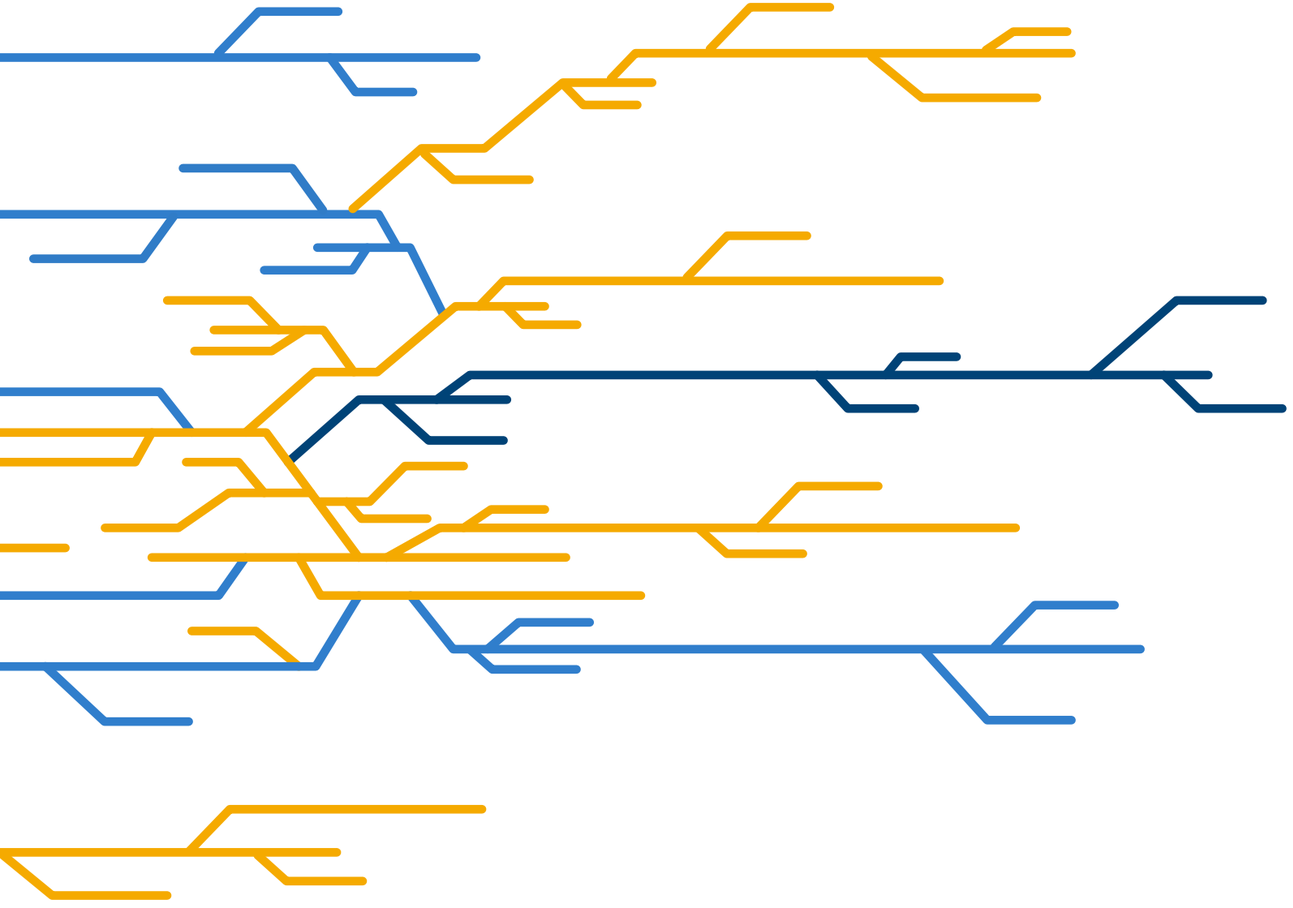
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat



# De staat van de digitale infrastructuur

De ruggengraat van onze digitale economie

# Inhoud

**Inleiding** **3**
- Bredere samenhang binnen het Nederlandse digitaliseringsbeleid 3
- Doelstellingen van deze publicatie 5
- Europese dimensie 7

**Wat is de digitale infrastructuur?** **8**
- De digitale infrastructuur: een nauw verbonden ecosysteem 9

**Wat is de waarde van de digitale infrastructuur?** **20**
- Het belang van de digitale infrastructuur 21
- De footprint van de digitale infrastructuur 25

**Wat is het beleid op de digitale infrastructuur en hoe ontwikkelt dit zich?** **31**
- **1** Goed werkende markten, een infrastructuur met voldoende concurrentie, keuze en betaalbaarheid 34
- **2** Internet voor iedereen 42
- **3** Weerbaarheid en digitale open strategische autonomie 47
- **4** Een duurzame digitale infrastructuur die bijdraagt aan maatschappelijke verduurzaming 54
- **5** Zorgen voor goede lokale inpassing van de digitale infrastructuur 60
- **6** Innovatie en vestigingsklimaat 68

**De staat van de digitale infrastructuur in Caribisch Nederland** **70**

**Afsluiting en vooruitblik** **76**

**Bijlagen** **79**
- Bijlage I: Het belang van de digitale infrastructuur 80
- Bijlage II: De footprint van de digitale infrastructuur 88

# Inleiding

Appen, mobiel betalen, hybride werken, streamen en gamen zijn allemaal handelingen die zonder een goede digitale infrastructuur niet mogelijk zijn. Onze digitale infrastructuur is onlosmakelijk verbonden met ons dagelijks leven. Bovendien speelt het een cruciale rol in onze economie en samenleving. Nederland heeft een veilige, betrouwbare, hoogwaardige en toegankelijke digitale infrastructuur. Daarmee hoort ons land al jaren bij de internationale kopgroep. Onze digitale infrastructuur is een belangrijk fundament voor onze gedigitaliseerde samenleving. Zo draagt het in grote mate bij aan het huidige en toekomstige verdienvermogen en de brede welvaart in ons land. De Nederlandse digitale infrastructuur heeft het vermogen om in te spelen op én mee te groeien met de toekomstige maatschappelijke behoeften. Dit is een randvoorwaarde om de kansen van digitalisering te blijven benutten. In het coalitieakkoord staat de ambitie om de positie van Nederland als digitaal knooppunt verder te versterken. Onze sterke positie is immers niet vanzelfsprekend. Het vergt blijvende aandacht met een goed samenspel tussen markt en overheid.

Het is belangrijk dat we in kansen blijven denken. Tegelijkertijd zijn we ons in de afgelopen jaren veel bewuster geworden van onze kwetsbaarheid. Het belang van weerbaarheid tegen geopolitieke dreiging, cyberaanvallen en extreme gebeurtenissen is daarom steeds groter. Denk hier ook aan thema's als digitale open strategische autonomie. Dankzij dit soort thema's is veerkracht een belangrijke eis geworden voor onze digitale infrastructuur. Daarmee bedoelen we infrastructuur die onverwachte klappen kan opvangen. Daarnaast streven we naar lage tarieven, goede dekking en voldoende bandbreedte.

Een veilige, betrouwbare, hoogwaardige en toegankelijke digitale infrastructuur is van zeer groot maatschappelijk belang. Daarom is het belangrijk dat er voldoende begrip en kennis is van:

- de samenstelling en werking van de digitale infrastructuur;
- het huidige beleid op de digitale infrastructuur;
- de manier waarop we de goede keuzes kunnen maken voor de toekomst.

