voorop

Digital Twins • Internet of Things (IoT) • Nanobots • Mixed reality • Hologramtechnologie • Robotica



Scenario C: Survival of the most efficient

Biotechnologie, gentechnologie en kwantumcomputing zijn nieuwe GPT – Strijd om grondstoffen: internationale spanningen tussen grotendeels zelfvoorzienende regio's – Schaarste dwingt tot hightech oplossingen en nieuwe toepassingen om de omgeving te manipuleren – Techno-optimisme, zelfvoorziening en veiligheid staan voorop

Biotechnologie • Gentechnologie • Metamaterialen • Quantum computing • Geo-engineering • 4D printen • Bio-printers



Scenario D: I am technology

Neurotechnologie als nieuwe GPT – Internationalisering en multi-nationals hebben veel macht – Productie wordt sterk geautomatiseerd en mensen kiezen voor human enhancement om mee te blijven doen – Techno-optimisme, marktwerking en individualisering zijn belangrijk

Human enhancement • Brain-machine interfaces • Kunstmatige intelligentie • Nanomist (utlity fog) • Braininternet



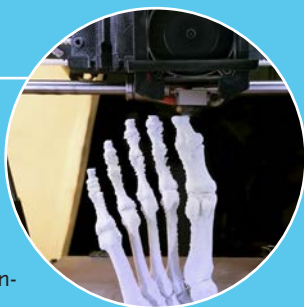


2.1 SCENARIO A: 2050 – LESS IS BEAUTIFUL

Nadruk op informatietechnologie en data-analyse – Strijd om grondstoffen: internationale spanningen tussen grotendeels zelfvoorzienende regio's – Sterke rol regionale overheden en civil society – Gedragsverandering leidt tot consuminderen – Duurzaamheid, solidariteit en kwaliteit van leven voorop

3D-printen • Big data • Blockchain • Bioraffinage • Autonoom vervoer

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.



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.



Bioraffinage is het proces waarbij biomassa wordt omgezet in brandstof, elektriciteit, warmte en chemicaliën en dat kan helpen een samenleving zonder afval te realiseren. Door industriële afvalstromen om te zetten in chemicaliën en brandstoffen wordt verspilling en vervuiling tegengegaan.



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



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 & Dees, 2018).



Toenemende grondstoffenschaarste heeft geleid tot een gefragmenteerde wereld en een hang naar vroeger zorgde voor een grootschalige gedragsverandering: Hechte gemeenschappen maken gebruik van informatietechnologie, 3D-printen, big data, blockchain, bioraffinage en autonoom vervoer om zoveel mogelijk zelfvoorzienend te zijn. In dit scenario staat de manier waarop consumenten keuzes maken centraal: Er wordt zuinig omgegaan met grondstoffen; kwaliteit van leven en solidariteit is belangrijker geworden dan economische groei en materiële bezittingen.

Drijvende krachten

Door toegenomen welvaart in opkomende economieën en door stijgende grondstofprijzen is een sterke concurrentie om grondstoffen ontstaan. Dit heeft geleid tot een gesloten economie en weinig internationale handel en samenwerking. Grondstoffen zijn schaars en duur en er ontstaan regelmatig tekorten aan water en voedsel. Er is steeds meer weerstand onder de bevolking tegen globalisering, en tegen de macht van multinationals die groei van winst belangrijker vinden dan mens en milieu. Na een periode van maatschappelijke onrust hebben mensen een pas op de plaats gemaakt en zijn kwaliteit van leven en solidariteit belangrijker gaan vinden. Door de vastgelopen economie en de hang naar duurzaamheid ontstaat een sterke focus op de eigen omgeving. De samenwerking binnen de EU is sterk. In dit scenario zijn mensen terughoudend ten opzichte van nieuwe technologie en innovatie gebeurt incrementeel. ICT is nog altijd de dominante General Purpose Technology. Er wordt vooral veel geïnvesteerd in toepassingen op het gebied van informatietechnologie zoals big data en machine learning. Strengere milieubelastingen in de EU, consumenten die meer voorkeur kregen voor duurzaamheid en het duurder worden van traditionele productietechnieken hebben ertoe geleid dat er grote sprongen zijn gemaakt met de transitie naar een circulaire economie. Er is sterk ingezet op het realiseren van lokale productieketens, re-use en recycling. De opkomst van de 3D-printer was hiervoor doorslaggevend.

Onrust en economische onveiligheid

Opkomende economieën hebben geleid tot een stijgende vraag naar de wereldwijde voorraad natuurlijke hulpbronnen in de eerste decennia van de 21^e eeuw. De prijzen van natuurlijke hulpbronnen en energie stegen, waardoor internationale spanningen ontstonden tussen landen die rijk zijn aan natuurlijke hulpbronnen en landen die arm zijn aan natuurlijke hulpbronnen. Mede als gevolg van globalisering, de recente economische crisis en terroristische aanslagen in Europa kregen steeds meer Nederlanders, met name lager opgeleiden en ouderen, het gevoel dat hun economische en fysieke veiligheid onder druk stond. Dit leidde tot de opkomst van nationalistische sentimenten en soevereïnisme, en zette grote druk op het draagvlak

- Advertentie -

Cursus **trash engineering**

U wilt leren hoe u uw
afgedankte producten en
verpakkingsmateriaal
omtovert tot geweldige
nieuwe producten en
materialen?

Aanstaande vrijdag start de cursus

trash engineering

voor beginners.

Neem uw eigen
vuilniszak mee!



voor economische solidariteitsbeginselen zoals een belastingstelsel gericht op inkomensnivellering. Hierdoor werden de gevoelens van economische onveiligheid bij bepaalde bevolkingsgroepen nog verder versterkt.

Kringlopen sluiten

Daar kwam bij dat de gevolgen van klimaatverandering in de jaren '20 en '30 van de 21e eeuw duidelijk merkbaar werden. In Nederland kregen we steeds extremer weer en de zeespiegel bleek sneller te stijgen dan we dachten. Er waren tijdens hete zomers en strenge winters regelmatig grote problemen met infrastructuur en andere voorzieningen. Tekorten aan drinkwater, stroomstoringen en een aantal overstromingen in grote steden hadden dusdanig grote effecten dat burgers en politici besloten dat het roer om moest. Er ontstond een sterke hang naar vroeger, toen mensen zuinig waren op hun spullen en er geen verspilling was. Deze nostalgie versterkte het streven naar zelfvoorziening, duurzaamheid en het sluiten van kringlopen.

Technologie om gedragsverandering te realiseren

In dit scenario is weinig behoefte aan radicale nieuwe technologieën, mensen prefereren gedragsverandering om problemen op te lossen. De technologische innovaties die wel plaatsvinden hebben betrekking op de autarkie van regio's, met name het slim omgaan met grondstoffen en afval. Informatietechnologie helpt hierbij: big data en *machine learning* geven individuen en gemeenschappen inzicht in hun consumptiegedrag en in hoe zij zo duurzaam mogelijk kunnen leven. Bio- en nanotechnologie staan nog in de kinderschoenen.

Circulaire en lokale handel

In deze circulaire economie wordt lokaal geproduceerd voor de lokale markt. Bedrijven leveren zoveel mogelijk maatwerk. 3D-printen bleek het antwoord op veel problemen: deze efficiënte productiemethode helpt de druk op ecosystemen verlichten: er is minder restmateriaal dan bij huidige productiemethoden, het verbruikt minder energie en er is minder transport nodig omdat productie meer lokaal plaatsvindt. Dankzij toepassingen van 3D-printen kunnen bedrijven veel variëteiten produceren, afgestemd op lokale wensen. Dit past goed in een wereld waarin men zeer kritisch is op globalisering en meer gericht is op de eigen directe leefomgeving en regionale en nationale identiteiten.

De mondiale goederenstroom is door de opkomst van 3D-printen, de afgenomen vraag naar (nieuwe) producten en het realiseren van lokale retourstromen, drastisch



Wearable community eco-trackers

U wilt natuurlijk weten wat de ecologische voetafdruk is van uw wijk, maar hebt wellicht geen tijd om alle datasets te integreren en analyseren. Met onze community eco-trackers kunt u realtime aflezen wat de ecologische voetafdruk van uw wijk is op elk moment van de dag. Bewoners kunnen kiezen voor een tracker in de vorm van een horloge, oorbel, armband, ketting of bandana. De impact van alle activiteiten op water, lucht en bodem worden realtime verzameld en zijn direct online inzichtelijk.

verminderd ten opzichte van 2020. Dat bepaalde goederen, zoals exotische vruchten, niet meer (continu) beschikbaar zijn en we niet langer elk jaar een nieuwe telefoon kopen hebben we geaccepteerd. Productieketens worden op zo laag mogelijk schaalniveau gesloten. De angst voor tekorten aan energie, voedsel en water hebben ertoe geleid dat steeds meer Nederlanders zelfvoorzienende systemen op het niveau van woningen, wijken of steden hebben gerealiseerd, waardoor ze minder afhankelijk zijn geworden van centrale levering of import.

Consuminderen en toegang in plaats van bezit

De prijzen van producten zijn de laatste twee decennia gedaald, omdat door efficiëntere productiemethode de kostprijs daalde en omdat de vraag afnam. Goederen gaan bovendien langer mee en hoeven dus niet snel vervangen te worden. Lokaal zijn allerlei nieuwe markten ontstaan voor kleinschalige productie (maakindustrie en ambachten bloeien op), landbouw, *refurbishment*, recycling, etc. De vraag naar energie en grondstoffen is ook flink gedaald. Mensen kweken anno 2050 zoveel mogelijk hun eigen groenten, leggen hun eigen windmolenparkje en buurtbatterij aan en delen producten en capaciteiten in hun gemeenschap. In veel keukens is de magnetron vervangen door de 3D-voedselprinter. In veel wijken worden buurt-voedselprinters gedeeld. Veel mensen volgen met behulp van slimme apps een gepersonaliseerd dieet, dat is toegesneden op hun leeftijd en leefstijl. Verticale stadlandbouw

is cruciaal voor de voedselvoorziening van steden. Met name zuivel en vlees zijn zo duur geworden dat er in 2050 veel meer vleesvervangers en alternatieve zuivelproducten worden gebruikt. De supermarkten liggen vol met insecten, soja- en zeewierproducten. (Erasmus Universiteit Rotterdam, 2018)

Productie op maat

3D-printers hebben het bedrijfsleven volledig op de kop gezet. 3D-printen wordt al lang niet meer alleen ingezet voor het maken van prototypes, maar voor allerlei toepassingen en heeft het hele productielandschap getransformeerd. Productieprocessen zijn versneld doordat objecten in kleinere aantallen gemaakt kunnen worden, zonder de noodzaak om een machine steeds opnieuw in te stellen of om een mal te laten maken. Voor onderdelen van productieprocessen die arbeidsintensief zijn, zoals tijdrovende assemblage- en secundaire bewerkingsprocessen, heeft 3D-printen menselijke arbeid vervangen.

Voor bedrijven is het belangrijk dat ze herkenbaar en betrouwbaar zijn. Ze zijn sterk afhankelijk van de regionale afzetmarkt, omdat globalisering en de wereldhandel sterk zijn afgenomen in dit scenario. Consumenten blijven graag trouw aan een merk, vooral als er ook goede service (advies, onderhoud en reparatie) wordt geleverd. Bedrijven hanteren verdienmodellen waarin wordt betaald voor gebruik in plaats van voor bezit. Hierdoor wordt een langere levensduur van producten ook een voordeel voor producenten.

– Vacature –



Data-analistmonitor

Wij geloven in de kracht van data en willen ervoor zorgen dat data gebruikt wordt zoals die bedoeld is: objectief. Wij zoeken experts op het gebied van data en antropologie die onze data-analisten monitoren en voorkomen dat er ongefundeerde conclusies worden getrokken uit de grote datasets die wij inwinnen in onze regio. Ook zorg je ervoor dat alle data anoniem verwerkt wordt. Je hebt een achtergrond op het gebied van data-analyse, antropologie en ethiek.

Cascades voor biomassa

Voor voedselkringlopen is ingezet op stadslandbouw en voor energie op duurzame, lokale energienetwerken. Het organisch 'afval' van huishoudens en bedrijven is een waardevolle bron van grondstoffen, zoals fosfaat en andere nutriënten. In nieuwbouwwijken wordt 'nieuwe sanitatie' toegepast: dankzij onder meer vacuümtoiletten kunnen de grondstoffen en energie in ons organisch afval efficiënt worden teruggevoerd, binnen de wijk. Er gelden strenge eisen voor het gebruik van biomassa. Een 'cascade' voor biomassa bepaalt de voorkeursvolgorde van toepassingen. Behoud van bodemvruchtbaarheid en de productie van voedsel en medicijnen staan bovenaan in de cascade. Verbranding staat onderaan. Bij grootschalige verbranding van biomassa aan het einde van de cascade, is de afvang van CO₂ verplicht. Deze wordt opgeslagen onder de zeebodem. (Wouters, 2018)

Duurzaam en zo comfortabel mogelijk

Doordat de ecologische grenzen van de aarde bijna waren bereikt hebben mensen hun consumptiepatronen moeten veranderen. Mensen zijn minder gaan verbruiken en verspillen. In Europa en in Nederland was een groot deel van de welvaart gebaseerd op het vrije verkeer van personen, goederen en diensten. Nu de wereld-economie uiteengevallen is in handelsblokken en er protectionistische maatregelen van kracht zijn, is de economische groei afgenomen. Dit wordt geaccepteerd omdat

– Vacature –



Personal privacy advisor

Steeds meer mensen komen tot het inzicht dat hun persoonlijke data kostbaar is en beschermd moet worden. Onze personal privacy advisors helpen cliënten om hun privacy terug te krijgen en te bewaren. Elke maand voeren we uitgebreide scans uit waarin we zoeken naar datalekken en privacy-gevoelige informatie. Op basis van deze scans voer je als advisor persoonlijke gesprekken met de cliënten en adviseer je ze op het gebied van digitale privacy als het gaat om software, media, online accounts maar ook offline-privacy gerelateerd aan woning, mobiliteit en zichtbaarheid in de openbare ruimten.

mensen kwaliteit van leven en een duurzame (lokale) samenleving belangrijker vinden dan economische groei en materiële welvaart. Hierdoor is, in combinatie met de individualisering en behoefte aan maatwerk, ook een grote vraag ontstaan naar producten en diensten die onze ecologische voetafdruk verkleinen, terwijl we toch comfortabel kunnen leven. Dat laatste was vooral belangrijk voor de grote groep babyboomers – die opgroeide in een consumptiemaatschappij en het moeilijk vond om op hun oude dag aan luxe te moeten inleveren. Er is dus veel vraag naar allerlei producten en diensten die een duurzaam leven comfortabel maken. Denk bijvoorbeeld aan slimme woningen, slimme kleding of slimme lifestyle coaches. Maar mensen willen wel zelf de controle houden en er wordt voor gewaakt dat apparaten en computers te veel beslissingen voor hen gaan nemen.

Gemeenschapsmunten en blockchain

Mensen hebben een sterke binding met de buurt of stad waarin ze leven en zorgen voor elkaar. In veel steden en wijken wordt, naast de Euro, betaald met gemeenschapsmunten. Dit soort lokale munten versterken regionale economieën en sociale verbanden en geven mensen een gevoel van controle. Blockchain wordt gebruikt om *peer-to-peer* handel makkelijk te maken en is ook een belangrijke basis voor lokale *sharing economies* waarbij energiezuinige of dure apparaten gedeeld kunnen worden. Veel lokale en nationale overheden maken gebruik van blockchaintechnologie voor publieke diensten, zoals betalingen voor zorg en sociale zekerheid waardoor de bureaucratie sterk is verminderd ten opzichte van dertig jaar geleden. Door de inzet van blockchaintechnologie is er geen centraal orgaan of autoriteit nodig die de database beheert en dat maakt het erg populair.

– Vacature –

Generatie-mediator

Ons team van mediators breidt uit en is op zoek naar een mediator gespecialiseerd in conflicten tussen generaties. Ervaring met familieruzies, burenruzies en leeftijdsdiscriminatiezaken is een pré.



- Advertentie -

DIGITAL
DETOX



Autonom vervoer voor transport

Transportbewegingen zijn afgenomen ten opzicht van 2020, door de opkomst van 3D-printen en afnemende globalisering. Maar mensen willen zich toch graag verplaatsen voor ontspanning en vinden *face to face* contact waardevoller dan virtueel contact. Personenvervoer is dus nog wel relevant. Voor zowel goederenvervoer als personenvervoer is ingezet op autonome vlieg-, vaar-, en voertuigen. Deze zijn zuinig in gebruik omdat ze bijvoorbeeld beter anticiperen en efficiëntere routes plannen dan menselijke bestuurders. Naast de milieuwinst is een bijkomend voordeel dat er minder verkeersongelukken zijn, omdat ongelukken voor het grootste deel veroorzaakt worden door menselijke fouten.

Zorgen voor elkaar

In dit scenario zorgen mensen op regionaal schaalniveau voor elkaar. Omdat groeidenken minder centraal staat en kwaliteit van leven belangrijk is worden grote inkomensverschillen niet geaccepteerd. Er wordt in deze samenleving hard gewerkt om iedereen deel te laten nemen. Ook zien we allerlei nieuwe woonvormen die erop ingericht zijn om voor elkaar te zorgen en te delen, zoals kangoeroewoningen en meergeneratie-woningen.





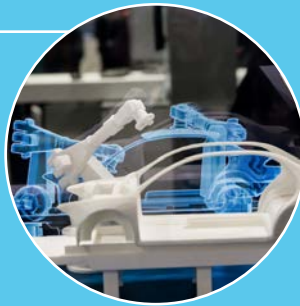


2.2 SCENARIO B: 2050 – BIG GOVERNMENT

Nadruk op communicatietechnologie; virtuele samenwerking –
Internationalisering en sterke internationale instituties die monitoren en reguleren –
Rechtvaardige verdeling van de welvaart leidt tot een sterke staat en weinig individuele vrijheid –
Mondiale duurzaamheid, rechtvaardigheid en belang toekomstige generaties staan voorop

Digital Twins • Internet of Things (IoT) • Nanobots • Mixed reality
• Hologramtechnologie • Robotica

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)*.



Robotica Een robot is een fysiek belichaamde, kunstmatig intelligente actor.

Oftewel, een machine die zijn omgeving waarneemt en aan de hand van die waarneeming zelfstandig handelt (Simon, 2017).



Een **microrobot** is een zeer kleine robot die is gebouwd om specifieke taken uit te voeren. Microrobots zijn meestal zichtbaar voor het menselijk oog i.t.t. **nanobots** (Techopedia, n.d.).

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



Mixed reality (MR) beschrijft het spectrum van realiteitstechnologieën 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.



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

In dit scenario heeft globalisering doorgezet en sturen sterke internationale instituties op mondiale duurzaamheid, rechtvaardigheid en het belang van toekomstige generaties. Door geavanceerde communicatiemiddelen, gebaseerd op technologische ontwikkelingen zoals mixed reality, het internet of things en hologramtechnologie, gaan we ons steeds minder verplaatsen en werken we virtueel samen in teams van over de hele wereld. De supranationale organisaties zetten sterk in op monitoring en regulering en dwingen ons onze ecologische voetafdruk fors te verkleinen. In dit scenario is het herverdelen van welvaart centraal komen te staan, waarbij duurzaamheid en rechtvaardigheid dominante waarden zijn.

Drijvende krachten

De dreiging en de gevolgen van klimaatverandering, cyber- en bioterrorisme, natuurrampen en een wereldwijde voedselcrisis hebben de afgelopen decennia het publieke debat gedomineerd. Daar kwam bij dat snelle technologische ontwikkelingen onze afhankelijkheid vergrootten van landen met toegang tot de benodigde grondstoffen voor bepaalde technologische toepassingen, zoals China, Rusland en De Republiek Congo. De toenemende complexiteit van infrastructuren voor energievoorziening, vervoer en betaalverkeer maakte ons kwetsbaar voor cyberterrorisme en weerextremen. Mensen hadden geen vertrouwen meer in het bedrijfsleven en nationale regeringen om grootschalige grensoverschrijdende problemen op te lossen. Als gevolg daarvan is vrijwel alle bestuurlijke macht overgeheveld naar supranationale organisaties (zoals EU, VN, WEF). Er wordt gewerkt aan het realiseren van een wereldregering. De supranationale instituties hebben gezorgd voor een politiek stabiel klimaat en reguleren de handel en toegang tot grondstoffen.

Een nieuwe generatie

Een nieuwe generatie heeft de materialistische levensstijl van de tweede helft van de 20^e eeuw achter zich weten te laten. Dit heeft geleid tot een belangrijke gedrags- en cultuurverandering. Mondiale duurzaamheid staat bovenaan ieders agenda. Andere belangrijke waarden in dit scenario zijn internationale rechtvaardigheid en een betere wereld voor toekomstige generaties. Mensen hebben veel persoonlijke vrijheden en luxe opgegeven voor een betere wereld. Overheidsinstanties controleren streng of iedereen zich voldoende inspant om zijn of haar ecologische voetafdruk te minimaliseren. Er wordt gestreefd naar een mondiale circulaire economie en het sluiten van de wereldwijde grondstoffenkringloop.

Er zijn geen grote nieuwe doorbraak-technologieën opgekomen en ICT is nog steeds de dominante General Purpose Technology. De focus van investeringen en innovatie

Vuilstortmijners



Ben jij handig met het aansturen van zowel microbots als macrobots? Wil jij bijdragen aan het terugwinnen van grondstoffen en het saneren van vervuilde bodems op de meest vervuilde plekken ter wereld? WasteWanted.inc is het grootste internationale vuilstort mijnbedrijf ter wereld. Onze mijners hebben een hands-on mentaliteit, weten welke grondstoffen goud waard zijn, en zijn zorgvuldig en zorgzaam als het aankomt op bodemsanering. Met behulp van de nieuwste technologie kun je vanuit je eigen huis onze micro- en macrobots aansturen die op verschillende plekken ter wereld mijnen en saneren. Je bent uiteraard 24/7 beschikbaar in geval van calamiteiten.

ligt op communicatietechnologie. Virtuele communicatie is niet meer te onderscheiden van face-to-face-contact en dat heeft, samen met het toegenomen belang van duurzaamheid, ertoe geleid dat we ons minder zijn gaan verplaatsen en makkelijk op afstand werken. Mensen werken vanuit huis samen in virtuele teams van over de hele wereld.

Robots

Robots zijn een belangrijk onderdeel geworden van ons dagelijks leven: al in de eerste decennia van de 21^e eeuw werd ingezet op het ontwikkelen van sociale robots als reactie op personeelstekorten in het onderwijs, de zorg, ICT en transport. Langzaam maar zeker gingen steeds meer mensen ook robots in huis nemen, eerst vooral voor huishoudelijke taken, later ook om op kinderen en ouderen te passen. Er was simpelweg geen geld om dit soort taken nog door mensen te laten doen. Overheden zijn

zo sterk gericht op dringende problemen aangaande het klimaat, voedsel- en waterschaarste en het sluiten van grondstofkringlopen dat er geen middelen overblijven voor sociale voorzieningen. Op veel plaatsen zijn robots niet meer weg te denken uit het straatbeeld. Of het nou gaat om de ‘humanoïde’ oppassers en verplegers die kinderen en bejaarden vergezellen of om zwermen nanobots uitgerust met sensoren die 24/7 publieke ruimten monitoren en luchtkwaliteit meten. Robots in allerlei vormen worden ingezet voor informatievoorziening, toezicht, bewaking, bescherming, reddingsacties of zelfs arrestaties. Omdat robots emoties bij mensen kunnen herkennen en zelf emoties kunnen uitdrukken rijst zelfs de vraag of robots ‘vrij’ moeten zijn en mensenrechten moeten krijgen.

