Toekomstverkenning Digitalisering 2030

freedom lab
thinktank for future scenarios

Inhoudsopgave

1 Inleiding

2 De Digitale Transitie

3 De Digitale Stack in 2030

4 Trends en ontwikkelingspaden

5 Impact van Digitalisering

6 Toekomstbeelden

7 Slot

Samenvatting

De digitale transitie voltrekt zich in een hoog tempo. Technologische, economische en maatschappelijke ontwikkelingen volgen elkaar snel op en geven samen vorm aan onze digitale toekomst. Het is daarom van groot belang dat overheid en samenleving een zicht krijgen op mogelijke ontwikkelingen, zich op de toekomst voorbereiden en, waar nodig en mogelijk, ontwikkelingen ook bijsturen.

Met het oog hierop heeft het kabinet een toekomstverkenning uit laten voeren naar de belangrijkste trends en ontwikkelingen richting 2030. De Toekomstverkenning Digitalisering 2030 schetst aan de hand van elf trends een beeld onze digitale toekomst. Hiermee beoogt dit onderzoek de grootste kansen en risico's van digitalisering in kaart te brengen, maar ook kritieke onzekerheden en vragen onder de aandacht te brengen. In de bijlage is het volledige rapport opgenomen, hieronder volgt een beknopte samenvatting van de belangrijkste bevindingen.

Belangrijkste trends

In het onderzoek worden elf dominante trends onderscheiden. Deze komen voort uit technologische ontwikkelingen op, en tussen, verschillende lagen van de zogenaamde digitale 'Stack'. De Stack beschrijft digitale technologie als een gelaagd systeem van modulaire componenten; van ruwe grondstoffen tot digitale diensten, nieuwe culturele collectieven en innovatieve bestuursmodellen. Deze benadering biedt de mogelijkheid om systematisch na te denken over digitale innovatie, de rol die schaal- en netwerkeffecten daarin spelen en de grensoverschrijdende natuur van de technologie.

Naast technologische innovatie zijn de trends ook het gevolg van maatschappelijke ontwikkelingen. Voor elke trend geldt dat er verschillende maatschappelijke krachten in het spel zijn die de trend versnellen of juist afremmen, maar er ook vorm en richting aan geven. Op basis van literatuuronderzoek en gesprekken met experts binnen en buiten de Rijksoverheid zijn de volgende trends geïdentificeerd:

- **1. Mega Ecosystemen:** verschillende diensten worden geïntegreerd binnen een enkele 'super app' waarmee gebruikers direct toegang hebben tot, bijvoorbeeld, mobiliteit, vermaak of verzekeringen. Deze integratie leidt tot een optimale gebruikerservaring en biedt tevens kansen voor duurzame verdienmodellen, zoals mobility-as-a-service. Dit vormt, echter, wel een bedreiging voor het Nederlands verdienvermogen, omdat dienstverleners ondergeschikt raken aan het platform. Ook ontstaan risico's m.b.t. de privacy en autonomie van burgers.
- **2. Decentralisering:** groeiende weerstand tegen de macht van grote techbedrijven opent de deur voor radicale alternatieven voor het huidige internet dat een winner-takes-all dynamiek kent. Op basis van nieuwe ontwerpprincipes, waarin institutionele innovatie wordt verankerd in de technologie, ontstaan decentrale oplossingen voor dataopslag, intelligentie en applicaties.
- **3. Data-soevereiniteit:** het toenemende belang van data voor economische en maatschappelijke doeleinden leidt ertoe dat we anders gaan denken over de waarde en toegankelijkheid van data. Burgers, bedrijven en overheden verkrijgen data-soevereiniteit en worden in staat gesteld om bewuste keuzes te maken ten aanzien van gegevens die ze aan anderen beschikbaar stellen.

- **4. Digitale Valuta:** cryptovaluta maken het, in potentie, mogelijk om transacties zonder tussenkomst van banken tegen zeer lage kosten uit te voeren. Hierdoor ontstaan nieuwe verdienmodellen en beloningsstructuren. Tegelijkertijd kunnen cryptomunten financiële markten ontwrichten en dreigen ze bestaande spelers en toezichthouders buiten spel te zetten.
- **5. Eigenwijze Data:** slimme steden, huizen en fabrieken genereren een stroom aan data. Met behulp van kunstmatige intelligentie zal deze data onze leefwereld steeds beter voorspelbaar en bestuurbaar maken. Deze ontwikkeling roept vragen op ten aanzien van de 'macht' van data en de beperkingen van technologische oplossingen.
- **6. Autonomisering:** kunstmatige intelligentie zal in de komende jaren steeds vaker zelfstandig gaan handelen. In eerste instantie zal dit beperkt blijven tot 'onschuldige' toepassingen, maar geleidelijk aan komen hier complexere taken bij en dringt de technologie dieper in ons leven door. Het is echter nog niet duidelijk of en hoe we met deze machines kunnen samenleven en waar we de grens trekken met betrekking tot hun verantwoordelijkheden.
- **7. Zwermcultuur:** digitale platformen brengen mensen samen, introduceren nieuwe vormen van samenwerking en dragen bij aan het ontstaan en verspreiden van ideeën. Deze dynamiek zal de komende jaren versnellen, onder meer door de introductie van nieuwe interfaces, zoals augmented reality dat een digitale laag toevoegt aan onze fysieke werkelijkheid, en laagdrempelige toepassingen van kunstmatige intelligentie (zoals deep fakes).
- **8. Virtuele leefwerelden:** nieuwe generaties van sociale media en games creëren virtuele werelden, waarin gebruikers betekenisvolle ervaringen opdoen en nieuwe praktijken ontwikkelen. Vermaak, werk en onderwijs verplaatsen zich op deze manier naar de virtuele werkelijkheid. Dit betekent onder meer dat een (nog) groter deel van ons leven zich buiten het toezicht van overheden zal afspelen en digitale platformen nog machtiger worden.
- **9. Mensoptimalisering:** intieme technologie helpt ons om onze fysieke en cognitieve beperkingen te overwinnen. Nieuwe interfaces vormen een uitbreiding van onze zintuigen, robotica versterkt ons fysiek en de samenwerking met digitale assistenten ervaren we als een uitbreiding van onze cognitieve capaciteiten.
- **10. Strijd der Stacks:** grootmachten ontwikkelen hun eigen Stack en proberen die tot mondiale standaard te verheffen. Dit is niet alleen een gevecht om economische en internationale macht, maar ook een strijd tussen ideeën over de manier waarop we onze samenleving inrichten en de rol die we technologie daarin toekennen.
- **11. Kwetsbaarheid:** de digitale transitie maakt dat we in toenemende mate afhankelijk worden van technologische systemen en hun ontwikkelaars. Dit maakt de samenleving en de economie kwetsbaar in handelsconflicten, maar ook ten opzichte van cyberspionage, sabotage en terrorisme. Een kleine gebeurtenis, een hack of een programmeerfout, kan tenslotte enorme gevolgen hebben.

Mogelijke toekomstbeelden

Uit de beschreven trends, en de analyse van de mogelijke gevolgen van digitalisering, volgt geen eenduidig beeld van onze digitale toekomst. Daartoe zijn de trends onderling te zeer verschillend en kent elke trend in zichzelf ook vele onzekerheden en zijn meerdere, divergente, ontwikkelingspaden denkbaar. Desondanks maken de verschillende trends wel duidelijk welke kansen en bedreigingen zich kunnen voordoen ten aanzien van het Nederlandse verdienvermogen, het openbaar bestuur, onze brede welvaart, publieke waarden en onze veiligheid.

Op basis van de trends en de onderliggende onzekerheden formuleren de onderzoekers vier verschillende toekomstbeelden van onze digitale toekomst. In deze beelden staan twee vragen centraal: welke actoren zijn leidend in de digitale transitie en welk doel dient het proces van digitalisering. De eerste vraag sluit nadrukkelijk aan op de zorgen die vandaag al leven ten aanzien van onze afhankelijkheid van een klein aantal (niet-Nederlandse en niet-Europese) bedrijven die in toenemende mate de spelregels van digitale transitie bepalen.

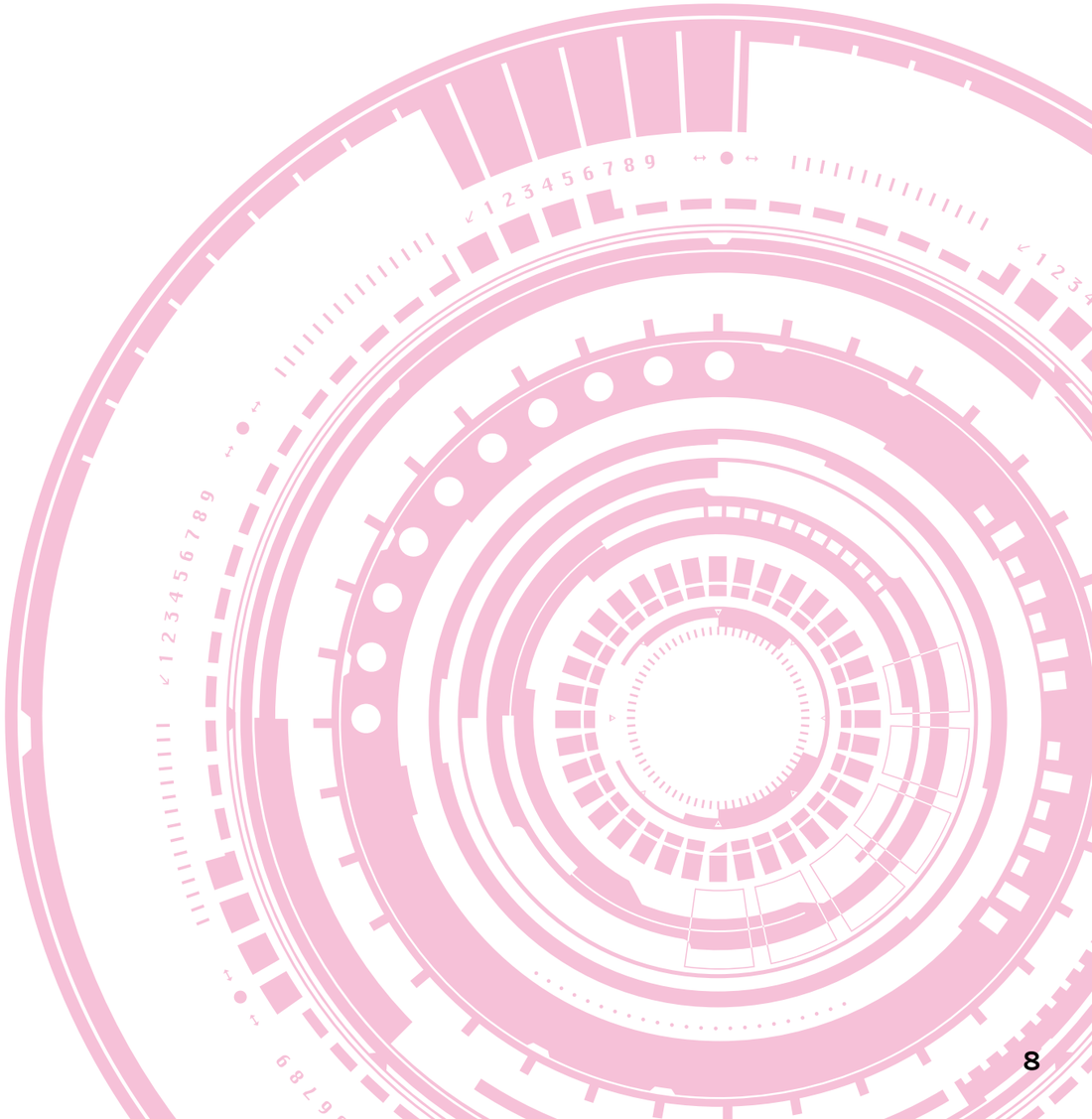
De tweede vraag hangt hier sterk mee samen en heeft betrekking op de rol van digitalisering ten behoeve van kansengelijkheid en duurzaamheid. De toekomstbeelden verkennen daarom scenario's waarin de belangrijkste infrastructuur en platformen in handen blijven van private partijen of juist in (semi-)publiek beheer komen, en waarin digitalisering op de eerste plaats bijdraagt aan economische groei of juist aan brede welvaart. Dit resulteert in de volgende toekomstbeelden:

Versnelling: De digitale infrastructuur en de voornaamste platformen zijn nog altijd in handen van de grote internationale technologiebedrijven, maar de sector heeft wel blijk gegeven van zelfreinigend vermogen. Onder druk van werknemers, dienstverleners én gebruikers zijn ze terughoudender geworden in het verzamelen van data en zijn ze transparanter geworden als het gaat om algoritmes. Hiermee weten ze de roep om striktere regelgeving voor te blijven en voorkomen ze dat alternatieve platformen, die op coöperatieve leest geschoeid zijn, hun positie kunnen aantasten.

Voorwaardelijke groei: Het internet als ongereguleerde vrijplaats is niet meer. Het werkte niet voor haar gebruikers, kende nadelige gevolgen voor de samenleving en ging ten koste van het Nederlandse en Europese verdienvermogen. Europa is daarom overgegaan tot strikte regulering van onlineactiviteiten en de platformen waarop ze plaatsvinden. De regels hebben betrekking op de omgang met data en het gebruik van algoritmen, maar ook zeer nadrukkelijk met de impact van digitalisering op onze leefomgeving en onszelf. Europese bedrijven floreren op dit internet en krijgen ook elders in de wereld voet aan de grond.

Radicale markten: Het was de markt die de tech-giganten voortbracht en het is de markt die ze ook weer lijkt te ontmantelen. Werd de opkomst van cryptomunten aanvankelijk nog gezien als een speculatieve bubbel, achteraf bleek het een publieke kapitaalinjectie te zijn voor de ontwikkeling van een nieuwe Stack, ook wel bekend als web 3.0. Een open-source infrastructuur faciliteert allerlei functies, zoals financiële transacties en beheer van data, zonder tussenkomst van centrale partijen. Veel van de principes van web 3.0 blijken in overeenstemming te zijn met de nieuwe Europese initiatieven voor een gemeenschappelijke digitale markt.

Gelijk speelveld: De hoop dat de digitale transitie als vanzelf zou leiden tot maatschappelijke vooruitgang en brede welvaart, heeft plaatsgemaakt voor het besef dat de samenleving haar digitale toekomst actief vorm moet geven. Hiertoe ontstaan vormen van publiek-private samenwerking waarin technologische innovatie hand in hand gaat met sociale, economische en institutionele innovatie. Openheid en transparantie zorgen er, bovendien, voor dat de publiek-private initiatieven en hun oplossingen sneller (internationaal) opgeschaald kunnen worden.



Hoofdstuk 1

1

Inleiding

Het verleden heeft laten zien dat elke technologische revolutie onvermijdelijk leidt tot een paradigmawisseling; in de economie, in het openbaar bestuur en in ons dagelijks leven. De digitale transitie is daarop geen uitzondering. In deze toekomstverkenning doen we een poging om de belangrijkste trends binnen de digitale transitie in kaart te brengen en te duiden. De horizon van deze verkenning ligt in 2030. Soms kijken we een stukje verder in de toekomst om de grote lijnen van ontwikkeling zichtbaar te maken, maar vaak hebben we ook aandacht voor de nabijere toekomst om beter te begrijpen wat de drijvende kracht achter een trend is.

De digitale transitie is al decennia onderweg, maar dat betekent niet dat het, spreekwoordelijke, einde al in zicht is. Nieuwe technologische ontwikkelingen en maatschappelijke bewegingen gaan onverminderd verder en versnellen misschien zelfs wel. Dat we ons middenin deze transitie bevinden, betekent ook dat we zowel kunnen terugkijken als vooruitkijken. De eerste decennia van deze transitie hebben we de technologie, en de daarin ingebakken waarden en normen, enthousiast omarmd. Pas in de afgelopen jaren is de maatschappelijke onrust hierover, en weerstand hiertegen, sterk toegenomen. We zien de kansen en zien ook de noodzaak deze te grijpen, maar tegelijkertijd maken we ons ook zorgen over de economische, maatschappelijke, ecologische, ethische en politieke risico's die aan deze transitie verbonden zijn.

Een belangrijke, zo niet de centrale, vraag hierbij is ook wat we precies willen bereiken met de nieuwe technologische mogelijkheden die voor ons liggen. Zetten we deze vooral in om binnen de bestaande kaders slimmer en efficiënter te kunnen werken, consumeren en bewegen? Of grijpen we deze middelen aan om ook na te denken over nieuwe economische principes, nieuwe vormen van besluitvorming en nieuwe vormen van samenleven? Met andere woorden: zijn we bereid, en in staat, om doelbewust vorm te geven aan de digitale transitie en de paradigmawisseling die ze tot gevolg heeft?

In deze toekomstverkenning geven we geen antwoord op deze vragen, maar bieden we wel handvatten om na te denken over mogelijke ontwikkelingen en de vraag wat die ontwikkelingen voor de samenleving zullen betekenen en hoe we daarmee willen omgaan. We doen dit aan de hand van elf trends binnen de digitale transitie, waarin technologische ontwikkelingen samenkomen met maatschappelijke bewegingen.

Technologische innovatie en de samenleving

Nieuwe technologie schept mogelijkheden om bestaande praktijken, op wat voor manier dan ook, te veranderen en te verbeteren. Dat betekent echter niet dat technologische innovatie zonder meer onze toekomst bepaalt. De samenleving maakt hier ook keuzes in; door technologie te omarmen of juist af te wijzen en vooral door de manier waarop ze de technologie inzet, randvoorwaarden oplegt en de mede vormgeeft. De wederzijdse beïnvloeding van technologie en maatschappij is een continu proces van experimenteren en leren waarin aan beide zijden bewuste en onbewuste keuzes worden gemaakt.

Uit deze dynamiek kunnen we, overigens, niet de conclusie trekken dat technologie 'slechts' een neutraal middel is waar de samenleving naar eigen believen alles mee kan doen (of laten) wat het wil. Soms schrijft het ontwerp van technologie bepaalde vormen van gebruik voor, zonder dat de samenleving daar bewust over heeft nagedacht of keuzes heeft gemaakt. Het later herstellen van eventuele 'weeffouten' zal veelal onmogelijk blijven en de kans is groot dat de maatschappij haar waarden en normen bijstelt en de nieuwe normaal accepteert.

Voor een toekomstverkenning naar digitalisering betekent deze complexe dynamiek dat we oog moeten hebben voor zowel de nieuwe technologieën, en de spelregels die ze voorschrijven, als voor de maatschappelijke krachten die erop inwerken en die de bijbehorende spelregels toejuichen of mogelijk verafschuwen.

1

Leeswijzer

Voordat we vooruit gaan kijken, lichten we eerst toe hoe we de digitale technologie, en het proces van digitalisering, het best kunnen begrijpen. We benaderen dit als een gelaagd systeem, de Stack, van ‘bouwstenen’ die continu met elkaar in verbinding staan. We illustreren de notie van Stack aan de hand van een historisch overzicht van de digitale transitie tot op heden. In deel 3 benoemen we de belangrijkste technologische ontwikkelingen, per laag van de Stack, waarmee een beeld ontstaat van hetgeen ons de komende tien jaren te wachten staat. Een uitgebreidere beschrijving van de verschillende deeltechnologieën is opgenomen als technologische ‘Deep Dive’ achterin dit document.

Op basis van deze ontwikkelingen identificeren we de elf trends in deel 4. Deels zijn deze trends een voortzetting van zaken die in de afgelopen jaren al in gang zijn gezet, maar in de komende jaren waarschijnlijk tot meer tot radicale veranderingen gaan leiden. Andere trends beslaan echt nieuwe ontwikkelingen, waarvan nu alleen de eerste voortekenen zichtbaar zijn. Voor elke trend geldt dat er verschillende maatschappelijke krachten in het spel zijn die de trend versnellen of juist remmen, maar die ook vorm en richting geven aan de uiteindelijke realisatie van een trend. Bij de beschrijving van de trends geven we aan welke krachten in het spel zijn, bijvoorbeeld een tegenbeweging tegen de macht van grote technologiebedrijven of geopolitieke belangen. Maar, en belangrijker, we schetsen telkens twee divergente ontwikkelingspaden die tot een andere uitkomst leiden, afhankelijk van de krachten die uiteindelijk bepalend zullen zijn.

Vervolgens, in deel 5, stellen we de vraag welke impact de optelsom van trends kan hebben op een aantal grote beleidsthema’s, zoals het verdienvermogen van de Nederlandse economie, onze veiligheid en onze brede welvaart. In deel 6 ontwikkelen we vier verschillende toekomstbeelden waarin de inzichten uit deze toekomstverkenning, maar vooral de kritieke onzekerheden, vertalen naar beelden van onze digitale toekomst waarin verschillende partijen leidend zijn en waarin technologie voor verschillende maatschappelijke doeleinden wordt ingezet.

Aanpak van het onderzoek

Dit onderzoek is gebaseerd op een combinatie van literatuuronderzoek en expertinterviews. Onder de geïnterviewde experts bevinden zich zowel technologen als experts die vanuit een maatschappelijk of filosofisch perspectief naar de ontwikkeling en inbedding van nieuwe technologie kijken. Op basis van deze bronnen en gesprekken hebben we een eerste selectie van technologische bouwstenen en trends binnen de digitale transitie geformuleerd.

De bouwstenen hebben we uitgewerkt in de appendix van dit document. De daaraan ontleende trends hebben we vervolgens, middels een viertal werksessies, getoetst bij een groot aantal beleidsmedewerkers van verschillende ministeries. In deze gesprekken lag de nadruk op de duiding van de trends in het licht van verschillende beleidsthema’s. De uitkomsten hiervan hebben we verwerkt in de afzonderlijke trends en de thematische beschouwingen van deel 5. Tot slot hebben we, middels een scenario exercitie, samen met beleidsmedewerkers, de vier toekomstbeelden van de digitale transitie in 2030 ontwikkeld.

Hoofdstuk

2

2

De Digitale Transitie

De digitale revolutie is in vele opzichten te vergelijken met de technologische revoluties uit het verleden, maar ze is ook wezenlijk anders. Dat heeft alles te maken met het feit dat data en software eindeloos en tegen extreem lage kosten gekopieerd en verspreid kan worden. Informatie, zoals nieuws of muziek, kan hierdoor vrijelijk worden gedeeld over de hele wereld en applicaties kunnen in korte tijd een enorme schare gebruikers verwerven. Terwijl een automaker in het begin van de 20ste eeuw een gigantische investering moest doen om een klein aantal auto's te produceren, kan een slimme programmeur op een zolderkamer een app voor een taxidienst ontwerpen en deze vrijwel onmiddellijk en wereldwijd beschikbaar stellen aan chauffeurs en klanten.

Het feit dat alles draait om informatie vertaalt zich ook in de architectuur van digitale technologie. Deze bestaat uit verschillende lagen waartussen continu informatie wordt uitgewisseld. Dat wil zeggen, een digitale applicatie is opgebouwd uit verschillende componenten die onderling veelal uitwisselbaar zijn; een app draait op een telefoon, die bestaat uit verschillende componenten, van processor tot touchscreen, en die verbonden is met een netwerk. Via dat netwerk communiceert de applicatie veelal met een server waar data en rekenkracht beschikbaar zijn.

Deze gelaagdheid maakt dus dat digitale oplossingen snel schaalbaar zijn en dat er netwerkeffecten optreden wanneer meerdere gebruikers dezelfde dienst gebruiken. Het betekent ook dat een digitale toepassing niet gebonden is aan een enkel apparaat of locatie. Continue updates zorgen ervoor dat bestaande hardware steeds nieuwe functies krijgt, zoals auto's van Tesla 'opeens' autonoom kon rijden na een update, maar ook dat we gebruik kunnen maken van applicaties die draaien op een server in China.

Wanneer we de toekomst van de digitale transitie willen begrijpen zullen we rekenschap moeten geven van deze gelaagde structuur. Op de eerste plaats omdat op de verschillende lagen afzonderlijk allerlei ontwikkelingen plaatsvinden. Een aantal van deze ontwikkelingen, zoals 5G, kwantumcomputing of kunstmatige intelligentie, zal op zichzelf al grote veranderingen in het digitale landschap teweegbrengen. Maar, meer nog dan die afzonderlijke bouwstenen, zal de echte, paradigmatische, verandering afkomstig zijn van het samenspel tussen deze bouwstenen. Dat roept de vraag op: wat gebeurt er wanneer op enig moment verschillende innovaties bij elkaar komen en wezenlijk nieuwe toepassingen mogelijk maken?

2

Digitale technologie als gelaagde Stack

Om toekomstige digitale ontwikkelingen en de maatschappelijke impact ervan goed te kunnen duiden, is het dus noodzakelijk rekenschap te geven van de gelaagde structuur. In dit rapport hanteren wij hiervoor een raamwerk: de Stack. Hiermee kunnen we ieder digitaal systeem, hetzij een smartphone, een cloud platform of het gehele internet ontleden langs een vast aantal deelcategorieën van technologieën.

Het denken in termen van verticaal gestapelde technologielagen vindt zijn oorsprong in de softwareontwikkeling. Volgens het principe van ‘seperation of concerns’ (scheiding van zorgen) worden elementen afgebakend op basis van functie en interne samenhang, wat leidt tot een hoge mate van modulariteit, hetgeen digitale systemen zo kenmerkt. Zo verwijzen de lager gelegen lagen doorgaans naar meer stabiele infrastructurele technologieën, terwijl de hoger gelegen lagen verwijzen naar meer gebruiker- en contextspecifieke combinaties die bijgevolg meer veranderlijk en adaptief zijn.

Waar ontwikkelaars het echter toepassen om digitale systemen te bouwen, zullen wij het inzetten om op een systematische manier te kijken naar de impact van digitale technologie op de samenleving. Dit betekent dat er in het Stack raamwerk ook een aantal lagen zijn toegevoegd, waarmee er accenten geplaatst worden op de maatschappelijke raakvlakken van de stack, zoals het raakvlak met de gebruiker en de instituties en het raakvlak met de materiële basis van een digitaal systeem.

Grondstoffen

Hoewel digitale systemen naar virtuele hoogtes kunnen stijgen, zijn ze uiteindelijk altijd gegrond in een materiële basis. Zo bestaat ieder systeem uit bepaalde grondstoffen, denk bijvoorbeeld aan standaardelementen zoals staal, glas, silicium, goud, maar ook nieuwe materialen zoals grafeen. Daarnaast vangen we in deze laag ook het energie- en ruimtegebruik. Hoewel dit ver verwijdert lijkt te zijn van de realiteit van apps, smartphones en sociale netwerken, is deze fysieke ondergrond bepalend voor veel economische, sociale en geopolitieke van de stack. Denk bijvoorbeeld hoe strategische locaties en energiekosten bepalend zijn voor de vestiging van serverparken.

Harde infrastructuur

Uit de eerdergenoemde grondstoffen worden vervolgens alle infrastructurele hardware elementen opgebouwd waaruit de Stack bestaat. Denk hierbij aan hardware voor opslag (bijv. harde schijven, solid state drives, magneetbanden), rekenkracht (CPU, GPU), transmissie (5G antennes, glasvezelkabels) en metingen (optische sensoren, microfoons). Hiermee legt deze laag de ruwe computationele basis voor wat er in de rest van de Stack mogelijk is.

