

Datacenters in Europa

Verkenning van ontwikkelingen, uitdagingen en initiatieven
in opdracht van LEAP



Traineeship
Metropoolregio
Amsterdam

Management Summary

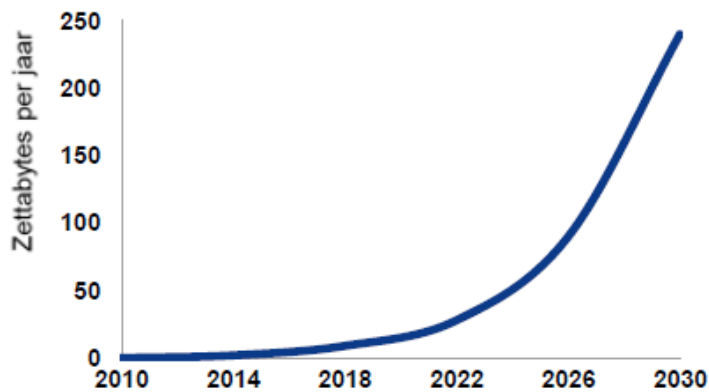
An increase in world wide data use causes an increase in the number and size of data centres. The majority of (colocation) datacentres in Europe are located in urban areas with major internet nodes: the FLAP+D regions. Frankfurt, London, the Amsterdam Metropolitan Area (AMA), Paris and Dublin are the dominant data centre markets and will remain that in the future. While the growth is beneficial for Europe's digitization plans and the European economy, it also poses challenges for the cities, energy system and environment. Two major challenges are: more and large scale data centres use more energy and critical raw materials that are also needed in other sectors and therefore scarce. The increase in the number of data centres also presents challenges at a regional level in all FLAP+D regions. It creates increasing pressure on electricity grids, competitive demand for renewable energy, lack of space, challenges regarding the reuse of residual heat and it can cause shortages in the drinking water supply. It is therefore recognized in all FLAP+D regions that the digital infrastructure must become more sustainable in order to meet the challenges posed by the growing number of data centres. The Dutch innovative and sustainable initiatives in the sector are followed with interest from all regions. The EU has great ambitions to make the union more sustainable and digital. The important role that the FLAP+D regions play as data centre hubs is recognized. There are various EU initiatives that should stimulate the sustainability of digital infrastructure, some are non-binding and some are binding.

Inhoud

1.	Inleiding:.....	4
2.	FLAP+D marktomvang en groei	7
2.1	Marktgrootte:	7
2.2	Groei:.....	8
2.3	Conclusie:.....	9
3.	Uitdagingen:	10
3.1	Algemene uitdagingen:.....	10
3.2	Regionale uitdagingen:.....	11
3.3	Conclusie:.....	12
4.	Initiatieven en belemmeringen:.....	13
4.1	Datacenter strategieën door overheden:.....	13
4.2	Andere initiatieven:.....	13
4.3	Belemmeringen:.....	14
4.4	Conclusie.....	16
5.	Europese Initiatieven:	17
5.1	EU en verduurzaming digitale infrastructuur:	17
5.2	Conclusie:.....	19
6.	Conclusies.....	20
7.	Bronnen:.....	21

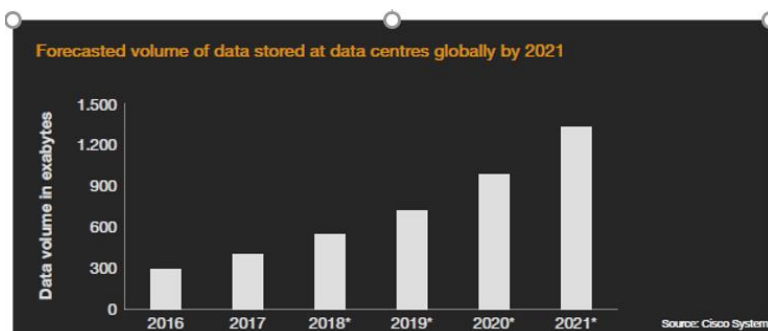
1. Inleiding

Het Europese dataverkeer is flink toegenomen en zal op lange termijn nog meer toenemen. Er wordt zelfs voorspeld dat het wereldwijde dataverkeer met een factor 20 zal groeien (ING 2019). Er vindt er steeds meer digitalisering plaats van bijvoorbeeld mobiliteit, de industrie, landbouw en bij mensen thuis. Waardoor er wereldwijd een toename is van het aantal internetgebruikers, dataverzameling door bedrijven, en het gebruik van clouddiensten (ING 2019). Belangrijkste katalysators voor de groei zijn een toename in videostreaming, het gebruik van mobiele apparaten, *Internet of Things (IoT)*, *Big data & data analytics*, de introductie van 5G en het gebruik van *Artificial Intelligence (AI)* (BCI 2021). Deze toepassingen worden niet alleen meer gebruikt door de consument maar ook door bedrijven in sectoren zoals industrie, mobiliteit en de landbouw. Daarnaast heeft de corona-pandemie met de *lockdowns* en het thuiswerken gezorgd voor een extra toename in datagebruik. Onderstaande grafiek van Buck Consultants International geeft een prognose van de wereldwijde groei in *cloud* dataverkeer gebaseerd op data van nog voor de coronapandemie. Er is duidelijk een steile groei te zien die binnen korte termijn zal plaatsvinden.



Bron: BCI o.b.v ING Economics en Cisco (2019)

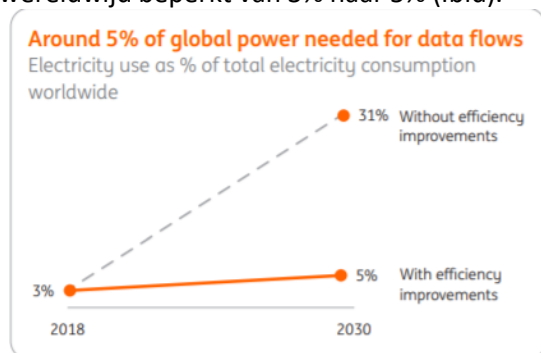
Onze digitaliseringsbehoefte en toenemende datagebruik heeft als consequentie dat er meer en grotere datacenters nodig zijn. Dit is immers de noodzakelijke infrastructuur om alle bovengenoemde ontwikkelingen mogelijk te maken. Onderstaande grafiek van de *German Datacenter Association* geeft goed de wereldwijde toename in de afgelopen 5 jaar van dataopslag in datacenters weer.



Bron: German Datacenter Association & PWC. Data Centre Outlook 2021.

