

MRA BELEIDSONDERZOEK 2019/1



DIGITALE CONNECTIVITEIT DIGITALISERING EN DIGITALE TRANSFORMATIES IN DE METROPOOLREGIO AMSTERDAM

TNO EN DIALOGIC

Inhoudsopgave

Inleiding	3
1. Digitale connectiviteit	6
1.1 Randapparatuur	6
1.2 Vaste aansluitnetwerken	7
1.3 Mobiele aansluitnetwerken	11
1.4 Core-netwerken	15
1.5 Datacenters	17
1.6 Generieke uitdagingen m.b.t. digitale randvoorwaarden	20
2. Ontwikkelingen in technologie, connectiviteit en digitalisering	21
2.1 Algemene ICT-ontwikkelingen	21
2.2 Digitale transformatie	33
2.3 Casussen: implicaties van ICT, digitalisering en digitale transformaties	38
3. Kansen en uitdagingen	47
3.1 Impact van digitalisering en digitale transformaties	47
3.2 Oplossingsrichtingen	48
Verantwoording en referenties	53

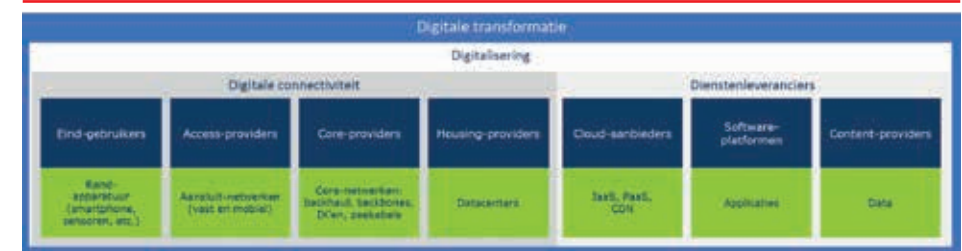
Inleiding

Deze publicatie is onderdeel van de reeks MRA beleidsonderzoek¹, en gaat in op het thema 'digitale connectiviteit, digitalisering en digitale transformaties' van de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Tijdens het symposium State of the Region 2019, dat 'goed verbonden' als overkoepelend thema heeft, is digitale connectiviteit een van de centrale aandachtsgebieden.

In deze publicatie beschrijven we de stand van zaken op het gebied van digitale connectiviteit in de MRA, (mondiale) ontwikkelingen met betrekking tot ICT, digitalisering en digitale transformatie. Daarbij verkennen we welke implicaties deze ontwikkelingen – en hun indrukwekkende snelheid – hebben voor de MRA. Hieruit destilleren we kansen en uitdagingen voor de MRA, die ook opgevat kunnen worden als digitale randvoorwaarden voor toekomstige ontwikkeling.

We maken onderscheid tussen digitale connectiviteit en het bredere begrip digitalisering. Digitale connectiviteit heeft betrekking op het gehele ecosysteem dat erop gericht is om data tussen locaties te versturen. Digitalisering gaat daarnaast over hoe organisaties allerlei applicaties gebruiken en met data omgaan. Daarbij leiden de

Figuur 1. Elementen van digitalisering en digitale connectiviteit



Bron: Dialogic

1 In deze reeks worden, parallel aan de jaarlijkse Economische Verkenningen Metropoolregio Amsterdam, bijzondere onderwerpen uitgelicht.

mogelijkheden van digitale communicatie en digitale infrastructuur tot herstructurering van delen van het sociale leven en de economie. De herstructurering van economie en maatschappij beschrijven we onder de noemer digitale transformatie. Figuur 1 toont hoe deze concepten zich tot elkaar verhouden.²

Leeswijzer

We gebruiken in dit cahier vier elementen om de impact van ontwikkelingen op het gebied van digitale connectiviteit, ICT, digitalisering en digitale transformatie te duiden:

1. Ruimtelijke inpassing: welke impact hebben de ontwikkelingen op de inrichting van de (publieke) ruimte?
2. Randvoorwaarden: welke randvoorwaarden zijn van belang om ontwikkelingen te faciliteren? Denk aan beschikbaarheid van energie, geschikt personeel en wet- en regelgeving.
3. Marktverhoudingen: welke impact hebben ontwikkelingen op bestaande marktverhoudingen?
4. Publieke belangen: welke impact heeft de (nieuwe) technologie op de borging van publieke waarden? Denk aan de borging van grond- en mensenrechten, veiligheid, rechtvaardigheid (bijvoorbeeld uitsluiting of uitbuiting) en gezondheid.

In elk hoofdstuk gebruiken we deze vier elementen als kapstok om de betekenis van ontwikkelingen te duiden en deze te vertalen naar kansen en uitdagingen voor de MRA.

In hoofdstuk 1 komt digitale connectiviteit aan bod. Dit hoofdstuk is relatief technisch van karakter en beschrijft de belangrijkste elementen van digitale connectiviteit en hun stand van zaken in de MRA. Sommige lezers (die al meer thuis zijn in het onderwerp) zullen dit hoofdstuk mogelijk overslaan of diagonaal lezen. In hoofdstuk 2 gaan we dieper in op digitalisering en beschrijven we de reikwijdte en impact van digitale transformaties. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk beschrijven we in een aantal casussen (uit voor de MRA kenmerkende sectoren) de betekenis van veranderende markten onder invloed van ICT en digitalisering. Tot slot analyseren we in hoofdstuk 3 de kansen en uitdagingen voor de MRA die digitale connectiviteit, digitalisering en digitale transformaties met zich meebrengen.

² De afbeelding heeft sterke relaties met de definitie van ICT: Informatie- en communicatietechnologie. Informatie heeft vooral betrekking op de rechterkant van het schema, communicatie op de linkerkant. In (Amerikaans) Engels is het gebruikelijk om te spreken over IT en Telecom en wordt de term ICT minder gebruikt. Hierdoor is het onderscheid tussen digitale connectiviteit en digitalisering wat beter te maken.

1. Digitale connectiviteit

In dit hoofdstuk beschrijven we de digitale connectiviteit van de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Dit doen we door achtereenvolgens de belangrijkste elementen van digitale connectiviteit (zie figuur 1 in de inleiding) te beschrijven. Dit zijn: randapparatuur, vaste aansluitnetwerken, draadloze aansluitnetwerken, core-netwerken en datacenters. Daarbij leggen we telkens uit hoe en waarom deze elementen van belang zijn en wat de huidige stand van connectiviteit in de MRA is. We sluiten het hoofdstuk af met een overzicht van generieke uitdagingen die de ontwikkeling van digitale connectiviteit kunnen belemmeren.

1.1 Randapparatuur

Om gebruik te kunnen maken van digitale connectiviteit, heeft een gebruiker een apparaat nodig dat data kan ontvangen en/of verzenden. Bekende voorbeelden hiervan zijn: een smartphone, een tablet, een laptop, een server, walkietalkies, etc. In principe kan een communicatiemodule (bijvoorbeeld voor 4G) in elk apparaat worden ingebouwd, zoals in een bushokje, een stadsbus, een (zelfrijdende) auto of een vuilniscontainer.

De markt voor randapparatuur opereert op mondiaal niveau. De standaarden voor telecommunicatie en onderliggende technologieën die in de randapparatuur verwerkt zijn, worden daarom door internationale consortia ontwikkeld. Zodoende is er sprake van gemeenschappelijke talen, waardoor digitale communicatie tussen systemen eenvoudig kan verlopen. Hoewel er verschillen zijn in de manier waarop een standaard (in een land) wordt ingezet, hebben deze een relatief kleine impact. Om de vergelijking met taal aan te houden: het zijn dialecten en geen andere talen.

Doordat de markt voor randapparatuur zo sterk internationaal opereert en er gebruik wordt gemaakt van mondiale standaarden, zijn er in Nederland en de MRA relatief weinig uitdagingen op het terrein van digitale connectiviteit. Er zijn voldoende (betaalbare) innovatieve randapparaten beschikbaar, zoals smartphones, tablets, tv's, smartwatches, thermostaten, deurbellen, alarmsystemen, laptops, set-topboxen,

airco's, koelkasten, koffiezetapparaten of lantaarnpalen. De grootste uitdaging op dit moment is de veiligheid van deze apparaten. Het aansluiten van bijvoorbeeld tv's of klimaatsystemen op het internet, biedt allerlei voordelen maar zorgt ook voor kwetsbaarheden. Als deze systemen niet goed beveiligd zijn, kan een hacker van je huis een diepvries of een sauna maken. Of erger: jou bespioneren via camera's en microfoons die je zelf hebt geplaatst.

1.2 Vaste aansluitnetwerken

In tegenstelling tot de markt voor randapparatuur, zijn aansluitnetwerken per definitie lokaal. Het netwerk is immers specifiek verankerd op een bepaalde plek. De echte kosten betreffen niet de kabels, maar de civiele techniek: de mannen en vrouwen met schop en graafmachine die deze aansluitingen realiseren. Binnen aansluitnetwerken kan onderscheid worden gemaakt tussen de netwerken voor consumenten en kleinzakelijke afnemers en netwerken voor de bovenkant van de zakelijke markt (grote, specialistische bedrijven). Iedere gebruiker heeft zijn eigen wensen en eisen.

Consumenten en kleinzakelijke afnemers

Er zijn in Nederland drie netwerken waarmee consumenten en de kleinzakelijke markt worden bediend:

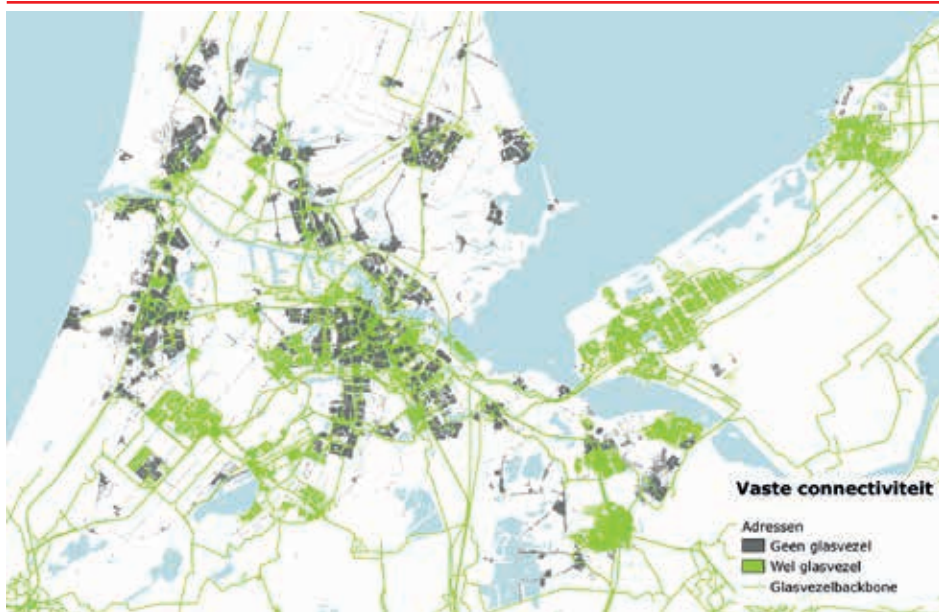
- Het DSL-netwerk bereikt dit marktsegment volledig³ en is eigendom van KPN. Maximale bandbreedtes lopen van minder dan 1 Mbit/s in de buitengebieden tot 400 Mbit/s in de kernen. Er zijn technische mogelijkheden om de capaciteit te vergroten, maar deze zijn kostbaar. De verwachting is dat hier beperkt op ingezet gaat worden.
- Het kabelnetwerk bereikt circa 95 procent van de consumenten en kleinzakelijke afnemers, alleen de buitengebieden worden niet bediend. Ziggo is veruit het grootste netwerk in Nederland, daarnaast zijn er enkele kleinere aanbieders zoals DELTA Fiber Nederland (voormalig Delta en CAIW). De maximale bandbreedte is 400 Mbit/s. De netwerken worden de komende jaren (deels) geüpgraded naar DOCSIS3.1 waarmee downloadsnelheden tot 5 Gbit/s mogelijk zijn.
- Het glasvezelnetwerk bereikt in Nederland circa 40 procent van

3 Naar onze inschatting kan meer dan 99,99 procent van de adressen met behoefte aan vaste digitale connectiviteit, beschikken over DSL.

dit marktsegment. De netwerken in de kernen zijn vooral van KPN, maar er zijn ook enkele kleine aanbieders. De afgelopen jaren zijn vooral veel afnemers in de buitengebieden via glasvezel ontsloten. De grootste aanbieder is DELTA Fiber Nederland (onder 'Glasvezel Buitenaf'). Bandbreedte is geen vraagstuk meer bij glasvezelnetwerken: deze is groot genoeg voor deze afnemers.

Er zijn grote plannen om glasvezelnetten uit te rollen in Nederland. Zo heeft KPN in november 2018 de ambitie uitgesproken om in de komende drie jaar één miljoen huishoudens in de kernen te 'verglazen'⁴ en belooft ook T-Mobile (na de fusie met Tele2) de komende jaren twee miljoen huishoudens en bedrijven toegang te geven tot glasvezelverbindingen.⁵ In de bestaande plannen worden in het 'buitengebied' van vaste aansluitnetwerken deelregio Zaanstreek-Waterland, grote delen van Amstelland-Meerlanden, Amsterdam Landelijk Noord

Figuur 2. Glasvezelaansluitnetwerken en glasvezelbackbones in de MRA



Bron: Dialogic

4 Zie: <https://overons.kpn/en/news/2018/kpn-accelerates-strategy-to-deliver-organic-sustainable-growth>

5 Zie: <https://www.t-mobile.nl/beloftes>

en de Wijdemeren gedekt door ofwel (inter)nationale marktpartijen ofwel een lokaal initiatief, mede dankzij de inzet van de provincie Noord-Holland.⁶

In figuur 2 is het huidige aanbod van glasvezelaansluitnetwerken en glasvezelbackbones voor de MRA weergegeven. Hoewel verschillende wijken door Citynet Amsterdam (een initiatief van de gemeente Amsterdam en Reggefiber, nu onderdeel van KPN) zijn 'verglasd', beschikt het merendeel van de adressen niet over een glasvezelaansluiting. Ondernemers en bewoners kunnen derhalve alleen diensten afnemen via het VDSL-netwerk van KPN of via de coaxkabel van VodafoneZiggo. Dit staat in scherp contrast met de situatie in Almere, waar vrijwel iedereen kan beschikken over een glasvezelaansluiting. De buitengebieden in de regio worden inmiddels bijna volledig bediend door marktinitiatieven.

Door de sterke concentratie van datacenters en de aanwezigheid van het internetknooppunt AMS-IX, is de fijnmazigheid van glasvezelbackbones uitzonderlijk hoog in de regio. Grootzakelijke afnemers kunnen om die reden vaak relatief eenvoudig gebruikmaken van een individuele glasvezelaansluiting. Voor kleinere en/of meer afgelegen ondernemers ligt de (financiële) drempel hiervoor een stuk hoger.