Supranationale instituties dwingen duurzaamheid af

Langzamerhand is men gaan inzien dat het eigenbelang altijd in de weg zal staan van het groter belang. Met andere woorden: mensen zullen niet uit zichzelf gaan consumeren, klimaatneutraal gaan leven of een gezonde leefstijl naleven. Daarvoor waren externe *nudging*-instrumenten onmisbaar en internationale instituties zijn de benodigde gedragsverandering gaan afdwingen. Vanwege de noodzaak om zuinig te zijn met grondstoffen en hulpbronnen is het noodzakelijk om zoveel mogelijk zelfvoorzienend te zijn. Dit geldt zowel voor regio's als voor huishoudens.

Virtuele communicatie maakt fysiek contact overbodig

Elektrificatie van automobiliteit is contraproductief voor het milieu en de CO₂-uitstoot gebleken en door het uitblijven van klimaatneutrale alternatieven is men zich steeds minder gaan verplaatsen. De afgelopen decennia is veel geïnvesteerd in (virtuele) communicatietechnologie zoals zeer realistische hologramtechnologie of de mogelijkheid om een persoonlijke avatar op afstand te besturen. Zo'n avatar staat bijvoorbeeld ‘gestald’ op de werkplek (een kantoor, winkel of fabrieksvloer) en gaat aan op het moment dat iemand inlogt. Doordat communicatie nu veelal virtueel plaatsvindt is het niet langer nodig om economische activiteiten te clusteren of om dichtbij je werk te wonen. In Nederland ontstaat een veel gelijkmatigere spreiding van mensen en economische activiteiten: mensen kiezen voor meer ruimte en een aantrekkelijke leefomgeving met relevante voorzieningen in de buurt. De huizen worden groter, woningen en hun directe omgeving worden ingericht op zelfvoorzienendheid en een zo klein mogelijke ecologische voetafdruk. In en rondom woningen zijn allerlei slimme apparaten en robots actief om mensen zoveel mogelijk taken uit handen te nemen en om beslissingen aangaande een duurzame leefstijl voor ze te nemen.

- Advertentie -

**Extra CO₂-punten
te koop**

Volledig legaal!

**Meer informatie
op onze website:**

co2-punten-kopen.org



Controle en regulatie

In dit scenario wordt technologische innovatie geaccepteerd, maar alle gevolgen van nieuwe toepassingen moeten goed onderzocht worden voordat ze op grote schaal verspreid mogen worden. Er is een sterk geloof dat duurzaamheid en een eerlijke samenleving alleen gerealiseerd kunnen worden met intensieve controle en regulatie. Ontwikkelingen zoals big data, het internet of things, machine learning en robotica helpen hierbij. Data en netwerken zijn in handen van de supranationale overheden. Op de geglobaliseerde wereldmarkt is sprake van sterke concurrentie. Bedrijven richten hun innovatieactiviteiten vooral op directe toepassing en incrementele innovatie. Als gevolg hiervan blijven radicaal nieuwe technologieën op de plank liggen. Waar wel veel vraag naar is, zijn toepassingen van technologie op het gebied van veiligheid: nanotechnologie heeft een betere monitoring en surveillance mogelijk gemaakt, doordat het sensoren kleiner, efficiënter en zelfs onzichtbaar maakte. Nanobots worden ingezet om bommen te deactiveren of om op gevaarlijke plekken (na een aanslag of natuurramp) in te kunnen grijpen. Nano-gestructureerde filters en slimme nanomaterialen worden ingezet om water te zuiveren of besmetting te detecteren. In de landbouw volgen nanosensoren de groei van gewassen en detecteren ze ziektes. Hierdoor kan landbouw milieuvriendelijker worden bedreven en worden opbrengsten verhoogd.

Meer macht voor supranationale instituties

De Nederlandse welvaart zoals die in de 20e en 21e eeuw verworven is, ging ten koste van welvaart elders in de wereld en ook van toekomstige generaties. Nederland teerde in op natuurlijke hulpbronnen en voerde veel grondstoffen in. Het legde daarvoor een groot beslag op het natuurlijk kapitaal van andere landen en dat van toekomstige generaties. (CBS, 2018a). Hetzelfde gold voor de meeste westerse economieën. Naarmate de 21^e eeuw voortschreed, werd er meer belang gehecht aan de rechten van toekomstige generaties, en aan duurzaamheid en internationale rechtvaardigheid. Sterke internationale instituties hebben veel politieke en economische macht gekregen en reguleren de toegang tot schaarse grondstoffen. Men vertrouwt erop dat supranationale instituties grensoverschrijdende en generatie-overstijgende problematiek op zullen lossen en de politieke stabiliteit bewaren. Belangrijke instrumenten voor de internationale instituties zijn het beschikbaar stellen van geld voor onderzoek en innovaties die bijdragen aan het oplossen van grootschalige problematiek (de *grand challenges* en de *sustainable development goals*). Een ander belangrijk instrument is strenge wet- en regelgeving en handhaving.

CYBORG UPCYCLER: OORLOGSMACHINES OMBOUWEN TOT SUPERVERZORGERS



Wij geven afgedankte cyborgs uit de defensie-industrie een tweede leven door ze te upcyclen naar persoonlijke superverzorgers. Veel van onze klanten die continu zorg behoeven prefereren een mensachtige aanwezigheid boven een volautomatisch huis met ambient smart technology. De cyborgs die defensie niet meer nodig heeft kunnen wij hier met minimale bewerking voor inzetten. Als upcycler voorzie je de cyborgs van nieuwe software en algoritmes en bewerk je hun organisch materiaal zodat ze een vriendelijker voorkomen krijgen.

Milieu degradatie, waterschaarste en tekorten aan grondstoffen of beschikbare vruchtbare grond hebben tussen 2020 en 2030 tot voedseltekorten en volatiele voedselprijzen geleid. Dit bracht een wereldwijde vraag naar de Nederlandse kennis over landbouw, voedsel en watermanagement teweeg. Omdat Nederland tijdig inzette op circulair ondernemen zijn sectoren die gevoelig waren voor de aanvoer van of grote prijsschommelingen in de prijs van grondstoffen (zoals biomassa, zeldzame aardmetalen en kunststof) robuust gebleken en is Nederland op het gebied van circulair ondernemen wereldwijd koploper geworden. Sterke regulering, zuiniger omgaan met grondstoffen en het feit dat mensen meer virtueel communiceren en zich minder verplaatsen zijn belangrijke succesfactoren gebleken voor het realiseren van een circulaire economie.

Internationale grondstof-rotondes

De inrichting van productieprocessen staat in het teken van het reduceren van grondstoffengebruik en energiegebruik. De initiële vraag naar producten neemt af doordat producten langer meegaan en hergebruikt worden. Ook door 'virtualisering' en afnemende mobiliteit daalt de vraag naar grondstoffen. Het personenvervoer is afgenomen maar goederenvervoer vindt nog wel plaats. Er ontstaan mondiale

Junior holocoaches



Onze kinderen zijn de toekomst en u wilt natuurlijk het beste voor hen. De beste begeleiding en aandacht en een veilige omgeving om te leren en spelen. Helaas heeft bijna niemand de luxe om elke dag zijn kind zelf hierin te kunnen begeleiden en onderwijsbots en leraren hebben misschien niet dezelfde waarden als uzelf. Daarom helpen wij u bij het programmeren van een holocoach op maat. U kiest zelf

vanuit welke psychologische, pedagogische en filosofische of religieuze waarden de holocoach uw kind begeleidt. De holocoach is dag en nacht beschikbaar voor uw kind om tegen te praten of als speelmaatje. Onze holocoaches kunnen verschillende vormen aannemen: variërend van mythische dieren tot superhelden. Twijfel niet langer en geef uw kind het beste wat technologie te bieden heeft.

productiecentra en internationale grondstof-rotondes waar grote hoeveelheden reststromen bij elkaar komen en worden hergebruikt. De hernieuwde producten worden wereldwijd gedistribueerd. Deze nieuwe manier van produceren en omgaan met grondstoffen is zeer arbeidsintensief en geeft een *boost* aan de werkgelegenheid en de robot-industrie. In dit scenario wordt gewerkt met een zo nauwkeurig mogelijk *true cost*-prijssysteem, wat mogelijk wordt gemaakt door big data, het IoT en digital twins. Een *true cost*-prijssysteem neemt de kosten voor milieu- en gezondheidsschade op in de prijs van producten. Door internationale instituties en producenten



Community safekeeper

Voor onze gated community in arcologie 416 zijn wij op zoek naar een community safekeeper. Je bent verantwoordelijk voor de leefbaarheid en veiligheid van onze community van zo'n 3000 gezinnen. Je bewaakt de kwaliteit van het lokaal geproduceerde voedsel, het drinkwater en de lucht. Je weet op elk moment wie er binnen de community gates zijn en met welke reden. Je maakt hiervoor gebruik van de nieuwste hard- en software op het gebied van big data, internet of things en sensortechnologie. Je zorgt dat alle digitale en fysieke infrastructuur continu in de beste staat verkeren en weet welke nanorobots je moet inzetten voor reparaties of calamiteiten. Je bent ook het aanspreekpunt voor de bewoners die traditioneel willen communiceren (met een mens).

wordt continu de afweging gemaakt op welke locatie de productiekosten worden geminimaliseerd en hoe er zo min mogelijk beslag wordt gelegd op ecosysteemdiensten. Het gaat dus niet alleen over financiële kosten, maar ook om externaliteiten zoals milieuvervuiling tijdens productie en transport.

Repairing, refurbishing, remanufacturing, repurposing en recycling zijn interessante economische activiteiten waaraan veel geld te verdienen is. Een andere zeer winstgevende activiteit is *urban mining*: het terugwinnen van kostbare materialen uit elektrische en elektronische apparatuur die op grote schaal afgedankt wordt. Blockchain-technologie helpt bij het beheren van productieketens en om een duurzame of ethische oorsprong van producten te controleren. Het wordt ingezet om de herkomst van bepaalde grondstoffen te bepalen. Het wordt ook succesvol ingezet voor resource pricing

door middel van een *cap and trade*-systeem³. Ook is het *cap and trade*-systeem een onmisbare technologie voor de invoering van complementaire valutastelsels die een stimulans zijn voor duurzaam gedrag. Zoals het SolarCoin-systeem dat de productie van zonne-energie belooft (De Mul, 2016).

Outcome as a service

De grenzen tussen technologiebedrijven en andere soorten bedrijven zijn vervaagd doordat fabrikanten van machines de afgelopen decennia hebben ingezet op nieuwe bedrijfsmodellen, zoals het gebruiken van IoT-koppelingen en -gegevens om hun producten als een dienst aan te bieden. In bijna alle sectoren geldt dat het verdienmodel is verschoven van het leveren van producten naar het leveren van resultaten, ook wel *outcome as a service* (OaaS) genoemd. Denk bijvoorbeeld aan een bedrijf in airconditioning dat niet langer apparaten verkoopt, maar met behulp van sensoren en gebruiksanalyses via het IoT nu doelstellingen verkoopt voor energieverbruik en temperatuur in gebouwen. Krachtige voorspellende, predictieve analyses en geavanceerdere algoritmen hebben geleid tot betere besluitvorming, klantbetrokkenheid, geoptimaliseerd resourcebeheer en planning.

Virtueel

Bedrijven veranderen in wereldwijde communicatienetwerken waarin virtuele verbindingen centraal staan. Mensen werken vanuit huis in virtuele teams met experts van over de hele wereld. Bedrijven streven ernaar de meest getalenteerde mensen in hun teams te betrekken. Mensen moeten wereldwijd communiceren om hun reputatie op de internationale arbeidsmarkt te vestigen en kunnen samenwerken met mensen van verschillende nationaliteiten om succesvol te zijn.

Naast de niet van echt te onderscheiden hologram-technologie en andere virtuele communicatietoepassingen zijn er ook andere vormen van mixed reality die in alle aspecten van het dagelijks leven zijn terug te vinden. Nadat de smartphone augmented reality (AR) toegankelijk heeft gemaakt voor het grote publiek met bekende toepassingen zoals Layar, Pokémon Go, Aurasma en Google SkyMap was de weg gebaad voor intensere toepassingen zoals AR via brillen en lenzen. Voor virtual reality (VR) bestaan vooral toepassingen op het gebied van communicatietechnologie, entertainment en educatie. AR heeft een enorme invloed op de interactie tussen mensen en hun fysieke omgeving: alle informatie in de openbare ruimte wordt

³ Een regelgevingsinstrument dat doorgaans bestaat uit de uitgifte van een beperkte hoeveelheid gebruiksrechten voor een bepaald middel en het instellen van een markt om die rechten te verhandelen (Erasmus Universiteit Rotterdam, 2018).

op maat aangeboden en AR-reclamecampagnes en -games zorgen voor onverwacht gedrag op bepaalde plekken, vergelijkbaar met de *flash mobs* aan het begin van de 21^e eeuw.

Grootschalige verstedelijking en digital twins

De supranationale instituties zetten in op big data-analyses, kunstmatige intelligentie (KI), en digital twins voor het oplossen van problemen op het gebied van klimaatverandering, natuurrampen, gezondheid, beschikbaarheid van water, voedsel, energie en grootschalige verstedelijking. Wereldwijd is ingezet op *smart city*-concepten waarbij het IoT zorgt voor het tegengaan van verkeerscongestie – bijvoorbeeld door het dynamisch aansturen van stoplichten en snel vinden van een parkeerplaats; het managen van afvalstromen door te melden wanneer een afvalcontainer geleegd moet worden; en het vroegtijdig signaleren van overstromingen. Het IoT en vergevorderde kunstmatige intelligentie maken dat veel steden kunnen werken met digital twins: zeer nauwkeurige digitale replica's die specifieke omgevingsfactoren zoals lokale wetgeving, fysiologische locatienmerken of mensen (digitale persona's) meenemen. Deze digital twins voor steden maken het mogelijk om beleidsplannen voor bijvoorbeeld milieuvriendelijke huisvesting, draadloze netwerkantennes, zonnepanelen en verkeersstromen, te simuleren en te controleren op potentiële problemen voordat ze fysiek worden geïmplementeerd. Dit verbetert de slagkracht van beleidsmakers en uitvoerders en draagt bij aan het vertrouwen dat in hen is gesteld in dit scenario.

Onjuiste verbanden?

Natuurlijk zijn er ook nadelen aan het inzetten op big data en analyse. Vooral in de eerste twee decennia dat we de overgang maakten naar datagedreven oplossingen, waren er voorbeelden waarin gebruik van onjuiste verbanden of onjuiste gegevens tot schade, discriminatie en schending van privacy leidde. De voordelen waren echter belangrijker dan de nadelen en men wilde het kind niet met het badwater weggooien. Dus is het bezit van de data overgedragen aan de internationale instituties, zij waken er nu over dat data-analyses worden ingezet voor het publieke belang en wanneer er nadelige effecten op persoonlijk niveau optreden, moeten we dat accepteren als onvermijdbaar.

Minder beweegruimte en sociale controle

Veel huishoudens willen zelfvoorzienend zijn om hun ecologische voetafdruk te verkleinen. Technologische ontwikkelingen die hieraan bijdragen zijn bijvoorbeeld *smart homes*, 3D-printers en VR-vakanties. Omdat mondiale duurzaamheid en rechtvaardigheid als hoogste goed worden gezien geven mensen een deel van hun zelfbeschikking op. Er zijn strenge regels en richtlijnen om zo gezond en duurzaam mogelijk te leven. De overheid neemt het heft in handen en na decennialang geëxperimenteerd te hebben met keurmerken zoals ecologisch, biologisch, fair trade en FSC, zijn bepaalde producten zoals suiker, vlees, zuivel, reinigingsmiddelen en plastic nu simpelweg verboden of vervangen door duurzame en eerlijke alternatieven. In sommige steden wordt gewerkt met CO₂-quota voor huishoudens.

Omdat er continu ingewikkelde afwegingen moeten worden gemaakt over de meest duurzame manier van consumeren, wordt een groot deel van de dagelijkse beslissingen uit handen gegeven aan computers en apparaten. Daarbij houden ze rekening met gezondheid, comfort, en de welvaart en het welzijn van mensen elders ter wereld en van latere generaties. *Wearable technology* houdt bij wat je ecologische voetafdruk is. Sociale media maken voor iedereen inzichtelijk wat iemands ecologische voetafdruk is, dus de *peer pressure* om 'te doen wat juist is' is groot. Het IoT maakt het ook makkelijker om een oogje in het zeil te houden bij kwetsbare groepen. Bijvoorbeeld door in de gaten te houden wat het water- en energieverbruik is bij ouderen.

Groepsbelang boven eigenbelang

Het belang van de groep en het realiseren van een betere wereld voor toekomstige generaties is belangrijker dan het eigenbelang. Er is dan ook veel vertrouwen dat instituties weten wat het beste is voor iedereen op de langere termijn en dit zullen realiseren. Slimme data-analyses en simulaties helpen inzicht hierin te verkrijgen. De prioriteiten van overheden liggen bij klimaatverandering, duurzaamheid en internationale rechtvaardigheid. Aan sociale en economische zekerheid wordt minder aandacht besteed.

Volledig gratis onderwijs
Niemand hoeft nog collegegeld of schoolgeld te betalen voor onderwijs, ook niet als je al een opleiding hebt gevolgd of ouder bent dan 35.

Een supercomputer-adviseur voor openbaar bestuur
Bij complexe keuzes moet het advies van de supercomputer worden ingewonnen. Deze computer overweegt o.a. economische, sociale, ecologische en ethische aspecten.

Wetgeving om bedrijven zo duurzaam mogelijk te laten werken
Bedrijven krijgen boetes als blijkt dat ze niet de meest duurzame keuzes mogelijk maken voor nu en later.

Verplichte gezonde voeding
Je gezondheidsprofiel bepaalt welke voeding je mag consumeren. Je moet bijvoorbeeld een chip laten scannen voor je bepaalde producten mag aanschaffen.

True cost-prijssysteem
Kosten voor milieu- en gezondheidsschade van producten en diensten worden opgenomen in hun prijs. Dit helpt de negatieve effecten van productie en handel eerlijker te verdelen.

Invoer van tweekindpolitiek
Gezinnen mogen maximaal twee kinderen krijgen. Hiermee wordt minder druk gezet op natuurlijke grondstoffen en het sociale zorgstelsel.

Insecten als belangrijkste eiwitbron

Insecten als bron voor eiwitten in het dagelijkse dieet in plaats van zuivel en vlees. Dit verkleint de ecologische voetafdruk en is heel gezond.

Een basisinkomen voor iedereen

Een onvoorwaardelijk, gegarandeerd inkomen voor iedereen ouder dan 18 jaar. Een simpel sociaal systeem waardoor mensen o.a. meer gaan werken, meer vrijwilligerswerk doen en makkelijker mantelzorg kunnen verlenen.

Hologramtechnologie net zo realistisch als face-to-face-contact

Deze communicatietechnologie leidt ertoe dat we ons minder gaan verplaatsen. Dit bespaart tijd en zorgt voor minder druk op het milieu.

Gepersonaliseerde outdoor-reclame m.b.v. augmented reality

Door augmented reality krijgen mensen op hun telefoon of via lenzen of bril reclame op maat als zij buiten zijn. Fysieke reclame-uitingen in de openbare ruimte zoals etalages, reclameborden of uithangborden verdwijnen.

Virtual-reality-vakanties

Door middel van virtual reality kunnen mensen allerlei vakantiebestemmingen of activiteiten ervaren. Mensen gaan minder vaak en minder ver reizen.

Sterke supranationale instituties

Sterke supranationale instituties kunnen zorgen voor een stabiele geopolitieke situatie en internationale handel stimuleren.



2.3 SCENARIO C:

2050 – SURVIVAL OF THE MOST EFFICIENT

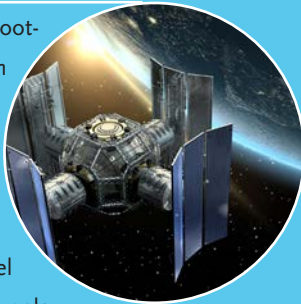
Biotechnologie, gentechnologie en kwantumcomputing zijn nieuwe General Purpose Technologiën

– Strijd om grondstoffen: internationale spanningen tussen grotendeels zelfvoorzienende regio's

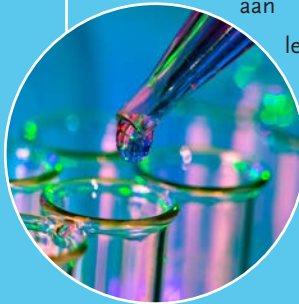
– Schaarste dwingt tot hightech oplossingen en nieuwe toepassingen om de omgeving te manipuleren – Techno-optimisme, zelfvoorzienendheid en veiligheid staan voorop

**Biotechnologie • Gentechnologie • Metamaterialen • Quantum computing •
Geo-engineering • 4D-printen • Bioprinters**

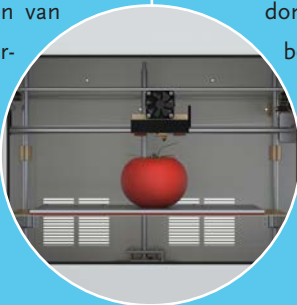
Geo-engineering is de bewuste groot-schalige manipulatie van de aarde en het milieu. Het wordt gezien als middel om de opwarming van de aarde door antropogene broeikasgasemissies te verminderen (Bellamy, 2015). Weersbeïnvloeding kan ook als doel hebben schadelijke omstandigheden zoals droogte, hagel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



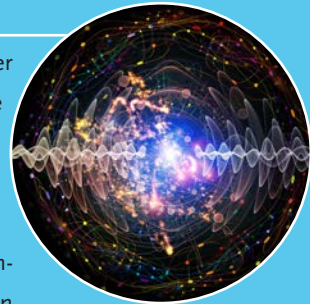
Biotechnologie omvat een breed scala aan technologieën die levende organismen of delen ervan gebruiken om uiteenlopende producten te maken (Lorenzo, 2018).



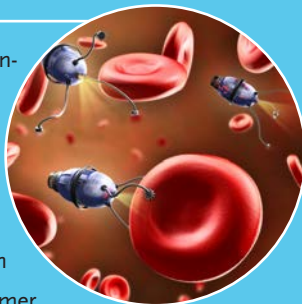
Bioprinters, of 3D-bioprinting, verwijst naar het printen van een of meerdere soorten levend weefsel, structuren of biomedische implantaten met behulp van 3D-printtechnologieën.



Kwantumtechnologie: 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.



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.).



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.