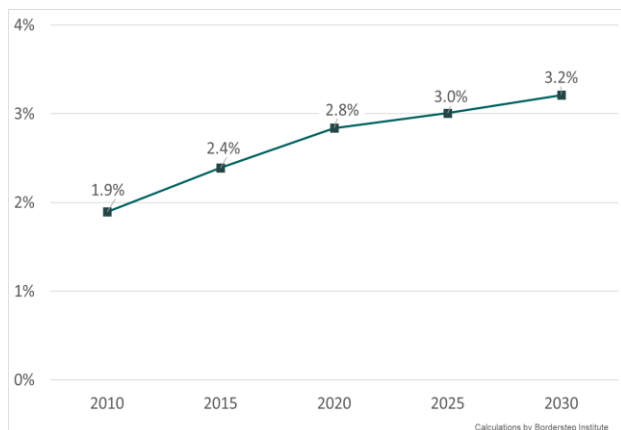
De Europese Unie zet ook groots in op de digitalisering. Bij het aantreden van de nieuwe Europese Commissie (EC) in 2019 werden zes prioriteiten benoemd. De eerste twee prioriteiten luiden ‘Een Europese Green Deal’ en ‘Een Europa dat klaar is voor het digitale tijdperk. Beide prioriteiten gaan hand in hand in de zogenaamde ‘Green and Digital transition’ of ook wel de ‘Twin Transition’. De grootschalige verduurzaming van Europa moet namelijk samengaan en kan worden versnelt door digitalisering ([EC 2019](#)). De plannen van de Green Deal zijn ambitieus: Europa moet in 2030 55% minder CO2 uitstoot genereren en in 2050 zelfs klimaatneutraal zijn. Om dit te verwezenlijken moet er nog veel gebeuren. Een belangrijke rol om deze duurzame transitie mogelijk te maken wordt toegedicht aan digitale innovaties die de verduurzaming moeten vergemakkelijken en versnellen ([EC 2019](#)). Denk hierbij bijvoorbeeld aan slimme innovaties in huizen die het energieverbruik verminderen. Dat digitalisering een prioriteit is van de EC blijkt ook uit het feit dat ze stelt dat de komende 10 jaar het ‘digitale decennium’ van Europa moet worden. De EU zet er vol op in dat mensen en bedrijven kunnen profiteren van de digitalisering van het continent en dat met de toepassing van digitale innovaties verspreid over allerlei sectoren ook het doel van een klimaatneutraal Europa in 2050 bereikt kan worden. Deze ambities werken door in de kern van veel regionale en lokale beleidsplannen, maar ook in de private sector.

Bovenstaande laat zien dat er een enorme digitaliseringsbehoefte heerst op lokaal, regionaal nationaal, Europees en mondiaal niveau. Onze digitaliseringsbehoefte en de bijbehorende vraag naar datacenters gaat echter ook samen met een toenemend energieverbruik. In een doemscenario geschetst door de ING in 2019 zou het zelfs zo zijn dat als netwerken en datacenters niet efficiënter worden in hun stroomgebruik, het wereldwijde stroomgebruik van data in 2030 kan groeien naar 31 procent (ING 2019). Wanneer de nodige verbeteringen in efficiëntie worden gemaakt blijft de groei wereldwijd beperkt van 3% naar 5% (Ibid).



Bron: ING, Further efficiency gains vital to limit electricity use of data (2019).

Uit een recent onderzoek uitgevoerd in opdracht voor de EC blijkt dat in Europa het energieverbruik van datacenters van 2020 tot 2030 met 28% zal stijgen ([EAA & Borderstep Institute 2020](#)). In relatieve termen is in onderstaande grafiek terug te zien dat vanaf 2010 het elektriciteitsgebruik van datacenters in de EU is toegenomen van 1.9% van het totale elektriciteitsgebruik tot 3.2% in 2030, ondanks de toegenomen efficiëntie van de Europese datacenters. In het onderzoek is de toename in datagebruik door de coronapandemie nog niet meegenomen. De sterke groei van cloud-datacenters is een belangrijke reden voor deze algehele stijging.



Bron: EAA & Borderstep Institute. Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market (2018).

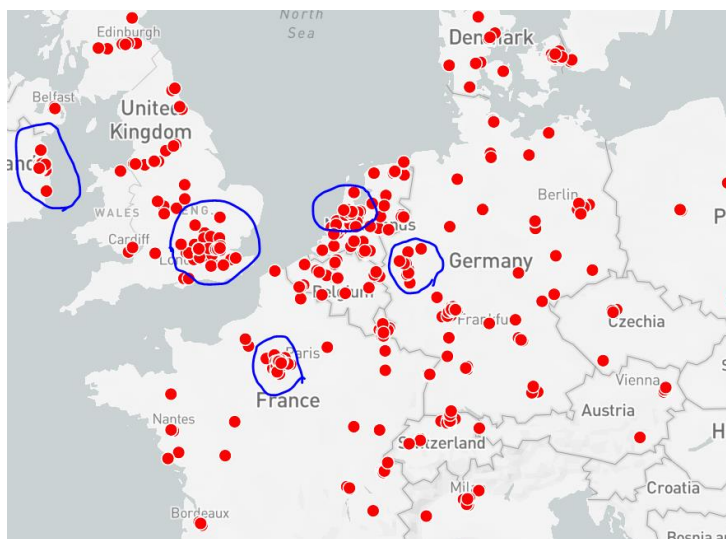
Om het energieverbruik van datacenters te beperken zal de digitale infrastructuur moeten verduurzamen. In dit onderzoek worden de (regionale)uitdagingen en oplossingen m.b.t. het groeiende aantal datacenters onder de loep genomen. Het betreft geen wetenschappelijk onderzoek met een afgebakende onderzoeksvraag en hypothesen. Het is een verkenning om een beeld te geven van de grootte van de FLAP+D datacentermarkten, de uitdagingen waar deze markten voor staan en de initiatieven tot verduurzaming. Om tot dit beeld te komen zijn 18 interviews afgenomen met verschillende actoren uit de sector. Van CEO's van datacenter providers, tot verduurzamingsconsultants en wetenschappers. De FLAP+D regio's zijn in deze interviews niet evenredig vertegenwoordigd. Voor sommige regio's kan dus een beter beeld worden geschetst dan voor de ander. Daarnaast is er een analyse gedaan van verschillende schriftelijke bronnen. In het eerste hoofdstuk wordt de grootte en groei van de FLAP+D-markten toegelicht. In het volgende hoofdstuk worden de uitdagingen die de groei met zich meebrengt beschreven. Daarna worden (regionale)initiatieven besproken die kunnen leiden tot verduurzaming van de sector en de obstakels die daarbij komen kijken. Tot slot worden bestaande Europese initiatieven toegelicht die moeten leiden tot verduurzaming van de Europese digitale infrastructuur.

2. FLAP+D-marktomvang en groei

Sommige regio's zijn aantrekkelijker voor datacenters om te vestigen dan andere. De aantrekkelijkheid van een regio als vestigingsplaats voor datacenters wordt bepaald door meerdere factoren zoals de klimatologische risico's, de mate van politieke stabiliteit, en grond- en energieprijzen. Daarnaast hebben (colocatie)datacenter operators een sterke voorkeur voor een belangrijk economisch en-internetknooppunt met snelle verbindingen en een gunstig digitaal-ecosysteem. In Europa zijn Frankfurt, Londen, de MRA, Parijs en Dublin de voornaamste vestigingsplaatsen van datacenters, de zogenaamde FLAP+D-regio's. Elk van de FLAP+D-regio heeft dus een bepaalde aantrekkingskracht als belangrijke economisch-en-digitaal knooppunt met elk eigen factoren die ze aantrekkelijker maken dan andere regio's in Europa.¹ De FLAP+D zijn daarom de belangrijkste datacenterhubs van Europa geworden.