## Bredere samenhang binnen het Nederlandse digitaliseringsbeleid

Er spelen veel publieke belangen tegen de achtergrond van de grote maatschappelijke betekenis van de digitale infrastructuur. Deze moeten worden geborgd. De digitale infrastructuur is daarom een centraal onderdeel van het Nederlandse digitaliseringsbeleid. Deze dient als fundament onder de digitale economie. Zo staat het ook geformuleerd in de kamerbrief over de hoofdlijnen van het digitaliseringsbeleid.[1] In deze kamerbrief worden ambities en doelen geschetst voor de digitale transitie van onze samenleving en economie. Dat gebeurt rondom vier thema's: digitaal fundament, digitale overheid, digitale samenleving en de digitale economie.[2]

**De digitale economie** is een van de prioriteiten en een belangrijke verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK). In de Strategie Digitale Economie van november 2022[3] wordt dit verder uitgewerkt. Dit document beschrijft de ambitie, doelstellingen en inzet van de minister van EZK in samenwerking met de betrokken collega's.

1 In de Kamerbrief Hoofdlijnen beleid voor digitalisering (Kamerstukken II 2021-22, 26643, nr. 842 Herdruk) werd over de digitale infrastructuur opgemerkt: "Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat gaat voorop in het realiseren van de ambitie uit het coalitieakkoord dat Nederland het digitale knooppunt van wereldklasse in Europa blijft. Dat betekent robuust, supersnel en veilig internet in alle delen van het land, waar iedere Nederlander toegang toe heeft."

2 Het kabinet heeft het thema 'digitale overheid' en een aantal thema's van het 'digitaal fundament' uitgewerkt in de Werkagenda Waardengedreven Digitaliseren. Het thema cyberveiligheid, een belangrijk onderdeel van het digitaal fundament, is uitgewerkt in de Nederlandse Cybersecurity Strategie. De agenda voor de 'digitale samenleving' volgde in de eerste helft van 2023

3 Strategie Digitale Economie en Voortgangsrapportage

# Strategie Digitale Economie

"Werken aan een weerbare, ondernemende, vernieuwende en duurzame digitale economie, waarin iedereen in Nederland mee kan doen".




**Pijlers:**

- *Versnellen digitalisering van het bedrijfsleven*
- *Stimuleren digitale innovatie en vaardigheden*
- *Creëren van de juiste randvoorwaarden voor goedwerkende digitale markten en diensten*
- *Behouden en versterken van een veilige, betrouwbare, hoogwaardige digitale infrastructuur*
- *Versterken digitale veiligheid*

### Mkb koploper in de digitale transitie

- NL zit in top 3 van Europa bij het gebruik van digitale technologieën in het mkb
- 95% van het mkb heeft een digitaal basisniveau
- 75% van het mkb past cloud, AI en big data toe

### Technologisch leiderschap in Europa

- Publiek-privaat en investeren in digitale technologieën
- Focus op artificiele intelligentie, data, quantum, 5/6G, Cloud

### Toekomstbestendige arbeidsmarkt

- 1 miljoen digitaal geschoolden in 2030

### Goedwerkende digitale markten

- Effectieve implementatie, toezicht en handhaving van Europese regelgeving

### Nederland als digitale knooppunt

- Dichten digitale kloof met 19.000 adressen in de buitengebieden
- Verkenning veilige, betrouwbare en hoogwaardige digitale infrastructuur

### Versterken cybersecurity

- Verhogen digitale weerbaarheid van bedrijven
- Veiligere digitale producten en diensten
- Cybersecurity-arbeidsmarkt, onderwijs en digitale weerbaarheid van burgers

In de Strategie Digitale Economie is het **behouden en versterken van een veilige, betrouwbare en hoogwaardige digitale infrastructuur** één van de vijf pijlers onder de digitale economie. Met de nu voorliggende publicatie geven we een verdere verdieping op deze pijler.