De strijd om schaarse grondstoffen heeft geleid tot internationale spanningen en een wereld van regionale handelsblokken. Sterk verstedelijkte, zelfvoorzienende regio's zetten in op hightech oplossingen als reactie op de grondstoffenschaarste. Door middel van biotechnologie, gentechologie en kwantumcomputing worden nieuwe materialen ontwikkeld en ecosystemen hersteld, waardoor de druk op het milieu flink vermindert. 4D-printers en bioprinters zijn beschikbaar gekomen voor de consumentenmarkt en maken dat wij dynamische producten kunnen maken en nieuwe, duurzame organismen kunnen ontwerpen. In dit scenario is grondstoffenschaarste de belangrijkste drijvende kracht en worden allerlei technologische ontwikkelingen ingezet om kringlopen te sluiten en alternatieve materialen, gewassen en dynamische producten te ontwikkelen.

Drijvende krachten

De groeiende wereldbevolking en welvaart hebben geleid tot een toenemende vraag naar zeldzame grondstoffen, wat weer heeft geleid tot internationale spanningen. Er ontstonden steeds meer conflicten over territorium, toegang tot grondstoffen en het beheersen van handelsroutes tussen Westerse en andere grootmachten, met name China en Rusland. De wereldwijde verdere opkomst van een hightech economie begin 21^e eeuw vergrootte de afhankelijkheid van landen met toegang tot zeldzame aardmetalen zoals China, Rusland en De Republiek Congo. Deze afhankelijkheid bracht nog meer geopolitieke spanningen mee en na een aantal handelsoorlogen tussen verschillende machtsblokken hebben veel landen protectionistische maatregelen genomen. Er is sprake van overwegend gesloten economieën en weinig internationale samenwerking. Sterke regionale handelsblokken opereren zoveel mogelijk zelfvoorzienend. De EU is uit elkaar gevallen en Nederland is nu lidstaat van de Noordwest-Europese Unie. Er wordt continu gezocht naar alternatieven voor zeldzame grondstoffen en daardoor nemen investeringen in bio-, gen- en nanotechnologie een vogelvlucht.

Regio's zetten technologie in om schaarste op te lossen

Schaarste en de druk op natuurlijke hulpbronnen zijn belangrijke drijvende krachten in dit scenario. In combinatie met ontwikkelingen op het gebied van ICT en kwantumcomputing maken biotechnologische ontwikkelingen het mogelijk antwoorden te vinden op grondstoffenschaarste in deze gefragmenteerde wereld. Regio's, met name grootstedelijke regio's, zijn grotendeels zelfvoorzienend en vormen dichte markten voor arbeid, goederen en diensten. Congestie en vervuiling zijn prioriteiten voor de grote megasteden en hier liggen kansen voor nieuwe technologische toepassingen. Ook het sluiten van kringlopen en hightech-oplossingen voor een circulaire economie hebben een hoge prioriteit. Ontwikkelingen op het gebied van nano- en

Ecosysteem-hersteller

Wij zijn op zoek naar een ecosysteem-hersteller. Je brengt in kaart welke flora en fauna cruciaal zijn voor het ecosysteem en de ecosystemendiensten waarop onze inwoners in regio 337 een beroep doen. Je zorgt ervoor dat bestaande flora en fauna niet uitsterven en dat uitgestorven soorten opnieuw geïntroduceerd worden in de omgeving. In regio 337 is het niet toegestaan klimaatbeïnvloeding toe te passen dus onze toekomstige ecosysteem-hersteller moet vooral kennis hebben van genetische modificatie en dit kunnen toepassen op flora en fauna. Je werkt nauw samen met onze nano-engineers die verantwoordelijk zijn voor de kwaliteit van bodem, water en lucht



biotechnologie in combinatie met kwantumtechnologie maken het mogelijk om alternatieven te realiseren voor schaarse grondstoffen en aardmetalen. Ook wordt geëxperimenteerd met het terugdraaien van vervuiling en degradatie van ecosystemen met behulp van geo-engineering.

Nieuwe natuur

Het programmeren van kunstmatige intelligentie en kunstmatig leven werd al sinds het begin van de 21e eeuw steeds meer bottom-up benaderd in die zin dat computers en robots zichzelf gingen ontwikkelen volgens biologische principes. Waren we in de 20e eeuw gericht op het beheersen van de bestaande natuur door de technische toepassing van wetmatigheden; in de 21e eeuw gaat het om de creatie van nieuwe natuur. We zijn in staat natuurlijke en kunstmatige bouwstenen te combineren tot zelforganiserende systemen en creëren 'machines' op moleculair niveau (nanotechnologie). Gezien de uitdagingen op het gebied van een groeiende wereldbevolking, klimaatverandering en het opraken van fossiele brandstoffen gaat er vooral veel aandacht naar toepassingen voor voedselproductie en de ontwikkeling

van biobrandstoffen. Met behulp van gentiche worden nieuwe voedselgewassen met hoge opbrengsten ontworpen en organismen die vervuilde omgevingen kunnen schoonmaken. Het ontwerpen van planten die zonlicht omzetten in energie en voedsel op een goedkope en milieuvriendelijke manier is een bijzonder lucratieve bezigheid. (Mul, 2016)

Gemodificeerde gewassen

Al sinds enkele decennia spannen grote multinationals zich in om eigendom en exclusieve controle te krijgen over biologische bronnen en producten. Na de vele protesten van milieuactiegroepen zijn in Europa door regelgeving deze processen zo duur geworden, dat alleen multinationals het kunnen betalen. Landbouwbedrijven zijn kwetsbaar voor de prijsschommelingen van de gemodificeerde en synthetische gewassen, terwijl de bestaande, traditionele gewassen verdrongen worden. Daarnaast zijn veel van de gemodificeerde synthetische gewassen maar twee jaar rendabel, daarna is er alweer een nieuwe variant geïntroduceerd die de vorige verdringt.

Zelfvoorzienende regio's en plaatsgebonden productie

Bedrijven stemmen hun producten en diensten zoveel mogelijk af op de lokale context, namelijk de beschikbare grondstoffen, het sociale kapitaal en het organisatievermogen in een regio. Binnen grote machtsblokken wordt ingezet op eigen onderzoek en ontwikkeling en dit leidt tot uiteenlopende oplossingen en toepassingen van technologie. Daardoor ontstaan grote verschillen tussen regio's. Zelfvoorzienendheid, veiligheid en zekerheid zijn belangrijke waarden in dit scenario en technologische toepassingen die hieraan bijdragen zijn zeer succesvol. Innovaties zijn erop gericht om de efficiëntie te verhogen en de grondstoffenkringloop te sluiten, of om alternatieven voor zeldzame grondstoffen te realiseren, veelal middels bioraffinage en het ontwerpen van slimme metamaterialen.

Bedrijven ontwikkelen grote onderzoekscentra en productiefaciliteiten om de nieuwe technologieën toe te passen in producten en diensten. Naast biotechnologie en nanotechnologie zijn kunstmatige intelligentie, machine learning en andere technologieën in elke sector en alle aspecten van het dagelijks leven doorgedrongen. Intelligente systemen en robots vervangen de meeste fysieke arbeid. Vliegtuigen, drones, robot-taxi's, hyperloops en andere autonome, verbonden vervoermiddelen worden ingezet voor zowel personen als goederenvervoer. Mensen willen dat de fysieke wereld net zo flexibel is als de virtuele wereld en verwachten dat gebouwen net zo aanpasbaar zijn als hun elektronische apparaten en voor tal van doeleinden gebruikt kunnen worden. Bijvoorbeeld als kantoren overdag en wooneenheden in de nacht.



Personal disorganizer
help mensen klaar te stomen voor verandering

Niet alleen organisaties moeten zich voorbereiden op disruptie en veranderingen, ook mensen moeten zich erop voorbereiden dat het werk dat ze nu doen over vijf jaar niet meer bestaat. Dat is vaak makkelijker gezegd dan gedaan en veel mensen stellen deze voorbereiding uit tot het echt niet meer kan. Om te zorgen dat mensen straks niet vastlopen, kunnen zij jouw diensten als personal disorganizer inroepen. Als personal disorganizer simuleer je *life changing events* (zoals een scheiding, ziekte en verlies) en het verdwijnen van hun werk (ontslag, geen nieuw werk kunnen vinden), waardoor men gedwongen wordt zich voor te bereiden op verandering.

Nanotechnologie en kwantumtechnologie voor een schoner energiesysteem

Het samenspel tussen biotechnologie, nanotechnologie en kwantumcomputing zorgt in dit scenario voor radicale innovaties. De kwantumcomputer, die bij een klein aantal specifieke rekentaken heel veel sneller berekeningen maakt dan huidige computers, maakt zijn intrede op de markt in 2025. De chemische en logistieke industrie stonden vooraan om toepassingen te bedenken en te profiteren van deze doorbraak. Kwantumtechnologie leidde niet alleen tot veel krachtigere computers, het stelde ons in staat medicijnen sneller en goedkoper te ontwikkelen; nieuwe materialen te ontdekken en te ontwikkelen; machine learning en data-analyse te versnellen; en het complete klimaatstelsel nauwkeurig te simuleren – wat accurate weersvoorspellingen oplevert.

Met behulp van kwantum simulatoren hebben we inzicht gekregen in vraagstukken gerelateerd aan chemische reacties, magnetisme en supergeleiding. Dit heeft gezorgd voor grootse innovaties op het gebied van energieopslag, -distributie en transport. In combinatie met nanotechnologie heeft kwantumtechnologie ervoor gezorgd dat zonne-energie enorm goedkoop is geworden en overal beschikbaar is. Op basis van deze inzichten hebben toepassingen van nanotechnologie – zoals polymeerelektronica en polymeeroptica – een schoon energiesysteem mogelijk gemaakt, doordat windmolens en zonnecellen efficiënter werden en hun rendement hoger. Andere toepassingen van nanotechnologie die bij hebben gedragen aan een duurzamer energiesysteem zijn toepassingen voor batterij-recyclingprocessen, en oplossingen voor olie-lekken door de olie om te zetten in een gelei die opgeschept kan worden.

Nieuwe materialen

Materialen krijgen door de structuur op nanoschaal te veranderen nieuwe of extra eigenschappen. Denk aan water- of vuilafstotende materialen; thermische en chemische waarnemingssystemen in kleding; onzichtbaarheidsmantels of zelfherstellende materialen waarin nanodeeltjes kunnen migreren om scheuren te dichten.

De ontwikkeling van zelfreinigende en zelfherstellende materialen (kleding, glas, metalen) hebben ertoe geleid dat er veel minder schadelijke stoffen nodig zijn voor onderhoud van allerlei producten. Milieugroeperingen maken zich wel nog altijd zorgen om de verspreiding van nanodeeltjes in de leefomgeving – wat moeilijk vast te stellen is. Maar de voordelen van de zelfreinigende materialen en de duurzame energieopwekking zijn zo groot dat de milieugroepen de grootschalige verspreiding van de nanomaterialen niet kunnen tegenhouden. Daarnaast zijn er ook veel toepassingen van nanotechnologie die juist helpen ecosystemen intact te houden: ijzeren nanodeeltjes worden ingezet om chemicaliën die grondwater verontreinigen schoon te maken, en nanoclusters die als katalysatoren worden gebruikt produceren veel minder verontreinigende bijproducten bij de productie van materialen zoals kunststoffen, verf en detergenten.

De doorbraak van kwantumtechnologie en de accurate weersimulaties die daardoor mogelijk werden, zorgde ook voor een opmars van geo-engineering. In veel regio's wordt daar nu mee geëxperimenteerd om extreme weersomstandigheden tegen te gaan en de opbrengsten van landbouw te maximaliseren. De inzet van geo-engineering heeft echter vaak onvoorziene negatieve effecten in andere regio's en de experimenten leiden dan ook tot verdere spanningen tussen machtsblokken.



Creëer de beste versie van jezelf met onze no1-bodydesign-service

Altijd al een staart willen hebben? Een extra set handen? Vleugels of een slangenhuid? Met onze custom-bodydesign-service worden je dromen werkelijkheid. Op basis van jouw eigen cellen kunnen lichaamsdelen op maat ontworpen worden en in onze laboratoria gekweekt of ge-3D-print worden. In ons luxueuze bodydesign-resort worden de lichaamsdelen geïntegreerd en binnen 48 uur ben je de beste jij die je kunt zijn.

4D-printen en de voxel industrie

4D-printen heeft geleid tot fantastische innovaties, bijvoorbeeld vliegtuigvleugels 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 na aankoop zichzelf 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. De doorbraak van 4D-printen heeft ervoor gezorgd dat we veel efficiënter met grondstoffen omgaan. Het 4D-printen van objecten maakt het recyclen, repareren of opnieuw configureren van objecten makkelijk en heeft daardoor bijgedragen aan een afnemende vraag naar wat eerder schaarse grondstoffen waren. Die worden nu slimmer gebruikt en hergebruikt. Productie vindt meer 'on demand' plaats en er zijn minder voorraden nodig.

In de landbouw, infrastructuur en de bouwsector heeft het 4D-printen veel veranderd omdat er producten en machines gemaakt worden die zich aanpassen aan (veranderende) klimatologische omstandigheden. Er worden zelfs hele gebouwen geprint die van vorm kunnen veranderen en eigenschappen vertonen die passen bij veranderende omstandigheden. Bijvoorbeeld licht- en luchtdoorlatende muren en temperatuur en luchtcirculatie die automatisch worden aangepast aan de weersomstandigheden buiten en het type activiteit binnen. Voor 4D-printen wordt 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 vormen een heel nieuwe industrie en landen die hier op tijd zijn ingesprongen hebben daar economisch van geprofiteerd.

4D-printers en bioprinters in je huis

Door doorbraken op het gebied van biotechnologie en nanotechnologie is de gemiddelde levensverwachting sterk toegenomen voor hen die de middelen hebben om van de technische toepassingen te profiteren. Niet alleen worden mensen ouder, ze blijven ook langer gezond. Sinds 2035 is de 4D-printer ook op de consumentenmarkt beschikbaar. Het produceren van statische producten wordt gezien als verspilling; liever heeft men dynamische objecten die zich kunnen vormen naar de wensen van mensen. Met 4D-printers hoeven consumenten nog maar over een bepaalde hoeveelheid programmable matter te beschikken, die ze steeds laten omvormen naar gelang hun veranderende wensen. Er hoeven dus niet steeds nieuwe producten aangeschaft te worden. Naast de voxel-industrie ontstaat er ook een enorme industrie voor blauwdrukken om de programmable matter te programmeren.

Naast de 4D-printers voor het printen van dynamische objecten zijn er ook goedkope dna-scanners en bioprinters op de markt die consumenten in staat stellen om hun eigen planten en dieren te ontwerpen en te printen. De 4D-printers en bioprinters zijn nu nog onbetaalbaar voor lage inkomens en dus is er een sterke scheidslijn aan het ontstaan tussen arm en rijk. In bepaalde regio's in Azië en Latijns-Amerika is het sinds 2045 toegestaan om je eigen genetische code en die van je (ongeboren) kinderen aan te passen. Door de ongelijke toegang tot deze kostbare technologieën en uiteenlopende filosofische en religieuze opvattingen hierover dreigt er een nieuwe tweedeling in de samenleving te ontstaan: die tussen de genetisch verbeterde mensen en de 'natuurlijke' mensen.



Hightech stadslandbouw voorziet in 80% van de voedselvoorziening

Elke stad heeft hoogtechnologische city farms die in 80% van de voedselbehoefte van die stad voorzien.



Drones voor personenvervoer

In plaatsen met veel congestie zijn de drones voor personenvervoer een uitkomst voor mensen die snel op de plek van bestemming willen zijn en het kunnen betalen.




Organen kweken

M.b.v. stamceltechnologie worden lichaamscellen aangezet om zich tot een bepaald soort cel te specialiseren en te delen. Zo kunnen organen buiten het lichaam (of mogelijk zelfs binnen het lichaam) worden gekweekt.



Bescherming tegen bioterrorisme

Bioterrorisme is het inzetten van micro-organismen als biologische wapens, zoals miltvuur of antrax. Dit kan ingrijpender zijn dan conventionele en chemische wapens.



Asteroiden mijnen voor zeldzame grondstoffen

Dit mijnbouwbedrijf kan goud, platina, nikkel, ijzer en water winnen uit voorbijvliegende asteroiden.

Robot-postbezorgers
 Robots die pakketjes en brieven afleveren, goed bestand zijn tegen extreme weersomstandigheden en over drukke verkeerspunten heen kunnen vliegen.

Weersbeïnvloeding
 Het weer beïnvloeden om bepaalde extreme weersomstandigheden te voorkomen en om meer voedsel te kunnen verbouwen.

Grootschalige productie van algen voor brandstof, voedsel en water
 Door bioraffinage worden algen omgezet in brandstof of als voedingsstof gebruikt.

Hyperloop tussen grote steden
 Een transportsysteem dat gebruikmaakt van luchtdrukbuizen. Hiermee kunnen mensen en goederen vervoerd worden over een afstand van 500 km in 30 minuten.

Productie van voxels – de grondstof voor programmable matter
 Voxels zijn nodig voor het 4D-printen van programmable matter. Hiermee worden objecten geprint die van vorm kunnen veranderen.



2.4 SCENARIO D: 2050 – I AM TECHNOLOGY

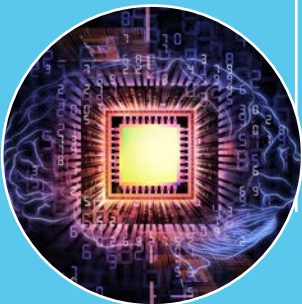
Bio- en neurotechnologie als nieuwe General Purpose Technology – Internationalisering en multinationals hebben veel macht – Productie wordt sterk geautomatiseerd en mensen kiezen voor human enhancement om mee te blijven doen – Techno-optimisme, marktwerking en individualisering zijn belangrijk

**Human enhancement • Brain-machine interfaces • Kunstmatige intelligentie
• Nanomist • Brainternet**

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.



Kunstmatige intelligentie is een tak van informatica die streeft naar de creatie van intelligente machines die werken en reageren als mensen (Techopedia, 2018).



Brainternet

Door middel van brain-machine interfaces wordt het menselijk brein een knooppunt voor het internet of things.



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).



Een **nanomist** (ook wel utilityfog) is een verzameling kleine robots die een fysieke structuur kunnen repliceren. 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.



In dit scenario neemt de wereldhandel toe en multinationals hebben veel, zo niet alles, te zeggen in deze wereld. Technologische ontwikkelingen gaan snel en kunstmatige intelligentie (KI) is de spil in productieketens. Er ontstaan volledig automatische bedrijven en nieuwe banen en taken voor mensen. We zien de opkomst van allerlei toepassingen op het gebied van human enhancement: mensen meten zichzelf bionische prothesen en brainchips aan om zo lang mogelijk actief te zijn en te kunnen concurreren met geavanceerde robots en KI-systemen op de mondiale arbeidsmarkt. Economische groei, individualisme en vrijheid zijn belangrijke waarden. In dit scenario is een hele nieuwe manier van produceren ontstaan en lijken mensen samen te smelten met machines.

Drijvende krachten

Er is een sterke mate van internationalisering: Een stabiele internationale omgeving met vrije uitwisseling van goederen, mensen en ideeën. Wereldwijd is er veel vertrouwen in marktwerking. Er is ook een sterk vertrouwen in technologie en sprake van snelle technologische ontwikkelingen. Belangrijke doorbraken vinden plaats op het gebied van deep learning, machine learning, kunstmatige intelligentie, neuro- en biotechnologie. Samen leiden die tot een bloeiende markt voor toepassingen van slimme expertsystemen, kunstmatige intelligentie en mensverbetering (human enhancement).

Er is een multipolaire internationale orde ontstaan. Door de rise of the rest hebben nieuwe, opkomende economieën de westers-georiënteerde economische verhoudingen onder druk gezet. Daarnaast zijn er steeds meer non-state actors die invloed uitoefenen op overheden, burgers en bedrijven, zoals non-profit organisaties, religieuze organisaties en multinationals. (Mega)steden en multinationals krijgen meer economische en politieke macht en dit leidt ertoe dat bestuurslagen op nationaal niveau minder belangrijk zijn dan die op regionaal en supranationaal niveau. Er is sprake van snelle technologische ontwikkelingen en een sterk vertrouwen in technologie. Er vinden belangrijke doorbraken plaats op het gebied van deep learning, machine learning, kunstmatige intelligentie, gementechnologie en neurotechnologie. Voor het oplossen van internationale vraagstukken zoals grondstoffenschaarste en klimaatverandering, wordt vertrouwd op marktwerking en hightech oplossingen.

Autonome bedrijven

Sinds deep-learning-machines eindelijk in staat zijn grote hoeveelheden big data te 'begrijpen' is kunstmatige intelligentie de spil in de meeste productieprocessen. KI is niet langer een vorm van 'smalle intelligentie' (gemaakt voor specifieke taken), maar zit op het niveau van 'algemene kunstmatige intelligentie'. Dat betekent dat het complexe en diverse taken op het denkniveau van mensen kan uitvoeren en vaak



Brain implant specialist (mens/cyborg)

Wij helpen onze cliënten hun vaardigheden en capaciteiten te verbeteren door middel van *state of the art, quantum based brain implants*. Hiermee kunnen mensen hun geheugen verbeteren, hun stemming reguleren, sneller informatie verwerken of draadloos/telepathisch communiceren met andere *implantees*. Als brain implant specialist begeleid je onze cliënten bij het maken van de beste keuze om hun bestaan te verbeteren en tijdens de eerste 48 uur na hun transplantatie.

beter presteert dan mensen. Als gevolg zijn veel processen volledig geautomatiseerd. Momenteel is het niveau van 'authentieke KI' (superintelligentie) realiteit aan het worden. (World Economic Forum, 2017).

KI-technologieën kunnen praktisch alle taken die door mensen worden verricht aanvullen, vervangen en verbeteren. Veel taken en banen die begin van de 21e eeuw door mensen werden uitgevoerd zijn inmiddels geautomatiseerd. Maar er zijn ook steeds complexere, nieuwe vaardigheden nodig om het beste uit KI en andere technologieën te halen, waardoor allerlei nieuwe taken en banen zijn ontstaan. Daarnaast heeft KI ervoor gezorgd dat werk verder opgedeeld is in taken die waar en wanneer dan ook kunnen worden uitgevoerd door mensen. Ook zijn het de KI-systemen die precies weten waar iemand goed in is en de taken verdelen. In plaats van dat mensen op zoek gaan naar werk, gaat werk op zoek naar mensen (Peters, 2017).

Dankzij de opkomst van blockchain en smart contracts zijn niet alleen productieprocessen, maar ook algemene bedrijfsprocessen geautomatiseerd. En in dit scenario zien we de opkomst van autonome bedrijven, waar geen menselijke arbeid aan te pas hoeft te komen – ook niet op management- of directieniveau. Het zijn dus niet langer alleen mensen die beslissingen nemen en transacties doen met elkaar, maar ook machines die met mensen of met elkaar transacties doen.



Mind-transfer-specialist

Mindsforever is een jonge start-up die als doel heeft voor 2057 *mind transfers* beschikbaar te maken voor het grote publiek. Wij hebben succesvolle tests gedaan met het overzetten van minds van onze klanten naar kloons van henzelf en naar synthetische organismen en willen de komende zeven jaar

onze diensten perfectioneren en betaalbaar maken voor een groot deel van de bevolking.