2.1 Marktgrooite

Het grootst van de FLAP+D-markten is Londen, gevolgd door Frankfurt, de MRA, Parijs en Dublin. Uit een rapport van BCI (BCI 2021) blijkt dat de FLAP+D markten 76% van de colocatie-datacentermarkt tot hun rekening nemen.² Daarnaast zijn er nog zogenaamde secundaire markten zoals Zurich, Madrid en Milaan waar zich ook concentraties aan datacenters bevinden, maar dan vele malen kleiner. Onderstaande afbeelding geeft de concentratie aan datacenters in de FLAP+D-regio's weer.



Soorten datacenters:

Er zijn verschillende soorten datacenters; *hyperscale*, colocatie en *enterprise*. *Enterprise* datacenters zijn (vaak) kleine datacenters van bedrijven die door henzelf worden beheerd. *Hyperscalers* zijn datacenters door en voor de wereldwijd opererende internetbedrijven die groot genoeg zijn om een eigen datacenter te bouwen. Colocatie- datacenters zijn een soort hotels voor servers van klanten. Soms wordt een geheel datacenter door één klant gehuurd en soms door meerdere.

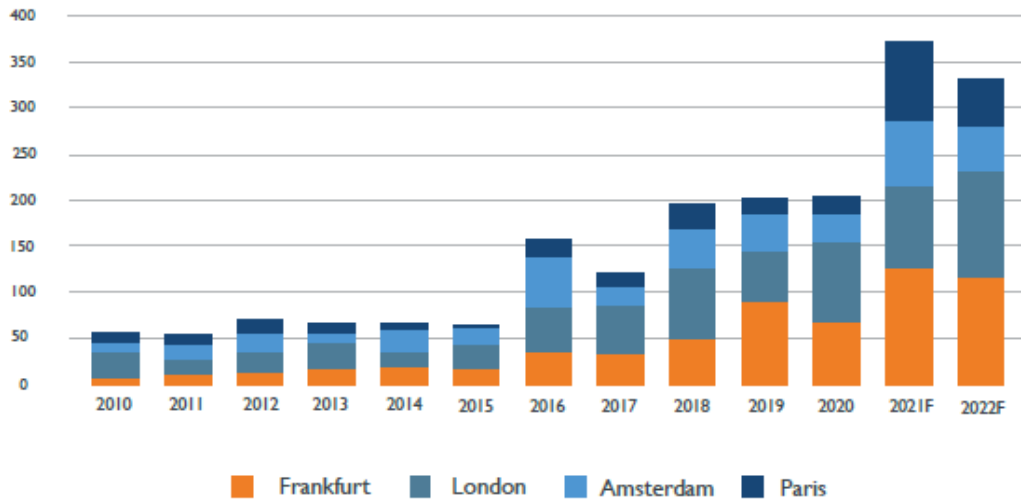
Bron: Baxtel.com

¹ Uiteraard scoort de één beter op een bepaalde factor dan de ander. Zo worden in het rapport van Cushman & Wakefield (2021) klimatologische risico's het laagst ingeschat voor Londen, Parijs en Dublin. De MRA scoort dan bijvoorbeeld weer goed als het gaat om politieke stabiliteit en wordt beschouwd als een belangrijk handels- en IT-knooppunt in het hart van de EU.

² De FLAP+D-regio's zijn voornamelijk colocatiemarkten. Wanneer *hyperscalers* worden meegeteld zal het FLAP+D-aandeel van het totaal iets kleiner zijn. Ierland en Nederland zijn zowel colocatie als datacentermarkten.

2.2 Groei

Zoals in de inleiding beschreven neemt het aantal datacenters in Europa toe. De nieuwe datacenters zullen zich ook in de toekomst vooral willen blijven vestigen in de FLAP+D-regio's. Dat de datacentercapaciteit is toegenomen in de FLAP+D hubs en ook in de nabije toekomst zal blijven toenemen is goed te zien in de onderstaande grafiek.³



Te zien is dat er verschillen in de groei zijn per regio, maar zeker is dat de markt overall in de FLAP groeit. In sommige secundaire markten zal het aantal datacenters ook toenemen, maar de FLAP+D-regio's zullen dominant blijven als aantrekkelijke vestigingsplaatsen. Er wordt voor de FLAP-landen een groei geschat van 46% aan datacenteroppervlakte voor de komende 5 jaar (Capella 2021). Hierbij is Ierland nog niet eens meegerekend. In Ierland wordt de groei momenteel voornamelijk veroorzaakt door *hyperscalers*.⁴ De totale groei in de Europese datacenter markt over de komende vier jaar, dus van 2021 tot 2025, wordt geschat op 25% (Ibid). Er worden geen additionele datacenterkernen van de grootte van de FLAP+D voorzien in Europa (BCI 2021).

³ De groei is hier weergegeven in de take-up in Megawatts (MW) per jaar. Take-up is een vastgoedterm voor de vraag. Het gaat dus om de grootte van de nieuwe vraag naar Megawatts door datacenters (elektriciteit) per jaar.

⁴ *Hyperscalers* zijn minder afhankelijk van uitstekende connectiviteit omdat zij vaak eigen verbindingen verzorgen. De *hyperscale* markt is voornamelijk zeer groot in Dublin en Scandinavië

2.3 Conclusie

Colocatedatacenters zijn vooral geconcentreerd in de FLAP+D-regio's. De FLAP+D-datacentermarkten zijn en blijven dominant. De secundaire markten voor datacenters zullen ook groeien, echter zullen de FLAP+D-regio's hun positie als grootste datacentermarkten behouden en zelfs verstevigen. Hoewel de groei gunstig is voor de Europese plannen m.b.t. digitalisering en voor de Europese economie, zorgt het ook voor uitdagingen. Dit wordt in het volgende hoofdstuk toegelicht.

3. Uitdagingen

De groeiende behoefte aan datacenters biedt ook uitdagingen. Deze zijn in dit onderzoek verdeeld in algemene uitdagingen en regionale uitdagingen.

3.1 Algemene uitdagingen

Er zijn twee algemene uitdagingen die het gevolg zijn van het toenemende aantal datacenters:

1. *Meer en grotere datacenters gebruiken meer energie en zorgen voor een grotere CO₂-voetafdruk*

Datacenters gebruiken energie om data te verwerken en op te slaan. In datacenters draaien hiervoor verschillende IT-systemen zoals servers, harde schijven, en netwerkapparaten die worden aangedreven door elektriciteit. De elektriciteit die deze IT-apparaten gebruiken, wordt uiteindelijk omgezet in warmte, die uit het datacenter moet worden afgevoerd door koelapparatuur die ook op elektriciteit werkt. Grote datacenters bevatten duizenden IT-apparaten en kunnen net zoveel energie gebruiken als een gemeente met 50.000 inwoners (Masanet et al. 2020). Datacenters hebben hiermee een CO₂ voetafdruk, tenzij ze gebruik maken van 100% duurzame energie.⁵ Daarnaast bevatten de IT-apparaten in datacenters veel *'embodied carbon'*. Dit is de CO₂-emissie die gepaard gaat met de productieprocessen van de IT-apparaten. Om de IT-middelen te fabriceren en te transporteren worden er broeikasgassen uitgestoten. Hoe langer deze apparaten niet vervangen hoeven te worden door nieuwe, hoe minder groot de CO₂-voetafdruk. Helaas worden IT-apparaten in datacenters vaak als snel vervangen door nieuwe apparaten. Om wereldwijd een toename in uitstoot van broeikasgassen door de toename van aantal datacenters te voorkomen moeten datacenters dus zo energie-efficiënt en circulair mogelijk worden.