## Doelstellingen van deze publicatie

Met deze publicatie geven we een overzicht van de huidige situatie en werpen we een blik op de toekomst. De bestaande overkoepelende visie- en beleidsdocumenten over digitale infrastructuur zijn inmiddels geruime tijd geleden opgesteld. Bijvoorbeeld het Actieplan digitale connectiviteit uit 2018.[4] De digitale wereld is in de tussentijd aanzienlijk veranderd. Ons beleid heeft zich daarin mee-ontwikkeld.

Het afzonderlijke beleid brengen we al op veel verschillende manieren naar buiten. Deze publicatie is een aanvulling daarop. Dit schrijven geeft een integraal overzicht van het uiteenlopende beleid rond de digitale infrastructuur. Ook verduidelijkt het de samenhang tussen het beleid. De digitale infrastructuur vormt in feite een sterk samenhangend ecosysteem. Precies daarom vereist het een integrale aanpak.

Beleid dat zich richt op het ene onderdeel van de digitale infrastructuur kan ook grote impact hebben op de andere onderdelen. Dit sluit ook aan bij aanbevelingen van het Rathenau Instituut. Rathenau wees onder andere op het belang van een integraal, nationaal beleidskader voor de digitale infrastructuur.[5] We brengen met deze publicatie een aantal zaken voor het voetlicht:

