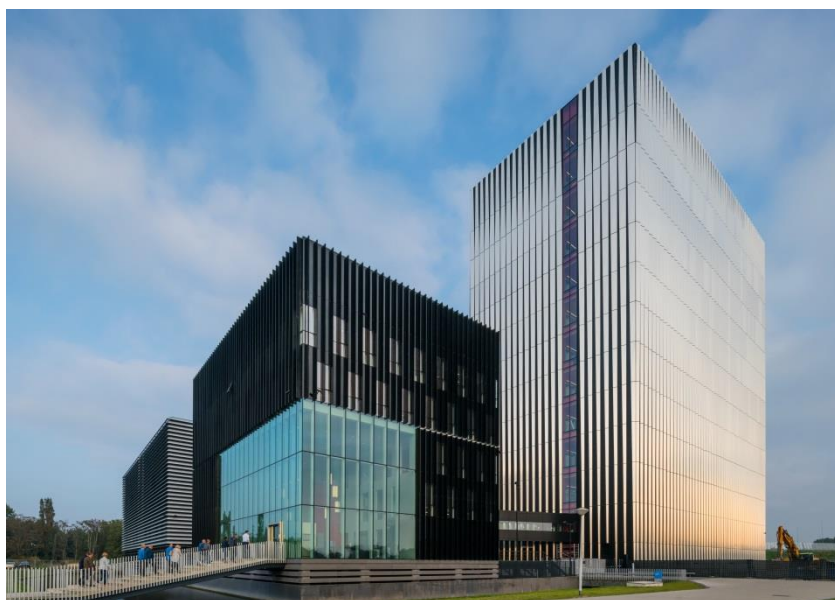


Toekomstbeelden datacentra in de Metropoolregio Amsterdam



AMS4 Datacenter – Benthem Crouwel Architects © Jannes Linders

RAPPORT

Rapport uitgebracht aan
Metropoolregio Amsterdam
Amsterdam Economic Board e.a.

Hilversum, 31 mei 2018

Versie 1.0

Inhoud

Inhoud.....	3
1 Managementsamenvatting	5
2 Inleiding	12
Onderzoeksopdracht en centrale onderzoeksvraag	13
Opdrachtgevers.....	14
3 Datacentra: kentallen in (inter)nationaal perspectief	15
3.1 Informatietechnologie en datacentra: evolutie en typologie.....	15
3.2 Internationale datacenters – positie van MRA.....	26
3.3 Nederlandse datacentra-sector	28
3.4 Energie: Input van datacentra – knelpunten	32
3.5 Restwarmte: de output van datacentra – hergebruik?	34
4 Toekomstbeelden en scenario’s	36
Driving forces	36
5 Amsterdam datah(e)aven	39
6 #DeleteFacebook.....	42
7 Vastlopen op het elektriciteitsnet.....	44
8 Overaanbod	46
9 Confrontatie: Risico’s en opties	48
Annex A Scenario Analyse.....	52
Scenario-analyse, achtergrond en aanpak	52
Actoren en de scenario-context	53
Beleidsopties in scenario’s	54
Annex B Achtergrondhistorie over datacenters in NL	57
Datacenters in Nederland en de MRA: ontstaanshistorie	57
De eerste knelpunten rondom datacenterbouw.....	58
Nieuwe groei met dedicated datacenternieuwbouw en specialisatie	58
Het huidige beeld: elektriciteitsvoorziening potentieel opnieuw knelpunt	61
Beleidsconcurrentie door ontwikkelstrategie met datacenters faciliteren?.....	63
Annex C Gesprekspartners en workshopdeelnemers	66
Annex D Nieuwe toepassingen in en voor datacentra?	67
Annex E Interviews met het veld	70

Annex F Energieconsumptie prognoses MRA scenario's 73

1 Managementsamenvatting

Een aanzienlijk aantal van de datacentra van het Internet bevindt zich in Nederland, in het bijzonder in de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Lang niet elk land in Europa heeft een vergelijkbaar omvangrijke datacenter-sector. Op wereldschaal zijn de grootste concentraties van clusters datacentra te vinden in slechts enkele metropolen per continent. De MRA is in de afgelopen decennia één van die grootste wereldwijde datacenter-metropoolregio's geworden, in Europa onderdeel van de 'gouden ruit' Frankfurt-Londen-Amsterdam-Parijs. Voor Internetdiensten en -verkeer is de positie van de MRA vergelijkbaar geworden met die van de haven van Rotterdam in het scheepvaartverkeer of Schiphol in de luchtvaartsector: wereldschaal.

Door het lokaal relatief hoge, geconcentreerde energieverbruik van datacentra, ontstaan er dan ook *industriële* vraagstukken op het vlak van de elektriciteitsvoorziening en energie-infrastructureur. Daarmee komt er in een behoorlijk volgebouwd land als Nederland een bouwopgave en planningsvraagstuk tevoorschijn en in het bijzonder de vraag in hoeverre deze bedrijfstak te faciliteren c.q. (bij) te sturen is. Om daarop een antwoord te vinden zijn er onder auspiciën van de Amsterdam Economic Board met een groep experts en stakeholders toekomstscenario's ontwikkeld, die in dit rapport worden beschreven

Onderzoeksvraag

De centrale onderzoeksvraag van de opdrachtgevers was:

"Hoe ontwikkelt zich de komende jaren de behoefte aan datacentra en daarmee gepaard gaande vierkante meters en energiebehoefte in de Metropoolregio Amsterdam?"

Voor het onderzoek zijn zowel interviews gehouden met experts op het vlak van ICT en energievoorziening als ook een scenario-workshop met experts uit de bedrijfstak en stakeholders. De tijdshorizon voor deze studie is de middellange termijn en reikt tot 2030. Afhankelijk van het scenario wordt de behoefte geschat op:

Scenario	Tot 2030 bij te bouwen in de MRA
Amsterdam Datah(e)aven	2 GW
# Delete Facebook	200 MW
Vastlopen op het elektriciteitsnet	200MW in MRA, 500MW erbuiten
Overaanbod	1 GW, maar echt gebruik blijft achter

Datacentra: kentallen in (inter)nationaal perspectief

Er zijn twee hoofdsoorten datacentra. De datacentra met één bewoner / huurder / eigenaar (single tenant) en de datacentra met meerdere huurders in één gebouw en/of op één datavloer (multi-tenant).

Single tenant datacenters zijn uitgevoerd voor één specifieke klant. In het verleden was dit van toepassing op rekencentra van grote bedrijven en overheidsorganisaties. Single tenant datacenters is vandaag de dag van toepassing op grote, voor één specifieke (cloud) computing organisatie ontwikkelde datacenters. Hierbij kan gedacht worden aan de datacenters van Google (Eemshaven) en Microsoft (Wieringermeer) die zich in Nederland bevinden en Amazon, Apple en Facebook welke grote single tenant faciliteiten hebben buiten Nederland. Voor een beschrijving van de *markt* voor datacentra gaat de aandacht primair uit naar de tweede soort datacentra: multi-tenant.

Voor de komst van het Internet zorgde voor de eerste golf van multi-tenant datacenters. Websites moesten een aansluiting met het Internet hebben en er waren weinig locaties waar dit met afdoende capaciteit beschikbaar was. Breedband verbeterde de verbindingen naar bedrijven waardoor steeds minder noodzaak was om een eigen server-ruimte op locatie te hebben. Hierdoor konden software voor diensten als e-mail, relatiebeheer, etc. ook uitbesteed worden en ontstonden de zogenaamde cloud-diensten. De beschikbaarheid van hoogwaardige datacenters zorgde er op zijn beurt weer voor dat het voor de ICT-afdelingen van multinationals en grote organisaties rendabel werd om hun systemen in multi-tenant datacenters te plaatsen. Hun eigen datacenters waren veelal ontworpen voor beschikbaarheid, maar niet voor efficiënte koeling en grootverbruik. Multi-tenant datacenters bleken een hogere beschikbaarheid tegen lagere kosten te kunnen leveren. Nabijheid tot grote bedrijven speelde een belangrijke rol in de ontwikkeling van Amsterdams positie voor datacenters (net als London Docklands, Frankfurt en New York).

Er is op dit moment sprake van centralisatie en versterkte clustering in campussen in de regio Amsterdam. Daarbij specialiseert de MRA en concentreert het Cloud Cluster (meerdere marktpartijen en veel multi-tenant datacentra) zich meer rondom Schiphol en vestigen de meer connectiviteits-centra zich in de Watergraafsmeer. Cloud zit echter op nog maar 20% van zijn marktpotentieel en heeft interconnectie tussen cloudpartijen en naar bestaande serverparken van multinationals nodig (en vice versa). Deze interconnectie mogelijkheden maken de MRA een interessante vestigingslocatie voor zowel cloud partijen als multinationals. Die specialisatie heeft als grootste effect dat er *meer vraag naar ruimte voor datacentra* ontstaat in de MRA.

Een probleem in de Haarlemmermeer is echter dat er een tekort dreigt aan stroomcapaciteit welke gecontracteerd kan worden.¹ (Niet alle gecontracteerde capaciteit wordt gebruikt, maar de onderstations in het elektriciteitsnet moeten er wel op berekend zijn.) Er wordt gewerkt aan 400MvA nieuwe capaciteit in de A4 zone door Tennet en Liander. De realisatie hiervan kan

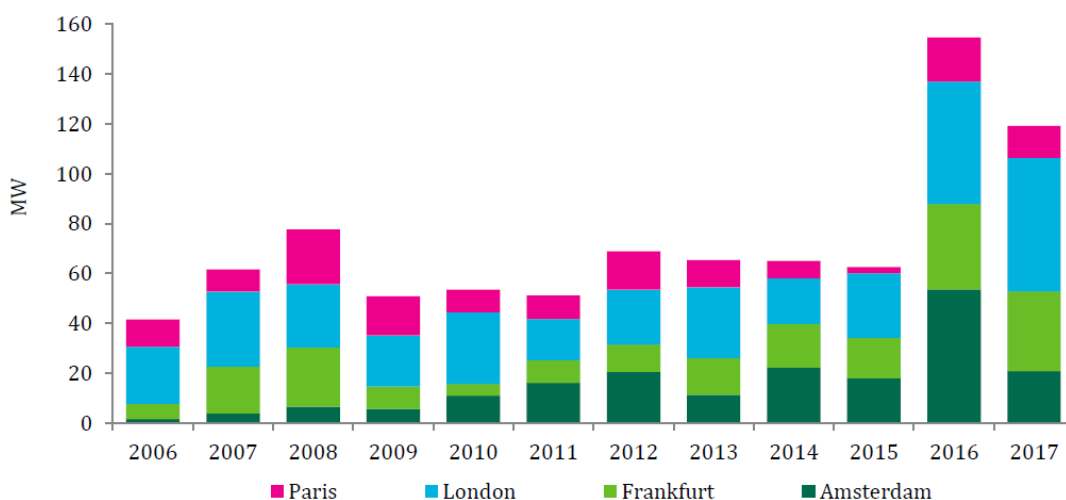
¹ Stroom rond Haarlemmermeer is op, Telegraaf, 22 mei 2018, <https://www.telegraaf.nl/nieuws/2065427/stroom-rond-haarlemmermeer-is-op>

echter nog even op zich laten wachten.² Datacenter partijen hebben al aangegeven graag gebruik te willen maken van deze nieuwe capaciteit, maar moeten nog wachten. Recent is dan ook een partij die 80MvA aan vermogen nodig had, naar Zeewolde uitgeweken, waar een knooppunt van stroom is en meerdere windparken zijn. In Almere wordt een bestaand datacenter vergroot en is ruimte voor nieuwe datacenters voorzien langs de A6. Ook heeft Almere al een stadsbreed warmtenet, waardoor de restwarmte hergebruikt kan worden. Amsterdam kijkt zelf naar het Westelijk Haven terrein als nieuwe locatie voor datacenters. Hier is een groot datacenter van 99MvA in ontwikkeling.

(Inter)nationale datacenters – positie van MRA

De Metropoolregio Amsterdam bevat een groot aantal datacentra, ook in Europees en wereldwijd perspectief. Daarnaast bevindt zich hier het internetknooppunt van de Amsterdam Internet Exchange, de publieke Internet Exchange met het grootst aantal aansluitingen en marktpartijen als lid. In Europees perspectief zijn qua datacentermarkt de vergelijkbare metropoolregio's die van Frankfurt, Londen en Parijs.

Figure 5: European Colocation Take-up as at Q4 2017



Source: CBRE Research, Q4 2017

Het internationale vastgoedresearch bureau CBRE houdt de aanbodcapaciteit bij voor datacentra (gemeten in MegaWatt energiecapaciteit, een maat die zij belangrijker achten dan vierkante meters vloeroppervlak). Uit de gegevens van CBRE Research wordt duidelijk dat de omvang van Frankfurt gemeten als elektrisch vermogen effectief in gebruik iets boven dat van Amsterdam ligt. Londen is op dit moment een veel grotere markt voor datacentra.

² Voor een overzicht zie de website van Tennet <https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/onshore-projecten-nederland/netuitbreiding-a4-zone/>

In Nederland is de MRA regio zeer dominant in multi-tenant datacentra. Single tenant datacentra staan veel meer in de provincie opgesteld. Single tenant zijn zowel de twee grote *hyperscale's* als de historische *enterprise datacentra* van onder andere het Rijk. De multi-tenant datacenters buiten de MRA bedienen vooral de regionale markt, zijn deels opgericht door een in die regio gevestigde ISP of zijn gericht op een specifiek marktsegment (bijvoorbeeld de omroepsector in Hilversum). Een aantal multi-tenant regionale datacentra zijn overnames van voormalige enterprise datacentra (bijvoorbeeld het oude datacentrum van AkzoNobel in Arnhem is nu een multi-tenant datacenter) of ingericht in voormalige 'bunkers' en 'bankkluisen'. Meer recent zijn echter ook regionale multi-tenant datacentra in nieuwbouwprojecten gerealiseerd. De Dutch Datacenter Association (DDA) meldt een totale vermogensconsumptie voor heel Nederland van 591 MW voor de multi-tenant datacentra en 665 MW voor single tenant. Dit is gebaseerd op een omrekening en eigen opgave van ca. 40% van de datacentra.

Toekomst beelden en scenario's

Voor het opstellen van de toekomstbeelden is gebruik gemaakt van de methodiek van Scenario-analyse en planning, met als doel het bepalen van mogelijke strategieën.

De vier scenario's in dit rapport zijn geschreven met als vertrekpunt de huidige situatie van de datacenter-sector en digitale infrastructuur evenals een bestuurlijk-maatschappelijke context in Europa (een aankomende Brexit), Nederland en in de MRA in het bijzonder. Zij schetsen een context voor actoren, actief in de MRA, verantwoordelijk voor middellange termijnbeleid c.q. het initiëren van beleidsagenda's en investeringen. Dat betekent dat de scenario's voor vele lezers relevant zijn. De beleidsopties voor de bestuurlijke actor MRA, die in het slothoofdstuk worden beschreven, zijn voor velen meer illustratief voor het vormen van een beeld over de handelingsmogelijkheden.

De workshop voor de hier gepresenteerde scenario's is gehouden op 30 januari 2018. De driving forces die hieronder worden beschreven zijn al in die workshop benoemd. Er werd geconcludeerd dat de energievoorziening – het beschikbaar zijn van afdoende elektrisch vermogen - voor de ontwikkeling van datacentra de belangrijkste onzekerheid was. De tweede driver is in één werkgroep aangeduid als de behoefte aan datacentra zelf. Er is op dit moment sprake van een latente vraag, maar daarover bestaan diverse onzekerheden, bijvoorbeeld de inherente vraag (centralisatie vs decentralisatie), de discussie over privacy, Europa etc.

Op basis hiervan zijn 4 scenarios geformuleerd:

1. Amsterdam datah(e)aven

Dit scenario vereist een hoog maatschappelijk draagvlak voor centrale gegevensopslag en verwerking en een voorspelbare en hoge beschikbaarheid van energie (elektrische aansluitcapaciteit). Door de combinatie van de elkaar versterkende effecten van hoge coördinatie en tijdige beschikbaarheid van stroom is het vloeroppervlak van de datacenter-sector in de MRA gegroeid met 1 miljoen vierkante meter ten opzichte van 2018. Om de servers in de datacentra voor deze grote uitbreiding te kunnen bedienen is er 2 GigaWatt aan leverbaar

vermogen bijgebouwd. Een extra capaciteit die alleen al een investering van €500 miljoen³ aan extra onderstation-infrastructuur vertegenwoordigde.

2. #DeleteFacebook

Dit scenario kenmerkt zich door een laag maatschappelijk draagvlak voor centrale gegevensopslag en verwerking en een onvoorspelbare en lage beschikbaarheid van energie, waardoor planning van het bouwen van nieuwe datacentra moeilijk is.

Het is 2030. In tegenstelling tot wat midden jaren '10 werd verwacht is er amper meer sprake geweest van groei in datacentra in de MRA. Het regende de éne na de andere onthulling over incidenten met onderhandse dataverkoop en grootschalige identiteitsdiefstal, waardoor steeds meer mensen de grote Internetbedrijven gingen wantrouwen. Actiegroep de Bittere Bit initieerde demonstraties en de Botte Byte slaagde zelfs in bezettingen van datacentra, nadat weer een groot hackincident boven water was gekomen. Massaal werden accounts en profielen verwijderd en daalde het gebruik van apps en internet of things toepassingen.

De expansie van het vloeroppervlak in datacentra sinds 2018 bedraagt niet meer dan 100 duizend vierkante meter en de capaciteitsbehoefte aan elektrisch vermogen is in de hele MRA met circa 200 MW gegroeid.

3. Vastlopen op het elektriciteitsnet

Dit scenario kenmerkt zich door een hoog draagvlak voor digitale infrastructuur. Echter de beschikbaarheid van energiec capaciteit in de MRA is onvoorspelbaar en blijft laag, doordat er op dat vlak geen grote coördinatie mogelijk lijkt.

Het is 2030. De digitale economie draait op volle toeren. Marktpartijen die via diverse sociale media platformen gebruikersgedrag te gelde maakten hebben zich geschikt en hun gedrag aangepast na enige terechtwijzingen en ingrepen van o.a. de Europese Commissie en Privacy Autoriteiten. De datacenter markt in de MRA en in heel Europa is echter radicaal veranderd, door koerswijzigingen in de energiesector, in het bijzonder de verduurzaming van de energieproductie, het opdoeken in 2018 van de verplichting om in nieuwbouwwijken aardgasnetwerken aan te leggen en de veel sterkere beleidsnadruk op Green-IT.

Tegelijkertijd is coördinatie van elektriciteitsvoorzieningen voor datacentra niet van de grond gekomen. Bewonersacties remmen regelmatig het tijdig kunnen plannen van onderstations met bezwaarprocedures en de ACM werkt ook niet echt mee, doordat het voor investeringen ten behoeve van datacentra geen aparte afschrijvingscategorie toestaat. Als gevolg daarvan komen investeringen in nieuwe datacentra vooral van de grond op de locaties, waar nog wel sprake is van genoeg capaciteit. In dit scenario verwachten wij daarom een groei van ca. 500 duizend vierkante meter ten opzichte van 2018. Er zal geen sprake zijn van extra groei in de MRA, omdat een deel van de locatiezoekers naar andere Europese steden of Nederlandse

³ Kostenniveau 2018

regionale datacentra uitwijkt. Daarnaast wordt dus de deur op een kier gezet voor “niet-datacenter” oplossingen voor de vraag naar rekenkracht.

4. Overaanbod

Dit scenario kenmerkt zich door een laag maatschappelijk draagvlak voor centrale gegevensopslag en verwerking en een voorspelbare en hoge beschikbaarheid van energie, waardoor planning van het bouwen van nieuwe datacentra aantrekkelijk is.

Het is 2030. In de regio Amsterdam staan onderbenutte onderstations en op diverse plaatsen halfvolle datacentra. In het Westelijk Havengebied is bij de Hemweg een heel gebied geschikt gemaakt voor de bouw van datacenters, maar het terrein is nog praktisch helemaal leeg.

Met deels leegstand in de MRA wordt in de praktijk een deel van de tegenvaller afgewenteld op de regionale datacentra. De nieuwe grootschalige datacentra zijn zeer assertief gaan prijzen en een deel van de regionale datacentervraag heeft zich naar de per vierkante meter goedkopere MRA-regio verplaatst.

Door de onderbenutting renderen echter de investeringen in onderstations en het uitgebreide en vernieuwde elektriciteitsnet ook slecht. Eigenlijk zou Alliander nu, in 2030, na tien jaar beperkte benutting van hun onderstation een afwaardering (impairment) moeten nemen.

De ACM laat dat echter nog niet toe.

Conclusie

In de scenario's zijn voor 2030 verschillende toekomstbeelden geschetst, met tegelijk ook al een stuk backcasting. Dat wil zeggen hoe we in die situatie zijn gekomen vanuit 2018. Hieronder zal daarom vooral worden ingegaan op de confrontatie van de scenario's en enkele risico's worden benoemd.

Wanneer we de huidige situatie beschouwen, waarbij de huidige onzekerheid met de snel toenemende onrust over gegevensmisbruik als tijdelijk wordt gezien, dan is bij ongewijzigd (dat wil zeggen zonder overheidsbeleid) het derde scenario “vastlopen op het elektriciteitsnet” het pad met een hoge mate van plausibiliteit.

Binnen deze scenario's komen er in principe een fors aantal beleidsopties naar voren, maar het belangrijkste punt is dat bij het opzetten van grootschalige coördinatie aan de aanbodzijde, om realisatie van veel datacentra te faciliteren, er risico's geadresseerd moeten worden ten aanzien van het maatschappelijk draagvlak, dat in snel tempo zou kunnen afkalven.

- *Noodzaak van het opzetten van beleid*

De noodzaak van het gaan voeren van beleid wordt onderschreven. Als er in internationaal perspectief in Europa 4 clusters zijn ontstaan, dan is het voor Nederland interessant om daarbij te horen. In het bijzonder als het niet voeren van beleid het risico inhoudt dat men op termijn wegzakt.

- *Monitoren van de ontwikkelingen*
Dit wordt nog niet gedaan. Schiphol en Haven worden voor beleid gemonitord, waarom deze sector niet? De commerciële / branche-initiatieven zijn gebaseerd op zelfrapportage en ontberen daarbij nog uniformiteit van definities/normen.
- *Optuigen van (bestuurlijke) samenwerking*
Dit wordt nog niet gedaan, de bespreking van de resultaten van het scenariotraject is een eerste start.
- *Het aanwijzen van ontwikkelgebieden voor datacentra*
De schaal is dusdanig geworden dat er sprake is van ruimtelijke impact en substantiële complementaire investeringen. Aanwijzen van ontwikkelgebieden zal zich richten op multi-tenant en kan het beste per 'thema'. Cloud is al vergeven evenals interconnectie. Een gebied voor het volgende cluster bewust aanwijzen in de MRA zal in overleg met Alliander (en daarachter Tennet) moeten gebeuren.
- *Het stroomvoorzieningsvraagstuk oplossen*
Dit is een randvoorwaarde voor faciliterend beleid, maar het is nu nog een vraagstuk met grote onzekerheid en onduidelijkheid over methoden en te ontwikkelen beleidsinstrumenten. Beleidsopties zullen moeten worden ontwikkeld en uitgewerkt.
- *Het initiëren van samenwerking in de energievoorziening*
Overheden en regionale ontwikkelingsorganen kunnen samenwerking opzetten op dit vlak, maar het gebeurt niet. Men is het wel ambtelijk eens, maar is dit bestuurlijk ook zo?

2 Inleiding

Wie aan de gemiddelde Nederlander vraagt *waar* zich het internet bevindt, dat meer dan 99% van de bevolking onder de 65 jaar nu dagelijks gebruikt⁴, kan vele vragende blikken verwachten. Sommigen hebben wel een beeld dat er ergens op de wereld computers staan opgesteld, waarmee de apps op hun mobieltje communiceren, waar de email, foto's etc. staan opgeslagen of waar de websites op staan waar men dagelijks gebruik van maakt, maar waar? In een telefooncentralegebouw? In een pand van het aanbiedende bedrijf? Staan de machines van Google, Facebook, Microsoft, Amazon en Apple allemaal in de Verenigde Staten en die van Samsung in Korea? En Zalando, staan de computers daarvan in Berlijn, die van Bol.com in hun vestiging in Waalwijk en van Booking.com in Amsterdam?

Veel van die Internetcomputers, samen met netwerkapparatuur, staan heden ten dage opgesteld in datacentra, nogal non-descripte gebouwen met forse beveiligingshekken eromheen en intensieve bewaking. Een aanzienlijk aantal van de datacentra van het Internet bevindt zich in Nederland, in het bijzonder in de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Twee zeer grootschalige datacentra (zogenaamde 'hyperscales') van internetgiganten staan op grotere afstand (buiten) de MRA in Middenmeer (Microsoft) en in Groningen/Eemshaven (Google). In de andere Nederlandse provincies buiten de MRA staan ook datacentra, echter veelal wat kleiner, en meer op het regionale bedrijfsleven gericht.

Lang niet elk land in Europa heeft een vergelijkbaar omvangrijke datacenter-sector. Er is ook buiten Nederland sprake van een stevige samenklontering van datacentra in enkele steden of stedelijke regio's zoals de MRA, echter op wereldschaal zijn de grootste concentraties van clusters datacentra te vinden in slechts enkele metropolen per continent. De MRA is in de afgelopen decennia één van die grootste wereldwijde datacenter-metropoolregio's geworden, in Europa onderdeel van de 'gouden ruit' Frankfurt-Londen-Amsterdam-Parijs. Voor Internetdiensten en -verkeer is de positie van de MRA vergelijkbaar geworden met die van de haven van Rotterdam in het scheepvaartverkeer of Schiphol in de luchtvaartsector: wereldschaal.