2. *Meer en grotere datacenters gebruiken meer critical raw materials*

Ten tweede worden er *critical raw materials* gebruikt voor de productie van de IT-apparaten (zoals dataservers) in datacenters. *Critical raw materials* zijn gedefinieerd als grondstoffen waarvoor met de huidige technologieën geen haalbare alternatieven zijn. De meeste verbruikende landen zijn afhankelijk zijn van invoer en waarvan het aanbod wordt gedomineerd door één of enkele producenten (Overland 2019). Simpelweg komt het er op neer dat het grondstoffen zijn waarvan het aanbod gering is en de vraag juist erg groot. Veel *critical raw materials* zijn nodig voor toepassingen voor de energietransitie en voor nieuwe digitale technologieën. De grondstoffen die nodig zijn voor de productie van IT-apparaten in datacenters zijn dus ook zeer nodig in veel andere sectoren. Dit kan leiden tot een tekort aan deze grondstoffen en tot problemen in de *supply chain* van datacenters. Om dit te voorkomen moeten datacenters zo circulair mogelijk worden.

⁵ Ondanks dat het gebruik van duurzame energie goed is voor het tegengaan van de uitstoot van broeikasgassen zorgt het ook voor nieuwe uitdagingen. Duurzame energie die namelijk gebruikt wordt voor datacenters kan niet worden gebruikt voor huishoudens of in andere sectoren. De vraag naar duurzame energie is dus te groot voor het aanbod.

3.2 Regionale uitdagingen

Op regionaal niveau biedt de groei van de datacenter sector ook, of misschien zelfs vooral, een aantal uitdagingen:

1. Groeiende druk op elektriciteitsnetten en risico van overbelasting
2. Grote vraag naar hernieuwbare energie
3. Restwarmte en warmtenetten
4. Ruimtegebrek
5. Watergebruik

Ten eerste lopen de elektriciteitsnetten van gebieden met hoge concentraties van datacenters het risico overbelast te raken door de groeiende elektriciteitsbehoefte. Juist in de FLAP+D-regio's is al een grote vraag naar elektriciteit door de dichte bevolking en de aanwezige industrie. De hoge concentraties aan digitale infrastructuur in deze regio's zorgen voor een hoog energiegebruik op zeer gecentraliseerde plekken. De elektriciteitsnetten in de FLAP+D-regio's lopen dus het risico overbelast te raken. Van de MRA is het bekend dat er niet genoeg capaciteit op het elektriciteitsnet zal zijn voor additionele datacenters als de groei hetzelfde doorzet (BCI 2021). In Dublin wordt er gevreesd voor stroomuitvalen door het energiegebruik van datacenters (The Irish Times 2021). Op het moment gebruiken in Ierland datacenters maar liefst 11% van het energieaanbod en dit zal oplopen tot 29% in 2029 (Moss 2021). De Ierse landelijke netbeheerder Eirgrid schatte dat als aan alle verzoeken van nieuwe datacenterplannen in Ierland wordt voldaan deze 70% van de totale beschikbare energie in Ierland zouden gebruiken (Ibid). In Parijs moet er telkens naar nieuwe wijken worden uitgeweken voor de bouw van datacenters omdat gebieden leiden aan schaarste in de stroomvoorziening (L'institut Paris Region 2016). In Londen bestaan er ook al langer zorgen over de groeiende tekorten van de energie infrastructuur.

Een tweede uitdaging is dat de vraag naar groene stroom vanuit de sector groot is. Vanwege nationale energietransitie-plannen en de realisatie in de sector dat er moet worden verduurzaamd neemt de vraag naar hernieuwbare energie toe. De vraag naar hernieuwbare energie is echter ook groot voor woningen en vanuit andere sectoren, zoals de mobiliteit of de industrie. Op het moment is hernieuwbare energie daarom vaak maar beperkt beschikbaar. In de MRA speelt de discussie dat de schaarse duurzame energie die wordt gebruikt in de datacentersector ten koste gaat van de verduurzaming van andere sectoren. In Frankrijk speelt hetzelfde en wilt men daarom graag investeren in duurzame energie, hier heeft men echter moeite met het vinden van geschikte grond in Parijs voor de opwekking van duurzame energie.

Ten derde is het hergebruik van restwarmte een uitdaging. Door de restwarmte die datacenters uitstoten te hergebruiken in bijvoorbeeld woningen en kantoorpanden kan het energiegebruik daar drastisch omlaag worden gebracht. Vaak is er nog niet de juiste infrastructuur, zoals warmtenetten en warmtepompen, aanwezig in de FLAP+D-regio's om deze warmte ook daadwerkelijk te kunnen gebruiken. Bovendien blijft de vraag naar de restwarmte van datacenters achter, er zijn vaak niet genoeg potentiële gebruikers van de warmte in de buurt van de datacenters. Om de warmte over grotere afstanden te transporteren is er wederom veel nieuwe infrastructuur nodig. Uit de interviews kwam naar voren dat dit in ieder geval in de MRA, Frankfurt en Londen een uitdaging is.

Ten vierde is een gebrek aan beschikbare ruimte in sommige FLAP+D-regio's ook een uitdaging. Grote datacenters nemen aanzienlijke ruimte in, met name de *hyperscalers*. Behalve in de MRA speelt het ruimtelijk vraagstuk een rol in Frankfurt, Londen en Parijs. Het zijn allen dichtbevolkte steden met een schaarste aan beschikbare grond. Datacenters concurreren daar met elkaar en andere bedrijven voor grond rond de connectiviteitsknooppunten. Zo ziet het stadsbestuur van Frankfurt liever, dat er op de verschillende plekken in de stad waar datacenters in rap tempo worden bijgebouwd 'normale' bedrijfspanden komen te staan. Deze bieden immers zichtbaar meer werkgelegenheid en gebruiken lang niet zoveel energie.

Tot slot gebruiken datacenters soms vloeistof om de restwarmte af te voeren. Hoewel dit energiezuiniger is omdat water warmte langer vasthoudt kan dit tot problemen leiden met de drinkwatervoorziening. Er wordt namelijk nog vaak gebruikt gemaakt van water dat geschikt is als drinkwater. Uit de gevoerde gesprekken kwam naar voren dat dit tot nu toe alleen ervaren wordt in de MRA.