Ben jij een ambitieuze mind transfer specialist die gelooft in onze missie: het voor iedereen mogelijk te maken om eeuwig te leven? Reageer dan snel.

Nanomist

Sinds 2048 is de nanomist op de consumentenmarkt beschikbaar. Een nanomist is een groot aantal nanobots die gegroepeerd worden in megazwermen van miljarden of biljoenen bots. Deze nanobot-zwerm wordt centraal aangestuurd en kan in gezamenlijkheid opdrachten uitvoeren. Ze weten waar de andere robots zich bevinden en kunnen met elkaar communiceren. 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. Het gebruik van de nanomist heeft ertoe geleid dat we veel minder grondstoffen nodig hebben: de nanobot-zwerm kan zich in allerlei objecten veranderen naar gelang wat nodig is.

Ruimtevaart

Ruimtevaart is een sector die veel technologische spin-off heeft gecreëerd. Het is echter al lang niet meer het speelveld van overheden en universiteiten, het zijn de commerciële bedrijven die profiteren van de economische kansen van ruimtevaart, zoals ruimte-toerisme, astroïden mijnen en het creëren van ruimte habitats. Sinds 2045 zijn de eerste nederzettingen op andere planeten een feit en voor avontuurlijke mensen met slechte economische vooruitzichten op aarde is migratie naar een andere planeet een aantrekkelijk idee.

Mensverbetering

KI heeft het ook mogelijk gemaakt om digital twins van mensen te ontwikkelen die zowel biometrische, als medische als ook omgevingsinformatie gebruiken om bepaalde gezondheidsrisico's in kaart te brengen. Vooral in de gezondheidszorg zijn daar veel toepassingen voor en deze innovatie heeft – samen met *personalized medicine* en preventieve gezondheidszorg – de levensverwachting drastisch verhoogd naar gemiddeld 110 jaar. Werknemers maken in dit scenario gebruik van *wearable technologies* en *human enhancement* om efficiënter te zijn, aantrekkelijker voor werkgevers of om zich mooier te voelen. Prothesen en bionica zijn niet langer voorbehouden aan mensen met fysieke problemen; veel mensen laten gezonde ledematen of organen verwijderen ten gunste van een verbeterde bionische prothese. Sinds een paar jaar zijn onder de hoger opgeleiden (en hogere inkomens) ook de neuroprothesen populair aan het worden. Dit zijn neurotechnische implantaten – oftewel brainchips – die werken als brain-machine interface om ons geheugen te verbeteren en een soort supercomputers van ons brein te maken. Onder lager opgeleiden (en lagere inkomens) zijn de noötropen medicijnen nog altijd populair: de medicijnen die het denkproces verbeteren en mensen helpen beter te concentreren. Er is veel discussie over negatieve bijwerkingen zoals schizofrenie en paranoia, maar de fabrikanten blijven volhouden dat er geen causaal verband tussen deze aandoeningen en het gebruik van de medicijnen is aangetoond.

Brainternet

De brain-machine interfaces (bmi's) worden vaak als chip geïmplanteerd in het menselijk brein en zijn een vorm van human enhancement, die niet alleen de menselijke capaciteiten vergroten, maar het ook mogelijk maken om soft- of hardware op afstand te besturen. Nadat technologieën zoals kunstmatige intelligentie en deep learning tussen 2025 en 2040 de capaciteiten van machines drastisch verbeterden, besloot men via breinchips deze technologieën te koppelen aan het menselijk brein. De eerste toepassingen waren in risico- en conflictgebieden, waarbij dragers van

U overweegt interplanetaire migratie?

Gebruik eerst onze gratis simulatie



Overweegt u de grote stap te maken en uw geluk te beproeven op Mars of Venus? Genoeg van de luchtvervuiling, overbevolking, extreme weersomstandigheden, inkomensongelijkheid en politieke spanningen op Aarde? Wij hebben al honderden pioniers succesvol begeleid in hun tocht naar een nieuwe planeet en regelen uw migratie van A tot Z. Op basis van een persoonlijk pioniersprofiel helpen wij u bij alle belangrijke keuzes. Van welke habitat of spacedome bij u past tot welke genetische modificaties het beste passen bij uw reis en nieuwe vestigingsplaats. Stop met dromen en begin vandaag nog. Knipper drie keer om doorgeleid te worden naar onze gratis online simulatie.



BMI's op veilige afstand konden ingrijpen in onveilige situaties, zoals omgaan met giftige stoffen of explosieven, of het onderzoeken van nucleaire ongelukken. Maar de BMI's deden al snel hun intrede op de consumentenmarkt en mensen die het kunnen betalen (een BMI laten implanteren kost omgerekend naar de prijzen van 2019 zo'n 10.000 euro en daar komt jaarlijks 2000 euro aan updatekosten bij) gebruiken het voor allerlei doeleinden: zo kan hun werkomgeving of huiselijke omgeving automatisch worden aangepast aan hun affectieve toestand. De economische kansen van de BMI's zijn groot: BMI's maken een hele reeks aan nieuwe producten mogelijk, bijvoorbeeld in de zorg, de auto-industrie, op het gebied van kunstmatige intelligentie en op het gebied van marketing. Net als de pc en mobiele telefoon is de impact van deze technologie in alle aspecten van ons leven voelbaar. De geavanceerde BMI's helpen mensen beter te presteren of te ontspannen. Ook maken BMI's gepersonaliseerde interactie met software mogelijk door directe neurofeedback, dit zorgt voor een optimale leerervaring en fantastische game-ervaringen. Inmiddels lopen de eerste experimenten met het zogenaamde 'brainternet'; hierbij wordt middels BMI's een menselijk brein een knooppunt voor het internet of things.

Data uit je lijf

Het gebruik van prothesen en bionica in ons lichaam en van chips in ons brein heeft geleid tot een hele nieuwe privacy-discussie. Omdat de technologie in handen is van het bedrijfsleven, is alle data die met deze embedded technology ingewonnen wordt ook eigendom van het bedrijfsleven. Consumenten betalen met hun data voor 'gratis' diensten: gebruikers zijn de verzamelaars van de data, maar hebben geen recht geld te verdienen aan de data. Sommige consumentenorganisaties en ethici vinden dat consumenten deze technologie ook moeten kunnen gebruiken zonder hun data weg te hoeven geven. Maar de meeste mensen leveren graag hun data in, in ruil voor verbeterde prestaties en een langere levensverwachting. Het vraagstuk rondom *opt-in/opt-out*-systemen is een belangrijk thema: de consument heeft de vrijheid te kiezen om gebruik te maken van nieuwe technologie, maar wie dat niet doet raakt steeds meer geïsoleerd.

Onsterfelijkheid te koop

Een groeiende groep mensen streeft posthumanisme na: ze geloven dat de volgende stap in de evolutie van de mensheid draait om het bewustzijn en willen hun bewustzijn uploaden in een *cloud* en zo virtuele onsterfelijkheid realiseren. De grote tech-bedrijven hebben daarop ingespeeld en verkopen de mogelijkheid om je bewustzijn te laten versmelten met machines waardoor je onsterfelijk wordt. Momenteel is dit

alleen nog beschikbaar voor miljardairs, maar er is goede hoop dat binnen tien jaar de prijs van het laten versmelten van je bewustzijn met een machine gedaald zal zijn van twee miljoen dollar naar 700.000 dollar.

Sterke concurrentie en grote verschillen

Door de sterke concurrentie op internationaal niveau tussen landen, steden, bedrijven en werknemers, is er sprake van veel economische onzekerheid. Er is weinig solidariteit en weinig sociale zekerheid. Dit leidt tot een toenemende vraag naar diensten die mensen steunen in hun carrière en bij belangrijke levenskeuzes. Veel van deze diensten zijn geautomatiseerd. Bijvoorbeeld robo-adviseurs op het gebied van financiën, gezondheid, carrière en relaties. Er zijn grote verschillen in inkomensniveaus. Ontwikkelingen op het gebied van human enhancement dragen ertoe bij dat ouderen langer kunnen doorwerken en dat mensen die vroeger door fysieke of mentale beperkingen uitgesloten waren van het arbeidsproces, daar nu wel aan kunnen deelnemen. Omdat in dit scenario sprake is van een hoge mate van automatisering en zelfs van volledig autonome bedrijven, is het nodig dat ook robots en autonome bedrijven belastingen afdragen over de winsten die zij maken.

Het legaliseren van het robot-huwelijk

Het is wettelijk toegestaan dat robots met elkaar of met een mens trouwen.

Bescherming tegen cyberterrorisme

Cyberterroristen gebruiken computeraanvallen om bijvoorbeeld treinen te laten ontsporen, de watervoorziening te verstoren of de elektriciteitsvoorziening af te sluiten.

Ruimtetoerisme

Een bedrijf dat specialiseert in ruimtetoerisme.

Cryogenese in levensbedreigende situaties

Mensen en dieren worden ingevroren en kunnen op een later moment weer ontdooid worden. Na een ernstig ongeluk kan iemand bijvoorbeeld bevroren worden tot hij/zij geopereerd kan worden.

Fabriek voor breinchips die je slimmer en efficiënter maken

Deze chips helpen mensen sneller informatie op te nemen en te verwerken. Aangesloten op apparaten in onze omgeving creëren ze de ideale sfeer voor werk of ontspanning.

Invoering arbeidsvervangende robots

Wettelijk toestaan dat werknemers een robot hun werk mogen laten doen en salaris blijven ontvangen.

Belastingplicht voor robots en autonome bedrijven

Robotbelasting en belasting voor bedrijven waar alle taken geautomatiseerd zijn, als mogelijke oplossing voor maatschappelijke problemen doordat werk wordt overgenomen door robots.



Herinneringen verwijderen en herstellen
Bij traumatische gebeurtenissen kan de toegang tot herinneringen worden geblokkeerd. De blokkade kan ongedaan gemaakt worden.



Exoskeletten verplicht voor mensen met zware beroepen
Deze exoskeletten helpen mensen die zware fysieke arbeid verrichten, veiliger en langer te werken.



Subsidies voor mensen die een (derde) robothand willen
Met een robotische derde hand zijn mensen productiever en efficiënter. Deze prothese komt beschikbaar voor mensen die al twee 'normale' handen hebben.



Kiesrecht voor robots
Slimme robots vervullen allerlei zinvolle maatschappelijke functies en verdienen het om net als ieder ander deel te nemen aan het politieke proces.





Interplanetaire migratie
Door interplanetaire migratie vermindert de druk op het ecosysteem van de aarde.



Een supercomputeradviseur voor openbaar bestuur
Bij complexe keuzes moet het advies van een supercomputer worden ingewonnen. Deze computer overweegt zowel economische, sociale, ecologische als ethische aspecten.

SCENARIOTABEL: DE BELANGRIJKSTE KENMERKEN PER SCENARIO

	 A: Less is beautiful	 B: Big government
Drijvende krachten	<ul style="list-style-type: none"> • Strijd om grondstoffen • Afkeer van groeidenken, globalisering en multinationals 	<ul style="list-style-type: none"> • Grensoverschrijdende problematiek leidt tot opkomst sterke supranationale instituties
Technologieën typisch voor dit scenario	<ul style="list-style-type: none"> • Informatietechnologie • 3D-printen • Big data • Blockchain • Bio raffinage • Autonoom vervoer 	<ul style="list-style-type: none"> • Digital twins • Internet of things (iot) • Nanobots • Blockchain • Mixed reality • Hologramtechnologie • Robotica
Schaarste	<ul style="list-style-type: none"> • Strijd om grondstoffen leidt tot zelfvoorzienende regio's en consuminderen 	<ul style="list-style-type: none"> • Schaarste aan grondstoffen heeft geleid tot sterke internationale instituties en minder zelfbeschikking
Produceren	<ul style="list-style-type: none"> • Zelfvoorziening • Kleinschalige productie • Kringlopen sluiten • 3D-printen leidt tot minder wereldhandel • Biomassa cascades 	<ul style="list-style-type: none"> • Virtueel samenwerken leidt tot spreiding economische activiteiten • Mondiale productiecentra en grondstofrotondes, rekening houdend met zo laag mogelijke kosten en impact op milieu • Repairing, refurbishing, remanufacturing, repurposing en recycling
Consumeren	<ul style="list-style-type: none"> • Consuminderen • Duurzaam maar comfortabel • Mensen houden controle • Gemeenschapsmunten 	<ul style="list-style-type: none"> • Outcome as a service • Minder beweegruimte en verplicht duurzaam • Instituties monitoren je ecologische voetafdruk
(Her)verdelen	<ul style="list-style-type: none"> • Kwaliteit boven kwantiteit • Solidariteit met eigen groep • Zorgen voor elkaar op wijk- en stadsniveau 	<ul style="list-style-type: none"> • Streven naar duurzaamheid en rechtvaardigheid • Welvaart hier en nu inleveren voor elders en later
Waarden	<ul style="list-style-type: none"> • Duurzaamheid, solidariteit en kwaliteit van leven voorop 	<ul style="list-style-type: none"> • Groepsbelang boven het eigen belang • Mondiale duurzaamheid, rechtvaardigheid en belang toekomstige generaties staan voorop

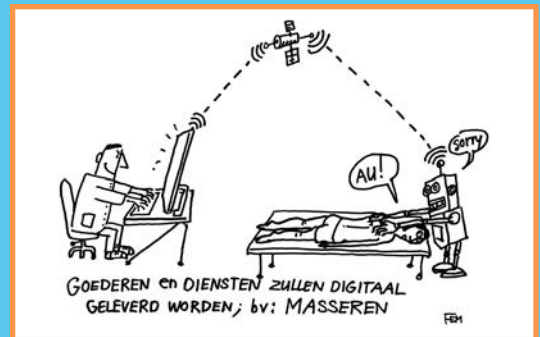
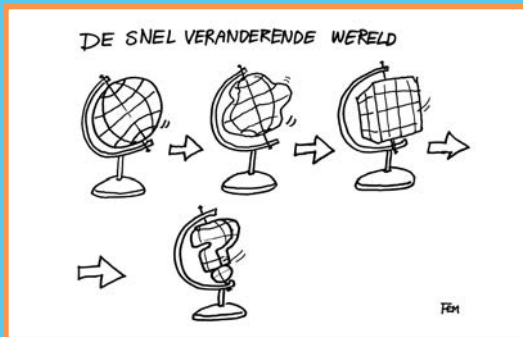
 C: Survival of the most efficient	 D: I am technology
<ul style="list-style-type: none"> • Schaarste aan grondstoffen leidt tot zelfvoorziening en investeringen in high tech oplossingen 	<ul style="list-style-type: none"> • Internationalisering en sterke rol voor multinationals leidt tot snelle technologische ontwikkelingen
<ul style="list-style-type: none"> • Biotechnologie • Gentechnologie • Metamaterialen • Quantum computing • Geo-engineering • 4D-printen • Bio-printers 	<ul style="list-style-type: none"> • Human enhancement • Brain-machine interfaces • Kunstmatige intelligentie • Nanomist • Brainternet
<ul style="list-style-type: none"> • Strijd om grondstoffen leidt tot zelfvoorzienende regio's en high tech innovaties om de leefomgeving en hulpbronnen te manipuleren 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie wordt ingezet als oplossing voor schaarste • Het mijnen van asteroïden stelt eerder zeldzame grondstoffen weer beschikbaar • Om niet beperkt te zijn tot ecologische grenzen van de aarde wordt ingezet op interplanetaire migratie
<ul style="list-style-type: none"> • Productie is plaatsgebonden • Nieuwe natuur creëren • Gemodificeerde gewassen en dieren met behulp van bioprinters • 4D-printen en de voxelindustrie komen op 	<ul style="list-style-type: none"> • Productie is bijna volledig geautomatiseerd • Autonome bedrijven, handelingen en transacties zonder tussenkomst mensen • Om te concurreren met robots en machines kiezen mensen voor human enhancement
<ul style="list-style-type: none"> • Zelf dynamische objecten printen • Zelf bioprinten 	<ul style="list-style-type: none"> • Human enhancement om efficiënter te zijn of je aantrekkelijk te voelen • BMI's, brainchips en het brainternet • Posthumanisme • Data inleveren om te profiteren van technologie en om niet buitengesloten te worden
<ul style="list-style-type: none"> • Grote verschillen tussen regio's • In de landbouw leiden patenten op DNA tot ongelijke machtsverdeling 	<ul style="list-style-type: none"> • Grote verschillen tussen havens en havenots, know en know-nots • Toegang tot technologie is bepalend
<ul style="list-style-type: none"> • Autarkie • Technologie als oplossing voor schaarste 	<ul style="list-style-type: none"> • Vrijheid en zelfrealisatie • Marktwerking en economische groei

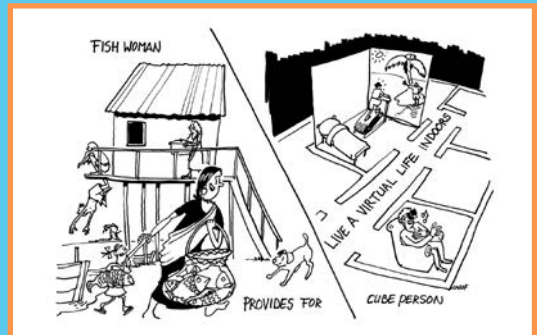
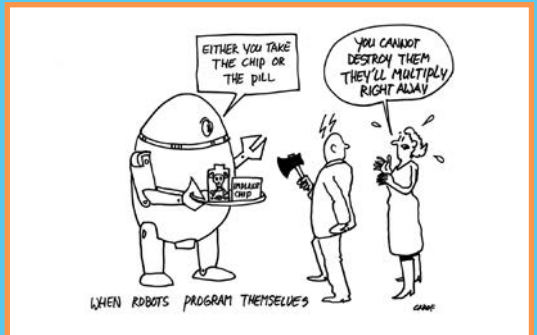
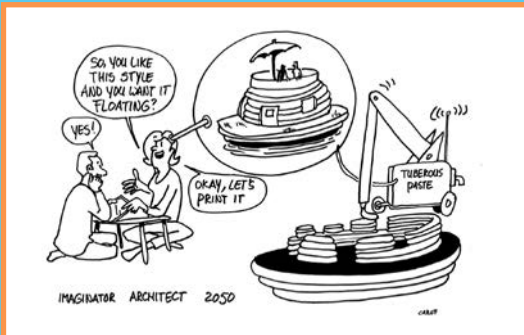
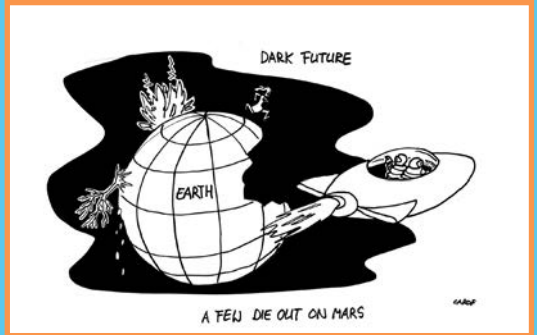
Illustraties gemaakt bij de creatieve workshops

Bijdrage door Fem©Carof-Beeldleveranciers en Carof@Carof-Beeldleveranciers

In mei en juni 2018 zijn creatieve workshops gehouden waar we met experts, studenten en creatieve ondernemers in gesprek gingen over de toekomst van de economie in relatie tot

technologische ontwikkelingen. Tekenaars van Beeldleveranciers zorgden voor visuele verslaglegging. Hier vindt u een paar voorbeelden van de opbrengst.





De wereld in 2040

Gastbijdrage van Maarten van Andel, auteur van De Groene Illusie

We zijn nog lang niet klimaatneutraal, maar de CO₂-uitstoot is eindelijk gehalveerd, tien jaar later dan gepland. Niet zozeer door windmolens en zonnepanelen, want die vormen nog steeds een minderheid van onze energievoorziening. De grootste besparing van CO₂ komt door veel minder energie te gebruiken en te verspillen. De ooit ingevoerde belasting op CO₂ is weer afgeschaft, omdat die niets hielp. Dat was in 2020 al wel te voorzien, want allerlei eerdere prijsverhogingen van energie hadden ook nooit tot lager verbruik geleid. Zelfs het kwartje van Kok uit de 20^e eeuw niet. CO₂-emissie is al sinds 2025 wettelijk gelimiteerd, net zoals in de 20^e eeuw zwaveldioxide, stikstofdioxides en freons dwingend aan banden zijn gelegd. Dat bleek de enige manier om de uitstoot echt terug te dringen.

Energie is daardoor zo schaars en duur geworden dat alle processen in de samenleving verregaand zijn geoptimaliseerd naar minimum energieverbruik. Voorspellingen over een overvloed aan goedkope duurzame energie zijn een utopie gebleken. Achteraf gezien logisch, want als dat mogelijk was geweest had de vrije markt het voor 2025 ook zonder klimaatdoelstellingen en wettelijke maatregelen allang geregeld. Het utopische denken over duurzame energie van voor 2025 wordt in 2040 sowieso als een curieus anachronisme beschouwd.

Circulariteit is het logische bottom-up resultaat: Zeer lange levensduur van producten en hergebruik van materialen zijn de enige manier om zo min mogelijk energie te gebruiken. Het gangbare *business model* is daarom niet meer dat producten worden gekocht. De gebruiker betaalt voor het gebruik, en het product blijft eigendom van de maker. Die kan namelijk niet zonder de grondstoffen die hij in zijn product heeft gestopt, en zal er dus alles aan doen om zijn oude producten terug te krijgen in plaats van weg te (laten) gooien. Hij heeft er bovendien alle belang bij dat het product heel lang meegaat.

Productie is voornamelijk *local for local*. Transport van goederen over grote afstanden is energie-intensief en daarom onbetaalbaar. Daar waar in 2020 mobiliteit wereldwijd 25% van alle energie consumeerde is dat nu nog maar 10%. ICT daarentegen, dat in 2020 met 3% al groter was dan de wereldwijde luchtvaart, is gestegen naar 20%. Microsoft en Google zijn van de markt verdwenen omdat ze bleven werken met een overvloed aan data. Nieuwe Chinese en Indiase bedrijven bieden moderne snelle software aan met een fractie van de hoeveelheid data en dus veel minder energieverbruik. Bovendien hebben ze samen met nieuwe computerfabrikanten uit Afrika en Zuid-Amerika besturingssystemen ontwikkeld die niet meer

gehacked en besmet kunnen worden. HP, Dell, Lenovo en Toshiba zijn van de markt verdwenen omdat ze niet op tijd meegingen met deze ontwikkelingen.

Dankzij de efficiënte software en computertechnologie zijn zelfrijdende auto's zeer veilig geworden, met minder dan 10% van het aantal verkeersdoden van 2020. Auto's zijn er nog steeds in grote aantallen maar wegen nog maar de helft en rijden gemiddeld 1 op 50 met een top van 100. Elektrische auto's zijn grotendeels uit het straatbeeld verdwenen, omdat ze weinig CO₂ bespaarden en de batterijen veel milieuschade veroorzaakten. Bovendien was de winning van het zeldzame lithium veel te energieintensief. Het maken van de batterij vergde evenveel energie als het maken van de rest van de auto. Dit was in 2018 al door Duitse onderzoekers gepubliceerd, en grote parlementaire enquêtes in diverse Europese landen hebben gedurende de jaren '20 onthuld dat het ineffektieve beleid van elektrisch rijden met name was geïnspireerd door de commerciële belangen van grote autofabrikanten en elektriciteitsmaatschappijen.