Van de aanwezigheid van een grootschalige datacenter-sector wordt economisch vrij onzichtbaar geprofiteerd. In het begin van de eeuw hebben multinationals besloten hun IT te concentreren in slechts enkele steden over de wereld (typisch één per continent) en hun eigen oude, vaak uit de jaren vijftig en zestig stammende, datacentra te verlaten. Bij de Nederlandse overheid lopen ook vergelijkbare saneringsprogramma's als in het bedrijfsleven en wordt vaak de term "Shared Service Center" gebruikt voor grootschalige datacenter-concentratie.

Er is in behoorlijke mate sprake van correlatie tussen de locaties van grote datacenter-clusters en een op wereldschaal prominent actieve Internet / ICT-bedrijfstak. Ook is er naast de vestiging van multinationals een duidelijke verband te leggen tussen de belangrijkste

⁴ Bron: CBS <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=83429NED&LA=NL>

datacenter-regio's met de Europese 'hotspots' van data-intensieve bedrijfstakken (onder andere de financiële sector en de media-industrie).

De schaal van de grote datacentra is vanaf de eeuwwisseling industrieel geworden, na een eerste bouw golf eind jaren '90 waarbij veelal nog bestaande gebouwen werden omgebouwd, is er tegenwoordig sprake van aparte, op de datacenter-functie specifiek ontworpen en ingerichte panden. Door het lokaal relatief hoge, geconcentreerde energieverbruik van datacentra, ontstaan er dan ook *industriële* vraagstukken op het vlak van de elektriciteitsvoorziening en energie-infrastructuur. Op of nabij een bedrijventerrein waar veel grote datacentra komen, dienen er lokale onderstations voor het elektriciteitsnet te worden bijgebouwd om aan de capaciteitsvraag te voldoen of de datacentra worden zelfs direct op het hoogspanningsnet aangesloten.

Daarmee komt er in een behoorlijk volgebouwd land als Nederland een bouwopgave en planningsvraagstuk tevoorschijn en in het bijzonder de vraag in hoeverre deze bedrijfstak te faciliteren c.q. (bij) te sturen is. Dat vraagstuk hangt ook deels af van de intrinsieke ontwikkelingen in de bedrijfstak voor digitale infrastructuur (datacentra, inclusief de apparatuur en software, die in die gebouwen wordt geïnstalleerd).

Om daarop een antwoord te vinden zijn er onder auspiciën van de Amsterdam Economic Board met een groep experts en stakeholders toekomstscenario's ontwikkeld, die in dit rapport worden beschreven.

Onderzoekopdracht en centrale onderzoeksvraag

De Metropool Regio Amsterdam heeft onderzoek laten doen naar het toekomstbeeld over de ontwikkelingen in de datacentersector in de MRA. Bij zulke toekomstbeelden worden aspecten als de typische economische levensduur van datacenter-investeringen en aanzuig-effecten van locatiekeuzes, die optreden bij het realiseren van dit type IT-industriële vestigingen, meegenomen.

Daarbij is het duidelijk dat de komende jaren het vermogensverbruik van de datacentra een zeer bepalende rol speelt en dat er juist op dat vlak vraagstukken zijn. Er is ook sprake van (technologische) onzekerheid, bijvoorbeeld of nieuwe ontwikkelingen en toepassingen in ICT ervoor zorgen dat er een versterkte samenklontering van datacentra ontstaat of juist weer een beweging naar decentralisatie. Tenslotte geldt bij forse doorgroei van datacentra dat er milieueffecten zijn. Er ligt een restwarmtevraagstuk op tafel, waar echter ook kansen liggen voor duurzame benutting van die restwarmte.

In de eerste twee decennia van de moderne datacenter-bedrijfstak (opgekomen aan het eind van de jaren '90) is er slechts marginaal gestuurd en was het beleid vooral te karakteriseren als "Gods water over Gods akker laten lopen". Met de toegenomen industriële schaal en geconcentreerde energiebehoefte is er echter sprake van een behoefte van inpassingen en het vormgeven van faciliterend beleid. Daarvoor is het niet alleen verstandig om een beeld te

hebben van de huidige situatie nu, de vraag en de vraagstukken op de korte termijn⁵, maar vooral ook een wat langere tijdshorizon, vooral omdat plannings-, bouw- en afschrijfcycli in bijvoorbeeld de elektriciteitsinfrastructuur zeer langjarig zijn.

De tijdshorizon voor deze studie is de middellange termijn en reikt tot 2030.

De centrale onderzoeksvraag van de opdrachtgevers was:

"Hoe ontwikkelt zich de komende jaren de behoefte aan datacentra en daarmee gepaard gaande vierkante meters en energiebehoefte in de Metropoolregio Amsterdam"

Voor het onderzoek zijn zowel interviews gehouden met experts op het vlak van ICT en energievoorziening als ook een scenario-workshop met experts uit de bedrijfstak en stakeholders.

Het doel van de scenarioworkshop is vaststellen wat de drijvende krachten zijn achter de toekomst van de (investeringsbeslissingen over vestiging en uitbreiding van) datacenters in de MRA, dat een internationale hotspot op wereldschaal is geworden in dit marktsegment.

Daarbij komen er ook vraagstukken op tafel in hoeverre de dynamiek in dit segment te besturen c.q. via overheidsbeleid te beïnvloeden c.q. impact te mitigeren valt. Hierbij dient bijvoorbeeld gedacht te worden aan het bevorderen van vestiging van datacenters in de regio om de nu omvangrijke complementaire investeringsvraag in elektriciteitsnet-investeringen te spreiden, beleid om restwarmte van datacenters nuttig aan te wenden en algemener beleid in het kader van Green-IT en datacenters.

Om dergelijke vragen te kunnen beantwoorden is diepgaander inzicht noodzakelijk in de trends, onzekerheden en drijvende krachten achter vestigings- en uitbreidingsbeslissingen voor datacenters. Op basis van de resultaten van de interviews en de workshop zijn vier plausibele toekomstscenario's opgesteld.

Opdrachtgevers

De studie is uitgevoerd onder auspiciën van de Amsterdam Economic Board⁶ en de Metropoolregio Amsterdam, vertegenwoordigd door de gemeente Amsterdam en Haarlemmermeer. Mede-opdrachtgevers waren Alliander, de provincie Noord-Holland en het REOS (namens deze het ministerie van BZK).

De lijst met personen waarmee is gesproken en de deelnemers aan de scenario-workshop is opgenomen in Annex C.

⁵ Sinds enkele jaren wordt een uitstekende 'foto van de markt' uitgebracht door de Dutch Datacenter Association. Zie <https://www.dutchdatacenters.nl/publicaties/state-dutch-data-centers-2017/>

⁶ <https://www.amsterdameconomicboard.com/toekomstscenarios>

3 Datacentra: kentallen in (inter)nationaal perspectief

In dit hoofdstuk geven we een overzicht van de omvang van de bedrijfstak in Nederland die datacentra uitbaat. De kentallen worden vergeleken met zowel de situatie in andere landen en, vanwege het energieverbruik in de vorm van elektriciteit wordt een vergelijking gemaakt met de overige sectoren van de Nederlandse maatschappij.

3.1 Informatietechnologie en datacentra: evolutie en typologie

Er zijn twee hoofdsoorten datacentra. De datacentra met één bewoner / huurder / eigenaar (single tenant) en de datacentra met meerdere huurders in één gebouw en/of op één datavloer (multi-tenant).

Single tenant datacenters zijn uitgevoerd voor één specifieke klant. In het verleden was dit van toepassing op rekencentra van grote bedrijven en overheidsorganisaties. De relatieve schaal van de datacenters van deze bedrijven is tegenwoordig echter zo klein ten opzichte van multi-tenant datacenters, dat het voor grote bedrijven veelal efficiënter is om gebruik te maken van multi-tenant datacenters. Single tenant datacenters is vandaag de dag van toepassing op grote, voor één specifieke (cloud) computing organisatie ontwikkelde datacenters. Hierbij kan gedacht worden aan de datacenters van Google (Eemshaven) en Microsoft (Wieringermeer) welke zich in Nederland bevinden en Amazon, Apple en Facebook welke grote single tenant faciliteiten hebben buiten Nederland. Voor een beschrijving van de markt voor datacentra gaat de aandacht primair uit naar de tweede soort datacentra: multi-tenant.

Voor de komst van het Internet zorgde voor de eerste golf aan multi-tenant datacenters. Websites moesten een aansluiting met het internet hebben en er waren weinig locaties waar dit met afdoende capaciteit beschikbaar was. Breedband verbeterde de verbindingen naar bedrijven waardoor steeds minder noodzaak was om een eigen server-ruimte op locatie te hebben. Hierdoor konden software voor diensten als e-mail, relatiebeheer etc ook uitbesteed worden en ontstonden de zogenaamde cloud-diensten. De beschikbaarheid van hoogwaardige datacenters zorgde er op zijn beurt weer voor dat het voor de ICT-afdelingen van multinationals en grote organisaties rendabel werd om hun systemen in multi-tenant datacenters te plaatsen. Hun eigen datacenters waren veelal ontworpen voor beschikbaarheid, maar niet voor efficiënte koeling en groot verbruik. Multi-tenant datacenters bleken een hogere beschikbaarheid tegen lagere kosten te kunnen leveren. Nabijheid tot grote bedrijven speelde een belangrijke rol in de ontwikkeling van Amsterdams positie voor datacenters (net als London Docklands, Frankfurt en New York).

3.1.1 Basis hulpbronnen ICT en locatiekeuze

Informatie en Communicatietechnologie (ICT) is een vakgebied waar in alle ICT apparatuur en toepassingen een samenstel is van drie basistechnieken en één of meer in- en uitvoerfuncties:

- Verwerkingscapaciteit (processoren)
- Opslagcapaciteit (geheugen)
- Overdrachtscapaciteit (van kabels of frequenties⁷)

Bij 'in- en uitvoer' gaat het om bijvoorbeeld toetsenborden, beeldschermen, muis- en touchpads, microfoons, luidsprekers, camera's, bewegings-, warmte- en chemische sensoren etc.

Bij elke informatietechnologische toepassing van een klein apparaat tot een groot systeem kunnen de basistechnieken en in- en uitvoerfuncties worden aangewezen. De basistechnieken zijn dusdanig fundamenteel dat het informatierecht en telecomrecht op het onderscheid is gebaseerd.

Datacentra zijn gebouwen waarin veel verwerkingscapaciteit (processors) en systemen voor opslag (harde schijven) opgesteld staan. Decentrale toepassingen, bijvoorbeeld 'apps' op mobiele telefoons of tablets, staan tegenwoordig vaak in verbinding met de systemen in datacentra.

In de afgelopen jaren zijn de locaties van datacentra zeer vaak bij grote knooppunten van overdrachtscapaciteit gerealiseerd. Dat laatste, het samenkomen met netwerkknooppunten voor overdrachtscapaciteit is niet voor alle typen en rollen van datacentra een essentiële randvoorwaarde. In het verleden zijn 'computer uitwijkcentra' in dunbevolkte gebieden gerealiseerd of zelfs in grotten gebouwd. Het idee was dat in geval van een calamiteit deze locaties minder kwetsbaar zouden zijn en de systemen en opgeslagen data daarom beter beschermd waren. Ook in recente jaren zijn door enkele 'Internetgiganten' zeer grote datacentra - de zogenaamde single tenant 'hyperscales' - gerealiseerd in relatief afgelegen locaties. Van de keuze van Noord-Zweden vanwege de koeling en goedkope (waterkracht) energie (Facebook) tot Google's datacentrum in de Eemshaven en Microsofts datacentrum in Middenmeer, welke gedreven lijken door een beschikbaarheid van stroom en hoogwaardige netwerken.

In Nederland is echter in de afgelopen twee decennia een, ook in internationaal perspectief, zeer groot aantal datacentra in de Metropoolregio Amsterdam neergestreken. Door de actieve rol van de Nederlandse academische netwerken en rekencentra (Surfnet, Sara en NIKHEF) in Europese projecten zijn veel vroege internet netwerken richting Amsterdam aangelegd en daar met elkaar verbonden. Toen het Internet commercieel werd kon in Amsterdam met een groot deel van het bestaande Internet geïnterconnecteerd worden. De vroege oprichting (1996) van de Amsterdam Internet Exchange was daarbij ook een katalysator. Locatiekeuze hangt deels samen met functie, doel en afzetmarkt. Echter ook andere factoren bijvoorbeeld specialisatie in auteursrechtelijk beschermd materiaal speelt soms een rol. Luxemburg, bijvoorbeeld, heeft vanwege RTL in het verleden haar (auteurs)wetsregime geoptimaliseerd voor bedrijven met 'audiovisuele content' en brengt dit element nu op als vestigingsfactor bij locatiekeuzes. Nederland had onder andere als voordeel dat het niet een nationale telecomfabrikant had die

⁷ De overheid reguleert en vergunt gebruik van radiofrequenties tot 300 GHz. De "visuele" frequenties, zoals zichtbaar licht en infrarood (bijvoorbeeld TV-afstandsbediening) worden niet specifiek gereguleerd.

technische keuzes voor netwerken en computers voorschreef. Het ontwikkelde zich daarmee tot neutrale grond tussen de grote telecoaanbieders in Europa. Ten slotte geldt dat alle ICT-technieken (elektrische) energie verbruiken. De beschikbaarheid en kostprijs van elektriciteit varieert sterk per locatie in de wereld en beïnvloedt ook vestigingsbeslissingen en ontwerpen. Tot ongeveer het jaar 2000 speelde elektriciteit een beperkte rol in de ontwikkeling van datacenters. Na 2000 veranderde het ontwerp van servers naar hoge dichtheid blade computers welke 5 tot 10 keer meer stroom verbruikten per rack dan daarvoor gebruikelijk was. Daarbij moet elke Watt die door een processor gebruikt wordt ook gekoeld worden. Initieel was het gevolg dat datacenters gebouwd voor 2000 soms meer dan voor de helft leeg stonden, omdat ze niet voldoende stroom en vooral koeling hadden voor de opgestelde servers. Ook hier bleek de regio Amsterdam goed in te kunnen voorzien, door beschikbare centrales in de regio, maar ook door de goede interconnectie middels het hoogspanningsnet van Tennet.

De beschikbaarheid van hoogwaardige datacenters zorgde er op zijn beurt weer voor dat het voor de ICT-afdelingen van multinationals en grote organisaties rendabel werd om hun systemen in multi-tenant datacenters te plaatsen. Hun eigen datacenters waren veelal ontworpen voor beschikbaarheid, maar niet voor efficiënte koeling en groot verbruik. Multi-tenant datacenters bleken een hogere beschikbaarheid tegen lagere kosten te kunnen leveren. Nabijheid tot grote bedrijven speelde een belangrijke rol in de ontwikkeling van Amsterdams positie voor datacenters (net als London Docklands, Frankfurt en New York).

Daarbij is er vaak in de ontwerpfase, in het bijzonder in een nieuw startend ICT-werkveld / toepassingsgebied / domein nog sprake van grote ontwerp-vrijheidsgraden. Het vroeg op zo'n 'nieuwe trein' springen werpt vruchten af, omdat dan de vrijheidsgraden nog groot zijn en vooral als er sprake is van schoorsteeneffecten, waarbij de eerste partijen een 'startend ecosysteem' realiseren en daarmee voor andere bedrijven, een aanzuigende werking uitoefenen. Echter niet elke ICT-innovatie resulteert in zo'n 'ecosysteem'.

In de informatietechnologie geldt tenslotte dat nieuwe toepassingsgebieden en doorbraken in ICT-technieken vrijwel altijd in golven op de markt komen. Er zijn daarbij twee soorten golven, langjarige diffusies met een doorlooptijd van decennia binnen een bedrijfstak, werkveld of zelfs de maatschappij in geheel en de kortere cyclische golven. Per golf worden daarbij andere ontwerp- en locatiebeslissingen genomen, grotendeels omdat de onderlinge prijs- en prestatieverhoudingen voor verwerkings-, opslag- en overdrachtscapaciteit in de loop der tijd veranderen.

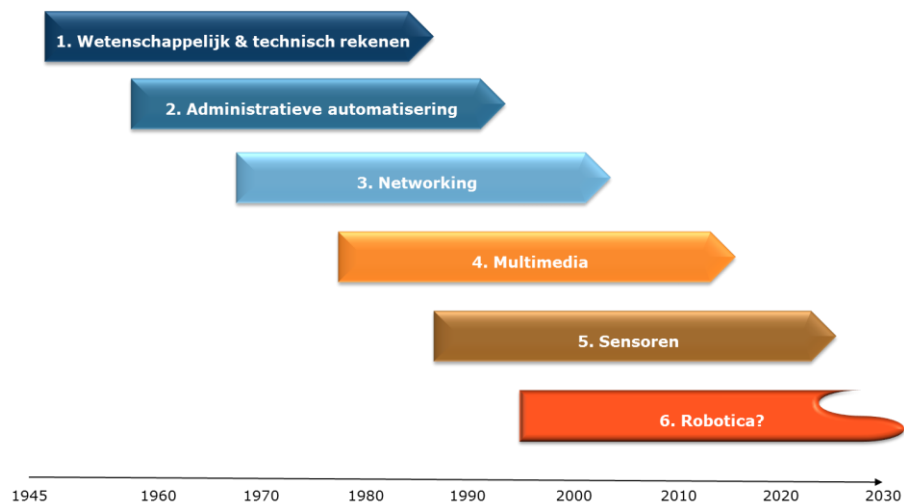
3.1.2 Zes ICT golven sinds de Tweede Wereldoorlog

Voor de elektronische digitale ICT zoals wij dat nu kennen is in de Tweede Wereldoorlog de grondslag gelegd, echter de ontwikkeling ervan komt na de oorlog pas serieus op gang. Er is sindsdien sprake geweest van vier grootschalige, elkaar deels overlappende vervangingsgolven waarbij in de beginfase vaak oude technieken gebaseerd op (elektro-) mechanische apparaten zoals bijvoorbeeld ponskaartensystemen, telefooncentrales, typemachines of filmrollen door nieuwe elektronische digitale technieken worden vervangen.

De vijfde golf, die van de sensoren, is nu onderweg. Vanaf eind jaren '80 zijn er in de R&D allerlei sensoren ontwikkeld, die oude technieken (van bijvoorbeeld mechanische weegschaal tot gyroscoop) vervangen met elektronica.

Kenmerkend is dat in elke lange golf het groeipad van innovatieve R&D en laboratoriumwerk tot massa-adoptie enkele decennia in beslag nam met binnen zo'n hoofdgolf vaak meerdere technologie-generaties.

Bij elk van deze technologische golven is er een andere rol en ook wijze van inzet van een datacenter gerealiseerd en is dit voor de toekomst ook te verwachten.



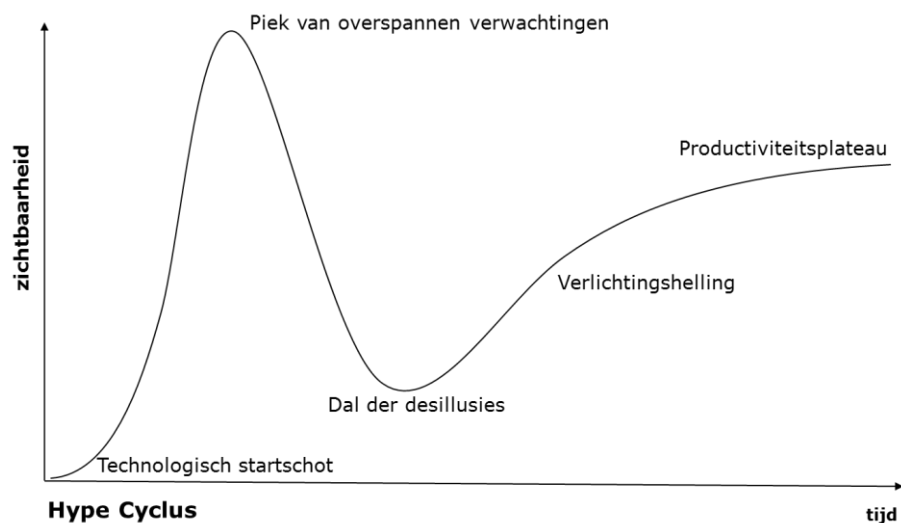
Alleen in de eerste jaren na de Tweede Wereldoorlog was IT en digitalisering vooral het onderwerp in het werkveld wetenschappelijk en technisch rekenen. Daar past men nu supercomputers toe en het werkveld wordt gekenmerkt door vraagstukken met vaak een grote overheidssturing en R&D gehalte.

Wanneer IBM aan het einde van de jaren '50 de 'mainframe computer' introduceert, en men primair de (groot)zakelijke markt en grote overheidsorganisaties ging bedienen met kantoorautomatisering en IT voor administratieve processen, is de bedrijfstak zelf cyclisch geworden. Verwachtingen van innovaties zijn vaak hooggespannen en er vallen dus ook technische vindingen tegen.

Een bekende beschouwingwijze van zulk opkloppedrag in de ICT-sector is de door het bureau Gartner geïntroduceerde Hype Cyclus. Nieuwe technieken en ideeën, vooral die waar bij velen het (commerciële of ideële) hart vol van is, worden door hen gescoord op onderstaande curve.

De gedachte erachter is dat in een marktsetting de piek van overspannen verwachtingen ook typisch het moment is dat er massaal in steeds wildere plannen durfkapitaal wordt gestopt. Na het doorprikken volgt dan een forse terugval in toegang tot kapitaal en meer realisme.

Een belangrijke tweede observatie is dat voor de technieken, die het 'dal der desillusies' passeren en doorgroeien naar een productiviteitsplateau de werkelijke afzetvolumes en adoptie van een technologie alsnog en op veel grotere schaal plaatsvindt (vaak een factor 10 tot 20 meer) dan de adoptie tijdens de hypefase.



Figuur 1 Gartner's hypecyclus wordt door praktisch elke ICT-techniek doorlopen

1. Wetenschappelijk en technisch rekenen

Al bij de realisatie van de eerste "elektronische computers" in Nederland, eind jaren '40 / begin jaren '50 is er sprake van speciale ruimtes voor de dan nog zeer grote computers en vanaf de jaren zestig worden de eerste gebouwen er speciaal voor neergezet en ingericht, die men kan aanduiden als "datacenter" of de oudere term "rekencentrum".

De eerste generatie computers die in de jaren vijftig werden gebouwd betrof vooral machines voor 'wetenschappelijk rekenen' en 'defensie' (ballistiek, kraken van cryptografie, etc.). Dit leidde vanaf de jaren zestig voor wetenschappelijk en technisch rekenen tot het werkveld *supercomputers (High Performance Computing)*. In Nederland staan op dit moment een handvol supercomputers (SURFsara, KNMI, Astron, NLR en Shell Exploratie) en een aantal mini-supercomputers op universiteiten (voor hun rekenintensieve vakgroepen).

Datacenters voor supercomputers onderscheiden zich door een aantal extra zware eisen vanwege het hogere gewicht en hogere energieverbruik per kast en vaak ook speciaal benodigde voorzieningen voor water/oliekoeling van de rekenmonsters.

Op de internationale lijst van krachtigste supercomputers Top500 staat voor Nederland naast de Cartesius 2 van SURFsara (plaats 143) en lager op de lijst ook nog een aantal machines,

gebouwd voor een "Software Company" door HewlettPackard. Op welk bedrijf dat slaat is niet openbaar.⁸

⁸ <https://www.top500.org/list/2017/06/?page=4>

2. Administratieve automatisering

Vanaf eind jaren '50 startte er een tweede 'golf' in de IT: de administratieve automatisering. IBM, introduceerde de 'mainframe' computer voor de grootzakelijke markt en overheidsorganisaties met veel administratie. Later kwam de mini-computer voor middelgrote bedrijven.

Vanaf de jaren zestig worden er veel datacentra voor die "mainframes" gebouwd. Uit deze periode van kantoorautomatisering stammen bijvoorbeeld het Rijkscomputercentrum (het latere Roccade), de gemeentelijke rekencentra van de grote steden, zoals het Amsterdamse GCEI, en de eerste datacentra van de banken. Naast een eigen datacentrum namen bedrijven vaak een abonnement op ruimte in een Computer Uitwijk Centrum, waar reservemachines (backup) werden neergezet. De datacenter markt die in die jaren ontstaat is gericht op de (groot)zakelijke markt: *enterprise computing*.

De administratieve automatiseringsgolf eindigde voor datacenters al begin jaren '90. De opkomst van de PC decentraliseerde rekenkracht naar de bureaus en het daarna koppelen van PC's met lokale netwerken en afdelingsservers in organisaties, bracht enige tijd stagnatie te weeg in de vraag naar centrale dataverwerking en daarmee datacenters.

3. Networking (aanleg van digitale netwerken)

De derde golf – Networking – kent haar wortels in het einde van de jaren zestig, wanneer computergestuurde telefooncentrales worden ontwikkeld en digitale transmissie. De eerste geslaagde communicatie op een prototype Internet vindt plaats in 1969.

Voor telefooncentrales bestaan al sinds de late 19^e eeuw aparte gebouwen. Echter voor de knooppunten van digitale datanetwerken was dat niet het geval. Vooral niet als andere partijen dan telecomoperators daar na de liberalisatie van de datacommunicatiemarkt in 1992 een hoofdrol in gaan spelen.

In de jaren '90 gaan in Europa de academische Internetpioniers 'verkeersuitwisseling' organiseren. In 1996 wordt hiervoor door SURFnet en NLnet de vereniging Amsterdam Internet Exchange opgericht en men kiest Nikhef en SARA in de Watergraafsmeer als "neutraal uitwisselingspunt". Soortgelijke beslissingen ziet men ook in andere EU-landen, echter Nederland was er zeer vroeg bij.