3.3 Conclusie

Uit de interviews kwamen twee algemene uitdagingen naar voren die samengaan met het toenemende aantal datacenters. Meer en grotere datacenters gebruiken meer energie en zorgen voor een grotere CO₂-voetafdruk, tenzij gebruik gemaakt van hernieuwbare energie. Daarnaast gebruiken ze meer *critical raw materials*. De toename in het aantal datacenters biedt ook op regionaal niveau uitdagingen. Het zorgt voor een toenemende druk op elektriciteitsnetten, voor concurrerende vraag naar hernieuwbare energie, ruimtegebrek, uitdagingen m.b.t. het hergebruiken van restwarmte en tot slot kan het problemen met de drinkwatervoorziening veroorzaken.

Frankfurt kampt met een unieke uitdaging met betrekking tot de restwarmte die de datacenters uitstoten. Frankfurt ligt namelijk in een dal omringt door heuvels. 'S Avonds komt er een koude wind vanuit deze heuvels die de gedurende dag opgewarmde stad in het dal afkoelt. Deze koude lucht is een belangrijke voorwaarde voor het bestaan van het microklimaat van regio. Sinds er tussen de heuvels en de stad een aantal zeer grote datacenters zijn gebouwd is dit microklimaat verstoord. De datacenters stralen namelijk zoveel warmte uit dat ze de koude luchtstroom vanuit de heuvels verstoren waardoor het dal niet meer goed afkoelt

4. Initiatieven en belemmeringen

Problemen in de *supply chains* van datacenters een toenemend energieverbruik en daarmee overbelasting van de lokale energie-infrastructuur hebben het besef dat het noodzaak is om te verduurzamen in de datacentersector in de FLAP+D-regio's aangewakkerd. Omdat uitdagingen m.b.t. de (verduurzaming van) digitale infrastructuur ook in de andere FLAP+D-regio's spelen, wordt er ook in deze regio's gewerkt aan verduurzaming van de sector. In dit hoofdstuk worden een aantal voorbeelden toegelicht. Daarnaast worden een aantal belemmeringen besproken die de initiatieven in de weg staan. Allereerst worden de strategieën belicht van overheden om met de datacentergroei om te gaan.

4.1 Datacenter strategieën door overheden

Wat naar voren kwam uit de gesprekken is dat er naar Nederland en de MRA wordt gekeken als voorbeeld voor nieuwe initiatieven op het gebied van verduurzaming. Nederland staat bekend als innovatief land waar wordt nagedacht over een duurzame toekomst van de sector. De tijdelijke bouwstop voor nieuwe datacenters in Amsterdam en Haarlemmermeer was wereldnieuws. In goed overleg met de sector werken lokale overheden in de MRA zoals de Provincie Noord-Holland, de Provincie Flevoland en de gemeente Amsterdam aan strategieën om een innovatieve en duurzame groei van de sector mogelijk te maken. Daarnaast zijn veel partijen uit de sector aangesloten bij de publiek-private samenwerking LEAP om nieuwe perspectieven te bieden voor het gebruik en de versnelling van (nieuwe) technieken en technologische ontwikkelingen die moeten leiden tot een duurzame digitale infrastructuur. Mede door deze activiteiten loopt de MRA voorop m.b.t. duurzaamheid in de datacentersector. Andere regio's volgen de voorbeelden in de MRA vanwege de grotere druk om te verduurzamen. Zo is er in 2021 door Frankfurt nieuw datacenterbeleid aangekondigd. De datacenters moeten meer in de hoogte gebouwd worden om ruimte te besparen en de restwarmte van de datacenters zal moeten worden hergebruikt. In navolging van Amsterdam en Frankfurt is er momenteel ook in Ierland een politieke discussie gaande of er een tijdelijke bouwstop nodig is om tijd te winnen voor het schrijven van een strategie voor een meer duurzame toekomst van de sector. Het ligt in de lijn der verwachting dat soortgelijke initiatieven ook gaan spelen in Londen en Parijs.

4.2 Andere initiatieven

In het **Verenigd Koninkrijk** wordt er veel onderzoek gedaan en gewerkt aan innovatieve oplossingen, zeker sinds de Brexit. Door de Brexit is kennis weggevoerd: beleidsmatige en technische kennis in dit complexe gebied flink moet worden opgebouwd. Hoewel er veel onderzoek wordt gedaan in het VK, blijven datacenters zelf achter in het gebruik van bijvoorbeeld circulaire en efficiëntere servers, hergebruik van restwarmte en het gebruik van hernieuwbare energie. De geïnterviewden uit het VK vinden Nederland een voorbeeld van een land waar al wel meer wordt verduurzaamd in de datacenters. Een reden hiervoor is dat datacenters van financiële instellingen in Londen zeer *fault tolerant* ontworpen zijn om financiële transacties ultrasnel en zonder fouten te verwerken. Het wantrouwen bestaat dat verduurzaming namelijk ten koste gaat van de veiligheid van de systemen. Wel vindt er in het VK veel onderzoek en innovatie plaats op het gebied van circulariteit. Volgens verschillende gesprekspartners uit het VK kunnen *open computing* en *refurbished servers* oplossingen zijn voor de uitstoot en het energieverbruik van energie-intensieve servers in

datacenters. Uit het voorgaande hoofdstuk bleek al dat het circulair maken van de datacenter industrie een van de grote uitdagingen is. Een organisatie die hier veel werk op verricht is de *Open Compute Project* (OCP). Dit is een in de VS begonnen en nu wereldwijde samenwerking tussen verschillende tech-bedrijven, bijvoorbeeld Google en Facebook, die *open computing* en daarmee energie-efficiëntie van servers wilt bevorderen. In het VK zijn verschillende organisaties die zich naar het idee van OCP bezighouden met het hergebruik van servers en ander materiaal in datacenters. Zij kopen uitgerangeerd materiaal van datacenters en repareren, upgraden, en *rebranden* ze om ze vervolgens een nieuwe garantie te geven. Omdat de *supply chains* van datacenters steeds meer in de knel komen door de schaarse beschikbaarheid van *critical materials* wordt het aantrekkelijker om gebruik te maken van deze circulaire oplossingen. Er zijn echter nog een aantal obstakels die verderop in dit hoofdstuk worden besproken.