De grootste uitdaging met betrekking tot vaste aansluitnetwerken is op dit moment de capaciteit bij aannemers om de geplande netwerken te realiseren. Rond 2013 werden in Nederland ruim 400 duizend huishoudens per jaar op glasvezel aangesloten, maar deze capaciteit is de jaren daarna zeer sterk verminderd. Het opnieuw opschalen van de capaciteit in een overspannen aannemersmarkt zal moeilijk te realiseren zijn.

In tegenstelling tot wat vaak wordt gedacht, lijkt de beschikbaarheid van kapitaal geen knelpunt (meer) te zijn. Veel investeerders zijn bereid om miljoenen in deze markt te stoppen. Bovendien is de uitrol van glasvezel in vergelijking met andere infrastructuur, goedkoop. Ter vergelijking: de kosten voor de HSL-Zuid (de hogesnelheidslijn tussen Schiphol en Antwerpen, met een lengte van 147 km) bedroegen 7,2 miljard euro. Voor dit bedrag kunnen alle adressen in Nederland een glasvezelaansluiting krijgen. Het aanleggen van een meter glasvezelkabel in de grond kost ongeveer 50 euro.

6 Zie: https://www.noord-holland.nl/Onderwerpen/Economie_Werk/Digitale_bereikbaarheid

Op dit moment worden veel glasvezelnetwerken uitgerold in de buitengebieden. Het is de vraag in hoeverre nu ook centrum Amsterdam en de omliggende wijken daadwerkelijk ‘verglasd’ gaan worden. Daarbij zouden de ambities in de kernen de uitrol in het buitengebied kunnen vertragen door de beperkte capaciteit van aannemers.

Middelgrote en grootzakelijke afnemers

Vaste aansluitnetwerken voor de middelgrote en grootzakelijke markt kennen een veel minder homogeen karakter dan de netwerken voor de onderkant van de markt. Eurofiber, Ziggo, Relined en KPN zijn de grootste aanbieders van glasvezelaansluitingen voor dit type afnemer in Nederland. Sommige afnemers bouwen zelfs hun eigen glasvezelnetwerken, zoals TenneT, Rijkswaterstaat, maar ook talloze gemeenten. Bedrijventerreinen kennen weer een andere dynamiek. Naast grotere landelijke partijen (KPN, Eurofiber en in mindere mate Ziggo) zijn er talloze kleine partijen die netwerken op bedrijventerreinen beheren, zoals ForeFreedom, BlueFiber en BrightAcces. Verschillende partijen die het buitengebied ontsluiten, nemen gemakkelijk meteen de bedrijventerreinen mee die in of aan het buitengebied liggen. In sommige gevallen zijn er zelfs aanbieders die slechts één netwerk op één bedrijventerrein exploiteren. Ook in deze markt lijkt de investeringsbereidheid hoog te zijn.

Hoewel een groot deel van de zakelijke gebruikers aangesloten is op glasvezelnetwerken, zien wij hier relatief veel gebruik van DSL-netwerken. Hierbij gaat het dan niet om de hoofdvesting, maar om kleine vestigingen met specifieke toepassingen, zoals pinautomaten of supermarkten.

Het grootste knelpunt op deze markt is de mogelijkheid dat er afnemers zijn die tussen wal en schip kunnen vallen. De grote afnemers leggen desnoods zelf glasvezel aan. De onderkant van de zakelijke markt kan prima af met de grootschalige netwerken die ook door consumenten gebruikt worden. Een klein deel van de middelgrote zakelijke afnemers heeft echter wel een probleem. Voorbeelden zijn kleine, data-intensieve bedrijven die in kernen liggen waar geen glasvezel is. Ook op bedrijventerreinen komt dit geregeld voor. Het lokale DSL-netwerk is voor hen onvoldoende, maar het zakelijke glasvezel is te duur.

1.3 Mobiele aansluitnetwerken

Er zijn in Nederland drie aanbieders van grootschalige, generieke mobiele aansluitnetwerken: T-Mobile, KPN en VodafoneZiggo. Tele2 is na een recente fusie opgegaan in T-Mobile. Via deze netwerken bieden zij 2G, 3G en 4G (LTE) aan voor smartphones, maar ook toepassingen rondom het Internet of Things (IoT). De komende jaren zullen zij overgaan tot de uitrol van 5G-netwerken. Hierdoor wordt het mogelijk om meer bandbreedte aan te bieden, waarbij sprake is van minder latency (vertraging⁷) en hoge beschikbaarheid, en waarbij grotere aantallen randapparaten aangesloten kunnen worden (hier gaan we in hoofdstuk 2 nader in). Naast deze generieke netwerken zijn er verschillende specifieke draadloze netwerken, zoals C2000 (hulp- en veiligheidsdiensten), GSM-R (spoorsector) en verschillende netwerken voor IoT, zoals Lora en Sigfox (sensoren voor waterstanden, vulling van vuilnisbakken, tracement van bewegende objecten, etc.).

Er zijn grote verschillen tussen al deze generieke en specifieke netwerken, maar er is ook een belangrijke overeenkomst: ze maken alle gebruik van (schaarse) frequentieruimte op de band voor mobiele communicatie. Deze ruimte wordt ook wel spectrum genoemd. Vooral voor de uitrol van 5G is veel spectrum nodig en een deel hiervan moet nog beschikbaar worden gesteld. In 2020 zal hiervoor een veiling plaatsvinden. Er is op dit moment echter nog veel onzekerheid over de wijze waarop operators dit spectrum gaan verkrijgen – bijvoorbeeld over de prijs en de specifieke eisen van de overheid – en over het moment waarop de frequenties precies beschikbaar komen. Daarnaast is er recent veel discussie over het mogelijke veiligheidsrisico dat ontstaat door gebruik van (met name) Chinese netwerkapparatuur. Verschillende landen verbieden apparatuur van Chinese leveranciers of ontwikkelen plannen daartoe. De angst bestaat dat de Chinese overheid deze apparatuur gebruikt om verkeer af te luisteren, maar hiervoor is nog weinig hard bewijs. Het is nog niet duidelijk hoe deze discussie in Nederland zal eindigen, maar zij kan serieuze consequenties hebben voor verschillende netwerkoperators in Nederland. Het is de verwachting dat hierover in de zomer van 2019 meer duidelijkheid komt.

⁷ Latency is de vertraging in de dataoverdracht in een datacommunicatienetwerk. Voor met name beeldbellen, virtual reality-toepassingen, online gaming en mobiliteitsoplossingen is zowel een lage latency als een constante latency cruciaal. Fluctuerende latency leidt tot haperingen in de communicatie. Bij hoge latency voelt een spel of toepassing niet responsief voor de gebruiker. Beide latencies komen de gebruikerservaring niet ten goede of kunnen zelfs gevaarlijk zijn in het geval van een kritiek proces (in bijvoorbeeld mobiliteit).

Toonaangevende experts zijn het erover eens dat de vraag naar mobiele-datacapaciteit de komende jaren exponentieel blijft groeien. Het is zelfs denkbaar dat de groei in Nederland uitstijgt boven het Europese gemiddelde dat op ongeveer 140 procent per jaar ligt. Door de Autoriteit Consument en Markt (ACM) gepubliceerde cijfers⁸ duiden daarop. Die groei kan door een mobiele operator op drie manieren worden opgevangen: door technologie, door extra spectrum en door extra opstelpunten. Extra opstelpunten zijn kostbaar en de acquisitie ervan vergt ook veel tijd en inspanning. Daarom zijn technologie-upgrades en spectrum belangrijk; die kunnen de benutting van bestaande opstelpunten (sterk) vergroten. Op termijn is verdichting van het mobiele-datanetwerk waarschijnlijk (oftewel: het plaatsen van meer opstelpunten van zendapparatuur), ondanks het gegeven dat in 2020 waarschijnlijk substantiële frequentieruimte in de 3,5 GHz-band vrijkomt. In drukke gebieden in steden en langs hoofdwegen verwachten we snel na 2022 verdere verdichting (met small cells, oftewel kleinere radiocellen met een bereik van enkele honderden meters). Indien door lokaal beleid een aanscherping van de maximale veldsterktheniveaus geldt, zal dit aanleiding geven tot extra verdichting. Sommige onderzoeken voorspellen dat de verdichting in 5G vergeleken met 4G ongeveer een factor 5 zal bedragen. TNO plaatst daar echter kanttekeningen bij en denkt dat een dergelijke groei zich over een periode van minimaal vijf jaar na de introductie van 5G zal voltrekken en dan uitsluitend in specifieke gebieden.

Figuur 3 toont een (gemodelleerd) voorbeeld van het aantal 5G-basisstations dat nodig zou zijn in Amsterdam-Centrum, uitgaand van een mogelijke verviervoudiging van het aantal basisstations.⁹ Het zal daarbij vooral gaan om 'kleine' opstelpunten – de basisstations lijken eerder op een groot uitgevallen Wi-Fi-router dan op de grote antennes die nu veelal langs de weg te zien zijn. Opstelpunten moeten echter wel op hoogte worden opgehangen en hebben uiteraard stroom en een netwerkverbinding nodig. Naar verwachting zullen we in steden dus vooral opstelpunten gaan zien aan lantaarnpalen, bushokjes en ander straatmeubilair. De complexiteit van deze uitdaging wordt goed zichtbaar wanneer wordt ingezoomd op een stadscentrum.

⁸ ACM (2018). Versnelde groei mobiel dataverbruik sinds 'unlimited data'-abonnementen.

⁹ Deze kaart is gegenereerd op basis van locatiegegevens van LTE-opstelpunten uit het Antenneregister (stand 25 februari 2019). De geografische verdeling van de opstelpunten is gebruikt om willekeurig nieuwe opstelpunten op de kaart te plotten. De onderliggende aanname is dat de dichtheidsverdeling van de huidige opstelpunten overeenkomt met die van 5G-opstelpunten in de toekomst.

Figuur 3. Benodigde 5G-basisstations in het centrum van Amsterdam



Bron: Dialogic

De MRA, met de gemeente Amsterdam in het bijzonder, is zich bewust van het belang van 5G voor de (stads)regio en is met verschillende stakeholders betrokken in 5G-initiatieven, bijvoorbeeld rond de Johan Cruijff ArenA. De regio is ook voor mobiele operators bij uitstek een geschikte locatie voor de ontwikkeling van 5G-gerelateerde diensten. In tabel 1 geven wij voor een aantal gebieden in de MRA een inschatting van het type vraag naar 5G. Hieronder worden de eigenschappen van 5G kort opgesomd. In hoofdstuk 2 wordt in meer detail ingegaan op 5G en de voordelen hiervan ten opzichte van 4G.

- 5G biedt een substantieel hogere capaciteit dan 4G (enhanced mobile broadband, of afgekort eMMB). Verwerking en uploaden van grote databestanden (onder andere videobeelden) wordt hiermee beter gefaciliteerd.
- 5G biedt een zeer lage latency (vertraging <1 ms) en hoge betrouwbaarheid (ultra-reliable low latency communications, afgekort als 5G URLLC). Dit is essentieel voor onder andere veiligheidsdiensten en processen in de gezondheidszorg en industrie.

- 5G biedt verbeterde ondersteuning voor IoT-scenario's (massive machine type communications, afgekort als 5G MMTC). Dit is onder andere van belang voor veel Smart City toepassingen.

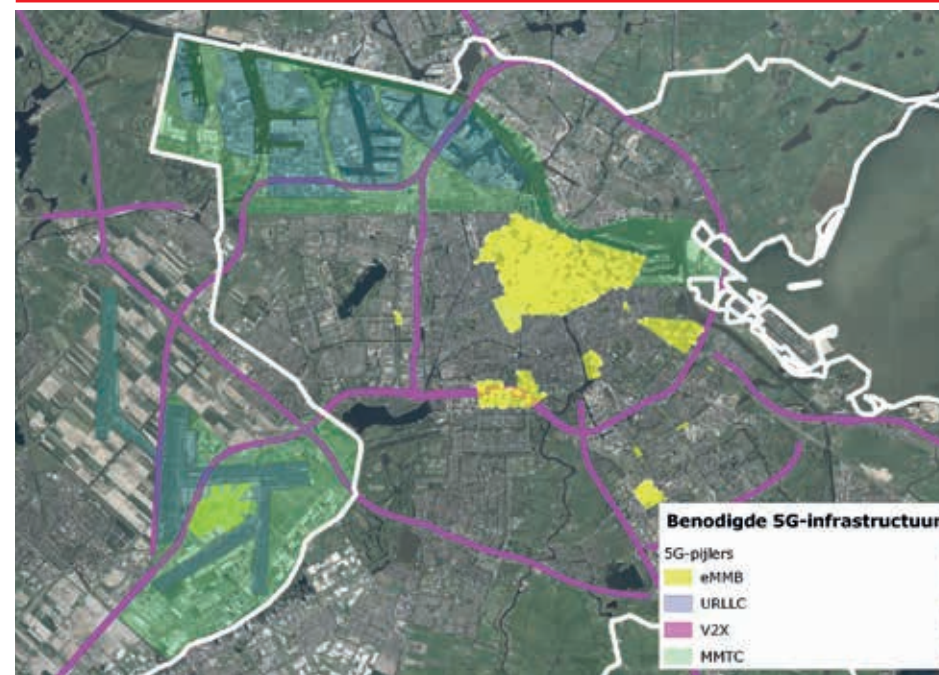
Tabel 1. 5G-hotspots in de MRA

Gebied	Hoofdactiviteiten	Typering 5G vraag
Binnenstedelijk	Generiek, toerisme, Zakelijke (ICT-) dienstverlening	eMMB
Zuidas	Zakelijke dienstverlening	eMMB
Westpoort, IJ-haven	Vervoer & Logistiek	MMTC
Schiphol	Logistiek, (zakelijk) Toerisme, Zakelijke dienstverlening	eMMB MMTC
Johan Cruijff Arena	Toerisme / evenementen	eMMB
Zandvoort	Toerisme / evenementen	eMMB
Mediapark Hilversum en studio's Aalsmeer	Mediaproducties	eMMB URLLC
Floriade	Tuinbouw, Toerisme	eMMB MMTC
Metropoolregio	Verkeer en vervoer (langs hoofdwegen)	eMMB URLLC

Bron: Dialogic en TNO

De MRA kent zeer hoge concentraties van bedrijvigheid met gemengde functies. Tijdens grootschalige evenementen als Koningsdag, conferenties en festivals, neemt de drukte verder toe. De druk op de klassieke infrastructuur (weg, spoor, water, stroom, riolering, etc.), gebouwde omgeving en publieke voorzieningen, vertaalt zich op die momenten ook in een hoge belasting van de telecominfrastructuur in deze regio. Vooral in de hotzones, zoals de binnenstad van Amsterdam, zal de MRA te maken krijgen met verdichting van opstelpunten. Figuur 4 geeft de inschatting van de eerst benodigde uitrol van 5G-infrastructuur geografisch weer. In de geel gemarkeerde gebieden is eMMB-uitrol gewenst. Met name deze pijler van 5G heeft een groot aantal opstelpunten nodig. De inpassing hiervan in het geel gemarkeerde gebied vormt een uitdaging. Merk op dat we deze opstelpuntenverdichting verwachten bovenop de algehele opwaardering naar 5G. Ook buiten de gearceerde vlakken zal het netwerk dus een substantiële opwaardering krijgen.