Al snel meldden zich daarop de eerste exploitanten voor het inrichten van een eigen datacenter op korte afstand van het Ams-IX knooppunt. ISP's zetten daar niet alleen hun netwerkapparatuur neer, maar ook servers voor websites en andere diensten. Een deel van het midden- en kleinbedrijf, dat zich nooit echt een eigen datacentrum kon veroorloven zet in die gebouwen hun servers neer, of ze huren capaciteit in op machines bij ISP's voor hun websites. De datacenter markt ontwikkelt zich voor: '*colocatie*' en '*hosting*'.

De vastgoedsector springt eind jaren '90 in op de vraag naar datacenters en bouwt in de Metropoolregio Amsterdam oude hallen en loodsen nabij de nieuwe dataknooppunten om tot

datacentra. Daarna crasht de jonge commerciële datacenter sector samen met de Internet en Telecomsector in 2000 - 2001 en blijft over met vaak slechts voor een fractie gevulde hallen.

Na die crash gaat een deel van het grootzakelijke bedrijfsleven in Amsterdam op koopjesjacht naar *colocatie*ruimte in die gloednieuwe, lege Amsterdamse datacenters en zij schrappen regelmatig hun eigen oude "rekencentra". Er wordt echter ook enige capaciteit van de markt verwijderd door faillissementen en terugdraaien van investeringen in hallen.

De markt voor de eind vorige eeuw gecreëerde commerciële datacentra sector in Amsterdam trekt uiteindelijk pas weer echt aan, aan het eind van het vorige decennium.

4. Van Multimedia naar social media

De vierde IT golf werd in de jaren '90 al "verwelkomd" en aangeduid met de term *multimedia*. Wat in de jaren '70 startte als de digitalisering van o.a. audio en video met het ontwikkelen van de CD (Philips-Sony) als vervanging van de grammofoonplaat, digitale fotografie en digitale videocamera's voor (smal)film, naast de in de jaren zeventig al spelende digitalisering van de 'printindustrie'. Een deel van de digitale technieken worden vanaf eind jaren '80 breed verspreid. Eind jaren '90 komen digitale video en fotografie ook op de markt. De MP3 voor muziek wordt na 1997 in zeer korte tijd populair, omdat met dat compressieformaat muziekbestanden hanteerbaar kunnen worden uitgewisseld over Internet.

Grootschalige verspreiding van multimedia-technieken komt pas na 2000 goed tot ontwikkeling met goedkope 'breedbandtoegang', de iPod en camera's in mobieltjes. Nederland schiet onder stevige concurrentiedruk naar de top van de internationale lijstjes in breedbandpenetratie en gebruik. De meest succesvolle toepassers van de massale verspreiding van goedkope multimedia-apparaten etc. worden echter niet de traditionele (multi)media(uitgevers) of "cross media" bedrijven, maar de bedrijven die "social media" grootschalig en geslaagd met apps in de markt zetten. Snapchat, Youtube, Twitter, Instagram, Facebook verwerken een continue stroom aan zelfgemaakte multimediale content. Bij grote nieuwsevenementen zijn Youtube en Twitter de plekken waar de meest actuele beelden te vinden zijn.

Het sociale aspect heeft ook zijn effect in sectoren als reizen, restaurants en retail. Sites voor elektronisch winkelen (Amazon) en vergelijkingssites, werden eind jaren negentig als "elektronisch winkelen" gezien en niet als het al vroeg nemen van een stevige stap in de richting van "social media". De onderlinge aanbevelingen en recensiefora, waar gebruikers elkaar informeren veranderen echter hele sectoren. Restaurants en hotels de onvoldoende scores overleven niet meer, want klanten boeken niet meer. Producten die gewaardeerd worden krijgen wereldwijde exposure. Een site als Kickstarter maakt het mogelijk voor bedrijven om een goed idee voor te financieren doordat klanten vooraf inschrijven en betalen.

Amazon combineerde vanaf eind vorig decennium als eerste haar eigen investeringen in servers in haar datacentra(ruimtes) met het verhuren van die capaciteit aan derden in

zogenaamde 'cloud diensten'. Het apocriefe verhaal hierachter is dat Amazon zich moest dimensioneren op de kerstpiek en dus de rest van het jaar met overcapaciteit zat, welke verhandeld kon worden. In de praktijk was het zo dat de infrastructuur-mensen van Amazon zich realiseerden dat de eigen behoefte zo snel groeide dat ze een uniforme (cloud) infrastructuur nodig hadden, waar het toevoegen van nieuwe ideeën van de ontwikkelaars niet beperkt werd door (een tekort aan) infrastructuur. Overcapaciteit was noodzaak. Door deze overcapaciteit ook aan derden beschikbaar te stellen bleek het bedrijf een hele nieuwe markt aan te spreken van dienstenontwikkelaars. Deze dienstenontwikkelaars worden ontzorgd omdat ze geen kennis meer hoeven te hebben van hardware, servers, koeling, datacenters, backups etc. Amazon Webservices (AWS) beconcurrereert daarmee deels de eerder gevormde hosting en colocatiebedrijven in de datacentra. Het bedrijf levert opslag- en verwerkingscapaciteit "in de cloud" aan veel "app-ontwikkelaars", die zelf individuen met hun "apps" bedienen.

De eigen computers worden door Amazon neergezet in datacentra bij de grote internet-knooppunten of men bouwt in sommige landen eigen, grote "hyperscale" computercentra. Vanaf 2010 verandert Amazon steeds meer in de leidende aanbieder van *cloud computing*. Een toepassing als Dropbox werd initieel groot door gebruik te maken van de 'pay-as-you-go' capaciteitsverhuur van Amazon. Pas nadat Dropbox veel succes had en de rekening van Amazon erg hoog werd, ging het zelf in datacentra investeren.

Maar sinds Apple in 2008 de iPhone in Europa lanceerde is *social media* pas echt op grote schaal doorgebroken: Google/Youtube, Facebook, Samsung en Apple zijn de laatste tien jaar de nieuwe IT-giganten geworden. Microsoft veranderde van een dominant bedrijf in een 'metoo' marktpartij en de wereldmarktleider in mobiele telefoons Nokia zag haar toesteldivisie in enkele jaren in elkaar zakken.

Naast Amazon zetten ook de andere grote 'social media' giganten hun eigen apparatuur neer in "hyperscale" datacentra. Toch zijn er ook giganten die niet groot genoeg zijn voor eigen datacenters. Partijen als Salesforce, Exact, IBM etc. maken gebruik van multi-tenant datacenters waar ze eenvoudig met veel andere clouddiensten kunnen interconnecteren. Cloud zit echter op nog maar 20% van zijn marktpotentieel en heeft interconnectie tussen clouddiensten en naar bestaande serverparken van multinationals nodig. De klanten van deze bedrijven combineren de producten van meerdere dienstverleners. Door gebruik te maken van Application Programming Interfaces (API) van de producten ontstaan modulaire combinaties van diensten. Om dit goed te laten werken is het nodig dat er niet teveel vertraging zit in de toegang en dat goedkope ethernet-interfaces gebruikt kunnen worden (welke een bereik tot 10km hebben). De beste manier om dit te garanderen is door in hetzelfde datacenter of op een campus van datacenters te zitten. Dit heeft een clustering van datacenters en diensten tot gevolg.

In de Cloud worden op dat moment vooral veel gegevens opgeslagen vanaf mobieltjes en tablets. Daarnaast is er een verhuizing op gang gekomen van productiviteits-toepassingen (tekstverwerken, boekhouden etc.) weg van de desktop naar de centrale computersystemen.

5. Sensoren en Internet of Things

De vijfde IT golf is die van – sensoren – en startte in de laboratoria in de jaren '80. Veel oude mechanische meetinstrumenten zijn sindsdien gedigitaliseerd met sensoren-op-chips. Camera's, microfoons, maar ook sensoren voor positie (gyroscop, GPS-ontvanger), rek- en druksensoren, chemische stoffen en trillings-detectie.

Bij de lancering van de iPhone stopt Apple onder leiding van Steve Jobs het apparaat stampvol met sensoren. Ook auto's worden steeds massaler uitgerust met o.a. akoestische sensoren (parkeren), trilsensoren (voor de airbag) en bij de nu nog prijzigere modellen de korte afstandsradar (afstandssensor).

Het Internet of Things is een term die vooral doelt op het op brede schaal toepassen van de sensor-innovatiegolf. Dit nieuwe ICT-technologische segment is nog volop in ontwikkeling.

Er is daardoor ook nog onzekerheid hoe en waar de "gegevensopslag" en "verwerking" van data precies gaat plaatsvinden: Blijft data aan de randen van het netwerk in bijvoorbeeld mobiele toestellen, de automobiel etc. en dus decentraal of juist centraal? Of is er misschien een tussenlaag in de buurt van bijvoorbeeld een mobiele antenne.

Er is een continue afweging tussen initiële verwerking in smartphones, auto's etc. en verdere verwerking in cloud diensten. On-board verwerking van de data is snel en direct, maar kan veel batterij en processorkracht vereisen. Cloud computing biedt veel meer processorkracht en datamodellen om de gegevens te verwerken. Cloud computing ontlast de apparaten aan de rand. Er is echter een trade-off: het tussenliggende netwerk heeft een beperkte capaciteit en leidt tot vertraging. In Fabrikanten van smartphones en ontwikkelaars van "apps" zijn erg druk bezig zijn om "cloud-diensten" en "sensordata", zoals bijvoorbeeld locatiegegevens te verzamelen met het mobieltje. Uit de veelheid van sensordata die onze mobieltjes en IoT-apparaten verzamelen wordt een klein deel continu doorgebriefd naar de cloud; of we nu hardlopen, navigeren, de lampen aan en uit zetten, verwarmen of TV-kijken.

Augmented reality, enkele jaren terug vooral een hype, begint nu realiteit te worden in zakelijke toepassingen. Je kunt bijvoorbeeld door het richten van je smartphone naar de ondergrond informatie op je scherm krijgen over de ligging van ondergrondse kabels. Echter bij veel van dit soort toepassingen wordt geworsteld met de vraag van wie de data zijn en wanneer en aan wie die mogen worden 'verstrekt'. Simpelweg KLIC-data openen over kabelligging is prachtig voor grondroerders, die vaak schade veroorzaken, maar wat als iemand terrorisme in de zin heeft?

Het is op dit moment nog niet duidelijk aan te geven wie er in deze sensoren-technologiegolf de dirigentenrol op zich neemt. Het is echter wel al enige tijd duidelijk dat de fabrikanten van de sensoren, die de kern van het Internet of Things mogelijk maken, vooral als anonieme onderdeelleverancier functioneren. Er is dit keer geen sprake van 'Intel Inside' campagnes. Dit betekent niet dat deze anonieme partijen klein zijn of van weinig waarde. De recente overname soap rond Broadcom, Qualcomm en de Nederlandse chip-gigant NXP laat zien hoe groot de bedragen en (geo-politieke) strategische belangen zijn.

Wie de voorgaande grote IT-golven bekijkt, merkt steeds dat er een stevige correctie of crash optreedt, waarbij één of meer prominente leidende partijen sneuvelen of fors moeten inleveren op hun marktpositie.

6. *Robotica?*

Er zijn sterke indicaties dat een zesde golf in de ICT betrekking gaat hebben op Robotica in mogelijke samenhang met AI (Artificial Intelligence) en technieken als 3D printing. Binnen universiteiten en high-tech bedrijven voor robotica en drones is op dit moment sprake van zeer forse technische sprongen.

Eén van de hoofdargumenten voor zo'n ontwikkeling is dat de voorgaande technologie-golf met een grote correctie of crash eerst het volume moet hebben gemaakt en de innovatie-investeringen uitgelokt voordat een technologie echt goedkoop wordt. Breedbandtechnieken als ADSL bestonden al in de tweede helft van de jaren '90, maar tegen veel te hoge kostprijzen om massaal ingang te vinden die nodig was voor multimedia en social-media. Hetzelfde deed zich voor rond de mobiele revolutie.

Robotica en in het verlengde daarvan bijvoorbeeld zelfsturende auto's, vereist een dusdanig grote hoeveelheid sensordata, dat het moeilijk is om de technieken tegen de huidige kostprijzen toe te passen. Een forse marketcrash doet dan wonderen. Een dergelijke correctie zou best kunnen plaatsvinden nu bijvoorbeeld sensoren als Lidar, welke tot voor kort \$75.000 kosten, in prijs zullen dalen tot onder \$100 dollar.

Wat na Robotica als technologisch innovatie-werkveld voor ICT komt is nu nog niet zo zeker te benoemen. Een mogelijke kandidaat is bijvoorbeeld de integratie van ICT met biologische domeinen en medische technologie: de Bionica.

Voor de ontwikkeling van datacenters is het van belang dat bij elke golf er een nieuwe categorie datacenters en computers in die datacenters kwam.

3.2 Internationale datacenters – positie van MRA

De Metropoolregio Amsterdam bevat een groot aantal datacentra, ook in Europees en wereldwijd perspectief. Daarnaast bevindt zich hier het internetknooppunt van de Amsterdam Internet Exchange, de publieke Internet Exchange met het grootste aantal aansluitingen en marktpartijen als lid. In Europees perspectief zijn qua datacentermarkt de vergelijkbare metropoolregio's die van Frankfurt, Londen en Parijs.

Het internationale vastgoedresearch bureau CBRE houdt de aanbodcapaciteit bij voor datacentra (gemeten in MegaWatt energiecapaciteit, een maat die zij belangrijker achten dan vierkante meters vloeroppervlak).

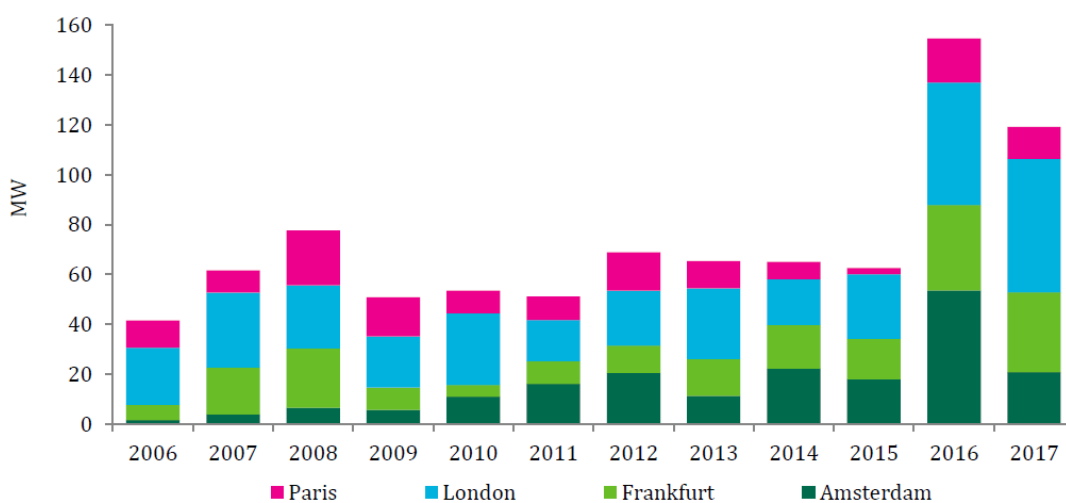
Uit de figuur voor de periode 2006 – 2017 valt duidelijk te zien dat tot ca. 2010 Amsterdam beduidend minder 'uptake' had dan Frankfurt, Londen en Parijs. Dat wijzigt vanaf dat jaar en een belangrijke reden daarvoor is de "bevrozing" van de Londense markt in 2011 en 2012 in

verband met de Olympische Spelen in Londen. Grote infrastructurele werken, wijzigingen in energienetwerken en dergelijke welke niet ten gunste van de Olympische Spelen kwamen, moesten wachten tot na afloop van de Spelen.

Marktpartijen konden gedurende bijna twee jaar niet eenvoudig terecht in Londen en net in die periode begonnen de investeringen in Cloud Computing los te komen, waardoor bijvoorbeeld de Amerikaanse marktpartijen, die er in wilden investeren hun eerste Europese 'cloud-site' in Amsterdam situeerden en niet in Londen.

Omdat andere partijen met een Cloud Computing behoefte voor het maken van directe koppelingen graag dicht bij hun cloud-zakenpartners zitten, had deze timing een stimulerend effect op vestigingen daarna. Als bijvoorbeeld Salesforce al aanwezig was, dan was het eenvoudiger om ook Office365, Navision of ander diensten in die omgeving te vestigen. Latency⁹ was lager en interconnectie eenvoudiger.

Figure 5: European Colocation Take-up as at Q4 2017



Source: CBRE Research, Q4 2017

De gegevens laten ook zien dat in 2016 Amsterdam een exceptioneel grote uptake heeft gekend, veroorzaakt door een tweetal maatwerk opdrachten, die direct zijn verhuurd.

Daardoor was in 2016 de Amsterdamse uptake zelfs iets groter dan de uptake in Londen (waar de uptake al bovengemiddeld hoog was). Dergelijke grote afnamecontracten hebben zich echter niet herhaald in 2017.

⁹ De looptijd van een bericht of signaal tussen zender en ontvanger

Vergelijking colocatie kentallen – FLAP-steden (MW)¹⁰

		Aanbod	Beschikbaar	In gebruik	Voorraad op in (jaar)	Take-up kw	Take-up jr
Amsterdam	4k2017	244	45	199	1.8	2.7	20.9
	4k2016	204	21	183	1.2	44	53.6
Frankfort	4k2017	279	69	210	3.7	12.1	31.9
	4k2016	203	27	176	2	3.8	34.2
Londen	4k2017	482	97	385	3.4	12.7	53.5
	4k2016	404	71	333	3.2	20.4	49.2
Parijs	4k2017	156	21	135	2	5.9	12.8
	4k2016	146	23	123	2.6	6.6	17.6
Europa FLAP Total	4k2017	1,160	232	928	2.8	33.4	119.1
	4k2016	958	142	126	2.3	74.9	154.5

Uit de gegevens van CBRE Research wordt duidelijk dat de omvang van Frankfurt gemeten als elektrisch vermogen effectief in gebruik iets boven dat van Amsterdam ligt. Londen is op dit moment een veel grotere markt voor datacentra.

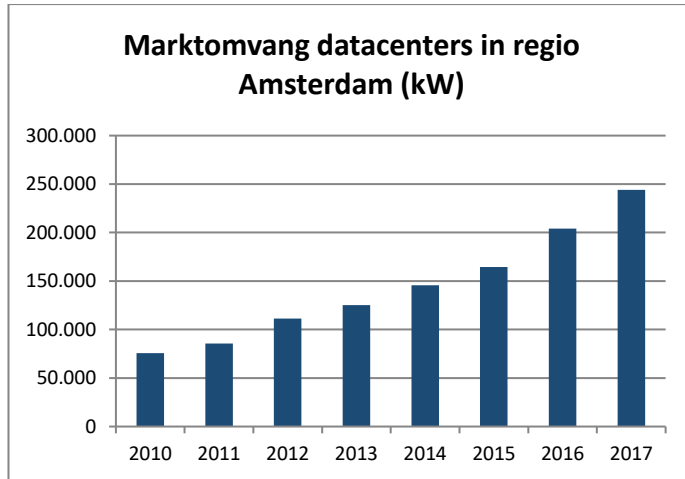
Wanneer echter in maart 2017 adviseurs Cushman & Wakefield de Brexit Implications on the UK Data Centre Market¹¹ analyseren en dan een vergelijking tussen de Britse / Londense en de Nederlandse / Amsterdamse markt leggen, dan wordt de goedkope energie hier aangestipt, maar de nadruk gelegd op Infrastructure Challenges, die Nederland ervaart en beperkte gebieden waar groei mogelijk is. Uiteindelijk wordt in dat rapport toch erkend dat het VK toch gekenmerkt wordt door issues met elektrische energieopwekking en hoge kosten voor het leveren van energie.

3.3 Nederlandse datacentra-sector

Het internationaal werkende vastgoedonderzoeksbureau CBRE Research geeft alleen de omvang aan van de markt in de Metropoolregio Amsterdam. Zij meten de omvang in beschikbaar vermogen (kW of MW) voor IT-load, als hieronder weergegeven.

¹⁰ CBRE Research Marketview: Europe Data Centres, Q4 2017

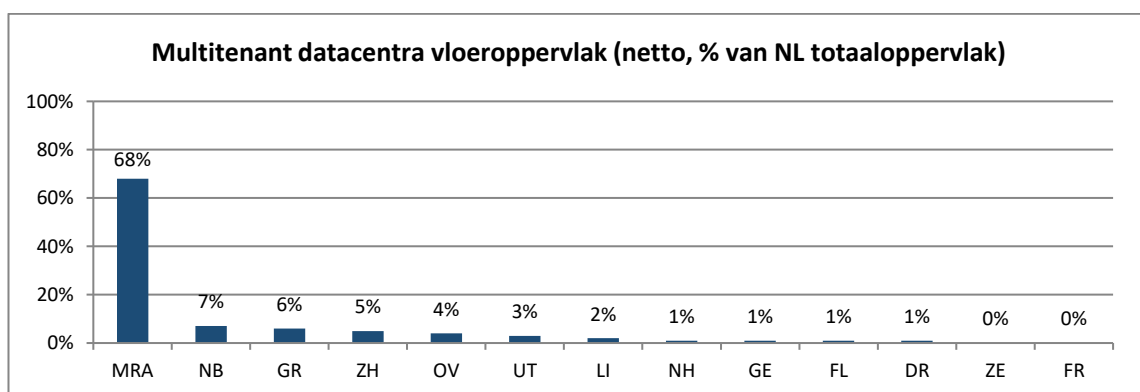
¹¹ http://www.cushwakedatacentres.com/downloads/brexit_document_3_30_17.pdf



Bron: CBRE Research

De Nederlandse bedrijfstak van datacentra heeft zich verenigd in de Dutch Datacenter Association en die houden zelf statistieken bij, verzameld door het bureau Pb7. Zij vragen zowel vermogens op als vierkante meters vloeroppervlak bij marktpartijen en verzamelen gegevens voor heel Nederland en daarmee ook de twee grote 'single-tenant hyperscales' van Microsoft en Google in Noord-Holland en Groningen.

De DDA telt op dit moment 205 multi-tenant datacentra in Nederland met 283 duizend vierkante meter netto vloeroppervlak. In de MRA noteren zij 49 multi-tenant datacentra en 53 single-tenant met 188 duizend vierkante meter netto vloeroppervlak. Hun onderzoek is qua diepgang het meest compleet en is gericht op het in kaart brengen van vloeroppervlak.



Bron: Pb7 Research, mei 2017 voor DDA

In Nederland is de MRA regio zeer dominant in multi-tenant datacentra. Single tenant datacentra staan veel meer in de provincie opgesteld. Single tenant zijn zowel de twee grote *hyperscale's* als de historische *enterprise datacentra* van onder andere het Rijk. Men moet echter ook denken aan de in de jaren zeventig onder Den Uyl gespreide overheidsdiensten

(bijv. Veendam - Kentekenregistratie, Heerlen - ABP, Apeldoorn - Belastingdienst, etc.). Een deel van die diensten draait mee in het lopende meerjarige centralisatieprogramma die het Rijk uitvoert om met IT van de vele tientallen datacentra naar uiteindelijk 5 grote shared service centra terug te gaan.

De multi-tenant datacenters buiten de MRA bedienen vooral de regionale markt, zijn deels opgericht door een in die regio gevestigde ISP of zijn gericht op een specifiek marktsegment (bijvoorbeeld de omroepsector in Hilversum). Een aantal multi-tenant regionale datacentra zijn overnames van voormalige enterprise datacentra (bijvoorbeeld het oude datacentrum van AkzoNobel in Arnhem is nu een multi-tenant datacenter) of ingericht in voormalige 'bunkers' en 'bankkluisen'. Meer recent zijn echter ook regionale multi-tenant datacentra in nieuwbouwprojecten gerealiseerd.

De DDA meldt een totale vermogensconsumptie voor heel Nederland van 591 MW voor de multi-tenant datacentra en 665 MW voor single tenant. Dit is gebaseerd op een omrekening en eigen opgave van ca. 40% van de datacentra.

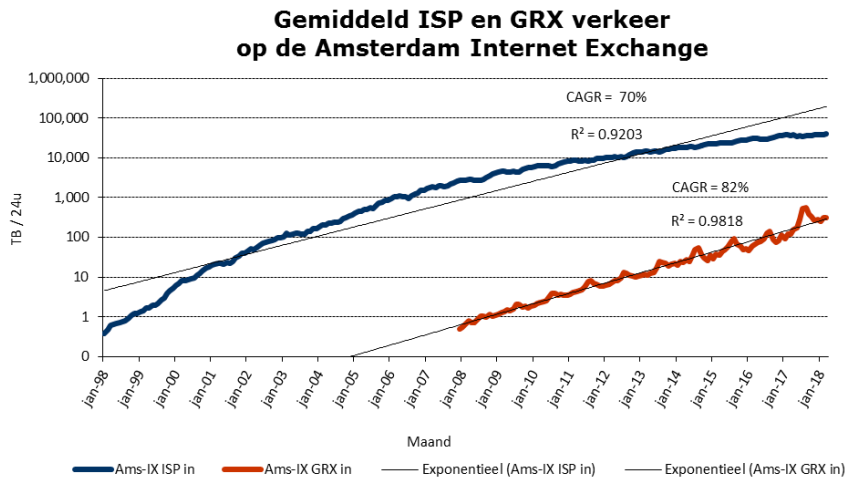
Daarbij wordt het beeld sterk beïnvloed door de vermogensclaims van multi-tenant partijen TCN (die niet in de MRA-regio zit) en telecomoperator COLT (die een groot datacentrum bij Roosendaal heeft gebouwd). TCN heeft in haar datacentra in Groningen het zeekabel-landingstation van Tata respectievelijk Google als hoofdhuurders en baat in Hilversum een behoorlijk energie-intensief datacentrum voor de omroepsector uit. Hun vermogenscapaciteitsclaim is ruwweg het dubbele van een grote MRA partij als Interxion.