Zachte infrastructuur

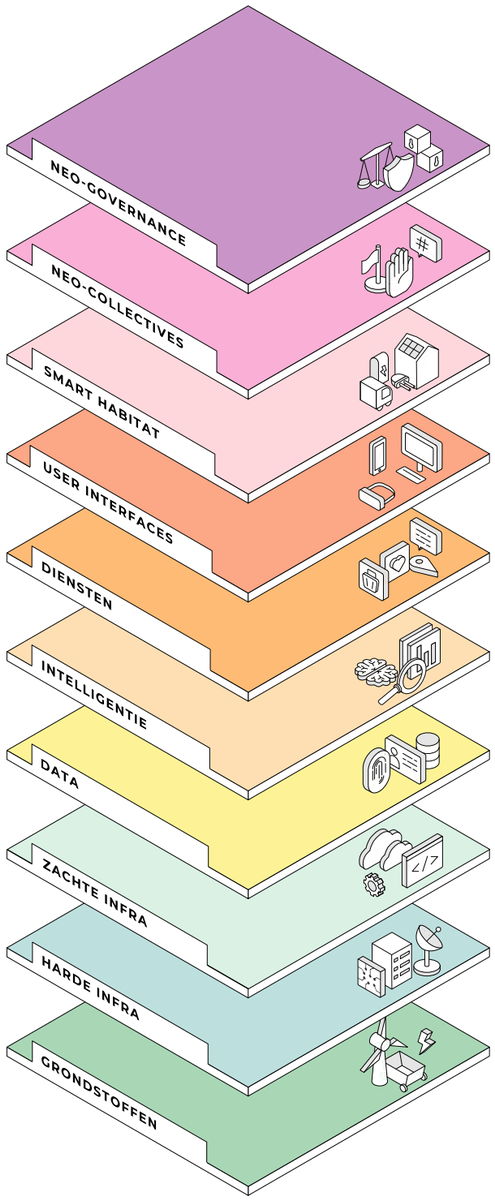
Bovenop de harde infrastructuur treffen we modulaire software bouwstenen aan die betrekking hebben op het direct aansturen, verbinden en virtualiseren van hardware (bijv. firmware, netwerkprotocollen, kernels/besturingssystemen en middleware), het ontwikkelen, managen en aanspreken van databases, het regelen van de business logic of de wijze waarop informatie uiteindelijk aan de gebruiker wordt gepresenteerd (presentation layer of front-end).
Naast dat deze laag de virtuele halffabricaten levert voor softwareontwikkeling, worden hier ook de gecodificeerde bestuurlijke regels bepaald van software-ecosystemen die hierboven op worden gebouwd.

Data

Het doel van een digitaal systeem is om data op te slaan, te versturen, te verwerken en te presenteren. In deze laag definiëren we om welke data het precies gaat. Het kan zijn dat een digitaal systeem werkt met persoonlijke data (gedrag, emotie, kenmerken) of meer contextuele data (weer, locatie, tijdstip) of data van meer abstracte actoren (bedrijfsdata, overheidsdata). Daarnaast kijkt deze laag ook naar het volume, de variëteit, betrouwbaarheid en validiteit van de verzamelde data in een systeem. Deze kenmerken zijn vervolgens weer bepalend voor de kwaliteit van slimme algoritmes die bovenop deze datasets getraind worden.

Intelligentie

Binnen deze laag bevinden zich de ‘slimme’ algoritmes die in staat zijn om automatisch voorspellingsmodellen te ontwikkelen op basis van trainingsdata. Denk hierbij aan algoritmes die in staat zijn om bijvoorbeeld objecten (machine vision, beeldherkenning) of spraak (NLP, voice recognition) te herkennen. Deze algoritmes kunnen vervolgens binnen diensten ingezet worden om op schaalbare wijze slimme functies aan de eindgebruiker te bieden, zoals bijvoorbeeld een spraakassistent.



Diensten

Uiteindelijk culmineren alle eerdergenoemde lagen in een volwaardige dienst voor de eindgebruiker. Een dienst kan de vorm aannemen van een platform waarin vraag en aanbod samenkomen (zoals in de deeleconomie) of waar communicatie plaatsvindt. Een groot deel van de diensten bevindt zich enkel in het domein van informatie (zoals communicatie of streaming van content), maar kan, uiteraard, ook in relatie staan tot de fysieke wereld (zoals online winkelen of het bestellen van een taxi).

Interface

Gebruikers benaderen diensten uiteindelijk via verschillende gebruikersinterfaces. De gebruikersinterface is de intermediaire technologie die nodig is om gebruiker en computer met elkaar te laten interacteren. Deze interactie kan verlopen via allerlei verschillende modaliteiten zoals zicht (scherm, VR-bril), spraak (voice assistent), gebaren (3D camera’s) en gehoor (draadloze oortjes). Gebruikersinterfaces zijn enerzijds bepalend voor de informatie en ervaring die digitale systemen kunnen overbrengen en anderzijds bepalend voor het type data dat verzameld kan worden over de eindgebruiker en zijn of haar omgeving.

Smart Habitat

Onze steeds slimmere leefomgeving vormt een interface tussen de samenleving en de digitale Stack die diensten faciliteert, ons van informatie voorziet en data aan ons, en onze activiteiten, onttrekt. Onze leefwereld is zo een bron van data, maar door digitalisering in allerlei sectoren en de toevoeging van robotica wordt de leefwereld zelf ook dynamischer en responsiever.

Neo-collectives

Naarmate digitale technologie verder in ons leven doordringt heeft de Stack ook grotere gevolgen voor sociale structuren. Vanuit de Stack, en de digitalisering van het dagelijks leven, ontstaan zo nieuwe politieke en culturele collectieven, terwijl deze neo-collectives op hun beurt de Stack sociaal (her)vormen. Als zodanig is het analytisch zinvol deze collectieven als integraal onderdeel van de Stack te beschouwen.

Neo-governance

Dankzij nieuwe technologie ontstaan ook nieuwe institutionele structuren, zoals digitale vormen van participatie, besluitvorming, maar ook handhaving. Hiermee worden nieuwe modellen van governance mogelijk, die ook weer betrekking hebben op het besturen van de Stack zelf.

2

De stack in historisch perspectief

Om te begrijpen hoe in de komende 10 jaar de samenloop van ontwikkelingen op verschillende lagen mogelijk kunnen leiden tot grote veranderingen, hoeven we alleen maar naar het verleden te kijken. Ter illustratie behandelen we een aantal belangrijke momenten uit de computergeschiedenis, om een gevoel te ontwikkelen voor hoe convergente dynamieken tussen de lagen van de Stack kunnen leiden tot disruptieve fases van vooruitgang.

Tijdens de tweede wereldoorlog werden de eerste elektronische digitale programmeerbare computers ontwikkeld. Door het grote aantal elektronenbuizen en relais (harde infrastructuur), waren deze machines groot en zwaar. Zo woog de ENIAC - de eerste Turing-Compleet Programmeerbare computer in de VS - 27 ton en nam het apparaat 167 m2 in beslag. Bovendien moesten deze machines bediend worden middels complexe schakelborden (user interface) waarbij de operator diepgaande kennis van wiskunde en techniek moet hebben om de computer bedienen. Deze computers werden dan ook alleen maar voor doeleinden gebruikt van hoog-strategisch landsbelang (neo-governance).

Gedurende de 20 jaar erna zagen we dit veranderen door de komst van mainframes en minicomputers, waar de samenkomst van meer krachtige processoren (harde infrastructuur) en batchprocessing software (zachte infrastructuur) het al mogelijk maakte om meerdere gebruikers via een eigen terminal met toetsenbord (user interface) tegelijkertijd één computer te laten delen, ook wel bekend als ‘timesharing’, waarmee computers al breder inzetbaar voor het grotere bedrijfsleven en universiteiten (neo-collectives).

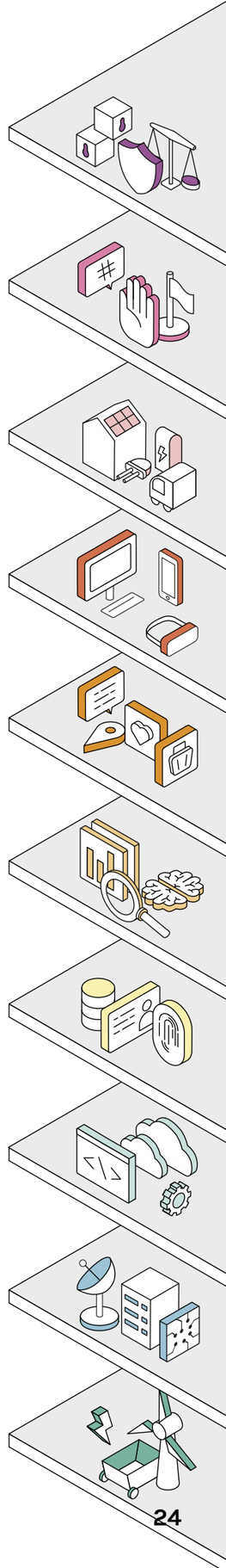
Deze zeer gecentraliseerde vorm van computatie maakte in de jaren ‘80 langzamerhand plaats voor meer decentralisering van computerkracht. Moore’s law, de door de semiconductor-industrie zelfopgelegde wetmatigheid, die ‘voorschrijft ‘dat de transistordichtheid van een geïntegreerd circuit (harde infrastructuur) iedere 2 jaar verdubbeld, leidde tot zodanige miniaturisering en prijsdaling, dat het lucratief werd om kleinere computers aan individuele huishoudens te verkopen. Het was echter pas met de introductie van een besturingssysteem (zachte infrastructuur), dat zich liet bedienen met muis en een graphical user interface (user interface), gecombineerd met een suite van nuttige applicaties (diensten), dat de Personal Computer pas aantrekkelijk werd voor de gewone thuisgebruiker (neo-collectives).

Met de wijde verspreiding van PC’s in de jaren erop werd de basis gelegd voor een ander historisch convergent moment in de computergeschiedenis - het ontstaan van het wereldwijde web. Terwijl business mainframes evolueerden naar desktopcomputers, was het research instituut van het Amerikaanse leger (Advanced Research Projects Agency) bezig met het ontwikkelen van het ARPANET waarbij computers van het leger met elkaar werden verbonden. Tegen de achtergrond van de koude oorlog, ontwikkelde men een verzameling aan netwerkprotocollen, bekend als TCP/IP (zachte infrastructuur), dat middels een open en gedistribueerde packet switching netwerkarchitectuur bestand moest zijn tegen nucleaire aanvallen. In de jaren 80 voegde de Britse computerwetenschapper Tim Berners Lee van het CERN hier een applicatie-gericht protocol (Hypertext Transfer Protocol) en opmaaktaal (Hypertext Markup Language) aan toe.

Daarmee konden op een open en gestandaardiseerde manier documenten en bestanden aan elkaar gekoppeld worden en werden ze ook doorzoekbaar (zachte infrastructuur). Gecombineerd met de brede adoptie van PC’s (user interface) konden er voldoende netwerk-effecten en open innovatie ontstaan waarmee zowel internetproviders (harde infrastructuur) als webservices (diensten) commercieel rendabel werden, wat weer een vliegwiel was voor de totstandkoming van het commerciële web. Met de komst van breedband internet (harde infrastructuur) zagen we ook langzamerhand rijke multimediale internetdiensten zoals video en gaming (diensten) verschijnen.

Een soortgelijke dynamiek zagen we ook recentelijk nog opkomen met het ontstaan van het mobiele web. Hoewel pocket-PCs en Internet-communicators al sinds de jaren ‘90 op de markt waren, was het pas in 2007 dat we de eerste succesvolle telefoons met internetverbinding zagen ontstaan in de vorm van de smartphone. Het succes werd mede veroorzaakt door de combinatie van een gebruiksvriendelijke touchscreen interface (user interface), 3G-breedbandverbinding en krachtige energiezuinige processoren (harde infrastructuur) en een aantrekkelijk ontwikkelaarsecosysteem voor diensten (zachte infrastructuur) wat op zijn beurt weer leidde tot een explosie aan mobiele applicaties. Bovendien werd de ontwikkeling van mobiele diensten gesteund door de opkomst van cloud computing in 2006. Waar cloud providers profiteerden van schaalvoordelen door het ‘virtualiseren’ van servers, ontstond voor dienstontwikkelaars het voordeel dat er geen grote risicovolle investeringen vooraf gemaakt hoefden te worden en de cloudinfrastructuur eenvoudig kon meeschalen naargelang het dataverkeer toenam. Met deze brede adoptie van de smartphone, kunnen we eigenlijk ook pas echt spreken van het tijdperk van persoonsgebonden computers (neocollectives): waar de oorspronkelijke Personal Computer eigenlijk vooral nog gekoppeld was aan een huishouden. Dit nieuwe paradigma werkte ook de centralisatie van marktmacht in de hand, hetgeen we nu terug zien in de dominantie van een beperkt aantal technologiebedrijven. Op zijn beurt heeft dit weer geleid tot een kritischere houding van overheden tegenover deze techpartijen in de vorm van strenger beleid (neogovernance).

In de slipstream van de opkomst van het internet en het web, hebben we ook de heropleving van Artificiële Intelligentie (intelligentie) zien ontstaan. De discipline die sinds de vroege jaren ‘90 als gevolg van gebrek aan vooruitgang en bezuinigingen in een spreekwoordelijke winter verkeerde, maakte het afgelopen decennium een grote stroomversnelling door. Deep Learning, een AI-methode die in concept al sinds het begin



van de jaren ‘70 bestaat, heeft enorm geprofiteerd van de explosieve groei aan data, mede dankzij het internet (data), en anderzijds door de groeiende parallelle rekenkracht (harde infrastructuur). Dankzij deze opleving zijn deze algoritmes vandaag de dag terug te vinden in een groot aantal van onze diensten, van zoekmachines tot en met spraakassistenten (diensten).

Deze vlucht door de computergeschiedenis laat zien dat iedere laag eigen dynamieken kent. Zo heeft de semi-conductorindustrie (harde infrastructuur) voor een lange tijd praktisch onafgebroken de exponentiële groei van Moore’s Law gekend. Andere lagen, zoals de intelligentielaag bijvoorbeeld, hebben momenten van relatieve stilstand gekend door de samenloop van technologische, institutionele en economische tegenslag. Daarnaast hebben we gezien dat de meest disruptieve ontwikkelingen zijn ontstaan door de samenkomst van ontwikkelingen op verschillende lagen in de Stack. Zo zien we dat de harde en zachte infrastructuur- en intelligentielaag de basis bieden voor nieuwe vormen van informatiedeling en -verwerking, maar vooral ontwikkelingen binnen de user-interface laag doorslaggevend zijn in hoeverre deze functies uiteindelijk aansluiting vinden bij de eindgebruiker. Het zijn exact deze lessen die we proberen mee te nemen als we kijken naar de trends van de komende 10 jaar.

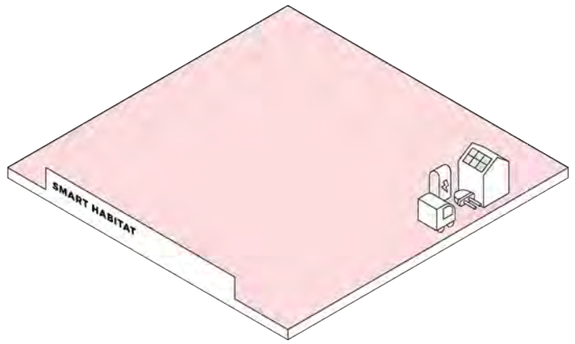
Hoofdstuk

3

3

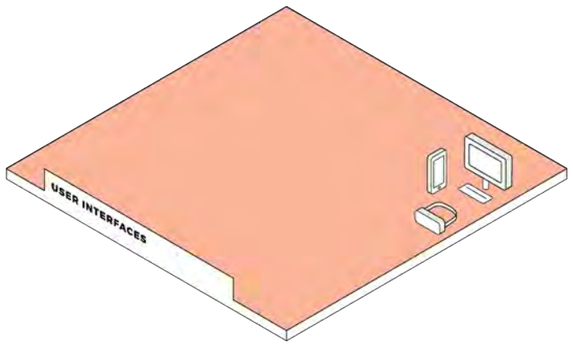
De digitale Stack in 2030

Op de verschillende lagen van de Stack zien we technologische ontwikkelingen die mede vorm zullen geven aan onze digitale toekomst. Deze ontwikkelingen, en bijbehorende onzekerheden, bespreken we uitgebreid in de Deep Dive op het einde van dit document. Hier beperken we ons tot de hoofdlijnen per laag van de Stack. We beperken ons hier tot de acht lagen die hoofdzakelijk technologisch van aard zijn.



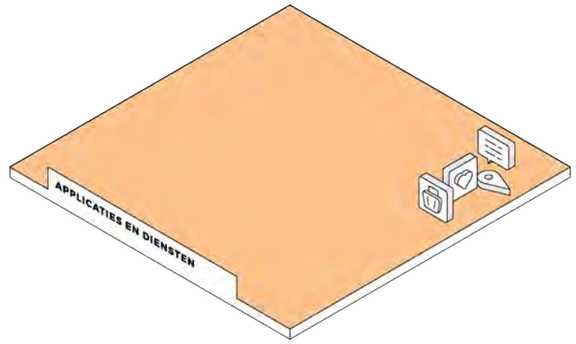
Smart Habitat

De toevoeging van autuatoren en interfaces maakt onze leefomgeving een integraal onderdeel van de Stack. Dit levert data en inzichten en maar betekent ook dat onze leefomgeving steeds interactiever en persoonlijker wordt, maar mogelijk ook bemoeizuchtiger en dwingender.



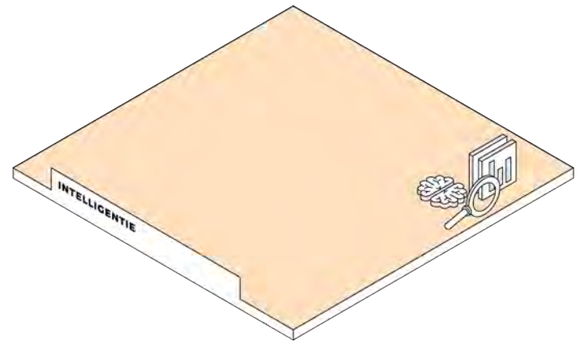
Interface

De interfaces tussen ons en de achterliggende Stack worden veelzijdiger, intiemer en subtieler. De computer verdwijnt naar de achtergrond en hiermee ontstaat een meer intuïtieve, toegankelijke en rijkere ervaring. Tegelijkertijd kunnen we deze technologie ook ervaren als ‘indringend’ en komen privacy, autonomie en lichamelijke integriteit onder druk te staan.



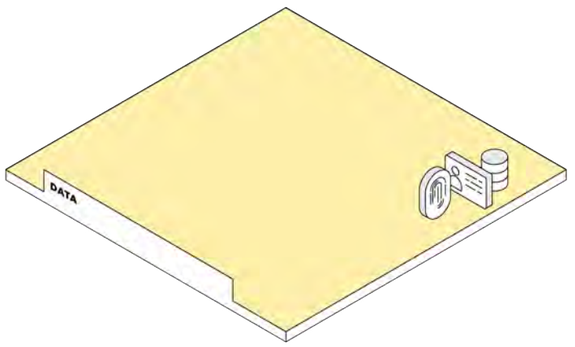
Applicaties

Door de integratie van verschillende diensten, achter een enkele interface, ontstaan digitale ecosystemen waarbinnen gebruikers een gepersonaliseerde en frictieloze ervaring wordt geboden. Het is wel nadrukkelijk de vraag wie binnen die (internationale) ecosystemen de regels bepaalt en handhaaft en welke rol hier is weggelegd voor overheden.



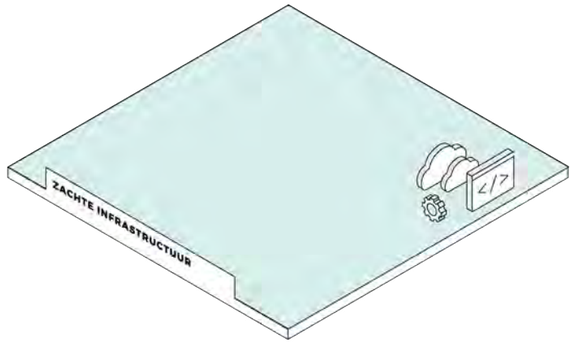
Intelligentie

De toepassingen van AI breiden zich uit en deze systemen worden creatiever en zullen steeds vaker zelfstandig opereren. AI systemen worden veelzijdiger en creatiever en kunnen beter afgestemd worden op onze normen en waarden.



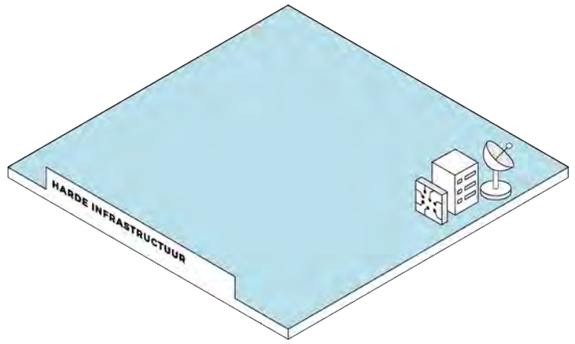
Data

De hoeveelheid beschikbare data neemt toe door ons gebruik van digitale diensten het toevoegen van sensoren aan onze leefwereld. Deze data biedt real-time zicht op gedrag, objecten en processen en schept mogelijkheden voor sturing. Tegelijkertijd roept dit ook de vraag op welke problemen deze data precies moet en kan oplossen.



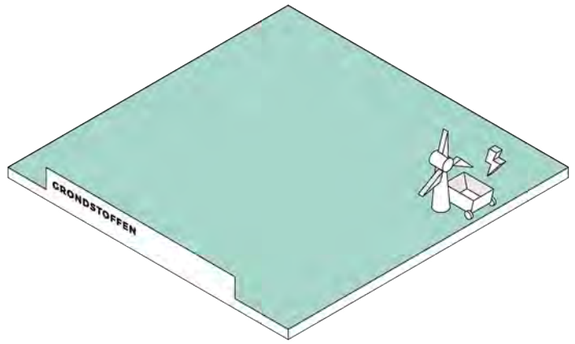
Zachte Infrastructuur

De concentratie van macht bij een beperkt aantal platforms kan niet los gezien worden van de protocollen die ten grondslag liggen aan het internet. Verschillende alternatieve protocollen proberen deze weeffout te herstellen en, bijvoorbeeld, burgers meer controle te geven over hun data en gelijke kansen te bieden aan nieuwe aanbieders.



Harde Infrastructuur

De kosten van hardware blijven exponentieel dalen en nieuwe technologieën bieden de rekenkracht en connectiviteit die nodig is voor toepassingen van kunstmatige intelligentie en de volgende generatie digitale diensten. De komst van kwantum computers leidt tot doorbraken in specifieke taken zoals modelleren en het doorzoeken van grote hoeveelheden data..

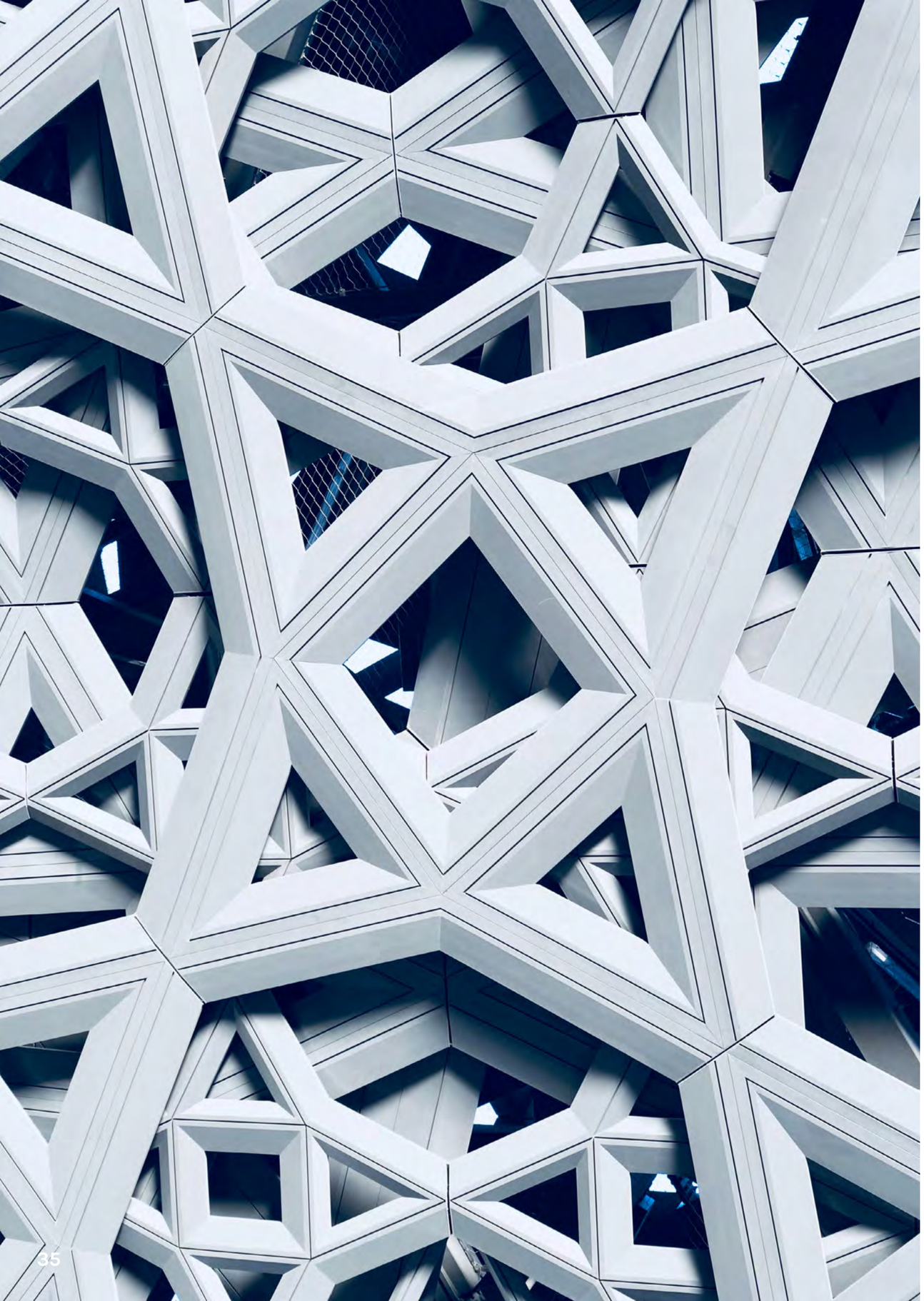


Grondstoffen

Recycling van grondstoffen en het gebruik van minder schaarse of milieubelastende materialen kan de Stack duurzamer en rechtvaardiger maken en de afhankelijkheid van buitenlandse leveranciers verminderen. Ook de energievoorziening voor de Stack zal moeten verduurzamen.