Figuur 4. Inschatting benodigde 5G-infrastructuur in Amsterdam



Bron: Dialogic

1.4 Core-netwerken

Om tot een goed functionerend internet te komen, moeten de eerder beschreven aansluitnetwerken aan elkaar gekoppeld worden. Netwerkoperators doen dit via een zogenoemde backhaulverbinding aan de kern van hun netwerk: de backbone. De backhaulverbindingen en backbones bestaan voor een groot gedeelte uit glasvezel. Voor backhaulverbindingen wordt op kleine schaal ook gebruikgemaakt van straalverbindingen. De verschillende netwerken van operators worden op hun beurt onderling gekoppeld aan internetknooppunten (internet exchanges, afgekort IX). Het grootste en bekendste internetknooppunt is de AMS-IX. Aan dit knooppunt zijn veel datacenters gekoppeld, waardoor content (films, website, muziek, etc.) de verschillende netwerken op kan. Een laatste element dat tot de core-netwerken behoort, is de (internationale) koppeling tussen internet exchanges (IX-en). Zeekabels vervullen hierin een belangrijke rol.

Nederland wordt ontsloten door twee trans-Atlantische kabels: AC-1 en TAT-14 (zie figuur 5). Daarnaast is er een aantal oude zeekabels naar Oost-Engeland, maar deze kabels hebben weinig waarde (als ze überhaupt nog in gebruik zijn). Verder is recent een koppeling vanuit de Eemshaven met Denemarken (COBRA) gerealiseerd. De trans-Atlantische kabels hebben zeer waarschijnlijk bijgedragen aan de ontwikkeling van Nederland als hub voor internetverkeer. Zowel AC-1 als TAT-14 zit echter waarschijnlijk aan het einde van zijn levensduur met een leeftijd van (bijna) 20 jaar. Bovendien zien wij geen plannen om nieuwe zeekabels te realiseren waarbij Nederland een rol speelt. Partijen die tegenwoordig deze kabels realiseren (Facebook, Microsoft, Google) kiezen voor Frankrijk en Spanje.

Figuur 5. Aanlanding zeekabels in Nederland



Bron: Dialogic, o.b.v. fiberatlantic.com en submarinecablemap.com

1.5 Datacenters

Datacenters vormen het laatste element dat wij tot het ecosysteem van digitale connectiviteit rekenen. In de datacenters worden de content en applicaties opgeslagen die door eindgebruikers afgenomen worden. Er zijn drie soorten datacenters:

1. Hyperscale datacenters zijn de extreem grote datacenters (met een vloeroppervlak van meer dan 10 duizend vierkante meter en meer dan 10 duizend servers) die van één grote partij zijn (zogenoemde single tenant datacenters); Microsoft heeft er een in Middenmeer en Google een in de Eemshaven.
2. Multi-tenant datacenters (ook wel colocatie-datacenters genoemd) zijn datacenters waar meerdere klanten apparatuur hebben staan. Deze middelgrote datacenters hebben vaak een vloeroppervlak van tussen de 2 duizend en 50 duizend vierkante meter.
3. Tot slot is er nog een groep kleinere regionale datacenters. Hierbij ligt het vloeroppervlak veelal tussen de 500 vierkante meter en 5 duizend vierkante meter. Deze kleine of regionale datacenters hebben doorgaans een klein verzorgingsgebied.

Datacenters zijn fysieke locaties waar zich op een relatief kleine oppervlakte (let op: zij hebben wel een grote vraag naar grond) een flink deel van de interneteconomie afspeelt. Dit betekent dat datacenters substantieel veel energie verbruiken, met name voor het koelen van de apparatuur.¹⁰ In Nederland zijn nationale en regionale netbeheerders (TenneT, Alliander, Enexis, Stedin, etc.) verantwoordelijk voor de levering van stroom. Op sommige plekken in Nederland zijn ze echter niet (meer) in staat om (tijdig) voldoende capaciteit te leveren aan nieuwe datacenters.

Rondom datacenters speelt, al dan niet terecht, een discussie over energieverbruik. Datacenters in Nederland hebben gezamenlijk een energievraag van 1,3 GW. De vraag is of deze aanzienlijke energievraag niet omlaag kan, hoe de inpassing van datacenters in de nationale energie infrastructuur geoptimaliseerd kan worden en hoe restwarmte beter kan worden ingezet (bijvoorbeeld door afgifte van restwarmte aan stadswarmtenetten). Vooral bij dit laatste aspect lijken kansen te liggen. In het verlengde hiervan speelt de discussie over

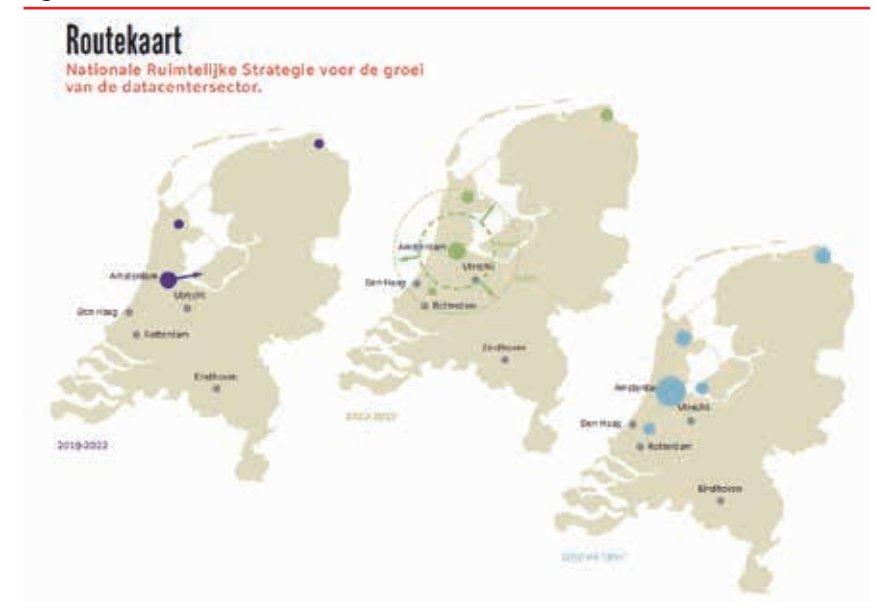
¹⁰ Zo verbruikt het hyperscale datacenter van Google in de Eemshaven ongeveer 120MW. Middelgrote datacenters hebben een verbruik tussen de 1 en 25MW, kleine of regionale datacenters hebben een verbruik van minder dan 2MW.

oppervlakte. Gaan wij onze schaarse ruimte gebruiken voor woningbouw, datacenters of andere functies?

In de MRA is de datacentersector zeer prominent aanwezig. De MRA is namelijk naast Frankfurt, Londen en Parijs een van de mondiale hotspots voor multi-tenant datacenters. Deze datacenters zijn vrijwel zonder uitzondering gevestigd in een grootstedelijke omgeving, in de nabijheid van veel klanten, ICT-servicebedrijven en andere multi-tenant datacenters. Zij zijn gebaat bij clustering: door onderlinge koppelingen hoeft veel verkeer niet meer over het open internet.

De datacentersector loopt in de MRA echter tegen twee belangrijke grenzen aan. Ten eerste de beschikbaarheid van betaalbare (goedkope) grond en ten tweede de toegang tot voldoende elektriciteit. Het stroomverbruik verplaatst zich immers van allerlei decentrale servers naar hoge concentraties van (efficiënte) rekenkracht. Soms is hiervoor een directe aansluiting op het hoogspanningsnet benodigd. Vanwege deze twee fysieke beperkingen wordt binnen de Ruimtelijk Economische Ontwikkelstrategie (REOS), gecoördineerd door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, door betrokken partijen samengewerkt. Zo is er een landelijke routekaart opgesteld voor de groei van datacenters in Nederland richting 2030, met aandacht voor meer spreiding van datacenters, bijvoorbeeld in de richting van Almere (zie figuur 6). Opvallend is dat vanuit met name Almere de zorg wordt uitgesproken dat de beloofde nieuwbouw nu ook daadwerkelijk op gang moet komen.

Figuur 6. Routekaart Datacenters



Bron: Ruimtelijke Strategie Datacenters

1.6 Generieke uitdagingen m.b.t. digitale randvoorwaarden

In dit hoofdstuk is een aantal generieke uitdagingen geïdentificeerd die betrekking hebben op digitale connectiviteit en digitalisering. Deze kunnen worden opgevat als digitale randvoorwaarden voor toekomstige ontwikkeling. Deze uitdagingen zijn in tabel 2 samengevat, per element waarlangs we in dit cahier ontwikkelingen, kansen en uitdagingen duiden: ruimtelijke inpassing, randvoorwaarden, marktverhoudingen en publieke belangen.

Tabel 2. Digitale randvoorwaarden

Element	Uitdagingen
Ruimtelijke inpassing	Er moet een groot aantal opstelpunten gerealiseerd worden voor de uitrol van 5G
Randvoorwaarden	Te weinig capaciteit van aannemers om de ambities voor aanleg van glasvezel te realiseren Onzekerheid over de toekomstige beschikbaarheid spectrum (voor 5G) Uitstekende ontsluiting met zeekabels heeft onzekere toekomst Beschikbaarheid van stroom en grond niet overal gegarandeerd Hoog energieverbruik en duurzaamheid Kennisniveau in organisaties Tekorten op de arbeidsmarkt Organisatorische inertia
Marktverhoudingen	Overname van KPN door buitenlandse partij Onzekerheid over openheid van de kabel Veiligheid van randapparatuur met betrekking tot cybersecurity Deel van buitengebied blijft (voorlopig) zeer slechte verbindingen houden De dekking van draadloze netwerken blijft imperfect Cybersecurity en betrouwbaarheid van core netwerken Veiligheidsrisico door inzet netwerkapparatuur buitenlandse leveranciers Discussies over regulering (bewaarplicht, aftapbeleid, auteursrecht, censuur, etcetera)
Publieke belangen	De borging van publieke waarden (zoals transparantie, privacy, veiligheid, rechtvaardigheid, inclusiviteit en gezondheid)

Bron: Dialogic en TNO

2. Ontwikkelingen in technologie, connectiviteit en digitalisering

In dit hoofdstuk beschrijven we voor de Metropoolregio Amsterdam (MRA) relevante ontwikkelingen op het gebied van (informatie)technologie, connectiviteit en digitalisering. Hierbij besteden we aandacht aan fysieke aspecten en randvoorwaarden, waaronder organisatorische, beleidsmatige en sociaal-maatschappelijke.

Waar in hoofdstuk 1 vooral de huidige stand van zaken rond digitale connectiviteit is beschreven, duiden we in dit hoofdstuk de verwachte ontwikkelingen op het terrein van infrastructuur, datagebruik en marktontwikkelingen voor de komende vijf jaar. We richten ons vooral op enkele kenmerkende sectoren of economische specialisaties, zoals beschreven in de Economische Verkenningen MRA 2019. Hieruit blijkt onmiskenbaar dat de economie van de MRA een dominant commercieel dienstenprofiel heeft. Met name de sectoren Informatie en communicatie, Financiële diensten, Specialistische zakelijke diensten, Overige zakelijke diensten en Groothandel zijn een belangrijke pijler onder de economische ontwikkeling van de MRA. Daarnaast is de sector Zorg en welzijn een grote werkgever in de MRA.

In paragraaf 2.1 en 2.2 beschrijven we ontwikkelingen op het gebied van technologie, connectiviteit en digitale transformaties. Om de impact hiervan nader te duiden in de MRA-context, werken we in paragraaf 2.3 een aantal cases met concrete voorbeelden uit.

2.1 Algemene ICT-ontwikkelingen

De lijst van belangrijke technische ontwikkelingen die de digitale transformatie van onze samenleving substantieel beïnvloeden, is schier onuitputtelijk. Om de hoofdlijnen inzichtelijk te maken, onderscheiden we twee hoofdgroepen (zie ook figuur 7):

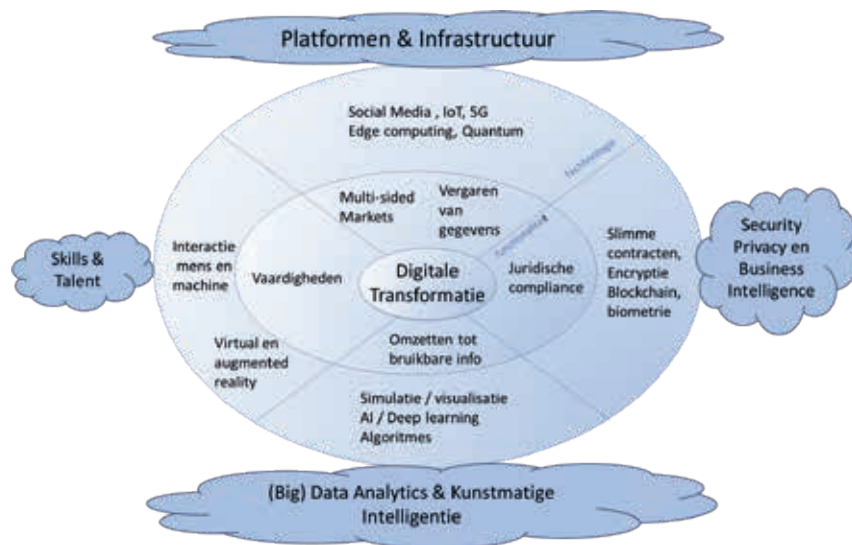
1. Dataficering, algoritmen en artificiële intelligentie (AI), inclusief virtual en augmented reality, veiligheid en privacy;

2. Slimme platformen (inclusief social media) en nieuwe infrastructuur, waaronder 5G en Internet of Things (IoT).

Naast een beschrijving van de technologie die binnen ieder van deze hoofdgroepen dominant is, wordt de impact van de (technologische) ontwikkelingen aan de hand van de volgende vier elementen beschreven:

- Ruimtelijke inpassing: welke impact hebben de ontwikkelingen op de inrichting van de (publieke) ruimte?
- Randvoorwaarden: welke randvoorwaarden zijn van belang om de ontwikkelingen te faciliteren? Denk aan beschikbaarheid van energie, geschikt personeel (vaardigheden en talent) en wet- en regelgeving.
- Marktverhoudingen: welke impact hebben de ontwikkelingen op bestaande marktverhoudingen?
- Publieke belangen: welke impact heeft de (nieuwe) technologie op de borging van publieke waarden? Denk aan grond- en mensenrechten, veiligheid, rechtvaardigheid (bijvoorbeeld uitsluiting of uitbuiting) en gezondheid.