Auto's zijn op basis van wettelijke richtlijnen zo geprogrammeerd dat ze nooit meer te hard rijden, nooit meer bumperkleven en bij mist automatisch vaart minderen. Daardoor zijn er nauwelijks nog ongelukken op de weg en dus ook weinig files. Dit draagt er evenals intelligente stoplichten en groene golven aan bij dat auto's zo zuinig zijn geworden. Het niet meer steeds hoeven remmen, stilstaan en optrekken bespaart enorm veel CO₂, en daarnaast ook fijnstof, bandenslijtage en asfaltschade.

Snelheidscontroles met allerlei elektronische systemen en politieauto's behoren al lang tot het verleden, de flitskasten en laserapparatuur van weleer staan in het museum naast de gele telefoonpaal.

Vliegen is voornamelijk voor mensen, nauwelijks nog voor goederen. Het gebeurt nog steeds op kerosine, omdat dat energetisch het efficiëntst is. Kerosine is de meest compacte en lichte energiedrager, en is daardoor het gemakkelijkst op te tillen door een vliegtuig. Door het lage gewicht ondervinden de vliegtuigvleugels relatief weinig luchtweerstand, en dit alles bespaart enorm veel energie t.o.v. andere energiedragers zoals batterijen. Kruissnelheden zijn wel teruggebracht van 900 naar 700 km/u, en vlieghoogtes zijn opgevoerd van 10 naar 12 km. Dat scheelt een factor 2 in brandstofgebruik en CO₂-uitstoot. Vliegen vertegenwoordigt door dit alles nog steeds minder dan 3% van het mondiale energiegebruik, net als in 2020.

De wereldbevolking is gegroeid naar 9 miljard mensen. Dat vergt zorgvuldig natuurbeheer en efficiënte voedselproductie. Hout en voedsel worden algemeen als zeer kostbare artikelen beschouwd die je uit moreel oogpunt niet behoort te verspillen, ook niet als je veel geld hebt. Het verbranden van biomassa (hout, palmolie, biodiesel, bioethanol) voor energieopwekking is sinds 2025 ten strengste verboden, temeer omdat het ook geen CO₂ bleek te besparen. Niemand begrijpt nog dat hout en voedsel verbranden ooit als duurzaam werd gezien in een wereld waarin regenwouden verdwenen en miljoenen mensen honger leden.

Voedingswaren worden net als goederen voornamelijk local for local geproduceerd. Kiwi's uit Nieuw-Zeeland zijn onbetaalbaar. Het op en neer zeulen van varkensvlees tussen Nederland en Italië, omdat het anders geen Parmaham mocht heten, is verleden tijd. De meeste voedingswaren zijn ook weer seizoengebonden. Het is veel te duur om 's winters aardbeien in kassen te verbouwen of uit verre landen te halen. Veevoer komt alleen nog uit de eigen regio, en wordt bemest door vee uit diezelfde regio. Daardoor hoeven veevoer en mest niet meer over grote afstanden vervoerd te worden, en is het probleem van mestoverschotten en verzuring van voor 2030 in o.a. Brabant vanzelf verdwenen.

Voedsel wordt nauwelijks nog weggegooid, productie en levering ervan zijn weer vraaggestuurd geworden. Dat betekent dat aan het eind van de dag en week niet alles meer in de schappen ligt, dat mensen dus eten wat er op dat moment nog wel is, en dat er veel minder wordt verspild. Dat laatste geldt ook voor medicijnen, dankzij een wettelijke minimale bewaartijd van 5 jaar. De tijd dat farmaceutische bedrijven commercieel geïnspireerde bewaartermijnen van 1-2 jaar mochten hanteren is allang voorbij.

Aardgas is terug van weggeweest. Daar waar Nederland in de jaren '20 als enige land ter wereld van het gas afging is het na 2030 bij zinnen gekomen. Winning in Groningen is in 2035 mondjesmaat hervat, met een tempo waarbij de bodem stabiel blijft. Aardgas is nog steeds de schoonste en meest efficiënte energiebron voor huisverwarming en koken, en daar wordt het met name voor ingezet. Stroomopwekking met

windmolens en zonnepanelen wordt grotendeels gebruikt voor verlichting, huishoudelijk gebruik, ICT en industriële processen.

CO₂-opslag in de grond is sinds 2030 verboden. Het was al een lineaire kortetermijnmaatregel die veel weg had van vuil onder het tapijt vegen, maar het bleek ook bodeminstabiliteit en zelfs aardbevingen te veroorzaken.

Kernenergie maakt sinds 2025, het jaar dat het verbranden van biomassa voor energieopwekking verboden werd, een gestage opmars. Het draagt inmiddels significant bij aan de bereikte CO₂-reductie. Thorium is niet doorgebroken, maar de lessen van Fukushima hebben kerncentrales op basis van uranium nog veiliger gemaakt. Er is ook nieuw inzicht ontwikkeld t.a.v. energieafval: afval dat compact genoeg is om bij je te houden en zicht op te houden is veel beter dan afval dat volumineus is en uit het zicht verdwijnt. Kernafval wordt daarom als de minst riskante vorm van energieafval beschouwd. Het wordt ook niet meer in de grond gestopt waar je het niet meer kunt zien. Integendeel, het wordt op zorgvuldig gekozen en beheerde bovengrondse locaties opgeslagen. Het feit dat het zeer compacte vaste stof is wordt als een enorm voordeel beschouwd t.o.v. CO₂, omdat daardoor de impact op het milieu minimaal is.

Niet afbreekbaar plastic voor eenmalig gebruik is sinds 2030 verboden, net als in de 20e eeuw lood, cadmium en chroom-6 verboden werden. Statiegeld op verpakkingen bleek weinig te helpen, en convenanten met de industrie helemaal niet. Alle verpakkingsmaterialen

moeten binnen een jaar worden afgebroken in de natuur. Het probleem van zwerfvuil is vrijwel verdwenen, plastic soep in de oceanen echter nog niet omdat het nog tientallen jaren zal duren voordat alle plastic van voor 2030 verwijderd is.

De gemiddelde temperatuur op aarde is met nog een graad gestegen, maar sinds 2035 stabiel, evenals de zeespiegel. Apocalyptische voorspellingen over extreem weer en een stijgende zeespiegel zijn uitgebleven. Er zijn gemiddeld niet meer extreme weersomstandigheden dan in de 20e eeuw, met toen o.a. een stormvloed in 1953 en een ijzige winter in 1963. De arctische flora en fauna heeft zich aangepast aan het geslonken noordpoolijs en zich hersteld, zoals de natuur ook doet na massale bosbranden en vulkaanuitbarstingen.

www.maarten-vanandel.com

De portemonnee van de toekomst

Hoe een meervoudig systeem van munten en markten recht kan doen aan verschillende waardesystemen in de samenleving.

Een toekomstbeeld

Gastbijdrage van Maurits Kreijveld, futuroloog en strategisch adviseur bij wisdomofthecrowd.nl

zoemer gaat luid

“Wilt u nog een keer door het poortje lopen, Laura?”, vraagt de service robot van het Alibaba-to-Go-filiaal.

Loyalty-munten: Ali-Coins

Laura kijkt op haar smartwatch. Vreemd, meestal kan ze gewoon doorlopen en wordt er automatisch afgerekend. Ze had toch nog voldoende saldo? Ze controleert haar digitale portemonnee, een app op haar smartwatch. Inderdaad, voldoende Ali-Coins op haar rekening om te kunnen betalen. Met de Ali-Coins kan ze alles wat ze koopt binnen Alibaba betalen en dat is vrijwel alles. Het betaalsysteem heeft het ooit populaire iDeal volledig verdrongen. iDeal was ook zo'n betaalstandaard waar Nederland mee voorop liep, maar je bouwde er geen bonuspunten mee op. Eigenlijk zijn er anno 2035 nog maar twee grote systemen over: een van Alibaba en een van Amazon. Typisch voorbeeldje van *'the winner takes all'*. De twee grote wereldspelers beconcurreren elkaar

wereldwijd. Na de overname van Albert Heijn werd Alibaba in Nederland de grootste. Welke van de twee systemen je gebruikt wordt eigenlijk bepaald door je ouders. Van kinds af aan bouw je bij elke aankoop en bij elke vorm van data en belangrijke momenten in je leven, die je met Alibaba deelt, al Ali-Coins op. Een soort loyalty-systeem vergelijkbaar met de spaarzegeltjes van oma en de Airmiles-pas. Door producten te *liken*, te *reviewen* en er promotie voor te maken in vlogs kun je je saldo extra verhogen.

Qua aanbiedingen kun je je eigenlijk niks beters meer wensen, je kunt nergens een betere prijs krijgen en vaak weet Alibaba al wat je wilt kopen voordat je het zelf hebt bedacht. Laura krijgt regelmatig suggesties als ze door de stad loopt. Overstappen laat je wel uit je hoofd. Als je switcht naar Amazon ben je al je opgebouwde munten kwijt en begin je met een saldo van bijna nul. Soms probeert een van de twee klanten te laten switchen met een grote welkomstbonus maar de meeste mensen stappen nooit

over, zoals dat vroeger met banken ook zo was. Overheden proberen al jaren om dit geldsysteem te doorbreken, maar zonder succes. Ali-Coins zijn dusdanig populair met name onder jongeren, dat afschaffen een brug te ver is. Privacy is eindelijk een echt betaalmiddel geworden, zeggen anderen. Wel reguleert de overheid de markt van de loyalty-coins. Zo zijn bepaalde extra bonuspunten slechts kort geldig, geldt er een maximum aan het totaal en kunnen ze niet omgewisseld worden voor echt geld.

Wereldwijd betaalgeld: Euro

Ali-coins zijn niet de enige valuta die Laura op zak heeft. Ze heeft ook Euro's waarin ze haar salaris ontvangt en waarmee ze wereldwijd overal kan betalen. Wisselkoersen worden realtime bijgewerkt. De Euro wordt door een stelsel van centrale banken wereldwijd stabiel gehouden tegenover andere valuta als de Dollar en de Renminbi die inmiddels de andere Aziatische valuta heeft opgeslokt. Het stabiel houden van de munten was jarenlang een grote uitdaging omdat hiervoor grote geldstromen nodig waren tussen de goed draaiende economieën en de zwakke. Inmiddels neemt de wereldhandel al jaren af omdat regio's steeds meer zelfvoorzienend worden. Hierdoor zijn de wereldmunten een stuk minder gevoelig geworden voor speculaties en voor concurrentiepolitiek. Wel is de rente nog altijd kunstmatig laag om bedrijfsinvesteringen te stimuleren en zwakke economieën op de been te houden.

Bijdrage aan de samenleving: Socio-Coins

Laura heeft ook Socio-Coins, die ze verdient heeft met het behalen van diploma's op school, het doen van vrijwilligerswerk, het helpen van

de burens en recent nog met het meehelpen bij het ijsruimen. Zo beloont de overheid haar burgers voor hun inzet. De Socio-Coins zijn een vorm van sociaal kapitaal, waarmee burgers een aanvullend pensioen kunnen opbouwen gebaseerd op hun bijdrage aan de gemeenschap en hun betrouwbaarheid. Bij grote overtredingen of crimineel gedrag en fraude kun je Socio-Coins verliezen.

Het sociale kredietsysteem is overgewaaid uit China dat er twintig jaar ervaring mee heeft opgebouwd. Het heeft ervoor gezorgd dat burgers zich beter aan de wetten en regels houden en elkaar meer helpen. Bovendien is het systeem volledig losgekoppeld van iemands economische status. Wie zijn hele leven arm is en geen baan heeft kan toch een rijk mens zijn in Socio-Coins en daarmee een vrijwel 'gratis' oude dag hebben. Zieken en zwakkeren zijn vrijgesteld van de Socio-Coins. Een fanatieke burger kan een soort basisinkomen verdienen met zijn inzet voor de samenleving en daarmee gratis toegang krijgen tot sport, zorg en cultuur.

Geld voor later: crowdfunding en Eco-coins

De rest van haar verdiende en vergaarde geld heeft Laura op een 'spaarrekening' gezet. Op deze rekening garandeert haar bank dat het geld waardevast is, na inflatie en belastingen. Het merendeel wordt door de bank belegd in certificaten waarmee talloze projecten wereldwijd worden gefinancierd, zoals leningen aan ondernemers en boeren, in sportverenigingen en sociale woningbouw, in ontwikkelings-samenwerking en fairtrade-producten. Af en toe geeft Laura wat geld aan bijzondere crowdfunding-projecten die ze zelf uitzoekt. Dit geld

is een tijd lang niet opvraagbaar net als vroeger een termijndeposito.

Gemiddeld ontvangt ze een rente van 5%, veel meer dan de nog geen 0,5% rente die al decennialang op de wereldmarkt geldt. Niet verwonderlijk omdat de oude rente gebaseerd is op een schuldeneconomie en kunstmatig laag gehouden wordt door overheden om investeringen aan te jagen. Spaarrekeningen zijn speciaal door banken ontwikkelde sociale markten waarin consumenten en ondernemers investeren in elkaar in rentes die men zelf redelijk vindt. Deze vergoedingen staan los van de financiële markten, waar overheden voortdurend interveniëren en waar speculanten de koersen van valuta, zoals de euro, voortdurend beïnvloeden. De rente op de sociale marktplaats wordt niet zozeer gedreven door optimalisatie van het eigen rendement maar door gunnen en investeren in elkaar.

Haar bank heeft voor de certificaten een speciale Eco-coin ontwikkeld, een op Bitcoins geïnspireerde cryptomunt, die gekoppeld is aan de wereldwijde duurzaamheidsindex. Aangezien overheden wereldwijd massaal bezig zijn hun economie duurzamer en schoner te maken, groeit de waarde van de munt geleidelijk. Met die stijging kan de bank aan klanten een waardevastheid garanderen (uitbetaald in Euro's wanneer iemand geld opneemt), met een kleine positieve rente. De meeste burgers zetten hun geld dat ze niet direct nodig hebben op een Eco-coinsrekening.

Laura kijkt tevreden, voorlopig geen geldzorgen.

De betaling is gelukt Klinkt het in Laura's rechteroor. Tevreden glimlachend loopt ze verder op zoek naar haar fiets.

Verskillende munten, verschillende markten

Misschien hebben we in de toekomst, net als Laura, verschillende soorten geld in onze 'portemonnee'. In feite zien we die verschillende varianten nu al ontstaan. Met de verschillende munten kan recht gedaan worden aan verschillende doelen in de samenleving. Bij elke munt hoort een andere 'markt'. De samenleving bestaat immers uit meer dan alleen economische marktplaatsen waar transacties gedreven worden door rationaliteit en egoïsme, of in economische termen: het streven naar het eigen optimale nut. Juist het investeren in gemeenschapszin en in duurzaamheid kan geholpen worden door nieuwe 'sociale' markten te creëren die interacties tussen mensen uitlokken en aanmoedigen waarbij andere psychologische en sociale eigenschappen worden aangesproken. Lokale munten kunnen lokale gemeenschappen helpen, maar zijn minder geschikt om een wereldhandel te ondersteunen. In de loop van de geschiedenis zijn door harmonisatie, standaardisatie en consolidatie, enkele grote monetaire blokken ontstaan met enkele grote sterke munten. Maar al snel was duidelijk dat dit ideaal, van een globale markt en globale concurrentie, geen recht deed aan de behoefte van mensen in hun gemeenschappen.

Naar een nieuwe wisdom of the crowd

De blockchaintechnologie waarop de Bitcoin is gebaseerd, heeft de weg geopend naar talloze nieuwe financiële innovaties. Kunnen we met nieuwe mogelijkheden zoals de Bitcoin ervoor zorgen dat we als samenleving, als groep burgers tot betere markten en daarmee tot een betere samenleving komen? Zouden we onszelf hiermee kunnen ontworstelen aan het huidige financiële systeem anno 2019 dat onduurzaam op schulden is gebaseerd en dat ongelijkheid versterkt?

Deze bijdrage is een bewerking van twee eerder verschenen artikelen, gepubliceerd op <https://wisdomofthecrowd.nl/2019/02/07/hoe-banken-kunnen-voorkomen-dat-ze-overbodig-woorden/>
En <https://wisdomofthecrowd.nl/2017/12/29/waarom-de-bitcoin-onbetaalbaar-is/>

Dordrecht 2050

Gastbijdrage van Max Remerie, MxR interim management & consulting

Morgen is de dag! Na 3 jaar sparen en dankzij bijdragen van onze grootouders mogen mijn vrienden en ik onze Tesla Lightyear 3.0 afhalen, en dat op mijn 30ste verjaardag! Nooit gedacht dat wij ons dit hadden kunnen veroorloven, en oh, wat kijken we uit naar ons tripje naar Portugal! We hebben al een huurappartement op het oog in een wijk in Faro waar het gezellig druk is – het schijnt namelijk dat er behoorlijk wat leegstand is in de meeste dorpjes aan de kust... al hebben inmiddels ook veel migranten hun intrek genomen in diverse resorts en hotels.

Mijn grootouders hadden het er vaak over hoe ze vroeger 3-4 keer per jaar vanaf Rotterdam of Amsterdam voor een weekje naar Zuid Europa of Marokko vlogen. Ze hadden vrienden die met hun complete gezin naar Amerika of zelfs Japan vlogen. Hun generatie kwam net na de babyboomers en plukte de echte vruchten van de wederopbouw na de Tweede Wereldoorlog. Alles kon en het woord ‘schaarste’ werd alleen gebruikt als men op tv honger in Afrika zag en ze via Giro 555 hun schuldgevoelens konden afkopen.

Mijn ouders hadden mooie herinneringen aan hun jeugd maar voelden zich ook schuldig over wat ze nalieten aan ons en onze kinderen. Een vervuilde wereld, schaarste aan grondstoffen, een enorme inkomensongelijkheid, *cyber wars* en geopolitieke spanningen – vaak veroorzaakt

door een schreeuwende minderheid op social media, narcistisch en uit op gewin in persoonlijke vetes.

Mijn ouders hadden erbij toegekeken en zich machteloos en gefrustreerd gevoeld. Ze wisten dat er iets moest gebeuren. Met moderne technologie moest een duurzame wereld en een circulaire economie toch mogelijk zijn. Er was toch meer mogelijk dan een hybride auto? En waarom was vliegen zo goedkoop? Terwijl de CO₂-uitstoot enorm was en alleen al rondom Amsterdam honderdduizenden last hadden van meer dan alleen geluidsoverlast en vieze kerosine-lucht.

Nieuwe technologie had inderdaad geholpen, maar niet zoals we zo lang verwacht en gehoopt hadden. Stroom was nog steeds niet gratis en de 3D-printer had meer afval gecreëerd dan hergebruikt. Recycling had wel een enorme impact gehad, net zoals het gebruik van zonnepanelen op auto's en huizen. De grootste verandering zat hem echter in de acceptatie van schaarste, iets wat een generatie had geduurd. Niet meer elk jaar op vliegvakantie, niet meer elke ochtend een eitje, niet meer elke maand een nieuw paar schoenen. En oh wat konden we weer genieten van dat eitje en wat konden we weer uitkijken naar een nieuw paar schoenen... De deeleconomie had andere schaarste opgelost. In onze straat wisten we wie een boormachine had en werd een aantal auto's met elkaar gedeeld.

Nederland was ook wat autonomer geworden, geopolitiek minder afhankelijk van de VS en qua producten minder afhankelijk van China. Het basisinkomen had rust gecreëerd onder de bevolking. Ja, de bomen groeiden dan wel niet meer tot in de hemel, honger bestond niet meer. Bovendien was dankzij het basisinkomen arbeid goedkoper geworden en was de robotisering beperkt gebleven tot fysiek zware werkzaamheden en specifieke medische ingrepen. Productie kon dus nog steeds in Nederland. Londen had dan wel het hoofdkantoor van Unilever, de fabrieken waren terug in Nederland.

Artificial Intelligence – op het World Economic Forum in 2020 door Amerikaanse social media bedrijven nog betiteld als de bedreiging van de mensheid – hadden we onder controle gekregen, onder meer dankzij toezicht vanuit het Internationale Algoritme Hof te Den Haag – nog steeds de stad van recht en vrede aan de duinen. Sterker nog, door de ontwikkeling van slimme algoritmes voor ethiek door de sociaal wiskundige faculteit te Maastricht, was de basis voor onze democratie weer terug: wetgeving was weer intelligent, toezicht en handhaving efficiënt en effectief dankzij het internet of things en de verkiezingen waren transparant en zonder inmenging van buitenlandse trollen. Ik werd wakker van het geluid van meesjes op het balkon en de zonnestralen op mijn kussen, global warming was zo gek nog niet...

Genoeg gedroomd over het verleden en gefilosofeerd over het redden van de aarde. Binnenkort met vrienden in de Tesla Lightyear 3.0 naar Portugal, dat is echt groen en leuk. Heel wat

beter dan die Beatle uit een vorige generatie die een Toyota Prius Hybrid per privé jet vanuit Japan had laten invliegen... En natuurlijk de finale champions league kijken in Faro. Wint de fusieclub ADO-Feijenoord weer?

3. De toekomst van

**schaarste, produceren,
consumeren en
hervorderen in de
scenario's**

3. DE TOEKOMST VAN SCHAARSTE, PRODUCEREN, CONSUMEREN EN HERVERDELEN IN DE SCENARIO'S

Zoals beschreven in de inleiding stond de volgende onderzoeksvraag centraal tijdens deze verkenning:

Hoe zal de toekomst van de economie eruitzien als gevolg van technologische ontwikkelingen?

Deze onderzoeksvraag is opgedeeld in vijf deelvragen:

1. Welke technologische ontwikkelingen zullen tussen nu en 2050 invloed hebben op de economie?
2. Wat is in de toekomst economisch schaars en wat is de invloed van technologische ontwikkelingen daarop?
3. Hoe worden in de toekomst goederen en diensten geproduceerd als gevolg van technologische ontwikkelingen?
4. Hoe beïnvloeden technologische ontwikkelingen de wijze waarop mensen in de toekomst goederen en diensten consumeren?
5. Wat is de invloed van technologische ontwikkelingen op de inkomens- en welvaartsverdeling?

De trendanalyse, de scenario's en de serious game zijn instrumenten die hebben geholpen om een beeld te vormen over deze thema's. De meest opvallende observaties worden in dit hoofdstuk samengevat.

3.1 Schaarste in de toekomst

Worden biodiversiteit, natuurlijke hulpbronnen, grondstoffen en ecosysteemdiensten schaars?