Volgens mijn gesprekspartners gebeurt er in **Duitsland** ook veel op het gebied van verduurzaming maar staat het in de kinderschoenen vergeleken met Nederland. De focus is op het hergebruiken van restwarmte. Er zijn verschillende bedrijven bezig met innovaties op het gebied van restwarmte. De datacenters die ze bieden zijn watergekoeld waardoor ze energie-efficiënter zijn, water houdt warmte namelijk langer vast. Het water bereikt de juiste temperatuur om later bijvoorbeeld woningen, bedrijfspanden en broeikassen te verwarmen. Dit wordt alleen nog niet op grote schaal toegepast. In Frankfurt zijn er ook plannen van energieleveranciers om datacenters op de locatie van de energiecentrale te bouwen om een energietoevoer te garanderen. In **Ierland** wordt er ook veel gesproken over *on grid* energieopwekking als oplossing voor de overbelasting van het elektriciteitsnet. In Dublin zijn veel *hyperscalers* gevestigd van grote *cloud-providers* die vele (financiële) middelen hebben om tot innovatieve duurzame oplossingen te komen. Bij de bouw van nieuwe *hyperscalers* wordt er dus al vaak in het design veel (duurzame)innovatie meegenomen. De colocatiesector wilt dat deze bedrijven de kennis en kunde beter delen ter bevordering van duurzaamheid van de hele sector. Er is begrip dat de *cloud-providers* niet de nieuwste ideeën meteen prijsgeven vanwege de concurrentiepositie maar er is minder begrip dat 'oudere' innovaties niet worden gedeeld. In **Frankrijk** zijn ook wat voorbeelden van datacenterproviders die gebruik maken van vloeistofkoeling en *open source* hard- en software. Er wordt veel geïnvesteerd in waterstof als eventuele energiebron voor datacenters. Daarnaast is in Frankrijk kernenergie de belangrijkste bron van elektriciteit. Binnen de sector speelt de discussie of dit kan worden gezien als een duurzame energiebron. Toch komt ook uit Frankrijk de boodschap dat het nog achterblijft bij Nederland op het gebied van verduurzaming van de digitale infrastructuur. Duurzaamheid zit wel steeds meer in het bewustzijn en daarmee de strategie van de sector. In de praktijk blijft echter vaak *business as usual*. Er is sprake van langzame besluitvorming en veel hiërarchie op zowel ambtelijk, politiek en bedrijfsniveau. Er wordt met veel belangstelling gekeken naar wat er gebeurt in Nederland en de MRA en of er reproduceerbare projecten zijn. Het is opgevallen dat Nederland de leiding wilt nemen m.b.t. innovatie en Parijs staat dus ook zeer welwillend tegenover eventuele samenwerking.

4.3 Belemmeringen

In de interviews kwamen ook een aantal belemmeringen naar voren die worden ervaren m.b.t. verdere verduurzaming van de digitale infrastructuur. De belemmeringen zijn niet altijd regio-specifiek. De volgende belemmeringen worden genoemd:

1. Het gebrek aan een onafhankelijke standaard

Een belemmering die wordt ervaren m.b.t. het gebruik van *refurbished hardware* is dat er nog niet altijd een goede *third party standard* voor bestaat. *Refurbished* IT-apparaten of ander hergebruikt

materiaal in datacenters worden nog te weinig gebruikt omdat het vaak nog niet wordt aangedurfd. Er zijn aan de kantzijde van datacenters zorgen over de betrouwbaarheid en veiligheid van *refurbished* IT-apparatuur. De klant wilt dezelfde standaard m.b.t. veiligheid en betrouwbaarheid als wanneer een gloednieuwe server wordt gebruikt, hoewel er geen verschil in kwaliteit en *performance* is tussen *refurbished* apparatuur en nieuwe apparatuur. Er is daarom behoefte aan een onafhankelijke partij die een standaard hanteert. Op deze manier kan de kwaliteit worden gegarandeerd die een datacenterprovider kan aantonen bij de klant. Dit maakt de drempel om *refurbished* apparatuur te gebruiken lager.

In **Duitsland** bestaat een uitgever van eco-labels voor IT-apparaten. Deze aanbieder stelt hoge eisen aan milieuvriendelijk productontwerp in de ICT en heeft een status als betrouwbaar keurmerk. Zij leveren bijvoorbeeld ook het label '*Climate Friendly Colocation Data Centers*'.

2. Nieuwe metriek voor efficiëntie

Ten tweede is er behoefte aan een nieuwe metriek die iets zegt over de efficiëntie van een datacenter. Op het moment wordt de energie-efficiëntie van een datacenter vaak weergegeven door de *Power Usage Effectiveness* (PUE) te meten. De PUE is echter alleen een nuttige maatstaf voor de energie-efficiëntie van de ondersteunende apparatuur van een datacenter, zoals de koeling en de beveiliging. Een PUE-waarde zegt niets over de efficiëntie van de server. Er zijn al verschillende tools ontwikkeld die de energie-efficiëntie op server niveau kan meten. Als de PUE-waarde kan worden vervagen door een nieuwe metriek dan geeft dit meer inzicht in de daadwerkelijke energie-efficiëntie van een datacenter. Het is echter zeer lastig om de efficiëntie van servers mee te nemen in een standaard metriek zoals de PUE, die op elk datacenter kan worden toegepast. Hier wordt veel onderzoek naar gedaan in verschillende landen.

In het **Verenigd-Koninkrijk** is bijvoorbeeld een tool ontwikkeld die de energie-efficiëntie op server-niveau meet. Het is een tool ontwikkeld door de *University of East London* en een commerciële partij. De tool is een op algoritmen gebaseerde hardware analyse die de slechtst presterende servers identificeert en deze informatie omzet in aanbevelingen m.b.t. energie-efficiëntie. Het kan de *flaws* in verschillende onderdelen van een server detecteren, en aanbevelingen doen om deze eventueel te vervangen.

3. Bewustzijn van de klant en consument

Tot slot werd er in de interviews vaak gewezen naar de vraag vanuit de klant en de verantwoordelijkheid van de consument. Operators van colocationdatacenters zullen het alleen aandurven om grote duurzame aanpassingen in de datacenters te verwerken als de klantvraag ook verandert. Zolang de klant nog te wantrouwig is tegenover duurzamere technieken zoals vloeistofkoeling of *refurbished* servers zullen de datacenterproviders deze innovaties ook niet snel doorvoeren. De colocationklant moet gaan inzien dat een circulaire en energie-efficiënte datacenter niet alleen duurzaam is maar ook goedkoper en beter voor de *supply chain*. Daarnaast wordt er gewezen op de verantwoordelijkheid van de consument. Men moet zich er meer bewust van worden dat dataverwerking door bijvoorbeeld het streamen van films en het gebruik van de smartphone veel energie kost. Als een (kleine) gedragsverandering van de dataconsument plaatsvindt kan daarmee de impact op het klimaat door datagebruik worden verkleind.

4.4. Conclusie

In alle FLAP+D-regio's is het besef dat de digitale infrastructuur moet verduurzamen om de uitdagingen die het groeiende aantal datacenters met zich meebrengt aan te kunnen. In de MRA, Frankfurt en Dublin worden door de overheid maatregelen getroffen. De MRA loopt voor op het gebied van duurzaamheid in de datacentersector. In Frankfurt gebeurt veel het hergebruik van restwarmte maar staat het nog in de kinderschoenen. In het VK vindt veel onderzoek plaats, met name op het gebied van *refurbished* IT-apparatuur en *open source computing*. Vanuit alle regio's worden de Nederlandse innovatieve en duurzame initiatieven in de sector met belangstelling gevolgd.