Hoofdstuk

4



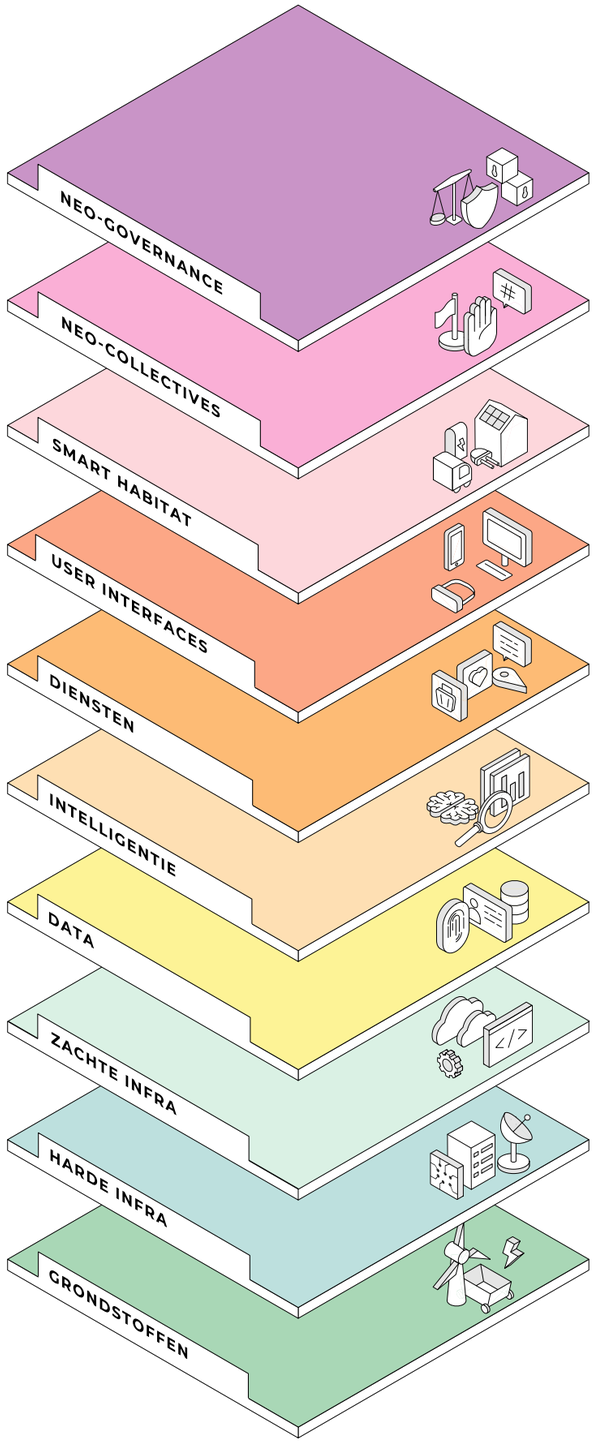
4

Trends en ontwikkelingspaden

De trends die we identificeren komen voort uit zowel technologische ontwikkelingen als maatschappelijke bewegingen. Deels zijn ze het resultaat van technologische ontwikkelingen op de verschillende lagen van de Stack. Veelal betreft dit ontwikkelingen die in de afgelopen jaren al in gang zijn gezet, maar in het komende decennium verder zullen versnellen of samenkomen met andere ontwikkelingen. Tegelijkertijd identificeren we ook een aantal trends die juist een reactie op de huidige stand van zaken in digitalisering, zoals pogingen om de marktmacht van de grote tech bedrijven te doorbreken.

Elke trend introduceren we op basis van de technologische ontwikkelingen en maatschappelijke, economische en politieke drijfveren die erachter schuilgaan. Omdat elke trend in zichzelf verschillende onzekerheden kent, vertalen we elke trend in twee divergente ontwikkelingspaden. Deze paden laten zien hoe de trend zich in de toekomst kan ontwikkelen en welke factoren daarin mogelijk doorslaggevend zijn. In een aantal gevallen hebben deze ontwikkelingspaden betrekking op de vraag of een trend daadwerkelijk doorzet en leidt tot een paradigmaverschuiving, of slechts tot incrementele verandering. Bij andere trends is het juist de vraag welke vorm een ontwikkeling precies aanneemt en, bijvoorbeeld, welke actoren bepalend zullen zijn.

1. Mega Ecosystemen
2. Decentralisering
3. Data-soevereiniteit
4. Digitale Valuta
5. Eigenwijze Data
6. Automonisering



7. Zwermcultuur
8. Virtuele leefwerel-
9. Mensoptimalisering
10. Strijd der Stacks
11. Kwetsbaarheid

De elf trends hangen samen met ontwikkelingen op verschillende lagen van de Stack. Met de grootte van de figuren geven we hier een indicatie van het belang van elke laag voor de afzonderlijke trends.

4

Trend 1: Mega Ecosystemen

Digitale platformen brengen meerdere diensten in een enkele interface en verhogen de toegevoegde waarde door middels datadeling en intelligentie deze diensten onderling op elkaar af te stemmen. Op termijn ontstaat zo een beperkt aantal ecosystemen waarbinnen consumenten een groot deel van hun dagelijkse praktijken kunnen organiseren en integreren.

Alle grote technologiebedrijven werken aan de integratie van verschillende diensten onder een enkele interface. Hiermee willen ze hun gebruikers een optimale gebruikservaring bieden en hen zoveel mogelijk in hun eigen ecosysteem vasthouden. Een goed voorbeeld is het Chinese WeChat, dat zich ontwikkeld heeft van chat-app tot super-app en gebruikers toegang geeft tot allerhande diensten. WhatsApp (Facebook) kan zich in dezelfde richting ontwikkelen. Ook Google (met Google Maps) en Amazon breiden hun dienstverlening steeds verder uit, zowel met digitale als fysieke diensten (bijv. met het boeken van reizen of fysieke winkels). Verdere ontwikkeling van digitale assistenten zal bijdragen aan deze trend doordat ze consumenten direct doorverwijzen binnen het ecosysteem.

De integratie van verschillende diensten en de uitwisseling van data in een ecosysteem stelt de techbedrijven in staat om gepersonaliseerde diensten aan te bieden en deze ook onderling op elkaar af te stemmen. De aantrekkingskracht van een dergelijk dienstenaanbod leidt al snel tot sterke schaal- en netwerkeffecten en dus een ‘winner-takes-all’ dynamiek: meer gebruikers binnen een ecosysteem leveren meer data op, die weer kan worden ingezet om nog betere diensten aan te bieden.

Voor individuele dienstverleners, variërend van taxichauffeurs tot verzekeraars, wordt het eenvoudig om hun producten in een ecosysteem ‘in te pluggen’ en toegang te krijgen tot benodigde data en samen te werken met complementaire dienstverleners. De keerzijde is dat zij het directe contact met hun gebruikers kwijtraken en kunnen verworden tot anonieme en inwisselbare ‘white-label’ toeleveranciers. Dit kan grote gevolgen hebben voor lokale werkgelegenheid en arbeidsvoorwaarden die, mogelijk, in toenemende mate worden gedicteerd door internationale platformen en hun onderlinge concurrentie om de gunsten van de gebruiker.

Omdat data-uitwisseling een voorwaarde is voor de integratie van de diensten in het ecosysteem, spelen er vragen rond data-eigenaarschap, privacy en autonomie. Daarnaast kan de macht van de ecosystemen ongewenste vormen aannemen, bijvoorbeeld als zij bepaalde diensten (of gebruikers) buitensluiten. Een centraal georkestreerd ecosysteem, in lijn met de bedrijfsmodellen van de techreuzen van vandaag, lijkt daarmee onwenselijk.

Ontwikkelingspaden

Grote Amerikaanse en Chinese techbedrijven zijn bij uitstek in de positie om ecosystemen vorm te geven. Zij beschikken over de marktmacht en het technologisch vermogen om verschillende dienstverleners (exclusief) aan zich te binden, hen onderling data te laten uitwisselen en de gebruikers met inzet van kunstmatige intelligentie optimale, frictieloze dienstverlening aan te bieden. Naast zorgen over het gebruik van data en verlies van keuzevrijheid voor gebruikers, bestaat het risico dat een groot deel van de Nederlandse bedrijven ondergeschikt raakt aan de belangen van de techreuzen en uiteindelijk verwordt tot anonieme (‘white-label’) toeleveranciers die tientallen procenten van hun omzet moeten afstaan aan de ecosystemen waarbinnen ze opereren.

De toenemende macht van de grote techbedrijven zet kleinere (Nederlandse en Europese) ondernemingen en overheden ertoe aan om onderling samen te werken en eigen, meer open, platformen op te richten. Om vergelijkbare functionaliteit te kunnen bieden en tot integratie van diensten binnen een ecosysteem te komen, zullen brede coalities met bedrijven uit verschillende sectoren moeten ontstaan. De infrastructuur die ten grondslag ligt aan deze open ecosystemen kan het karakter krijgen van een nutsfunctie en door (semi-)publieke partijen worden beheerd.

Trend 2: Decentralisering

De groeiende weerstand tegen de macht van grote techbedrijven opent de deur voor radicale alternatieven voor het huidige gecentraliseerde internet. Op basis van nieuwe ontwerpprincipes, waarin institutionele innovatie wordt verankerd in de technologie, ontstaan decentrale oplossingen voor zaken als dataopslag, intelligentie en allerlei soorten transacties, waarbij geen plaats is voor machtige intermediairs.

Het internet werd in de jaren ‘90 als een bevrijdende, nivellerende en democratiserende kracht gezien. De kernprotocollen van het internet stelden immers iedereen in staat om ‘van alles’ bovenop dit wereldwijde decentrale netwerk te bouwen. Deze vorm van open innovatie heeft geleid tot een explosie van diensten en producten. Echter, als gevolg van sterke netwerkeffecten en beperkt toezicht, speelt een klein aantal spelers een dominante rol in het bepalen van de spelregels op het internet. Bovendien profiteren zij onevenredig van de digitale economie. Dit alles met nadelige gevolgen voor de samenleving: belemmering van open innovatie, privacyschending, massamanipulatie van gebruikers en buitenproportionele machtsconcentratie vormen slechts een greep uit de misstanden die zijn voortgekomen uit deze ontwikkeling.

In reactie hierop wordt er binnen de open-source community hard gewerkt aan nieuwe internetprotocollen. Deze vallen onder de noemer ‘decentralized web’, of web 3.0, en moeten een nieuwe generatie van open en eerlijke diensten mogelijk maken. Technologieën zoals blockchain, consensusprotocollen, utility tokens, smart contracts en PET (i.e. Privacy Enhancing Technologies) zorgen ervoor dat een aantal kritieke functies niet langer toevertrouwd wordt aan centrale en machtige platformen. In plaats daarvan bevatten zij een decentrale protocollaag die ‘als nutsvoorziening’ in dienst staat van iedereen die er gebruik van wil maken. Het gaat hier met name om functies als dataopslag, datadeling, dataverwerking, datavalidatie, identiteit en transactieverkeer. De gedachte achter deze ontwikkeling is dat de technologiereuzen hun alleenheerschappij verliezen en belanghebbenden voortaan gezamenlijk kunnen beslissen over de toekomst van het internet en digitale diensten.

De essentie van de nieuwe protocollen is dat principes zoals data-eigenaarschap, data-soevereiniteit en privacy al in het ontwerp van de technologie zijn ‘ingebakken’ en niet langer afhankelijk zijn van afspraken of wetgeving.

Uiteindelijk bestaat zelfs de mogelijkheid dat er zogenaamde dApps ontstaan, oftewel gedecentraliseerde consumentenapplicaties. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan een gedecentraliseerde vervanger voor Facebook, waarbij het sociale netwerk volgens het stakeholdermodel in handen is van zowel de ontwikkelaars als de gebruikers. Zo zouden zelfs gebruikers kunnen meebesluiten over de inrichting van een platform.

Ontwikkelingspaden

Web 3.0 met z’n decentrale architectuur wordt de nieuwe standaard. Allerlei diensten, van sociale media tot financiële dienstverleners, kunnen gebruikmaken van data voor zover gebruikers hen toestemming geven, maar worden geen eigenaar van die data en kunnen data ook niet doorverkopen. De gebruikers zijn bovendien mede-eigenaar van de dienst en kunnen meebeslissen over en profiteren van toekomstige ontwikkelingen. Dit leidt dat de grote techbedrijven (deels) buitenspel worden gezet: protocollen nemen de ‘trustfunctie’ over van bestaande online platformen, die hun machtspositie als vertrouwde intermediair verliezen. Hetzelfde geldt voor traditionele spelers in onder meer de financiële sector, logistiek en media, die een vergelijkbare intermediaire rol vervullen. Op termijn kan het decentrale en consensus-gedreven organisatiemodel ook breder doorwerken in de samenleving en leiden tot andere vormen van participatie en governance, waarin elementen van directe democratie en real-time besluitvorming een grotere rol spelen.

Het web 3.0 botst met bestaande ideeën, belangen en structuren. Niet alleen van techbedrijven die hun controle over data en gebruikers kwijtraken, maar ook van overheden die hun grip op de digitale sfeer deels dreigen kwijt te raken. Bovendien is het de vraag of gebruikers deze technologie en vormen van gedeelde verantwoordelijkheid zullen omarmen. Het is daarom ook denkbaar dat deze oplossingen beperkt blijven tot relatieve kleine niches in de markt of dat slechts enkele elementen van de technologie worden overgenomen, zonder dat dit leidt tot radicale verandering.

4

Trend 3: Data-soevereiniteit

Het toenemende belang van data voor economische en maatschappelijke doeleinden leidt ertoe dat we anders gaan denken over de waarde en toegankelijkheid van data. Burgers, bedrijven en overheden verkrijgen data-soevereiniteit en worden in staat gesteld om bewuste keuzes te maken ten aanzien van gegevens die ze aan anderen beschikbaar stellen.

Het belang van data zal de komende jaren alleen maar toenemen. Mede dankzij AI zullen meer inzichten aan data onttrokken worden, worden voorspellende modellen ontwikkeld en kunnen diensten en processen geoptimaliseerd worden.

Op dit moment spelen echter twee problemen rondom data: de oorspronkelijke data-eigenaren hebben deze niet meer zelf in bezit en veel data bevindt zich in afgesloten silo's. Als gevolg hiervan worden gegevens niet optimaal benut, bijv. voor innovatie, en komen publieke waarden als privacy en autonomie in het geding. Het probleem rond data-eigenaarschap is het gevolg van digitale praktijken waarbij een platform alle data (al dan niet rechtmatig) naar zich toe trekt en voor eigen doeleinden benut. Consumenten en toeleverende bedrijven die de data hebben verstrekt of geproduceerd, hebben er vervolgens geen zeggenschap meer over en profiteren er niet optimaal van. Het 'silo'-probleem is het gevolg van commerciële (of andere) belangen van de platformen, maar ook van het ontbreken van een open en gestandaardiseerde infrastructuur voor het delen en/of verhandelen van data.

Voor beide problemen zijn oplossingen in de maak. Ten eerste kunnen nieuwe architecturen voor het beheren van data, zoals datakluizen, consumenten en (toeleverende) ondernemingen in staat stellen om meer controle uit te oefenen over het gebruik van hun data. Dat wil zeggen dat ze data-soevereiniteit verkrijgen en eerlijker beloond worden voor de data die ze beschikbaar stellen of waartoe ze (eenmalig) toegang geven. [1] Dat kan betekenen dat gebruikers data beschikbaar stellen in ruil voor (aantoonbaar) betere dienstverlening, of een financiële prikkel, maar ook dat ze data kunnen delen om die ten goede te laten komen aan de maatschappij (zgn. data altruïsme).

Ten tweede bieden gestandaardiseerde protocollen voor datadeling een open alternatief voor de gesloten silo's van de huidige platformen. Hiermee kunnen verschillende spelers gelijke toegang tot data verkrijgen. Uiteraard op voorwaarde dat de oorspronkelijke eigenaren daar toestemming voor geven. Verschillende Europese initiatieven lopen hier al op vooruit: Gaia-X voor standaardisatie in de cloud, verschillende gedeelde 'data spaces' (bijv. voor zorg en transport) en de Data Governance Act.

Ontwikkelingspaden

Nieuwe architecturen voor het beheer van data veroveren de markt als gevolg van groeiend bewustzijn onder consumenten én dienstverleners die inzien dat het huidige model van datasilo's voor hen ook niet houdbaar is. Dit laatste geldt in feite voor iedereen die buiten de grote ecosystemen om wil ondernemen. Voor hen vormt het onderling beschikbaar stellen van data, in samenspraak met consumenten, de enige mogelijkheid om te overleven in een data-gedreven economie. Dit model vraagt van consumenten dat ze zich bewust zijn van de voor- en nadelen van het delen van hun data, met bedrijven, maar ook met overheden. Nieuwe dienstverleners spelen hierop in en ontwikkelen digitale datacoaches. Overheden moeten opnieuw een balans vinden tussen hun eigen behoefte aan data en het beschermen van burgers tegen datahongerige partijen.

De huidige lijn van privacybescherming en het delen van publieke data perkt de macht van grote platformen weliswaar in, maar leidt nog niet tot het openbreken van hun silo's. Consumenten blijven echter kiezen voor de 'gratis' diensten en het gemak dat deze partijen bieden en zijn niet bereid de 'duurzame' keuze te maken voor betaalde diensten of diensten die anderszins beperkt zijn door hun consciëntieuze omgang met data. Het ontbreken van een infrastructuur voor gelijkwaardig datadelen houdt de huidige situatie in stand en de toegang tot data blijft beperkt voor kleinere startups, scale-ups en publieke initiatieven.

4

Trend 4: Digitale valuta

Cryptovaluta maken het in potentie mogelijk om transacties zonder tussenkomst van banken tegen zeer lage kosten uit te voeren. Hierdoor ontstaan nieuwe verdienmodellen en beloningsstructuren. Tegelijkertijd kunnen digitale munten financiële markten ontwrichten en bestaande spelers en toezichthouders buiten spel te zetten.

De huidige aandacht voor Bitcoin als speculatieve investering, maar ook de discussie over het exorbitante energieverbruik, leidt ons af van de onderliggende krachten en de technologische mogelijkheden van digitale munten. Balansen in cryptovaluta worden bijgehouden in een zogenaamd gedistribueerd grootboek, doorgaans een open blockchain-infrastructuur. In de basis hebben alle deelnemers in het netwerk gelijke rechten en inspraak in de 'governance' van de munt. Dit betekent dat banken en overheden veel minder controle of zeggenschap kunnen uitoefenen en dat gebruikers deze munten deels buiten toezicht om kunnen verhandelen.

De groeiende populariteit van cryptovaluta kan op termijn de rol van commerciële banken ondermijnen, maar ook die van centrale banken. Naarmate digitale munten vaker online verdiend en uitgegeven worden, in plaats van deze te kopen en verkopen met euro's of dollars, raken ze ook uit het zicht van de belastingdienst en wordt de heffing van belasting uitdagender. Op dit moment betreffen de zorgen rond cryptovaluta vooral illegale transacties en witwaspraktijken. Op termijn kunnen deze valuta echter ook een bedreiging vormen voor de stabiliteit van het financiële systeem. Een gebruiksvriendelijke cryptomunt met wereldwijd miljarden gebruikers, zoals Facebook zich dat voorstelde met het Libra-project, zou in geval van koersschommelingen tot reële problemen kunnen leiden voor de fiduciaire valuta (en obligaties) waaraan deze gekoppeld is.[2] Het is dan ook niet verwonderlijk dat verschillende commerciële en centrale banken (zoals de ECB, maar ook China en Brazilië) al werken aan hun eigen digitale munt, in een poging de controle over het financiële systeem te behouden en de potentiële voordelen van cryptovaluta, zoals de lage transactiekosten en de traceerbaarheid van transacties, te benutten.

Ook in praktische zin kunnen cryptovaluta tot grote veranderingen leiden. In theorie maken cryptomunten het mogelijk om tegen extreem lage kosten en met snelle afwikkeling betalingen te doen. Hierdoor wordt het rendabel om zeer kleine bedragen af te rekenen voor diensten of producten, zoals het lezen van een social media bericht of het leveren van zelfopgewekte energie. Bovendien wordt het mogelijk om eigenaarschap van allerlei materiële en niet-materiële zaken (zoals data) vast te leggen op een blockchain en deze eenvoudig verhandelbaar te maken (zgn. tokenization).
Ook kunnen cryptovaluta zo ontworpen worden dat ze, vergelijkbaar met een tegoedbon, enkel voor specifieke doeleinden gebruikt kunnen worden.[3] Dan zijn ze, bijvoorbeeld, alleen te besteden in bepaalde webshops of voor specifieke producten (zoals producten met een duurzaam of fair-trade keurmerk).

Ontwikkelingspaden

Cryptovaluta op een publieke blockchain veroorzaken een revolutie in het financiële systeem omdat bedrijven en consumenten transacties met elkaar aangaan zonder tussenkomst van, of controle door, derden. Hierbij vertrouwen ze volledig op de gebruikte technologie en de kracht van gedistribueerde besluitvorming. Juist omdat deze publieke blockchains profiteren van sterke netwerkeffecten en open innovatie winnen ze aan kracht. Bedrijven en andere organisaties die hier niet in meegaan en hun systemen niet aansluiten op de publieke infrastructuur, verliezen relevantie.

De potentiele voordelen van cryptomunten (lage transactiekosten, het gebruik van slimme contracten en gedistribueerde opslag van data) worden weliswaar omarmd, maar het beheer en toezicht blijft in handen van een beperkt aantal partijen. Dit kunnen overheden zijn, maar ook bedrijven die, binnen hun eigen ecosysteem, een munt willen hanteren om klanten of leveranciers te belonen. Deze zogenaamde private blockchains komen dan ook voort uit de wens om controle op het financiële systeem te houden. Sommige (institutionele en particuliere) gebruikers stellen bovendien meer vertrouwen in traditionele partijen en toezichthouders dan in publieke cryptovaluta.

4

Trend 5: Eigenwijze data

Slimme huizen, steden en fabrieken genereren een stroom aan data. Met behulp van kunstmatige intelligentie zal deze data onze leefwereld steeds beter voorspelbaar en bestuurbaar maken. Deze ontwikkeling roept de vragen op welke problemen we er precies mee kunnen en willen oplossen, welke data daarvoor nodig is en hoe we de 'macht' van data kunnen inperken.

De belofte van de data-gedreven samenleving luidt dat data de basis vormt voor slimme systemen die efficiënter, effectiever, goedkoper en schoner zijn dan de huidige 'domme' systemen. Met de toename van het aantal sensoren en verbonden apparaten zal ook de hoeveelheid data toenemen, waaraan we nieuwe inzichten kunnen ontlenen en waarop we beter kunnen sturen. De veronderstelling achter de data-gedreven samenleving is dat die leidt tot een meer rationele samenleving waarin de werkelijkheid inzichtelijk wordt en oplossingen voor allerhande problemen zich logisch aandienen. In de praktijk zullen we echter tegen verschillende uitdagingen aanlopen.

Ten eerste betekent de toename van de hoeveelheid data niet noodzakelijkerwijs dat alle data even relevant is. Zo is de kans groot dat allerlei sensors zo goedkoop worden dat ze standaard in producten worden opgenomen en, met de komst van 5G en andere netwerktechnologieën voor het Internet of Things, onderling verbonden worden. De data uit deze sensoren komt dan tot onze beschikking zonder dat het op voorhand duidelijk is welk doel het dient. Hetzelfde geldt voor data uit digitale diensten; er komt eindeloos veel data beschikbaar, maar het onderscheid tussen zinvolle en zinloze data is moeilijk te maken.

Ten tweede zullen data en de inzichten die eraan ontleend worden ons denken en handelen mede gaan bepalen. De verwachting is dat AI ons zal helpen om patronen in ruwe data te ontdekken en daar nuttige inzichten aan te ontlenen. Hier kunnen, echter, ook onverwachte en soms ook ongewenste of ongemakkelijke inzichten uit voortkomen. Ook de gevaren van data manipulatie ('fake data') liggen op de loer. Wanneer bepaalde inzichten op basis van data en AI eenmaal zijn opgedaan, kunnen we die niet zonder meer negeren en zullen we ernaar moeten handelen. Dit geldt bijvoorbeeld voor data over (de gevolgen van) milieuverontreiniging of over verkeersveiligheid en dit kan tot politiek gevoelige kwesties leiden.

Ten derde leidt meer inzicht niet per se tot eenvoudige of neutrale oplossingen. Data kan helpen om problemen (beter) in kaart te brengen en te begrijpen, maar dat betekent niet dat er onmiddellijk een oplossing voorhanden is. Zo kan data helpen om vast te stellen dat de vuilniscontainers in een wijk altijd vol zitten, maar om het probleem te verhelpen zal een gemeente toch echt moeten investeren in haar vuilnisophaaldienst. Hoeveel data ook voorhanden is, het daadwerkelijk oplossen van problemen vraagt vrijwel altijd om het maken van (politieke) keuzes: welke problemen zijn urgent en welke prijs zijn we bereid voor de oplossing ervan te betalen? Inzicht in mobiliteitsgedrag kan mogelijkheden scheppen voor het oplossen van fileproblematiek, maar de kans is groot dat hiervoor politieke keuzes ten aanzien van bijvoorbeeld rekeningrijden nodig zijn.

Ontwikkelingspaden

Grootschalige toepassing van sensoren en datacollectie in combinatie met intelligentie, maken het mogelijk om 'digital twins' te ontwikkelen van steden, fabrieken en subsystemen voor bijvoorbeeld energie en mobiliteit. Een wijdverbreid geloof in technologische oplossingen voor allerlei maatschappelijke problemen reduceert deze problemen tot datgene wat meetbaar en stuurbaar is. Deze technocratische benadering leidt tot incrementele oplossingen, zoals het verhogen van energie-efficiëntie en slimmere allocatie van goederen en mensen. De benadering is echter niet toereikend om problemen als kansenongelijkheid en klimaatverandering structureel aan te pakken. Daarvoor blijven scherpe politieke keuzes noodzakelijk, zoals in het geval van rekeningrijden, en zullen burgers en bedrijven bereid moeten zijn hun gedrag aan te passen.

Data-analyse en de inzichten die voortvloeien uit slimme steden en productieprocessen maken het overduidelijk dat bestaande praktijken niet houdbaar zijn en dat structurele verandering noodzakelijk is om een rechtvaardige en duurzame samenleving vorm te geven. Op deze manier draagt data bij aan het benodigde politieke draagvlak dat nodig is voor deze meer radicale vorm van verandering. Incrementele technologische verbeteringen blijven noodzakelijk, maar vormen slechts het begin van een veel diepere transitie waarin gedragsverandering en nieuwe maatschappelijke en economische 'spelregels' leidend zijn.

4

Trend 6: Autonomisering

Terwijl AI tot nu toe vooral gebruikt wordt om te analyseren, te voorspellen en suggesties te doen, zullen AI-systemen in de komende jaren meer zelfstandig gaan handelen. In eerste instantie zal dit beperkt blijven tot ‘onschuldige’ toepassingen, maar geleidelijk aan zullen AI-systemen complexere taken gaan uitvoeren en dieper in ons leven doordringen.

De opkomst van kunstmatige intelligentie in zowel software- als hardwarematige toepassingen stelt de samenleving voor grote ethische vragen. Tot op heden gaat de aandacht vooral uit naar de mate waarin en de manieren waarop deze systemen mogelijk bevooroordeeld zijn en specifieke bevolkingsgroepen benadelen. Denk aan systemen die, bewust of onbewust, getraind zijn op basis van ‘vooringenomen’ data, bijvoorbeeld gezichten van voornamelijk witte mannen. Het in opspraak raken van dit soort systemen leidt soms tot een ban, zoals het verbod op gebruik van gezichtsherkenningstechnologie door politiekorpsen in een aantal Amerikaanse steden. De ontwikkeling van de technologie gaat echter onverminderd voort en zal ertoe leiden dat AI in nieuwe verschijningsvormen zijn intrede doet in de samenleving.