Voor single tenant buiten de MRA worden de vermogenscijfers sterk beïnvloed door de twee hyperscales van Google en Microsoft. Tenslotte geldt ook nog dat Alticom haar betonnen radiatoren tegenwoordig als datacentrum in de markt zet. De RTV-zenders in die al in die torens staan zijn ook notoir grote vermogensslurpers¹².

Onderzoeksbureau Pb7 geeft aan dat partijen het vermogen voor de maximale uitbouw van hun datacentra opgeven en dat naar zijn beeld ruwweg de helft van de vermogensconsumptie in heel Nederland in de MRA staat. Hun onderzoek geeft voor Nederland qua vloeroppervlak een compleet beeld voor alle datacentra met meer dan 100 vierkante meter oppervlak en CBRE verzamelt alleen de grootsten.

Het hart van de groei van multi-tenant datacentra in de MRA was ooit de Amsterdam Internet Exchange. Het meeste verkeer voor de Ams-IX is voor connectiviteit tussen vaste netten. Daarnaast heeft de Ams-IX nog GRX-verkeer. Dit is een apart gecreëerd domein voor verkeer tussen de mobiele roaming netwerken van internationale operators.

¹² In 2011 was IJsselstein oververhit en brandde de toren in Smilde zelfs af.



De verkeersgroei voor het vaste Internetverkeer over de Ams-IX stagneert ruwweg sinds een jaar. De belangrijkste reden daarvoor is het direct injecteren van verkeer (vooral video) in de netten van KPN en Ziggo. Marktpartijen als Netflix en YouTube hebben zogenaamde caches geplaatst in ettelijke tientallen regionale gebouwen binnen de infrastructuur van deze twee grote breedband ISPs. Bij de GRX zien we juist in 2017 een sterke groei, optreden. Die wordt veroorzaakt door het internationale roaming verkeer vanwege EU-beleid "Roam as at home" waarmee de hoge buitenland tarieven de nek zijn omgedraaid. Door de combinatie van beide trends is de rol van Ams-IX aan het veranderen. De vestigingsbeslissingen in de regio Amsterdam hebben nu meer te maken met Cloud Computing.

In hoeverre de regionale Datacentra kunnen concurreren in Cloud Computing is de vraag. De DDA neemt dan ook waar dat het relatieve marktaandeel van de MRA in 2017 toenam en verwacht dat die trend doorzet naar 75% marktaandeel van de MRA in multi-tenant.

Er is op dit moment dus sprake van centralisatie en versterkte clustering in campussen in de regio Amsterdam. Daarbij specialiseert de MRA en concentreert het Cloud Cluster (meerdere marktpartijen en veel multi-tenant datacentra) zich meer rondom Schiphol en vestigen de meer connectiviteits-centra zich in de Watergraafsmeer. Die specialisatie heeft als grootste effect dat er *meer vraag naar ruimte voor datacentra* ontstaat in de MRA.

Buiten de MRA staan qua grote vermogens alleen COLT (Roosendaal), de TCN gebouwen in Groningen en de twee Hyperscales van Microsoft en Google. Er is mogelijk enig potentieel in Groningen om daar een datacentercluster of campus op te tuigen van meer partijen dan alleen Google.

Wie datacentra plant voor klanten binnen een bestaande technologiegolf, neigt naar het zoeken van locaties dicht bij de *peers*. Het faciliteren en ontwikkelen van nieuwe campussen voor datacentra-clusters, zal vooral succes hebben als dat kan worden gekoppeld aan nieuwe langere termijn markttrends.

Bij die golven van markttrends zullen ook nieuwe spelers opduiken, die vaak nu nog klein zijn. Er is op dit moment bijvoorbeeld nog geen duidelijk "Internet-of-Things" cluster te herkennen of een "Robotica-cluster". Dat betekent dat partijen die daarmee nu al aan de gang zouden zijn nog *onder de radar* opereren in bijvoorbeeld bestaande datacentra.

3.4 Energie: Input van datacentra – knelpunten

Energie in de vorm van capaciteit van de netwerkaansluiting en elektrisch vermogen is de belangrijkste externe input van datacentra. Het belang ervan voor datacentra is dusdanig, dat een marktanalist als CBRE Research de markt 'meet' in termen van MW energiecapaciteit in datacentra verkocht en het gebruik van datacentra dus niet meer noteert in de bruto of netto vierkante meters vloeroppervlak in die datacentra.

De beschikbaarheid van energie in de Metropoolregio Amsterdam hangt van twee zaken af:

- Bij een grote energievraag (meer dan 100 MW) voor een nieuw datacenter is Tennet de aangewezen partij en wordt de aansluiting direct vanaf het hoogspanningsnet gerealiseerd.
- Bij een lagere energievraag dan 100 MW dient Alliander voldoende capaciteit te hebben in onderstations, anders is er een probleem op een locatie.

Vandaar dat plannen voor datacenters op dit moment de 100MW niet te boven gaan.

Schiphol-Rijk is een bekende hot spot voor de grotere datacentra. Al in de eerste week van 2018, toen de onderzoekers in het kader van dit rapport een interview met Alliander hielden, was er voor 140 MW aan serieus ingeschatte capaciteitsaanvragen voor dit nieuwe onderstation. Het is een inschatting waarbij er zo goed mogelijk gecorrigeerd is voor aanvragen, die binnenkomen via meerdere routes. Ook als er een 'datacenterbestemmingsplan' zou worden opgesteld, waarbij gebieden worden aangewezen als ontwikkelgebied, dan nog is het zo dat de energiecapaciteitsvraag fors is: een aansluiting van 40 tot 60 MW is vrij standaard.

Een energievraag van 140 MW gecombineerd is hoog. Nog een paar van zulke onderstations erbij en de totale huidige elektriciteitscapaciteit gereserveerd voor het gebruik door alle inwoners van de stad Amsterdam (ca. 600 MW) wordt vlot geëvenaard. De totale elektriciteitsvraag van de Amsterdamse bevolking was in 2016 2210 kWh per particuliere woning per jaar (bron CBS: voor 527 duizend woningen is het totaal in Amsterdam dan gelijk aan 1,1 miljard kWh per jaar, ofwel 4,2 PetaJoule per jaar). In de grote steden ligt het energieverbruik stevig beneden het landelijk gemiddelde).

Een probleem in de Haarlemmermeer is echter dat er een tekort dreigt aan stroomcapaciteit welke gecontracteerd kan worden.¹³ (Niet alle gecontracteerde capaciteit wordt gebruikt, maar de onderstations in het elektriciteitsnet moeten er wel op berekend zijn.) Er wordt gewerkt aan 400MvA nieuwe capaciteit in de A4 zone door Tennet en Liander.¹⁴ Het plannen en bouwen van een (groot) onderstation vergt op dit moment ca. 7 jaar doorlooptijd. Dat is qua capaciteit een zeer omvangrijk onderstation. De geschatte kostprijs wordt ca. €100 miljoen en het betekent dat bij snel procedureverloop het onderstation er over circa 3 jaar kan staan.

Datacenter partijen hebben al aangegeven graag gebruik te willen maken van deze nieuwe capaciteit, maar moeten nog wachten. Recent is dan ook een partij die 80MvA aan vermogen nodig had, naar Zeewolde uitgeweken, waar een knooppunt van stroom is en meerdere windparken zijn. Zeewolde heeft echter een beperkte beschikbaarheid van telecominfrastructuur van verschillende aanbieders. In Almere, waar meer netwerken aanwezig zijn, wordt een bestaand datacenter vergroot naar 60MvA, mede doordat een grote cloud partij operationeel is in dat datacenter. Er is ruimte voor nieuwe datacenters voorzien langs de A6. Ook heeft Almere al een warmtenet, waardoor de restwarmte hergebruikt kan worden. Almere heeft plannen om de restwarmte te kunnen hergebruiken voor de verwarming van woningen en bedrijventerreinen. Doordat Almere een groei doelstelling heeft en nog afdoende ruimte beschikbaar heeft, kan het beter aan de vragen van datacenters voldoen dan andere locaties. Het vergroten van onderstations moet toch gebeuren. Daarbij wordt er rond Almere nog 50MW aan zonnenvelden gerealiseerd. Lelystad werpt zich ook op als locatie voor nieuwe datacenters, zeker gezien de nabijheid van de Maximacentrale en windparken. Amsterdam kijkt zelf naar het Westelijk Haven terrein als nieuwe locatie voor datacenters. Hier is een groot datacenter van 99MvA in ontwikkeling.

Het bouwen en plannen van onderstations in elektriciteitsnetten is de komende jaren een grote uitdaging. De netwerken moeten opgevaardeerd worden om een aantal trends te kunnen opvangen, die allemaal een zwaardere belasting van het netwerk tot gevolg hebben (afschakeling gas, elektrische auto's, teruglevering zonnecellen etc.). De investeringen hiervoor zijn hoog en kunnen concurreren met investeringen in capaciteit voor datacenters. Daarnaast geldt dat uitbreidingen sowieso een opgave zijn; diverse elektriciteitsnetwerk en systeemoperators zoeken naar de steeds schaarser wordende technisch voldoende opgeleide en deskundige medewerkers om onderstations te kunnen bouwen in de volumes die nu worden gevraagd.

Deze claim op beperkte menskracht wordt sterker, nu de regering heeft aangekondigd het aardgasnet te willen gaan sluiten.

¹³ Stroom rond Haarlemmermeer is op, Telegraaf, 22 mei 2018, <https://www.telegraaf.nl/nieuws/2065427/stroom-rond-haarlemmermeer-is-op>

¹⁴ Voor een overzicht zie de website van Tennet <https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/onshore-projecten-nederland/netuitbreiding-a4-zone/>

3.5 Restwarmte: de output van datacentra – hergebruik?

Datacentra gebruiken elektriciteit om 'bits' te kunnen verwerken, opslaan of versturen. Dit levert nogal wat restwarmte op. Die warmte kun je via een airconditioning afkoelen en afvoeren naar de open lucht of je kunt het hergebruiken. Een ideaal beeld zou zijn dat groene stroom de datacenters in vloeit, hier omgezet wordt in bits en de warmte weer gebruikt wordt om woningen, bedrijven en kassen te verwarmen.

Een probleem daarbij is wel dat de warmte van een datacentrum relatief laagwaardig is. Dat wil zeggen, het verschil in temperatuur ten opzichte van de omgevingstemperatuur is niet zo groot. Het blijkt problematisch te zijn om de temperatuur van het water door middel van restwarmte boven de 40 graden te krijgen met de bestaande technieken. Dat brengt begrenzings met zich mee voor warmtelevering, onder andere het risico van salmonella bacteriën. Hergebruik van de restwarmte moet daarom goed worden ontworpen en georganiseerd. Eigenlijk dient dit vanaf het begin in het ontwerp meegenomen te zijn. Later inbouwen is niet eenvoudig. Daarnaast is warmtetransport altijd een zeer lokaal fenomeen, een warmtenet betekent praktisch, dat er niet ver van de datacentra een woonwijk of te verwarmen object (bijvoorbeeld een kas) als afnemer aanwezig moet zijn. Een Nederlandse start-up Asperitas heeft de techniek ontwikkeld om door middel van oliekoeling de restwarmte om te zetten in water van ongeveer 65 graden. Dit zit in de buurt van de behoefte van warmtenetten.

Energie is meer dan elektriciteit. De Nederlandse energiebalans 2011 ¹⁵

Onderdeel	verbruik in PJ	Aandeel in %
Elektriciteit	415	10,3
Conversieverlies Elek.	596	14,8
Warm water	702	17,4
Processtoom	380	9,4
Transport	489	12,2
Grondstoffen	663	16,5
Int. Lucht en Scheepvaart	783	19,4
Totaal	4028	100

Daarbij geldt ook dat datgene wat in Nederland daadwerkelijk aan elektriciteit wordt verbruikt in de praktijk maar circa 10% is van het totale energieverbruik volgens de energiebalans die het KiVI opstelde op basis van CBS-gegevens. De energieconsumptie door datacenters, hoewel

¹⁵ Door KiVI bewerkte CBS balans. De verdeling is over verschillende type activiteiten. Met dank aan dr ing. Teus van Eck.

snel groeiend, is daar een fractie van. Green-IT en restwarmte leveren is nuttig omdat duurzaamheid een goed idee is, maar niet omdat de datacenter-sector ook maar in de buurt komt van het energieverbruik van de luchtvaart en scheepvaart.

De Dutch Data Association heeft op 1 maart 2018 een goed rapport over de materie gepubliceerd: *Datacenters & Restwarmte 2018*. Daarbij belooft de sector een energieke gift. Men doneert gratis voor duurzame verwarming de restwarmte die een datacenter veroorzaakt als bijproduct van de zakelijke activiteiten.

4 Toekomstbeelden en scenario's

Voor het opstellen van de toekomstbeelden is gebruik gemaakt van de methodiek van Scenario-analyse en planning, met als doel het bepalen van mogelijke strategieën.

De vier scenario's in dit rapport zijn geschreven met als vertrekpunt de huidige situatie van de datacenter-sector / digitale infrastructuur evenals een bestuurlijk-maatschappelijke context (een aankomende Brexit) in Europa, Nederland en in de MRA in het bijzonder. Zij schetsen een context voor actoren, actief in de MRA, verantwoordelijk voor middellange termijnbeleid c.q. het initiëren van beleidsagenda's en investeringen. Dat betekent dat de scenario's voor vele lezers relevant zijn. De beleidsopties voor de bestuurlijke actor MRA, die in het slothoofdstuk worden beschreven, zijn voor velen meer illustratief voor het vormen van een beeld over de handelingsmogelijkheden.

De workshop voor de hier gepresenteerde scenario's is gehouden op 30 januari 2018. De driving forces die hieronder worden beschreven zijn al in die workshop benoemd.

Driving forces

In de scenarioworkshop is door twee groepen gescheiden gewerkt. In beide groepen werd er geconcludeerd dat de energievoorziening – het beschikbaar zijn van afdoende elektrisch vermogen - voor de ontwikkeling van datacentra de belangrijkste onzekerheid was. Echter de éne werkgroep was van mening dat de actor "gemeente" de energiesituatie in de hand heeft. Energie valt daarmee binnen de 'transactieruimte' van de gemeente / MRA / provincie. In de andere werkgroep werd de energiesituatie als contextueel aangemerkt.

De hoofdreden om energie als context aan te merken voor bestuurlijke c.q. investeringsbeslissingen op een termijn tot 2030 berust op een aantal observaties:

De vergunningtrajecten voor het bouwen van extra onderstations of het realiseren van een directe aansluiting van een groot datacentrum op het hoogspanningsnet en daarmee de tijdsduur voor datacentra om aansluitingen voor voldoende energie te kunnen verkrijgen hangt af van meer actoren dan alleen de gemeente of MRA

- i. het bij bestemmingsplannen in een plangebied voor datacenters ook meenemen van infrastructuur voor onderstations;
- ii. de wijze waarop ACM in kostenmodellen omgaat met de risicoverrekening van investeringen in grootschalige energienet-infrastructuur voor een hoogdynamische sector als datacentra (afschrijftermijnen anders dan 40 jaar);
- iii. bezwaren van omwonenden, tegen het oprichten van een groot onderstation;
- iv. Tennet en capaciteit van het hoogspanningsnet in de MRA;
- v. kostprijs van energie bijvoorbeeld vanwege introductie van een energiebelasting, waardoor het huidige concurrentievoordeel van de MRA ten opzichte van Duitsland wegvalt.

Hierbij speelt op de achtergrond mee dat een oorzakelijk economisch verband tussen het scheppen van royale mogelijkheden voor het vestigen van datacentra en (versnelde) economische groei (een aantoonbare maatschappelijke waarde), anders dan een correlatie en daarmee een (donkerbruin) vermoeden, voorlopig nog niet afdoende hard is aangetoond. Dit is een bekend probleem in de economische literatuur. Het kost veelal 10-20 jaar voordat het effect van een technologische ontwikkeling goed zichtbaar is in bijvoorbeeld productiviteits- en regionale economische statistiek.¹⁶

Zodra deze oorzakelijke relatie wel aangetoond is, dan is coördinerend ingrijpen van overheidswege eenvoudig te legitimeren uit hoofde van algemeen economisch stimuleringsbeleid en publiek belang. Het wijzigen van bijvoorbeeld bestemmingsplannen en coördineren van de energiesituatie is dan veel eenvoudiger te beargumenteren. Bovendien zal er dan ook niet snel een datacentergroei-remmende maatregel zoals een energietax worden geïntroduceerd. Problematisch voor beleidsmakers is dat tegen de tijd dat een positief effect ontegenzeggelijk is aangetoond andere regio's in binnen of buitenland de investeringen al gedaan hebben en een onoverkomelijke voorsprong hebben.

Daarmee is de eerste driver van de mogelijke toekomstbeelden voor datacenters in de MRA benoemd als "**de energiebeschikbaarheid**". Aan de éne kant van deze driver is er dan een situatie van grote onvoorspelbaarheid en lage beschikbaarheid (met onzekere aansluitduur /lead-times) in het komende decennium, aan de andere zijde een toestand van grote voorspelbaarheid en hoge beschikbaarheid.

De tweede driver is in één werkgroep aangeduid als de behoefte aan datacentra zelf. Er is op dit moment sprake van een latente vraag, maar daarover bestaan diverse onzekerheden:

- Europese factoren: bij meer integratie nemen de kansen voor de Nederlandse datacentra toe. Valt Europa uit elkaar of verschijnen er 'virtuele grenzen' om landen bijvoorbeeld door eisen om lokaal in een land op te slaan vanwege privacy-kwesties, dan zal de markt voor datacentra die de pan-Europese markt bedienen relatief achterblijven.
- Autonome groei datacentra versus een hernieuwde omslag van de huidige trend van centralisatie - cloud computing - naar decentralisatie - edge computing - bijvoorbeeld in voertuigen in plaats van centraal.¹⁷ In de informatietechnologie is er al een keer eerder zo'n omslag geweest, in de jaren '80, toen de PC-werkplekken de behoefte aan mainframe en mini-computers in centrale ruimtes verdrong. Veel fabrikanten van mini- en mainframe computers overleefden die omslag niet.
- Connectiviteit: bestaande connectiviteit zorgt voor een lock-in (iedereen wil gaan zitten waar iedereen al zit, om makkelijk met iedereen te kunnen verbinden). Als er

¹⁶ Een bekend voorbeeld is de productiviteitsparadox. Hiervan zei de econoom Robert Solow "we see computers everywhere except in the productivity statistics." Het heeft vele jaren gekost voordat de voordelen ontegenstrijdig in productiviteitsstatistieken konden worden aangetoond. Onder andere Brynjolfsson en de OECD hebben aangetoond dat deze paradox er niet is voor digitale infrastructuur. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Productiviteitsparadox>

¹⁷ Zie ook de verschillende inzichten van professor Lago en professor Iosup

elders hubs van connectiviteit ontstaan kan de behoefte daar naar toe migreren. Een argument dat vergelijkbaar is met de opkomst van Dubai als transit-luchthaven en daarmee een vrij onverwachte concurrent voor Schiphol.

- Vertrouwen: als mensen minder vertrouwen hebben in de tech bedrijven zullen ze meer data in eigen beheer willen hebben (en on-site), en minder in de cloud zetten. Aftappen door overheid kan hier ook aan bijdragen. De recente gebeurtenissen, enkele weken na de workshop, rond Cambridge Analytica / #DeleteFacebook en de uitslag van het WIV Referendum op 21 maart benadrukken deze onzekerheid.
- Beschikbaarheid van kennis en skills: bij het onvoldoende opleiden van vakbekwame mensen in Nederland verhuist de behoefte vanzelf naar het buitenland. Daarbij geldt wel dat er nu nog sprake is van een (ICT) brain-drain binnen Europa (vooral vanuit Midden- en Oost- naar West- en Noord-Europa, met als grote katalysator het studentenuitwisselingsprogramma Erasmus).

De tweede werkgroep duidde deze driver aan als **het maatschappelijke draagvlak voor grootschalige (centrale) opslag en verwerking van gegevens**. Een deel van de benoemde onzekerheden versterkt elkaar namelijk. Wanneer het maatschappelijk draagvlak laag wordt, omdat bijvoorbeeld het vertrouwen van burgers wegvalt in grote Internetpartijen en/of overheden, die veel verworven data gebruiken om hen overal te 'profilieren' en te 'volgen', dan is de kans ook aanzienlijk dat:

- a. er politieke druk ontstaat om virtuele datagrenzen in te stellen;
- b. datagrenzen de ontwikkelingen van bijvoorbeeld centrale gegevensopslag bij zelfsturende auto's sterk gaan beïnvloeden (als je met de zelfsturende auto niet op buitenlandse vakantie kunt, vanwege datagrenzen dan verdwijnt er een stuk aantrekkelijkheid);
- c. er daardoor meer nationale data- en connectiviteitshubs ontstaan.

Op basis van de hierboven benoemde drivers zijn vier scenario's in de volgende hoofdstuk uitgewerkt. Voor ieder van de scenario's is een situatie beschreven waarbij factoren sterk naar de éne of de andere kant van een drijvende onzekerheid uitvalt.

5 Amsterdam datah(e)aven

Dit scenario vereist een hoog maatschappelijk draagvlak voor centrale gegevensopslag en verwerking en een voorspelbare en hoge beschikbaarheid van energie (elektrische aansluitcapaciteit).

Het is 2030. De Nederlandse regering heeft in ééndrachtige samenwerking met de Metropoolregio Amsterdam en de provinciebesturen sterk ingezet op digitale infrastructuur en het aantrekken van datacentra als één van infrastructurele motoren van de 21^e eeuw.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft zowel met de NFIA als met beleidsregels voor de ACM ingezet op coördinatie en beter op de dynamiek van de datacenter-sector afgestemde investeringsregulering voor het stichten van onderstations en de elektriciteitsvoorziening in de MRA. Het Rijk heeft daarbij een Ruimtelijk planbeleid ontwikkeld voor grootschalige datacenter locaties, waarbij Tennet ook intensief is betrokken. In de regio Amsterdam is daarbij een nieuwe locatie in het westelijk havengebied en in Almere/Zeevolde ontwikkeld, waarbij partijen vooral zijn ingesprongen op nieuwe capaciteitsbehoeften door ontwikkelingen op het vlak van Artificial Intelligence en zelfsturende auto's. Vooral het naar Nederland halen van de datacentra van leidende Duitse autofabrikanten onder de neus van Frankfurt vandaan, dat druk was met financiële bedrijven, bleek een onverwachte coup voor de MRA. Het Europese datacenter-cluster voor auto's bevindt zich nu in Amsterdam.

De NFIA heeft ook met groot succes veel bedrijven, die voordien apparatuur in datacenters in Groot Brittannië hadden opgesteld, naar Nederland weten te halen, toen die bedrijven door de combinatie van Brexit en Europese privacyrichtlijnen hun data naar het vaste continent moesten verhuizen. Door de grote mate van coördinatie en daarmee de voorspelbaarheid van de tijdige aanwezigheid van ruimtelijke en elektriciteitscapaciteit staat de MRA steevast bovenaan de lijstjes van de door internationale bedrijven geprefereerde vestigingslocaties. Na Amerikanen weten ook steeds meer Aziatische bedrijven de weg naar de MRA goed te vinden, vooral vanwege de contacten die al vroeg werden gerealiseerd met Chinese Internetbedrijven via de Ams-IX HongKong.

Door de combinatie van de elkaar versterkende effecten van hoge coördinatie en tijdige beschikbaarheid van stroom is het vloeroppervlak van de datacenter-sector in de MRA gegroeid met 1 miljoen vierkante meter ten opzichte van 2018. Om de servers in de datacentra voor deze grote uitbreiding te kunnen bedienen is er 2 GigaWatt aan leverbaar vermogen bijgebouwd. Een extra capaciteit die alleen al een investering van €500 miljoen¹⁸ aan extra onderstation-infrastructuur vertegenwoordigde.

De benodigde energie wordt in toenemende mate op groene wijze verkregen. Kolencentrales zijn gesloten en de laatste gascentrales staan op het punt gesloten te worden. Nederland heeft zich ontwikkeld als stroomrotonde voor de grote velden van windmolens en opslageilanden in

¹⁸ Kostenniveau 2018

de Noordzee. Zonne-energie speelt vooral lokaal een rol en wordt gecombineerd met lithium-ion batterijen om de balans in het netwerk te houden en pieken op te vangen.

Met haar "1 loket" beleid heeft de MRA zich nadrukkelijk gepositioneerd en in Europa de standaard gezet. Het binnenhalen van de autosector heeft ook de op mobiliteit gerichte softwaresector, waarvan al een vroege kern zich aan het begin van de eeuw had gemanifesteerd rondom het bedrijf TomTom, een drastische impuls gegeven en vergroot.