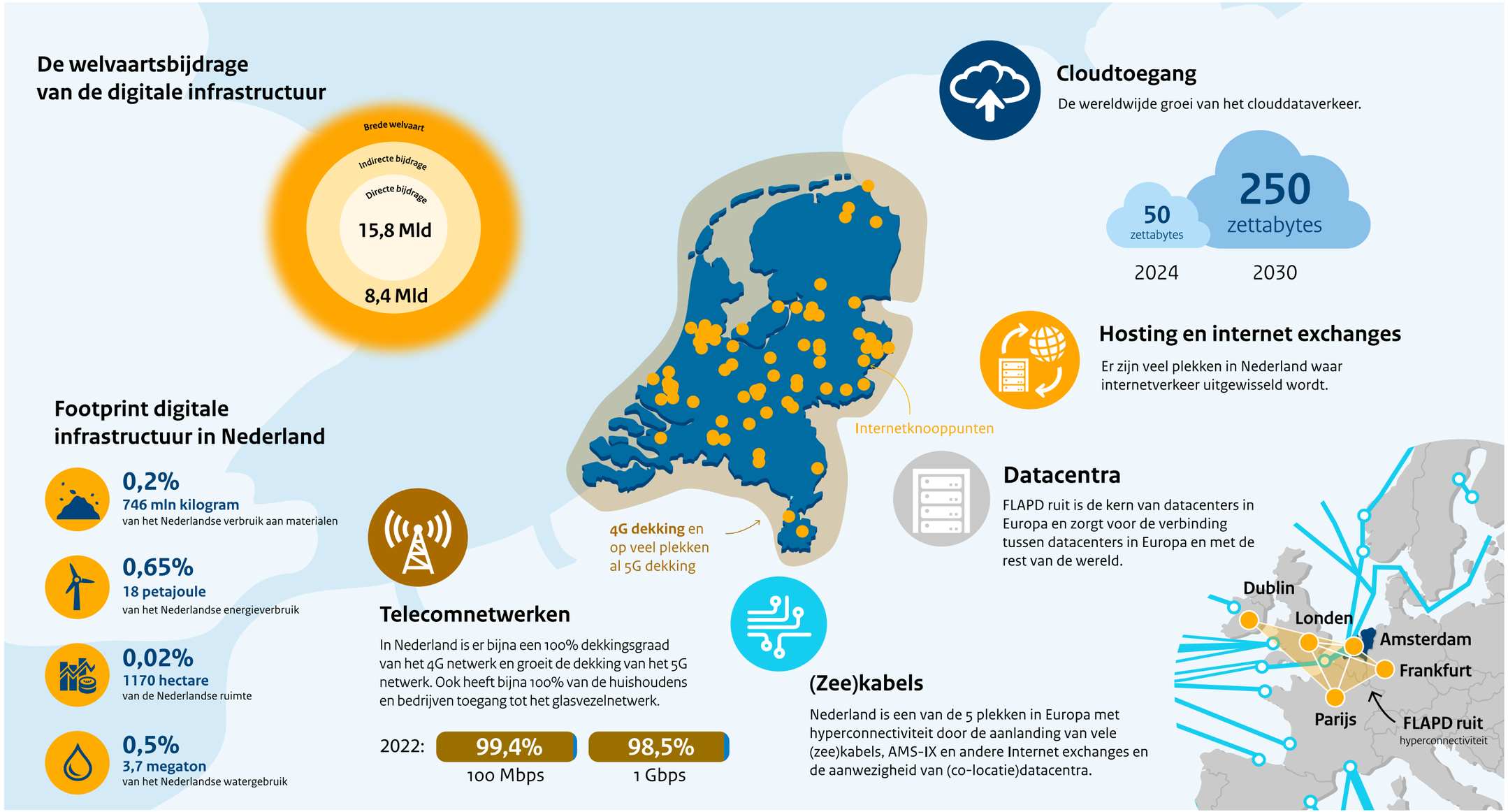



*Figuur 1: Wat is de digitale infrastructuur*

4 Kamerstukken II 2017/18, 26643, nr. 547

5 Kamerstukken II 2022/23, 26643, nr. 939

*Figuur 2: Staat van de digitale infrastructuur*



## Europese dimensie

In Europa hebben we afgesproken dat alle huishoudens in 2030 een supersnelle vaste aansluiting hebben. Dat is een aansluiting die minstens 1 Gigabit per seconde (Gbps) aan kan. Ook moet er in alle bevolkte gebieden 5G-dekking zijn.[6] Nederland is goed op weg om deze 'Digital Decade'- doelstellingen te halen. Ongeveer 98,5 procent van de Nederlandse huishoudens heeft nu al een zeer snelle internetverbinding van 1 Gbit/s.[7] Europees gezien hoort Nederland bij de top van lidstaten met de beste digitale connectiviteit.[8]

Niet alleen de Nederlandse vaste, maar ook de mobiele netwerken behoren tot de top in Europa en de wereld. Dit jaar scoorden de drie Nederlandse aanbieders in een test de hoogste score ooit gemeten, zelfs dicht tegen de maximaal haalbare score.[9] Mobiele aanbieders zijn al vergevorderd met het uitrollen van 5G in Nederland. Dit is de nieuwste generatie van mobielnetwerktechnologie. Wel vormt de vertraging van de 3,5 GHz frequentieveiling hierbij een punt van zorg. Naar verwachting kan de voorbereiding voor een veiling in 2024 hervat worden.

Ook op het gebied van wetgeving worden in de EU belangrijke stappen gezet. Deze zijn nodig om onze digitale infrastructuur klaar te maken voor de toekomst. Denk hierbij onder andere aan de Telecomcode, de NIS2-richtlijn en de Gigabit Infrastructure Act. De Europese Commissie werkt aan nieuwe voorstellen en heeft hier begin 2023 een verkennende consultatie over gehouden. Nederland heeft daar toen ook zijn zienswijze op gegeven.[10]

Het Europese telecombeleid heeft, sinds de liberalisering in de jaren '90 van de vorige eeuw, veel bereikt. Zo heeft Europa hoogwaardige netwerken tegen relatief aantrekkelijke prijzen. De Europese Commissie stelt bij monde van Commissaris Breton dat er nu een fundamentele herziening nodig is van het beleid. Een zogenaamde paradigmaverandering. Daarbij zou er minder aandacht moeten zijn voor het bevorderen van concurrentie. In plaats daarvan moet het beleid meer worden gericht op het versterken van grote telecombedrijven. De Europese Commissie denkt bij zo'n fundamentele beleidswijziging bijvoorbeeld aan minder strenge regels voor dominante telecombedrijven. Maar ook aan het toestaan van tolheffing door telecombedrijven op het internet. Op die manier betalen contentaanbieders mee aan de investeringen in glasvezel en 5G.[11] Ook denkt de Commissie aan het actief stimuleren van overnames, waardoor er een paar hele grote en sterke bedrijven ('telecomkampioenen') zouden kunnen ontstaan die in heel Europa actief zijn.