Figuur 7. ICT ontwikkelingen die de digitale transformatie beïnvloeden



Bron: TNO

2.1.1 Dataficering, algoritmen en artificiële intelligentie

Data is de nieuwe olie van de economie. Organisaties, objecten en individuen genereren enorme hoeveelheden data. Met behulp van algoritmen kunnen deze snel worden geanalyseerd en patronen worden (h) erkend. Men kan zeer complexe systemen monitoren, controleren en gericht analyseren om meer inzicht te creëren en processen te optimaliseren. Dit leidt tot nieuwe kennis en informatie die ook wordt gebruikt om gedrag en ontwikkelingen te voorspellen en te beïnvloeden. Zo kan bijvoorbeeld (geografisch) worden geprofileerd, kunnen diensten worden gepersonaliseerd en kunnen makkelijker nieuwe combinaties gemaakt worden over traditionele sectoren heen, bijvoorbeeld om aspecten van een meer circulaire economie te realiseren.

Datamingtechnieken (data analytics) en kunstmatige intelligentie (met name technieken als deep learning) profiteren enorm van de grote hoeveelheden gegevens die de afgelopen jaren beschikbaar zijn gekomen. Computers gaan daarbij ook zelf leren en plannen. De data vormen trainingsbestanden voor zelflerende software: hoe meer data de software krijgt, hoe slimmer die wordt. Deep learning simuleert met snelle computers een netwerk dat lijkt op onze hersenen. Dat netwerk kan op basis van grote hoeveelheden gegevens patronen en verbanden herkennen, zelfs beter dan mensen dat kunnen. Deze techniek maakt het bijvoorbeeld mogelijk dat smartphones kunnen vertalen tussen Chinees en Nederlands, software een moedervlek beter dan een arts op kwaadaardigheid kan beoordelen en dat camera's op Schiphol gezichten kunnen herkennen.

Deep learning-machines kunnen razendsnel en zeer goed patronen herkennen en daar vervolgens acties aan koppelen, maar zonder dat ze de onderliggende oorzakelijke verbanden kennen. Ze kunnen niet redeneren en dus ook niet uitleggen waarom ze een bepaalde keuze hebben gemaakt. Toch moeten autonome intelligente machines – zoals zelfrijdende auto's, zorgrobots en virtuele dokters of advocaten – afwegingen maken over de wereld om hen heen. Bovendien moeten ze over zichzelf kunnen redeneren en hun gedrag kunnen uitleggen. De combinatie van deep learning en redeneervermogen wordt ook wel hybride kunstmatige intelligentie genoemd.

Het steeds 'slimmer' worden van gezondheidszorg, mobiliteit, steden en industrieën gebeurt overigens niet alleen omdat het kan, maar ook omdat fundamentele verbeteringen noodzakelijk zijn. In de gezondheidszorg wordt gebrek aan zorgcapaciteit en expertise gecompens-

seerd met zorgrobots en met AI-diagnoses om behandelingen te personaliseren en goedkoper te maken. In de energiesector is het, om tot een duurzaam energiesysteem te komen, nodig om van vraag, aanbod, conversie en opslag in energienetwerken op elkaar af te stemmen. Ook mobiliteit, logistiek en onderhoud van infrastructuur en gebouwen kunnen met inzet van AI geoptimaliseerd worden. Zo levert AI dieper inzicht in complexiteit, mede in het licht van vergaande personalisatie van diensten, waardoor potentieel een betere match tussen vraag en aanbod tot stand worden gebracht.

Er zijn echter ook kanttekeningen bij big data en AI te plaatsen. Zo is het soms lastig om een voor mensen begrijpelijke verantwoording te geven van de keuzes die een algoritme maakt. Voor het voldoen aan regelgeving geldt hetzelfde. Zonder de mogelijkheid om de uitkomsten van de techniek in de praktijk te verantwoorden, zonder deze goed te kunnen beheersen en zonder behoud van privacy, kan het potentieel van AI niet volledig worden benut.

Uitdagingen en kansen

Ruimtelijke inpassing

De aanwezigheid van straatmeubilair met sensoren en AI, zoals 'slimme lantaarnpalen' of camera's in de publieke ruimte, zal de komende jaren toenemen. De toename aan apparaten in de publieke ruimte zal dan ook om coördinatie vragen, om wildgroei en een 'Big Brother-gevoel' te voorkomen. In deze context is het initiatief van de gemeente Amsterdam om een 'sensorregister' online te publiceren – waarin wordt aangegeven waar de gemeente data verzameld – een voorbeeld van een stap richting transparantie. 'Slimme lantaarnpalen' en andere zogenaamde 'smart public nodes' zullen zich verder ontwikkelen tot lokale IoT-micromarktplaatsen waar ook derde partijen data verzamelen en verwerken. Dit vraagt niet alleen om coördinatie maar ook om regulering, bijvoorbeeld ten aanzien van de toegang tot faciliteiten voor edge computing (dit is het ter plekke bewerken van real time gegenereerde data voor diensten, in plaats van deze eerst naar een centraal punt in de cloud te sturen en van daaruit als dienst terug te leveren) in de wijk. In de beleidsnota 'De Digitale Stad' wordt dit reeds aangestipt. Ook praktijkervaringen van onder meer de gemeente Hilversum met hun smart city-platform, kunnen meer inzicht bieden.

Randvoorwaarden

Autonome AI-systemen en algoritmen moeten net als de mens functioneren binnen wettelijke en ethische kaders. Deze wettelijke kaders zijn echter nog volop in ontwikkeling. Hier ligt een duidelijke taak voor de overheid. Een vraag is bijvoorbeeld of er een soort accountantsdienst voor algoritmen moet komen die controleert of ze na verloop van tijd nog steeds doen wat ze zouden moeten doen. Of dat er bijvoorbeeld een spreekwoordelijk rijbewijs voor autonome auto's moet zijn.

In de MRA bestaan publiek-private samenwerkingen waarin onderzoek wordt gedaan naar AI en tegelijkertijd wordt gewerkt aan nieuwe AI-implementaties. Toegang tot grote hoeveelheden data is daarbij een randvoorwaarde om de algoritmen te kunnen trainen. Tegelijkertijd kunnen dergelijke concrete proeftuinen met toegang tot grote hoeveelheden data een aanzuigende werking hebben op talent. Eer geldt immers: hoe groter en uitdagender de data, hoe interessanter het wordt voor specialisten om hiermee te werken.

Bij het ontwikkelen van kaders voor AI is het vooral van belang om het bovenmenselijke potentieel van AI te onderkennen. AI-systemen kiezen een effectievere aanpak dan mensen kunnen bedenken, maar wel binnen door de maatschappij bepaalde kaders. Aandacht voor transparantie en het kunnen verantwoorden wat de techniek precies doet, is hierbij essentieel. In de MRA worden deze punten onder meer door het TADA-initiatief¹¹ geadresseerd.

Marktverhoudingen

Exclusieve beschikking over of toegang tot data leidt tot concentraties met potentieel grote marktmacht en soms onwenselijke afhankelijkheden. De concentratie aan marktmacht laat zich daarbij weinig gelegen liggen aan de geografische grenzen. De discussie over de dominante positie van Amerikaanse of Chinese tech-reuzen is dan ook volop gaande. Het is daarom wenselijk dat overheden bewust nadenken over een non-discriminatoire toegang tot data. Bijvoorbeeld op wijkniveau zal toegang tot lokale datacenters voor edge-computing geregeld moeten worden. De rol van de overheid ligt hierbij niet alleen in termen van toegang, maar ook wat betreft het waarom van het verzamelen en het gebruik van de data. Dit is bijvoorbeeld relevant wanneer de

¹¹ Dit is een manifest waarin bedrijven, overheden (waaronder de gemeente Amsterdam), organisaties en burgers gedeelde waarden hebben verwoord over hoe transparant en verantwoordelijk met data omgegaan dient te worden.

overheid een concessie uitgeeft voor de exploitatie van 'smart public nodes' zoals slimme lantarenpalen, bushokjes en stoplichten.

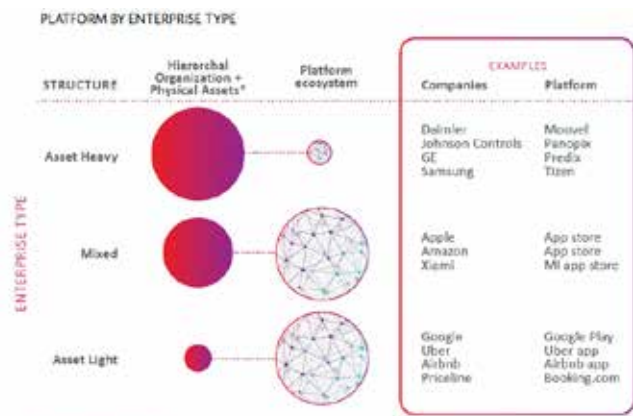
Publieke belangen

Rechtvaardigheid (het voorkomen van uitbuiting en uitsluiting) is een belangrijke publieke waarde die geborgd moet worden. Het is bijvoorbeeld onwenselijk om persoonlijke gezondheids- of mobiliteitsdata te verzamelen en daarmee de verzekeringspremie van risicogroepen te bepalen. De EU heeft privacywetgeving voor data (GDPR) ingevoerd. Of dit afdoende is om privacy en publieke belangen te borgen, moet nog blijken. Oplossingen bestaan, naast regulering, uit nieuwe business modellen en technologieën die behoud van privacy mogelijk maken. Privacy Preserving Federated Computin' (het vergelijken van data terwijl die versleuteld blijven) en Responsible AI (systemen die zelf ethische afwegingen kunnen maken over datagebruik en dat ook kunnen uitleggen) zijn hiervan voorbeelden. Daarnaast biedt bijvoorbeeld blockchain een mogelijkheid om identificatie van transacties te objectiveren.

2.1.2 Slimme platformen

Bedrijven in ecosystemen werken steeds meer samen via digitale platformen. Slimme platformen zijn er in allerlei vormen en maten. Dit maakt het lastig om ze onder één noemer te brengen. Bedrijven die gebruik maken van digitale platformen in hun business modellen zijn de afgelopen jaren hard gegroeid. Sommigen vinden hun oorsprong in

Figuur 8. Digitale platformen naar organisatietype



Bron: Center for Global Enterprise

traditionele (verticaal georganiseerde) waardeketens (zoals de farmaceutische industrie, de automotieve sector, financiële sector, et cetera) en hebben vaak unieke (fysieke) assets. Anderen platformen, zoals Amazon en Ali Baba, hebben een mix aan assets. Een derde categorie zoals Google, Uber en AirBnB baseren zich vrijwel alleen op de verzameling en verwerking van data. Figuur 8 geeft deze drie vormen van digitale platformen schematisch weer.

Veel platformen functioneren als zogenaamde multi-sided platforms die bestaan uit meerdere separaat te onderscheiden aanbieders en afnemers. Data wordt daarbij niet zonder meer uitgewisseld, maar binnen een sociaal-economische context. Dit kunnen er vele zijn, waarbij al snel een specifieke toepassing wordt aangeduid. Eerder genoemde AirBnB (overnachtingen) en Uber (taxivervoer) zijn hier voorbeelden van. Andere voorbeelden zijn een multi-sided platform voor Mobility-as-a-Service (MaaS) en mogelijke platformen om productie van en vraag en aanbod van energie samen te brengen. Ook behoort een multi-sided platform voor stadsdistributie tot de mogelijkheden, zoals Uber4Freight of een platform als Exessmaterialexchange.com dat als makelaar voor circulair bouw materiaal fungeert.

Uitdagingen en Kansen

Ruimtelijke inpassing

Wat betreft de ruimtelijke inpasbaarheid bieden platformen vrijwel alleen kansen. Zo faciliteren zij potentieel een betere doorstroming voor fysiek verkeer, kunnen distributiepunten gedeeld worden en kan afval worden gereduceerd.

Randvoorwaarden

De (disruptieve) platformeconomie heeft ook nadelen. Voorbeelden zijn: meer verkeersbewegingen, een toename in flexibilisering van arbeid (onder andere doordat arbeidskrachten, zoals fietskoeriers van maaltijden, vaak met een nul-uren-contract werken) en minder tot geen kwaliteitsgaranties op diensten. Als databedrijf kunnen de platformaanbieders zich immers gemakkelijk aan specifieke marktregimes onttrekken. De lusten worden daarmee veelal geprivatiseerd, terwijl de lasten worden gesocialiseerd (oftewel: de lasten komen voor rekening van de maatschappij als geheel). De disruptieve impact van de 'platform economie' is groot en brengt een scala aan ongestructureerde problemen ('wicked problems') met zich mee. Het oplossen hiervan vraagt om een systemische benadering. Hierbij is het van belang

niet vanuit statische posities te acteren, maar vanuit een gezamenlijk proces met duidelijke doelen. Collaboratieve strategieën, waarbij door alle stakeholders gedeelde waarden worden gedefinieerd, verdienen aanbeveling. Ook de inzet van 'missie gedreven beleid' is een manier om zaken constructief in beweging te krijgen.

Markverhoudingen

De platformeconomie maakt optimaal gebruik van netwerkeffecten en heeft in veel gevallen een disruptieve impact op bestaande ketens. Zo kan de impact van Uber op de taximarkt en van Booking.com en AirB&B op de hotelbranche moeilijk worden overschat. Regulering is lastig. Platformen opereren immers wel in markten, maar worden als datapartij veelal niet zelf als onderdeel van de markt gereguleerd. Bescherming tegen systeemperversiteiten (zoals de verplichting dat maaltijdkoeriers zich allemaal als zzp'er moesten inschrijven, maar bedrijfswinsten naar het hoofdkantoor van het digitale platform vloeien) en het bewust werken aan nieuwe 'checks en balances' is noodzakelijk. Monitoring van de (in)directe impact (zoals responsible AI) en stimulering van de ontwikkeling van alternatieven, zijn daarbij relevante strategieën.

Publieke belangen

Naast de bovengenoemde aandachtspunten bij digitale platformen, is ook de verzameling van persoonlijke data en de bescherming van consumenten voor ongewenst gebruik van hun data, een belangrijk punt van aandacht. Het schandaal rond Cambridge Analytica en de data van Facebook is inmiddels iconisch. Behalve rond privacy zijn er daarnaast uitdagingen op met betrekking tot rechtszekerheid, (flexibele) arbeid en uitsluiting.