De warmte gegenereerd in de datacenters wordt ingezet voor de verwarming van hele woonwijken. In de zomer wordt een deel van de gegenereerde warmte opgeslagen onder de stad. In de winter wordt deze opgeslagen warmte gecombineerd met de warmte van datacenters. Ook heeft Amsterdam een verwarming onder de ring snelwegen en belangrijkste hoofdwegen geïnstalleerd. Dit zorgt er voor dat de wegen bij vorst niet kunnen bevriezen en dat daarmee de zelfsturende voertuigen minder problemen ondervinden. De warmte welke ooit als cadeau gegeven werd aan de stad is een essentieel onderdeel van de infrastructuur van de stad geworden. Daarbij heeft het Rijk het vertrouwen in de ICT sector hoog gehouden, door een doelgericht privacybeleid in Nederland en Europa te bevorderen. Daarbij zat men niet alleen bovenop inbreuken van marktpartijen, maar spaarde men ook de overheidsorganisaties niet, die overijverige gegevenskoppeldrift vertoonden. Het Rijk heeft samen met de op het vlak van digitale kennis grondig versterkte Autoriteit Persoonsgegevens uitgebreide interne educatietrajecten opgezet voor lagere overheden, zorg- en semi-overheidsinstellingen om het "open huis" imago dat in de jaren '10 met de "Lektobert" actie van journalist Brenno de Winter nog heerste te bestrijden. Na het onverwachte verlies van het referendum in 2018 over de WIV (Sleepwet) is het roer omgegaan bij de ministeries Justitie en Veiligheid en Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties en de beoogde Israëliëse leverancier NICE gedumpt. Oud NSA technisch directeur (en nadien klokkenluider) Bill Binney en zijn medewerker Kirk Wiebe zijn ingelijfd om een Nederlandse versie van het privacyveilige ThinThread te implementeren, waarmee zonder privacy-inbreuk terroristische netwerken konden worden opgerold. ThinThread's privacymaskeringstechniek is bovendien ook toegepast op de implementatie van de eind 2017 aangenomen Automatische Nummerplaat Herkenningswet. De gecreëerde high-trust datacultuur heeft geleid tot een groot vertrouwen van de Nederlandse bevolking in digitale infrastructuur en daardoor sterke groei van online toepassingen.

Om de positie van Nederland als privacyzorgvuldige datah(e)aven en leidende digitale infrastructuureconomie van Europa te bevorderen wordt al jaren nauw samengewerkt met de van oudsher al in Amsterdam gevestigde Europese Internetorganisaties als RIPE en GEANT, terwijl de Dutch Datacenter Association en Nederland ICT een voortrekkersrol op zich hebben genomen bij het creëren van Europese brancheorganisaties. Daarbij worden zij sterk gesteund door het Rijk (bijvoorbeeld REOS en Buitenlandse Zaken, die de aanbevelingen van de WRR rapporten "De Publieke Kern van het Internet – Naar een buitenlands Internetbeleid en Big Data in een vrije en veilige samenleving" sterk ter harte heeft genomen en uitgebreid.) Mede door die intensieve publiek-private samenwerking is voorkomen dat er eind jaren '10 digitale virtuele grenzen werden opgetrokken, waardoor het MRA datacluster floreert met pan-Europese hosting.

In de regio groeiden datacentra door het high-trust klimaat dat was gecreëerd. Op nationale schaal bleven de verhoudingen regionaal echter vrijwel gelijk. In Eindhoven en Den Bosch, die niet zulke grote dataclusters hadden, was door de focus van Amsterdam op de automotieve en mobiliteit gerelateerde software-sector sprake van groei met enige overloopeffecten, deels vanwege de historische aanwezigheid in die regio van navigatiebedrijven (Navteq, TeleAtlas – TomTom en TomTom Research) en toeleveranciers aan de auto-industrie.

6 #DeleteFacebook

Dit scenario kenmerkt zich door een laag maatschappelijk draagvlak voor centrale gegevensopslag en verwerking en een onvoorspelbare en lage beschikbaarheid van energie, waardoor planning van het bouwen van nieuwe datacentra moeilijk is.

Het is 2030. In tegenstelling tot wat midden jaren '10 werd verwacht is er amper meer sprake geweest van groei in datacentra in de MRA. Na het openbaren van het schandaal rond de verkiezingsbeïnvloeding door Cambridge Analytica met het harvesten van 50 miljoen Facebook-profielen bij de Amerikaanse presidentsverkiezingen en BREXIT, werd in eendrachtige samenwerking van onderzoeksjournalisten Brenno de Winter en Peter Olsthoorn, die al in 2012 het boek "De Macht van Facebook" publiceerde, onthuld dat Cambridge Analytica ook in 2016 in Nederland actief was geweest bij het Oekraïne Referendum. Consumenten stapten massaal af van sociale media, IoT en apps toen bleek dat hun sociale media gebruik, kennissenkring, apps en apparaten (negatief) effect hadden op beslissingen van banken, bedrijven, overheden en verzekeraars, bij het toekennen van leningen, hypotheek, banen, bijstand en vergoedingen. Massaal werden accounts en profielen verwijderd en daalde het gebruik van apps en internet of things toepassingen.

Daarna regende het de éne na de andere onthulling over incidenten met onderhandse dataverkoop en grootschalige identiteitsdiefstal, waardoor steeds meer mensen de grote Internetbedrijven gingen wantrouwen. Actiegroep de Bittere Bit initieerde demonstraties en de Botte Byte slaagde zelfs in bezettingen van datacentra, nadat weer een groot hackincident boven water was gekomen.

De anti-dataharvesters movement was niet uniek voor Nederland, maar vormde een voorhoede van een pan-Europese beweging. De belangrijkste reactie van politici, mede door volkswoede over incidenten met gelekte gegevens verzameld door nijvere overheids-datahamsters, was het introduceren van strakke regels per land en verplichtingen om data niet de landsgrenzen te laten passeren.

"Data in Nederland" werd door bedrijven gehanteerd als een kwaliteitskeurmerk en vergelijkbaar gedrag zag men elders in de EU. De virtuele grenzen, tegen de geest van het Verdrag van Rome in, konden ontstaan, omdat de Europese Unie haar handen vol had aan de afwikkeling van Brexit.

Grote telecombedrijven als KPN, VodafoneZiggo en T-Mobile zijn in het vertrouwensgat gesprongen door 'volledig veilig online' omgevingen te introduceren, voortbouwend op hun macht over modems bij mensen thuis, mobiele toestellen en aansluitapparatuur. Voor telefonie en digitale TV hadden zij toch al nooit het openbare Internet gebruikt.

Het grootste effect van de virtuele grenzen en afgeperkte lokale markten was dat eind jaren '10 opgeleverde datacentra zich in de jaren '20 maar heel langzaam opvulden, omdat de grote Internetplatformen niet veel meer groeiden en nieuwe innovaties vertraagden, vanwege vertrouwenscrises. Bovendien verdween een deel van de in Amsterdam voorheen gehoste dataverzamelingen naar nationale datacentra in de diverse Europese landen.

Datacenter eigenaren gingen vooral werven onder Nederlandse enterpriseklanten (nationale grootgebruikers), waarvan een deel hun vaak oude eigen datacentra alsnog sloten, want de aanbiedingen waren nu t  aantrekkelijk geprijsd. Private Cloud wordt daarmee de norm. De partijen met deels nog leegstaande gebouwen in de MRA beconcurrerden bovendien de regionale datacentra fel op prijs, waardoor ook daar een marktmalaise ontstond. Daarbij werden de bedrijven geholpen door de relatief grote hoeveelheid glasvezelkabel naar zakelijke locaties in Nederland van KPN, VodafoneZiggo, Eurofiber en Delta/CAIway.

Kinderen die hun eigen teddybeer hackten¹⁹ werden niet meer als amusante gevallen gezien, maar voedden het ouderlijk wantrouwen tegen het Internet-of-Toys.

Geavanceerde interactieve digitale technologie en veel AI-technieken, zelfrijdende auto's en robots worden als 'creepy' ervaren en zijn grotendeels in het technische pilotstadium blijven hangen.

Het beleidsloket voor datacentra dat in de MRA was opgezet is in 2020 alweer opgedoekt. De lage echte uitbreidingsvraag heeft ertoe geleid dat praktisch alleen bij Schiphol-Rijk, waar de uitbreiding van het elektriciteitsnet onderstation voor 400 MW al gepland was, nieuwe datacentra zijn gerealiseerd.

Nadat eerst Facebook in één dag ruim 40 miljard dollar minder waard werd, zakten ook de beurskoersen van datacenterbedrijven in elkaar. De frequentievelingen voor 5G brengen ook beduidend minder op dan verwacht en mobiele 5G-technieken zijn in realiteit pas na 2025 op enige schaal uitgerold in Europa.

Als metropoolregio met de relatief kleinste thuismarkt van de vier grote datametropolen in Europa, komt de klap in de regio Amsterdam relatief het hardste aan in de Europese datacenter-sector.

De expansie van het vloeroppervlak in datacentra sinds 2018 bedraagt niet meer dan 100 duizend vierkante meter en de capaciteitsbehoefte aan elektrisch vermogen is in de hele MRA met circa 200 MW gegroeid.

¹⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=8z3XuRQ3-bI&t=320s>

7 Vastlopen op het elektriciteitsnet

Dit scenario kenmerkt zich door een hoog draagvlak voor digitale infrastructuur. Echter de beschikbaarheid van energiec capaciteit in de MRA is onvoorspelbaar en blijft laag, doordat er op dat vlak geen grote coördinatie mogelijk lijkt.

Het is 2030. De digitale economie draait op volle toeren. Marktpartijen die via diverse sociale media platformen gebruikersgedrag te gelde maakten hebben zich geschikt en hun gedrag aangepast na enige terechtwijzingen en ingrepen van o.a. de Europese Commissie en Privacy Autoriteiten.

Consumenten en bedrijven hebben na de eerste schrik hun oude gebruiksgedrag al weer snel opgepakt en online-acties zoals #DeleteFacebook waren niet meer dan een blip op het radarscherm. Ook overheden zijn doorgegaan met het op grote schaal verzamelen van digitale informatie over de burgerij.

De datacenter markt in de MRA en in heel Europa is echter radicaal veranderd, door koerswijzigingen in de energiesector, in het bijzonder de verduurzaming van de energieproductie, het opdoeken in 2018 van de verplichting om in nieuwbouwwijken aardgasnetwerken aan te leggen en de veel sterkere beleidsnadruk op Green-IT.

Tegelijkertijd is coördinatie van elektriciteitsvoorzieningen voor datacentra niet van de grond gekomen. Bewonersacties remmen regelmatig het tijdig kunnen plannen van onderstations met bezwaarprocedures en de ACM werkt ook niet echt mee, doordat zij voor investeringen ten behoeve van datacentra geen aparte afschrijvingscategorie toestaan. Als gevolg daarvan komen investeringen in nieuwe datacentra vooral van de grond op de locaties, waar nog wel sprake is van genoeg capaciteit.

Grote datacentra worden amper meer in de MRA gebouwd. Internationale investeerders wegen het investeren in Amsterdam af tegen andere grote datametropolen in Europa.

Door de grote moeite om elektriciteitscapaciteit voor nieuwe datacentra te realiseren, een vraagstuk dat zich ook in de andere Europese datametropolen voordoet, ontstaat er grote druk vanuit bedrijven met apparatuur in datacentra op zowel de Britse regering als de EC om in de Brexit-onderhandelingen uitzonderingsclausules op te nemen, zodat zij met hun data en systemen in Londen kunnen blijven doordraaien voor de EU-markt. Er is daardoor geen 'Brexit-Bump' op de Nederlandse datacentermarkt voelbaar geweest.

Wat echter wel zichtbaar is geworden is dat een aantal Green-IT startups geprofiteerd hebben van de onregelmatige sprongen in elektriciteitscapaciteit. Dat zijn echter niet zozeer de extra-efficiënte leveranciers geweest van apparatuur/systemen, maar de partijen die anders omgaan met restwarmte. En dan niet zozeer degenen die 'laagwaardige' restwarmte van datacentra proberen via (warm/heetwater) pijpen te verplaatsen naar woningen, zoals stadsverwarming en kasverwarming, maar die de ICT-warmtebron direct naar woning, warmtepomp of bedrijf brengen en via glas ontsluiten. Dit wordt dan veelal gecombineerd met zonnecellen en een

lithium-ion batterij zoals die van Tesla, zodat er ook actief een rol gespeeld kan worden op de stroommarkt.



Een voorbeeld is het bedrijf Nerdalize, medegefinancierd door Eneco, dat computerservers in een verwarmingselement voor in de woning, aangesloten op glasvezel, of als warmtepomp realiseert en de 'servercapaciteit' op groothandelsmarkten voor computers probeert te verkopen. Zij kunnen daarmee een deel van het capaciteitsgat tussen de vraag naar servercapaciteit en het aanbod in Nederland / MRA opvangen.

Doordat zij direct aan consumenten thuis leveren, is er sprake van ongecoördineerde uitrol, behalve wanneer bijvoorbeeld in nieuwbouwwijken zonder aardgasnet hun apparatuur geïnstalleerd gaat worden. Dit zorgt soms voor problemen in het elektriciteitsnet, niet alleen omdat de vraag stijgt, maar ook omdat er grote vermogens terug geleverd kunnen worden. Dit is tegenstrijdig met de wijze waarop het elektriciteitsnet is aangelegd. Er komt op deze wijze wel langzaam oplopende druk op elektriciteitsnetbeheerders om de capaciteit van onderstations, maar dan voor woonwijken, te vergroten.

Omdat grootschalig gedistribueerde servers, verspreid over woningen, niet in alle gevallen het soort server / computercapaciteit oplevert waar gebruikers naar zoeken, en een deel van de bedrijven liever centraal in een beveiligde ruimte zijn systemen heeft draaien dan gedistribueerd en versleuteld over woningen, blijven gedistribueerde oplossingen toch niche-oplossingen. Ze strijken wel capaciteitsplooien glad in een markt waar de (on)beschikbaarheid van aansluitingen van voldoende vermogen op het elektriciteitsnet een factor blijft.

In dit scenario verwachten wij daarom een groei van ca. 500 duizend vierkante meter ten opzichte van 2018. Er zal geen sprake zijn van extra groei in de MRA, omdat een deel van de locatiezoekers naar andere Europese steden of Nederlandse regionale datacentra uitwijkt. Daarnaast wordt dus de deur op een kier gezet voor "niet-datacenter" oplossingen voor de vraag naar rekenkracht.

8 Overaanbod

Dit scenario kenmerkt zich door een laag maatschappelijk draagvlak voor centrale gegevensopslag en verwerking en een voorspelbare en hoge beschikbaarheid van energie, waardoor planning van het bouwen van nieuwe datacentra aantrekkelijk is.

Het is 2030. In de regio Amsterdam staan onderbenutte onderstations en op diverse plaatsen halfvolle datacentra. In het Westelijk Havengebied is bij de Hemweg een heel gebied geschikt gemaakt voor de bouw van datacenters, maar het terrein is nog praktisch helemaal leeg.

Tien jaar terug is na enkele jaren van forse schandalen de markt voor digitale infrastructuur flink ingezakt. De grote social media golf, waarbij gebruikersgedrag ten gelde werd gemaakt door gegevensverkoop aan adverteerders is verdampt. Telecombedrijven hebben een deel van de social media sector overgenomen, door technieken zoals zij vroeger ook gewend waren met telefonie te standaardiseren. Hun social media werkt over meerdere operators samen en is portabel en wordt in het maandabonnement meegebundeld. Daarom hoeven zij geen gebruikersinformatie verkopen aan derden.

Publieke autoriteiten zowel op nationaal als Europees niveau hebben deze verschuiving van social media van wereldwijde Amerikaanse bedrijven met private, bedrijfseigen technieken naar internationaal gestandaardiseerde protocollen en technieken met applaus begroet. Een deel van de machtige Amerikaanse internetpartijen zijn de weg van Friendster gegaan. Het innovatietempo is wel flink vertraagd, maar de Europese telecombedrijven zijn niet gereduceerd tot "domme bitpijp".

Met de mantra laat de markt het oplossen, heeft ook het Rijk na de snelle verandering van marktstructuur besloten dat het wel losloopt en er is geen beleid ingezet om het vertrouwen in digitale infrastructuur flink op te krikken.

Een deel van de bedrijven schrikt nog steeds terug van het plaatsen van IT in de Cloud, want er komen toch met enige regelmaat verhalen over grote hackincidenten los.

Ook met nieuwe innovatieve technologie op het vlak van Internet-of-Things of zelfsturende auto's en robotica is er niet echt sprake van snelle adoptie.

Door het overnemen van social media door telecombedrijven is een deel van de daarvoor benodigde servercapaciteit verdampt. In het noorden van Zweden, dicht bij de Noordpool staat er een voormalig Facebook hyperscale-datacenter op een fractie van de capaciteit te draaien.

Er was echter wel in de MRA een gecoördineerd beleid opgetuigd. Er zijn gebieden aangewezen en ontruimd voor datacentra en gezamenlijke planningen gemaakt. Op basis van grote groeiverwachtingen zijn er voorinvesteringen in onderstations gemaakt. Echter het wegvallen van het maatschappelijk draagvlak voor grootschalige centrale gegevensopslag heeft ervoor gezorgd, dat de markt fors tegenvalt.

Her en der zijn enkele marktpartijen aan het begin van de jaren '20 nog gaan bouwen, in de verwachting dat het gebruikersgedrag zou bijtrekken. Dat is echter met alleen

aanbodcoördinatie en het ontbreken van het creëren van een breed vertrouwen in de bedrijfstak (vraagzijde) fors tegengevallen.

Met deels leegstand in de MRA wordt in de praktijk een deel van de tegenvaller afgewenteld op de regionale datacentra. De nieuwe grootschalige datacentra zijn zeer assertief gaan prijzen en een deel van de regionale datacentervraag heeft zich naar de per vierkante meter goedkopere MRA-regio verplaatst.

Door de onderbenutting renderen echter de investeringen in onderstations en het uitgebreide en vernieuwde elektriciteitsnet ook slecht. Eigenlijk zou Alliander nu, in 2030, na tien jaar beperkte benutting van hun onderstation een afwaardering (impairment) moeten nemen.

De ACM laat dat echter nog niet toe.

9 Confrontatie: Risico's en opties

In de scenario's, beschreven in de vorige hoofdstukken, zijn voor 2030 verschillende toekomstbeelden geschetst, met tegelijk ook al een stuk backcasting. Dat wil zeggen hoe we in die situatie zijn gekomen vanuit de stand van zaken in 2018. Hieronder zal daarom vooral worden ingegaan op de confrontatie van de scenario's en enkele risico's worden benoemd.

Wanneer we de huidige situatie beschouwen, waarbij de huidige onzekerheid met de snel toenemende onrust over gegevensmisbruik als tijdelijk wordt gezien, dan is bij ongewijzigd (dat wil zeggen zonder overheidsbeleid) het derde scenario "vastlopen op het elektriciteitsnet" het pad met een hoge mate van plausibiliteit.

Echter de onrust over privacy, verkiezingsbeïnvloeding et cetera, begint steeds meer toe te nemen en het veranderen van de perceptie van internet van een creatieve vrijplaats naar een onbetrouwbare omgeving vol met rotzooi neemt snel toe.

Wat heel duidelijk uit het laatste scenario, "Overaanbod", naar voren komt is dat zodra er faciliterend beleid wordt ingezet door de MRA, met bijvoorbeeld forse voorinvesteringen in elektriciteitsinfrastructuur ter facilitering van de datacenter-sector en "één loket" beleid etc. er een stevig strategisch belang ontstaat van de investeerders (in de faciliterende infrastructuur) in de reputatie en vraag naar digitale infrastructuur en eigenlijk ook in het voeren van complementair beleid:

- Promotie van de MRA (aantrekken datacentra)
- Hoog houden van het vertrouwen in de bedrijfstak

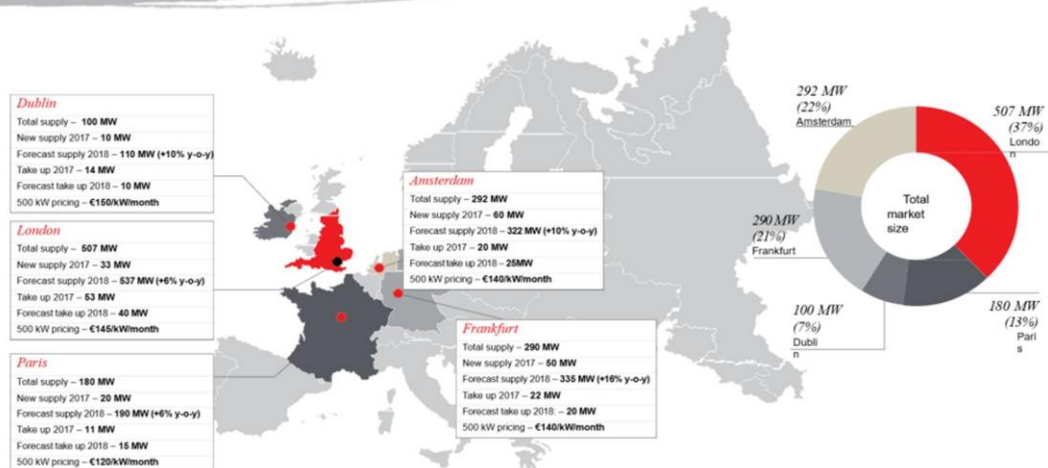
Het is duidelijk geworden dat één door schandalen geraakte of mogelijk zelfs door weglopende gebruikers in elkaar zakkende internetgigant, geen grote impact heeft. Als echter de atmosfeer zich tegen een hele groep bedrijven keert, of nog iets problematischer, als ook de overheid zelf te boek komt te staan als ongegeneerde datahamster²⁰, dan worden de risico's van een vertrouwenscrisis die van een andere orde.

Binnen deze scenario's is er in principe een fors aantal beleidsopties, maar het belangrijkste punt is dat bij het opzetten van grootschalige coördinatie aan de aanbodzijde, om realisatie van veel datacentra te faciliteren, er risico's geadresseerd moeten worden ten aanzien van het maatschappelijk draagvlak, dat in snel tempo zou kunnen afkalven.

Er zijn ook dan al een aantal 'no regret' acties / beleidsopties die kunnen worden opgestart. Tijdens een presentatie van dit rapport en onderzoek in april 2018 voor de gezamenlijke opdrachtgevers en vertegenwoordigers van gemeenten uit de MRA-regio, zijn een aantal van deze beleidsopties geïnventariseerd en indicatief benoemd.

²⁰ 'Living laboratories': the Dutch cities amassing data on oblivious residents
<https://www.theguardian.com/cities/2018/mar/01/smart-cities-data-privacy-eindhoven-utrecht>

Colocation market snapshot – Q1 2018



Figuur 2 Snapshot van Jones Lang Lasalle: Dublin probeert zich tot FLAP-niveau op te werken

Noodzaak van het opzetten van beleid

De noodzaak van het gaan voeren van beleid wordt onderschreven. Als er in internationaal perspectief in Europa 4 clusters zijn ontstaan, dan is het voor Nederland interessant om daarbij te horen. In het bijzonder als het niet voeren van beleid het risico inhoudt dat men op termijn wegzakt.

Er zijn in de wereld nu 12-14 forse concentraties, in Europa zijn het er vier. Overal elders staat men op de banken te dansen dat het er is. Echter slechts 1 regio is in gesprek of we deze bedrijfstak wel willen hebben.

De economische impact is gerelateerd aan de secundaire werkgelegenheid, Agglomeratiekracht - draaipunt van de digitale economie – en daarmee het in huis hebben van capabilities die een randvoorwaarde zijn om in huis te hebben voor een banenmotor.

Primair is het noodzaak argument echter dat beleid nodig is om alle kaarten open te houden: de digitale ontwikkelingen zijn zeer ongewis – en daarin mee kunnen gaan moet voor gezorgd worden.

Monitoren van de ontwikkelingen

Dit wordt nog niet gedaan. Schiphol en Haven worden voor beleid gemonitord, waarom deze sector niet? De commerciële / branche-initiatieven zijn gebaseerd op zelfrapportage en ontberen daarbij nog uniformiteit van definities/normen.

Er zijn vier soorten monitoring als wenselijk geïdentificeerd:

- i. De ontwikkelingen van de industrie (o.m. wat is beschikbaar in energie, maar ook wat nemen de datacenters nou echt af, wat is het ruimtegebruik)
- ii. De meerwaarde van de industrie
- iii. MRA in relatie tot internationale ontwikkelingen (benchmark China , Californië)
- iv. Early warning scenario m.b.t. scenario's

Optuigen van (bestuurlijke) samenwerking

Dit wordt nog niet gedaan, de bespreking van de resultaten van het scenariotraject is een eerste start. Samenwerkingsopties worden gezien langs drie lijnen:

1. Organisatorisch – loketgedachte
2. Van elkaar leren (kijk hoe goed Almere het doet bij allocatie)
3. Gezamenlijke samenwerking met Den Haag

Tevens is het nodig om de omgevingsdienst beter in te zetten om de energietransitie te begeleiden.

Het aanwijzen van ontwikkelgebieden voor datacentra

De schaal is dusdanig geworden dat er sprake is van ruimtelijke impact en substantiële complementaire investeringen. Aanwijzen van ontwikkelgebieden zal zich richten op multi-tenant en kan het beste per 'thema'. Cloud is al vergeven evenals interconnectie. Een gebied voor het volgende cluster bewust aanwijzen in de MRA zal in overleg met Alliander (en daarachter Tennet) moeten gebeuren.

- Plan (rest)warmte-distributie
- Positioneren van datacenters als onderdeel van de oplossing.
- Acquisitie van datacenters – als je de honingpot opentrekt komt iedereen vanzelf

In beleidscommunicatie zal duidelijk moeten worden gemaakt dat er een verschil is tussen single-tenant hyperscales, datacentra voor regionale behoeften en de clusters van multi-tenant datacenters in de MRA.

Het stroomvoorzieningsvraagstuk oplossen

Dit is een randvoorwaarde voor faciliterend beleid, maar het is nu nog een vraagstuk met grote onzekerheid en onduidelijkheid over methoden en te ontwikkelen beleidsinstrumenten. Beleidsopties zullen moeten worden ontwikkeld en uitgewerkt.

Het initiëren van samenwerking in de energievoorziening

Overheden en regionale ontwikkelingsorganen kunnen samenwerking opzetten op dit vlak, maar het gebeurt niet. Men is het wel ambtelijk eens, maar is dit bestuurlijk ook zo?