De afgelopen decennia hebben bevolkingsgroei en toenemende economische activiteiten de druk op biodiversiteit en ecosysteemdiensten opgevoerd. Natuurlijke hulpbronnen en de belangrijkste grondstoffen voor onze manier van leven worden steeds schaarser. In elk van de vier scenario's wordt anders omgegaan met deze schaarste: in scenario's A en C leidt de grondstoffenschaarste tot internationale spanningen. In scenario B leidt het tot de opkomst van sterke internationale instituties die de toegang tot hulpbronnen reguleren en zorgen voor een stabiel politiek klimaat. In alle scenario's is de grondstoffenschaarste een belangrijke *driver for change*, en wordt een andere oplossing gekozen door de samenleving om hier mee om te gaan:

In scenario A ontstaat een samenleving waarin men een pas op de plaats maakt en minder gaat consumeren en verspillen. Een nostalgische hang naar vroegere tijden maakt dat mensen zuiniger zijn en inzetten op recycling, re-use, upcycling en dergelijke. In scenario B ontstaat een gevoel van urgentie om dingen echt anders aan te pakken en door gebrek aan vertrouwen in het tot stand brengen van gedragsverandering (zoals in scenario A) wordt veel macht gegeven aan sterke supranationale instituties. Er ontstaat een cultuur met sterke regulatie en monitoring, zelfs sterke sociale controle waar het gaat om duurzaamheid en het verkleinen van de ecologische voetafdruk. 'Big brother is watching your eco footprint' zou een passende ondertitel voor dit scenario zijn. Geavanceerde communicatietechnologie en mixed reality-toepassingen leiden ertoe dat we ons veel minder gaan verplaatsen. Op huishoudensniveau worden zelfvoorzienende, kringloop-sluitende systemen ontwikkeld.

In scenario's C en D worden hoogtechnologische oplossingen gekozen voor het grondstoffenprobleem. In C leidt de schaarste aan grondstoffen in eerste instantie tot een gefragmenteerde wereldeconomie, waarna sterke autarkische handelsblokken allerlei oplossingen zoeken voor het schaarste vraagstuk. Dit leidt tot een enorme boost voor ontwikkelingen op het gebied van nanotechnologie, gementologie en kwantumcomputing. Hiermee worden nieuwe materialen ontwikkeld, die zeldzame materialen vervangen door kunstmatige, schonere, en minder milieubelastende materialen. Ecosystemen worden gesaneerd middels biotechnologie en nanotechnologie. De opkomst van 4D-printen zorgt ervoor dat producten en materialen veel langer meegaan (en zelfs dynamisch worden). De dna-printer maakt het mogelijk nieuwe organismen te ontwerpen en te produceren die bijdragen aan een

duurzaam energiesysteem en zeer effectieve voedsel- en waterproductie. In scenario D wordt ingezet op ontwikkelingen op het gebied van ruimtevaart die de druk op ecosysteemdiensten en het milieu op aarde kunnen verlichten, zoals het mijnen van zeldzame aardmetalen op asteroïden of de opkomst van interplanetaire migratie waardoor de bevolkingsomvang op aarde kan afnemen. Een kanttekening die daarbij gemaakt kan worden is wat de neveneffecten zullen zijn van dit soort technologische oplossingen, wat overigens geldt voor alle scenario's. In dit scenario is de vraag of schaarste echt opgelost wordt; eerder lijken mensen ervoor te kiezen de aarde 'op te maken' en zich voor te bereiden op een leven buiten de aarde, of een virtueel leven waarbij ons bewustzijn wordt geüpload in 'the cloud'.

3.2 Productie in de toekomst

Sneller, efficiënter en veiliger produceren?

Bijna alle technologische ontwikkelingen die beschreven zijn lijken de belofte in zich te dragen dat de productie van goederen en het verlenen van diensten in de toekomst sneller, efficiënter, schoner en veiliger kan:

- Sneller: bijvoorbeeld door het automatiseren van processen, meer en realtime datawinning en -analyse, en doordat veranderingen gesimuleerd kunnen worden voor ze worden doorgevoerd. Doordat productie ook dichterbij of in huis komt (door de opkomst van 3D-printers, 4D-printers, nanoprinters of dna-printers), heeft de consument het sneller beschikbaar dan wanneer het product besteld en vervoerd moet worden.
- Efficiënter: de beschikbaarheid van meer data en informatie evenals het automatiseren van processen leidt tot zuinigere en preciezere productie met minder restmaterialen. Ook ontwikkelingen op het gebied van nanotechnologie en 3D- en 4D-prints maken processen preciezer en daarmee efficiënter. Daarnaast kan efficiëntie ook bereikt worden doordat minder taken in processen door mensen worden uitgevoerd en meer door robots en machines. Menselijke arbeid brengt hogere kosten met zich mee en het risico op menselijke fouten (Lange et al., 2017). Er is ook behoefte aan efficiëntie vanuit ecologisch oogpunt: doordat bepaalde grondstoffen dreigen op te raken en de effecten van milieuvervuiling en klimaatverandering steeds meer zichtbaar (en ongewenst) zijn, is er een grote behoefte aan schonere productieprocessen. Die kunnen gerealiseerd worden door een meer circulaire economie in te richten, waarbij verspilling en vervuiling wordt tegengaan. Technologie maakt de inzet van hernieuwbare energiebronnen, de ontwikkeling van nieuwe materialen en het slim hergebruiken of opruimen van reststromen mogelijk.

- Veiliger: het internet of things en de analyse van big data maken het mogelijk om onveilige situaties te voorkomen of te kunnen ingrijpen. Brain-machine interfaces stellen mensen in staat om op afstand apparaten aan te sturen waardoor ze zich niet fysiek in een gevaarlijke situatie hoeven te begeven. Daarnaast kunnen gevaarlijke taken of taken in risicovolle gebieden in de toekomst worden uitgevoerd door robots. Ten slotte kan geo-engineering een oplossing zijn om gevaarlijke weersomstandigheden te wijzigen, al zijn de precieze gevolgen van de inzet van dit soort technieken nog onduidelijk.

De rol van afstand: dichterbij of verder weg produceren?

Doordat 3- en 4D-printen, en nanotechnologie het mogelijk maken om meer op maat te produceren en productie ook dicht bij huis brengen, kunnen productieprocessen en diensten die eerder uitbesteed werden aan lagelonenlanden mogelijk weer in Nederland gaan plaatsvinden (*reshoring*). De lagere arbeidskosten wegen niet meer op tegen de weggevallen transportkosten. Dat is een trend die nu al zichtbaar is (Broek et al., 2016). In alle scenario's zijn wij ervan uitgegaan dat mensen meer thuis, of dichterbij huis gaan produceren door middel van 3D-printers, 4D-printers en bioprinters. Naast deze technologische ontwikkelingen zijn er ook ontwikkelingen op het gebied van geopolitiek en ecologie (klimaat en grondstoffen) waardoor handel en transport duurder of moeilijker worden. Ook het meer autarkisch willen opereren van landen kan reshoring versterken. Dit is het geval in scenario's A en C.

De laatste decennia hebben we de opkomst gezien van een aantal multinationals (zoals Google, Facebook, Alibaba) die in relatief korte tijd een groot wereldwijd marktaandeel veroverden. Deze multinationals hebben meer kapitaal dan sommige landen aan BNP hebben, en ze hebben zoveel macht op het internationale toneel dat het goed denkbaar is dat in de toekomst multinationals meer op het wereldtoneel te zeggen hebben dan nationale overheden of internationale instituties. In scenario D zijn we ervan uitgegaan dat deze trend door blijft zetten en dat leidt uiteindelijk ertoe dat we de ecologische grenzen van de aarde gaan opzoeken en ons voorbereiden op een leven buiten de aarde of in de virtuele realiteit. In scenario C zouden multinationals nog een belangrijke rol kunnen hebben, maar zal een belangrijke uitdaging zijn om aansluiting te vinden bij de vele verschillende machtsblokken die zijn ontstaan. We zijn er in dit scenario wel van uitgegaan dat op het gebied van gewassen en voedselproductie de multinationals veel te zeggen hebben.

Voor veel mensen heeft het aspect van globalisering een vervreemdend en bedreigend effect. Zij hebben het gevoel dat beslissingen die hun betreffen of die gaan over

producten die zij gebruiken, worden genomen aan de andere kant van de wereld. De opkomst van streekproducten en aandacht voor lokale ondernemers is hierop een tegenreactie en die lijkt aan populariteit te winnen (EEAC/RLI, 2016). Dit komt duidelijk naar voren in scenario C, waarin de wereld fragmenteert en hechte lokale gemeenschappen het heft in eigen handen nemen.

Wie doet het werk? En welk werk?

Ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie, robotisering en big data maken dat niet alleen de zogenaamde *blue collar*-banen (fysieke arbeid, voornamelijk in fabrieken) geautomatiseerd kunnen worden, maar ook de *white collar*-banen. Zo zijn er al robot-versies van boekhouders, financieel adviseurs, helpdesk-medewerkers en in onze telefoons zitten personal assistants. In de zorg en in het onderwijs wordt geëxperimenteerd met service-robots en in Japan bestaan restaurants en bordelen waar geen mens nog arbeid verricht. Een groot deel van de taken die nu door mensen wordt gedaan zal dus in de toekomst door robots gedaan kunnen worden. Met de opkomst van blockchain en smart contracts kunnen volledige bedrijfsprocessen geautomatiseerd worden en is het denkbaar dat we autonome bedrijven krijgen waar geen menselijke arbeid aan te pas komt, ook niet op management- of directieniveau. Ook zijn er al voorbeelden van robots en KI-systemen die muziek maken, schilderijen maken of boeken en filmscripts schrijven. Het is zeer goed denkbaar dat sectoren waarin nu tekorten zijn aan geschoold personeel of waarin sprake is van gevaarlijke beroepen de eerste zijn waarin robots op grote schaal werk gaan overnemen van mensen.

Sommige experts waarschuwen ervoor dat al het werk dat nu door mensen wordt gedaan in de toekomst door robots gedaan kan worden. En beter. De geschiedenis heeft echter uitgewezen dat technologische ontwikkelingen weliswaar leiden tot het verdwijnen van banen, maar dat er ook nieuwe banen ontstaan en op de lange termijn altijd leidt tot meer werkgelegenheid. Er zijn echter ook mensen die suggereren dat als we ons werk door robots laten doen we zelf minder of niet meer hoeven te werken en dan meer tijd overhouden voor zelfrealisatie. Een minder vrolijk beeld kan zijn dat robots en computers steeds meer beslissingen gaan nemen en in de toekomst mensen misschien voor robots gaan werken.

In geen van de scenario's in deze verkenning zijn we ervan uitgegaan dat mensen niet meer gaan werken. Scenario D schetst misschien nog wel het meest radicale beeld van arbeid in de toekomst, namelijk het beeld van *enhanced* en *augmented humans*: De situatie waarbij mensen door human brain interfaces en human enhancement steeds meer samensmelten met technologie en in de toekomst hun eigen brein kunnen

upgraden tot een supercomputer of kwantumcomputer. Of waarbij ze met behulp van hoogwaardige protheses fysiek heel sterk of snel worden. Maar hoewel mensen in onze scenario's dus wel blijven werken, leidt in elk scenario nieuwe technologie tot een nieuwe manier van werken. En net zoals de introductie van de personal computer en het internet ertoe leidden dat mensen nieuwe vaardigheden nodig hadden, zal dat in de toekomst ook zo zijn. Dus misschien is de vraag niet zozeer: wie doet het werk, maar wat voor werk doen we?

3.3 Consumenten in de toekomst

Consumenten of consuminderen?

Als we de materiële welvaart van een Nederlands gezin van nu vergelijken met die van een Nederlands gezin uit 1960, dan is die er in materiële zin sterk op vooruit gegaan: elk huishouden heeft een koelkast, een vriezer, een stofzuiger, een vaatwasser, er is een enorme keuze aan vers en gezond voedsel in supermarkten, boeken en kleding. Vervoer is goedkoper geworden en als student is het eerder regel dan uitzondering om een wereldreis te maken. Het is niet ondenkbaar dat we in de toekomst nog meer gaan consumeren, nog meer luxeproducten gewoon gaan vinden. We zien echter wel steeds meer aandacht voor de gevolgen van klimaatverandering, de afname van biodiversiteit en andere negatieve aspecten van ons huidig economische systeem. In de agrofood-sector zien we al steeds meer interesse in lokale, duurzame producten en voor kleding, meubels en speelgoed is het niet vreemd om naar een kringloopwinkel te gaan. In scenario's A en B wordt een cultuurverandering en gedragsverandering beschreven die maakt dat mensen hun leefstijl drastisch aanpassen en veel zuiniger gaan leven. Die verandering is niet geheel vrijwillig, maar wordt afgedwongen door de effecten van klimaatverandering. Er zijn tekorten ontstaan aan drinkwater en voedsel en door stijgende brandstofkosten is het te duur geworden om bepaalde producten (bijvoorbeeld voedsel) over lange afstanden te vershippen. Ook geopolitieke conflicten kunnen leiden tot een afname van de wereldhandel en het niet meer of minder beschikbaar zijn van bepaalde producten, zoals in scenario's A en C het geval is. In scenario C leidt de schaarste tot een enorme boost aan technologische ontwikkelingen.

Van consumenten naar prosumeren en de opkomst van dynamische producten

Kijken we naar energie dan zien we al voorbeelden van prosumentisme: huishoudens zijn niet alleen consument, maar produceren zelf energie, door zonnepanelen of windmolens. De opkomst van 3D- en 4D-printen leiden ertoe dat we in de toekomst ontwerpen kunnen downloaden en spullen zelf kunnen printen, of dat we zelf kunnen

ontwerpen én printen. Zo worden we op steeds meer gebieden prosumert in plaats van consument. In scenario C komen de 4D-printer en de bioprinter beschikbaar voor consumenten. We maken geen statische producten meer, maar materialen die we kunnen blijven herprogrammeren of die zelf veranderen. Dit zou betekenen dat we zeer efficiënt met materialen en grondstoffen omgaan, al zal er wel een bijzondere kwaliteit hoogtechnologisch basismateriaal beschikbaar moeten zijn (als echt iedereen hier beschikking toe zou krijgen). Leven met dynamische in plaats van statische producten en materialen zou een enorme verandering zijn voor onze economie en onze samenleving. Wat die verandering allemaal zou inhouden is iets wat onze verbeeldingskracht misschien wel te boven gaat.

Welke keuzes maken we nog zelf?

Eenzijds krijgen mensen steeds meer keuzemogelijkheden en meer eigen regie over hun leven, door ontwikkelingen zoals individualisering, digitalisering en globalisering. Anderzijds worden computers en elektrische apparaten steeds zelfstandiger. De opkomst van onder andere autonoom vervoer, slimme algoritmes, service-robots, smart homes, het internet of things, nanomedicijnen en wearable technology maken het mogelijk om steeds meer taken en keuzes uit te besteden of te automatiseren, al zullen er naar alle waarschijnlijkheid ook nieuwe taken en keuzes bijkomen. Met de opkomst van autonome systemen en algoritmes die ons leven beïnvloeden is het onderwerp zelfbeschikking momenteel zeer actueel in het maatschappelijk debat.

In scenario B is sprake van weinig zelfbeschikking, vergeleken met de situatie nu, doordat mensen veel macht overdragen aan eenzijdig supranationale instituties die groot-schalige problemen moeten oplossen en daardoor meer voor mensen gaan bepalen en reguleren. Anderzijds wordt macht overgedragen aan slimme apparaten en robots, omdat het in dit scenario enorm belangrijk is de ecologische voetafdruk te verkleinen, maar het zeer ingewikkeld is te bepalen wat de beste manier daarvoor is. Mogelijk leidt dit tot minder keuzestress en meer tijd voor andere dingen. Er zijn nu immers ook mensen die we inhuren om bepaalde keuzes voor ons te maken, zoals personal shoppers of interieur designers. Sommige mensen laten hun smartphones zelfs restaurants uitkiezen, routes uitstippelen en de temperatuur in hun huis bepalen. Aan de andere kant kunnen we ons in onze vrijheid beperkt voelen wanneer we zelf niet volledig vrij zijn om te kiezen. In scenario A hechten mensen veel waarde aan zelfbeschikking en keren zich af van de toenemende macht van supranationale instituties en multinationals. Of ze daardoor echt meer zelfbeschikking hebben is echter de vraag, aangezien de zeer hechte gemeenschappen die ontstaan veelal gepaard gaan met veel sociale controle en ook wordt de keuzevrijheid ingeperkt doordat hulpbronnen,

goederen en vervoer veel minder beschikbaar zijn. In scenario C is, in vergelijking met de andere scenario's, de meeste ruimte voor zelfbeschikking en kan men door 4D-printers en bioprinters de wereld steeds meer naar hun hand zetten. Zelfs aan de genetische code van mensen wordt gesleuteld. In scenario D zouden individualiteit en zelfbeschikking wel eens kunnen verdwijnen door de opkomst van het 'brainternet' waarbij mensen via hun brein verbonden zijn met het internet en met de miljarden apparaten die daaraan verbonden zijn. Er lijkt een zogeheten 'zwermgeest' te ontstaan; een soort collectief bewustzijn waarin het individu er minder toe doet.

3.4 Welvaart verdelen in de toekomst

Hoeveel is er te verdelen?

De vergrijzing oefent druk uit op sociale voorzieningen zoals het pensioenstelsel en het zorgstelsel. Digitalisering en globalisering leiden tot vluchtige netwerken, vluchtige arbeidsverbanden en vluchtige relaties en tot verdere individualisering. Mensen krijgen steeds meer eigen regie en verantwoordelijkheid over hun eigen leven en welzijn. De kloven in de samenleving (tussen hoog- en laagopgeleid; kansrijk en -arm; digitaal vaardig en onvaardig; etc.) lijken verder toe te nemen. Er is minder begrip voor mensen die niet mee kunnen komen en dat leidt tot minder solidariteit in de samenleving, minder draagvlak, maar ook minder financiële middelen voor sociale zekerheid. Minder sociale zekerheid kan in de toekomst betekenen dat een pensioen, een zorgverzekering, uitkeringen of gezondheidszorg schaars(er) en mogelijk duurder worden.

Nederland heeft een sterke traditie van inkomensnivellering en volgens de internationale ranglijsten is de inkomensongelijkheid relatief laag in Nederland (CBS, 2017). Technologische ontwikkelingen zetten mogelijk druk op inkomensnivellering. Als bijvoorbeeld veel werk en taken geautomatiseerd worden, zijn er minder inkomsten uit loonbelasting en heeft de overheid minder te verdelen. Ook zijn er dan mogelijk meer mensen die hun baan kwijtraken en een beroep doen op het socialezekerheidsstelsel. Verdergaande individualisering en opkomende sentimenten zoals nationalisme en protectionisme kunnen ervoor zorgen dat er minder solidariteit is en minder draagvlak voor een nationaal sociaal zekerheidsstelsel. Ook niet-technologische ontwikkelingen hebben invloed op het verdelingsvraagstuk: Als geopolitieke verhoudingen wijzigen, de wereldhandel afneemt en Nederland een minder prominente rol speelt op het wereldtoneel is het zeer goed denkbaar dat we ook minder welvaart te verdelen hebben. In scenario A is dit bijvoorbeeld het geval en is het uitgangspunt dat mensen voor elkaar zorgen. Als je in dat scenario een 'buitenbeentje' bent is de kans groot dat je op jezelf bent aangewezen.

Technologische ontwikkelingen kunnen ook zorgen voor nieuwe economische activiteiten en een groeiende welvaart, waardoor er meer inkomsten zijn uit belastingen. Ontwikkelingen op het gebied van automatisering, blockchain en big data kunnen het werk dat nu wordt gedaan door mensen sneller en beter doen waardoor er meer geld overblijft om te verdelen. Ook wordt het makkelijker om fraude op te sporen en tegen te gaan. Behalve dat dit voor een groter rechtvaardigheidsgevoel en mogelijk meer draagvlak voor solidaire beginselen en regelingen zorgt, blijft er meer geld over voor de uitkeringsgerechtigden. Dit idee past goed in scenario D, waarin een sterke overheid inzet op regulering en monitoring. De prioriteiten in dit scenario liggen bij het aanpakken van grensoverschrijdende problemen en het is goed denkbaar dat er wordt ingezet op technologie om de sociale voorzieningen die er nog wel zijn zo efficiënt mogelijk in te richten. Een risico is dat als in de toekomst steeds meer beslissingen worden genomen op basis van kunstmatige intelligentie en big data, de kans bestaat dat niet-representatieve data onjuist wordt geïnterpreteerd en bepaalde vooroordelen versterkt worden. Bepaalde bevolkingsgroepen (ouderen, etnische groepen) kunnen daardoor worden uitgesloten, bijvoorbeeld voor toegang tot krediet, hypotheek en banen.

Bepaalt toegang technologie je economische kansen?

In scenario's B en D leidt een verdere internationalisering tot een grote concurrentie op de arbeidsmarkt. Toegang tot de juiste technologie kan een belangrijke rol spelen bij het vinden van een baan. In scenario D worden mensen aan taken gekoppeld door KI-systemen. Een vereiste is dat mensen dan wel vindbaar zijn. Als er sprake is van ongelijke toegang tot technologie kan dat leiden tot grotere kloven tussen *haves* en *havenots* en *knows* en *know-nots*. In ditzelfde scenario leiden ontwikkelingen op het gebied van human enhancement ertoe dat ouderen langer kunnen doorwerken en dat mensen die door fysieke of mentale beperkingen nu uitgesloten zijn van het arbeidsproces, wel kunnen gaan deelnemen daaraan. Dan worden er meer belastingen afgedragen en zijn er minder uitkeringen nodig. Een belangrijke kanttekening bij deze redenering is dat ook deze technologische ontwikkelingen (door de kosten) vooral ten goede kunnen komen aan mensen die nu ook al goed af zijn en dus bestaande ongelijkheid verder kunnen vergoten. Ontwikkelingen op het gebied van human enhancement, zoals in scenario D, kunnen zelfs leiden tot een nieuwe evolutionaire selectiedruk in de samenleving, als bepaalde bevolkingsgroepen beter presteren als gevolg van human enhancement en niet iedereen daar toegang tot heeft.

4. Op naar de

toekomst

4. OP NAAR DE TOEKOMST

Gezien de omvang van de uitdagingen die op onze samenleving afkomen, zoals demografische veranderingen, klimaatverandering en veranderende geopolitieke verhoudingen, is investeren in nieuwe technologieën de komende decennia van cruciaal belang. Maar net zo belangrijk zijn het maatschappelijke debat en de sociale effecten van nieuwe technologieën. Naast technologische innovatie moet aandacht worden besteed aan sociale innovatie en acceptatie van nieuwe technologie. Ook moeten potentiële effecten op het milieu, welzijn en onze leefomgeving worden meegenomen. Nieuwe technologische oplossingen voor een bepaald probleem of uitdaging kunnen nieuwe, onvoorziene effecten met zich meebrengen. En uiteindelijk zullen beslissingen over de implementatie van nieuwe technologieën moeten worden genomen in de context van potentiële risico's, inclusief het risico van niet-gebruiken.

De scenario's in deze verkenning zijn niet bedoeld om de lezer te overweldigen, maar juist om aan te zetten tot denken. De toekomst is niet volledig maakbaar, maar is ook niet iets wat ons overkomt. Wij kunnen wel degelijk keuzes maken om ons voor te bereiden op de toekomst en om deze mede vorm te geven.