Steeds vaker zal het hierbij gaan over systemen die niet zozeer bedoeld zijn om ons beter te laten functioneren, maar om ons direct taken uit handen te nemen. Het meest vanzelfsprekende voorbeeld is uiteraard de zelfrijdende auto, maar er zijn veel meer ‘dull, dirty en dangerous’ taken die we graag zouden uitbesteden aan machines, bijvoorbeeld omdat er een arbeidstekort is, we onze veiligheid willen vergroten of enkel uit behoefte aan luxe.

Hoe aantrekkelijk dit idee ook is, er is een andere kant van de medaille. De term ‘autonomie’ suggereert weliswaar dat het gaat om zelfstandig (en verstandig) opererende machines, maar deze systemen zullen doorgaans worden ingezet met een commercieel (of politiek) oogmerk. Dit hoeft geen probleem te zijn maar kan ongewenste gevolgen hebben, zoals discriminatie, privacy-schending (door surveillance), of machtsconcentratie. In abstracte termen zal de inzet van autonome systemen de menselijke autonomie altijd beperken, ofwel omdat we (letterlijk) het stuur uit handen geven, ofwel omdat het systeem ons vertelt hoe we moeten rijden. Vanuit Europa luidt de boodschap dan ook dat menselijke waarden te allen tijde centraal moeten staan in de ontwikkeling en inzet van AI (‘human centric AI’) en dat mensen ‘betekenisvolle controle moeten houden’ over het handelen van een (semi-)autonoom systeem. Het is echter de vraag of deze richtlijn op langere termijn houdbaar blijft en of we ons er niet toe laten verleiden om deze systemen toch meer zelfstandigheid te geven, bijvoorbeeld omdat ze gewoonweg (meetbaar) beter presteren dan mensen.

Ontwikkelingspaden

De overduidelijke meerwaarde van autonome systemen voor bedrijven, overheden en consumenten leidt tot een brede omarming van de technologie. Aanvankelijke zorgen over veiligheid, algoritmische ‘bias’ en verlies van menselijke autonomie verdwijnen naar de achtergrond en de normen ten aanzien van het gebruik van de technologie verschuiven. Regelgeving en handhaving richten zich daardoor op het beperken van direct zichtbare problemen, maar kunnen niet voorkomen dat de ontwikkeling van AI op lange termijn tot nadelige gevolgen leidt, zoals het (onvermijdelijke) verlies van menselijke autonomie.

De samenleving ontwikkelt een zeer kritische houding ten opzichte van autonome systemen. Deze houding is ingegeven door wantrouwen ten aanzien van de grote technologiebedrijven, en overheden, die de AI-systemen ontwikkelen en inzetten (te gelde maken). Acceptatie van de technologie verloopt daardoor langzamer en blijft beperkt tot toepassingen die duidelijk waarde toevoegen en waarvan de neveneffecten goed in te schatten zijn. Dankzij dit lagere tempo krijgt de samenleving niet alleen de kans om vertrouwen in de technologie op te bouwen, maar ook om eisen aan het ontwerp van systemen te stellen.

Trend 7: Zwermcultuur

Digitale platformen brengen mensen samen, introduceren nieuwe vormen van samenwerking en dragen bij aan het ontstaan en verspreiden van ideeën. Deze dynamiek zal de komende jaren versnellen, onder meer door de introductie van nieuwe interfaces en laagdrempelige toepassingen van kunstmatige intelligentie.

Sociale netwerken creëren waarde door mensen te mobiliseren, goederen delen mogelijk te maken of ideeën te laten ontstaan. Deze waarde kan (onschuldig) vermaak zijn, zoals TikTok-dansjes of ‘challenges’, maar kan ook maatschappelijk of politiek beladen zijn, zoals de Black Lives Matter- en #MeToo-beweging, de QAnon-complottheorie of de recente volatiliteit van verschillende aandelen als gevolg van de beleggingscommunity r/wallstreetbets op Reddit. De kracht van dit type bewegingen zal groeien, maar tegelijkertijd zullen ze ook steeds ongrijpbaarder worden, met name door de komst van vrij beschikbare AI, waarmee vrijwel iedereen in staat is beeld en geluid naar eigen believen te manipuleren en vervolgens te verspreiden.

Samenlevingen staan voor de uitdaging om de uitwassen van deze online dynamiek te bestrijden zonder daarbij de positieve aspecten kwijt te raken. Langs verschillende (wettelijke) lijnen zullen ongewenste ontwikkelingen ingeperkt worden, bijv. in Europees verband, terwijl wenselijk gedrag juist (financieel) gestimuleerd zal worden. Microtransacties kunnen gebruikt worden om bijvoorbeeld het delen van kennis of goederen te belonen. Ook zullen sociale netwerken gebruikt worden om bijvoorbeeld goedaardige AI-systemen te trainen, ‘open source’-ontwikkeling van hard- en software te faciliteren en coöperatieve platformen te versterken. Financiële prikkels dragen hieraan bij door gedrag rechtstreeks te belonen of de opbrengst van collectieve inspanningen naar rato te verdelen over de deelnemers.

De komst van nieuwe interfaces zal het bovendien makkelijker maken om ook gedrag in de fysieke wereld te beïnvloeden. Zo is het denkbaar dat augmented reality-brillen gebruikt worden om dragers te stimuleren een rustige route door de stad te kiezen of hen te helpen in geval van een calamiteit. Het hybride fysiek-digitale spel Pokémon Go kunnen we als een voorbode beschouwen voor de manier waarop gebruikers zich in de fysieke wereld laten meeslepen door digitale netwerkdynamiek.

Ontwikkelingspaden

De baten van de online samenleving zijn groter dan de kosten en middels beperkte controle en sturing lukt het platformen om de grootste excessen van desinformatie, opruiing en oplichting uit te bannen. Hierdoor blijft het internet grotendeels de vrijplaats waarop ongekende kansen blijven bestaan voor kennisdeling, creativiteit en ondernemerschap. In toenemende mate gebruiken AI-ontwikkelaars de kracht van de online massa om hun systemen te trainen en aan te laten sluiten op de behoeften van gebruikers.

De samenleving trekt de conclusie dat het internet deels als een mislukt experiment moet worden beschouwd en dat de online platformen strikt aan banden moeten worden gelegd. De schaal- en netwerkeffecten van digitale technologie zorgen ervoor dat nadelige effecten zich snel en breed kunnen verspreiden. De ‘normale’ regels die gelden voor de fysieke wereld, bijvoorbeeld met betrekking tot de vrijheid van meningsuiting, zijn hiervoor niet toereikend. Daarom worden online juist striktere regels gehanteerd, zoals het beperken van anonieme deelname en de mogelijkheid om content eindeloos te delen.

4

Trend 8: Virtuele leefwerelden

De werelden van sociale media en games worden een plek waar mensen betekenisvolle ervaringen kunnen opdoen. Deels gaat het om praktijken die we verplaatsen van de fysieke naar virtuele wereld, zoals spelen, leren en werken, maar er zullen ook nieuwe praktijken ontstaan.

Futuristen en science fiction schrijvers fantaseren al decennia over virtuele werelden waarin mensen helemaal opgaan in een digitale werkelijkheid. In deze werelden ervaren zij, al dan niet met behulp van een VR-bril, eindeloze mogelijkheden om activiteiten te ontplooien en zichzelf een volledig nieuwe identiteit aan te meten. Tot op heden is er nog weinig terecht gekomen van initiatieven die deze fantasie werkelijkheid proberen te maken.

Inmiddels zijn er een aantal games die erin slagen om een virtuele wereld te scheppen waarin spelers veel meer kunnen doen dan alleen het spel spelen. Games zoals Fortnite, Minecraft en Roblox hebben zich ontwikkeld tot omgevingen die hun (veelal jonge) gebruikers ervaren als een aanvulling op de fysieke wereld: ze kunnen er rondhangen zonder het spel te spelen en er betekenisvolle ervaringen opdoen. Het meest sprekende voorbeeld zijn de virtuele live-optredens van verschillende artiesten in Fortnite, die miljoenen bezoekers trokken en de toeschouwers ook echt het gevoel van een live-concert gaven. Nieuwe generaties VR-brillen, kleding (bijv. handschoenen) die haptische feedback geeft en AI waarmee realtime omgevingen en personages gecreëerd kunnen worden, zullen bijdragen aan een steeds rijkere ervaring.

Naarmate deze werelden aan betekenis winnen in het dagelijks leven van een groeiende groep gebruikers en er ook meer alledaagse praktijken naartoe ‘verhuizen’ (denk aan uitgaan of onderwijs), dringt de vraag naar regulering en handhaving zich vanzelf op. Wat mag er wel en wat mag er niet en wie bepaalt dit? Hoogstwaarschijnlijk zullen het internationale omgevingen zijn, waarbij het maar de vraag is welke rol de Nederlandse wet, en in bredere zin Nederlandse normen en waarden, daarin spelen. In essentie zijn dit dezelfde vragen die nu ook al spelen rondom online platformen, maar in de virtuele werelden nog verder op de spits gedreven worden.

Met de ontwikkeling van deze technologie neemt echter ook het risico toe dat mensen de verhouding tussen de fysieke en de virtuele wereld uit het oog verliezen. Dit heeft mogelijk grote gevolgen in termen van gameverslaving, cyberpesten en de verspreiding van desinformatie.

Ontwikkelingspaden

De nieuwste generatie spellen biedt spelers en ontwikkelaars meer vrijheden. Gebruikers geven steeds vaker zelf vorm aan hun online leefwereld en worden zo naast consument ook producent. Onderwijs en werk vinden meer en meer in deze wereld(en) plaats, evenals het uitgaansleven en festivals. De aloude fantasie van onbegrensde mogelijkheden in een zgn. metaverse, zoals we die kennen uit sciencefiction, krijgt hiermee eindelijk vorm. Omdat deze werelden geen fysieke grenzen kennen, zijn het vooral de bedrijven achter de platformen die de regels bepalen en handhaven. Daarmee komen ze in toenemende mate in het vaarwater van traditionele overheden.

De samenleving trekt de conclusie dat het internet deels als een mislukt experiment moet worden beschouwd en dat de online platformen strikt aan banden moeten worden gelegd. De schaal- en netwerkeffecten van digitale technologie zorgen ervoor dat nadelige effecten zich snel en breed kunnen verspreiden. De ‘normale’ regels die gelden voor de fysieke wereld, bijvoorbeeld met betrekking tot de vrijheid van meningsuiting, zijn hiervoor niet toereikend. Daarom worden online juist striktere regels gehanteerd, zoals het beperken van anonieme deelname en de mogelijkheid om content eindeloos te delen.

4

Trend 9: Mensoptimalisatie

Zogenaamde intieme technologie helpt ons om onze beperkingen te overwinnen. Nieuwe interfaces bieden de mogelijkheid om onze zintuigen te versterken en uit te breiden. De alsmaar inniger samenwerking met digitale assistenten ervaren we als een uitbreiding van onze cognitieve capaciteiten.

Mensen hebben altijd technologie gebruikt om hun fysieke en cognitieve beperkingen te overwinnen. De komende jaren zullen geavanceerde 'verbeteringstechnologieën' beschikbaar komen waarmee we op intieme wijze zullen samenwerken. Deze technologieën variëren van robotica voor fysieke ondersteuning, sensoren die ons voorzien van extra zintuigen tot digitale assistenten die fungeren als uitbreiding van onze hersenen. Nieuwe interfaces spelen hierbij een belangrijke rol, doordat ze de interactie met de technologie intuïtiever en 'natuurlijker' maken. Deels gaat het om technologie die ons direct helpt (bijv. een augmented reality bril die de drager van extra informatie voorziet), maar de technologie kan ook een hulpmiddel zijn om onszelf gezonder, fitter of slimmer te maken. Bestaande gezondheidstrackers en de bredere 'quantified self'-beweging zijn elementen van deze trend.

Daarnaast is de verwachting dat de verwerking van grote hoeveelheden data en toepassing van AI en kwantumcomputing tot doorbraken in de gezondheidzorg zullen leiden. Hierdoor zullen we ziektebeelden en hun oorzaken beter begrijpen en sneller in staat zijn om nieuwe medicijnen en behandelmethoden te ontwikkelen en te testen. De 'human enhancement'-cultuur, die diep geworteld is in Silicon Valley, zal eraan bijdragen dat deze middelen niet enkel worden ontwikkeld om ziekten of beperkingen te overwinnen, maar ook om volstrekt gezonde mensen te 'verbeteren'.

De voordelen van deze technologie zullen vooral ten goede komen aan welvarende burgers en diegenen die de vaardigheden bezitten om er optimaal gebruik van te maken. De digitale kloof zal hierdoor verder verdiepen, omdat toegang tot deze middelen niet alleen bepalend is voor wat iemand online kan doen, maar juist steeds meer invloed heeft op iemands functioneren en welzijn in de fysieke wereld. Dit laatste impliceert dat de keuzevrijheid onder druk kan komen te staan. Zo kan het zijn dat iemand die de technologie niet wil gebruiken, bijvoorbeeld uit privacy- of veiligheidsoverwegingen, zich met die keuze op sociaal-economische achterstand plaatst. In bredere zin kunnen, bovendien, de maatschappelijke normen ten aanzien van gezondheid, fitheid of intelligentie met de technologie meebewegen en daardoor kan een situatie ontstaan waarin 'niet-meedoen' zelfs als moreel onaanvaardbaar wordt gezien.

Los van het vraagstuk van kansengelijkheid, betekent intieme technologie ook indringende technologie die, in potentie, zeel gevoelige persoonlijke data zal verzamelen en benutten en waarbij ook ethische vragen rondom lichamelijke integriteit in het spel komen. Mogelijk ligt hier een taken voor overheden om burgers zich tegen zichzelf, en hun drang naar zelfoptimalisatie, te beschermen in het licht van de grote privacy- en veiligheidsrisico's, die hiermee gepaard gaan.

Ontwikkelingspaden

Het gebruik van 'wearables' (zoals horloges en brillen) en 'insideables' (zoals smart pills) gaat samen met een groeiende behoefte om gezonder en actiever te leven. Tegelijkertijd helpen de nieuwe interfaces ons om onszelf aan te sluiten op allerlei digitale diensten die steeds beter op de persoon en context ingesteld raken. Deze ontwikkeling dreigt de digitale kloof te verdiepen tussen degenen die zich de technologie en achterliggende diensten kunnen veroorloven en optimaal weten te benutten voor hun welzijn en ontwikkeling, en degenen die dit niet kunnen betalen en de benodigde vaardigheden missen.

De steeds natuurlijker en intuïtievere omgang met technologie, bijvoorbeeld middels spraak, stelt miljoenen burgers in staat om deel te nemen aan de digitale samenleving en zich verder te ontwikkelen. Beleid en verdienmodellen richten zich nadrukkelijk op digitale inclusie en het overwinnen van fysieke en cognitieve beperkingen. Het Silicon Valley-ideaal van 'human enhancement', gedreven door Amerikaanse techbedrijven en gericht op de happy few, slaat niet aan. Dit komt voornamelijk door zorgen over privacy en verlies van autonomie. De oplossingen voor het overwinnen van beperkingen zijn daarentegen veelal lokaal ontwikkeld en ontworpen om die waarden te respecteren.

Trend 10: Strijd der Stacks

Grootmachten ontwikkelen hun eigen Stack en proberen die tot mondiale standaard te verheffen. Dit is niet alleen een gevecht om economische en internationale macht, maar ook een strijd tussen ideeën over de manier waarop we onze samenleving inrichten en de rol die we technologie daarin toekennen.

Het vrij-toegankelijke wereldwijde web bestaat niet. Verschillende grootmachten kennen hun eigen Stack waarin politieke en culturele ideeën tot uiting komen. Zo heeft China een sterk gecentraliseerde Stack waarin de staat de dominante actor is, terwijl in de VS de vrije markt ook op het web regeert. Deze ideeën vinden we terug in specifieke protocollen en diensten, maar ook in de inzet van autonome systemen, de omgang met data, en het denken over privacy.

De Chinese overheid werkt al vanaf eind jaren ‘90 aan de eigen cybersoevereiniteit middels het Golden Shield en de Great Firewall. Daarnaast bouwt het land op verschillende lagen van de Stack aan een sterke digitale dominantie, van het introduceren van nieuwe kernprotocollen en infrastructuur (5G) tot en met het ontwikkelen van internationaal populaire diensten (e.g. Alipay, WeChat, TikTok), technologische wereldspelers waarmee Chinese ‘soft power’ kan worden uitgeoefend.
In de Verenigde Staten worstelt de federale overheid met de vrije rol van de grote technologiebedrijven, de marktmacht die ze hebben opgebouwd en de manier waarop ze deze (mogelijk) misbruiken ten koste van hun gebruikers. Tegelijkertijd zijn deze bedrijven ook van groot belang voor de Amerikaanse economie en dragen ze bij aan de Amerikaanse internationale economische en culturele dominantie.

Europa kent nog geen eigen Stack, al was het maar omdat de Amerikaanse techreuzen hier elke laag van de Stack domineren. De afgelopen jaren is Europa echter wel begonnen haar eigen Stack vorm te geven en hiertoe ook de nodige maatregelen te introduceren. Uiteraard vormt de AVG hierin een belangrijke stap en de voorgestelde Data Governance Act en Digital Services Act bouwen op voort op deze lijn. Op deze wijze probeert Europa ervoor te zorgen dat het Europese internet voldoet aan Europese normen en waarden, en tevens bijdraagt aan het behalen van bredere beleidsdoelen met betrekking tot brede welvaart. Mogelijk vormt Europa met deze initiatieven een lichtend voorbeeld voor andere delen van de wereld en kunnen Europese bedrijven profiteren wanneer de Europese standaarden wereldwijd geïmplementeerd worden.

De komende jaren zullen deze Stacks waarschijnlijk verder uit elkaar groeien, en zullen de verschillende machtsblokken hun eigen standaarden tot wereldstandaard proberen te verheffen om daar economische en politieke macht aan te ontlenen. Het is dus nog maar de vraag in hoeverre Europese ideeën ingang zullen vinden en bepalend kunnen zijn.

Ontwikkelingspaden

De Chinese en de Amerikaanse Stack groeien verder uit elkaar en uitwisseling van data en wederzijds gebruik van diensten daalt tot een minimum. Bij gebrek aan een eigen alternatief blijft Europa grotendeels afhankelijk van de Amerikaanse Stack. De Chinese invloed in standaardisatie-organisaties neemt ondertussen sterk toe en dit leidt tot een breuk tussen het Chinese en het Amerikaans-Europese blok en verder verlies van interoperabiliteit. Een groot deel van Europa heeft echter nog steeds belang bij open lijnen met China en ziet dus ook de noodzaak om aan te sluiten op Chinese standaarden. Het Europese internet begint als gevolg van deze spanningen scheuren te vertonen en een intern ‘splinternet’ dreigt te ontstaan.

Europa’s leidende rol in regulering van het Internet leidt tot de vorming van een eigen Stack, met zowel Europese spelers als Amerikaanse en Chinese spelers die de Europese waarden en regels onderschrijven. Europa slaagt er ook in om haar ideeën over het ‘Goede Internet’ te vertalen naar internationaal geaccepteerde standaarden. Dit heeft niet direct tot gevolg dat China en Amerika hun eigen Stacks en online governance radicaal herzien, maar beide landen kunnen ook niet langer hun technologie, en de onderliggende ideeën en belangen, projecteren op de rest van de wereld.

4

Trend 11: Kwetsbaarheid

De digitale transitie maakt dat we in toenemende mate afhankelijk worden van technologische systemen en hun ontwikkelaars. Dit maakt de samenleving en de economie kwetsbaar en een kleine gebeurtenis, een hack of een programmeerfout kan enorme gevolgen hebben.

Onze afhankelijkheid van digitale technologie kent een aantal risico's. Op de eerste plaats zijn we sterk afhankelijk van een klein aantal dominante technologiebedrijven. Dankzij een 'winner-takes-all' dynamiek zijn deze bedrijven vaak alleenheerser in hun domein, zoals Google dat de zoekmarkt domineert en Facebook die van sociale netwerken. Daarnaast beheersen deze partijen de cloud-omgeving van waaruit andere, kleinere partijen hun diensten aanbieden. Zonder uitzondering zijn de techreuzen buitenlandse, niet-Europese spelers. Dit impliceert dat hun belangen niet altijd de onze zijn, dat controle en zeggenschap beperkt zijn en dat we hard geraakt kunnen worden wanneer deze partijen ons niet meer kunnen of willen bedienen.

Ten tweede zijn we sterk afhankelijk van (sleutel)technologieën die we niet zelf ontwikkelen en produceren, zoals processoren en netwerktechnologie. Dit beperkt onze autonomie in de digitale transitie. Het maakt ons bovendien kwetsbaar voor cyberspionage omdat we maar beperkt inzicht hebben in de precieze technologie en eventuele 'achterdeurtjes' waarmee ontwikkelaars en veiligheidsdiensten mogelijk kunnen meekijken in onze data en communicatie.

Naarmate de samenleving en economie verder digitaliseren en vernetwerkt raken, bijvoorbeeld met de komst van ontelbare Internet of Things-apparaten, neemt de kwetsbaarheid ten opzichte van kwaadwillenden sterk toe en groeit hun 'aanvalsoppervlak'. Zowel statelijke als niet-statelijke actoren zijn erop uit om systemen binnen te dringen om data te stelen (of te gijzelen) of systemen te saboteren. Met name het risico van industriële spionage zal sterk toenemen en het verdienvermogen van onze economie de komende jaren op de proef stellen. Het is de vraag of het vermogen om ons hiertegen te wapenen, en de daartoe benodigde 'sense of urgency', gelijk opgaat met de steeds geavanceerdere mogelijkheden die onze tegenstanders ontwikkelen.

De opkomst van kwantumcomputing speelt hierin een prominente rol. De vormen van encryptie die vandaag de dag worden gebruikt, zullen in de komende jaren waarschijnlijk gekraakt worden door kwantumcomputers en dus niet langer afdoende bescherming bieden. 'Kwantumproof' encryptie is beschikbaar, maar deze moet nog wel op tijd geïmplementeerd worden. Zelfs wanneer dat gebeurt, zullen grote hoeveelheden versleutelde data met terugwerkende kracht ontcijferd kunnen worden. Onder het mom 'harvest now, decrypt later' hebben verschillende partijen, waaronder veiligheidsdiensten, grote hoeveelheden data onderschept. Wanneer deze data dankzij kwantumcomputers leesbaar wordt, en bijvoorbeeld staatsgeheimen openbaar worden, zijn de gevolgen hiervan mogelijk nog veel groter dan die van WikiLeaks of andere recente datalekken.

Ontwikkelingspaden

Gedeeltelijke ontkoppeling van de Europese Stack van andere mondiale Stacks, is wellicht het enige antwoord op toenemende afhankelijkheid en kwetsbaarheid van digitale systemen. Als beveiliging van kennis en systemen niet mogelijk blijkt binnen de bestaande structuren, simpelweg omdat we te maken hebben met onbetrouwbare partners, dan is een breuk onvermijdelijk. Dit gaat, in ieder geval op korte termijn, ten koste van verdienvermogen en groei, maar is op lange termijn mogelijk de enige manier om onze brede welvaart te waarborgen.

De digitale toekomst bestaat uit een voortdurende gewapende vrede. Kwetsbaarheden zijn niet volledig af te dekken, maar dit geldt voor alle partijen en er ontstaat een precair evenwicht van 'mutually assured destruction'. Dit maakt het mogelijk de digitalisering van economie en samenleving voort te zetten, maar leidt wel tot een meer kritische benadering van wat we wel en niet willen digitaliseren en welke mate van beveiliging daarbij hoort.

Hoofdstuk

5

5

Impact van digitalisering

In dit hoofdstuk reflecteren we op de geïdentificeerde trends en stellen we de vraag welke impact ze kunnen hebben op een vijftal beleidsthema's. Per thema stellen we de vraag hoe de verschillende trends van invloed kunnen zijn en welke variabelen hierin een rol spelen.

Ten eerste beschouwen we de impact van digitalisering op het Nederlandse, en Europese, verdienvermogen. Digitalisering biedt overduidelijk grote kansen voor een hoogwaardige kenniseconomie als de onze, maar kan ons verdienvermogen ook onder druk zetten, wanneer grote en machtige platformen (delen van) lokale ondernemingen buitenspel zetten en winsten naar het buitenland wegvloeien. Ten tweede hebben we aandacht voor de invloed van digitalisering op het openbaar bestuur, zowel met betrekking tot mogelijkheden om beleid uit te voeren, als nieuwe vormen van participatie en besluitvorming. Ten derde kan de digitale transitie kan ook een grote rol spelen in het verhogen van onze brede welvaart, door bij te dragen aan kansengelijkheid en in de aanpak van klimaatverandering en andere milieuproblematiek. Ten vierde roept digitalisering verschillende vragen op ten aanzien van onze publieke en nationale veiligheid. Deze vragen hangen samen met onze groeiende afhankelijkheid van technologische systemen en de manieren waarop digitale technologie tegen ons gebruikt kan worden. Ten vijfde, en tot slot, raakt het proces van digitalisering nadrukkelijk aan publieke waarden. De beschreven trends bieden hoop op herstel van een aantal publieke waarden, zoals kansengelijkheid of sociale cohesie, maar tegelijkertijd moeten we ons zorgen maken over de vraag wiens waarden uiteindelijk leidend zullen zijn in de online samenleving van de toekomst.

5

Thema 1: Verdienvermogen

De trends laten zien dat er veranderingen te verwachten zijn voor het verdienvermogen van de Nederlandse economie. Met het Stack-model kunnen we de verdienkansen uitsplitsen naar verschillende dimensies van digitalisering. Daarbij kunnen we onderscheid maken tussen verdienkansen ten aanzien van de technologie zelf en de kansen die ontstaan als de technologie breed wordt ingezet.

Kijken we langs de lagen van de Stack, dan zien we allereerst nieuwe kansen ontstaan in de onderste lagen, met de realisatie van nieuwe generaties harde en zachte infrastructuur. Denk bijvoorbeeld aan de ontwikkeling van kwantumchips en gespecialiseerde AI-chips, waarvoor nieuwe waardeketens ingericht moeten worden: hierdoor ontstaan kansen voor nieuwe spelers. In de lagen gericht op de eindgebruiker (interface en diensten) voorzien we een gestage voortzetting van de platformeconomie die zal uitmonden in het ontstaan van ecosystemen.

Hierbij verschuift de aandacht van individuele platformen naar een beperkt aantal geïntegreerde ecosystemen. Het ecosysteem met het meest aantrekkelijke dienstenaanbod en de beste gebruikerservaring zal de meeste gebruikers trekken en daardoor optimaal profiteren van schaal- en netwerkeffecten. Bestaande individuele platformen, die nu bijvoorbeeld alleen een mobiliteitsdienst aanbieden, zullen dus moeten gaan nadenken over hun aandeel om gebruikers een frictieloze totaalervaring te bieden. Leveranciers van individuele diensten en producten (veelal de onderaannemers van de platformen, zoals taxichauffeurs, ‘dark kitchens’ en koeriers) zullen onderling moeten concurreren om de beste reputatie en prijsstelling binnen het platform.

De vraag is uiteraard aan wie de inkomsten binnen het ecosysteem voornamelijk ten goede zullen komen. Tegen de huidige achtergrond is het niet ondenkbaar dat de grote techspelers de komende 10 jaar wederom het meest zullen profiteren van deze ontwikkelingen, ten koste van lokale ondernemingen en werknemers. Door hun dominantie op al deze lagen van de Stack, zijn zij in staat om de buitengewone positie van ecosysteem-orkestrator en daarmee rent seeker te verwerven (denk bijvoorbeeld aan de App Store van Apple, Googles advertentienetwerken of Amazons stem-assistent Alexa). Een belangrijk vliegwiel hierbij is het verzamelen van gebruiksdata, waarmee de gebruikerservaring van deze platformen en ecosystemen steeds verder geoptimaliseerd kan worden, waardoor meer gebruikers naar het ecosysteem komen, meer leveranciers toetreden en er weer meer data verzameld kan worden.