5. Europese Initiatieven

5.1 EU en verduurzaming digitale infrastructuur

Zoals in de inleiding benoemt zijn de ambities van de EC groot om de EU te digitaliseren en verduurzamen. De afdeling die vanuit de EC verantwoordelijk is voor nieuw beleid m.b.t. datacenters is de *Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology* (DG CONNECT). Daarnaast doet het Joint Research Centre (JRC) beleidsondersteunend onderzoek op het gebied van verduurzaming van de digitale infrastructuur. Uit gesprekken met ambtenaren van DG CONNECT kwam naar voren dat hoewel de EC toekomst ziet in *edge* en *cloud-providers* het besef er ook is dat het belang van de FLAP+D-regio's als connectiviteitshubs zal blijven bestaan. Een innovatie als geautomatiseerde auto's werkt alleen als het ondersteund wordt door een datacenter die gebruik maakt van een knooppunt met hyperconnectiviteit. Hoewel de EC zich realiseert dat de datacentersector kan verduurzamen heeft het niet de prioriteit in vergelijking met sectoren zoals de industrie en mobiliteit. Er bestaan echter wel een aantal EU-initiatieven:

1. [European Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centres](#)

Dit is een gedragscode opgesteld door de EC als reactie op de toenemende energieconsumptie van datacenters in Europa. Het doel is om de impact van de sector op het milieu en de elektriciteitsnetten te verkleinen. Het initiatief tracht datacenter *operators* die deelnemen te informeren over dat energieverbruik op een kosteneffectieve manier omlaag gebracht kan worden zonder de kritieke functies van het datacenter te hinderen. Het dient meer *awareness* te creëren en *best practices* van deelnemers worden met elkaar gedeeld. Het is een vrijblijvend en vrijwillig initiatief bedoeld om verschillende geïnteresseerde stakeholders bij elkaar te brengen. Deelnemers van de CoC zijn datacenter operators die een of meerdere gehele datacenters beheren of die equipment in datacenters beheren. Daarnaast zijn er *endorsers*: overige partijen die te maken hebben met zoals verkopers van ICT, consultants en vertegenwoordigers uit de sector. Jaarlijks wordt er gerapporteerd door de EC en de Joint Research Centre (JRC) om de implementatie van de CoC na te gaan. Deelnemers kunnen zich elk moment zonder consequenties terugtrekken uit de code.

2. [The EU Green Public Procurement criteria for data centres, server rooms and cloud services.](#)

De EC heeft criteria ontwikkeld voor de inkoop en aanbesteding van datacenters, servers en clouddiensten door overheden. De aanbestedende diensten kunnen ervoor kiezen om alle of alleen bepaalde eisen in hun aanbestedingsdocumenten op te nemen, afhankelijk van de ambities. Het gebruik van de criteria is vrijwillig. De criteria gaan bijvoorbeeld over het elektriciteitsgebruik van de IT-systemen, het gebruik van energie en materialen voor de vervaardiging van de apparatuur en de uitstoot van broeikasgassen in verband met activiteiten van datacenters.

3. [Herziening Energy Efficiency Directive \(EED\)](#)

De EED is onderdeel van het *Fit for 55* wetgevingspakket van de EC om de ambities van de Green Deal te verwezenlijken. De EED stelt targets voor energie-efficiëntie in de EU en maakt deze bindend. Er worden op het moment gesprekken gevoerd of *cloud-providers* in de EED moeten worden verwerkt. *Cloud-providers* zouden transparanter moeten worden over de energie-efficiëntie van datacenters. Veel *hyperscalers* zijn voorzichtig met het delen van data. Hierover zijn gesprekken met de sector gaande.

4. [Europese Ecodesign Regulation on servers and data storage products](#)

Deze Europese verordening is aangenomen in 2019 en stelt ecologische vereisten aan het ontwerp van servers die op de markt worden gebracht. De verordening moet helpen om energie-inefficiënte servers uit te faseren en de invoering van energiezuinigere technologieën te stimuleren. Het doel van de verordening is om de milieu-impact van deze producten te beperken met een reeks regels voor energie-efficiëntie. Het is een belangrijke ontwikkeling die het energieverbruik van digitale infrastructuur in Europa dient te verminderen door het energieverbruik van IT-apparaten omlaag te brengen.

5. [The Taxonomy Regulation](#)

De EU wilt dat dat investeringen in duurzame projecten stimuleren. Daarom is door de EC opgeroepen tot het creëren van een gemeenschappelijk classificatiesysteem voor duurzame economische activiteiten: de EU-taxonomie. Het is dus een classificatiesysteem dat een lijst van ecologisch duurzame economische activiteiten opstelt. De Taxonomie Verordening is in werking getreden in 2020. In deze verordening worden voorwaarden uiteengezet waaraan een economische activiteit moet voldoen om als ecologisch duurzaam te kwalificeren. Er wordt over nagedacht om in de EU Taxonomie Verordening ook datacenters op te nemen. Op deze manier kunnen datacenters bij investeerders niet meer zomaar claimen duurzaam te zijn en zullen ze deze claim bijvoorbeeld moeten kunnen ondersteunen met *compliance* aan de EU-gedragscode voor datacenters.

6. [Climate Neutral Data Centre Pact](#)

Ondertekenaars van het pact committeren zich aan de ambities in de *Green Deal*. Het pact is ondertekent door zowel datacenter brancheverenigingen als *operators* die het erover eens zijn dat de sector klimaatneutraal moet zijn in 2050, net als de rest van de sectoren in de EU. Zij beloven toegenomen energie-efficiëntie te bewijzen met PUE-targets, 100% CO₂-vrije energie te gebruiken in 2030, dat waterbesparing prioriteit krijgt, meer servers en ander materiaal te hergebruiken, en op zoek gaan naar mogelijkheden om restwarmte te recyclen in bijvoorbeeld woningen. Hoewel het geen initiatief is van de EU is de EC wel betrokken. Vertegenwoordigers van de datacenter brancheverenigingen en bedrijven die het pact hebben ondertekent en de Europese Commissie zullen tweejaarlijks bij elkaar komen om de status van het initiatief te reviewen. Het is een zelfregulerend initiatief en dus zeer vrijblijvend.

7. [Verschillende EU-fondsen.](#)

Tot slot zijn er nog een aantal EU-programma's zoals *Horizon Europe*, *Connecting Europe Facility*², *Digital Europe*, *InvestEU* en de *Recovery and Resilience Facility*. Via deze programma's wilt de EU de inzet van innovatie om tot een duurzame Europese infrastructuur te komen ondersteunen. Daarnaast moeten via deze programma's de doelen van de digitale ambities van de EC worden behaald. Het is het dus zeker waard om deze programma's te volgen of er eventuele kansen liggen voor de verduurzaming van de digitale infrastructuur in de MRA en de andere FLAP+D-regio's.

5.2 Conclusie

De EU heeft grote ambities om de unie te verduurzamen en digitaliseren. De belangrijke rol die de FLAP+D-regio's als datacenterhubs spelen wordt erkent. Er bestaan verschillende EU-initiatieven die de verduurzaming van digitale infrastructuur moeten stimuleren, sommige zijn vrijblijvend en sommige bindend.