2.1.3 Nieuwe digitale infrastructuren

Internet-of-Things (IoT)

Objecten worden in toenemende mate uitgerust met een internetverbinding, sensoren, rekenkracht en communicatiemogelijkheden. Zo verzamelt het object gegevens over zijn omgeving die het kan delen met andere objecten (machine-2-machine communicatie) om processen aan te sturen, of worden deze gegevens in de cloud geanalyseerd om informatie of diensten 'op maat' aan te bieden. Het is al snel ondoenlijk om de hoeveelheden data die hiermee real time lokaal worden gegenereerd, naar een centraal punt in de cloud te sturen en weer terug te leveren in de vorm van diensten. Om die reden wordt

ervoor gekozen een belangrijk deel reeds ter plekke te bewerken voor diensten op dezelfde locatie. Deze zogenaamde edge computing brengt intelligentie naar de randen van het netwerk. Voor vrijwel alle IoT-diensten (waaronder zelfrijdende auto's), maar ook virtual reality en augmented reality diensten die de multi media-industrie aanbiedt, is dit een belangrijke ontwikkeling omdat zo de vertraging (latency) van datatransport op locatie wordt geminimaliseerd.

5G: De draadloze toekomst

5G is de evolutionaire opvolger van de huidige LTE-technologie, die wereldwijd wordt gebruikt om 4G-snelheden en andere functionaliteiten te bieden op mobiele netwerken. Net zoals 4G-netwerken ten opzichte van de 3G-voorgangers vooral een hogere capaciteit en snelheid boden, biedt ook 5G substantiële technische vooruitgang en vernieuwing ten opzichte van 4G. De introductie van 5G heeft effect op drie fronten:

- 5G biedt een substantieel hogere capaciteit dan 4G (enhanced mobile broadband, of afgekort eMMB). Verwerking en uploaden van grote databestanden (onder andere videobeelden) wordt hiermee beter gefaciliteerd.
- 5G biedt een zeer lage latency (vertraging <1 ms) en hoge betrouwbaarheid (ultra-reliable low latency communications, afgekort als 5G URLLC). Dit is essentieel voor onder andere veiligheidsdiensten en processen in de gezondheidszorg en industrie.
- 5G biedt verbeterde ondersteuning voor IoT-scenario's (massive machine type communications, afgekort als 5G mMTC). Dit is onder andere van belang voor veel Smart City toepassingen.

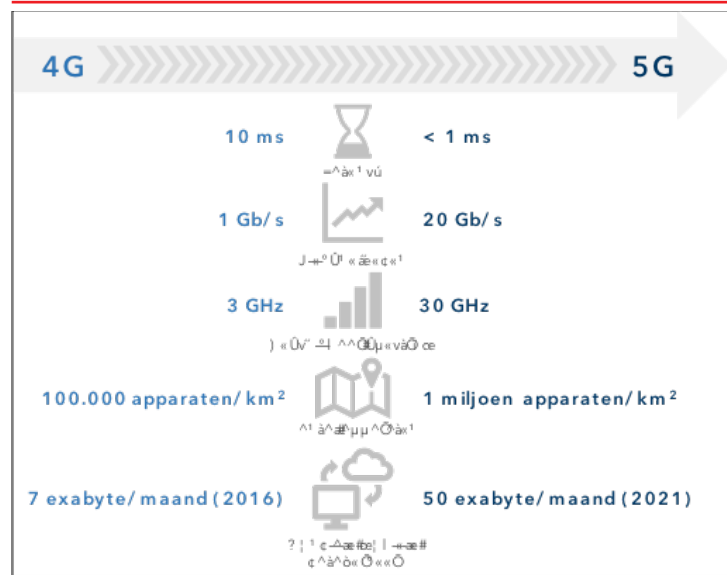
De bovengenoemde pijlers van 5G – die elk verschillende toepassingen kennen – hebben vooral te maken met het toegangsdeel van het netwerk, oftewel het laatste stuk 'radioverbinding' tussen afnemer en basisstation. De operators hebben hierbij de keuze om hun netwerk voor een of meerdere pijlers (dan wel categorieën en use cases) te optimaliseren. Iedere pijler legt namelijk andere accenten qua spectrum en netwerkopbouw. Een operator zou dus eventueel kunnen differentiëren per dekkingsgebied, afhankelijk van de vraag. Figuur 9 geeft een grafische samenvatting van wat de stap van 4G naar 5G behelst.

Nieuwe 5G-markten

Naast de bovengenoemde 'technische' verbeteringen, biedt 5G ook mogelijkheden om de connectiviteitsmarkten substantieel anders in te richten. Het gaat daarbij om meer dan simpelweg de volgende generatie draadloze connectiviteit. 5G biedt namelijk de mogelijkheid om separate lagen te optimaliseren voor diverse specifieke diensten en toepassingen (zie figuur 10). Deze zogenaamde service-slices creëren op hun beurt de mogelijkheid om voor diverse markten en domeinen, specifieke juridische en economische arrangementen aan te bieden. Deze lokale 5G netwerken kunnen door bedrijven en/of overheden zelf worden geoperationaliseerd als micro-operator. Hierdoor ontstaat een geheel nieuwe marktdynamiek waarbij zowel provider-centrische als niet-provider-centrische modellen marktposities zullen claimen. Een belangrijke uitdaging is de vraag hoe we deze lokale netwerken kunnen koppelen met de slices van nationale netwerken.

Nieuwe marktmodellen en concepten rond het delen van frequenties, neutral-hosts en site-sharing voor antennes zijn onvermijdelijk. 5G is hiermee een belangrijke ontwikkeling in de digitale transformatieprocessen van vrijwel alle economische en maatschappelijke

Figuur 9. Vergelijking tussen 4G en 5G



Bron: Dialogic, o.b.v. [qorvo.com] en [cisco.com]

sectoren. Het ontsluit de potentie van IoT-oplossingen en geeft ruimte aan nieuwe, op data gebaseerde bedrijfsmodellen voor diverse sectoren.

Uitdagingen en kansen

Ruimtelijke inpassing

5G leidt tot een enorme verdichting van het netwerk (oftewel: vereist veel meer opstelpunten van zendapparatuur) en vraagt om een stevige investering van private partijen. De coördinerende verantwoordelijkheid van de gemeente voor monumentenzorg, eerlijke verdeling van schaarste in de publieke ruimte en beperking van economische schade en overlast voor derden, kan betekenen dat netwerkinvesteerdere gedwongen moeten worden om samen te werken. Het is daarom verstandig om bij testopstellingen en proeftuinen in de regio deze elementen bewust mee te wegen.

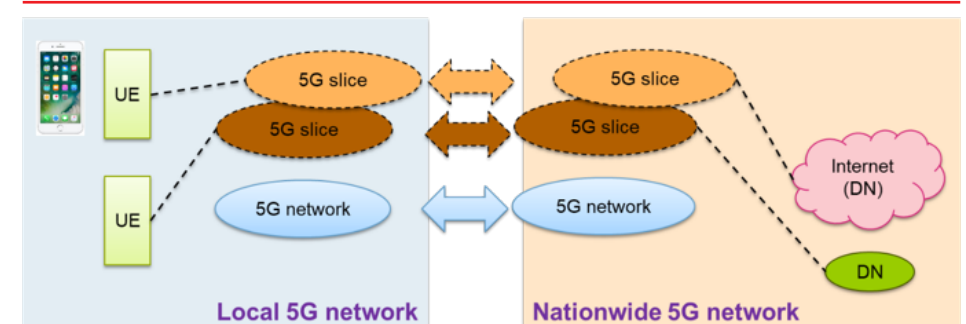
Randvoorwaarden

Bij het verlenen van vergunningen zal onder andere rekening gehouden moeten worden met nieuwe marktdynamieken (zoals de opkomst van micro-operators) en de continue toegang tot bijvoorbeeld lokale energievoorzieningen.

Marktverhoudingen

5G is niet alleen een businesscase voor de telecomsector, maar faciliteert ook andere markten in hun ontwikkeling. Micro-operators die de primaire processen van verschillende domeinen bedienen (zoals logistiek, automotive, smart industry, multi-mediabedrijven en financiële

Figuur 10. 5G slicing



Bron: TNO

instellingen) zullen bijvoorbeeld toegang moeten hebben tot lokale datacenters voor edge-computing in de wijk.

Publieke belangen

Investerings in en operationalisering van 5G-netwerken is primair een private aangelegenheid. Ervaringen uit het verleden met glasvezel en andere mobiele breedband infrastructuur, geven aan dat daarvoor in beginsel vooral de commercieel meest lucratieve gebieden en diensten worden bediend. Het is van belang dat ook de publieke diensten door de nieuwe 5G businessmodellen goed bediend (blijven) worden. Dit speelt onder meer op het gebied van de openbare orde en veiligheid (OOV). Veiligheid en beschikbaarheid van hulpdiensten zijn een 'must have' en moeten ook bij grootschalige calamiteiten blijven functioneren.

Bij de opvolging van C2000 (het huidige communicatienetwerk van hulpdiensten) kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt worden van een specifieke 5G service-slice voor OOV-diensten. Dit betekent wel dat deze slices onafhankelijk beheerd moeten worden en bij calamiteiten voorrang krijgen in het betreffende gebied. Dit vraagt om een goede publiek-private afstemming van de diverse service slices. Met name in drukbezochte 'publieke' omgevingen (zoals (lucht)havens, stations, stadions en ziekenhuizen) kunnen hiervoor bijvoorbeeld neutral host-concepten ontwikkeld worden. Daarnaast draagt het delen van frequenties en opstelpunten bij aan reductie van de hoeveelheid straling in gebieden, hetgeen mogelijke gezondheidsrisico's reduceert. Ook in het landelijk gebied waar investeringen te kostbaar zijn, zullen deze concepten soelaas kunnen bieden.

In diverse 5G proeftuinen, waar dit creatieve proces in samenwerkingsverbanden tussen diverse partijen proefondervindelijk plaatsvindt, wordt 'onder de motorkap' vaak nog gebruikgemaakt van pre-5G technologie. De komende jaren zullen er sowieso veel hybride netwerkoplossingen worden aangeboden. Telecompartijen en vendors richten zich daarbij vooralsnog vooral op de technische netwerkuitdagingen. Nieuwe marktmodellen en vraagstukken rondom de ruimtelijke inpassing hebben daarbij (nog) geen prioriteit. Gezien de publieke belangen en coördinerende taken die lokale overheden hebben, is het verstandig om hier vanuit de eigen verantwoordelijkheden actief in te participeren en actief mee te programmeren in de proeftuinen de aandachtspunten rond (data)toegang, het afstemmen van service-slices en het delen van frequenties en opstelpunten.

2.2 Digitale transformatie

Digitalisering transformeert de economie en samenleving in een hoog tempo. Nieuwe technologieën als IoT, AI, sociale media, big data en 5G grijpen in op alle facetten van het leven. Zowel economische als maatschappelijke diensten en producten hebben steeds vaker data als belangrijkste grondstof. Primaire processen worden vergaand geautomatiseerd en er wordt steeds meer in flexibele samenwerkingsverbanden geproduceerd en geleverd. Bedrijven bewegen zich daarbij in snel schalende markten, vaak dwars door traditionele domeinen. Het organiseren van verbindingen en samenwerking in ecosystemen, gefaciliteerd door een adequate digitale infrastructuur, is daarmee een belangrijke voorwaarde voor internationale concurrentiekracht. Het gaat hier niet alleen om connectiviteit, maar ook om de toegang tot en het veilig en vertrouwd kunnen delen en verwerken van data en informatie. Veel data en informatie!

Tegelijkertijd staan we aan de vooravond van verschillende grote transitie's. Denk aan de energietransitie, maar ook de bouw- en mobiliteitswereld ondergaan fundamentele veranderingen. Daarnaast worden nieuwe circulaire concepten geïntroduceerd en zullen ook de zorg en het onderwijs anders worden georganiseerd. Deze transitie's zijn in meer of mindere mate gedreven door technologie. Technologie is de enabler die de transitie's mogelijk maakt, maar heeft zelf ook een autonome disruptieve impact op bestaande systemen. Denk daarbij aan platformen zoals AirBnB, Uber, Netflix, Spotify maar ook aan adaptieve sturing van personen- of verkeersstromen door de stad (op basis van smart city toepassingen) of geavanceerde automatische productieprocessen in de industrie.

De mate waarin bedrijven en andere organisaties erin slagen technologie voor zich te laten werken en zich aan te passen aan nieuwe dynamieken, is bepalend voor de concurrentiekracht van de regio. Deze moet vanzelfsprekend passen in de samenleving en bijdragen aan een leefbare en vitale regio.

Digitale transformatie versus digitalisering

Digitale transformatie wordt gekarakteriseerd door een fusie van geavanceerde technologieën, de integratie van fysieke en digitale systemen, dominantie van innovatieve business modellen en (productie)processen en de creatie van 'slimme' producten en diensten. Het gaat hier om een fusie van technologieën als IoT, big data, robotica, 3D printing, block-chain-technologieën en kunstmatige intelligentie. De toepassing van

deze technologieën stelt bedrijven in staat hun primaire processen te herdefiniëren en een aandeel te nemen in nieuwe opkomende markten voor producten en diensten van de toekomst. Dit leidt tot fundamenteel andere proposities en is dus veel meer dan het simpelweg digitaliseren van bestaande processen.

Vrijwel alle economische en maatschappelijke sectoren ondervinden in meer of mindere mate de effecten van de digitale transformatie. Het gaat hier niet alleen om het digitaliseren van bestaande processen van sectoren en clusters van bedrijven, maar in toenemende mate ook om het ontwikkelen van en meebewegen met fundamenteel andere marktdynamieken. Daarbij is het van belang om de stand (of volwassenheid) en verwachte ontwikkeling van de digitale transformatie te kunnen duiden voor de belangrijkste clusters van economische activiteit in de MRA, deze te monitoren en de toegankelijkheid van faciliterende voorzieningen te organiseren. In onderstaand kader geven we enkele concrete voorbeelden van digitale transformaties in economische sectoren of clusters.

Voorbeelden van digitale transformaties in specifieke economische sectoren of clusters

Bouwbedrijven die zich voorheen alleen tot bouwen konden beperken, zien zich gedwongen om ook na het bouwen diensten als predictive maintenance en smart asset management aan te bieden. Ze moeten vaak wel, omdat ze anders de opdracht niet gegund wordt. Dit is echter een totaal andere propositie dan bouwbedrijven gewend zijn, vaak met een tijdshorizon van 15 tot 20 jaar, die veel kennis van data en ICT vergt. Deze ontwikkeling heeft ingrijpende veranderingen tot gevolg. Zo zal in het personeelsbestand van bouwbedrijven mogelijk de helft van de ingenieurs moeten worden vervangen door data-analisten om concurrerend te kunnen blijven.