Beleidsopties op dit vlak zijn:

- De provincie gaat de regio ondersteunen. De datacenter-sector wordt nu nog niet integraal meegenomen in de planvorming.
- De ruimtelijk afweging op meerder schaalniveaus is op dit moment nog wel complex. Er is op dat vlak ook sprake van (bestuurlijke) innovatievraagstukken. Gaat er op dit vlak innovatie worden gestimuleerd? D.w.z. kiest Nederland ervoor om voorloper zijn te zijn op dit gebied.
- Daaraan kan dan gekoppeld worden dat de MRA op bezoek gaat in de andere grote datacenter-steden Londen, Frankfurt, Parijs. Innovatiemissies naast polshoogte nemen over aanpak en problematiek aldaar.

Annex A Scenario Analyse

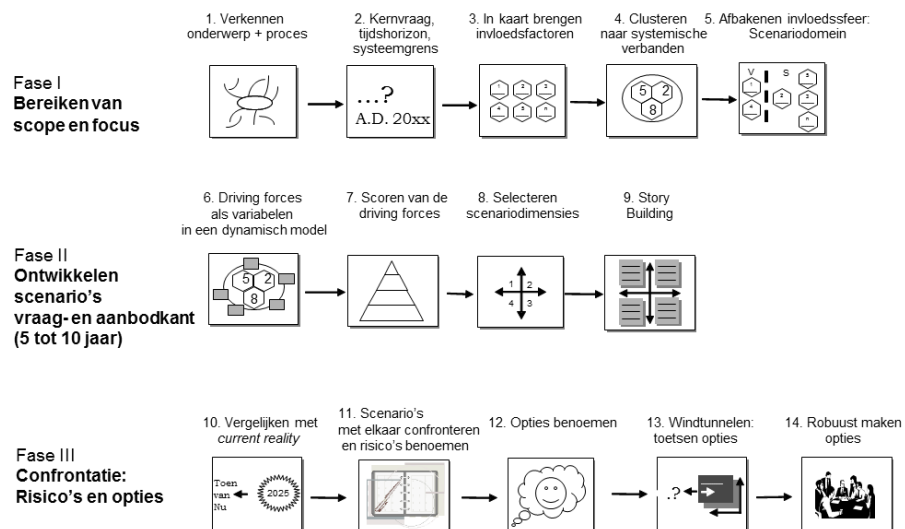
In deze Annex wordt kort uiteengezet wat de hoofdprincipes van de Scenario-Analyse methodiek zijn, omdat het begrip scenario's ook vaak wordt gehanteerd bij toekomstprognoses (de zogenaamde worst-case / best-case scenario's) en trendanalyse. Daarnaast is er regelmatig ook sprake van verwarring bij het gebruik van terminologie strategisch en tactisch gedrag. Bij de methodiek van scenario-analyse wordt onder strategisch gedrag het creëren van (nieuwe beleids-) opties verstaan. Opties creëren vereist investeringen in tijd, geld en/of hulpbronnen. Tactiek is dan het kiezen tussen voorhanden opties om een doel te bereiken²¹.

Scenario-analyse, achtergrond en aanpak

Scenario-analyse is een methode met als doel meerdere plausibele toekomst te verkennen, waarbij gesteund wordt op input van een diverse groep deelnemers aan interviews en workshops. Hoe verder weg de tijdshorizon wordt gelegd, des te maatschappelijk breder wordt de bij het onderzoek betrokken groep deelnemers gekozen.

Daarbij is tijdshorizon en breedte deels afhankelijk van het beleidsonderwerp waarvoor scenario's worden opgesteld, in het bijzonder de dynamiek van een bedrijfstak of werkveld. Demografie en woningbouw en ook energietransitie kennen bijvoorbeeld veel langere tijdlijnen dan commercieel vastgoed en hoog-dynamische werkvelden als mode of digitale infrastructuur.

Het scenarioproces in fasen



²¹ In de speltheorie (industriële organisatie) worden vaak tactische beslissingen aangeduid als 'strategisch gedrag', echter daarmee verdwijnt het zicht op het bewust creëren van lange-termijn opties.

In deze studie zijn scenario's opgesteld voor digitale infrastructuur met als tijdshorizon 2030. Voor de ICT bedrijfstak geldt dat prognose-technieken (forecasting) verder weg dan 5 jaar weinig zin hebben. Er is teveel onzekerheid en te grote kans op introducties van radicale vernieuwingen. Mobiele telefonie kende in Nederland eind 1995 zo'n zeshonderdduizend abonnees en in het jaar 2001 had de meerderheid van de bevolking al een mobieltje. Iets wat velen zich in 1998 nog niet konden voorstellen. In hetzelfde hoge tempo werden vanaf 2008 in enkele jaren tijd smartphones massaal geadopteerd.

Inbellen naar Internet, de eerste generatie breedbandmodems (ADSL, kabelmodems) en de tweede generatie (met IPTV/digitale TV) verspreidden zich ook in een periode van een jaar of vijf à zes massaal onder de bevolking. Een voor diffusie veel meer inspanning vereisende nieuwe infrastructuurtechnologie zoals bijvoorbeeld glasvezelaanleg naar woningen of het introduceren van energietransitie kent echter tijdslijnen van decennia.

Als men Annex B met een historisch overzicht van de datacentersector vanaf de jaren tachtig tot heden doorneemt, herkent men daar een tijdcyclus van tussen de vijf en tien jaar. Een tijdshorizon van 12 jaar (2030) voor de toekomstbeelden impliceert dan dat trendanalyse en prognoses tekort schieten en er naar fundamentele onzekerheden moet worden gekeken, om drijvende krachten vast te stellen.

De scenario's die daarmee worden opgesteld en in dit rapport zijn opgenomen zijn vertellingen (het resultaat van stap 9 'Story Building' in de figuur 'Het scenarioproces in fasen'). De techniek die daarvoor wordt gebruikt is niet 'forecasten' maar 'backcasten'. Dat wil zeggen: er wordt een beeld van de omgeving geformuleerd in 2030 op basis van een het uitwerken van een toekomstbeeld als gevolg van de belangrijkste drivers, waar nu nog onzekerheid over is. De vraagstelling bij backcasting is daarna "hoe zijn we hier uitgekomen" en vanaf daar gaat men terug redeneren naar 2018. Het beschreven pad (de Story) moet plausibel zijn; de geïdentificeerde trends dienen er niet mee in tegenspraak te zijn. De belangrijkste drivers worden in een scenario-analyse geïdentificeerd als ranking resultaten. In de praktijk de uitkomst van een workshop waaraan wordt deelgenomen door een brede groep vakgebied experts en stakeholders. Als deelnemers aan de workshop over een fenomeen / verwachte gebeurtenis een hoge mate van zekerheid heeft vastgesteld, dan is die gekwalificeerd als onderdeel van de verwachte trend.

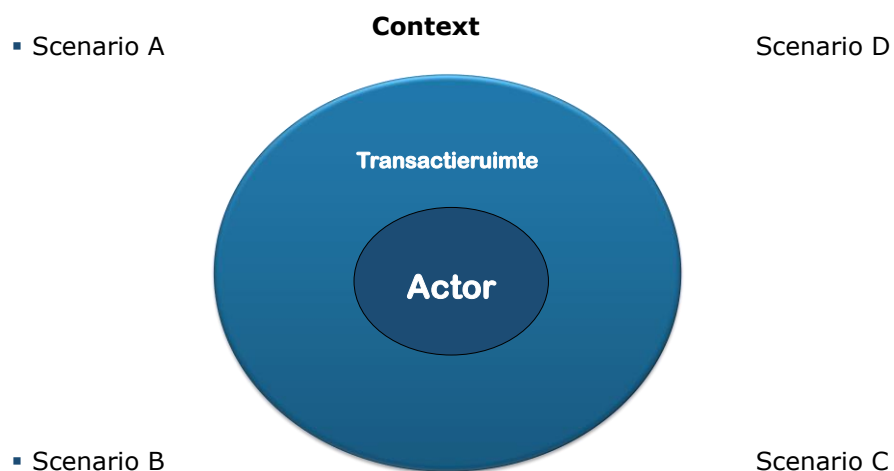
Actoren en de scenario-context

Tenslotte dienen scenario's nog te worden bepaald vanuit het perspectief van een actor. Een actor is bijvoorbeeld een persoon, bedrijf of een bestuurlijk entiteit. Andere partijen en zaken waar men regelmatig mee te maken heeft bevinden zich voor de actor in de transactieruimte.

Het is een algemeen menselijk fenomeen dat vooral die personen en/of organisaties met een relatief groot palet aan handelingsopties of hulpbronnen de neiging hebben hun eigen transactieruimte te overschatten. Er zijn vaak verrassend veel tegenkrachten, vanuit onverwachte hoek. Voor marktpartijen bevinden zich regulering of bredere bestuurlijke kaders niet direct binnen de transactieruimte, voor bestuurders geldt dat marktpartijen vaak voor

verrassingen kunnen zorgen, vanwege marktonzekerheid of door onverwacht toetredende concurrentie. Er is vaak sprake van maar een beperkte beïnvloedings- of onderhandelingsruimte, ook in de politiek, doordat Nederland een coalitieland is waar compromissen moeten worden gesloten.

Scenario's worden daarom opgesteld voor de Context. Individuele actoren (marktpartijen, overheidsbestuur en belangenorganisaties) kunnen, wanneer een scenario begint op te treden slechts beperkt de koers verleggen.



De scenario's (Stories) zoals hiervoor beschreven bevinden zich op grotere afstand van een actor in de context. Gebeurtenissen in de context treden op en zijn niet eenvoudig direct te beïnvloeden door de meeste actoren, meestal omdat beïnvloeding alleen slaagt als men een hele rij derden - (markt)partijen of bijvoorbeeld toezichthouders - met zich meekrijgt. Dat impliceert dan echter een zeer grote transactieruimte voor een actor. Zulke armslag voor het herzien van beleid en interventies bij maatschappelijke vraagstukken is er meestal alleen tijdens grote crisissituaties, waarbij koerswijzigingen in zeer korte tijd worden besloten en doorgevoerd en miljardenbedragen worden gheralloceerd. In het naoorlogse Nederland is die situatie slechts drie keer opgetreden: na de Watersnoodramp van 1953, de bijna-overstroming van het Rivierenland in 1995 en in reactie op de financiële crisis in 2008. Zelfs in die gevallen kwamen er na enige jaren tegenbewegingen op gang.

Het meer gebruikelijke patroon is het organiseren van collectieve actie. Dat vereist echter dat toekomstbeelden door een brede groep gedeeld en/of herkend worden.

Beleidsopties in scenario's

Het is daarom van belang dat een actor zijn/haar transactieruimte en de mogelijkheid tot coördinatie niet overschat. Wel kan men zich als actor voorbereiden op één of meer scenario's, door het creëren van (beleids-) opties en daarmee adaptief handelen of sneller reageren

mogelijk maken. Een voorbeeld is het prepareren van een draaiboek voor een koerswending, een crisisplan of het scheppen van beleidsruimte via herziene regulering.

Het doel van de laatste fase van het scenario-proces is om na te gaan welke beleidsopties er robuust zijn voor een actor. Robuuste opties wil zeggen, dat er ingrepen, investeringen en voorbereidingen zijn die in meerdere scenario's goed uitpakken, terwijl men bijvoorbeeld een monitor opzet voor de scenario's waarin de beleidsoptie niet zo goed uitpakt, zodat er vlot gereageerd kan worden. Robuuste opties kunnen dan een hogere prioriteit worden gegeven in investeringsagenda's. Opties die in alle scenario's goed uitpakken zijn de 'no-brainers'.

Beleidsalternatieven, maar bijvoorbeeld ook business plannen, die in maar één scenario echt attractief zijn, kennen een veel hogere risicofactor, dan vaak vooraf wordt ingeschat met worst-case/best-case prognoses. Veel startende ondernemingen blijken in de praktijk een bedrijfsplan te formuleren, dat van slechts één toekomstbeeld uitgaat. Dat enkele beeld wordt dan verward met 'visie hebben'. Ontwikkelt zich de toekomst volgens dat ene toekomstbeeld dan is de 'visionair' spekkoper. Er is dan vooral sprake geweest dat iemand 'op de juiste plaats, op de juiste tijd' aanwezig was. Komt een ander scenario op gang, dan verdwijnt het initiatief of idee op de plank, komt in een museum terecht of wordt een voetnoot in de geschiedenis.

Het succes van ondernemingen en (beleids-)initiatieven hangt in de praktijk veel vaker af van de alertheid van de ondernemer, in het bijzonder in hoeverre er wordt gelet op de omgeving, en hoe snel het roer wordt omgegooid als in de loop van de tijd het bedrijfsplan-scenario zich toch niet blijkt te materialiseren.

Opties creëren kost tijd en geld. Veel startende ondernemingen, maar ook beleidsinitiatieven hebben niet de menskracht en (financiële) hulpbronnen voor het creëren van een ruim palet aan opties. Het openbaar bestuur, grote organisaties en groepen actoren hebben die slagkracht in principe wel.

In de Complexiteitseconomie geldt het ter beschikking hebben van vele opties en daarmee veel keuze als de werkelijke maat van welvaart/weelde. In een baanbrekende studie uit 2009 vergeleken Harvard / MIT economen Ricardo Hausmann en César Hidalgo de landen Kameroen, Chili en Nederland. Landen met een in 2000 vergelijkbare bevolkingsomvang en in alle drie de gevallen toegang tot zee en natuurlijke hulpbronnen. Het grote verschil in welvaart, had vooral een sterke relatie met de veel grotere diversiteit in de economie en maatschappij als gemeten in niet-verhandelbare "capabilities"²². Economisch beleid dat zich richt op 'algemene, breed toepasbare technieken / activiteiten' bijvoorbeeld het concurrerender maken van de beschikbaarheid van energie, mobiliteit of informatie-infrastructuur heeft een grotere acceptatie in een hoog gediversifieerde economie dan nationale kampioenen kweken.

Bij het ontwikkelen van beleidsopties is het van belang de bredere maatschappelijke context ook mee te nemen. Eind jaren '90 is enige tijd door F. Nauta (Nederland Kennisland) en prof. R.J. in 't Veld het "Finse Model" met een 'economische dirigent' – Tekes - gepromoot. Er werd

²² <https://arxiv.org/abs/1101.1707> The Network Structure of Economic Output, Ricardo Hausmann and César A. Hidalgo

daarbij echter weinig aandacht gegeven aan het feit dat de Finse economie volledig was ingestort bij het uiteenvallen van de Sovjet-Unie. Nokia heeft zich als historische houtvesters-onderneming nog enige tijd in boomstammen laten uitbetalen. Het Tekes-beleid was toch vooral: 'alle ballen op Nokia'. Dat ging goed tot de smartphone.

Het is vrij duidelijk dat de huidige Nederlandse economische context van hernieuwde groei na een decennium stagnatie, snel dalende werkloosheid, maar echter wel in een klimaat van verhoogde politieke en economische onzekerheid (EU - Brexit, snel doorgaande opkomst Azië) een ander palet van onzekerheden en beleidsopties kent. Voor beleidsmakers lijkt dit te vereisen dat er geïnvesteerd wordt in een onderliggende infrastructuur welke flexibel ingezet kan worden. Het bouwen van afdoende elektriciteitsinfrastructuur maakt het mogelijk om een datacenter industrie te ontwikkelen, maar als de marktfactoren voor deze industrie er niet zijn, dan zijn er waarschijnlijk wel andere industrieën die van de infrastructuur gebruik kunnen maken. Zo bekeken zal het doel niet sec de datacenter-industrie zijn, maar om een energie-infrastructuur neer te leggen waar onder andere de datacenter industrie gebruik van kan maken.

Annex B Achtergrondhistorie over datacenters in NL

In deze Annex wordt voor de geïnteresseerden ingegaan op enkele achtergronden van het ontstaan van datacenters in Nederland, de positie van Nederland en de Metropoolregio Amsterdam in de Europese datacentermarkt en een paar onzekerheden in die markt.

Datacenters in Nederland en de MRA: ontstaanshistorie

De historische redenen van het ontstaan van het huidige, op wereldschaal zeer omvangrijke, cluster datacenters in de Metropoolregio Amsterdam, kan herleid worden tot investeringsbeslissingen en acties eind jaren '90.

Met enig inzicht achteraf kan zelfs teruggegaan worden tot de jaren '80. In de jaren '80 werd met het in Amsterdam oprichten van NLnet, EUnet, SURF en SURFnet, de rol van het Mathematisch Centrum (CWI) en Nikhef's behoefte aan internationale dataverbindingen naar laboratoria bij CERN (Geneve), DESY (Hamburg) en Fermilab (Batavia, Illinois).

Daarbij heeft vooral het vestigen in Amsterdam van enkele internationale coördinerende organisaties (RIPE NCC, EARN, RARE (later TERENA en nu GEANT) en het creëren van Ebone om beleid van de Europese Commissie contra het gebruik van het Internet Protocol te omzeilen bijgedragen tot een prominente positie van Amsterdam.

In 1993 is door enkele Nederlandse pioniers de grondslag gelegd voor de AMS-IX met een shared Ethernet kabel in de gebouwen van Nikhef en SARA in de Watergraafsmeer. Een tweede relevante actor was Interxion, die in 1996 een telefooncentrale ten behoeve van een internationale 'minutenveiling' plaatste in Sloterdijk (Gyroscoopweg), waarbij meerdere telecomoperators een glasvezelkabel aanlegden. Interxion ontdekte al snel dat de grotere vraag was naar colocatie in hun gebouwen en diverse andere bedrijven vestigden een datacenter in aanpalende gebouwen. Kort na de opening van de telecommarkt in 1997 vestigde Tele2 zich in een datacentrum in Schiphol-Rijk en meerdere bedrijven in de zone Wenckebachstraat tot Paalbergweg in Amsterdam Zuid-Oost, waar een vergelijkbare dynamiek op gang kwam.

Buiten Amsterdam realiseerden enkele ISPs hun eerste datacenter op hun eigen terrein, realiseerden BT Nederland en SARA een datacenter in Almere en zette Peter Langendam zijn switch voor Orion Telematica neer in de Spaanse Kubus in Rotterdam, waar prompt de eerste pan-Europese backbones, die in 1997 en 1998 werden uitgerold allen een aansluiting realiseerden.

In Amsterdam vestigden zich vanaf 1996 diverse nieuwe internationale spelers met NOC en datacenter faciliteiten o.a. MFS Worldcom (nu Verizon), UPC (nu Liberty Global) en Global Crossing. Een belangrijke factor daarbij was het een half jaar eerder openen van de Nederlandse telecommarkt ten opzichte van de rest van Continentaal Europa, naast het realiseren van aanlandingspunten van nieuwe internationale zeekabels (Atlantic Crossing, TAT14, Odysseus (MFS Worldcom) met zeer hoge capaciteit.

Telecity opende als eerste puur op datacenters gerichte marktpartij een gebouw in de Watergraafsmeer, nabij de Ams-IX. De dynamiek versnelde door de komst van Global Switch in Slotermeer, op dat moment het grootste datacenter qua vloeroppervlak in Europa, en Viatel's datacenter aan het Delflandplein. KPN en KPNQwest gingen in de oude Fokker-fabrieken op Schiphol-Oost een datacenter realiseren en meerdere partijen gingen aan de slag op Schiphol-Rijk. Diverse vastgoedondernemers verbouwden loodsen en gebouwen in en op de bedrijventerreinen in de regio Amsterdam tot datacenters. Leaseweb startte in Haarlem en Sloterdijk.

De eerste knelpunten rondom datacenterbouw

Eind 1999 kwam het eerste knelpunt rond de elektriciteitsvoorzieningen in de regio Amsterdam op tafel. Vraagindicaties van datacenters naar elektrisch vermogen liepen op tot 600 MW en konden zonder versterking van het hoogspanningsnet niet worden bediend. Er werd een bouwstop voor datacentra afgekondigd in de MRA.

Deze bouwstop leidde (mede) tot het verplaatsen in 2000 van een geplande aanlanding van Tycom in Norden (Duitsland) naar de Eemshaven en een datacenter in Groningen. Ook in enkele andere steden buiten de Randstad (Enschede, Leeuwarden, Eindhoven) ontstonden initiatieven om regionale Internet Exchanges te realiseren, vaak gesteund door regionale ontwikkelingsmaatschappijen.

Met de Dotcom-crisis van 2000 en het instorten van de telecommarkt in 2001, en daarmee ook het faillissement van enkele datacenters, eindigde de eerste periode van snelle expansie.

Na 2000 doken de eerste plannen op om datacentra te 'vergroenen' en restwarmte productief in te zetten. Onder andere de plannen voor een datacentrum in Agriport A7 (Middenmeer). Op die locatie is uiteindelijk Microsoft een datacenter gaan bouwen. Ook de komst van Google naar de Eemshaven, waar de NorNed kabel schone energie aanlandt, had een Green-IT aspect. Deze datacentra ten behoeve van alleen grote markspelers staan nu bekend als 'hyperscale' datacentra.

Nieuwe groei met dedicated datacenternieuwbouw en specialisatie

Vanaf ca. 2005 is het aantal datacenters weer gaan groeien en wordt de sector gekenmerkt door het bouwen van dedicated datacenters, geoptimaliseerd op die functie in plaats van het ombouwen van bestaand vastgoed, wat in de eerste golf de staande praktijk was. Vooral de optimalisering van het energiebeheer is hier van groot belang. Het doel is om een zo groot mogelijk deel van de gebruikte energie naar de computers te laten vloeien en een zo klein mogelijk deel naar de koeling van de door deze computers gegenereerde warmte. Dit wordt wel gemeten in Power Usage Effectiveness (PUE)²³

²³ Power Usage Effectiveness meet de mate waarin de total gebruikte energie gebruikt wordt voor de computers/netwerken. Perfect zou een PUE van 1.0 zijn. Echter dat zou betekenen dat er geen

Na 2010 is het aantal nieuwe datacenters fors toegenomen, waarbij er een sterke impuls uitging van twee nieuwe ICT-sector trends: de snelle verbreiding van de smartphone en cloud computing. De grootste uitbreidingen vonden plaats rond Schiphol-Rijk, waar een cluster-effect is ontstaan van Cloud-Computing partijen. Een bijkomende stimulans was daarbij dat "Londen" op slot ging vanwege de Olympische Spelen in 2012. Daardoor werden veel datacenter-investeringen in Europa ten behoeve van Cloud Computing als eerste in Amsterdam neergezet.

Tegelijk is er in de datacenter bedrijfstak sprake geweest van stevige consolidatie, waarbij Equinix, Interxion, Digital Realty en Global Switch nu de grootste marktpartijen zijn.

Tenslotte is er een begin zichtbaar geworden van specialisatie van 'datacenter clusters' met duidelijk verschillende marktpartijen. Schiphol-Rijk voor Cloud-Computing, Watergraafsmeer voor verkeersuitwisseling. De laatste is deels toe te schrijven aan de toename van "private peering" waarbij ISPs en cloud-platformen directe verbindingen met elkaar realiseren in een gebouw via de optische verdelers, en hun peering-verkeer steeds minder over switched platformen als Ams-IX plaatsvindt.

De veranderingen in het peering segment hebben mogelijk verdergaande repercussies. Zo zetten Akamai, Cloudflare, Netflix en Google caches steeds dichterbij de edge. KPN en Ziggo doen er ook alles aan om interconnectie direct op hun eigen infrastructuur (NL-IX en de mogelijk komende Ziggo-IX) te realiseren. Andere partijen beginnen een distributed internet exchange tussen meerdere eigen datacenter gebouwen om daarmee voor hun datacenter bewoners meer binding te realiseren. Tegelijk valt zo dus de verkeersvolumerol weg voor de gedistribueerde Ams-IX infrastructuur en wordt het vooral een connectiviteitsplatform, waar de toegevoegde waarde komt uit de 'vele mogelijkheden tot interconnectie-partners', die bereikt kunnen worden. Op dat aspect (aantal aangesloten ISPs) is Ams-IX wel de grootste Internet exchange ter wereld.

Voor deze directe verbindingen en private peering geldt dat de partijen het liefst standaard datacenter verbindingen gebruiken. Ze gebruiken hiervoor veelal 10 of 100Gbit/s Ethernet over glasvezel. In deze standaard is 10km veelal de maximum afstand welke standaard aansluitingen kunnen overbruggen.²⁴ Omdat er steeds meer verbindingen nodig zijn tussen platforms bijvoorbeeld Salesforce met Microsoft Azure etc. wordt een deel van dit soort systemen dicht bij elkaar geplaatst. Het liefst in hetzelfde datacenter of dan in ieder geval dezelfde campus.

De op dit vlak veranderende markt leidt tot andere dynamiek. Het gebouw en de naburen worden belangrijker en dat leidt tot meer samenklontering tot campussen. Binnen zo'n 'cluster' op een campus liggen over relatief korte afstand - tussen gebouwen van diverse marktpartijen

verlichting, liften, koeling, bewaking etc. zou zijn in het pand. PUE wordt meestal gerekend onder volle belasting, wat niet voor ieder datacenter altijd het geval zal zijn. Er zijn datacenters die bij volledige belasting een PUE van 1.1 claimen. https://en.wikipedia.org/wiki/Power_usage_effectiveness

²⁴ Voor een overzicht van de ontwikkelingen rond 100Gbit/s (en 40Gbit/s) is het wikipedia artikel over de standaard een goed begin. Het laat ook zien dat er een datacenter specifieke versie voor maximaal 2km ontwikkeld is, welke vooral door cloud aanbieders ondersteund werd.

- glasvezelkabels met zeer hoog vezeltal. Bovendien is in de grote datacenters er nu sprake van duizenden onderlinge verbindingen tussen huurders in die panden. Dat hoge aantal dwarsverbindingen met anderen bindt huurders aan campussen en gebouwen.