Nederland en veel andere lidstaten missen op dit moment een onderbouwing van zo'n flinke draai in het beleid ten gunste van grote telecombedrijven, en vinden dat de belangen van de consument op de eerste plaats moeten staan. Nederland heeft zich daarom kritisch geuit over mogelijke plannen van de Europese Commissie. In oktober 2023 kondigde de Europese Commissie aan dat zij in de eerste helft van 2025 een voorstel voor een nieuwe Europese telecomwet wil publiceren, de 'Digital Networks Act'. Hier gaat in het voorjaar een mededeling aan vooraf.[12] Daarnaast werkt de Europese Commissie aan voorstellen om de weerbaarheid van vitale onderdelen van de digitale infrastructuur te versterken. Het gaat dan bijvoorbeeld om het versterken van zeekabels. Tijdens de informele Telecomraad in oktober 2023 spraken alle lidstaten brede steun uit voor dit onderdeel van de plannen.

6 Mededeling "Digitaal kompas 2030: de Europese aanpak voor het digitale decennium", COM (2020) 18, 9 maart 2021
7 Op basis van de jaarlijkse inventarisatie naar de beschikbaarheid en snelheid van vaste internetaansluitingen, waarvan de laatste cijfers worden weergegeven in de openbare interactieve breedbandkaart: www.overalsnelinternet.nl/breedbandkaart
8 Rijksoverheid (2022), Nederland terug in top 3 EU-ranglijst digitale economie
9 Zie Umlaut (onderdeel van Accenture: The 2023 Mobile Network Test in the Netherlands (connect.de), februari 2023)
10 Exploratory Consultation: The future of the electronic communications sector and its infrastructure NL Position paper accompanying the consultation response "The future of the electronic communications sector and its infrastructure" (Kamerstukken II 2022/23, 21501-33, nr. 1029)
11 Dit is een oude, controversiële beleidsdiscussie, Nederland heeft zich hiertegen uitgesproken bij monde van Minister Adriaansens. Zie ook: Minister Adriaansens: géén Europese tolheffing voor internetgebruikers | Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl
12 Summary of the results of the Consultation on electronic communications highlights need for reliable and resilient connectivity infrastructure | Shaping Europe's digital future (europa.eu) en A 'Digital Networks Act' to redefine the DNA of our telecoms regulation

# Wat is de digitale infrastructuur?



In de afgelopen decennia heeft onze digitale infrastructuur zich voortvarend ontwikkeld. Daarbij is Nederland niet alleen binnen Europa, maar ook wereldwijd al jarenlang een van de koplopers. Als beleidsverantwoordelijk ministerie ziet EZK erop toe dat Nederland blijft beschikken over een hoogwaardige, betrouwbare, veilige en toegankelijke digitale infrastructuur. Maar ook dat we deze verder versterken.

De samenstelling en werking van dit ecosysteem ontwikkelt zich voortdurend. Deze dynamiek zien we ook terug als we kijken hoeveel er is veranderd sinds de meest recente overzichtspublicatie van EZK over de digitale infrastructuur. Hiermee bedoelen we het Actieplan Digitale Connectiviteit uit 2018.[13] De digitale infrastructuur heeft in de laatste jaren niet stilgestaan. Zo hebben clouddiensten een steeds grotere rol in de werking van de digitale infrastructuur. Dat komt onder meer door de razendsnelle adoptie door bedrijven en consumenten.