Het doel van deze verkenning is om beslissers, strategen en onderzoekers te informeren over de mogelijke impact van technologische ontwikkelingen op de Nederlandse economie. De trendanalyse, het ontwikkelen van de scenario's en de serious game hebben geholpen meer inzicht in dit vraagstuk te krijgen en deelnemers te inspireren om over de toekomst na te denken. Naast informeren en inspireren geven de resultaten van de verkenning ook handvatten om te kunnen adviseren en agenderen: om onderwerpen die in de toekomst relevant zijn op de politieke of maatschappelijke agenda te zetten, dan wel om bespreekbaar te maken welke keuzes en handelingsruimte wij als samenleving hebben in het licht van de aankomende ontwikkelingen.

Economie is voor deze studie gedefinieerd als de manier waarop we produceren, consumeren, herverdelen en met schaarste omgaan. Ondanks de nadruk op technologische ontwikkelingen, wordt ook rekening gehouden met niet-technologische trends zoals demografische, sociale, ecologische en geopolitieke ontwikkelingen. Deze brede blik is cruciaal om recht te doen aan de complexiteit van het onderwerp.

Om een beeld te vormen van de toekomst en om de toekomst bespreekbaar te maken zijn voor de verkenning meerdere experts geïnterviewd en stakeholders betrokken in creatieve werksessies. Voor deze verkenning zijn een aantal instrumenten ontwikkeld die organisaties helpen om zelf het gesprek over de toekomst te gaan voeren. Namelijk:

- De scenario's (4.1)
- Een serious game (4.2)
- Prikkelende vragen en stellingen voor een strategische conversatie (4.3)

4.1 Zelf aan de slag aan de hand van scenario's

Deze verkenning kijkt vooruit naar 2050. Naast relevante wetenschappelijke inzichten is daarvoor ook een gezonde dosis voorstellingsvermogen nodig. Om tot breed gedragen inzichten te komen is het ook belangrijk dat een verkenning niet plaatsvindt in een 'ivoren toren' maar in dialoog met stakeholders en experts. De scenario's uit deze verkenning zijn een instrument om met elkaar in gesprek te gaan over de toekomst.

Het doordenken van de ontwikkelingen in verschillende toekomstscenario's biedt de mogelijkheid om meer genuanceerd na te denken over de toekomst. De technologische en maatschappelijke ontwikkelingen zullen in elk scenario een andere uitwerking hebben, of in sommige scenario's misschien niet eens van belang zijn.

Het doel van de scenario's is om een raamwerk te bieden waarmee we kunnen nadenken over de mogelijke uitkomsten en impact van de ontwikkelingen die onze toekomst mede vormgeven. De scenario's bieden diverse perspectieven op de toekomst. Bedrijven, organisaties en beleidsmakers kunnen op meerdere manieren reageren op de toekomstbeelden die zijn geschetst. Ze kunnen proberen de toekomst te beïnvloeden om een bepaald scenario te realiseren of juist te voorkomen. Of er kan gekozen worden om te zoeken naar strategieën die helpen de kansen van een of meerdere scenario's te benutten.

In het algemeen is het doel van het werken met scenario's om ofwel strategieën te ontwikkelen die toegepast kunnen worden in elke situatie (robuuste strategieën), dan wel strategieën te ontwikkelen die goed werken in een specifiek scenario. Een vervolgstap zou kunnen zijn het werken met een *early warning system* waarin indicatoren wordt geïdentificeerd die aangeven of een of meerdere ontwikkelingen zoals in de scenario's zijn beschreven zich daadwerkelijk uitkristalliseren. De gevolgen van de scenario's kunnen sterk verschillen per doelgroep, maar elke organisatie heeft baat bij een dergelijke denkoefening.

4.2 Zelf aan de slag met de serious game

Een andere manier om aan de slag te gaan met de inzichten uit deze verkenning is om de serious game te spelen. Om met verschillende organisaties in gesprek te gaan is voor deze verkenning in samenwerking met gamedesigner Inez Groen een coöperatief bordspel ontwikkeld. Dit bordspel faciliteert de discussie over de complexe en onzekere toekomst door mogelijke ontwikkelingsrichtingen te schetsen en de spelers te laten kiezen uit strategieën en mogelijke investeringen. In de game is veel aandacht voor technologische ontwikkelingen, maar – net als in de rest van de verkenning – komen ook maatschappelijke onderwerpen aan bod. In de periode september 2018 - februari 2019 is de game bij zo'n vijftien verschillende organisaties gespeeld en daarnaast zijn twee gamesessies georganiseerd waarbij meer dan twintig deelnemers van verschillende organisaties de game hebben gespeeld. Met het spelen van de serious game zijn belangrijke perspectieven voor deze verkenning verzameld. De spelers van de game maakten op interactieve wijze kennis met complexe materie en deden inzicht en inspiratie op.

In de serious game worden de deelnemers uitgenodigd om een fictieve samenleving in te richten. Om de samenleving in te richten kunnen 'bouwstenen' in de vorm van kartonnen tegels (denk aan het bordspel *Catan*) worden gekocht en neergelegd, de tegels vormen samen de ingrediënten van de fictieve samenleving. We hebben meer dan 60 bouwstenen ontworpen. De basis hiervoor zijn de trends en de scenario's geweest. Voorbeelden van deze bouwstenen zijn in deze publicatie aan het einde van de scenariobeschrijvingen opgenomen.

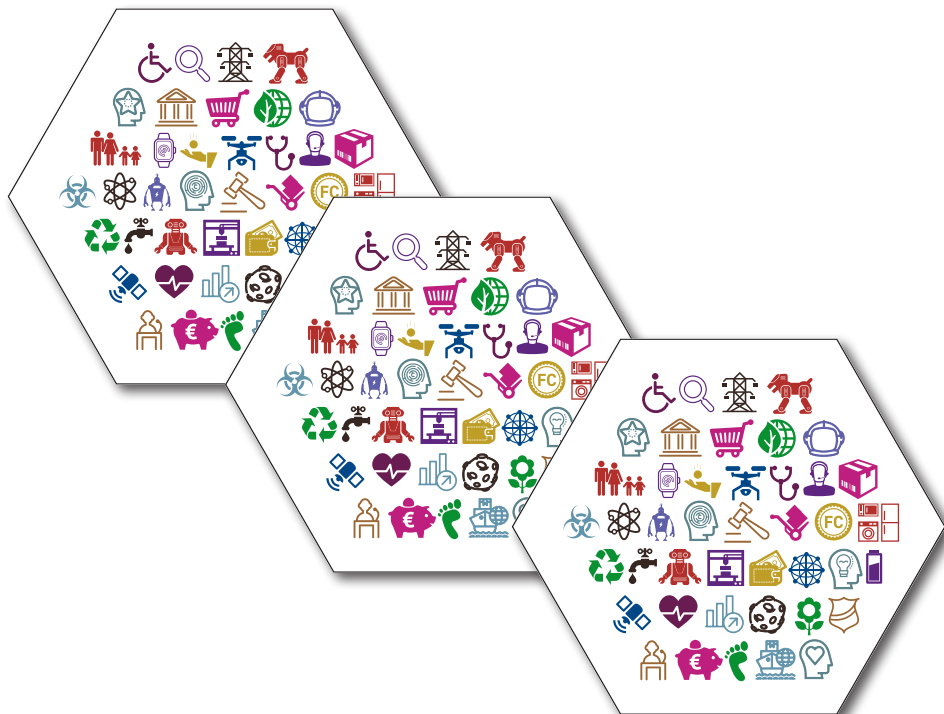
In elke spelsessie wordt gespeeld met verschillende teams van drie tot vijf personen. Een spelsessie duurt tussen de twee en vier uur. De teams spelen met verschillende doelen, om te toetsen in hoeverre een doel voor je samenleving je keuze voor een bepaalde bouwtegel (of technologie) beïnvloedt. Deze doelen verschillen per organisatie. Voorbeelden van doelen zijn:

- *Zoveel mogelijk welvaart genereren voor je samenleving*
- *Een circulaire economie realiseren*
- *Een CO₂-neutraal energiesysteem creëren*
- *Een zo concurrerend mogelijk vestigingsklimaat realiseren*
- *Zoveel mogelijk werkgelegenheid creëren*
- *Het meest innovatieve bedrijf in onze sector zijn*

Ook speelde elk team in een ander scenario. De scenario's waarin wordt gespeeld bepalen de prijs van de bouwstenen die gekocht kunnen worden. Spelers krijgen dus

met verschillende aspecten te maken: een doel dat zij nastreven voor hun samenleving, ingrediënten waar zij uit kunnen kiezen om dat doel te bereiken en een scenario over externe omstandigheden (internationale ontwikkelingen) die invloed uitoefenen op de prijs van de tegels. Elk team speelde ten minste twee rondes van de game en leefde zich dus in in twee verschillende scenario's. Na elke spelronde was er een korte reflectieronde waarin we onder andere bespraken welke keuzes moeilijk en makkelijk waren, hoe verschillende doelen en scenario's tot verschillende keuzes leiden etc.

De serious game is, net als deze publicatie, te koop of gratis te downloaden op onze website www.stt.nl. Het is onze hoop dat de game organisaties helpt om zelf in gesprek te gaan over de toekomst en zich voor te bereiden op verandering.



Bouwstenen voor de toekomst

In hoofdstuk twee zijn al veel voorbeelden gegeven van de bouwstenen die gebruikt zijn in de game (aan het einde van elk scenarioverhaal): Tot slot delen wij graag enkele saillante observaties die opgedaan zijn tijdens het spelen van de gamesessie:

Dit zijn de bouwstenen die het meest (tien keer of vaker) gekozen werden:

- Grootschalige productie van algen voor brandstof, water en voedsel
- Smart sustainable homes
- Vervangen van primaire, niet-hernieuwbare grondstoffen
- Hightech stadslandbouw voorziet in 80% van de voedselvoorziening
- Omscholing: werknemers leren samenwerken met robots
- Gratis groene energie
- Een basisinkomen voor iedereen

En dit zijn de bouwstenen die het minst vaak gekozen (slechts 1 keer) werden:

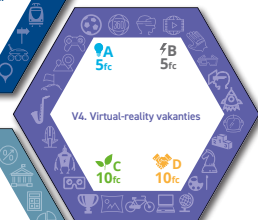
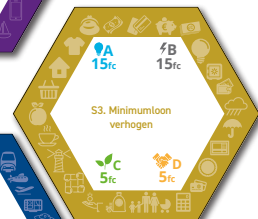
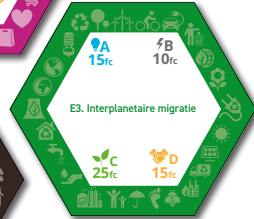
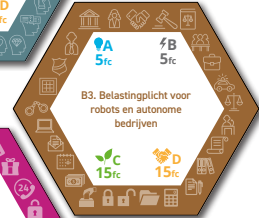
- Pensioenleeftijd naar 85 jaar
- Subsidies voor mensen die een (derde) robohand willen
- Zero gravity voetbaltoernooi

Deze bouwstenen zijn nooit gekozen:

- Kiesrecht voor robots
- Het legaliseren van het robot-huwelijk
- Robot uitzendbureau voor kunstzinnige robots
- Deelname aan de robo-olympics

In elke sessie zijn door de deelnemers bouwstenen bijbedacht. Een aantal van deze bouwstenen is opgenomen in de definitieve versie van de game. Hieronder een overzicht van de bouwstenen die zijn bedacht door de deelnemers:

Vrijheid van vestiging wordt een mensenrecht (ofwel: geen mogelijkheden meer om migratie tegen te gaan) • Auto's worden verboden in de stad • Full scale dna-analyse incl. risicoanalyse voor €50 p.p. beschikbaar • Circular design knowledge center (Peter vd Berg) • Geen pensioen meer, wel altijd inzetbaar • Koude kernfusie (Jos Voeten) • Telekinise (weg plastic soep) (Jos Voeten) • Verlaagde btw op lokale producten • Lokale *deep democracy* voor lokale issues: betrokkenheid creëren + versterken • Circulaire batterijen voor duurzame hernieuwbare elektriciteit (Peter/Ruth) • CO₂ betaalbaar omzetten naar multi-inzetbare grondstof • Mijnbouw op zee • Artificial cultivated meat (Happy Grinch) • To lessen our ecological footprint and reduce carbon emissions, we introduce in-vitro meat factories to supply every Amsterdammer with clean-produced meat • Printer makes robots who help you in your individualism • Virtual reality after life • Electricity generating bikes • Bicycle highways • Exportverbod voor (geïmporteerde) grondstoffen • Volledig vrije wetgeving op nanotechnologie • Klimaatneutraal vliegtuig • Gesmolten zeewateroverschot wordt verticaal opgeslagen in gas/olie-velden • Alle tuinen en daken voor voedselvoorziening • Met Crispr-Cas versnelde aanpassing van plant en dier aan klimaatverandering • Internationale marktautoriteit voor zeldzame grondstoffen.



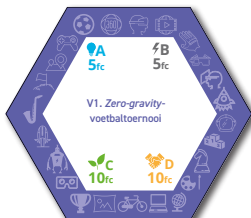
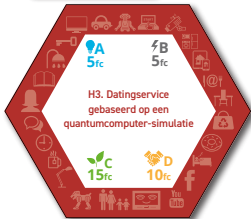
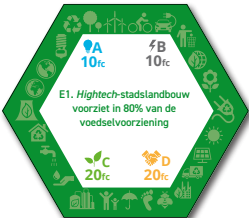
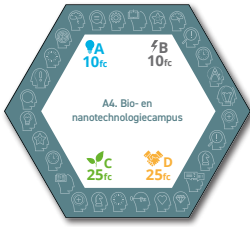
Observaties van de auteur tijdens de speelsessies:

De toekomst is subjectief en multi-interpretabel, zo bleek uit de discussies tijdens de speelsessies:

- Volgens de meeste deelnemers is B het scenario het dichtst bij de wereld waarin we nu leven (2019) en volgens anderen is dat scenario D.
- Scenario A wordt over het algemeen als heel wenselijk beschouwd, maar zeer irrealistisch en is ook het scenario waarin veel organisaties twijfelen aan hun eigen bestaansrecht.
- Minstens zo populair is scenario C, maar dit scenario wordt ook wel afgedaan als 'te science fiction'.
- Zowel het commentaar als 'dit is te ver weg, te extreem voor 2050', als 'dit is niet extreem genoeg voor 2050' is veel gezegd in de speelsessie, met betrekking tot alle vier de scenario's.
- Veel groepen vonden scenario C het meest plausible scenario voor 2050, maar zeer onwenselijk.
- Voor veel organisaties kwam in ten minste een scenario de vraag aan de orde: bestaan wij dan nog wel? Dat geeft aan dat de scenario's helpen bij het ter discussie stellen van fundamentele aannames, wat gewenst is met het oog op de onzekere toekomst.

In de discussie over de keuzes die deelnemers maakten ten opzichte van hun doelstellingen:

- Groepen die streefden naar doelstellingen die sterk raakten aan menselijke waarden zoals veiligheid, comfort of klanttevredenheid zetten minder graag in op technologie. Ook waren deze groepen in bepaalde zin 'robofobisch' in die zin dat bouwstenen over robotisering of automatisering in hun ogen altijd afdoen aan deze waarden.
- Groepen die streefden naar doelstellingen die raakten aan duurzaamheid of een klimaat neutrale samenleving kozen vaak voor tegels waarbij dingen verplicht werden of gestraft werden (boetes). Het lijkt erop dat de algemene overtuiging is dat het beter is sterk te sturen op gedragsverandering dan in te zetten op technologische mogelijkheden. Verder leek het dat er een keuze gemaakt moest worden tussen meer 'sociale' doelstellingen nu en meer 'groene' doelstellingen voor de toekomst.
- Het 'enhancen' van mensen werd geïnterpreteerd als iets wat gunstig is voor bedrijven en werkgevers, om een doel zoals zoveel mogelijk omzet of efficiëntie te behalen, maar zeker niet als iets dat bijdraagt aan duurzaamheid, veiligheid of solidariteit.



4.3 Zelf aan de slag: brainstormen of discussiëren

Aan de hand van de trendanalyse en de scenario's hebben wij hieronder een aantal prikkelende stellingen en 'wat als' vragen geformuleerd die organisaties helpen om zelf in gesprek te gaan of te brainstormen over de toekomst:

Wat betekent het voor mijn bedrijf als..	zuivel en vlees drinkwater fosfaat staal silicium ijzererts luchtverkeer zelfbeschikking vrije tijd vervoer pensioen privacy	niet meer beschikbaar is?
--	---	---------------------------

Wat als...

- De Europese Unie uit elkaar valt?
- We geen statische, maar dynamische producten gaan produceren?
- Mensen niet meer betalen voor bezit, maar wel voor gebruik en service?
- Nog maar 30% van de grondstoffen die in Nederland gebruikt worden primaire grondstoffen zijn?
- De vergrijzing leidt tot grotere kloven in de samenleving (tussen generaties)?
- Er een brain-drain ontstaat en jong talent massaal wegtrekt uit Nederland?
- Robots net zo goed zijn in mensenwerk als mensen, bijvoorbeeld in de zorg en in het onderwijs?
- Mijn werkgever mij dwingt samen te werken met een robot?
- Mijn werkgever vervangen wordt door een robot?
- We van luchtmoleculen willekeurige objecten kunnen fabriceren (nanofabriek)?
- Mensen en machines in de toekomst gezamenlijk onderwijs volgen?

Stellingen:

- Nederland is een te klein land om bepaalde technologische ontwikkelingen te stoppen of te versnellen.
- Ik weet precies welke werkzaamheden ik de komende vijf jaar ga automatiseren.
- Als werkgever mag ik mijn werknemers vragen een breinchip te implanteren zodat ze efficiënter werken en ik hun werkomgeving op hun affectieve toestand kan laten aanpassen.
- Mijn organisatie zal succesvol zijn, zowel in een geglobaliseerde wereld als in een gefragmenteerde wereld.
- Gezien de huidige stand van zaken in de zorg is het beter dat een robot voor mijn bejaarde ouders zorgt dan dat ze in een verzorgingstehuis moeten.
- Sommige problemen zijn zo omvangrijk en grensoverschrijdend dat alleen een sterke mondiale regering ze op kan lossen.
- De banen waar we onze studenten nu voor opleiden bestaan over tien jaar niet meer.
- Mijn personeel zal prima kunnen samenwerken met robots en supercomputers.
- Ik weet precies wat het betekent voor mijn bedrijf als 3D-printen ervoor zorgt dat de wereldhandel met 70% afneemt.
- Om onze ecologische voetafdruk terug te dringen moet ons doen en laten real-time gemonitord worden.
- Er moet controle zijn op de mate van invloed die KI-systemen kunnen uitoefenen op onze reële wereld via virtual reality.
- Besluiten die door mensen genomen worden zijn transparanter dan besluiten die door robots en KI-systemen genomen worden.
- Als bedrijven volledig autonoom kunnen functioneren moeten zij ook belasting betalen.
- Het is mogelijk ons bedrijfsproces zo in te richten dat we geen afval meer hebben.
- Elke onderwijzer in Nederland zou een robotassistent moeten hebben, zodat hij/zij zich kan concentreren op de pedagogische taken.
- Ik weet precies welke taken ik thuis en op het werk wel en niet wil overlaten aan een robot of een machine.

Het is onze hoop dat de instrumenten die zijn gemaakt voor deze verkenning (het trendoverzicht, de scenario's en de serious game) gebruikt gaan worden door organisaties om zelf het gesprek te voeren over de toekomst. STT kan daarbij helpen door presentaties of workshops te verzorgen. Neem voor meer informatie contact op met projectleider Silke den Hartog – de Wilde (denhartog@stt.nl)

Bijlagen

Bijlage 1. Klankbordgroep STT verkenning De toekomst van economie

- J.M. van Alten**, KIVI, Coordinator science, applied science and academic themes
- M. van Andel**, Fontys Hogescholen, Directeur Toegepaste Natuurwetenschappen
- E. Dammers**, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Senior onderzoeker
Ruimtelijke Ontwikkeling en Toekomstverkenning
- P.A. van der Duin**, STT, Directeur
- Th.N.M. Föllings**, OostNL, Manager Business development
- Th. Grosfeld**, VNO-NCW, Manager economie, innovatie, belastingen en ondernemingsrecht
- A.M. Herrebout**, T-Mobile Netherlands BV, Sr. Strategy Manager
- N. Kruijssen**, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK), beleidsmedewerker
- M. Middeldorp**, Rabobank Research, Hoofdeconoom
- M.E. Remerie**, MxR Interim management & consulting, adviseur digitale bereikbaarheid
- V.C.M. Timmerhuis**, Sociaal-Economische Raad (SER), Alg. Secretaris/Algemeen Directeur
- S.E. den Uijl**, Sociale Verzekeringsbank (SVB), Strateeg
- G.J. van 't Veen**, World Startup Factory, Directeur
- E. Vogels**, Ministerie van Sociale Zaken & Werkgelegenheid (SZW), Plaatsvervangend hoofd SKO van de directie Stelsel en Volksverzekeringen
- D.B. van de Waal**, Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), Senior Onderzoeker

Bijlage 2. Contribuanten

Deelnemers workshops Toekomstverkenning Economie

J.M. van Alten, Koninklijk Instituut van ingenieurs – KIVI

E. Augé, Erasmus Universiteit

P. Biever, Evides, Waterbedrijf

G.J.W. de Boeck, Rabobank Nederland

B. Boon, Achmea

F.H. van Duijne, Future Motions

K. Le Glaunec, Erasmus Universiteit

I. Groen, Games & Learning

E. Haijtink, Rijkswaterstaat

E. Hueting, Fontys Hogescholen

K. Koolstra, Ministerie van SZW

M.W. Kreijveld, Wisdom of the Crowd, future consultancy

J. Looman, SinceToday

K. Machielse, Hogeschool Rotterdam

L. Minkman, Fontys Hogescholen

H. Nagel, Ministerie van Financiën, dir. I & S

J.M.E. van Oorschot-Dracht, VNO-NCW

C. Reijmerink, ROC Mondriaan

A. van der Velden, Brainport Development N.V.

R. Verschuur, Adviesraad Wetenschap, Technologie & Innovatie, AWTI

M. van Vliet, Amsterdam Economic Board

Bijlage 3. Trendanalyse

De eerste fase van deze verkenning is het inventariseren en bestuderen van de belangrijkste trends en ontwikkelingen die tussen nu en 2050 van invloed zullen zijn op de Nederlandse economie. Hiervoor is gebruik gemaakt van deskresearch (waarbij belangrijke nationale en internationale *foresight studies* geanalyseerd zijn) en expert-interviews. Er is extra aandacht besteed aan technologische ontwikkelingen, maar ontwikkelingen op het gebied van demografie, sociologie, ecologie, geopolitiek en in de financiële sector zijn ook meegenomen.

De belangrijkste bevindingen van de trendanalyse zijn samengevat in de digitale publicatie *Vooruitkijken naar 2050* die te downloaden is op <https://stt.nl/publicatie/vooruitkijken-naar-2050/>.