Onderzoek dat Stratix in 2016 uitvoerde, maakte duidelijk dat basale zaken als kosten van lasers (poortkosten) en afstanden tussen de clusters bepalende factoren zijn voor keuzes (Watergraafsmeer – Amsterdam Zuid-Oost - Sloterdijk – Schiphol staan voor directe verbindingen over hoogtallige glasvezelkabels te ver uit elkaar voor de goedkope lasers (welke maximaal 10km halen). In de Watergraafsmeer zijn in recente jaren enkele nieuwe datacentra gerealiseerd, waarbij vanwege bouwgrond-schaarste Equinix een pand met meerdere etages opende. Dit maakt het veel moeilijker om het gebouw te koelen, want warmte wil omhoog, maar interconnectie en dus locatie is van groter belang. Gelijkvloers bouwen en grondprijs zijn daarmee niet allesbepalend.

In de rest van Nederland zijn er op enkele plaatsen dedicated datacentra neergezet door grote regionale webhostingpartijen en bedrijven die zich op de regionale zakelijke markt specialiseren en er zijn ook nog enkele datacentra gebouwd door pan-Europese backbone operators langs hun eigen netwerk (bijvoorbeeld COLT in Roosendaal).

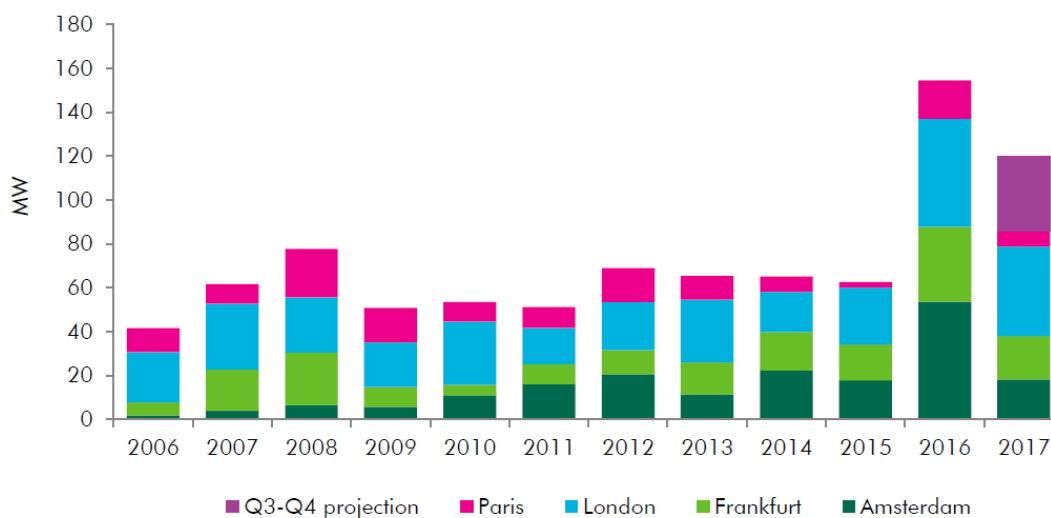
In het afgelopen decennium is de take-up in Amsterdam enkele keren hoger geweest dan in Londen en met regelmaat hoger dan in Frankfurt, waardoor in het derde kwartaal van 2017 volgens CBRE²⁵ qua aanbod en beschikbare vrije ruimte (in MW) Frankfurt en Amsterdam vergelijkbaar waren (beiden 22,5%). Londen leidt de Tier-1 sector met 40% en Parijs heeft 15% van de grote vier steden. Figure 2 uit het rapport over het 3^e kwartaal 2017

van CBRE laat zien dat van jaar tot jaar de take-up sterk kan verschillen tussen de grote vier²⁶.

²⁵ De CBRE Group, voorheen CB Richard Ellis, is een internationale vastgoed adviesorganisatie.

²⁶ Bron: CBRE https://f.tlcollect.com/fr2/317/82269/2017_Q3_European_Data_Centre_Marketview.pdf

Figure 2: Europe Colocation Take-up as at Q3 2017



Source: CBRE Research, Q3 2017

Het huidige beeld: elektriciteitsvoorziening potentieel opnieuw knelpunt

Bovenstaande historie samenvattend is het huidige datacenter-landschap in de MRA en in bredere zin in de rest van Nederland de uitkomst van:

- Collectieve initiatieven (ontstaan van leidende rol van Amsterdam in het Internet)
- Individueel ondernemerschap van enkele ISPs, hosters en telecomondernemingen
- Timingseffecten (snelle opening NL telecommarkt, Olympische Spelen in Londen)
- Geografische factoren (aanlanding zeekabels)
- Moment waarop er ruimtelijke c.q. elektriciteitsvoorzieningsknelpunten optraden
- Een beperkte mate van beleidsinterventie/sturing op de sector
- Datacenter intrinsieke sectortrends (nieuwe IT-innovaties, specialisatie)

Tijdens het interview met mede-opdrachtgever Alliander is er opgemerkt dat zich steeds duidelijker een nieuw planningsknelpunt aandient op het vlak van elektriciteitsvoorziening. Het nieuwe geplande onderstation nabij Schiphol-Rijk leidt tot nieuwe dynamiek. In de tweede week van 2018 liggen er al aanvragen door datacentra voor die locatie voor een capaciteit van 140 MW. Dit onderstation kent een totaal geplande capaciteit van 400 MW en vergt een ontwikkeltijd (planning, vergunningen) van ca. 7 jaar en een bouwtijd van ca. 2,5 jaar. Het kostenplaatje bedraagt €100 miljoen. De gemiddelde aanvraag van een datacenter bedraagt daarbij op dit moment 40 MW. Een nieuw onderstation kan met dit soort vraag op korte termijn uitverkocht raken en er valt niet echt tegenop te bouwen.

Door één van de geïnterviewde uitbaters van datacentra is opgemerkt dat hun lead-tijd voor het neerzetten van een gebouw ca. 2 jaar is, maar dat men de ruimte in dat gebouw op dit

moment binnen 18 maanden uitverkoopt. Deze tijdlijnen suggereren dat er sprake is van forse frictie. Daar speelt echter ook mee dat een deel van de vraag kan zijn ingegeven door problemen elders in de andere grote Europese datacenter-knooppunten. Als Frankfurt of Parijs 'op slot zit' qua elektriciteit, terwijl er rond Amsterdam net nieuwe capaciteit onderweg is, dan worden nieuwe Europese activiteiten voor internationale partijen in de MRA gealloceerd.

De vraagdynamiek veroorzaakt evident een planningsvraagstuk bij Alliander, waarbij de locatiekeuzes van datacenters moeilijk bij te benen zijn. Een deel van de problematiek komt daarbij voor Alliander ook nog voort uit reguleringskaders van ACM (het vroegere DTe), die lange afschrijvingstermijnen oplegt voor infrastructuurinvesteringen (40 jaar). De daarom noodzakelijke autorisatie voor omvangrijke investeringen in grote onderstations op managementniveau is daardoor niet eenvoudig. Geïnterviewde datacenter exploitanten merken de inherente traagheid.

Een probleem in de Haarlemmermeer is echter dat er een tekort dreigt aan stroomcapaciteit welke gecontracteerd kan worden.²⁷ (Niet alle gecontracteerde capaciteit wordt gebruikt, maar de onderstations in het elektriciteitsnet moeten er wel op berekend zijn.) Er wordt gewerkt aan 400MvA nieuwe capaciteit in de A4 zone door Tennet en Liander.²⁸ Het plannen en bouwen van een (groot) onderstation vergt op dit moment ca. 7 jaar doorlooptijd. Dat is qua capaciteit een zeer omvangrijk onderstation. De geschatte kostprijs wordt ca. €100 miljoen en het betekent dat bij snel procedureverloop het onderstation er over circa 3 jaar kan staan.

Datacenter partijen hebben al aangegeven graag gebruik te willen maken van deze nieuwe capaciteit, maar moeten nog wachten. Recent is dan ook een partij die 80MvA aan vermogen nodig had, naar Zeewolde uitgeweken, waar een knooppunt van stroom is en meerdere windparken zijn. Zeewolde heeft echter een beperkte beschikbaarheid van In Almere wordt een bestaand datacenter verdubbeld tot 60MvA, mede doordat een grote cloud partij operationeel is in dat datacenter. Er is ruimte voor nieuwe datacenters voorzien langs de A6. Ook heeft Almere al een warmtenet, waardoor de restwarmte hergebruikt kan worden. Op deze wijze hoopt Almere de restwarmte te kunnen hergebruiken voor de verwarming van woningen en bedrijventerreinen. Doordat Almere een groei doelstelling heeft en nog afdoende ruimte beschikbaar heeft, kan het beter aan de vragen van datacenters voldoen. Het vergroten van onderstations moet toch gebeuren. Daarbij wordt er rond Almere nog 50MW aan windmolenparken gerealiseerd. Lelystad werpt zich ook op als locatie voor nieuwe datacenters, zeker gezien de nabijheid van de Maximacentrale en windparken.

Het Westelijk Havengebied wordt daarbij genoemd als goede vestigingslocatie vanuit elektriciteitsnetperspectief. Twee geïnterviewden uit de datacenterwereld geven echter aan dat dit gebied nu geen optie is, omdat het te ver van de andere clusters / campussen met

²⁷ Stroom rond Haarlemmermeer is op, Telegraaf, 22 mei 2018, <https://www.telegraaf.nl/nieuws/2065427/stroom-rond-haarlemmermeer-is-op>

²⁸ Voor een overzicht zie de website van Tennet <https://www.tennet.eu/nl/ons-hoogspanningsnet/onshore-projecten-nederland/netuitbreiding-a4-zone/>

datacenters staat, waarbij er één inschat dat dit gebied over een jaar of 7 à 8 misschien wel de enige locatieoptie is in de MRA.

Er is daarmee zowel marktonzekerheid als een ruimtelijkvraagstuk. De onzekerheid is of de datacentra in Sloterdijk in de afgelopen jaren de 'cluster-specialisatie' hebben gemist en mogelijk zelfs de komende jaren gaan leeglopen (vanwege veroudering) òf dat medio volgend decennium nu juist Sloterdijk/Westelijk Havengebied het datacenter-ontwikkelgebied van de MRA wordt. Daarbij is niet duidelijk wat dan de eventuele randvoorwaarden moeten zijn om die ontwikkeling op gang te krijgen, terwijl er ook geplande ontwikkelingen zijn aan de zijde van Hoofddorp (Trade Parc), waardoor datacenters juist daarheen kunnen trekken. Dat gezegd hebbende is er geen fundamentele reden waarom er niet een datacenter cluster zou kunnen ontstaan in Almere of Eindhoven als Amsterdam vol loopt. Echter Amsterdam blijft het voordeel van een grote bestaande installed base en infrastructuur houden

De beantwoording van deze vraag wordt temeer bemoeilijkt, omdat het nog niet goed in te schatten is of er nieuwe aanjagers van clustervorming zullen zijn. Zo stelde professor Iosup dat de ontwikkelingen rond machine learning en de bijbehorende grafenanalyse ervoor zorgen dat er nieuwe clusters rond datasets zullen ontstaan. Dit omdat de onderliggende dataset (zelfrijdende auto's, beeldherkenning, smart home) petabytes groot kunnen zijn en dus sneller per container dan via een glasvezel vervoerd worden. Als een dataset ergens zit, dan komen de gebruikers er naar toe, in plaats van dat de data zich verspreid. Professor Lago is echter (geparafraseerd) van mening dat de industrie tot nu toe haar problemen opgelost heeft door meer processoren naar een probleem te gooien, in plaats van het probleem beter te analyseren. Zie ziet het einde van Moore's law als een reden waarom de kwaliteit van software, het klein houden van datasets en efficiëntere analyse zullen leiden tot een meer gedistribueerde aanpak, met kleinere lokale datacenters.

Beleidsconcurrentie door ontwikkelstrategie met datacenters faciliteren?

Het gedrag dat internationale datacenter-partijen bij een keuze voor investeringen in Europa die Tier-1 regio/stad opzoeken, waar zij de minste knelpunten waarnemen op afdoende energievoorziening heeft een belangrijke effect. Systematisch faciliteren van datacentra in de MRA, waarmee kortere lead-times over de hele voortbrengingsketen, leidt dan op termijn tot boven-proportionele groei ten opzichte van andere Europese grote regio's, zolang aldaar ook niet zo'n beleid wordt geëntameerd: *beleidsconcurrentie*.

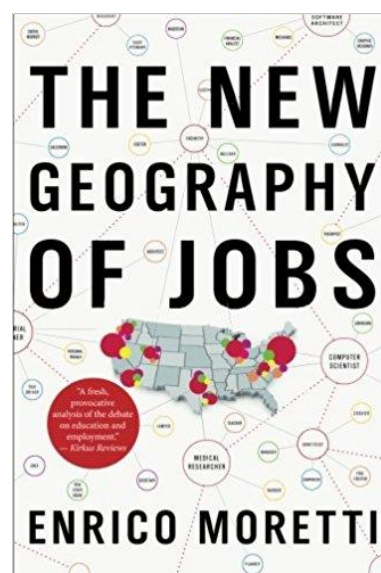
Bij *beleidsconcurrentie* voor datacentra verwerft Nederland en de MRA de reputatie dat de knelpunten alhier sneller worden opgelost dan bij de andere grote datacenterlocaties in Europa. Dan gaan internationale spelers hier het eerst op zoek naar ruimte. Zulke beleidsconcurrentie kan nog worden versterkt als de bedrijfstak assertief gaat acquireren vanwege Brexit. De impact van Brexit wordt door enkele geïnterviewden als kans aangemerkt, in het bijzonder als komend jaar vanwege EU privacy- en databaserichtlijnen er veel IT moet vertrekken uit het Verenigd Koninkrijk.

Een adequate digitale infrastructuur is een belangrijke voorwaarde voor internationale concurrentiekracht. Om die reden is "Ruim baan voor de digitale infrastructuur" een van de 6 acties van het eerste uitvoeringsprogramma van de Ruimtelijk-Economische Ontwikkelstrategie. In dit uitvoeringsprogramma werken het Rijk, vijf provincies, vijf steden en vier economic boards uit de Noordelijke en Zuidelijke Randstad boards samen. De actie ten aanzien van de digitale infrastructuur moet resulteren in:

1. Een routekaart tot doorontwikkeling van de digitalisering in de grote stedelijke agglomeraties met aanvullend een aanbeveling
2. Een mini-conferentie rond de vestigingseisen van datacenters met aanvullend een aanbeveling van het NFIA, en
3. Een onderzoek naar de maatregelen die de uitrol van 5G nog verder kunnen bevorderen.

De ambtelijke initiator van dit actiepoint is: Het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Zij voert dit samen uit met het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, de Economic Board Zuid-Holland en Amsterdam Economic Board. Bestuurlijke Ambassadeurs voor deze actie zijn de Gemeente Eindhoven en Amsterdam Economic Board²⁹. Onderzoek van Deloitte wordt aangehaald dat laat zien dat de digitale economie de banenmotor van Nederland is. Dat lijkt een gedurfde stellingname.

Er lijkt namelijk nog geen harde relatie te leggen tussen 'digitale infrastructuur' en 'economische ontwikkeling'. In het boek 'The New Geography of Jobs' wordt uitgebreid ingegaan op het ontstaan van de nieuwe banen in de VS sinds begin jaren '80 rond innovatiecentra en beroemde universiteiten, waarbij sprake is van een opwaartse spiraal en er ook een stevig spill-over effect is vanuit de hoogopgeleiden, die er werk vinden op toelevering van diensten aan hen in de lokale economie. Wie echter naar de kaart van de VS kijkt op de voorzijde van Moretti's boek, kan constateren dat Miami, één van de grote Amerikaanse datacenter-regio's, niet deelneemt aan de geobserveerde hotspot-regio's van de 'innovatie en nieuwe werkgelegenheid'.



Ook binnen Nederland is zo'n trend nog niet zo expliciet te maken als men op het eerste gezicht zou denken. De regio Eindhoven geldt als zeer innovatief, maar heeft géén met de MRA vergelijkbare explosieve vraag naar ruimte voor datacenters vertoond in de afgelopen twee decennia. En hetzelfde geldt voor de Zuidelijke Randstad. Dat roept vragen op. Het REOS stelt dat de digitalisering misschien begint bij toplocaties, maar dat het een zaak is van iedereen

²⁹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2017/11/23/uitvoeringsprogramma-reos>

en overal en dat de ontwikkeling van de digitalisering in de grote stedelijke agglomeraties doorzet.

Wat dit vooral laat zien is dat grootstedelijke agglomeratiekracht, innovatie, kennisinstellingen, digitale economie en infrastructuur veel verder gaat dan datacenters. Datacenters zijn vooral het toefje op wat een regio te bieden heeft. Waar Nederland in de Randstad minder agglomeratiekracht heeft dan andere regio's als Londen, Parijs en Frankfurt (dit versterken is de reden dat REOS is geïnitieerd), heeft het wel het hoog opgeleide personeel, de excellente verbindingen, logistiek, kruispunt van internetnetwerken, uitstekende energievoorzieningen etc. Dat de datacenters dan ook nog eens uitstekend zijn, maakt het af.

Anderzijds is in de voorgesprekken aangegeven dat de vraag van een deel van het regionale bedrijfsleven de meest cruciale bedrijfsdata niet graag 'in de cloud' stalt en daarvoor een datacenter opzoekt dat 'dicht bij huis' staat, d.w.z. op een maximale rijafstand van ca. 30 minuten van de bedrijfsvestiging.

Daarnaast is als groeifactor voor regionale centra ook benoemd dat bedrijven, die nu grote applicaties gaan draaien voor klanten uitkomen op twee systemen vanwege eisen aan uptime, en dan een flink aantal een derde systeem (een dirigent) gaan neerzetten om te detecteren welke van de twee hoofdsystemen faalt en als ultieme fall-back/noodreserve. Dat zet men dan expliciet elders neer, op grotere afstand zodat men niet geraakt wordt door grotere regionale elektriciteit- en telecomnetwerkstoringen.

In het kader van REOS wil men de Netherlands Foreign Investment Agency (NFIA) een goed ruimtelijk inzicht bieden van de geschikte vestigingslocaties, die op korte termijn kunnen worden aangeboden voor de vestiging van (regionale, internationale en dedicated) datacentra op en nabij toplocaties.

Een belangrijke onzekerheid daarbij is dan welk soort IT toepassingen in de Zuidelijke Randstad en de Brainport Eindhoven de grote vraag naar datacentra gaan veroorzaken. Wanneer IoT zwaar afhankelijk wordt van cloud-computing back-ends, komt er dan in een IoT-heavy industriële regio als de Brabantse Stedenrij of de Zuidelijke Randstad veel vraag naar regionale cloud-computing?

Of is het verschil veroorzaakt omdat de media, de financiële sector en de administratieve gegevensverwerking (Enterprise IT) de veel grotere vragers zijn van datacentercapaciteiten, in tegenstelling tot het vooral vanuit Duitsland sterk gepushte Industrie 4.0? Is er dus deels sprake van sterk verschillende regionale economische behoeften vanwege de andere aard van het bedrijfsleven? Of ligt de MRA gewoon tèt dicht bij de rest van Nederland en is daarom bewust regionale spreiding van datacentra stimuleren, behalve het neerzetten van af en toe een dedicated hyperscale, niet meer dan het vechten tegen de bierkaai van de grote schaalvoordelen in de MRA?

Annex C Gesprekspartners en workshopdeelnemers

Scenario sessies

Alex de Joode	Nederland ICT
Patricia Lago	VU
Remco van Mook	Asteroid
Hans Schelvis	Equinix
Aleksandar Mitrov	AMS-IX
Bastiaan Goslings	AMS-IX
Stijn Grove	DDA
Emilie van Hasselt	vanhasseltlaw
Job Witteman	NxtVn
Andrew van der Haar	Datacenter Groningen
Maikel Bouricious	Asperitas
Hans Timmerman	Dell EMC
Mark Jurjus	Alliander
Arjan Bakkeren	Alliander
Bert Ross	Alliander
Dirk van der Woude	Amsterdam
Willem Koeman	Amsterdam Economic Board
Frank Halsema	Almere
Zef Hemel	Amsterdam Economic Board
Antonio Carretero de Jong	Amsterdam Economic Board

Overig geïnterviewd/gesproken

Alexander Iosup	VU
Frank Driessen	ASML
Arno van Gennep	Equinix
Henk Steenman	AMS-IX

Begeleidingsteam opdrachtgevers

Willem Koeman	Amsterdam Economic Board, directeur
Dirk van der Woude	Gemeente Amsterdam, vestiginglocaties Datacenters in MRA
Frouwien Oudkerk	Gemeente Haarlemmermeer
Mark Jurjus	Alliander, senior relatiemanager
Bert Ross	Liander, relatiemanager Strategie & Omgeving
Antonio Carretero	Amsterdam Economic Board, teammanager strategie
Prof. Zef Hemel	Amsterdam Economic Board, strategisch adviseur
Marinde de Jong	Ministerie BzK, REOS
Martin Leuvenink	Ministerie BzK, REOS
Nick Hinsenveld	Provincie Noord-Holland

Stratix Team

Johan ter Haar	Managing Partner
Paul Brand	Partner
Rudolf van der Berg	Senior Consultant
Hendrik Rood	Senior Consultant

Annex D Nieuwe toepassingen in en voor datacentra?

Met enkele geïnterviewden is gesproken over nieuwe ICT-toepassingen, die mogelijk de behoeften aan capaciteit in datacentra gaan opvoeren. De onzekerheden zijn daarbij welke innovaties de nieuwe vraag in de ICT werkelijk gaan aandrijven. Zijn dat toepassings-innovaties zoals zelfsturende auto's, FinTech, IoT, Robotica of bio-datascience? Of draait het veel meer om achterliggende technieken als Kunstmatige Intelligentie - Machine Learning / Deep Learning – en de zeer grote datasets, die men daar nu voor nodig heeft?

De belangrijkste vraag bij zelfsturende auto's, Internet-of-Things, Robotica en bio-datascience is in hoeverre de intelligentie, juist vanwege bijvoorbeeld de vereiste autonomie en mobiliteit, zo decentraal mogelijk gaat worden gerealiseerd. De onderneming SCYFER opgericht door prof. Max Welling (UvA) en overgenomen door chipset-fabrikant Qualcomm, richt zich er bijvoorbeeld op dat men Machine Learning technieken uitmonden in "On-device Intelligence". Het doel is om data het dichtst bij de bron te verwerken en de cloud te complementeren. Tegelijk neemt men waar dat vooral de fabrikanten voor telecomapparatuur (Nokia, Ericsson, Huawei etc.) en telecomoperators op grote schaal 5G (de volgende generatie mobiele technologie) pushen, met mobiele basisstations als 'intelligente verwerkingsplaats' met daarnaast centrale verwerking en opslag.

Er is met twee wetenschappers gesproken prof dr.ir Alexandru Iosup (TU Delft / VU) en prof. dr. Patricia Lago (VU).

Prof. Iosup: machine learning en AI is niet goed te paralleliseren

Alexandru Iosup komt uit de wereld van Distributed Systems en heeft veel experimenteel werk gedaan en werkt ook veel met online games, omdat die massaal en gedistribueerd zijn. Nu zet hij zich in voor e-science workloads en business critical applicaties. Het grote probleem is volgens hem dat in *graph computing*, waar de toekomst uit bestaat, er vooral hele grote silo's van datasets zijn. Hoe dit straks samenwerkt weten we niet. We weten ook nog niet wat het beste werkt in welk geval. Iosup beheert een belangrijke benchmark, de LDBC Graphalytics benchmark³⁰ en die laat zien dat in graph analyse we niet goed kunnen voorspellen welk algoritme optimaal is voor een bepaalde dataset, maar erger, dat we niet weten wat er gebeurt als er nieuwe vormen van data toegevoegd worden aan de originele dataset. Als de graph daardoor verandert, verandert ook de performance en zijn we soms weer terug bij af. *Autoscaling* is dan ook zeer moeilijk te realiseren.

High Performance Computing (HPC, wetenschappelijke supercomputers) werkt traditioneel niet met grote graphs. Oftewel de gigantische machines, die in de supercomputer top 100 staan zijn niet goed geschikt voor machine learning/AI/en andere krachtige technieken. Dit vergt dus nieuwe systemen die op een nieuwe wijze gebouwd en geoptimaliseerd worden. Waarschijnlijk leidt dit ook tot nieuwe clusters en cluster locaties.

³⁰ <http://graphalytics.ewi.tudelft.nl/>

Het grootste probleem is dat veel AI problemen zich slecht laten paralleliseren. Het resultaat is dat we hele grote bulken aan data creëren. Petabytes verscheep je echter alleen maar met een vrachtauto. Heb je een belangrijke pool aan data-resources, dan bouwt iedereen daar infrastructuur omheen en dan gaat het nooit weer weg.

Iosup doet een oproep voor meer data science met publieke en private databronnen, die we dan bijvoorbeeld in Amsterdam neerzetten. Staan ze er een keer, dan gaan ze nooit weer weg en dan bouw je er voor generaties aan fysieke en personele infrastructuur omheen.

Prof. Lago: aandachtverschuiving nodig naar software en duurzaamheid

De belangrijkste opmerking van prof. Lago is een tot nu toe overmatige focus op verouderde feiten en beelden in de ICT bedrijfstak, in het bijzonder een overmatige focus op hardware. Er wordt teveel gedacht dat hardware de zaak gaat redden en daarop wordt gerekend. Er wordt teveel data opgeslagen die niet veel wordt gebruikt. Echter het einde van Moore's Law komt in zicht.