Automotive bedrijven zetten momenteel sterk in op elektrische en slimme auto's. De auto's worden feitelijk modulair samengestelde rijdende computers. De verdiensten zijn in de toekomst niet meer hoofdzakelijk gebaseerd op de auto en het onderhoud daarvan, maar in het aanbod van diensten. Het gaat dan niet alleen om mobiliteitsdiensten, maar bijvoorbeeld ook om energiediensten. De elektrische auto wordt immers via de laad-infrastructuur onderdeel van het smart grid. Dit betekent voor de auto-industrie dat het van belang is om (via industriële platformen) positie op te bouwen

in deze toekomstige, samengestelde AI- en IoT-markten. De dienstensector in de MRA kan hierop inspelen door transacties soepel te faciliteren. In paragraaf 2.3 wordt een casus uitgewerkt rondom laadpaalinfrastructuur en slimme mobiliteit in samenhang met digitalisering en digitale transformatie.

Smart industry verwijst naar de digitale transformatie van de maakindustrie. In de primaire processen van industriële bedrijven, welke meer en meer geautomatiseerd en gerobotiseerd worden, is samenwerking en het delen van data tussen organisaties steeds belangrijker. Data en informatie zijn niet langer een randvoorwaarde, maar vormen de kern van het primaire productieproces. Maakbedrijven willen daarom zelf ook meer en meer hun eigen digitale connectiviteit controleren. Dit biedt kansen voor onder andere lokale 5G micro-operators.

In de **gezondheidszorg** zijn grote verschuivingen gaande. Bij chronische ziekten verschuift de aandacht naar 'leefstijl als medicijn'. Kankerbestrijding en antibioticaresistentie worden gepersonaliseerd. Genetica en nanotechnologie nemen een vlucht. De combinatie leefstijl en gezondheid gaat één geheel vormen. Bedrijven uit andere sectoren (zoals de Voedingsmiddelenindustrie, Landbouw en Cultuur, sport en recreatie – welke relatief sterk vertegenwoordigd zijn in de economie van de MRA) zullen een toenemend belang in de zorgmarkt krijgen. Dit biedt kansen voor bedrijven in de MRA. In paragraaf 2.3 wordt een casus uitgewerkt voor de sector Zorg en welzijn in samenhang met digitalisering en digitale transformatie.

In de **multi media-industrie** zijn enorme ontwikkelingen gaande rond virtual reality en augmented reality. Productie en distributie zijn meer en meer een multi-platform waarbij het uitzenden moet interacteren met de ICT/Telecomsector en Creatieve industrie. Reclame-inkomsten nemen af en inkomsten via social media en ander kanalen nemen toe. Nieuwe spelers als Netflix hebben inmiddels een dominante rol. 5G en edge computing zijn belangrijke factoren bij de nieuwe vormen van mediaproductie en distributie.

In de **logistieke sector** digitaliseert het plannen en optimaliseren van de logistieke keten op grote schaal. Amazon en Ali Baba beheersen enorme ketens. Blockchain is een belangrijke technologie om tracking en tracing te verbeteren. Havens en distributiecentra automatiseren. Deze just-in-time ketens vragen daarbij om steeds meer interactie met data uit ander sectoren.

Platformen en ecosystemen

Een ander belangrijk aspect van digitale transformatie betreft de ontwikkeling van nieuwe platformen en nieuwe samenwerkingsverbanden om deze technologische ontwikkelingen economisch effectief in te zetten. Door de netwerkeffecten kunnen bedrijven voordelen behalen en een (soms ongekende) groei realiseren. ICT, data en AI zijn de grondstoffen van wat we de 'platformeconomie' zijn gaan noemen. De noodzaak van een adequate digitale infrastructuur die hierop is ingericht, is voor veel bedrijven geen luxe, maar een essentiële voorwaarde om concurrerend te blijven en de potentiële groei ook daadwerkelijk te realiseren.

Steeds vaker zal hierbij worden samengewerkt tussen 'concullega's'. Partijen die normaliter elkaars concurrent zijn, bundelen daarbij krachten in ecosystemen om een groter gezamenlijk belang te kunnen realiseren. De toegang tot en het kunnen delen en gebruiken van data tussen organisaties met inachtneming en bescherming van privacy, business intelligence en intellectueel eigendom, is hierbij een belangrijke voorwaarde. De processen om slimme diensten en producten te ontwikkelen, worden daarbij tevens gekenmerkt door een flexibele vorm van werken in steeds wisselende samenwerkingsverbanden. Het gaat daarbij om toegang tot hulpbronnen en kennis op het juiste moment, zonder deze zelf te hoeven bezitten. De ketens en netwerken die daarbij worden ontwikkeld zijn zeer divers en vaak ook (inter-)nationaal. Een goede connectiviteit tussen stakeholders binnen en tussen clusters is daarom van groot belang om de juiste kennis en kunde tijdig te kunnen mobiliseren. Het benodigde talent is schaars. Goede arbeidsvoorwaarden en aandacht voor de ontwikkeling en beschikbaarheid van de juiste vaardigheden, bieden een belangrijk voordeel in de 'war on talent'. Met name op MBO-niveau is hier nog veel te doen.

Nieuwe marktdynamieken: zowel vraag als aanbod

Een belangrijk kenmerk van de platformeconomie is dat waarde wordt gecreëerd over en door traditionele domeinen en markten heen. Bekende voorbeelden zijn Uber, Deliveroo, AirB&B en Facebook. Maar ook de ontwikkeling van smart industry is niets anders dan het digitale transformatieproces van de (high tech) maakindustrie. De industriële platformen die zich hieruit ontwikkelen zullen niet bij de maakindustrie zelf stoppen. Dit fenomeen is nu reeds sterk in de automotive sector zichtbaar. Hier zijn industriële platformen bijvoorbeeld bezig om diensten te ontwikkelen in relatie tot 'smart grids', toerisme en arbeidslocaties. In de financiële sector is voor fintech-bedrijven (financial

technology) eenzelfde ontwikkeling te zien, zoals de beursgang van betaaldienst Ayden illustreert.

Bij het volgen van de digitale transformatie is het daarom belangrijk dat niet alleen gekeken wordt naar bestaande, klassieke sectoren en clusters, maar dat ook nieuwe netwerken en samenwerkingsverbanden inzichtelijk worden gemaakt. Veel concepten uit de circulaire economie snijden dwars door diverse domeinen heen. Voor een circulaire wijk betekent dit bijvoorbeeld dat de primaire processen van diverse organisaties (zoals het energiebedrijf, waterbedrijf en afvalbedrijf) op elkaar afgestemd moeten worden. Een puur technologische visie is dan niet voldoende. Deze zal moeten worden aangevuld met een economische en maatschappelijke visie en worden gecombineerd met organisatorische aspecten zoals de digitale ontwikkeling van bedrijfsactiviteiten en de nieuwe operationele samenwerkingsverbanden die zich hieruit ontwikkelen.

Digitale infrastructuur

Ook bij de aanbieders van digitale infrastructuur doen zich belangrijke ontwikkelingen voor. Telecomaanbieders krijgen daarbij onder andere te maken met:

- a. Tech-reuzen (zoals Google, Microsoft, Alibaba Cloud en Amazon cloud) die volledige cloud-omgevingen bieden, maar daarbij ook veilige en exclusieve B2B-connectiviteit als dienst aanbieden;
- b. Bedrijven uit de traditionele datacenterbranche (zoals Equinix, NxtVn, Quallcomm) die meer en meer mondiale netwerken tussen hun datacenters realiseren om peer-to-peer (los van het internet) glasvezelverbindingen aan bedrijven en platformen aan te kunnen bieden;
- c. Bedrijven uit de bouw of installatiebranche (zoals Dura Vermeer, BAM en SPIE) die de exploitatie en onderhoud van gebouwen, wegen en publiek vastgoed (zoals science parks, stadions en winkelcentra) gaan verzorgen, inclusief de digitale connectiviteit.

Deze nieuwe marktdynamieken zijn volop in ontwikkeling en zullen de komende vijf jaar geleidelijk vorm krijgen. Zo is bij de ontwikkeling van 5G inmiddels duidelijk dat zich ook niet-provider centrische modellen, waarin bijvoorbeeld ook kleine individuele partijen lokale 5G-netwerken aanbieden, zullen ontwikkelen. Het is van belang om verschuivingen in markten, rollen en de nieuwe machtsconcentraties die daaruit voortvloeien, te kunnen duiden om gevalideerd de juiste randvoorwaarden te scheppen.

2.3 Casussen: implicaties van ICT, digitalisering en digitale transformaties

In deze paragraaf verkennen we wat de implicaties van ontwikkelingen op het gebied van ICT, digitalisering en digitale transformatie zijn, uitgewerkt in enkele concrete, voor de MRA relevante casussen. Dit zijn:

- De sector Zorg en welzijn;
- Laadpalen en slimme mobiliteit;
- De sector Financiële dienstverlening.

2.3.1 Casus sector Zorg en welzijn

De zorgsector ondergaat een transformatie door de implementatie van digitale technologieën en digitalisering. De primaire drijfveer voor deze transformatie is om efficiency en productiviteit te verhogen (het optimaliseren van processen op de werkvloer), wat van belang is om de zorg betaalbaar te houden. Daarnaast is het belangrijk om de kwaliteit van zorg te verbeteren. ICT zorgt daarbij onder andere voor een verbeterde toegang tot zorg, bijvoorbeeld door middel van zorg op afstand. Dit is van belang, omdat er in de zorgsector sprake is van verdergaande extramuralisering (het zoveel mogelijk verzorgen en verplegen van personen buiten de muren van zorginstellingen) en delokalisering van de zorg. Door de financiële druk op het zorgsysteem wordt verpleging en monitoring steeds meer thuis of buiten de zorginstelling georganiseerd.

Mobiele technologie biedt de mogelijkheid om patiënten in contact te brengen met zorgprofessionals en -systemen. Dit wordt ook wel E-Health (Electronic Health) of M-Health (Mobile Health) genoemd. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de inzet van callcenters (voor hulpvragen), het online maken van afspraken, digitale patiëntendossiers maar ook aan toepassingen die artsen ondersteunen bij lichamelijk onderzoek en monitoring en observatie van patiënten. Zorg-op-afstand kan door het hele zorgproces worden ingezet, van preventie tot diagnose, consult, behandeling, monitoring en nazorg. Ziekenhuizen zullen op termijn veranderen in sterk gespecialiseerde kenniscentra die zich richten op uitvoering van hoogwaardige ingrepen (concentratie van de zorg).

Sterkere specialisatie vergt vervolgens ook meer afstemming tussen zorgprofessionals op verschillende locaties. Ook ontstaat er een sterkere behoefte aan integrale ketenzorg. Bij het behandelen van chro-

nisch zieken of het invullen van een andere complexere zorgvraag wordt een groter beroep op ketenafstemming gedaan. Dit vergt meer en uitgebreidere gegevensuitwisseling en gemeenschappelijke toegang tot digitale platformen. Denk hierbij aan elektronische patiëntendossiers en het digitaliseren van de doorverwijsbriefjes. Ook het meekijkconsult is in opkomst: (medisch) specialisten kijken op afspraak mee bij de huisarts, waardoor de kwaliteit van de eerstelijns zorg omhoog gaat (beter advies en lagere belasting van de patiënt), onnodig doorverwijzen wordt voorkomen en de totale zorgkosten dalen. Daarnaast krijgen patiënten meer regie en verantwoordelijkheid, bijvoorbeeld in preventieprogramma's ondersteund met apps of 'leefstijl als medicijn' voor bijvoorbeeld de behandeling van diabetes type II. Er is een verschuiving gaande van de klassieke, paternalistische zorg naar zorg waarin de zorgvrager zelf een actieve rol speelt en activiteiten van de zorgverlener overneemt. Ook ontstaan er portalen voor (in) formele zorg, zoals Pazio (waar online diensten van meerdere zorg- en welzijnsorganisaties worden samengebracht) en Zo-dichtbij (een digitale wegwijzer om zo lang mogelijk thuis te blijven wonen). Voor de langere termijn voorzien we nieuwe methoden van (zelf)preventie op basis van DNA-profielen.

Ook in de zorg verandert het eigenaarschap van data. Steeds vaker fungeert de burger/patiënt/cliënt in plaats van de zorgaanbieder als bron van data. Zo heeft minister Bruins van Medische Zorg en Sport besloten dat "iedereen die dit wil, [vanaf 2019] zijn medische gegevens zelf [moet] kunnen beheren via computer, tablet of mobiele telefoon. Degenen die dat willen, kunnen die informatie delen met zorgverleners". De minister zet in op een persoonlijke gezondheidsomgeving, waarbij patiënten zelf kunnen beslissen welke data hierin wordt opgenomen en wie er toegang toe krijgt.

Bedrijven in de ICT-sector zien zorg en gezondheid als groeimarkt. De datageneratie door burger/patiënt/cliënt trekt de aandacht van grote bedrijven als Facebook, Apple, Amazon, Google en Philips. Vernieuwing en efficiëntieverbetering zijn steeds meer afkomstig van nieuwkomers vanuit het generieke (IT-)domein.

In researchomgevingen binnen de zorg zien we een toename in data-verkeer en data-analysemethoden. Dit is het gevolg van toenemende frequentie van gegevensuitwisseling tussen instellingen (vooral nationaal maar ook internationaal) en steeds grotere omvang van databestanden (bijvoorbeeld in radiologie, digitale pathologie en genomics).

De sterke groei in beschikbare data vraagt ook om andere (big data) analysemethoden. Ontwikkelingen op het gebied van deep learning en precision diagnostics (zoals IBM Watson) spelen in op het benutten van de groeiende datastromen. Zo werken farmaceuten, wetenschappers en zorgaanbieders steeds vaker samen in het opstellen van voorspellende modellen om gepersonaliseerde zorg aan te bieden.

De digitale transformatie heeft ook duidelijke gevolgen op de werkvloer. ICT-gerelateerde taken in de zorg omvatten bijvoorbeeld digitale platformen om het werk te verdelen, ziekenhuispersoneel dat instructies krijgt via apps en 'slimme' machines en apparaten. Zo beschrijft de OESO (2019)¹² dat samenwerking in teams op de werkvloer in de toekomst zal bestaan uit zowel mensen als kunstmatige intelligentie (AI). Voor de zorgsector ziet de OESO bijvoorbeeld kansrijke toepassingen van AI deep learning-technieken in de zojuist genoemde 'slimme' machines en apparaten en in decision support systems voor zorgprofessionals (bijvoorbeeld als ondersteuning bij diagnosticeren en opstellen van behandelplannen). Daarnaast wordt genoemd dat IoT-toepassingen de dienstverlening in Zorg en welzijn kunnen ondersteunen. Voorbeelden hiervan zijn de gezondheidsmonitoring van patiënten (op afstand) en het doorgeven van de locatie van patiënten in het ziekenhuis.

De OESO benadrukt dat jonge cohorten in de beroepsbevolking (met name de leeftijdscategorie 25 tot 34 jaar) een grotere bereidheid en de juiste kennis en ervaring hebben om deze ontwikkelingen te omarmen. Oudere cohorten (werkzame personen ouder dan 55 jaar) zullen in toenemende mate moeite hebben om deze ontwikkelingen bij te benen. Mede gelet op de verhoogde AOW-leeftijd, zal de adaptiviteit van werkenden in toenemende mate van belang zijn.