Dit trendoverzicht geeft indirect antwoord op de eerste subvraag van deze verkenning:

Welke technologische ontwikkelingen zullen tussen nu en 2050 invloed hebben op de Nederlandse economie?

In het trendoverzicht dat gemaakt is voor deze verkenning zijn 18 technologische ontwikkelingen beschreven. Een leidraad hiervoor is geweest waar de trends gepositioneerd zijn op de Gartner Hypecycle (Panetta, 2018) en de inschatting van experts in de interviewronde die is gehouden. Van deze achttien trends zijn er een aantal die nu al heel zichtbaar zijn (zoals 3D-printen, robotisering, digital twins, biotechnologie) en een aantal trends die naar verwachting pas later meer bekendheid zullen krijgen (geo-engineering, human enhancement en brain-machine interfaces).

Nadenken over de mogelijke implicaties van de trends die worden gepresenteerd in dit overzicht geeft een divers beeld van de toekomst van de Nederlandse economie. 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 enkelvoudig, maar meervoudig. Dit bevestigt het nut en de noodzaak om in dit onderzoek als vervolgstap te gaan werken met toekomstscenario's. Het trendonderzoek was de eerste stap in de verkenning van de toekomst van de economie en vormde een belangrijke basis voor de scenario's en de serious game die daarna zijn gemaakt.

De trends

Dit is een samenvatting van de publicatie die online beschikbaar is op:
<https://stt.nl/publicatie/vooruitkijken-naar-2050/>





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.

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.

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.



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.

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.

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.



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.

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.

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 huishouden moeten een veel groter percentage van hun inkomen besteden aan dit soort verplichte maatregelen. Er wordt daarom ook wel opgeroepen tot 'energierechvaardigheid' (ECN et al., 2017).



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 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*.



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.

Gemeenschapsmunten versterken regionale economieën en sociale verbanden en geven mensen meer gevoel van controle in een sterk geïnternationaliseerde wereld waarin veel verandert.

De opkomst van gemeenschapsmunten en virtuele munten (*crypto currencies*) leidt tot een meer divers betaalsysteem.

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 gedachtengoed van duurzaamheid en een circulaire economie.



1. Robotica

Wat is het?

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

Wist je dat?

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. Ook 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 aandoening en demente bejaarden te helpen, of als gezelschapsrobot.



2. Kunstmatige intelligentie

Wat is het?

Kunstmatige intelligentie (KI) is een tak van informatica die streeft naar de creatie van intelligente machines die werken en reageren als mensen (Techopedia, 2018).

Wist je dat?

KI-technologieën kunnen praktisch alle taken die door mensen worden verricht aanvullen, vervangen en verbeteren. Veel taken en banen zullen geautomatiseerd worden. Maar er zijn ook steeds complexere, nieuwe vaardigheden nodig om het beste uit AI en andere technologieën te halen, waardoor

weer nieuwe taken en banen ontstaan. Pessimisten vrezen dat, als KI-machines slimmer worden dan mensen, ze alle beslissingen voor ons gaan nemen. Van relatief 'kleine' beslissingen zoals het kiezen van een restaurant tot 'grote' beslissingen zoals het besturen van auto's of het aansturen van kerncentrales.



3. 3D-printen

Wat is het?

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.

Wist je dat?

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.



4. 4D-printen

Wat is het?

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.

Wist je dat?

Voorbeelden van toepassingen van 4D-printen: vliegtuigvleugels 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.



5. Big data

Wat is het?

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

Wist je dat?

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. In de toekomst worden meer beslissingen gebaseerd op big data. Bijvoorbeeld beslissingen over arbeidscontracten, krediet, ver-

zekeringen, 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.



6. Blockchain

Wat is het?

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 blockchain-technologie maakt veilige transacties mogelijk zonder dat er vertrouwen hoeft te zijn tussen de zender en de ontvanger (Ortt & Dees, 2018).

Wist je dat?

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. 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).



7. Internet of things

Wat is het?

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).

Wist je dat?

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.



8. Kwantumtechnologie

Wat is het?

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.

Wist je dat?

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.



9. Mixed reality

Wat is het?

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.

Wist je dat?

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 Pokemon GO dat in 2016 tienduizenden bezoekers naar Kijlduin trok).



10. Autonome voertuigen

Wat is het?

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.

Wist je dat?

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.



11. Kleine satellieten

Wat is het?

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).

Wist je dat?

De interesse voor geospatiale 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.



12. Digital twins

Wat is het?

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).

Wist je dat?

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 locatienmerken of mensen (digitale persona's) meenemen. 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 als ook omgevingsinformatie gebruikt worden om bepaalde gezondheidsrisico's in kaart te brengen.



13. Biotechnologie

Wat is het?

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

Wist je dat?

Er is sprake van een democratisering van de biotechnologie: steeds meer particulieren met privé-laboratoria, 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.



14. Nanotechnologie

Wat is het?

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.).

Wist je dat?

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, nanoelektronica, etc. 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 nano-deeltjes kunnen migreren om scheuren te dichten.



15. Microrobots

Wat is het?

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.).

Wist je dat?

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).



16. Human enhancement

Wat is het?

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).

Wist je dat?

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 ook 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?



17. Brain-machine interfaces

Wat is het?

Een brain-machine interface (BMI) is een apparaat dat hersengolven omzet in digitale commando's waarmee externe software of hardware – zoals een computer of een robotarm – bestuurd kan worden. Het realiseren van een BMI kan gepaard gaan met 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 muts of kap met sensoren.

Wist je dat?

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 we informatie beter kunnen consumeren, onthouden en verwerken. Er zijn mensen die geloven dat als kunstmatige intelligentie en deep learning de capaciteiten van machines drastisch kunnen verbeteren, dit ook voor het menselijk brein mogelijk zal zijn. Aan een Zuid-Afrikaanse universiteit zijn experimenten geweest om middels BMI's een zogenaamd ‘brainetnet’ te creëren; hierbij wordt een menselijk brein een knooppunt voor het internet of things.



18. Geo-engineering

Wat is het?

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.

Wist je dat?

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). 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.

Bijlage 4. Over Stichting Toekomstbeeld der Techniek

De Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) is in 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut Van Ingenieurs (KIVI). STT is een onafhankelijke stichting die gefinancierd wordt uit bijdragen van overheid en bedrijfsleven. STT voert brede toekomstverkenningen uit op het snijvlak van technologie en samenleving die domeinoverstijgend en interdisciplinair zijn. Het Algemeen Bestuur (AB) van STT bestaat uit topmensen uit de overheid, het bedrijfsleven, de onderzoekswereld en uit maatschappelijke organisaties. Het AB denkt mee over de STT-programmering, is betrokken bij verkenningen en vormt een belangrijke denktank waarbinnen de bestuursleden praten over toekomstige technologische ontwikkelingen en innovatie. Daarnaast ontplooit de STT Academy diverse activiteiten, zoals het co-financieren van bijzondere leerstoelen, methodiekontwikkeling, en het beheer van het Netwerk Toekomstverkenningen en Young STT. Deze laatste bestaat uit *young high potentials* uit de deelnemende organisaties.

Informatie over STT, haar activiteiten en haar producten is te vinden op www.stt.nl.

Bijlage 5. Geraadpleegde literatuur en andere 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>
- AIVD (2017). *Jaarverslag AIVD 2017*. Geraadpleegd van <https://www.aivd.nl/publicaties/jaarverslagen/2018/03/06/jaarverslag-aivd-2017>.
- 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/>.
- Althouse, P., D. Prosnitz, S. Velsko (2016). *Independent Biotechnology: The Innovation-Regulation Dilemma*. Geraadpleegd van <https://www.osti.gov/biblio/1342068>.
- 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
- Anderson, R.C. (2016). *The encyclopedia of sustainability*. Berkshire Publishing Group.
- 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/>
- 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/>
- 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>
- Bellamy, R., J. Lezaun (2017). 'Crafting a public for geoengineering'. In: *Sage Journals*, Vol. 26 issue 4, pp 402-417.
- Belspo (n.d.). *Voedselzekerheid focus op de landbouwsector*. Geraadpleegd van <https://docplayer.nl/70002787-Voedselzekerheid-focus-op-de-landbouwsector.html>
- Bierings, H. (2017). *Sociaaleconomische trends. Beroep en werkdruk in Nederland*. 2017|04. CBS Den Haag.
- Bijlsma, M., W. van Ommen, S. van Veldhuizen (2016). *Trends en scenario's voor de Nederlandse financiële sector*. CPB Achtergronddocument. CPB, Den Haag.
- 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.
- BOM (2017). *Virtual reality / Augmented reality. Hype? Or serious business?* Geraadpleegd van http://cdn.instantmagazine.com/upload/4666/bom_vrar_2017reportpdf.68ec9bc00f1c.pdf
- Boschert, S., R. Rosen (2016). 'Digital Twin—The Simulation Aspect'. In: Hehenberger P., Bradley D. (eds) *Mechatronic Futures*. Springer, Cham.
- 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)
- 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/>
- 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
- 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/>
- 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

- 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.
- CBS (2017). *Inkomensongelijkheid en -herverdeling 2001-2015*. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/37/inkomensongelijkheid-en-herverdeling-2001-2015>
- CBS (2018). *Internationaliseringsmonitor*. Geraadpleegd van <https://www.cbs.nl/nl-nl/economie/internationale-handel/internationaliseringsmonitor>.
- CBS (2018)a. *Monitor Brede Welvaart 2018*. Geraadpleegd van https://www.cbs.nl/-/media/_pdf/2018/20/eindversie%20monitor%20brede%20welvaart%202018%20%20web_.pdf
- 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>.
- CITI Private Bank (2017). *Outlook 2017*. Geraadpleegd van <https://www.privatebank.citibank.com/ivc/docs/outlook-robotics-revolution.pdf>
- 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).
- 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>.
- 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-a4a71e8140b0>
- 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>.
- 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>
- CSIRO. (2017). *Risks and Opportunities for Systems using Blockchain and Smart Contracts*. Geraadpleegd van <https://www.data61.csiro.au/~media/052789573E9342068C5735BF604E7824.ashx>
- 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/>
- 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>
- Cuthbertson, A (2016). *Tech & Science, Is bitcoin doomed?* Geraadpleegd van <http://www.newsweek.com/quantum-computers-kill-bitcoin-cryptocurrency-509053>
- DBC. (2017). *Smart contracts als specifieke toepassing van de blockchaintechnologie*. Geraadpleegd van <https://www.dutchdigitaldelta.nl/uploads/pdf/Smart-contract-rapport-DBC.pdf>
- 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>.
- 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.
- 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>
- 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/arbeidsmarktkaart-werkgevers2017/actuele-uitdagingen-voor-werkgevers/>
- 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/winnaarsenverliezers.pdf>
- Economic Times (n.d.). *Definition of 'true cost economics'*. Geraadpleegd van <https://economictimes.indiatimes.com/definition/true-cost-economics>

- 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>
- 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_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.
- 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)
- Erasmus Universiteit Rotterdam | UPT (2018). *Circulaire macro economische scenario's voor de provincie Zuid-Holland*. Geraadpleegd van [file:///C:/Users/jsc/Downloads/achtergrondrapportcirculairemacroeconomischescenarios%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/jsc/Downloads/achtergrondrapportcirculairemacroeconomischescenarios%20(3).pdf)
- EU, DG Health & Consumer Protection (n.d.). *What is nanotechnology?* Geraadpleegd van http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/nanotechnologies/l-3/1-introduction.htm
- Euwals, R., M. de Graaf-Zijl & D. van Vuuren (2016). *Lusten en lasten ongelijk verdeeld. Verklein verschillen vast, flex en ZZP*.
- 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)
- Facchinetti, G. (2016). *Small Satellites. Economic Trends*. Defence SA, Australië.
- 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.
- Frenzel, M., J. Gutzmer & R. Tolosana-Delgado (2015). Assessing the supply potential of high-tech metals – A general method. In: *Resources Policy*, 46(2), 45-58.
- Futurecentre.org (n.d.). *Augmented humans*. Geraadpleegd van <https://thefuturescentre.org/trend-card/augmented-humans>
- 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>.
- 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.
- Ghi, A. & Rossetti, F. (2016). 4D printing: An emerging technology in manufacturing? 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. 171-178). Geraadpleegd van https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-40265-9_12
- Glynn, R. (2006). *Utility Fog – John Storrs Hall*. Geraadpleegd van <http://www.interactivearchitecture.org/utility-fog-john-storrs-hall.html>
- Goldman Sach (2016). *Profiles in innovation. Virtual E Augmented reality. Understanding the race for the nex computing platform*.
- Government of Canada (2014). *Metascan 3"emerging technologies*. Geraadpleegd van <http://www.horizons.gc.ca/en/content/metascan-3-emerging-technologies-0>.
- Gray, K. & B.K. Gills (2016). South-South Cooperation and the Rise of the Global South. In: *Third World Quarterly*, 37(4). 557–74.

- 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.
- Henry, B. (2014). Human Enhancement and the Post-Human; the Converging and Diverging Pathways of Human, Hybrid and Artificial Anthropoids. In: *Humana.Mente*/Journal of Philosophical Studies, Vol. 26, 59-77.
- 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>
- 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>
- High Level Steering Committee (2017). *Quantum Technologies Flagship Final Report*. Geraadpleegd van http://ec.europa.eu/newsroom/document.cfm?doc_id=46979
- Hurst, A. (2018). *Why will smart cities need digital twins?* Geraadpleegd van <https://www.information-age.com/smart-cities-need-digital-twin-123474177/>
- IEEE. (2017, 23 mei). Social Implications of IoT Technology. In: *IEEE Transmitter* (blog). Geraadpleegd van <https://transmitter.ieee.org/social-implications-iot-technology/>.
- IFTF/Dell Technologies (2017). *The next era of human/machine partnerships, Emerging technologies' impact on society & work in 2030*. Geraadpleegd van http://www.iftf.org/fileadmin/user_upload/downloads/th/SR1940_IFTFforDellTechnologies_Human-Machine_070717_readerhigh-res.pdf
- ING. (2017). *3D printing: a threat to global trade*. Geraadpleegd van 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>
- Justice, C. (n.d.). *Ready, Set, Fail?: Avoiding setbacks in the intelligent automation race*. Geraadpleegd van <https://advisory.kpmg.us/content/advisory/en/index/articles/2018/new-study-findings-read-ready-set-fail.html>
- Jovanovic, Boyan & Rousseau, Peter L., 2005. "General Purpose Technologies," Handbook of Economic Growth, in: Philippe Aghion & Steven Durlauf (ed.), *Handbook of Economic Growth*, edition 1, volume 1, chapter 18, pages 1181-1224 Elsevier.
- Kampers, E. (2015). *Gemeenschapsmunten in kaart*. QOIN Amsterdam.
- 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>
- 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>
- 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
- 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).
- Lange, M. de, 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
- Lange, R. de & M. Lodewijk (2017). *Virtual Reality & Augmented Reality in het primair onderwijs. Een literatuurstudie en verkennend onderzoek*.

- 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.
- 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/>
- 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/>.
- Lindeman, T. (2018). *Autonomous Boats Will Be On the Market Sooner Than Self-Driving Cars*. Geraadpleegd van https://motherboard.vice.com/en_us/article/ne95qm/autonomous-boats-will-be-here-before-self-driving-cars
- 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/>
- 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.
- Makridakis, S. (2017) The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. In: *Elsevier Science Direct* (<https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.006>)
- 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/>
- Marks, O. (2013, 14 maart). *4D printing: the new frontier*. ZDnet. Geraadpleegd van <https://www.zdnet.com/article/4d-printing-the-new-frontier/>
- Marxent (2015). What is virtual reality? Definition and examples. Geraadpleegd van: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>
- Massari, S. & M. Ruberti (2013). Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies. In: *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>.
- 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/>
- Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2013). *Rijksbrede Trendverkenning*. Geraadpleegd van <https://kennisopenbaarbestuur.nl/media/103181/rijksbrede-trendverkenning.pdf>
- Ministerie van Justitie en Veiligheid (2018). *Kansen en bedreigingen Internet of Things*. Geraadpleegd van <https://www.wodc.nl/onderzoeksdatabase/2734-kansen-en-bedeigingen-internet-of-things.aspx>.
- 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).
- Mul, J. de (2016). *Kunstmatig van nature. Onderweg naar Homo sapiens 3.0*. Rotterdam: Lemniscaat B.V.
- NanotechnologyNow (2015). *Utility Fog*. Geraadpleegd van <http://www.nanotech-now.com/utility-fog.htm>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2016). *Achieving Science with CubeSats: Thinking Inside the Box*.
- Nature (n.d.). *Brain-machine interface*. Geraadpleegd van <https://www.nature.com/subjects/brain-machine-interface>
- 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>
- Nijholt, A. (2016). *The Future of Brain-Computer Interfacing* (keynote paper). Geraadpleegd van <https://ris.utwente.nl/ws/files/5437684/ICIEV2016.pdf>
- NOS (2018). *Doorbraak TU Delft in ontwikkeling superveilig quantuminternet*. Geraadpleegd van <https://nos.nl/artikel/2236360-doorbraak-tu-delft-in-ontwikkeling-superveilig-quantuminternet.html>

- OECD (2015). *Data-driven Innovation. Big Data for Growth and Well-being*. OECD Publishing Parijs.
- 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>
- Ortt, R & Dees, B. (2018) *Technologiemonitor 2018. Een nieuw perspectief op technologische doorbraken*. STT, 2018
- 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.
- Panetta, K. (2018). *5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies*, 2018.
Geraadpleegd van <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>
- PBL (2014). *Aanpassen aan klimaatverandering*, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven.
- 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>
- 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/>
- Peters, T. (2017). *Robotisering en AI: in 2030 zoeken wij geen werk, maar zoekt het werk ons*. Geraadpleegd van <https://www.mt.nl/leiderschap/robotisering-en-ai-2030-zoeken-geen-werk-zoekt-werk/539658>
- 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_0.pdf
- Platform 31 (n.d.). *Van een verandering van tijdperken naar een tijdperk van veranderingen*. Geraadpleegd van <http://www.platform31.nl/nieuws/van-een-tijdperk-van-veranderingen-naar-een-verandering-van-tijdperken>.
- Poelvoorde, R. van (2016). *Sociale robot*. Geraadpleegd van <https://www.ensie.nl/randall-van-poelvoorde/sociale-robot>.
- 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>.
- 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
- 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>
- Provincie Zuid-Holland (2017). *(on)Begrensde technologie. Maatschappelijke invloed van nieuwe technologie in Zuid-Holland*. Geraadpleegd van <http://mint.pzh.nl/>
- 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>
- PWC UK (n.d.). *Megatrends*. Geraadpleegd van <https://www.pwc.co.uk/issues/megatrends/>
- Rathenau (2017) *Eerlijk delen. Waarborgen van publieke belangen in de deeleconomie en de kluseconomie*. Rathenau Den Haag.
- 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/>
- 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-hoofdlijnen-uit-vier-jaar-advisering-door-de-raad-voor-de>.
- RLi (2016). *Verbindend landschap*. Geraadpleegd van <http://www.rli.nl/publicaties/2016/advies/verbindend-landschap>.
- 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>
- Royakkers, L., F. Daemen & R. v Est (2012). *Overal robots, Automatisering van de liefde tot de dood*. Rathenau Instituut.
- 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.
- 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/>
- 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).
- Schlinkert, D. & K.G. van den Boogaart (2015). The development of the market for rare earth elements: Insights from economic theory. In: *Resources Policy*, 46(2), 272-280).
- Sciblogs (n.d.). *Sciblogs horizon scan*. <https://sciblogs.co.nz/news/2017/01/30/horizon-scan-latest/>
- SCP (2016). *De toekomst tegemoet. Leren, werken, zorgen, samenleven en consumeren in het Nederland van later*. Sociaal Cultureel Planbureau Den Haag.
- 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
- SeriousScience.org (n.d.). *Microrobotics*. Geraadpleegd van <http://serious-science.org/microrobotics-9100>.
- 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>
- Simoens, K. (2011). *147 superbedrijven 'controleren' wereldeconomie*. Geraadpleegd van <http://www.standaard.be/cnt/gen3hco4t>
- Simon, M. (2017). *What is a robot?* Geraadpleegd van <https://www.wired.com/story/what-is-a-robot/>
- Simonite, T. (2018). *The WIRED guide to artificial intelligence*. Geraadpleegd van <https://www.wired.com/story/guide-artificial-intelligence/>
- 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.
- 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
- Studium Generale Utrecht (2017). *De Deeleeconomie vraagt om een nieuw soort samenleving*. Geraadpleegd van <https://www.sg.uu.nl/nieuws/2017/de-deeleeconomie-vraagt-om-een-nieuw-soort-samenleving>
- 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>

- 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).
- Swain, F. (2014). *Cyborgs. The truth about human augmentation*. Geraadpleegd van <http://www.bbc.com/future/story/20140924-the-greatest-myths-about-cyborgs>
- 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.
- 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
- Techopedia (2018) *Artificial Intelligence (AI)*. Geraadpleegd van <https://www.techopedia.com/definition/190/artificial-intelligence-ai>
- Techopedia (n.d.). *Microrobot*. Geraadpleegd van <https://www.techopedia.com/definition/14470/microrobot>.
- The conversation (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>
- TNO (2013). *Kansen voor de circulaire economie in Nederland*. Rapport Geraadpleegd van: <https://mrvonederland.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/jcggk72/TNO-2014-R11294.pdf>
- 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>
- 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.
- TU Delft (n.d.). *Autonom varen*. Geraadpleegd van <https://www.tudelft.nl/3me/onderzoek/check-out-our-science/autonom-varen/>
- 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.
- US National Intelligence Council (n.d.). *Global trends, paradox of progress*, Geraadpleegd van <https://www.dni.gov/index.php/global-trends/letter-nic-chairman>
- Vergeer, R. (2017). *Wie profiteert van het klimaatbeleid*. Geraadpleegd van <https://www.ce.nl/publicaties/1931/wie-profteert-van-het-klimaatbeleid>
- Wilde, S. de, E. Willemse, R. Blankesteijn & 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://elifsciences.org/articles/30247>
- World Economic Forum. (2017). *Shaping the Future of Production: Four Contrasting Perspectives in 2030*. Geraadpleegd van http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Shaping_Future_Production_.pdf
- World Economic Forum. (2018). *Future Scenarios and Implications for the Industry*. Geraadpleegd van http://www3.weforum.org/docs/Future_Scenarios_Implications_Industry_report_2018.pdf
- WRR (2017). *Big data in een vrije en veilige samenleving. Een toelichting*. Geraadpleegd van <https://www.youtube.com/watch?v=iLMQm0YkSnI>.
- Wouters, R. (2018). *Scenario circulaire economie 2050: voedsel*. Geraadpleegd van <https://wetenschappelijkbureauagroenlinks.nl/artikel/scenario-circulaire-economie-2050-voedsel>

- Zappa, M. (2013). *Nanotechnology and Materials Science*. <http://www.horizons.gc.ca/en/content/nanotechnology-and-materials-science>
- Zhang, A, J.C. Moore, D. Huisingh & Y. Zhao (2015). Review of geoengineering approaches to mitigating climate change. In: *Journal of Cleaner Production*, Vol. 103, 15 Sept. 2015, pp 898-907.
- Zhang, 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.