Tegelijkertijd hebben we vastgesteld dat overheden met nieuwe maatregelen trachten te voorkomen dat de consolidatie van grote ‘gatekeepers’ een ongelijk speelveld creëert. Wanneer de Europese Unie met wetgeving sterk inzet op datasoevereiniteit, datadeling, interoperabiliteit en open innovatie, kunnen nieuwe data-verdienmodellen ontstaan, waarbij niet enkel de dienstverlener, maar ook burgers en bedrijven geld kunnen verdienen met hun data. Er kan zelfs een hele nieuwe generatie van diensten ontstaan die waarde genereert op basis van de data die eerder opgesloten zat in de afgesloten silo’s van de platformen. Om die datadeling te kunnen faciliteren, zal er ook behoefte zijn aan aanbieders van datadeeldiensten.

Mogelijk kan Nederland hier het succes van AMS-IX herhalen, door naast een internetknooppunt ook een datamarktplaats en ‘hub’ te worden voor de datadeel-economie.

De decentralisering van platformen middels web 3.0 protocollen en cryptovaluta is een tegenbeweging die op vergelijkbare wijze het verdienvermogen verder zou kunnen democratiseren. Burgers kunnen mede-eigenaar worden van het platform en mee-verdienen aan de waardecreatie die daarop plaatsvindt. Bovendien kan tokenisatie burgers helpen om laagdrempelig inkomsten te genereren door hun goederen met anderen te delen of investeerbaar te maken. Ook kunnen ze zo eenvoudiger zelf handelen in zelfgeproduceerde energie, digitale content of data.

5

Thema 2: Openbaar bestuur

Overheden maken steeds vaker gebruik van digitale technologie, zowel in de uitvoering van bestaand beleid als in de ontwikkeling van nieuw beleid. Digitalisering biedt daarbij mogelijkheden om bestuur effectiever, efficiënter én rechtvaardiger te maken. Tegelijkertijd levert dit risico's op ten aanzien van rigide handhaving, verzwakte soevereiniteit en een overmatige focus op zaken die meetbaar en stuurbaar zijn.

De digitalisering van het openbaar bestuur is al lang en breed begonnen met de gestage opkomst van digitale overheidsdiensten. Langs de lijn van mega-ecosystemen zal ook de overheid op termijn al haar lokketten via één gebruiksvriendelijke interface met elkaar verknopen om adoptie en burgerparticipatie te stimuleren. Toonaangevende, maar niet noodzakelijk nastrevenswaardige, voorbeelden bestaan al in landen als Estland, Taiwan en Singapore, waar diensten binnen en buiten de overheid eenvoudig digitaal kunnen interacteren met overheidsgegevens.

Ook op het terrein van handhaving heeft digitalisering zijn intrede gedaan met het gebruik van scanauto's voor parkeerbeleid, flitspalen, trajectcontroles, beveiligingscamera's en gezichtsherkenningstechnologie op Schiphol. De voortschrijdende sensorisering van onze omgeving roept echter ook de vraag op waar en wanneer dergelijke praktijken in conflict komen met fundamentele rechten van burgers. Het risico van schadelijke, of anderszins onwenselijke, vormen van surveillance door de overheid ligt hier op de loer.

Met het dataficeren van de samenleving ontstaat ook de mogelijkheid om de uitvoering van beleid in grote mate over te laten aan technologische oplossingen die steeds autonomer kunnen optreden. Het is echter ook duidelijk dat hier grenzen aan zitten. Bijvoorbeeld omdat de rechtlijnigheid van code geen ruimte laat voor interpretatie, redelijkheid of billijkheid en de menselijke maat dus onder druk komt te staan. Bovendien leven er, terechte, zorgen over rechtvaardigheid, buitenproportionele vormen van controle en risico's van (onbewust geprogrammeerde) discriminatie. Tegelijkertijd, ontstaan er ook mogelijkheden om de uitvoering van beleid juist rechtvaardiger te maken. Bijvoorbeeld omdat automatische besluitvorming bij uitstek transparant kan zijn en menselijke willekeur of vooroordelen bewust buitengesloten kunnen worden.

Op een hoger niveau van abstractie bestaat het risico dat de inzet van digitale technologie, al dan niet in de vorm van autonome systemen, op termijn kan leiden tot een verschuiving van beleidsprioriteiten naar zaken die meetbaar en stuurbaar zijn. Niet direct meetbare zaken, zoals geestelijke gezondheid of autonomie, kunnen dan op de achtergrond raken terwijl zaken als veiligheid of fysieke gesteldheid juist hoger op de agenda komen.

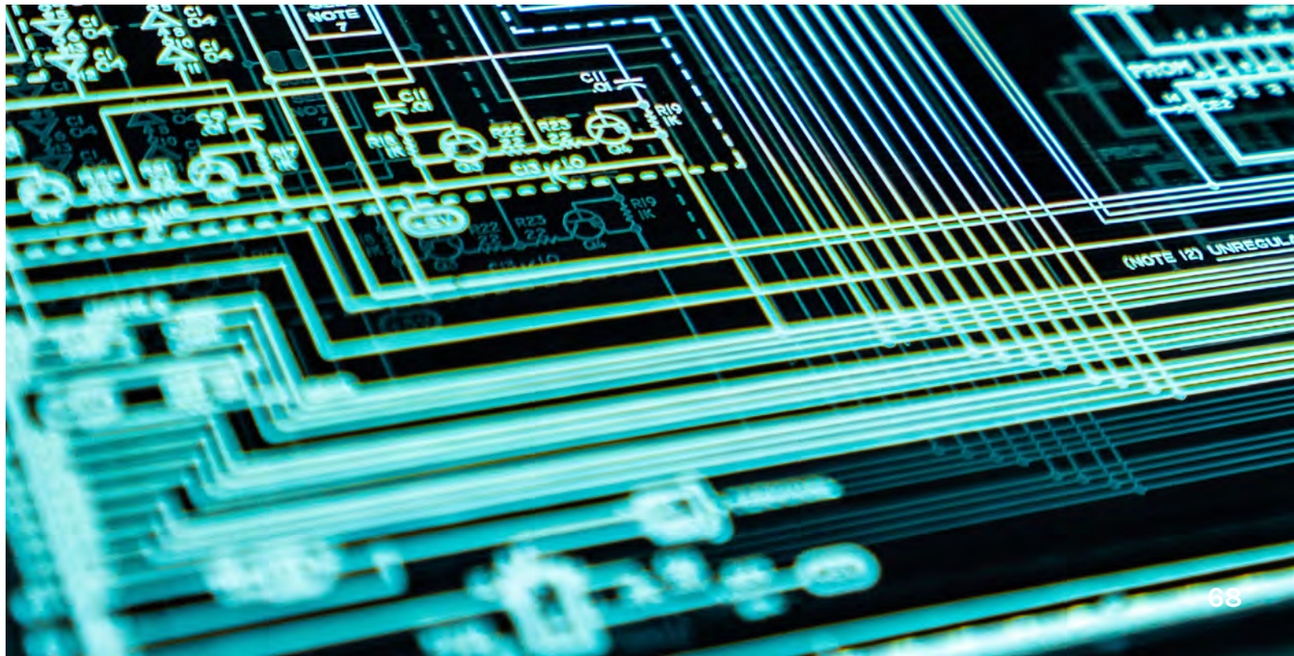
Ten aanzien van de ontwikkeling van nieuw beleid biedt digitalisering ook interessante mogelijkheden. Het digitaliseren, of beter: codificeren, van besluitvorming kan bijvoorbeeld leiden tot nieuwe vormen van participatie of directe democratie. Burgers kunnen dan meekijken met, en 'mee programmeren' aan, de ontwikkeling nieuwe wetgeving. Op deze manier wordt het zelfs denkbaar dat burgers wereldwijd, middels GitHub-achtige platformen, samenwerken aan

institutionele innovatie en zo een (internationale) bibliotheek van open-source 'smart wetten' opbouwen.

In het verlengde van dergelijke vormen van participatie kunnen we ook andere vormen van inspraak en verantwoording verwachten. Binnen cryptonetwerken zijn nieuwe vormen van gedecentraliseerd bestuur al gangbaar: gebruikers kunnen bijvoorbeeld 'kwadratisch' stemmen op nieuwe protocolvoorstellen op basis van hun geleverde bijdrage aan het netwerk (naar rato bepaald via zogenaamde 'governance tokens'). Mede dankzij dit soort mogelijkheden zou de aanvankelijke weerstand tegen geautomatiseerd bestuur op termijn kunnen afzwakken en kan de samenleving zelfs meer open zal staan voor strikte handhaving van beleid, zolang de gehanteerde code maar op deugdelijke wijze en met voldoende democratisch draagvlak tot stand komt.

Het democratisch draagvlak, evenals waarden zoals soevereiniteit en verantwoordelijkheid, kunnen echter juist ook onder druk komen te staan door de groeiende afhankelijkheid van technologie. Hoe gaan we bijvoorbeeld om met algoritmes waarvan de werking voor beleidsmedewerkers niet volledig navolgbaar is? En in hoeverre kunnen overheden gebruik maken van privaat ontwikkelde algoritmes, waarvan ze mogelijk niet alle details kunnen overzien en waardoor ze mogelijk te zeer afhankelijk worden van de ontwikkelende partijen?

Om het nog verder te compliceren: we zien ook technologieën opkomen die de controle en autonomie volledig bij de burger leggen, waardoor de positie van overheden onder druk komt te staan. Dit geldt bijvoorbeeld voor decentrale 'self-sovereign identity' systemen en datakluizen. Het moge duidelijk zijn dat digitalisering leidt tot een fundamentele heroverweging van de rol van de overheid. Dit heeft betrekking op haar eigen honger naar data van en over burgers, maar ook de manier waarop ze die data beheert en gebruikt en deze bijvoorbeeld, onderling laat delen tussen verschillende agentschappen. Het is heel goed mogelijk dat burgers, middels de beschreven technologische middelen, hier een veel sterkere positie in zullen vergaren en dat de overheid dus niet langer een centrale rol zal vervullen.



Thema 3: Brede welvaart

Digitalisering kan bijdragen aan brede welvaart door duurzame praktijken te ondersteunen en aantrekkelijker te maken, maar ook door andere vormen van beleid mogelijk te maken en nieuwe spelregels in de economie te introduceren Als cruciale voorwaarde geldt wel dat burgers gelijke kansen moeten hebben in de digitale samenleving en dat digitalisering niet leidt tot grotere verschillen in welvaart en welzijn.

Digitalisering kan rechtstreeks bijdragen aan verduurzaming door bijvoorbeeld het slimmer maken van het energiesysteem of het efficiënter maken van productieprocessen. Daarnaast is digitalisering een belangrijk onderdeel in duurzame businessmodellen, waarin afstemming tussen verschillende partijen en processen cruciaal is. Dat geldt voor circulaire modellen, maar ook voor duurzame as-a-service-modellen (zoals in de deeleconomie) waarin data en intelligentie bijdragen aan optimale afstemming van vraag en aanbod en een betere gebruikerservaring. Technologische ontwikkelingen maken eenvoudige data-uitwisseling tussen verschillende diensten en schakels in waardeketens mogelijk. Die uitwisseling kan plaatsvinden binnen gesloten ecosystemen, onder de hoede van grote techbedrijven, of in een meer open model waarin zelfstandige partijen data met elkaar uitwisselen op basis van gedeelde belangen.

Een echt slimme economie is een economie die data aanwendt om problemen rond duurzaamheid en kansenongelijkheid inzichtelijk te maken en daarop beleid te ontwikkelen. Tevens ontstaat zo de mogelijkheid om verschillende negatieve externaliteiten, zoals milieuverontreiniging of gezondheidsschade, beter te kwantificeren en deze desgewenst door te berekenen in de prijs van goederen en diensten (zgn. ‘true cost accounting’). Hiermee wordt op termijn een geheel ander model van belastingheffing denkbaar. Grootschalig gebruik van blockchain-technologie en slimme contracten zou de verrekening zelfs voor een groot deel kunnen automatiseren in de vorm van ‘micro taxing’.

Een belangrijke voorwaarde voor deze ingrijpende inzet van digitale technologie, is wel dat de samenleving ook daadwerkelijk vertrouwen heeft in de technologie en de intenties van de ontwikkelaars en beheerders. Dit vraagt om transparante technologie, maar ook om technologie die niet leidt tot groeiende sociaaleconomische ongelijkheid. Daartoe is het van groot belang dat digitalisering ten goede komt aan de gehele samenleving en dat iedereen in staat is om geboden kansen te benutten en risico’s te onderkennen. Op de eerste plaats gaat het om basale digitale vaardigheden, inclusief geletterdheid. Hierin kunnen nieuwe, intieme en meer intuïtieve interfaces een belangrijke rol spelen, bijvoorbeeld omdat ze meer op (natuurlijke) spraak en beeld zijn geënt dan op geschreven tekst.

Dit betekent echter nog niet dat iedereen even goed in staat zal zijn om de nieuwe mogelijkheden van geavanceerde digitale diensten, zoals autonome systemen of cryptovaluta, te begrijpen en optimaal te benutten. In eerste instantie zullen deze mogelijkheden ook vooral ter beschikking staan van de meest welvarenden. Dit geldt in het bijzonder voor manieren om onszelf fysiek en cognitief te ‘verbeteren’ met behulp van nieuwe interfaces en digitale assistenten. Bovendien vragen die nieuwe toepassingen ook weer specifieke nieuwe vaardigheden. Iets vergelijkbaars speelt bij verschillende initiatieven om het internet en de daarop opererende platformen te decentraliseren en de controle (onder meer over data) terug te geven aan gebruikers. Ook hier zijn aanvullende vaardigheden vereist, juist omdat dit - per definitie - systemen zijn waarin centraal toezicht ontbreekt. Dit biedt kansen, maar kan ook tot (veiligheids-)risico’s leiden.

Met de overheveling van steeds meer oude praktijken naar de digitale sfeer en de ontwikkeling van geheel nieuwe prakijken, ontstaan ook hier mogelijkheden voor verbetering van brede welvaart. Tot op zekere hoogte geldt nog steeds dat iedereen op het internet gelijkwaardig is en zijn eigen identiteit kan vormgeven. In de nieuwe virtuele werelden is het zeer wel denkbaar dat iedereen gelijke toegang krijgt tot onderwijsapplicaties en dat ervaringen binnen ieders virtuele handbereik zullen liggen. De praktijk kan echter weerbarstig zijn: online ‘gated communities’ zullen mogelijkheden en bescherming bieden die niet voor iedereen toegankelijk zullen zijn.

Daarnaast creëren platformen bewust schaarste en verleiden ze hun gebruikers, bijvoorbeeld middels kostbare ‘skins’, om hun ‘fysieke welvaart’ om te zetten in zichtbare ‘online welvaart’. Europa kan de belofte van brede welvaart door digitalisering realiseren door een eigen model van publiek-private samenwerking te ontwikkelen. De eerste stappen hiertoe zijn reeds gezet met de Europese data- en AI-strategie. Hetzelfde geldt voor de recente strategische review van de ECB (e.g. het meenemen van duurzaamheid in risicoanalyses) en de aanscherping van wet- en regelgeving (e.g. het verplichten van de ’repareerbaarheid’ van goederen). Het risico bestaat wel dat striktere regulering juist ten goede komt aan de grote partijen. Zij zijn tenslotte bij uitstek in staat om in te spelen op nieuwe spelregels. Voor nieuwe toetreders kan aanvullende regelgeving juist drempelverhogend werken.

Bovendien is het de vraag of Europa erin zal slagen om een digitaal ecosysteem op te bouwen met voldoende innovatiekracht en schaal om de strijd met de Amerikaanse en Chinese ecosystemen aan te gaan. Als Europa hierin slaagt, kan het Europese model - met Europese bedrijven in het kielzog - voet aan de grond krijgen in nieuwe markten die ook ’klem’ zitten tussen de Chinese en Amerikaanse Stack (bijv. India). De ontwikkeling van een Stack naar Europees model biedt daarmee niet alleen kansen voor interne brede welvaart, maar ook voor het Europese verdienvermogen en haar geopolitieke invloed.

5

Thema 4: Veiligheid

Verdergaande digitalisering kan bijdragen aan onze persoonlijke, nationale en economische veiligheid, maar introduceert onvermijdelijk ook een aantal risico's. Deze hangen samen met de mate waarin we voor onze veiligheid afhankelijk zijn van (buitenlandse) bedrijven, de opkomst van autonome systemen, en de toenemende cyber onveiligheid.

Een vraag die uit de trends naar voren komt, is welke rol de grote technologiebedrijven zullen spelen met betrekking tot onze (online) veiligheid. Het is aannemelijk dat zij, op basis van hun expertise en financiële slagkracht, bij uitstek in staat zijn om onze data en systemen te beschermen tegen kwaadwillenden. Dit kan ervoor pleiten om onze data en diensten bij hen te beleggen in plaats van bij kleinere lokale bedrijven of publieke platformen. Tegelijkertijd worden we steeds afhankelijker van deze partijen naarmate hun rol in ons dagelijks leven en de economie groter wordt. Dit maakt ons kwetsbaar ten opzichte van hun belangen en mogelijk schadelijke intenties.

Een alternatief kan zijn dat we juist meer vertrouwen op publieke of zelfs volledig gedistribueerde systemen. Met name de laatste kennen een aantal fundamentele voordelen die hiertoe aanleiding geven. Gecentraliseerde oplossingen kennen altijd het risico van een zgn. 'single point of failure': een ontwerpfout of kwetsbaarheid die het hele systeem of netwerk kan ondermijnen. Een decentrale oplossing is daar veel minder gevoelig voor, omdat die bestaat uit gelijkwaardige 'nodes' (knooppunten) die elkaars taak kunnen overnemen wanneer er één (of meerdere tegelijkertijd) een probleem ervaart. Omdat deze systemen over het algemeen via een open source model worden ontwikkeld, waarbij een grote groep ontwikkelaars elkaars werk controleert en verbetert, waardoor systemen in hoog tempo kunnen evolueren, zijn ze vaak robuuster en veerkrachtiger.

Een ander veiligheidsvraagstuk hangt samen met de ontwikkeling en inbedding van autonome systemen. Dit speelt nadrukkelijk bij de komst van autonome wapensystemen en zelfstandig opererende cyberwapens, maar ook civiele toepassingen dragen risico's in zich. Op de eerste plaats omdat ze gehackt kunnen worden, waardoor bijvoorbeeld autonome voertuigen (of digitale implantaten) gemanipuleerd kunnen worden. Op de tweede plaats kan een autonoom opererend systeem grote schade veroorzaken wanneer het door technische problemen verkeerde beslissingen neemt. Het zal niet in alle gevallen duidelijk zijn hoe zo'n probleem is ontstaan, wiens schuld dat is en wie uiteindelijk aansprakelijk is. Voor burgers kan het grote gevolgen hebben wanneer zij zich (juridisch) moeilijk kunnen verweren, bijvoorbeeld tegenover een ontwikkelaar of overheid). De risico's vragen om technologische waarborgen en om heldere afspraken en regelgeving. De eerste stappen hiertoe zijn gezet, maar een maatschappelijke dialoog over de rol van autonome systemen heeft nog niet plaatsgevonden.

Er bestaat geen eenduidige oplossing om de verschillende bedreigingen en risico's die samenhangen met de digitale transitie het hoofd te bieden. Technologische oplossingen zullen een deel van het antwoord vormen: dit betekent zwaardere veiligheidsmaatregelen en uitbreiding van cybersecurity-expertise, bijvoorbeeld ten aanzien van de kwetsbaarheid van bestaande beveiligingssystemen tegenover kwantumcomputers. Andere voorbeelden zijn systemen die burgers in staat stellen zich beter te weren tegen datahongerige platformen, en het inbouwen van een (menselijke) controlefunctie om autonome systemen te overrulen of uit te schakelen wanneer dat nodig is. Een ander deel van het antwoord is de inzet van de samenleving, die nodig is om de technologische oplossingen effectief te laten zijn.

Cybersecurity zal (ook) in de toekomst vooral een gedeelde verantwoordelijkheid zijn tussen ontwikkelaars en gebruikers van systemen. Bedrijven en overheden zullen zich meer dan ooit bewust moeten zijn van dreigingen en ook burgers zullen zich beter moeten (leren) wapenen. Tot slot kunnen we veiligheidsrisico's niet los zien van de geopolitieke strijd die zich ook online manifesteert: in de vorm van spionage en sabotage, maar ook bij onderhandelingen over nieuwe technologische standaarden. De volgende generatie sleuteltechnologieën (zoals kwantumcomputers, AI en biotechnologie) kent bij uitstek een 'dual use' karakter en het onderscheid tussen civiele en militaire toepassingen zal steeds moeilijker te maken zijn.

Dit zal ertoe leiden dat nieuwe technologie zowel ethische, economische als strategische vragen oproept. Een belangrijke afweging zal zijn welke technologie een samenleving zelf moet ontwikkelen (en produceren) en met wie die technologie gedeeld zal worden. Een andere vraag is of we in de toekomst vasthouden aan het ideaal van het wereldwijde web. Het is nu nog ondenkbaar, maar veiligheidsoverwegingen kunnen aanleiding geven om onze Nederlandse en Europese Stack in de toekomst (gedeeltelijk) af te koppelen van de Stacks van andere landen. Deels gebeurt dit al met de opslag van data, maar in de toekomst kan het mogelijk ook gelden voor diensten als sociale media of het betalingsverkeer.

5

Thema 5: Publieke waarden

De beschreven trends zijn niet ondubbelzinnig in termen van publieke waarden. Digitalisering kan bijdragen aan versterking en verdieping van de democratie, nieuwe technologieën kunnen onze online privacy en autonomie herstellen en van technologie kan, in de goede zin van het woord, een moraliserende werking uitgaan. Tegelijkertijd kunnen de online ecosystemen van de toekomst bijdragen aan diepe verzuiling van de maatschappij en is het de vraag wie de regels binnen een ecosysteem bepaalt en handhaaft.

De vorming van sociale bubbels kan leiden tot verdere polarisatie en in de komende jaren uitmonden in online verzuiling, waarbij groeperingen niet alleen hun eigen favoriete platformen benutten, maar ook gebruik maken van eigen clouddiensten en besturingssystemen. Wanneer dit het geval is, komen andersdenkenden elkaar helemaal niet meer tegen, zal er van correctie van nepnieuws nauwelijks nog sprake zijn en verdwijnt het idee van een gedeelde werkelijkheid. Dit effect kan doorwerken in virtuele werelden, waar groeperingen hun eigen werkelijkheid letterlijk vorm kunnen geven en het verschil tussen echt en nep nog minder betekenis heeft dan in de huidige sociale media. Zoals eerder besproken, kunnen deze onlinewerelden ofwel een mondiaal karakter krijgen met grensoverschrijdende normen en waarden, of zullen ze juist geworteld zijn in lokale gemeenschappen en de daar heersende ideeën.

In die virtuele omgevingen zullen het in eerste instantie ontwikkelaars zijn die de regels definiëren en handhaven. Op welke waarden deze gebaseerd zullen zijn, is nog de vraag: de waarden van het land van herkomst, de waarden van (een deel van) de gebruikers of wellicht van de ontwikkelaars zelf? In ieder geval is de kans klein dat overheden hier (veel) inspraak in zullen krijgen. Nu al blijkt het vrijwel onmogelijk voor overheden om grip te krijgen op digitale platformen. Deze uitdaging zal alleen maar groter worden met de toenemende complexiteit van systemen en de groter wordende rol van deze platformen in ons dagelijks leven.

Dit alles neemt niet weg dat de digitale transitie ook aangegrepen kan worden om bestaande misstanden of misdragingen tegen te gaan. Data kan bijvoorbeeld helpen om bepaalde zaken inzichtelijk te maken (zoals kansenongelijkheid) en geavanceerde modellen kunnen helpen om oplossingen te ontwerpen en te simuleren. Een stap verdergaand kunnen algoritmen en autonome systemen bewust worden in gezet om bestaande misstanden op te heffen of moreel gedrag bij gebruikers af te dwingen. Een robottaxi zal bijvoorbeeld geen mensen weigeren op basis van huidskleur en kan zo geprogrammeerd worden dat ongewenste gedragingen (zoals te hard rijden) simpelweg onmogelijk zijn. Dergelijke vormen van ‘morele ontzorging’ leveren zonder twijfel (meetbare) voordelen op, in de vorm van veiligheid (en mogelijk ook duurzaamheid), maar roepen ook de vraag op wat er van onze autonomie overblijft wanneer we deze stukje bij beetje uitbesteden aan technologie.

Terwijl we aan de ene kant autonomie dreigen in te leveren, kunnen we op andere terreinen mogelijk autonomie terugwinnen. Als burgers in de toekomst de beschikking krijgen over een persoonlijke datakluis, kunnen ze hun eigen data beheren en vrijelijk overstappen van het ene naar het andere platform. Idealiter zou data-soevereiniteit ook van doorslaggevende betekenis voor het delen van data voor het gezamenlijk belang, voor onderzoek of het opbouwen van

publieke voorzieningen. In een dergelijk scenario zou een groot deel van onze online praktijken kunnen plaatsvinden in een publieke ruimte in plaats van de private ruimte die het nu is, en zouden overheden mogelijk weer de taak krijgen om deze publieke ruimte te beheren.

Hoofdstuk

6

6

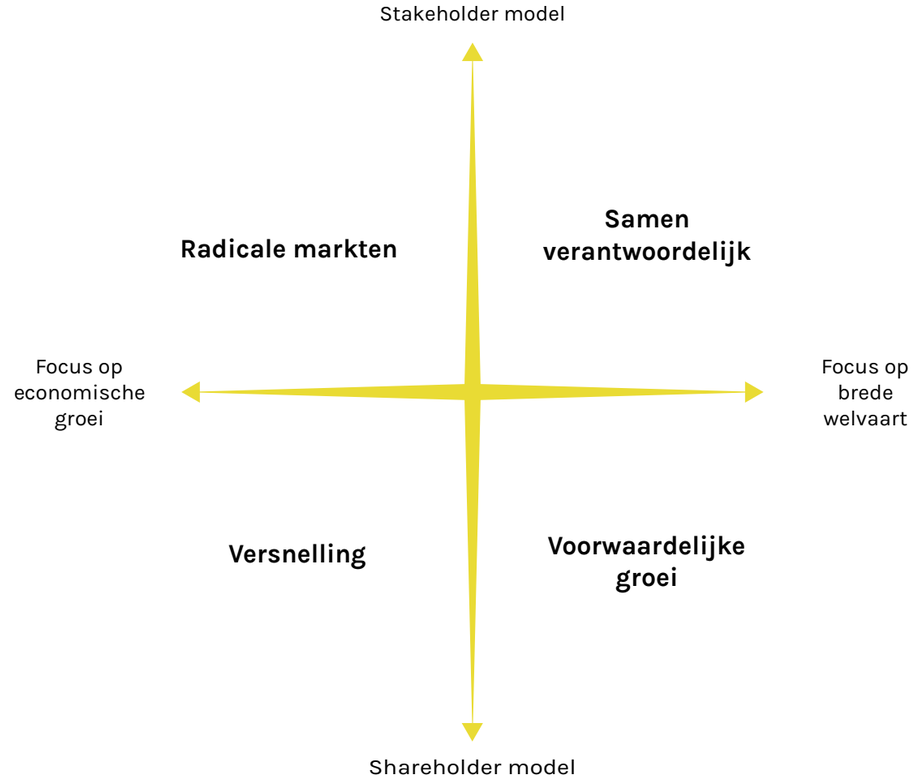
Toekomstbeelden

Uit de trends en de analyse van de mogelijke gevolgen van digitalisering volgt geen eenduidig beeld van onze digitale toekomst. Dit heeft alles te maken met het gegeven elke trend vele onzekerheden kent en dat meerdere, divergente ontwikkelingspaden denkbaar zijn. Desondanks wijzen de trends ons wel op de belangrijkste thema's en vraagstukken waar de samenleving, en dus de overheid, een antwoord op zal moeten formuleren. De mogelijke antwoorden op deze vragen, en onderliggende onzekerheden, verwerken we hier in vier uiteenlopende toekomstbeelden, aan de hand waarvan we de wenselijkheid, en haalbaarheid, van verschillende keuzes kunnen verkennen.