Een concreet voorbeeld van digitale transformatie in de zorgsector – en onderdeel van het eerder genoemde traject integrale ketenzorg – is het project Beter Oud in Amsterdam. Het is een project van Elaa, een van de regionale ondersteuningsstructuren (ROS) in de MRA. Elaa richt zich op inwoners van Amsterdam en Almere.¹³ Met de toename van het aantal thuiswonende kwetsbare ouderen stijgt ook de zorgvraag. Om zo lang mogelijk zelfredzaam te zijn, is samenhang tussen

¹² OESO (2019), Measuring the digital transformation: a roadmap for the future. OECD Publishing, Parijs.

¹³ Zie <https://www.elaa.nl/wat-we-doen/ouderenzorg/beter-oud-in-amsterdam>

de eerstelijnszorg en ondersteuning van kwetsbare ouderen van groot belang. Eind 2016 startte Elaa het project 'Beter Oud in Amsterdam' om de eerstelijnsgezondheidszorg in Amsterdam en Almere te integreren en te verbeteren. Binnen vier pilots gaan huisartsen, praktijkondersteuners en wijkverpleegkundigen aan de slag met een eigen plan van aanpak voor integrale zorg in de wijk. Men zet de patiënt met zijn mogelijkheden centraal en niet de ziekte. Persoonsgerichte zorg acht men de ideale aanpak en medisch verantwoord. Zelfmanagement en gezamenlijk besluiten nemen zijn kernelementen van het project. Van de patiënt wordt een actieve rol verwacht, terwijl de zorgverlener meer als coach fungeert.

Zorg en welzijn

Kansen, spanningen en knelpunten

Ruimtelijke inpassing

- Geen directe spanningen of knelpunten zichtbaar

Randvoorwaarden

- Beschikbaarheid en betrouwbaarheid van netwerken en applicaties voor zelfmonitoring
- Beschikbaarheid van een sociaal netwerk ten behoeve van effectieve eigen regievoering met behulp van e-Health en m-Health toepassingen (bijvoorbeeld als discipline en stimulans om leefstijlveranderingen door te voeren, maar ook voor mantelzorg)
- Digitale skills zijn zeer relevant, dit is met name een aandachtspunt voor ouderen, zowel voor patiënten (op afstand) als oudere werknemers in de zorgsector

Marktverhoudingen

- Potentiële marktmacht van grote zorgplatformen is een aandachtspunt
- Veel uitdagingen met betrekking tot ketenintegratie (samenwerking en afstemming van processen tussen verschillende zorgaanbieders en instellingen)

Publieke belangen

- De mens en zijn autonomie moeten centraal blijven staan
- Privacy en eigenaarschap van data
- Beveiliging van digitale zorgdossiers
- Voorkomen van discriminatie door AI

2.3.2 Casus Laadpalen/slimme mobiliteit

Met de sterke opkomst van hybride en volledig elektrische auto's, is ook de roep om een fijnmazige en robuuste oplaadinfrastructuur in

de stad ontstaan. De opkomst van deze stedelijke laadinfrastructuur is zowel een uitdaging (door de impact op de openbare ruimte) als een kans (het laadgedrag is stuurbaar en zorgt voor interessante mobiliteitsdata) voor de stad. Met name het concept van slim laden is hierbij een interessante ontwikkeling waarbij er cross-overs tussen verschillende sectoren kunnen ontstaan.

In eerste instantie is slim laden erop gericht om de piekvraag in de ochtend en avond af te vlakken (peak shaving) door waar mogelijk het laden van de elektrische auto via publieke laadpalen uit te stellen (time shifting). Zo kan de laadinfrastructuur overbelasting van het energienet helpen voorkomen. Daarnaast kunnen innovatieve oplossingen helpen om de elektrische auto tijdelijk als opslagbuffer te gebruiken voor huishoudens en bedrijven (bi-directioneel laden). Doordat de auto ook weer kan terugleveren aan het net, wordt deze onderdeel van het (duurzame) energiesysteem. Samen met de aanbieders van publieke laadinfrastructuur kan de gemeente (al dan niet in de vorm van concessies en aanbestedingen) werken aan een integrale aanpak waarin klimaat, luchtkwaliteit, gezondheid, mobiliteit, energie, ruimtelijke inrichting en innovatieve dienstenontwikkeling samenkomen.

De crux van deze ontwikkeling zit in de vrijgekomen data. Data vanuit de laadpalen is namelijk het vertrekpunt voor tal van nieuwe diensten om tot een betere bezettingsgraad te komen en tot efficiëntere prijsvorming (via herbalancering en 'smart pricing'). Omdat de vraag naar laadpalen de komende jaren zeer snel zal toenemen en ook verandert, bestaat er behoefte aan flexibele planning en adaptief beleid dat in toenemende mate door data gestuurd is.¹⁴ De gemeente moet met de markt de exponentieel toenemende laadbehoefte zo slim mogelijk zien te faciliteren.

Een tweede belangrijke ontwikkeling is dat de automotive sector en de energiesector elkaar gaan kruisen. Elektrische auto's worden via de laadinfrastructuur namelijk onderdeel van het smart grid. Zowel energiepartijen als mobiliteitspartijen zullen daarbij kijken naar het aanbieden van diensten in elkaars domeinen. Deze convergentie heeft grote impact op bestaande marktverhoudingen en daarmee ook op de positie van de burgers in de stad. Uitdagingen rondom toegang tot wijkdatacenters voor edge-computing zijn daarbij aandachtspunten om een gelijk speelveld te creëren. 5G zal een belangrijke rol spelen in de

¹⁴ Gemeente Utrecht (2018), Utrecht laadt op voor 2030, Strategisch plan laadinfrastructuur.

verdere ontwikkeling van deze IoT-markten, met de eerdergenoemde uitdagingen rondom netwerkverdichting en site sharing. De infrastructuur moet daarbij zo worden ontworpen dat dataverzameling en verwerking van burgers transparant en goed te verantwoorden is. Dit is nu niet automatisch het geval.

De casus van de laadpalen is slechts één concreet voorbeeld in de openbare ruimte waarbij we potentiële koppelvlakken tussen bestaande sectoren zien ontstaan. Gemeenten zijn zich ervan bewust dat dit type kansen bestaat. In Amsterdam is dit jaar bijvoorbeeld het traject Koppelkansen gestart. In dit traject zoeken netbeheerder Liander, Waternet en de gemeente Amsterdam naar mogelijkheden om de verschillende stedelijke opgaven en transities gezamenlijk integraal te realiseren. De partijen stellen samen vast dat de stad grote opgaven tegemoet ziet: klimaatadaptatie, de energietransitie, de circulaire economie en de opkomst van de digitale stad. Deze uitdagingen zijn te groot en te complex om mono-sectoraal op te kunnen lossen; samenwerking tussen sectoren ziet men als belangrijke randvoorwaarde. Ook het register slimme apparaten¹⁵ sluit hier nauw bij aan. Dit sensorregister biedt transparantie en zorgt er in potentie voor dat nieuwe toepassingen en samenwerkingen kunnen ontstaan.

Laadpalen en slimme mobiliteit **Kansen, spanningen en knelpunten**

Ruimtelijke inpassing

- Laadinfra heeft aanzienlijk impact op de openbare ruimte, combinaties uitrol van andere infra (telecom) zijn waardevol

Randvoorwaarden

- Regulering en facilitering van mogelijke convergentie tussen de energie- en mobiliteitsmarkt

Marktverhoudingen

- Zorgpunt ten aanzien van macht van grote commerciële mobiliteitsplatformen
- Ketenintegratie (domein of sector overstijgende samenwerking) kan bijdragen aan oplossingen voor maatschappelijke opgaven zoals de energietransitie

Publieke belangen

- Eigenaarschap van data van de automobilist (privacy)
- Veiligheid en continuïteit van nutsvoorzieningen

¹⁵ Zie <https://slimmeapparaten.amsterdam.nl>

2.3.3 Casus Financiële dienstverlening

Binnen de dienstensectoren biedt digitalisering op velerlei vlakken kansen (denk aan opschaling) en uitdagingen (zoals kennis en vaardigheden van personeel). In de MRA, en in het bijzonder in Amsterdam, is de transitie binnen de financiële sector een belangrijke ontwikkeling.

Met de opkomst van fintech-bedrijven is het belang en de afhankelijkheid van ICT binnen de hele financiële sector veel sterker geworden. Waar zogenoemde high frequency traders al geruime tijd grote behoefte hadden aan een digitale verbinding met lage vertraging (latency)¹⁶, zien we deze behoefte toenemen bij een bredere groep van financieel dienstverleners. Dit wordt versterkt doordat steeds meer transacties via (buitenlandse) handelsplatformen verlopen. Inzicht in zowel real time als historische marktdata is hierbij van cruciaal belang. De vraag naar kennis en kunde op het gebied van data science en data analytics is hierdoor sterk toegenomen.

Een interessant voorbeeld in dit domein is Euronext, de pan-Europese beursmaatschappij die in 2000 ontstond door de fusie van de beurzen van Parijs, Brussel en Amsterdam. Euronext ontwikkelde de Euronext Market Data Exchange, een dataportfolio met data vanuit markten in Parijs, Amsterdam, Lissabon, Londen en Brussel. Gebruikers kunnen inzicht krijgen in een breed palet aan datastromen: real time, referentie, historisch, end of day en index. Financieel dienstverleners kunnen een licentie nemen op de dataproducten van Euronext. Daarbij kunnen kleinere spelers gebruikmaken van de technische kennis en digitale infrastructuur van Euronext om met de handelsplatformen in contact te komen.

Om gebruik te kunnen maken van dergelijke diensten, is een hoogwaardige internetverbinding uiteraard belangrijke. De uitdagingen in het gebruik zijn wellicht zwaarder en betreffen de kennis en kunde van partijen om deel te kunnen nemen. Een ander voorbeeld is de vraag of hun primaire processen zodanig zijn ingericht dat de informatie waardevol ingezet kan worden. Steeds vaker stellen partijen in de keten zichzelf de vraag wat voor type bedrijf zij nu eigenlijk zijn en hoe zij zich moeten profileren op de arbeidsmarkt. Zijn ze een handelsbeurs, een bank, een fintech-bedrijf, een ICT-bedrijf of geen van voorgaande? Dit is relevant voor bijvoorbeeld de toegang tot scholing, de pensioenre-

¹⁶ Dit gaat zelfs zo ver dat er private straalverbindingen tussen Frankfurt en Londen zijn gerealiseerd.

geling maar ook de nog zachtere factoren zoals de sfeer op de werkvloer en uitstraling van het kantoor. Daarbij zoeken partijen naar de balans tussen innovatie en vertrouwen: hoe kan het imago van vooruitstrevendheid in balans blijven met de betrouwbaarheid die men als partij wil uitstralen?

Uit gesprekken met bedrijven in de financiële sector blijkt dat in Amsterdam de druk op (ICT-) personeel nog hoger is dan op andere plekken in het land. Daarbij zitten grote verschillen in de efficiëntie en effectiviteit tussen goede, middelmatige en slechte werknemers. Door deze grote verschillen kun je als bedrijf beter vijf goede ICT'ers dan vijftien middelmatige ICT'ers in dienst hebben.

Personeel zoeken in het buitenland blijkt in de praktijk de enige werkbare oplossing: bij de Amsterdam Internet Exchange werken op dit moment wel 22 nationaliteiten. Ook is het outsourcen (bedrijfsprocessen onderbrengen bij externe leveranciers), nearshoring (bijvoorbeeld in de Europa) of offshoring (bijvoorbeeld in Azië) van ICT al jaren gemeengoed. Zo verplaatste Euronext haar IT Ops (het dagelijkse beheer van de ICT) recentelijk naar Portugal, met de toegang tot voldoende en goed gekwalificeerd personeel tegen lagere kosten als belangrijkste reden.¹⁷ Aangezien de personeelsuitdagingen vaker over software dan over hardware gaan, wegen ook randvoorwaarden als fiscale maatregelen (zoals een 30%-regeling¹⁸) relatief zwaar mee in de mate waarin een regio aantrekkelijk is voor een partij om zich er te (blijven) vestigen.

¹⁷ Zie bijvoorbeeld <https://www.fdiintelligence.com/Special-Reports/Portugal-s-fintech-takes-an-international-stage>

¹⁸ Dit is een regeling van de Belastingdienst, waarbij werkgevers de extraterritoriale kosten van inkomende werknemers mogen vergoeden door 30% van loon, inclusief vergoeding, belastingvrij te verstrekken.

Financiële dienstverlening

Kansen, spanningen en knelpunten

Ruimtelijke inpassing

- Ontsluiting buitengebied en binnenstad
- Beschikbaarheid datacenters (voor rekenkracht met lage latency)

Randvoorwaarden

- Regulering als 'bank' versus 'databedrijf'

Marktverhoudingen

- Onwenselijke machtsconcentraties door platformontwikkeling
- Borging toegang tot digitale infrastructuur voor kleine financiële dienstverleners (zoals handelaren) en kleine, innovatieve MKB-bedrijven

Publieke belangen

- Veiligheid en cybersecurity; bewaking van privacy en verhandeling van gegevens (onder andere PSD2)

3. Kansen en uitdagingen

In dit laatste hoofdstuk reflecteren we op de uitdagingen die digitalisering en de digitale transformatie van onze samenleving met zich meebrengen. Hierbij benoemen we een aantal kansen waarmee de Metropoolregio Amsterdam (MRA) deze uitdagingen het hoofd kan bieden. Tevens geven we een overzicht van strategieën die hierbij effectief kunnen zijn.

3.1 Impact van digitalisering en digitale transformaties

Vrijwel alle economische sectoren en maatschappelijke gelederen ondervinden in meer of mindere mate de effecten van de digitale transformatie. Het gaat hierbij niet alleen om het digitaliseren van bestaande processen, maar steeds vaker ook om het ontwikkelen van en inspelen op fundamenteel andere businessmodellen en marktdynamieken. Met de platformeconomie als voornaamste verschijningsvorm, ontstaan er nieuwe samenwerkingsverbanden die boven traditionele domeinen, markten en geografische grenzen uitstijgen.

De digitale transformatie heeft daarmee een ingrijpende impact op:

1. bestaande marktverhoudingen en de concurrentiekracht van bedrijven;
2. de borging van publieke waarden en de ruimtelijke inpassing van nieuwe businessmodellen en infrastructuren;
3. maatschappelijke uitdagingen zoals de energietransitie en het vormgeven van een circulaire economie en een leefbare en inclusieve samenleving

Wicked problems

Digitale transformatie is een complex proces en brengt een scala aan ongestructureerde uitdagingen ('wicked problems') met zich mee. Positieve effecten kunnen onbedoeld leiden tot negatieve effecten elders in de samenleving. Dit vraagt om een bewuste digitale strategie in de MRA die enerzijds de negatieve effecten van digitalisering en digitale transformaties voorkomt of weet te dempen en anderzijds de positieve effecten weet te stimuleren. Idealiter wordt een dergelijke strategie met alle stakeholders gezamenlijk ontwikkeld, gerealiseerd

en onderhouden. Het effectiefst is als alle betrokken partijen vanuit een focus op gezamenlijke doelen en kaders opereren, en niet vanuit bestaande posities en belangen. Het is belangrijk om bij de inzet van nieuwe technologieën een afgewogen balans te vinden tussen publieke en private belangen. Uiteindelijk staat één vraag centraal: Hoe kan in de MRA waardecreatie bij digitale transformaties het beste worden gefaciliteerd?