Het probleem van de huidige neiging om alle data op te slaan is, dat zij dan ook verwerkt moet worden. Dit vergt steeds zwaardere systemen, die steeds minder efficiënt met data om kunnen gaan. Er is software nodig om data beter te kunnen managen, om ze te verkleinen en verplaatsbaar te maken en in het bijzonder om 'multi-tenancy' vraagstukken (voor gedeeld gebruik van resources) beter te kunnen managen. Als gedeeld gebruik niet wordt vertrouwd, dan worden er extra systemen gebouwd.

Software engineering is echter in Nederland een vakgebied dat sterk is genegeerd. Finland, Zweden en Duitsland investeren enorm veel geld in software engineering, maar in Nederland wordt vooral het geld in hardware gestopt. Het is zeer lastig om bij datacenters voor elkaar te krijgen dat men investeert in *groene, energie efficiënte software* in plaats van hardware. De sector is nu erg rijk en komt er nog mee weg, maar wanneer hardware niet meer opschaalt, dan is betere software nodig. Het innovatie-knelpunt bevindt zich nu in de softwarelaag.

Met de komst van zichzelf aanpassende software en hardware is de belangrijkste vraag hoe dan de meer energie efficiënte resources worden gekozen. Iets daarvan is nu al geïmplementeerd in mobiele hardware, en dat is daarmee meer en beter schaalbaar geworden.

De belangrijkste vraag is of onze software goed genoeg is. Er wordt daarbij schaaftig geopereerd. "Blockchain": we moeten het blijikbaar gebruiken, waarschijnlijk omdat iemand erin geïnvesteerd heeft, maar die techniek lost de problemen niet op.

We zullen ons naar haar idee moeten gaan richten op meer duurzame en gedistribueerde systemen. Dat leidt dan tot duurzamer oplossingen. Daarbij zal alles echter wel cloud-based zijn. Die cloud is echter niet zoals nu geconcentreerd, maar gedistribueerd. Omdat de datasets waar mee gewerkt wordt kleiner zijn kunnen de systemen waar deze in verwerkt worden ook kleiner zijn. Het wordt dan duurzamer om de verwerking op meer plaatsen, regionaler en dichter bij de gebruiker plaats te laten vinden. Die duurzaamheid wordt nu genegeerd. Systemen, die duurzaamheid al in de ontwerpfase inbouwen worden teveel genegeerd. Dat

heeft geen prioriteit in de bedrijfstak. Men zou zich kunnen gaan richten op “*Green labeling*” van cloud-oplossingen en software.

Annex E Interviews met het veld

Hieronder volgt een kort verslag van de gesprekken die zijn gevoerd met enkele experts uit het veld van de datacentra / internet exchanges

Henk Steenman – AMS-IX

Er is een fundamentele verandering in netwerken gaande. Dat wat het meeste content genereert gaat naar de edge. Dat is waar Akamai, Netflix, Cloudflare en Google hun dozen neerzetten. AMS-IX / Amsterdam is niet meer voor het volume van het verkeer, maar voor het volume van de interconnects. Meer en directere interconnectie is nog steeds heel belangrijk. Wel geldt dat Ziggo en KPN er alles aan doen om de interconnects rechtstreeks op hun eigen netwerk te krijgen, dus naar NLIX en de mogelijke Ziggo-IX. Dit kan rare effecten hebben voor het functioneren van netwerken in de maatschappij. Ondertussen zie je dat Equinix een eigen distributed internet exchange begint tussen zijn datacenters. Ook hier weer geldt dat de interconnectiefunctie gebruikt wordt om een soort lockin te genereren. Aan de andere kant zie je dat iedereen die lage latency nodig heeft, zoals gaming naar de AMS-IX komen. Grote partijen bouwen een campus, want je blijft met 10km zitten. Westelijk havengebied is mooi, maar ver af. Heeft wel onafhankelijke stroom van twee bronnen, zou dus ook een Tier 1 locatie kunnen worden. Fintech daarentegen is erg slecht interconnected. Veelal achter 1 of twee grote telco's niet of nauwelijks eigen AS en routing.

Arno van Gennep - Equinix

Cloud is nog maar net begonnen. Als we 20% van het potentieel bereikt hebben is dat veel. Er gaat dus nog veel nieuwe clustering ontstaan.

IoT is een self fulfilling prophecy en dat heeft heel veel cloud nodig. Sterker, er is geen IoT startup, scaleup of dominante partij die niet volledig cloud gebaseerd is.

Amsterdam is vooral het centrum van het transport. De bulk van content gaat misschien naar de edge, maar dat zijn maar een paar partijen. Je kunt niet tientallen partijen in Geertruidenberg hebben. Dat is de plek waar alleen de allergrootste bulk zit, maar in plaatsen als Amsterdam zit de hele rest van de tail en die is veel volumeneuzer.

Groei in datacenters is nog steeds enorm, maar wel een clustering. De groten worden groter en professioneler en klanten kiezen tegenwoordig op basis van wereldwijde presence en reputatie. De tijd dat je in een lege loods een DC kon beginnen is achter ons.

Maar als iedereen je dan kent en je bent goed, dan is de groei nog steeds 20%-35%. Het kost minimaal 24 maanden om een datacenter te bouwen, maar sommige DCs in Amsterdam zitten in 18 maanden vol. Dat is een gigantisch probleem. Gemeente zou ook sneller mee kunnen werken. Aan de andere kant is er wel een maatschappelijke discussie nodig, want de nieuwe datacenters in Zuid-Oost concurreren keihard met woningbouw. Ze kunnen ook samenwerken

in warmtenetten, maar dat DC moet over 24 maanden staan en die woningen zijn dan nog lang niet klaar. Toch is het van de zotte dat warmte nu weggegooid wordt, kan een hoop goeds mee gedaan worden, misschien zelfs wel een verwarmde A10. Nieuwe datacenters van 60MW zijn geen gekkigheid. Echter stroomleveranciers zijn traag. Brexit is een kans. Westelijk Havengebied nu nog geen optie, maar over jaar of 7-8 misschien enige optie. Tenzij er tegenover Watergraafsmeer aan de andere kant van de A10 ruimte beschikbaar komt voor datacenters. (Een DC in de berm)

Andrew van der Haar – Datacenter Groningen

Met Andrew van der Haar is specifieker gesproken over regionale datacentra en hun kansen en positie in de datacentra markt.

Regionale datacenters groeien ook. Duidelijk de hamvraag is echter, waarom zetten bedrijven hun middelen in regionale centra neer en niet alles centraal in de MRA? De drijvende kracht daarachter is replicatie. Steeds meer bedrijven komen als ze grote applicaties willen draaien voor klanten, er achter dat ze twee systemen moeten gaan draaien voor uptime. Als dat er dan staat, dan gaan er een flink aantal uiteindelijk over naar een "dirigent" een derde, mini-versie / een fall back, maar ook een systeem met de intelligentie (BRAINS) daarin gebouwd om te detecteren welke van de hoofdsystemen er eventueel faalt. Dat derde systeem zet men bij voorkeur op iets meer afstand neer, om externe faalfactoren te verminderen. Het is die laatste factor, het met systemen ongemerkt ingroeien in complexiteit, die ook de vraag bij de regionale datacentra drijft. Daarbij speelt vooral dat middelgrote bedrijven essentiële bedrijfsdata en IT toch liever niet neerzetten bij een partij als Microsoft in hun datacenter en de zaak liever zo verdelen, dat ze de meer cruciale bedrijfsdata bij hun in de buurt hebben.

De regionale datacentra in Nederland zijn op te splitsen in twee groepen: de volledig moderne en op de datacenterfunctie ontworpen gebouwen en de omgebouwde faciliteiten - vaak een voormalige IT-datacenter of hal -. Voorbeelden van partijen uit die laatste groep zijn bijvoorbeeld Datacenter Arnhem (voormalige Akzo-Nobel IT-faciliteiten) of Alticom (datacenters in radiotorens). Datacenter Groningen heeft een eigen dedicated gebouw neergezet in 2011 en een locatie gekozen op de groei. Naar van der Haar's beeld gaan degenen die nu nog vooral bezig zijn met een veredeld enterprise IT-datacenter als 'commercieel datacentrum' te exploiteren de komende jaren merken, dat ze toch echt een dedicated datacenter moeten gaan bouwen, of hun handel loopt af. Een reden is nog steeds dat de energie-intensiteit per rack blijft toenemen en verouderde (enterprise) datacentra de energiedichtheid van de rekken in een modern datacentrum veelal niet helemaal aankunnen.

Stroomvoorziening in de regio is meer een positionering t.o.v. de Randstad als incident-onafhankelijk alternatief.

In de regio is de connectiviteit (zakelijke glasverbindingen) van/naar bedrijven nog veelal een prominent issue, evenals de investeringen daarin [die achterblijven]. Het is ook meer een issue dan het lijkt in de Randstad. Mede omdat op dat vraagstuk er naar zijn zin veel te weinig

(gezamenlijke) druk was, en de grote operators teveel de toon van de muziek bepaalden, is van der Haar één van de initiatiefnemers geweest van de "Fiber Carrier Association", waar hij nu als bijbaan de directeur van is.

Annex F Energieconsumptie prognoses MRA scenario's

Bij het opzetten van de vier verschillende scenario's zijn er prognoses gemaakt ten aanzien van implicaties van elk van de scenario's voor het energieverbruik in 2030. Bij deze scenario's de backcasting-techniek is ingezet, beschrijven de scenario's vier verschillende plausibele ontwikkelingspaden naar de eindsituaties. Voor de vraag naar elektriciteit van (operators van) datacentra en hun klanten en de energievoorziening daarvan op de tussenliggende periode wordt hier een schets gemaakt.

Als startpunt hanteren we daarbij twee datasets aan getallen. Die van internationale adviseurs die zich richten op de multi-tenant datacentra partijen in de MRA en de bredere grondslag die de DDA hanteert, waarbij ook single tenant partijen, regionale datacentra en enkele grotere multi-tenant partijen buiten de MRA meewegen.

Er is sprake van enige incongruentie tussen de DDA cijfers zoals verzameld in de branche door P7. De internationale onderzoeksbureaus meldden voor het 4^e kwartaal 2017 dat 199 MW aan elektrisch vermogen in gebruik was in de regio Amsterdam (bron: CBRE) en 244 MW beschikbaar. De DDA komt voor heel Nederland uit op 591 MW voor multi-tenant datacentra en 665 MW voor single tenant. Dit terwijl de regio Amsterdam 68% van het vloeroppervlak van multi-tenant datacentra in Nederland beslaat.

Wij vermoeden zeer sterk dat dit verschil deels voortspuit uit definitievraagstukken en verschillende interpretaties bij aanleverende partijen. Uit een gesprek met P7 blijkt dat sommige marktpartijen met beduidend minder vierkante meters vloeroppervlak in , factoren hogere vermogens opgaven, dan enkele van de grootste datacenter-marktpartijen. Dat indiceert de noodzaak van zorgvuldige afstemming over te hanteren definities en inzicht of er sprake is van stapeling, waarbij zowel onderhuurders van de opstelruimte, als gebouweigenaren op voorhand 'groeirimte' inkopen. Voor de vier scenario's is uitgegaan van de internationale MRA gegevens. Dus 244 MW beschikbaar en 199 MW effectief in gebruik in de MRA.

Er zijn 4 scenario's gemaakt:

Scenario	Tot 2030 bij te bouwen in de MRA
Amsterdam Datah(e)aven	2 GW
# Delete Facebook	200 MW
Vastlopen op het elektriciteitsnet	200MW in MRA, 500MW erbuiten
Overaanbod	1 GW, maar echt gebruik blijft achter

In 2017 gaf de DDA aan dat er plannen lagen voor 180.000 vierkante meter extra vloeroppervlak in nieuw te bouwen multi-tenant datacentra, waarvan 98% in de MRA. Dit komt boven de op dat moment geobserveerde 283.000 m² netto vloeroppervlak in heel Nederland, waar zich nu 188.000 m² in de MRA bevindt.

Wij gaan er vanuit dat de 180.000 vierkante meter (met dus niet meer dan ca. 4.000 vierkante meter buiten de MRA) sowieso doorgaat, vanwege de lange plancycli, die al in 2017 zijn gestart.

Wij verwachten geen grote resultaten meer van de toename van vermogensverbruiks-efficiency (PUE). Die de factor bepaald van totaal facilitair energiegebruik in een datacenter ten opzichte van het gebruik voor de IT apparatuur in het gebouw. Vanaf het begin van de eeuw is die in de afgelopen 15 jaar teruggelopen. Waar enkele single tennant datacentra met een PUE van 1.2 als zeer efficiënt golden, zijn in de afgelopen jaren diverse datacentra al onder de 1.1 uitgekomen. Dat betekent dat er aan efficiency niet veel meer te winnen is.

Dit verklaart ook dat de interesse nu verschuift naar het leveren van de (rest)warmte. De DDA heeft 'gratis' restwarmte aangeboden. Natuurlijk moet er wel een systeem worden aangelegd waarmee die restwarmte wordt gedistribueerd naar bijv. te verwarmen huizen (of kassen). Het leveren van restwarmte heeft géén directe impact op de vermogensvraag, de vraag is primair voor rekenkracht. Maar mogelijk wel een indirect effect. Als het aantrekkelijk wordt om restwarmte te betrekken van datacentra, dan kan er op termijn zelfs een beweging op gang komen om daarvan systematisch gebruik van te gaan maken.

De belangrijkste vragen bij een groeiontwikkeling voor de komende jaren in de scenario's zijn niet zozeer het groeipad in MW, naar de geprojecteerde eindsituatie, maar vooral, *waar* in de scenario's *de vraag terechtkomt* (geografisch) en wanneer.

Daarbij speelt ook een belangrijke rol welke 'groep' IT-toepassingen de komende jaren de energie gaan opslurpen. De groei / aanvragen zoals die in 2017 zijn gearticuleerd hebben vaak sterk te maken met Cloud Computing. Als gevolg van de clustervorming van cloudpartijen in de regio Schiphol-Rijk geeft dat een grote druk op de elektriciteitsvoorziening aldaar (A4 onderstation). Het nu in de plannen lopende onderstation van 400 MW nabij de A4, zal de expansie van datacentra in de MRA zoals nu gearticuleerd (176.000 m²) aankunnen. Vooral omdat er ook nog enige expansie in de clusters in Zuid-Oost en Watergraafsmeer op de rol staat (waar de laatste locatie tegen de grenzen van een onderstation gaat aanlopen).

Het belangrijkste vraagstuk t.a.v. het Cloud Cluster is of dat na een verdubbeling, waarop nu eigenlijk al grotendeels geanticipeerd wordt met de aangekondigde uitbreidingen voor datacentra vloeroppervlak in de MRA. Er nog eens een verdubbeling volgt. In de interviews is door één respondent aangegeven dat "Cloud" naar zijn oordeel nu pas op 20% van het uiteindelijke 'volume' zit.

Indien dat laatste het geval is dan is het geplande onderstation A4 van 400 MW, dat ook nog kassenbouw moet gaan bedienen, te klein voor het opvangen van het doorgroeien van Cloud-vraag in de regio Schiphol-Rijk voorbij het jaar 2025. Er zal dan ergens in het begin van

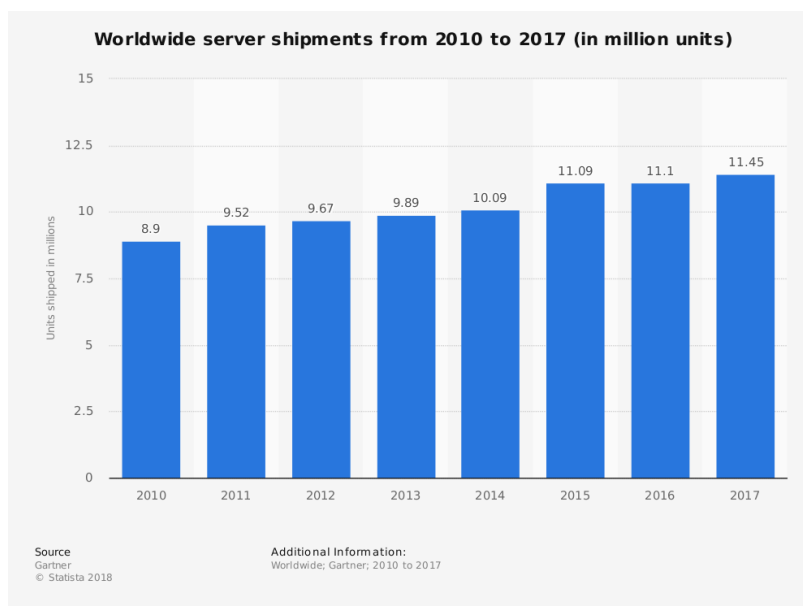
komend decennium een aanvullende planning moeten worden gedaan om ergens in dezelfde buurt ruwweg nog eens 400 MW bij te bouwen om de vraag van de datacenters voor het Cloud-cluster te kunnen blijven bedienen.

Het nog verder expanderen van het Cloud cluster verderop in het komende decennium is echter sterk afhankelijk van welk scenario zich gaat voordoen. Wij achten een 'nieuwe, tweede Cloud-locatie' inplannen erg lastig, maar het zou wel organisch kunnen ontstaan.

In de regio Almere breidt het datacenter zich mede als gevolg van een grote cloud partij uit. Het is nu nog moeilijk in te schatten of dit tot clustervorming kan leiden. Regionale en nationale datacentra zullen wel een stuk 'private cloud' markt gaan bedienen, echter expansie van 'private cloud' is eveneens sterk scenario-afhankelijk. Het zal vooral gebeuren in scenario's als "#DeleteFacebook"

Techniek

Kijkend naar jaarlijkse wereldwijde server sales, dan laten deze een groei zien van 2,5 miljoen sinds 2010 naar 11,5 miljoen stuks per jaar. Opvallend is ook de groei sinds 2014. Waar de jaarlijkse verkopen met 1 miljoen toenamen. Daarbij valt op dat de verkoop steeds meer richting zogenaamde Original Design Manufacturer (ODMs) gaat. Dit beslaat nu al 23% van de markt en is het snelst groeiende marktsegment. Dit zijn partijen die op bestelling en specificatie van de klant de servers bouwen. Partijen die groot genoeg zijn om zelf hun eigen specificaties neer te leggen zijn veelal grote cloud providers en grote hosting partijen. Van een partij als Amazon wordt gezegd dat ze per kwartaal 250.000 servers kopen.



Top 5 Companies, Worldwide Server Unit Shipments, Market Share, and Growth, Fourth Quarter of 2017 (Units are in Thousands)					
Company	4Q17 Unit Shipments	4Q17 Market Share	4Q16 Unit Shipments	4Q16 Market Share	4Q17/4Q16 Unit Growth
1. Dell Inc.	582.5	20.5%	531.6	20.7%	9.6%
2. HPE/New H3C Group**	479.7	16.9%	520.7	20.3%	-7.9%
3. Lenovo*	181.6	6.4%	218.7	8.5%	-17.0%
3. Huawei*	166.4	5.9%	179.1	7.0%	-7.1%
3. Super Micro*	158.5	5.6%	123.8	4.8%	28.1%
3. Inspur*	154.1	5.4%	113.5	4.4%	35.7%
ODM Direct	653.0	23.0%	401.1	15.6%	62.8%
Others	465.1	16.4%	475.8	18.6%	-2.2%
Total	2,840.8	100.0%	2,564.2	100.0%	10.8%

Source: IDC Worldwide Quarterly Server Tracker, February 28, 2017

Een van de geïnterviewden gaf aan dat hij dacht dat de markt voor cloud computing nog maar 10-20% van zijn potentieel gehaald had. Dat bedrijven wel spraken over cloud en voorzichtig de eerste stappen maakten, maar dat de markt nog een lange weg naar verzadiging te gaan had. Dit zou correct kunnen zijn, vooral als er gekeken wordt naar allerlei bedrijfssystemen welke nu nog op eigen servers draaien.

De andere belangrijke grote onzekerheid voor de vraagontwikkeling qua IT-technieken is de nieuwe ontwikkeling met AI processoren. Google heeft de afgelopen jaren in-house een nieuwe categorie 'processoren' ontwikkeld de TPU (Tensor Processing Unit). Dit zijn speciaal voor AI (machine learning) geoptimaliseerde en ontworpen Application Specific Integrated Circuits. Zeer recent is de derde generatie aangekondigd³¹. Daarbij is gesteld dat de printed circuit boards met 4 TPU's waterkoeling nodig hebben.

Google heeft daarbij ook aangekondigd, dat zij hun TPU's 'in-house' willen houden. D.w.z. alleen in eigen datacentra neer willen zetten en derden daarop laten werken. De hamvragen worden dan:

- Komen TPU's vooral in single-tenant datacentra op remote locaties terecht?
- Gaat Google een eco-systeem ontwikkelen rond die machineparken

Wij hebben sterk het vermoeden dat de tweede vraag bij AI / Machine Learning op termijn gaat plaatsvinden. Ook concurrenten van Google zullen met hun plannen komen. Of zij zelf hun eigen TPU's gaan ontwikkelen, of dat ze voorlopig niet verder zullen gaan dan AI-clusters bouwen voor GPU's, is daarbij een minder cruciale vraag voor het vraagstuk rond datacentra in de MRA, dan de vraag of er eco-systemen gaan komen.

³¹ Zie bijv: <https://tweakers.net/nieuws/138425/google-toont-watergekoelde-tpu-v3-pods-van-100-petaflops-voor-machinelearning.html>

Eco-systemen gaan nieuwe clusters creëren en als bijv. Google een TPU-cluster in Groningen – Eemshaven gaat neerzetten en daar een eco-systeem probeert te creëren, dan is de impact ervan op de MRA gering. Het betekent echter potentieel wel dat de volgende technologiegolf dan niet in de FLAP plaatsvindt (of hun tegenhangers elders in de wereld).

Leidt de strategische beslissing om Eco-systemen rondom AI/ML te vormen (of dat met datacentra vol TPU's is of GPU's of zelfs een mix van servers (CPU's), GPU's en TPU's is dan minder cruciaal) dan ontstaat er een nieuw 'cluster' en in principe kan zo'n cluster dan redelijk faciliterend worden gepland (bijv. in het Westelijk Havengebied of Almere), zolang er dan doelbewust ruimte wordt gecreëerd voor multi-tenant datacentra op korte afstanden. Dat laatste komt misschien nog sterker op vanwege enkele specifieke technische eigenschappen van TPU's (geen 64-bit maar 8-bit processoren en daardoor hoge bandbreedte-vereisten en vermoedelijk lage latencies).

Tenslotte nog een technische opmerking. Volgens geïnterviewden en ook het werk van bijv. prof. Max Welling, gaat AI/ML regelmatig niet zo goed samen met gedistribueerde verwerking. Dat bevordert datacentra met TPUs. GPU's zijn juist behoorlijk goed geschikt voor 'het ophakken van problemen' en kunnen ook goed samengaan met gedistribueerde verwerking. Het betekent dat gedistribueerde oplossingen (bijv. Nerdalize en deels Asperitas) die restwarmte gaan gebruiken voor verwarming / warmtepompen etc. qua succes afhankelijk gaan worden van de technologische richting die de AI/ML markt inslaat.

In de IT is nieuwe technologie, vooral wanneer het high-performance is of radicaal andere oplossingsrichtingen introduceert), vooral succesvol als men aanhaakt bij een nieuwe IT-golf. Een deel van de AI/ML technieken zal gedistribueerde kunnen werken, maar niet alles en dan gaan zaken als eco-systemen en clustervorming al snel als tegenkracht optreden tegenover gedistribueerde oplossingen met lokale inzet van restwarmte.

Conclusie

In de vier scenario's kom je dan op de volgende plaatjes uit:

- Datah(e)aven: de groei naar 2 GW (vanwege een 'landing in NL/MRA' stimulerende staat van de elektriciteitsvoorziening) zal zich sterk concentreren op de MRA, maar redelijk georganiseerd gebeuren. O.a. door bijv. faciliterend/sturend beleid voor het vormen van een AI/ML cluster in bijv. het Westelijk Havengebied en/of Almere. Er zal vrijwel zeker als onderdeel van faciliterend beleid een tweede onderstation van 400 MW nabij Schiphol moeten komen, om de volle uitgroei van de Cloud markt aldaar op te vangen.
- # Delete Facebook: Na de bestaande nu in de pijplijn gezette bouw golf is het dan voorlopig afgelopen met de datacenter groei in de MRA. Mogelijke leegstand wordt deels gecompenseerd met het aantrekken van IT uit de rest van Nederland. De stagnatie van datacentra is dan dus NL-breed vanaf ca. 2020 / 2022.
- Vastlopen op het elektriciteitsnet: In dit scenario verwachten wij een doorgroei qua consumptie tot 1GW echter die gaat zich spreiden over Nederland, vanwege planningsproblemen. Daarnaast valt er een stuk potentiële vraag dus weg, die naar

andere EU-landen verkast. Tenslotte zullen decentrale oplossingen een deel van de markt pakken, wat betekent dat een deel van de 1GW consumptie in huishoudens en bedrijven gaat terechtkomen met secundair de verwarming, wat versterking van reguliere onderstations voor woonwijken en bedrijventerreinen vereist.

- Overaanbod: In dit scenario is er begin komende decennium sprake van forse investeringen in onderstations op enkele locaties (bijv. Westelijk Havengebied of Almere). Maar komen de datacentra uiteindelijk niet opdagen en blijft de echte energieconsumptiegroei ergens steken op ca. 500 MW. Er zullen namelijk, vanwege de overinvestering, altijd wel enkele datacentra zich melden, die uit zijn op 'een koopje' qua faciliteiten / voorzieningen. Dat is typisch het wat meer opportunistische / cowboy-segment in de markt.

CONTACT

Stratix

Stratix B.V.

Villa Hestia - Utrechtseweg 29
1213 TK Hilversum

Telefoon: +31.35.622 2020
E-mail: office@stratix.nl
URL: <http://www.stratix.nl>