Dit hoofdstuk gaat in op de samenstelling en werking van de huidige digitale infrastructuur. We laten het volgende zien:

1. De onderdelen die gezamenlijk de digitale infrastructuur vormen.
2. Hoe de onderdelen op elkaar zijn aangesloten.
3. Welke randvoorwaarden noodzakelijk zijn voor het opereren van de digitale infrastructuur.

## De digitale infrastructuur: een nauw verbonden ecosysteem

De digitale infrastructuur is een nauw verweven ecosysteem dat uit veel schakels bestaat. Al deze schakels moeten goed functioneren. Zo zorgen ze samen voor een hoogwaardige, betrouwbare, veilige en toegankelijke digitale infrastructuur. De uitdaging van het beleid is om te zorgen dat we al deze schakels goed in beeld hebben. Zo kunnen we voldoende borgen dat het geheel naar behoren functioneert.

In de praktijk wordt de term ‘digitale infrastructuur’ op veel verschillende manieren gebruikt. Dat kan soms tot verwarring leiden. Daarom vinden we het belangrijk om helder te maken wat we precies onder de digitale infrastructuur verstaan. We beschouwen de digitale infrastructuur als het geheel aan schakels dat de eindgebruiker in staat stelt om toegang te krijgen tot digitale content en applicaties.

Met andere woorden, de infrastructuur die nodig is om eindgebruikers toegang te geven tot de digitale wereld. We gaan hierbij uit van een versimpelde weergave van de schakels. In Bijlage 1 geven we meer achtergrond en vullen we dit vereenvoudigde beeld verder in.

In de onderstaande figuur laten we de versimpelde weergave van de digitale infrastructuur zien. Die bestaat uit vijf onderdelen. Daarna lichten we ieder onderdeel toe. Dit zijn de vijf onderdelen op een rij:

- telecomnetwerken
- (zee)kabels
- datacentra
- hosting en internet exchanges
- cloudtoegang

13 Kamerstukken II 2017/18, 26643, nr. 547.

*Figuur 3: Onderdelen digitale infrastructuur*




### (Zee)kabels

De onderdelen van de digitale infrastructuur worden onderling verbonden door allerlei fysieke verbindingen. Sommige zijn nationaal en andere internationaal – zoals zeekabels.

### Telecomnetwerken

Eindgebruikers kunnen kiezen uit meerdere netwerken om verbonden te worden met de digitale wereld in het algemeen en het internet in het bijzonder: bijvoorbeeld mobiele netwerken of vaste netwerken op basis van glasvezel.

### Datacentra

Datacentra zijn gebouwen met servers waarop we onze applicaties kunnen draaien en gegevens kunnen opslaan en downloaden. Ze zijn er in allerlei soorten en maten.

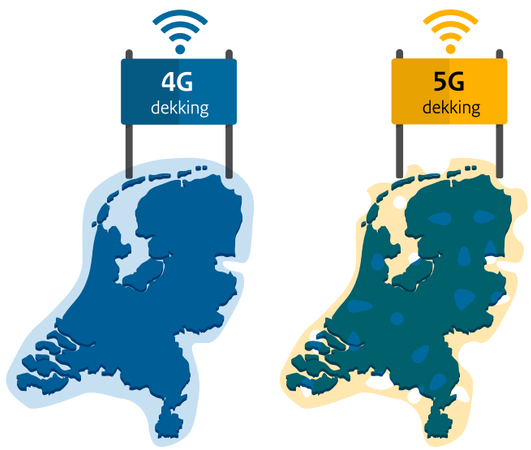
### Cloudtoegang

Cloudaanbieders geven ons via hun clouddiensten toegang tot allerlei applicaties en gegevens die zij op servers in datacentra hebben staan.

### Hosting en internet exchanges

Het internet verbindt als het ware alle computers, servers en slimme apparaten in de hele wereld met elkaar. Om te zorgen dat alle apparaten elkaar weten te vinden en het verkeer op de juiste plek komt zijn er locaties waar internetverkeer uitgewisseld wordt en zijn er partijen die bijhouden waar alle apparaten zich bevinden.