Twee van de belangrijkste vragen hebben, respectievelijk, betrekking op de leidende actoren binnen de digitale transitie en doelen die we, door middel van digitalisering, hopen te bereiken. De eerste vraag sluit nadrukkelijk aan op zorgen die vandaag al leven ten aanzien van de dominante positie van een klein aantal (niet-Nederlandse en niet-Europese) technologiebedrijven. Wanneer hier de komende jaren geen verandering in komt, dringt de vraag zich op wat dit betekent voor het verdienvermogen van de Nederlandse (en Europese) economie, maar ook wie de spelregels van de digitale wereld zal bepalen. De tweede vraag hangt hier sterk mee samen en heeft betrekking op de rol van digitalisering en de mogelijkheden die digitalisering biedt voor het realiseren van maatschappelijke ambities ten aanzien van kansengelijkheid en duurzaamheid.

We kunnen deze kernvragen benutten om op gestructureerde wijze na te denken over onze digitale toekomst. Dit doen we middels een viertal toekomstbeelden waarin de samenleving op uiteenlopende wijze omgaat met deze vragen en de onderliggende uitdagingen. In de scenario's schetsen we werelden waarin of (de huidige) private platformen leidend zijn, of alternatieve, meer publieke platformen voor hen in de plaats komen. Dit onderscheid is gebaseerd op het verschil tussen een digitale transitie die vorm krijgt binnen een shareholder-model of binnen een breder stakeholder model. Ten aanzien van het doel van digitalisering, maken we onderscheid tussen scenario's waarin digitalisering expliciet wordt ingezet om brede welvaart te realiseren en scenario's waarin economische ontwikkeling voorop staat.

De vier toekomstbeelden die hiermee ontstaan zijn uitvergrotingen van de (toekomstige) werkelijkheid, waarmee we kunnen nadenken over de voor- en nadelen van verschillende antwoorden op de grote vragen rondom digitalisering. Daarmee vormen ze een eerste stap in een proces van 'backcasting', waarin we ons kunnen afvragen welk toekomstbeeld van digitalisering het meest wenselijk is en welke stappen we kunnen zetten om dat beeld te verwerkelijken. De onderstaande toekomstbeelden dienen hierbij ter inspiratie en als vertrekpunt voor dialoog. Het is zeer waarschijnlijk dat het meest wenselijke toekomstbeeld uiteindelijk bestaat uit een combinatie van elementen uit verschillende scenario's. We beogen hiermee uiteraard geen volledig beeld van de toekomst te schetsen en er blijven nog vele vragen over waar deze toekomstbeelden geen antwoord op formuleren.



6

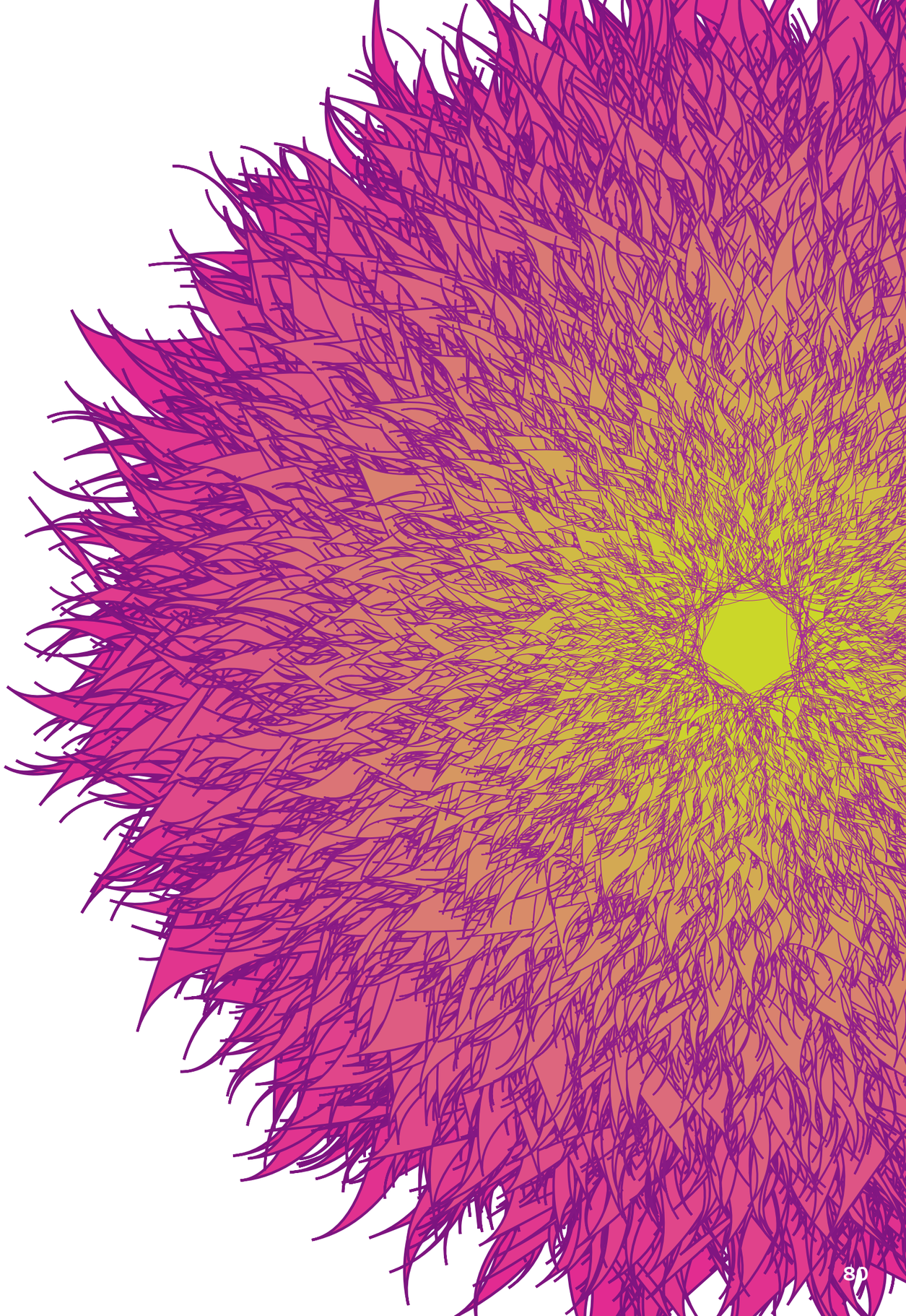
Toekomstbeeld 1: Versnelling

De digitale infrastructuur en de voornaamste platformen zijn nog altijd in handen van de grote internationale technologiebedrijven, maar de sector heeft wel blijk gegeven van zelfreinigend vermogen. Onder druk van werknemers, dienstverleners én gebruikers zijn ze terughoudender geworden in het verzamelen van data en zijn ze transparanter geworden ten aanzien van hun algoritmes. Hiermee weten ze de roep om striktere regelgeving voor te blijven en voorkomen ze dat alternatieve platformen, die op coöperatieve leest geschoeid zijn, hun positie kunnen aantasten.

De diensten die ze leveren binnen hun geïntegreerde ecosystemen zijn zo aantrekkelijk voor gebruikers dat de roep om publieke of decentrale alternatieven verstomt. Datzelfde geldt voor aanbieders van diensten zoals winkels, hotels en autoverhuurders, maar ook voor vaklieden en aspirant ‘influencers’. Zij moeten weliswaar een deel van hun omzet afstaan aan het ecosysteem, maar hiervoor krijgen ze ook veel terug: toegang tot een enorme markt, uitgebreide mogelijkheden om hun eigen diensten te koppelen aan die van anderen, en analyses en inzichten op basis van data en intelligentie waarvoor ze zelf de competenties missen. Hierdoor kunnen ze zich echt concentreren op datgene waar ze wel echt goed in zijn.

Hoewel deze ecosystemen ten koste gaan van een deel van de Nederlandse bedrijvigheid, zijn de platformen wel degelijk verantwoordelijk voor een groot deel van het economisch herstel sinds de crisis en zijn ze direct en indirect verantwoordelijk voor een significant deel van de banengroei. Ook vormen ze een essentieel onderdeel van ons veiligheidsschild tegenover hackers en vijandelijke staten. Dankzij hun schaal en ongeëvenaarde expertise zijn ze als geen ander in staat om kwetsbaarheden te onderkennen en aanvallen af te slaan.

De kracht van digitalisering wordt zo benut om economische groei te bewerkstelligen en om voor (de meerderheid van) de bevolking het leven een stuk aangenamer te maken. Politieke overeenstemming over de inzet van digitale technologie ter bevordering van brede welvaart ontbreekt echter. Verschillende ambities met betrekking tot vergroening en kansengelijkheid, blijven in het politieke debat tegenover elkaar staan, waardoor het draagvlak voor missie-gedreven innovatie, en flankerend beleid, ontbreekt. Overheden beperken zich daarom tot ‘neutraal’ faciliterend beleid dat vooral gericht is op de aanleg van de digitale infrastructuur,. de kwaliteit van (toekomstbestendig) onderwijs en cybersecurity.



6

Toekomstbeeld 2: Voorwaardelijke groei

Het internet als ongereguleerde vrijplaats is niet meer. Het werkte niet voor haar gebruikers, kende nadelige gevolgen voor de samenleving en ging ten koste van het Nederlandse en Europese verdienvermogen. Europa is daarom overgegaan tot strikte regulering van onlineactiviteiten en de platformen waarop ze plaatsvinden. De regels hebben betrekking op de omgang met data en het gebruik van algoritmen, maar ook zeer nadrukkelijk met de impact van digitalisering op onze leefomgeving en onszelf.

De ongekende marktmacht van de grote platformen leverde weliswaar veel gratis of goedkope diensten voor eindgebruikers, maar ging ten koste van leveranciers die tegen elkaar werden uitgespeeld. De eindgebruikers zelf kwamen steeds dieper vast te zitten in het web van de grote techbedrijven en leverden steeds meer van hun onlinevrijheden in. Aanvankelijk wordt de oplossing gezocht in co-regulatie tussen sector en overheden, maar dit leidt niet tot de gewenste resultaten. Strikte top-down regulering vormt het logische antwoord vanuit de samenleving. Uiteraard heerst er angst dat Europa zichzelf hiermee buitenspel zet en dat grote bedrijven de Unie zullen mijden. Maar ook dat Europese bedrijven en burgers door dit beleid niet dezelfde kwaliteit diensten kunnen gebruiken als de Amerikanen en Chinezen. De sleutel tot succes blijkt echter de geleidelijke invoering van regels middels een duidelijk meerjarenplan. Hiermee zijn de technologiebedrijven prima in staat om zowel technologisch als bedrijfseconomisch door te ontwikkelen en tegemoet te komen aan de eisen uit de samenleving. Tegelijkertijd slagen overheden erin om, in samenwerking met de Europese wetenschappelijke gemeenschap, zelf competenties te ontwikkelen om op een zinvolle wijze controles te kunnen uitvoeren.

Om de onlinevrijheid van burgers te bewaken is data-portabiliteit van cruciaal belang. Plannen om gebruikers helemaal zelf hun data te laten beheren en desgewenst te verhandelen, zijn al eerder op niets uitgelopen. Te weinig mensen voelden de behoefte om daar tijd en energie in te steken en niet iedereen bleek in staat om verstandige keuzes te maken, waardoor uitbuiting en misbruik te vaak voorkwamen. De verantwoordelijkheid voor data is daarom bij het bedrijfsleven belegd, op voorwaarde dat burgers te allen tijde hun data kunnen meenemen naar een ander ecosysteem wanneer zij willen overstappen.

Het resultaat is een digitale wereld waarin het bedrijfsleven niet langer ‘regeert’, maar waarin de kracht van de markt en het innovatieve vermogen van bedrijven wel benut wordt om digitalisering ten goede te laten komen aan de gehele samenleving. De toename van brede welvaart wordt in hoge mate bepaald door de laagdrempelige diensten van deze bedrijven. Oplossingen als mobility-as-a-service, maar ook innovaties in onderwijs, zorg en veiligheid, dragen hieraan bij en zijn, dankzij strikt beleid, daadwerkelijk toegankelijk voor de massa. Het oude adagium dat de onlinewereld dezelfde regels moet kennen als de fysieke is losgelaten. Juist omdat misdragingen in de digitale sfeer, vanwege schaalbaarheid en snelle verspreiding door het netwerk, bijzonder verstrekkende gevolgen kunnen hebben, stellen overheden juist extra strenge regels op voor de virtuele wereld. Hierin ligt de nadruk op inclusiviteit en spelregels waarmee de virtuele wereld eindelijk de ‘safe space’ wordt die het altijd al had moeten zijn.

6

Toekomstbeeld 3: Radicale markten

Het was de markt die de techgiganten voortbracht en het is de markt die ze ook weer lijkt te ontmantelen. Critici waren het erover eens dat macht van Big Tech maar moeilijk gebroken kon worden en dat enkel een hard ingrijpende overheid verlossing zou kunnen brengen. De echte oplossing bleek echter uit onverwachte hoek te komen. Werd de opkomst van cryptomunten aanvankelijk nog gezien als een speculatieve bubbel, achteraf bleek het een publieke kapitaalinjectie te zijn voor de ontwikkeling van een nieuwe Stack, ook wel bekend als web 3.0.

Basale functies zoals digitale financiële transacties, zelf-soevereine digitale identiteit, persoonlijke data-soevereiniteit, privacy en datadeling kunnen middels deze open-source infrastructuur als een soort nutsvoorziening ter beschikking worden gesteld. Dit alles zonder tussenkomst van een centrale partij. Veel van de principes van web 3.0 blijken in overeenstemming te zijn met de nieuwe Europese maatregelen voor een gemeenschappelijke digitale markt. Daarmee vormt het zogenaamde Brussel-effect ook een belangrijke steun in de rug voor de adoptie van deze nieuwe generatie van internetprotocollen buiten Europa.

Op dit web 3.0 zien we langzamerhand een geïntegreerd ecosysteem van zowel lokale als niet-lokale gedecentraliseerde alternatieven voor Google, Facebook en Amazon ontstaan. Het grote verschil met die voorgangers is dat de nieuwe platformen en de daarop gegenereerde data en algoritmes in handen zijn van open stakeholder-netwerken, waarin eindgebruikers, ontwikkelaars, dienstleveranciers en netwerk-validators gezamenlijk de regels bepalen. Disproportionele servicekosten en ongelijke verdeling van gecreëerde waarde behoren daarmee tot het verleden. We zien zelfs diensten aangeboden worden die in de oude platformeconomie maar moeilijk hadden kunnen ontstaan, zoals cross-sectorale ‘smart city’-oplossingen. De combinatie van data-gedreven transparantie, open innovatie en een netwerk-gedreven stakeholdermodel maakt dat markten beter kunnen inspelen op de ‘long tail’ aan maatschappelijke behoeftes.

Toch is brede welvaart geen vanzelfsprekend gevolg van de web 3.0 samenleving. Het decentrale karakter biedt ook ruimte voor ongewenste praktijken zoals marktmanipulatie, illegale handel en verspreiding van illegale en haatvolle content. Ook leidt de anonimiteit in sommige netwerken tot politieke manipulatie van het stakeholdermodel. De grootste uitdaging schuilt erin dat deze netwerken zich niets aantrekken van landsgrenzen en (nationale) overheden er geen enkele grip op hebben. Dat betekent dat overheden niet in staat zijn om hun burgers online te beschermen, maar ook dat ze vrijwel geen zeggenschap hebben over het soort oplossingen dat wordt ontwikkeld en de gevolgen ervan voor de samenleving. Op deze manier wordt het takenpakket van overheden langzamerhand uitgekleed. De vraag doemt op of en hoe overheden zichzelf een rol kunnen toe-eigenen in deze netwerken en mee gaan, en daarmee ook beslissen, in de ontwikkeling van dit radicaal-democratische model.

6

Toekomstbeeld 4: Samen verantwoordelijk

De hoop dat de digitale transitie als vanzelf zou leiden tot maatschappelijke vooruitgang en brede welvaart heeft plaatsgemaakt voor een meer realistisch perspectief. Het internet naar Amerikaans model heeft vooral geleid tot ongewenste vormen van hyperkapitalisme, groeiende sociaal-politieke vervreemding en cultureel onbehagen. Om deze problemen het hoofd te bieden en digitalisering te laten werken voor de hele samenleving, kiest Europa voor de ontwikkeling van haar eigen Stack, waarin publiek-private samenwerking centraal staat.

De intensieve samenwerking tussen overheden en (Europees) bedrijfsleven is mede ingegeven door hun gezamenlijke belang in de strijd tegen de grote buitenlandse technologiereuzen. Middels dit hernieuwde multi-stakeholdermodel werken zij gezamenlijk aan innovatie en nieuwe platformen en diensten. Deze aanpak is ook mogelijk gemaakt door technologische innovatie die een minder centraal georkestreerd internet mogelijk maakt, waarin open data bijdraagt aan een eerlijkere en innovatieve markt. Openheid en transparantie zorgen ervoor dat de publiek-private initiatieven en hun oplossingen sneller (internationaal) opgeschaald kunnen worden. Op deze manier lost het dit typisch Europese model de belofte van netwerkeffecten en oneindige schaalbaarheid van digitalisering in.

Binnen de nieuwe structuur gaat technologische innovatie hand in hand met sociale, economische en institutionele innovatie. Allereerst staat klimaatverandering op de agenda. Data en AI helpen om systemen efficiënter te maken, maar er worden ook strenge eisen gesteld aan consumptie en productie. Digitale systemen, onder andere in de vorm van ‘carbon credits’ en real-time toezicht, zorgen ervoor dat sectorale transities versnellen. In eerste instantie hebben autonomisering en digitale ecosystemen een negatief effect op de werkgelegenheid, maar andere banen ontstaan en een specifieke kapitaalbelasting (de zgn. ‘robot tax’) en alternatieve verdienmodellen stellen burgers in staat om op bij te dragen aan de samenleving en economie. Een groter moraliteitsbesef en het toegenomen zelfbewustzijn van burgers en consumenten zetten bedrijven onder druk om niet alleen duurzaam, eerlijk en egalitair te opereren, maar ook het perspectief van de samenleving te internaliseren en welzijn in brede zin na te streven. Bedrijven faciliteren niet alleen consumentisme, maar dragen bij aan publieke doelen en sociaal geaccepteerde innovaties.

De overheid speelt een actieve rol: door de voor- en nadelen van centralisatie en decentralisatie van verschillende lagen van de Stack af te wegen, de verschillende belangen van het multi-stakeholdermodel bij elkaar te brengen en open en transparante beleidvormingsprocessen te ontwikkelen, waarin iedere burger, producent, consument en prosument kan participeren. Deze eigengereide koers vereist ook dat Europa haar eigen onlineveiligheid organiseert. Ook hierin spelen overheden een grote rol, door verhoging van digitaal bewustzijn onder burgers en bedrijven, maar vooral door het voortouw te nemen in de ontwikkeling van cybersecurity én aanvallende capaciteit. In brede zin vereist deze actieve rol van de overheid ook een nieuw functieprofiel van de beleidsmaker. Kennis van digitale innovatie wordt een voorwaarde om de complexe uitdagingen van morgen aan te gaan en daarin de belangen van verschillende stakeholders te begrijpen en met elkaar te verbinden.

Hoofdstuk

7

7

Tot slot

Om grip te krijgen op de digitale transitie is het van cruciaal belang om vooruit te kijken én te denken. Dat betekent dat we een begrip moeten ontwikkelen van technologische mogelijkheden, maar ook van de drijvende krachten achter de ontwikkeling en inzet van deze technologie en de manier waarop technologie en samenleving elkaar vormgeven. Aan de hand van het Stack raamwerk hebben we in deze toekomstverkenning gepoogd onze digitale toekomst in kaart brengen. Dit heeft geresulteerd in elf trends waarin technologische ontwikkelingen samenkomen met maatschappelijke (tegen-)bewegingen). Ondanks alle interne onzekerheden laten de trends zien dat er nog een hoop te gebeuren staat, zowel in termen van verdere ontwikkeling van bestaande technologieën, praktijken en problemen als in termen echt nieuwe ontwikkelingen. Met behulp van de toekomstbeelden hebben we vervolgens geprobeerd te speculeren over mogelijke scenario's ten aanzien van de trends en meest relevante gevolgen.

Door middels de trends en scenario's zo ver vooruit te kijken, komen wezenlijk andere vragen naar boven dan wanneer we slechts enkele jaren vooruitkijken. Zo dwingen we onszelf, bijvoorbeeld, om de vraag te stellen wie op langere termijn verantwoordelijk moet zijn voor de digitale infrastructuur en de belangrijkste platformen en ecosystemen. Kunnen private partijen dat blijven doen? Is een grotere rol van (traditionele) overheden gewenst of vraagt dit om een nieuwe vorm van internationale samenwerking? Of ontstaat er behoefte aan een radicaal democratisch en decentraal georganiseerd bestuursmodel? Deze vraag stellen we dan niet vanwege zorgen op korte termijn over privacyschandalen, fake news of hatespeech, maar omdat we ons beseffen dat digitale ecosystemen en virtuele leefwerelden een dusdanig grote rol in ons leven gaan spelen, dat de daar geldende regels een wezenlijk andere betekenis zullen hebben dan de gebruiksvoorwaarden of spelregels van de huidige platformen.

In bredere zin helpt een langetermijnperspectief om te beseffen dat we vandaag keuzes moeten maken om vorm en richting te kunnen geven aan onze digitale toekomst. Als we dat niet doen, dan dreigen we de digitale transitie passief te ondergaan, dan worden keuzes voor ons gemaakt, lopen we economische en strategische risico's en is de kans groot dat we straks leven in een wereld vol technologie die botst met onze waarden en normen. Het maken van die noodzakelijke keuzes begint met het inbeelden van wenselijke, en realistische, toekomsten. Vervolgens kunnen we ons afvragen hoe we die toekomst vorm kunnen geven en welke 'keuzemomenten' voor ons liggen.

Uiteraard is dit makkelijker gezegd dan gedaan. Het vraagt van de samenleving dat ze op betekenisvolle wijze over technologische en institutionele innovatie kan en wil nadenken. Vervolgens vraagt het een overheid die bereid is keuzes te maken, ten aanzien van regelgeving, maar ook ten aanzien van de technologie zelf. We willen als samenleving tenslotte ook kunnen meebeslissen over het ontwerp van, soms, eigenwijze, opdringerige en indringende technologieën. Dit kan ook betekenen dat overheden actiever de ontwikkeling van (alternatieve) oplossingen moeten aanjagen. Misschien vraagt het zelfs een overheid die bereid is, en in staat is, om (weer) het voortouw te nemen in de ontwikkeling en beheer van dergelijke systemen.

Op dit moment vindt het debat over digitalisering vooral plaats in Europa en tussen experts en activisten. Fundamentele keuzes ten aanzien van digitalisering vragen, echter, ook om een breed nationaal debat. We hopen van harte dat deze toekomstverkenning hier een bijdrage aan kan leveren. Is het niet door oplossingsrichtingen aan te dragen, dan wel door de benodigde inspiratie te bieden voor iedereen die wil mee denken over onze digitale toekomst.

Deep Dive:

bouwstenen van de digitale transitie

In deze Deep Dive bespreken we de belangrijkste technologische ontwikkelingen, per laag van de Stack., met het oog op 2030. We maken, op basis van literatuur en gesprekken met experts een inschatting van wat technologisch mogelijk zal zijn, welke oplossingsrichtingen verkend worden en, deels, wat dit zal betekenen in relatie tot andere lagen van de Stack. Ook blikken we, waar relevant, kort vooruit naar het samenspel tussen technologie en maatschappij We beperken ons hier tot de acht lagen die hoofdzakelijk technologisch van aard zijn.

Dit overzicht van technologieën is niet uitputtend en het expliciteren van technologische verwachtingen is intrinsiek uitdagend. Desondanks beogen we de geïnteresseerde lezer hiermee aanvullende kennis aan te rijken, als achtergrond bij de beschreven trends, maar bovenal als basis voor verdere gedachtenvorming.

1. Grondstoffen

Recycling van grondstoffen en het gebruik van minder schaarse of milieubelastende materialen maakt de Stack duurzamer, rechtvaardiger en minder afhankelijk van buitenlandse leveranciers.

Grondstoffen

Aan de onderkant van de stack wordt gewerkt aan het verduurzamen van de digitale infrastructuur. Digitale systemen zijn deels opgebouwd uit schaarse grondstoffen, zoals kobalt, indium en diverse zeldzame aardmetalen, die gewonnen worden onder slechte arbeidsomstandigheden en met schadelijke gevolgen voor het milieu. Ook kunnen deze stoffen het milieu belasten wanneer ze niet goed verwerkt worden. Bovendien is er sprake van wereldwijde schaarste (aan zgn. conflict mineralen[4]) en is de productie veelal in handen van China dat met enige regelmaat dreigt met exportbeperkingen. Alternatieve materialen zijn, gezien de specifieke eisen, de komende jaren niet binnen handbereik. Op twee sporen werkt de (westerse) wereld aan een oplossing. Enerzijds investeren landen in eigen productie (zoals de VS binnenlandse productie opnieuw opstart, nadat deze decennia geleden niet meer rendabel werd geacht) en exploratie naar mineralen in andere, politiek stabiele, landen. Anderzijds wordt er hard gewerkt aan betere methoden om de recycling van materialen te verfijnen en ook minimale fracties van stoffen terug te winnen uit elektronisch afval.[5] Dit geldt heel nadrukkelijk voor li-ion batterijen, uit telefoons, laptops en elektrische voertuigen, waar naast hoofdbestanddeel lithium, ook kobalt teruggewonnen moet worden. Hetzelfde geldt voor een metaal als indium, waarvan het potentieel voor terugwinning bij lange na niet wordt benut.

Energiegebruik

De andere grote zorg met betrekking tot digitalisering en duurzaamheid is het snel toenemende energieverbruik van de mondiale Stack. In Nederland groeide het elektriciteitsverbruik van datacenters met 66% in twee jaar tijd, in 2019 waren deze grootverbruikers dan ook al goed voor 2.7% van de totale stroomlevering door het openbare net.[6] Zonder verdere toename van energie-efficiënte zal de totale energievraag door gebruik van ICT, wereldwijd, groeien tot meer dan 20% van de totale energievraag, waarbij data centers en netwerken de grootste component vormen.[7]

2. Harde Infrastructuur

De kosten van hardware blijven exponentieel dalen en nieuwe technologieën bieden de rekenkracht en connectiviteit die nodig is voor toepassingen van kunstmatige intelligentie en de volgende generatie digitale diensten. De komst van kwantumcomputers leidt tot doorbraken in specifieke taken zoals modelleren en het doorzoeken van grote hoeveelheden data.