6. Conclusies

Colocatedatacenters zijn vooral geconcentreerd in de FLAP+D-regio's. De FLAP+D-datacentermarkten zijn en blijven dominant. De secundaire markten voor datacenters zullen ook groeien, echter zullen de FLAP+D-regio's hun positie als grootste datacentermarkten behouden en zelfs verstevigen. Hoewel de groei gunstig is voor de Europese plannen m.b.t. digitalisering en voor de Europese economie, zorgt het ook voor uitdagingen. Uit de interviews kwamen twee algemene uitdagingen naar voren die samengaan met het toenemende aantal datacenters. Meer en grotere datacenters gebruiken meer energie en zorgen voor een grotere CO₂-voetafdruk. Daarnaast gebruiken ze meer *critical raw materials*. De toename in het aantal datacenters biedt ook op regionaal niveau uitdagingen in alle FLAP+D-regio's. Het zorgt voor een toenemende druk op elektriciteitsnetten, voor concurrerende vraag naar hernieuwbare energie, ruimtegebrek, uitdagingen m.b.t. het hergebruiken van restwarmte en het kan tekorten in de drinkwatervoorziening veroorzaken. In alle FLAP+D-regio's is daarom het besef dat de digitale infrastructuur moet verduurzamen om de uitdagingen die het groeiende aantal datacenters met zich meebrengt aan te kunnen. In de MRA, Frankfurt en Dublin worden door de overheden maatregelen getroffen. De MRA loopt voor op het gebied van duurzaamheid in de datacentersector. In Frankfurt gebeurt veel met hergebruik van restwarmte maar staat het nog in de kinderschoenen. In het VK vindt veel onderzoek plaats, met name op het gebied van *refurbished* IT-apparatuur en *open source computing*. Vanuit alle regio's worden de Nederlandse innovatieve en duurzame initiatieven in de sector met belangstelling gevolgd. De EU heeft grote ambities om de unie te verduurzamen en digitaliseren. De belangrijke rol die de FLAP+D-regio's als datacenterhubs spelen wordt erkent. Er bestaan verschillende EU-initiatieven die de verduurzaming van digitale infrastructuur moeten stimuleren, sommige zijn vrijblijvend en sommige bindend.

7. Bronnen:

Interviews:

- Bitpower. <https://www.bitpower.ie/>
- Certios. <https://www.certios.nl/>
- Choose Paris Region. <https://www.chooseparisregion.org/nl>
- Digital Infrastructure Partners. <https://digitalinfranetwork.com/>
- Directorate-General Communications Networks, Content, and Technology. https://ec.europa.eu/info/departments/communications-networks-content-and-technology_en
- Dutch Data Center Association. <https://www.dutchdatacenters.nl/>
- Eco. Association of the Internet Industry in Germany. <https://www.eco.de/>
- Interact. <https://www.interactdc.com/>
- KDDI Deutschland. <https://www.de.kddi.com/company/corporate/>
- Open Compute Project. <https://www.opencompute.org/>
- Open UK. <https://openuk.uk/>
- Pinsent Masons. <https://www.pinsentmasons.com/out-law/analysis/rechenzentren-in-deutschland-frankfurt-neues-regulierungskonzept>
- RISE Research Institutes of Sweden. <https://www.ri.se/en/ice-datacenter>
- Royal HaskoningDHV. <https://global.royalhaskoningdhv.com/trends/resilience/datacentres-of-tomorrow>
- RVO. <https://www.rvo.nl/>
- Sustainable Digital Infrastructure Alliance. <https://sdialliance.org/>
- Techbuyer UK. <https://www.techbuyer.com/>
- Telehouse Deutschland. <https://www.telehouse-rechenzentrum.de/>

Literatuur:

Baxtel-Datacenter Resource. *Global Data Center Map*. <https://baxtel.com/map>

Ballard, Mark. (2020 8 december) *Europe Edges Closer to Green Data Center Laws*.

Buck Consultants International. (2021, juni). *Verkenning relatie accommoderen datacentervraag en digitaliseringskansen*. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Capella, Nicole. (2021, 9 augustus). *EU data centre market showing strong gains and growth : report*. <https://www.techerati.com/news-hub/eu-data-centre-market-showing-strong-gains-and-growth-report/>

CBRE Research. (2021 Q1). *Q1 2021 Europe Data Centres. Frankfurt, London, Amsterdam & Paris Markets*.

CBRE Research. (2021 Q2). *Q2 2021 Europe Data Centres. Frankfurt, London, Amsterdam & Paris Markets.*

Climate Neutral Data Center Pact. (2020). <https://www.climateneutraldatacentre.net/>

Cushman & Wakefield.(2021, januari). *Data Center Global Market Comparison.*

Datacentermap.com. *Data Center Map.* <https://www.datacentermap.com/datacenters.html>

Defra Desa.(2021, 20 mei). *Defra e-Sustainability Alliance.*

Digital Gateway to Europe. (2021, januari). *2021 European Outlook. Connectivity, Data Center, Cloud. Your Guide for 2021.*

Dutch Data Center Association (2021, juni). *State of the Dutch Data Centers 2021 : The Roadmap to Recovery.*

Environmental Agency Austria & Borderstep Institute for Innovation and Sustainability. (2020, mei). *Energy Efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market.* Europese Commissie

Europese Commissie (2021, 9 maart). *Europe's Digital Decade : Comission sets the course towards a digitally empowered Europe by 2030.*

Europese Comissie (2020, februari). *The European Data Strategy. Shaping Europe's Digital Future.*

Europese Commissie. JRC Technical Report. (2021). *2021 Best Practice Guidelines for the EU Code of Conduct on Data Centre Efficiency.*

Garris, Leah. (2018, augustus). *The Current State of Data Center Energy Efficiency In Europe.* Open Compute Project.

German Datacenter Association & PWC. (2020,december). *Data Centre Outlook 2021. Big data = big business ?*

Host in Ireland. (2021, mei). *Ireland's Data Hosting Industry. An Industry of Substance. Biannual Report.*

ING.Economics Department. (2019, november). *Further efficiency gains vital to limit electricity use of data How to limit the climate impact of an increasingly data-hungry world*

JRC. (2020). *Development of the EU Green Public Procurement (GPP) Criteria for Data Centres, Server Rooms and Cloud Services*
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118558>

L'institut Paris Region.. (2016, 25 maart). *Data centers in the Paris Region: constrained growth?*

Lünendonk & Hossenfeler GmbH & CBRE. (2021). *Quo Vadis, Data Center ? Between growth and regulation. Whitepaper 2021.*

<https://defradesa.blog.gov.uk/2021/05/20/data-centres-sustainability/>

Masanet, Eric, Arman Shehabi, Nuoa Lei, Sarah Smith, And Jonathan Koomey. (2020). *"Recalibrating Global Data Center Energy-Use Estimates."* energy

Moss, Sebastian. (2021, 10 juni). *Uncertain future for 30 Irish data centers as regulators push for grid stability.* Data Center Dynamics. <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/eu-wants-data-centers-be-carbon-neutral-2030/>

Overland, Indra (2019-03-01). *"The geopolitics of renewable energy: Debunking four emerging myths"*

Sunil, Anhijit. (2021, januari). *Data Center And Colocation Market Trends 2021.* Forrester.

The Irish Times (26 september 2021). *Warning on data centres' increasing energy consumption expected in report.*