3.2 Oplossingsrichtingen

1. Verantwoordelijke innovatie

De digitale transformatie is volop gaande. De daarbij behorende 'ontdekkingsreis' naar nieuwe modellen en waarden vindt op mondiaal niveau en redelijk autonoom plaats. Het blind volgen van Amerikaanse en Chinese winner-takes-it-all-modellen roept in de Nederlandse samenleving in toenemende mate weerstand op. Afgezien van ongewenste marktdominantie, hebben deze modellen soms (indirect) een ontwrichtende werking op maatschappij en milieu. 'Europese modellen', waarin maatschappelijke waarden sterker zijn verankerd en rekening wordt gehouden met bijvoorbeeld de impact op sociale structuren en het milieu, biedt een goede kans om (business)modellen te ontwikkelen die zowel waarde creëren voor betrokken bedrijven als voor burgers en de maatschappij als geheel. Duurzaamheid, circulariteit, sociale inclusie en opener modellen voor innovatie, hebben zich bewezen als onderscheidende waarden in diverse businessproposities. In de MRA zouden deze propositities en varianten hierop – bijvoorbeeld gebaseerd op voorstellen uit De Agenda Digitale Stad – een concrete invulling kunnen geven aan het streven naar maximale maatschappelijke waarde.

2. Sterke publiek-private ecosystemen

Om de concurrentiekracht van bestaande economische sectoren en clusters in de MRA op pijl te houden, maar ook om nieuwe economische activiteiten aan te trekken en te ontwikkelen, is het raadzaam om kennis en expertise bij elkaar te brengen in publiek-private ecosystemen. Dit is met name van belang wanneer meer fundamentele 'systeeminnovaties'¹⁹ ontwikkeld moeten worden, waarvan sprake is in de digitale transformatie.

19 Een fundamentele verandering in de manier waarop de samenleving in zijn behoefte voorziet – bijvoorbeeld: energievoorziening zonder Gronings gas.

In bestaande netwerken en ecosystemen organiseert men zich geregeld rondom specifieke technologieën (zoals big data, AI, blockchain en cyberweerbaarheid) of rondom inhoudelijke thema's (zoals duurzame energie, zorg en mobiliteit). In de meeste gevallen gebeurt dit op project- of programmabasis op of rond (tijdelijke) centra zoals Centers of expertise, Innovation hubs en campussen. Samenwerkingen tussen bedrijven, kennisinstellingen en de overheid (zogenoemde triple helix-samenwerkingen) zijn echter niet eenvoudig. Onderzoeksinitiatieven worden daarin ook wel aanbod gedreven ingestoken ('kennis zoekt bedrijfsleven') terwijl aan de andere kant private initiatieven weer te nadrukkelijk marketing doeleinden nastreven. Dergelijke initiatieven in de MRA vormen zowel een bont plaatje als een weerspiegeling van de innovatieve vitaliteit in de regio.

De ontwikkeling van ecosystemen heeft een aantal aandachtspunten:

- 1 Business én missie gedreven. Stel het zakelijke probleem of maatschappelijk belang in het betreffende cluster of domein centraal. De aanvliegroute 'bedrijfsleven zoekt kennis' of 'welke innovatie is nodig om dit maatschappelijke probleem op te lossen?' werkt vaak beter dan andersom: een 'technology push'.
- 2 Triple helix. Private, publieke en kennispartijen in het ecosysteem kunnen het best bijeengebracht worden in een pré-competitieve omgeving waarin 'veilig' ontwikkeld kan worden (dit betekent overigens niet dat alle kennis en informatie met iedereen gedeeld moet worden). In het algemeen geldt dat de aansturing van een dergelijke ontwikkelagenda het best bij een van de private partijen kan liggen in plaats van de overheid (vanwege een 'business focus' en langdurig commitment).
- 3 Cross-over met techniek. Voorkom dat er alleen interactie is met 'usual suspects', juist uitdagers van de gevestigde orde (zoals start-ups) met nieuwe ideeën en kennis, kunnen vernieuwing aanjagen.²⁰
- 4 Pragmatisch en concreet. Geef ecosystemen 'iets te doen'. Bedrijven, met name innovatieve MKB-ers, zijn veelal op zoek naar 'bewijslast' voor concrete producten en diensten. De koppeling met maatschappelijke uitdagingen waarbij publieke partijen als launching customer fungeren, biedt hen die mogelijkheid. Publieke partijen zijn daarbij gepositioneerd om de publieke waarden te borgen.

20 In Amsterdam is het actieplan voor het Life Sciences en Health ecosysteem een voorbeeld waarin op die manier een koppeling met data science, AI en kennispartners is gelegd. Zie <https://www.amsterdameconomicboard.com/nieuws/wouter-bos-presenteert-het-life-sciences-en-health-plan-voor-amsterdam-metropoolregio>

3. Slimme programmering

Digitalisering en transformatieprocessen vragen om verschillende manieren van sturing of steun. Er is behoefte aan het kunnen testen van concepten in proeftuinen (fieldlabs en pilots), maar ook zijn beschikbaarheid en toegang tot technische faciliteiten, hulpmiddelen, kennis, vaardigheden en financiële middelen nodig.

Zoals gezegd bestaan er al veel initiatieven in de MRA die hierin kunnen voorzien. Versnippering en overlap is echter een belangrijk aandachtspunt. Schaarse financiële middelen en gebrek aan zichtbaarheid leidt dan mogelijk tot onderlinge concurrentie. Dat is op zich gezond, maar wanneer deze competitie slechts leidt tot 'meer van hetzelfde', schiet het zijn doel voorbij. Het creëren van overzicht van lopende initiatieven, centers en hubs, helpt ecosystemen en organisaties om kennis en voorzieningen te vinden die aansluiten bij hun behoefte. Behalve het creëren van overzicht, helpt dit ook om initiatieven duidelijker ten opzichte van elkaar te positioneren en ontstaat de mogelijkheid om complementariteit te versterken en overlap te reduceren.

Voor het vinden van antwoorden op fundamentele vraagstukken rond digitale infrastructuur (zoals 5G, edge computing en data exchanges), zijn grote en dragende programma's nodig met een eigen, meerjarige routekaart (roadmap). In de praktijk zijn veel fieldlabs in omvang te klein of inhoudelijk te smal gedefinieerd om hier invulling aan te geven. In dragende programma's kunnen de meer fundamentele uitdagingen geadresseerd worden, terwijl in kleinschaligere pilots en projecten diverse allianties concepten kunnen ontwikkelen om deze vervolgens in operationele omgevingen te testen, zowel précompetitief als commercieel. De resultaten hiervan kunnen worden gebruikt om routekaarten te maken en eventueel bij te stellen.

Het koppelen van de routekaarten van de dragende programma's aan die van richtinggevende missies – volgens de principes van missiegedreven innovatiebeleid²¹ – biedt een aantal voordelen. Publieke partijen kunnen zodoende vanuit hun eigen taak een vruchtbare, aanjagende rol vervullen richting oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen. Private partijen kunnen concreet werken aan oplossingen en marktproposities en tegelijkertijd aandacht geven aan hun eigen uitdagingen in de transformatie. Kennisinstellingen kunnen met use

21 Zie bijvoorbeeld <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/04/26/kamerbrief-over-missiegedreven-topsectoren-en-innovatiebeleid>.

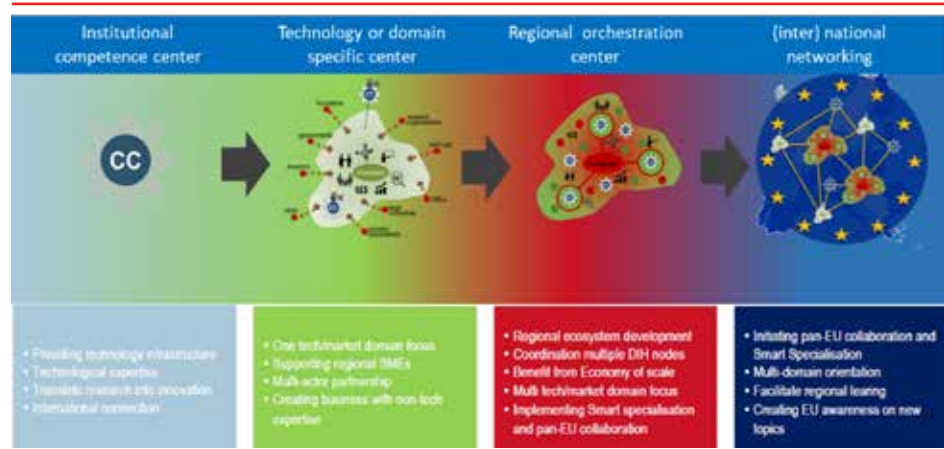
cases inspelen op de uitdagingen zoals verwoord in de missies. De dragende programma's zullen daarbij behoefte hebben aan hoogwaardige faciliteiten, zoals gedeelde laboratoria, pilot productielijnen of policy labs (waarin bijvoorbeeld met data science en AI geëxperimenteerd wordt met datagedreven beleid). Deze zijn in de MRA reeds volop aanwezig. De kunst is om ze aan te sluiten op deze dragende programma's en ecosystemen.

Het Digital Europe Programma van de Europese Commissie biedt een concreet aanknopingspunt in de vorm van Digital Innovation Hubs (DIHs). Dit zijn regionale ecosystemen die bestaan uit bedrijven, onderzoeksinstituten en investeerders. Zij helpen bedrijven (met name MKB) en publieke organisaties bij hun digitale transformatie. De Europese Commissie ziet een belangrijke rol voor DIH's bij de verdere ontwikkeling van Regionale slimme specialisatie strategieën (RIS3).²²

DIH's zijn er in alle soorten en maten en algemeen aanvaarde regels zijn er nauwelijks. Elke DIH heeft zijn eigen (technische) specialisatie, zoals big data, AI, blockchain, cybersecurity. Regio's kennen dan ook vaak meerdere centra die het label 'DIH' voeren. Voor een effectieve regionale strategie is het raadzaam om hier enige orkestratie toe te passen. De ontwikkeling van nieuwe businessmodellen vraagt immers om een gecombineerde toepassing van diverse technologieën en liefst een eenduidig loket waar diverse expertises, faciliteiten en opleidingen pragmatisch afgestemd kunnen worden op de behoefte. Rondom de DIH's wordt dan ook wel geopperd om regionaal een soort 'orkestratiecentrum' in te richten. Een dergelijk organisatiecentrum kan tevens een schakelpunt zijn tussen naar kennis en ervaringen in (inter)nationale netwerken (zie stap 3 in figuur 11). In vrijwel alle DIH's wordt de orkestratie opgebouwd rond vier elementen: i) ecosysteemontwikkeling; ii) faciliteiten; iii) gestructureerde waardecreatie en iv) training en opleiding.

22 Zie onder andere Regional Digital Innovation Hubs and Smart Specialisation Strategies. <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/documents/20182/201464/Digital+Innovation+Hubs+in+Smart+Specialisation+Strategies/7a3ed807-de76-4d6a-a698-8363efc03245>.

Figuur 11. Netwerk van Digital Innovation Hubs in Europa



Bron: TNO

Het Europese gedachtegoed over DIH's kan de MRA verder op weg helpen om de mondiale ontwikkelingen van digitalisering en digitale transformaties in de lokale economie in te bedden en tot bloei te laten komen. Hierdoor kunnen enerzijds economische sectoren hun concurrentiekracht op peil houden en anderzijds de stormachtige ontwikkelingen rondom digitale connectiviteit, digitalisering en digitale transformaties, ingezet worden om maatschappelijke uitdagingen het hoofd te bieden.

Verantwoording en referenties

Voor de totstandkoming van deze publicatie over digitale connectiviteit, digitalisering en digitale transformaties in de MRA (als onderdeel van de reeks MRA Beleidsonderzoek) is geen nieuw, oorspronkelijk onderzoek verricht. TNO en Dialogic hebben zich gebaseerd op bestaand en lopend (gezamenlijk) onderzoek. In het bijzonder is gebruik gemaakt van kennis en inzichten uit de volgende projecten of rapportages:

Dialogic en TNO (2019), *Digitale randvoorwaarden toplocaties REOS-regio's*. Onderzoek in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Dialogic en TNO (2016), *De toekomst van digitale connectiviteit in Nederland*. Onderzoek in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Dialogic (2017), *Mappingtool Breedband*. Onderzoek in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Dialogic (2018), *Procesbegeleiding garantstellingsregeling breedband buitengebied provincie Noord-Holland*. Werkzaamheden in opdracht van de provincie Noord-Holland.

Dialogic (2018/2019), *Provinciale verkenningen naar de impact van digitalisering voor de provincies Limburg, Gelderland en Zuid-Holland*. Onderzoeken in opdracht van de desbetreffende provincies.

TNO, Ecorys en IViR (2018), *Digital platforms: an analytical framework for identifying and evaluating policy option*. Onderzoek in opdracht van de Europese Commissie.

TNO (2018), *5G and Netneutrality: a functional analysis to feed the policy discussion*. Onderzoek in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, KPN, T-Mobile en FME (namens Huawei, Ericsson en Nokia).

TNO et al. (2018), *Mission-Oriented Research and Innovation: Inventory and characterisation of initiatives*. Onderzoek in opdracht van de Europese Commissie.

TNO et al. (2018), *Digital Innovation Hubs Catalogue*. Onderzoek in opdracht van de Europese Commissie.

VNG / Stedenlink (2019), *Regie op data uit de stad*. Uitgevoerd door Dialogic in opdracht van VNG / Stedenlink.

Colofon

Auteurs

Jan Wester (TNO), Menno Driesse (Dialogic), Reg Brennenraedts (Dialogic), Wazir Sehebali (Dialogic) en Thijmen van Bree (TNO).

Met medewerking van: Bram van den Ende (TNO), Pieter Nooren (TNO), Francisca Grommé (TNO), Bas Kotterink (TNO), Maurits Butter (TNO) en Sven Maltha (Dialogic).

Productie

Linda Koeman, Gemeente Amsterdam, Economische Zaken (coördinatie)

Tom van Veenhuijzen, Veenhuijzen Vormgeving (vormgeving)
Evert Nieuwenhuis, www.evertnieuwenhuis.nl (eindredactie)

Pixabay (foto omslag)