Conventionele rekenkracht

De afgelopen decennia verdubbelde het aantal transistoren per chip elke twee jaar. Het huidige pad van ontwikkeling, gebaseerd op steeds verdergaande miniaturisatie, dreigt tegen 2025 echter vast te lopen.[8] De exponentiële daling van kosten van rekenkracht zal de komende jaren doorzetten, maar ten aanzien van de alsmaar betere prestaties van chips lijkt het einde van Moore's Law in zicht. Radicaal nieuwe concepten zijn in ontwikkeling, maar in het komende decennium zullen deze nog geen doorbraak beleven.

De komende jaren worden daarentegen veel meer verwacht van verdere specialisatie van processoren op basis van bestaande technologie. Met specifieke hardware, zgn. versnellers, kunnen bepaalde taken veel efficiënter uitgevoerd kunnen worden dan met traditionele 'general purpose' processoren. Dit geldt met name voor grafische toepassingen (bijv. in gaming) en voor, het ontwikkelingen van, toepassingen van kunstmatige intelligentie. Dergelijke gespecialiseerde hardware is nu ook al in gebruik, maar het is de verwachting dat de trend van specialisatie verder voortzet en dat de chips van de toekomst een groot aantal van dit soort (gestapelde) modules zullen bevatten. De ontwikkeling en de toepassing van deze specialistische hardware gaat hand in hand met de ontwikkeling van nieuwe software (algoritmen) die optimaal gebruik maakt van de mogelijkheden en zorg draagt voor samenwerking tussen de verschillende modules.

De kosten voor dergelijke hoog specialistische hardware-software combinaties zijn hoger dan voor traditionele generieke processoren (alleskunners) en dit kan een belemmering vormen voor verdere innovatie (met name voor kleinere systeemontwikkelaars).

Mede hierdoor scharen ontwikkelaars zich achter de opkomende open-source hardware beweging. Het meest in het oog springt de ontwikkeling van de RISC-V standaard voor het ontwerpen van chips.[9] Los van de specifieke ontwerpvoordelen, kan de open source aanpak in hardware leiden tot betere interoperabiliteit tussen systemen, lagere ontwikkelkosten en daarmee de kansen verhogen voor nieuwe toetreders tot de markt.

Kwantumcomputers

Naast de doorontwikkeling van conventionele rekenkracht, komt ook de eerste praktische toepassingen van kwantumcomputers in beeld in de komende tien jaar. De werking van kwantumcomputers is onvergelijkbaar met conventionele processoren en het is ook verre van vanzelfsprekend dat deze de traditionele computer vervanger. In eerste instantie zullen deze enkel worden ingezet door institutionele gebruikers, wetenschappers en bedrijfsleven, voor het doen van zeer complexe en specifieke problemen. In die zin zal de kwantumcomputer vooralsnog het meest vergelijkbaar zijn de grote mainframes uit het begin van het computertijdperk. Op dit moment claimt een aantal partijen (i.e. Google[10] en een Chinese Universiteit[11]) zgn. kwantum suprematie bereikt te hebben; de mogelijkheid

om een berekening uit te voeren die voor een conventionele (super)computer praktisch onmogelijk is. Dit betekent echter niet dat deze computers ook direct van waarde zullen zijn. De rekenkracht van kwantumcomputers wordt vaak aangeduid met het aantal zgn. qubits waarmee ze berekeningen uitvoeren. Op dit moment gaat het nog 'slechts' om tientallen qubits, maar een bedrijf als IBM claimt in de komende jaren toe te werken naar honderden qubits per systeem en hoopt voor het einde van het decennium systemen te kunnen bouwen met meer dan een miljoen qubits. Naast deze exponentiele toename van de rekenkracht, zal ook de betrouwbaarheid van berekeningen moeten toenemen.[12]

De bijzondere eigenschappen van kwantumcomputers maakt dat ze, in potentie, bijzonder geschikt zijn voor het oplossen van specifieke problemen, zoals optimalisatieproblemen, zoekproblemen en, in het bijzonder, het modeleren van (het gedrag van) atomen en moleculen. Dit laatste zorgt voor hoge verwachtingen van kwantum berekening in bijvoorbeeld medicijnontwikkeling en de ontwikkeling van nieuwe materialen (bijv. batterijen). Een punt van grote zorg is dat kwantumcomputers in staat zullen zijn bestaande vormen van encryptie te ontcijferen. Dat betekent enerzijds dat bestaande beveiligingssystemen in de komende jaren sterker zullen moeten worden (of anderszins minder kwetsbaar tegenover deze drieging). Anderzijds zullen, met terugwerkende kracht, enorme hoeveelheden versleutelde data, die bijvoorbeeld al in handen zijn van inlichtingendiensten, straks leesbaar worden.

Edge en Fog computing

De afgelopen jaren is veel data, en rekenkracht, samengebracht in grote datacenters (de cloud). Dit heeft als voordeel dat de kosten voor gebruikers omlaag gaan (door lagere hardware- en onderhoudskosten) en dat diensten betrouwbaarder, eenvoudiger schaalbaar en beter beveiligd konden worden. Meer recent zien we ook een trend waarin dataopslag en rekenkracht juist weer dichter bij de eindgebruiker komen te liggen; edge en fog computing. Daar waar edge computing betrekking heeft op data opslag en rekenkracht in apparaten aan de uiterste rand van het netwerk (zoals een smartphone of sensor), heeft fog computing betrekking op een tussenvorm, waarbij bijvoorbeeld een lokale server (soms ook cloudlet genoemd) data uit verschillende apparaten of sensor verzamelt en verwerkt.

Op opkomst van edge en fog computing wordt gedreven door de behoefte om tijdverliezen door transport van data te minimaliseren (bijvoorbeeld voor kritieke real-time diensten), kosten en risico's van datatransmissie te beperken en de rekenkracht van vele kleine apparaten te combineren en optimaal te benutten.[13] Bovendien is zo'n gedistribueerd model van opslag en verwerking van data in beginsel robuuster dan een centraal model waarin, in theorie, een enkele fout een heel systeem kan lamleggen. Tot slot biedt decentrale opslag en verwerking van data ook het voordeel dat de controle over data (en mogelijk inzicht of handen in data) verdeeld is over meerdere kleinere en dus minder machtige spelers.

5G en andere netwerktechnologie

De komende jaren wordt het 5G netwerk in Nederland uitgebreid en volgt ook de uitgifte van aanvullende frequentiebanden. De verwachting is dat 5G in 2025 in heel Nederland beschikbaar is.[14] Dit is ook in lijn met de Europese ambitie van beschikbaarheid van 5G in 2025, in alle stedelijke gebieden en langs transportcorridors.[15]

Lagere kosten, hogere snelheid en minimale vertraging maken nu al nieuwe toepassingen en diensten mogelijk. De uitdaging voor de komende tien jaar is met name de opbouw van

de infrastructuur, de ontwikkeling van nieuwe diensten en het aanpassen van bestaande apparatuur, systemen en (consumenten-) praktijken. Consumenten zullen 5G vooral gebruiken voor entertainment (zoals gaming en streaming video). Daarnaast zal 5G doorslaggevend zijn in de ontwikkeling van autonome transportsystemen; van personenvervoer, maar ook openbaar vervoer en vracht). Ook draagt 5G bij aan de verdere ontwikkeling van e-health en het slimmer, efficiënter en veiliger maken van industriële processen.[16] De logische opvolger van de 5G standaard, 6G, komt pas na 2030 in beeld.

Naast de ontwikkeling van het 5G netwerk, zien we ook de opkomst van low-orbit satellieten voor communicatie in afgelegen gebieden en extreem energiezuinige verbindingen (zgn. low-power wide-area technologie zoals LoRa[17]) voor kleine apparaten en sensoren ten behoeve van het 'Internet of Things'.[18]

3. Zachte Infrastructuur

De concentratie van macht bij een beperkt aantal platforms en gebrek aan data-soevereiniteit kan niet los gezien worden van de protocollen die ten grondslag liggen aan het internet. Verschillende alternatieve protocollen en middleware-oplossingen proberen deze weeffout te herstellen en, bijvoorbeeld, burgers meer controle te geven over hun data en nieuwe aanbieders gelijke kansen te bieden.

Als we een kijkje achter de schermen nemen van de applicaties die wij dagelijks gebruiken, zien we dat deze bestaan uit modulaire softwarematige bouwstenen. Ieder van deze bouwstenen vervult een belangrijke functie zoals bijvoorbeeld het aansturen, verbinden en virtualiseren van hardware (bijv. firmware, netwerkprotocollen, kernels/besturingssystemen en middleware), het managen van databases, het regelen van de business logic of de wijze waarop informatie uiteindelijk aan de gebruiker wordt gepresenteerd (presentation layer of front-end).

Echter, doordat deze bouwstenen grondleggend zijn voor het ontstaan van gehele software-ecosystemen, worden hier ook de bestuurlijke kaders bepaald als het gaat om interoperabiliteit, data-soevereiniteit, privacy en open innovatie. Vanuit deze invalshoek nemen we een paar interessante ontwikkelingen onder de loep.

Blockchain

Een blockchain is in wezen een gedistribueerde database waarmee deelnemers in een netwerk, data met elkaar kunnen delen, en onafhankelijk kunnen verifiëren, zonder tussenkomst van een centrale tussenpartij. In plaats van een zogenaamde 'trusted third party' wordt er gebruik gemaakt van een zogenaamd consensusprotocol, waarbij spel-theoretische principes ingezet worden om het gehele netwerk van actoren bij te laten dragen aan het updaten en beveiligen van het netwerk. Dit alles resulteert in een gefedereerde infrastructuur waar zowel de data als het dataplatform zelf niet in bezit is van één actor, maar van het gehele netwerk aan stakeholders. Blockchain werd als eerste toegepast binnen Bitcoin, maar wordt intussen in allerlei varianten gebruikt in andere cryptocurrencies en gefedereerde toepassingen.

Blockchains bestaan in 'permissioned' en 'permissionless' varianten. Permissioned blockchains werken middels geautoriseerde nodes, waarbij een consortium van stakeholders nieuwe toetreders van het netwerk autoriseert. Permissionless blockchains daarentegen hebben geen autorisatieproces van nieuwe nodes. In plaats daarvan maakt men gebruik van open consensusprotocollen (bijvoorbeeld proof-of-work, proof-of-stake, delegated-proof-

of-work) waarbij netwerkvalidators worden gestimuleerd met gecodificeerde economische beloningsstructuren of strafmaatregelen middels cryptovaluta. Bij permissionless blockchains zijn de cryptovaluta dus niet enkel een applicatie van blockchaintechnologie maar tegelijkertijd ook een belangrijk technisch sluitstuk in het veilig houden van het netwerk.

Door deze technische invulling, kampen permissionless blockchains nog met het zogenaamde blockchain trilemma, waarbij er een afweging gemaakt moet worden tussen de mate van decentralisering, schaal en veiligheid. Zo biedt de Bitcoin-blockchain vooralsnog slechts een transactiedichtheid van ongeveer 7 transacties per seconde. Met het oog op een 'store of value' functie is er bij Bitcoin namelijk bewust gekozen voor een hoge mate van decentralisering en veiligheid van het netwerk en heeft het schalen van de transactiedichtheid minder prioriteit. Daarmee zien we andere cryptocurrencies andere protocolkeuzes maken in de afruil van deze variabelen, afhankelijk van de functionaliteit die deze blockchains aan daarboven gelegen applicaties willen bieden. Naast het blockchain trilemma worden daarin ook andere zaken als privacy, energieverbruik, openheid, interoperabiliteit, transactiekosten en governance meegenomen in het ontwerp van het protocol. Bovendien zal net zoals bij het ontwerp van het internet, volgens het end-to-end principe, niet alles in het hoofdprotocol worden opgelost maar in hoger gelegen protocollagen. Zo zien we bijvoorbeeld dat er 2e laags projecten zijn die de transactiedichtheid en hoge transactiekosten van cryptocurrencies willen aanpakken door transacties gegroepeerd in de blockchain op te slaan.

Zo maken permissioned blockchains op hun beurt doorgaans een keuze ten faveure van schaalbaarheid, die ten koste gaat van decentralisering en openheid. Daarmee zullen permissioned varianten met name een rol vervullen in kleinere consortia, waar stakeholders elkaar al vertrouwen. Echter als het gaat om het ontwikkelen van een globale internetinfrastructuur, zal de keuze, net zoals in het verleden, hoogstwaarschijnlijk gaan naar permissionless varianten waarbij decentralisering en open innovatie voorop staan.

Privacy preserving technologie

Het decentraliseren van data-infrastructuur lijkt een mogelijke oplossing voor machtsconcentratie, maar verhelpt niet de privacy-problemen. Daarvoor zien we dat er de laatste tijd hard gewerkt wordt aan cryptografische oplossingen, die moeten helpen om web 3.0 privacy-by design te laten zijn. Hierbij moet gedacht worden aan oplossingen zoals Homomorphic encryptie, secure multiparty computation en differential privacy
Homomorphic encryption is een cryptografisch 'schema' waarmee berekeningen uitgevoerd kunnen worden op versleutelde gegevens. Normaal gesproken leiden dergelijke handelingen tot onbruikbare resultaten, maar met homomorphic encryption is het resultaat alsof de computatie is uitgevoerd op onversleutelde gegevens.

De technologie staat toe dat berekeningen op gevoelige gegevens uitbesteed kunnen worden aan partijen die we a priori niet vertrouwen. Denk bijvoorbeeld aan het bieden van aanbevelingen op basis van je zoekvoorkeuren of het stellen van diagnoses op zorgdata. Momenteel loopt homomorphic encryptie echter nog tegen schaalbaarheidsproblemen aan. Zo verlopen calculaties op homomorphic encrypted data nog bijzonder traag waardoor deze techniek nog niet rendabel is voor veel toepassingen.

Secure Multi-party computation is een andere privacy preserving techniek waarbij berekeningen kunnen worden uitgevoerd op de geheime data van verschillende partijen.

Behalve de uitkomsten blijven de invoerdata van de betrokken partijen voor elkaar versleuteld. Hiermee wordt het voor partijen aantrekkelijker om datasets met elkaar te delen ten behoeve van het creëren van gedeelde waarde. Denk bijvoorbeeld aan het delen van bedrijfsgevoelige data binnen waardeketens, ten behoeve van het vergroten van de algehele efficiëntie.

Hybrid & Multi-cloud

Nu de migratie van grote ondernemingen naar de cloud goed op gang is gekomen, kunnen we zien dat de nadruk op kosten en prestaties geleidelijk is verschoven naar andere kritieke vereisten, zoals interoperabiliteit, dataportabiliteit, anti-vendor lock-in en beveiliging. Om deze doelen te bereiken, lijkt de cloud-industrie zich erop te richten bedrijven in staat te stellen hun werklast te verdelen over meerdere computeromgevingen, of het nu gaat om privé- en openbare clouds (hybrid cloud) of om meerdere openbare clouds (multi-cloud).

Een belangrijke deeloplossing bij het creëren van deze infra-agnostische applicaties is het gebruik van containers. Containers zorgen voor de snelle en eenvoudige implementatie van discrete applicatiecomponenten die in praktische iedere cloudomgeving kunnen worden uitgevoerd. De groeiende populariteit kunnen we herkennen aan het groeiend aantal bedrijven dat zich rond verschillende delen van de containerization waardeketen begeven, of het nu gaat om containerbesturingssystemen, container engines (bijv. Docker), container-orkestratietools (bijv.Kubernetes) of ondersteuningsservices voor applicaties. Interessant is dat veel van deze bedrijven open-sourcecode op de een of andere manier gebruiken, zodat open standaarden gemakkelijk kunnen worden gevormd met het oog op interoperabiliteit.

4. Data

De hoeveelheid beschikbare data neemt toe door ons gebruik van digitale diensten en het toevoegen van sensoren aan onze leefwereld. Deze data biedt real-time zicht op gedrag, objecten en processen en schept mogelijkheden voor sturing. Tegelijkertijd roept dit ook de vraag op welke problemen deze data precies moet en kan oplossen.

Nieuwe bronnen van data

Data is de belangrijkste grondstof van de digitale economie en blijft het komende decennium sterk groeien. De wereldwijde datasfeer zal van 49 miljard ZetaByte in 2019 toenemen naar 175 ZetaByte in 2025. De verwerking en opslag van groeiende datasets vormen een uitdaging voor bedrijven en instanties en de meeste data zal daarom in de cloud beheerd worden.[19]

De datasets van de toekomst zullen meer en meer worden verknoopt tot zgn. datameren waarin ongestructureerde data uit een groeiend aantal bronnen samen komen. De grootste nieuwe bron van data is het Internet der Dingen (IoT) dat zal bestaan uit miljarden kleine en grote apparaten die de komende jaren met elkaar in verbinding zullen staan. Naast Big Data krijgen we daardoor in toenemende mate te maken met 'Fast Data'.[20] Snelle data wordt onmiddellijk verwerkt en creëert zo real-time interactie tussen overheden, bedrijven en klanten of burgers. Waar Big Data historisch georiënteerd is en vooral draait om het genereren van kennis uit grote volumes data, is snelle data meer contextueel en doelbewust gericht.

Dit biedt nieuwe mogelijkheden voor het monitoren en modelleren van systemen of processen en het automatiseren van besluitvorming. Bijvoorbeeld voor het permanent opnieuw berekenen van optimale rijroutes op basis van real-time verkeersgegeven. Steeds vaker zal de communicatie niet via ons verlopen, maar communiceren apparaten ook onderling in real-time,

waarvoor 5G een belangrijke schakel zal vormen. Bijvoorbeeld in zelfrijdende auto's of systemen voor gezondheidsmonitoring.

Satellieten vormen een andere belangrijke toekomstige bron van data. Met de groei van commerciële ruimtevaart en de opkomst van relatief goedkope nano-satellieten ontstaan meer mogelijkheden voor het vergaren van nieuwe typen data. Deze data zal steeds vaker worden gebruikt voor slimmere precisielandbouw waarin beregening en bemesting veel nauwkeuriger kan worden ingezet. Daarnaast zal ook veel meer data beschikbaar komen ten aanzien van verschillende vormen van vervuiling en de bronnen die daarvoor verantwoordelijk zijn.
Een andere belangrijke databron van de toekomst zal ons eigen lichaam zijn. Data wordt als gevolg van biometrische sensoren steeds persoonlijker en intiemer. Sensoren in ons lichaam ontsluiten voorheen onbekende gegevens, met belangwekkende toepassingen in de zorg of mogelijkheden om media te personaliseren. Gelaatstrekken of zweetdruppels kunnen geanalyseerd worden om beroertes te voorspellen en hormoonspiegels kunnen onderliggende problemen zichtbaar maken. Deze intieme data creëren zo nieuwe mogelijkheden voor zelfkennis, maar roepen ook vragen op over privacy en vrijheid.

De snelle toename van data vraagt ook om nieuwe eigenschappen die in de data zelf kunnen worden geprogrammeerd. Bijvoorbeeld zelfvernietigende datasets die met het oog op een specifieke verzameld of gecreëerd worden, maar ook direct weer verwijderd worden. Dit kan van belang zijn om privacy te waarborgen, maar ook om praktische redenen om de druk op systemen te beperken. Om goed te functioneren hoeft, en kan, een robot, bijvoorbeeld, niet alle visuele data te onthouden die hij verzamelt.

Ook in bredere zin geldt dat tegenover de mogelijkheid, en behoefte, om alsmaar meer data te verzamelen, ook een praktische en morele behoefte staat om de hoeveelheid verzamelde data te minimaliseren. Dit kan door ruwe data enkel op een hoger niveau van aggregatie op te slaan. Een supermarkt kan bijvoorbeeld onthouden dat een klant vegetarisch eet, zonder noodzakelijkerwijs alle individuele aankopen op te slaan. Dit kan ook door bepaalde typen sensoren te gebruiken die voldoende data opleveren, zonder dat een overvloed aan data ontstaat die systemen overbelast en bovendien voor oneigenlijke doeleinden gebruikt kan worden. Zo kan een relatief eenvoudige infrarood sensor al menselijk gedrag monitoren, bijvoorbeeld in een autonome auto, en is het voor diezelfde taak niet nodig om beelden van hoge kwaliteit te maken.

5. Intelligentie

De toepassingen van AI breiden zich uit en deze systemen worden creatieve en zullen steeds vaker zelfstandig opereren. AI systemen worden veelzijdiger, creatiever en kunnen beter afgestemd worden op onze normen en waarden.

Kunstmatige intelligentie

In de afgelopen jaren werden ontwikkelingen binnen AI gedomineerd door deep learning technieken, methoden om zelflerende statistische modellen te bouwen op basis van zowel gelabelde als ongelabelde data. Ook in andere vormen van machine learning, zoals het leren begrijpen van natuurlijke taal, zijn grote stappen gemaakt en zal verdere vooruitgang plaatsvinden, maar recht grote stappen worden in deze benaderingen niet meer verwacht. In de komende jaren zullen andere AI-technieken belangrijker worden, zoals symbolische en causal machine learning, waarin niet alleen statistiek wordt gebruikt voor het vinden van patronen en correlaties, maar causale inferenties en het leren daarvan worden 'voorprogrammeerd'. Ook het domein van evolutionaire computatie, waarbij computers via een iteratief proces van variatie en selectie tot steeds betere oplossingen komen, zal de komende jaren meer toepassingen vinden in de fysieke wereld (e.g. in genetische algoritmes, robotica).

Op basis van dergelijke nieuwe AI-technieken, goedkopere computerkracht, en meer en betere data, zal de AI-markt de komende jaren verder groeien. Dat geldt in het bijzonder voor een aantal toepassingsgebieden:

Computerzicht: Voor allerlei (semi-)autonoom opererende systemen, zoals bezorgdrones en zelfrijdende auto's computerzicht cruciaal. Dit is noodzakelijk om zich te bewegen in onze leefwereld en om met ons, en elkaar, te kunnen interacteren. Daarnaast biedt computerzicht supermenselijke mogelijkheden voor bijvoorbeeld analyses op moleculair niveau en medische diagnoses.

Natural Language Processing: NLP zal steeds beter worden, tot het punt waarop we probleemloos met een digitale assistenten kunnen praten en frictieloze real-time vertaling van mens tot mens mogelijk wordt. Taalvaardige computers maken het ook mogelijk dat, bijvoorbeeld, zorgrobots meer empathisch zorg kunnen verlenen en dat analfabetici en slechtzienden eenvoudiger toegang krijgen tot digitale diensten.

Cyberwarfare: Een problematisch aspect is dat AI de komende jaren een grotere rol zal gaan spelen in militaire context en hybride oorlogsvoering. Denk hierbij aan het gebruik, door onze vijanden, van deepfakes, autonome wapens, misinformatie, en AI-systemen voor identificatie, analyse van gedrag en mogelijk ook oppressie en onderdrukking van groepen mensen (zie bijvoorbeeld hoe de implementatie van gezichtsherkenningssoftware de Chinese staat helpt bij het opsporen en onderdrukken van dissidenten)

Duurzame AI: Het analytische vermogen van AI zal de komende jaren bijdragen aan duurzaamheid. Bijvoorbeeld door industriële- en landbouwpraktijken te optimaliseren, maar ook door het meten en analyseren van de impact van menselijk handelen op de natuur. Dit laatste is uitdagend, vanwege de vele factoren die een rol spelen in complexe natuurlijke systemen, en AI kan helpen om relevante verbanden te ontdekken.

Emotionele AI: biometrische data kan menselijke emoties en stemmingen real-life analyseren op basis van lichaamsbeweging, gezichtsuitdrukkingen, warmte of luchtdruk. Innovaties in hardware (e.g. neuromorphic chips) en software (e.g. brain emulation) zullen innovatie in dit domein verder stimuleren. Wanneer machines onze emoties en gedrag beter 'begrijpen' zal dit leiden tot betere communicatie met machines en een hogere toegevoegde waarde.

Creatieve AI: AI kan ook een grotere rol gaan spelen in design en creatieve producties. Generatieve modellen kunnen menselijke creativiteit op basis van handelingen, zinnen, beelden in kaart brengen, deze processen nabootsen en mogelijk hun eigen creatieve processen initiëren. In zgn. generative adversial networks, helpen neurale netwerken elkaar om steeds beter te presteren door, in een iteratief proces elkaars output te beoordelen. Uiteraard blijft het de vraag of we hier kunnen spreken over echte creativiteit en of we de artistieke intuïtie kunnen opbreken in een reeks computationele stappen, of dat dit toch een uniek menselijke eigenschap is.

Ethiek en AI

Nu AI een steeds prominentere rol gaat spelen in ons dagelijks leven en publieke en private systemen kan en zal wetgeving niet achterblijven. De afgelopen vijf jaar is dit besef gegroeid, zeker met het bewustzijn van nepnieuws, filterbubbels, en deepfakes rondom de Amerikaanse verkiezingen, maar ook het belang van AI in de geopolitieke machtsstrijd tussen de VS en China. Net zoals het internet, en veel andere technologieën in het verleden, is de wet- en regelgeving rondom de ontwikkeling en toepassing van AI relatief vrij geweest, en zijn de toepassingen van AI vooral commercieel georiënteerd (ondanks dat veel fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is gefinancierd uit publieke middelen). De komende jaren zal het ethische kader scherper worden gesteld voor de ontwikkeling en toepassing van AI. Landen en regio's zullen dit doen vanuit hun eigen technologiebegrip, waarbij Europa een interessante 'ethisch-sociale positie' kan innemen tegenover het techno-libertaire en autocratische model uit respectievelijk de VS en China.

Een ander spanningsveld is dat van de relatie tussen mens en machine/AI, waarbij de mens vervreemd kan raken van zijn eigen taken en faculteiten: kan en mag AI ons creatieve vermogen automatiseren, zijn zorgrobots werkelijk zorgvolle wezens, en leiden virtuele niet tot een verarming van ons talige en rekenkundige vermogen? Tegelijkertijd biedt AI, waar mens wordt ondersteund door slimme systemen (zogenaamde 'centaurs'), superieure inzichten en is zij van grote waarde in kritieke toepassingen (e.g. medische diagnoses, educatie, klimaat) en doet AI zelfs een ethisch beroep op ons tot verdere ontwikkeling. Belangrijke ethische randvoorwaarden zijn bijvoorbeeld transparantie, uitlegbaarheid en de mogelijkheid tot controle. De overheid heeft een belangrijke controlerende functie, en kan ethische kwaliteitscontroles ontwikkelen voor databases, data-algoritmes via garanties en kwaliteitskeurmerken.

Problemen voor een verdere inzet zijn de groeiende ongelijkheid als gevolg van AI, het inbouwen van fairness en ontdekken van discriminatoire vooroordelen in slimme systemen. Daartoe moeten we deze begrippen heel scherp definiëren: wat is nu echt eerlijk, goed en rechtvaardig? Dat zijn ethische en politieke vragen, maar we moeten waken dat we innovatie niet te vroeg afremmen. Juist het inzetten van AI kan vooroordelen in ons denken en in huidige systemen blootleggen, en ons dwingen deze waarden expliciet te maken. Daarnaast betekent het toekennen van autonomie en agentschap aan autonome systemen ook dat er een geheel nieuw domein van ethische problemen ontstaat, wat mogelijk ook ten koste gaat van onze eigen autonomie en agentschap. Wie is bijvoorbeeld verantwoordelijk als er een ongeluk ontstaat op een geautomatiseerde werkvloer, of wanneer een slimme pacemaker crasht?

AI vaardigheden

Omdat AI steeds belangrijker wordt in onze private en publieke ruimtes, neemt het belang van vaardigheden op dit domein ook toe. Dit betreft vaardigheden om AI te ontwikkelen en toe te passen, maar ook om inzichten uit AI op waarde te schatten en, vervolgens, op een waardevolle manier weer in te zetten. We zien, echter, dat AI-talent zich momenteel vooral bevindt in de Amerikaanse en Chinese technologiebedrijven.

De komende jaren moeten landen flink investeren in hun educatie en ontwikkelingsmogelijkheden om AI-talent te ontwikkelen en behouden. Dit is niet alleen van belang voor ons verdienvermogen, maar ook om zelf mee te werken en te beslissen over de sociale, culturele en ethische randvoorwaarden voor de inzet van AI. Voor Nederland is dit in het bijzonder van belang, waarin het risico bestaat dat het MKB hierin achterblijft, omdat het niet de mogelijkheid en financiële middelen heeft om in AI te investeren en cruciale kennis binnenboord te houden. Dit kan op termijn ten koste gaan van hen concurrentiepositie.

Simulaties

Digitale tweelingen (digital twins) zijn virtuele representaties van fysieke systemen, zoals een fabriek, infrastructuur of een hele stad. Dit type modellen wordt gebruikt om voorspellingen te doen op basis van (real-time) data en virtueel te experimenteren, bijvoorbeeld ten aanzien van een modificatie in een productieproces of de impact van een nieuwe tramlijn op vervoersstromen. Deze modellen zullen de komende jaren profiteren van dalende kosten van dataverzameling (goedkopere sensoren en connectiviteit) maar ook van cloud computing en gegevensbeheer en betere analysetechnieken. Nieuwe AI-technieken, zoals causal machine learning en evolutionaire computatie kunnen helpen om, bijvoorbeeld, onderliggende fysische relaties in systemen te modelleren en in te zetten in virtuele experimenten.

Uiteindelijk kunnen we volledige simulaties van de werkelijkheid maken, en daarmee inzichten genereren over verschillende scenario's. Dat heeft implicaties voor beleid en interventies waarbij beter gestuurd kan worden op uitkomsten, wat cruciaal is gegeven de transities die op ons afkomen (e.g. klimaatverandering, de energietransitie). Volledige simulaties zullen wetenschappers en politici helpen ideeën te laten prototypen, bijvoorbeeld het effect van verschillende maatregelen in een crisissituatie Op deze manier zullen digital tweelingen de digitalisering van industrieën en problemen stimuleren die momenteel nauwelijks worden gedigitaliseerd vanwege hun hoge complexiteit (e.g. klimaatverandering) en vanwege hoge initiële kosten (zoals in de bouwsector).

6. Applicaties

Door de integratie van verschillende diensten, achter een enkele interface, ontstaan digitale ecosystemen waarbinnen gebruikers een gepersonaliseerde en frictieloze ervaring wordt geboden.

Digitale objecten kunnen eindeloos worden 'gestapeld' vanwege lage marginale kosten, of het nu gaat om stukjes code, softwareprogramma's, of digitale goederen en diensten. Voor de consument zijn digitale producten daarom ook altijd 'halffabrikaten' en winnen steeds meer aan nut en waarde over tijd, bijvoorbeeld door updates (e.g. de update van een Tesla die functionaliteiten toevoegt) of wanneer objecten gecombineerd worden met andere objecten.

Als gevolg van verdere virtualisatie van objecten en netwerkeffecten zullen steeds meer digitale objecten 'als-een-dienst' (as-a-service) worden aangeboden, en objecten met elkaar integreren die op het eerste gezicht weinig met elkaar te maken hebben. De komende jaren zullen steeds complexere, sectoroverstijgende en interoperabele netwerken verschijnen, waarbinnen zogenaamde 'superapps' gebruikers toegang geven tot een heel ecosysteem van andere (micro)diensten en producten. Met name China loopt hierin voorop, waarin Tencent's WeChat en Alibaba's Alipay Chinese gebruikers toegang geven tot een volledig geïntegreerd digitaal ecosysteem: van koffie tot taxi's, van gasrekening tot boodschappen.

De groei van gratis application programming interfaces (APIs), open-source softwareontwikkelingskits (software development kits: SDKs) en de containerisatie van

microdiensten creëren standaarden voor de interoperabiliteit van data en functionaliteiten van diensten, en faciliteren een frictieloos ecosysteem van diensten en applicaties. Dit stelt bedrijven ook in staat om allerlei verschillende applicaties en diensten te integreren in hun bedrijfsmodel, waardoor 'digitale conglomeraten' enorme waardecreatie scheppen tussen hun verschillende verticale bedrijfslijnen. Dat betekent dat de eigenaar van de superapp enorm zal profiteren van deze ontwikkeling: de platforms en ecosystemen van Big Tech zullen dan nog groter worden.

Uiteindelijk vervagen grenzen tussen objecten steeds meer en komt het primaat te liggen bij de netwerken van diensten en applicaties die elk deeloplossingen bieden voor bepaalde behoeftes, maar daarin allemaal onderling afhankelijk zijn van elkaars gegevens en waardecreatie, en ook meerdere ecosystemen ontstaan die zich specifiek toeleggen op een bepaalde set problemen of consumentenvoorkeuren, en daarin een brede waaier aan diensten en applicaties integreren in een soepele interface en gebruikerservaring. Verschillende industrieën en verticale markten zullen daarin het orkestrerende platform en de veelgebruikte applicatie binnen het ecosysteem willen ontwikkelen, en daarin een hubpositie claimen voor rent seeking, verder aggregatie van data en als gate keeper van het ecosysteem.

Als reactie op deze centralisatie van macht van de aanbieders van diensten en applicaties, die daarmee de regels van gebruik voorschrijven en extractieve bedrijfsmodellen ontwikkelen op basis van opgeslagen gebruikersdata, ontstaat ook een tegenbeweging van 'fat protocols'. Hierin komen de meeste baten niet terecht bij de applicaties, maar bij microdiensten en applicaties die werken op decentrale protocollen. Omdat gebruikerswaarde en data niet in bezit is van de applicatie en aanbieders van diensten maar in gedeeld bezit is van het netwerk, bijvoorbeeld op een blockchain, hebben individuele gebruikers ook een prikkel om bij te dragen aan het netwerk via diensten en innovatie. Prikkels hiertoe kunnen worden geformaliseerd via cryptomunten, wiens waarde daarmee zelf een functie wordt van de waardecreatie van het netwerk.

Zo ontstaat een centralisatie op het niveau van de protocollen van de zachte infrastructuur, maar een politieke en economische decentralisatie op het niveau van data en diensten, en daarmee de groei van decentrale applicaties, i.e. dApps. Sommige grote bedrijven sorteren hier reeds op voor, bijvoorbeeld de Libra van Facebook of het Identity Overlay Network van Microsoft

7. Interfaces

De interfaces tussen ons en de achterliggende Stack worden veelzijdiger, intiemer en subtieler. De computer verdwijnt naar de achtergrond en hiermee ontstaat een meer intuïtieve, toegankelijke en rijkere ervaring.

Zonder aandacht voor gebruiksvriendelijke interfaces zouden gebruikers nog steeds op het meest basale niveau individuele transistoren moeten manipuleren om computers te bedienen. Met de kracht van software en met behulp van invoer- en uitvoer-apparatuur is het mogelijk om deze 'low-level' interacties te automatiseren, abstraheren en ontwerpen naar interactievormen die voor mensen intuïtiever en gebruiksvriendelijker zijn.

Zo hebben de grafische interface en de muis het mogelijk gemaakt om programma's en bestanden te gebruiken binnen de metafoor van een bureaublad waardoor het gebruik van technische computercommando's niet meer nodig was. Daarmee is een gebruikersinterface

niet alleen maar de optelsom van hardware en software, maar bestaat het ook uit de 'taal' waarmee mensen met computers kunnen communiceren.

Hoewel veel digitale systemen nog gebruik maken van traditionele interfaces, zoals toetsenbord, muis en touchscreen, zal de verschuiving naar natuurlijkere interactiemetaforen de komende jaren verder doorzetten. Als gevolg van hiervan zullen computers in staat zijn om een steeds bredere groep aan gebruikers aan te spreken. Doordat er weinig voorkennis nodig is om computers te kunnen gebruiken zullen we meer jongere en oudere gebruikers zien toetreden. Hieronder volgt een aantal modaliteiten waaruit deze natuurlijke, multimodale, gebruikersinterface van de toekomst zou kunnen bestaan.

Virtual Reality brillen

Virtual Reality brillen transporteren de gebruiker visueel naar een immersieve virtuele wereld, middels een stereoscopisch eerste-persoonsperspectief. De convergentie van hoogkwalitatieve, maar betaalbare, beeldschermtechnologie, sensortechnologie (gyroscopen, accelerometers, 3D-camera's) en processorkracht hebben ertoe geleid dat VR de afgelopen 10 jaar binnen handbereik van de gewone consument is gekomen. Voor de komende 10 jaar is de verwachting dat VR-brillen steeds meer mainstream zullen worden als gevolg van stijgende beeldschermresolutie, kleinere beeldvertraging en een grotere kijkhoek. Bovendien zullen de brillen compacter, comfortabeler en goedkoper worden.

Augmented Reality brillen

In plaats van visueel afgesloten te zitten in een virtuele wereld, zoals met een VR-bril, is het ook mogelijk om virtuele elementen over de fysieke wereld te projecteren middels zgn. Augmented Reality brillen. Daarbij kunnen visuele elementen simpelweg als een zwevende laag over de fysieke wereld worden gelegd, of visuele elementen kunnen middels 3D-optische sensoren in perspectief 'in de ruimte' geplaatst worden en de illusie wekken dat deze objecten zich in de fysieke wereld bevinden.

De verwachting is dat VR meer het immersieve en escapistische karakter zal krijgen van televisie, terwijl AR veel meer de rol van de smartphone zal aannemen. Daarnaast zal AR ook ingezet worden binnen professionele contexten waarbij intuïtie, snelheid en immersie gevraagd zijn. Denk aan gevechtspiloten die in een fractie van een seconde alle benodigde informatie nodig hebben, of een politieagent die snel een onveilige situatie moet kunnen beoordelen.

Haptische interfaces

De meeste interfaces zijn doorgaans visueel en auditief van aard. Niettemin kunnen computers ook via onze tastzintuigen communiceren via zogenaamde haptische elementen. Denk bijvoorbeeld aan je trillende smartphone, of het schudden van je gameconsole-controller. Met de verwachting dat Virtual Reality in de toekomst verder aan terrein zal winnen, zullen ook deze haptische interfaces ingezet worden om het realisme te vergroten. Hierbij kan men denken aan haptische pakken waarmee men virtuele aanrakingen of kogelinslagen kan voelen of zelfs temperatuurverschillen gevoeld kunnen worden.

Interfaces op basis van gebaren

Ieder nieuw computing platform ging gepaard met een nieuwe vorm van invoer voor het geven van commando's; bij de desktopcomputer was dit de muis, bij de smartphone was dat het touchscreen. In het geval van VR en AR kan het een vorm van invoer moeten zijn die een

vergelijkbare mate van fijn-motorische input biedt in de interactie met 3D werelden. Momenteel zien we dat bij VR handcontrollers worden gebruikt voor invoer middels handgebaren. Echter, net zoals de stylus geen goede algemene invoer was voor de dynamische gebruikscontext van een smartphone, zal AR hoogstwaarschijnlijk ook geen fysieke handcontrollers gebruiken. In plaats daarvan zullen vinger-, hand- en armgebaren fijnmazig getracked worden middels sensoren in wearables (armbanden, horloges, kleding). Deze vorm van invoer biedt daarmee de meeste flexibiliteit voor de talloze gebruikscontexten waarin AR gebruikt zal worden.

Stem-gestuurde Interfaces

Door de vooruitgang op het gebied van Natural Language Processing (NLP), voice recognition en spraaksynthese, in combinatie met nieuwe hardware interfaces zoals draadloze oortjes en smart home systemen, zal de kwaliteit van spraak-gestuurde interfaces verder toenemen. Met het oog op de verdere ontwikkelingen binnen AI, kunnen we verwachten dat spraakgestuurde interfaces naast commando's, ook emoties en andere karakteristieken zoals fysieke conditie uit de stem kunnen oppikken. Daarmee zullen deze virtuele assistenten in de toekomst veel persoonlijker en context-sensitiever kunnen worden.

Brain Computer Interfaces

De heilige graal binnen mens-computer interactie is de ontwikkeling van de brein-computer interface (BCI), waarbij computers direct met het brein bediend kunnen worden. Hoewel BCI's in de eerste instantie werden ontwikkeld voor breinonderzoek en voor mensen met een lichamelijke beperking, kunnen deze in de toekomst ook ingezet worden om alledaagse applicaties te bedienen. Binnen BCIs bestaan er invasieve (bijv. neurale interface) en non-invasieve technieken (bijv. EEG). Hoewel invasieve technieken een grotere bandbreedte en precisie behalen, zal voor de meeste toepassingen voorlopig deze meerwaarde niet opwegen tegen de substantiële chirurgische ingreep.

8. Smart Habitat

De toevoeging van sensoren en interfaces maakt onze leefomgeving een integraal onderdeel van de Stack. Dit levert data en inzichten op, maar betekent ook onze leefomgeving steeds interactiever en persoonlijker wordt.

Een Internet der Dingen

Kleinere en goedkopere hardware voor connectiviteit, rekenkracht, dataopslag, een waaier aan sensortypes, 5G netwerktechnologie en verschillende netwerkvirtualisatietechnieken (e.g. network functions virtualization (NFV) of software-defined networks SDN)), en steeds betere algoritmes en AI zullen enorme digitale ecosystemen van slimme apparaten, mensen en dingen creëren. De belofte van een Internet der Dingen (Internet of Things: IoT) is dat we steeds meer dingen kunnen 'verslimmen' en verbinden aan het netwerk: 'anything that can be connected, will be connected'. In eerste instantie zal het netwerk van verbonden apparaten verder groeien, en deze zullen nog grotendeels centraal aangestuurd worden door een gebruiker of dienst. Op termijn zullen apparaten ook steeds meer onderling samenwerken en meer en meer zelf analyses uitvoeren en operaties initiëren. Deze vorm van slimme samenwerking, zgn swarm intelligence, kan relatief eenvoudige apparaten zeer complexe operaties laten uitvoeren.

Deze ontwikkeling zorgt voor een exponentiële toename in verzamelde data en slimme systemen die deze data analyseren en omzetten in inzichten. Dat is belangrijk voor de ontwikkeling van Slimme Steden en verdere digitalisering van industrieën, bijvoorbeeld smart grids en slimme vormen van mobiliteit. De computer raakt zo diepgaand verankerd in de leefwereld en is zo een bron van data, maar door digitalisering in allerlei sectoren en de toevoeging van robotica wordt de leefwereld zelf ook dynamischer en responsiever. Zo krijgen digitale apparaten binnenshuis een 'stem' (slimme luidsprekers), auto's een 'zicht' (zelfrijdende auto's met computer vision), of productiemiddelen krijgen 'tastzin' (robots in distributiemagazijnen). In toenemende mate communiceren wij als mens in onze omgeving met computersystemen (P2M) of communiceren apparaten onderling (M2M) zonder onze tussenkomst met elkaar. De omgeving wordt hierdoor steeds interactiever en persoonlijker, wat zich vertaalt naar drie domeinen: het slimme huis, de slimme omgeving en de slimme industrie.

Slimme huis

Ons slimme huis zal in toenemende mate uitgerust worden met slimme apparaten en sensoren die aan elkaar verbonden worden en automatisch het 'thuisklimaat' naar onze wensen aanpassen en optimaliseren. Door deze slimme systemen neemt het aantal functies dat ons huis heeft drastisch toe: naast wonen, slapen en eten, wordt het huis ook de plek waar we in toenemende mate werken, onderwijs volgen of zorgverlening krijgen. Digitale diensten die op afstand opereren komen daarmee steeds vaker naar het huis van de burger en consument. De coronacrisis heeft deze ontwikkeling versneld als gevolg van gedwongen thuiswerken. Maar de continue verslimming van ons huis en huiselijke apparaten zal leiden tot een verdere 'verplatformisering' van ons huis en worden onze huiselijke apparaten steeds vaker de interface tot wereldwijde netwerken. De kapitaalwaarde van huizen zal deze functionaliteiten steeds meer integreren, terwijl dit de macht van Big Tech steeds dichter bij mensen (e.g. slim speelgoed voor onze kinderen) en in intiemere sferen van ons leven brengt (e.g. stemassistenten die de hele dag meeluisteren), en daarmee vragen rondom privacy en beïnvloeding.

Slimme omgeving

Het slimme huis is ingebed en onderdeel van de slimme leefomgeving. Door de virtualisering van ruimte, zoals slimme straten of drones die door de lucht vliegen, worden in de slimme omgeving allerlei leefdomeinen en sectoren een hybride van virtueel en fysiek. Met name in steden zullen 5G small cells enorme digitale ecosystemen creëren, waarin frictie wordt geminimaliseerd en speelveld wordt voor allerlei nieuwe toepassingen zoals bijvoorbeeld van augmented reality (AR). Het proces van urbanisering en mobiliteit rondom wonen en werken krijgt hierdoor een nieuwe dynamiek: mensen kunnen besluiten verder buiten de stad te wonen omdat zij toch thuis kunnen werken of via een zelfrijdende auto hun werk kunnen rijden, terwijl mogelijk het verschil groeit tussen echt slimme steden en een relatief 'dom' (i.e. minder gedigitaliseerd) achterland.

Daarnaast kan deze slimme omgeving zorgen voor (een gevoel van) permanente mogelijkheid van monitoring, surveillance en transparantie, deels ook geboren uit de noodzaak voor coördinatie tussen alle slimme apparaten en verbonden mensen. Anderzijds kan dit ook leiden tot betere bescherming en automatisering van energie, water en transport. Hier ligt een duidelijke taak voor het nemen van collectieve besluitvorming in de slimme stad, zeker met het oog op het eigenaarschap van al deze data en inzichten uit de slimme stad.
In ontwikkelingslanden biedt technologie voor slimme steden ook een enorme kans tot 'leapfrogging': het overslaan van stappen in het ontwikkelingsproces omdat legacy-systemen

niet geïnstalleerd hoeven te worden. Te denken valt aan innovaties in fintech (e.g. betalen via QR-codes met je smartphones zonder fysiek bankennetwerk), mobilty-as-a-service (e.g. deeldiensten of lokaal mobiliteitssysteem) versus iedereen een eigen auto), of het installeren van decentrale, slimme water- en energiesystemen. In snelgroeiende megasteden met een zwakke institutionele structuur kan dergelijke technologie de enige oplossing zijn om steden leefbaar te houden.

Slimme industrie

Al deze slimme apparaten en diensten kunnen ook leiden tot een enorme verslimming van onze industriële processen. Op alle vorige lagen van de Stack zien we dat digitalisering leidt tot het efficiënter maken van productie- en communicatieprocessen en toegepast kunnen worden op de werkvloer, zoals computational design via simulaties waarin complexe processen en vormen worden geoptimaliseerd, additieve productieprocessen (e.g. 3D printers), het ontwikkelen van nieuwe, betere materialen in synthetische energie, en digitale ecosystemen waarin frictie wordt geminimaliseerd.

Dergelijke innovaties hebben ook grote invloed op de productiefactor arbeid. Ontwikkeling in het herkennen van spraak en zicht – op het eerste gezicht wat saaie onderwerpen – tonen aan hoe snel menselijke vaardigheden en faculteiten geautomatiseerd kunnen worden. Denk aan hoe diensten geautomatiseerd kunnen worden die voorheen door een mens moesten worden gedaan door het analyseren van gesproken woord en tekst (en daarmee het risico op AI-gedreven disrupties op de arbeidsmarkt), en hoe sociale en industriële robots de mens op veel plekken ‘overbodig’ maken in het proces. Tegelijkertijd leidt dit ook tot een enorme groei aan productiviteit en welvaart. Daarom moeten we ons de komende jaren kritisch afvragen welk menselijk werk wel en niet door een robot en algoritme gedaan kan worden, en welke mechanismen en beleidsinstrumenten kunnen helpen bij een eerlijke verdeling van de welvaart? Sociaal gezien is het de vraag of wij klaar zijn voor een leven zonder of met zeer weinig economisch noodzakelijk werk.

Een belangrijk juridisch aspect is dat werknemers nu nog teveel correctief moeten optreden bij automatische systemen, maar daar vaak niet het overzicht over hebben. Zo bestaat er dan een juridische oplossing, want je hebt een verantwoordelijke bij een fout en schade. Maar dit is een ‘uitlokking’, wat nog lastiger wordt wanneer de inzichten van AI niet inzichtelijk of begrijpelijk zijn voor de mens. Dit geldt zeker voor beleidsmakers en virtuele simulaties, omdat zij in de positie zitten waarin zij verantwoordelijk worden gehouden voor hun controlerende functie en uitvoering van eventuele adviezen van een AI.

Referenties

[1] Federated Machine Learning is een vorm van AI waarbij training van het algoritme ‘op locatie’ plaatsvindt. Dat wil zeggen dat het algoritme toegang krijgt tot een database, en op basis van die data kan leren, zonder dat die data terecht komt bij de ontwikkelaar van het algoritme en deze data ook niet gereconstrueerd kan worden.

[2] Het Libra consortium is uit elkaar gevallen, maar Facebook werkt nog altijd aan een eigen digitale munt (Diem).

[3] https://www.fintech.finance/01-news/what-is-programmable-money/

[4] https://ec.europa.eu/trade/policy/in-focus/conflict-minerals-regulation/

[5] https://www.weforum.org/agenda/2021/01/consumer-electronics-managing-e-waste/,vlfi

[6] https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/51/elektriciteit-geleverd-aan-datacenters-2017-2019#:~:text=In%202017%20kregen%20de%20datacenters,het%20openbaar%20net%20naar%20datacenters.

[7] https://www.nature.com/articles/d41586-018-06610-y

[8] https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rsta.2019.0061

[9] https://riscv.org/

[10] https://www.nature.com/articles/s41586-019-1666-5

[11] https://science.sciencemag.org/content/370/6523/1460

[12] https://www.sciencemag.org/news/2020/07/biggest-flipping-challenge-quantum-computing

[13] https://www.datacenterknowledge.com/industry-perspectives/how-edge-data-centers-will-save-internet

[14] https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2019/06/11/nota-mobiele-communicatie/ Nota+Mobiele+Communicatie.pdf

[15] https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=17131

[16] https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/connected-world-an-evolution-in-connectivity-beyond-the-5g-revolution

[17] Verschillende standaarden voor dit type verbindingen worden naast elkaar ontwikkeld, maar ook WiFi en Bluetooth zullen hier een grote rol in blijven spelen.

[18] https://ieeexplore.ieee.org/document/8710704

[19] https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46286020

[20] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050916316957

Geconsuleerde experts

Prof. dr. Tibor Bosse - Radboud Universiteit

Dr. Hans Bouwknegt - UNSense

Prof. dr. José van Dijck – Universiteit Utrecht

Dr. Yoni van den Eede – Vrije Universiteit Brussel

Prof.dr.ir. Rinie van Est – Rathenau Instituut

Prof. dr. Desiree van Gorp - Nyenrode Business Universiteit

Dr. Pim Haselager – Radboud Universiteit

Prof. Tom Heskes – Radboud Universiteit

Dr. Max Hinne – Radboud Universiteit

Prof.dr.ir. Geert Jan Houben - TU Delft

Prof. dr. Jeroen van den Hoven - TU Delft

Chris Huls – Rabobank Tech Lab

Dr. Dimitri de Jonghe – Co-founder Keyko

Jonathan Knegtel – Blockdata

Emmelien Kneppers - UNSense

Linda Kool – Rathenau

Simon Lelieveldt – Regulatory and Compliance Consultant

Dr. Pieter Lemmens - Radboud Universiteit

Prof. Dr. Derk Loorbach – DRIFT / Erasmus Universiteit Rotterdam

Douwe Lycklama - Innopay

Jeroen van Mastrigt – Creatief Strateeg

Sico van der Meer - Instituut Clingendael

Prof.dr. Jos de Mul – Eurasmus Universiteit Rotterdam

Dr. Ir. Melanie Peters – Rathenau Instituut

Ronald Prins - Hunt & Hackett

Miriam Rasch - Willem de Kooning Academie

Dr. Haroon Sheikh - WRR

Prof. dr. Peter Sloot – Universiteit van Amsterdam

Prof.dr.ir. Maarten Steinbuch - TU Eindhoven / Scientific Director Eindhoven Engine

Marleen Stikker - Waag

Dr. Cor van der Struijf – IBM Quantum Ambassador

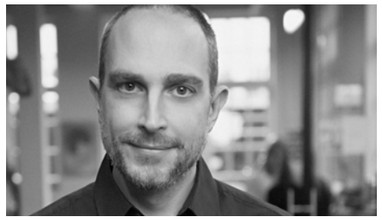
Toon Toetenel - Breaking Bits

Sander van der Waal - Waag

Over FreedomLab

FreedomLab is een onafhankelijke denktank voor toekomststudies die zich al meer dan 15 jaar bezighoudt met het begrijpen van verandering. Middels toekomstscenario's op het snijvlak van geopolitiek, technologie en cultuur, ondersteunt de denktank publieke en private organisaties in hun strategische besluitvorming. De visie en analyses van FreedomLab onderscheiden zich door de combinatie van filosofie, vakinhoudelijke kennis en speculative design. Vanuit een achtergrond in het investeringswezen, is de denktank bij uitstek in staat kansen te identificeren in tijden van verandering.

Auteurs



Sjoerd Bakker

Sjoerd is senior onderzoeker en strateeg bij de denktank en is gepromoveerd in Innovation Studies aan de Universiteit van Utrecht. Hij heeft veel gepubliceerd in internationale peer-reviewed tijdschriften over onderwerpen als socio-technische transities en duurzame mobiliteit. In 2017 publiceerde hij zijn eerste boek 'From Luxury To Necessity: what the railways, electricity, and the automobile teach us about the IT revolution'.

Arief Hühn

Arief is hoofd van de denktank en is gepromoveerd in human-computer interaction aan de TU in Eindhoven waar hij heeft gepubliceerd over persuasive technology, interface design en simulatie-gebaseerde onderzoeksmethoden. Momenteel besteedt hij aandacht aan emerging computing platforms (AR/VR, AI, Cloud, Blockchain, Quantum Computing) en hun impact op de samenleving en globale machtsverhoudingen.

Sebastiaan Crul

Sebastiaan is onderzoeker en strateeg bij de denktank. Expertisegebieden: de toekomst van de gezondheidszorg, de toekomst van media en entertainment, digitalisering van het dagelijks leven.

Pim Korsten

Pim heeft een achtergrond in macro-economie, filosofie van de economie en filosofie van de geschiedenis. Binnen de denktank houdt hij zich in het algemeen bezig met veranderingen binnen de economie, hegemonie en internationale markten. Momenteel gaat zijn aandacht in het bijzonder uit naar hoe de aanstaande golf van technologische innovaties kunnen bijdragen aan een meer inclusieve en duurzamere samenleving.

freedom
lab thinktank for
future scenarios