## Telecomnetwerken

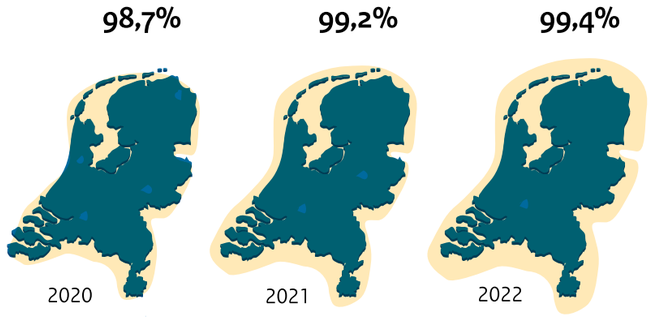



*Figuur 4: Dekkingsgraad van 4G en 5G netwerk in Nederland (Gestileerde weergave, voor de actuele 5G-dekkingskaart kunt u de websites van de mobiele providers raadplegen)*

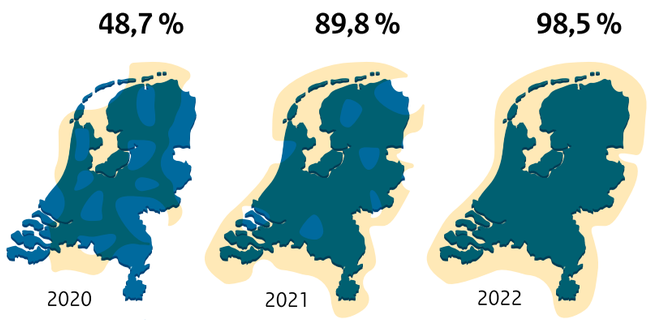
Telecomnetwerken zijn voor eindgebruikers als het ware de toegangspoort voor de digitale infrastructuur. Ze zorgen ervoor dat consumenten en zakelijke gebruikers toegang hebben tot het internet. Of dat nu op een vaste locatie is of onderweg. Telecomnetwerken sluiten de eindgebruiker aan op hun netwerken via vaste of mobiele verbindingen, en in sommige gevallen via satelliet. Zo'n aansluiting wordt ook wel de 'last mile' genoemd. Eindgebruikers kunnen gebruikmaken van een eigen ('privaat') netwerk op hun locatie dat verbonden is met het telecomnetwerk. Veel consumenten hebben een wifi-netwerk thuis, en bedrijven hebben vaak een intern netwerk. Grote organisaties zoals havens, vliegvelden of de overheid hebben eigen mobiele netwerken.

Er zijn in Nederland twee landelijke vaste netwerken. Die zijn van KPN en VodafoneZiggo. Daarnaast zijn er diverse regionale en lokale netwerken van uiteenlopende netwerkaanbieders. Er zijn in Nederland tientallen glasvezelaanbieders die actief zijn op de zakelijke markt, om bijvoorbeeld bedrijfsvestigingen aan te sluiten. Steeds meer huishoudens zijn tegenwoordig op glasvezel aangesloten. Hierdoor wordt de rol van de traditionele aansluitingen op basis van koper en kabel minder groot.[14] Het kopernetwerk wordt stapsgewijs uitgeschakeld. De kabel blijft nog steeds een belangrijke aansluittechnologie om snelheden boven 1 Gbit/s te realiseren. Daarnaast zijn er in Nederland drie landelijke mobiele netwerken: KPN, VodafoneZiggo en Odido (voorheen T-Mobile). Deze netwerken worden voortdurend aangepast aan de nieuwste

14 Waar kopernetwerken steeds meer worden vervangen door glasvezel geldt dat VodafoneZiggo, de grootste kabelaanbieder van Nederland, de 'last mile' vooralsnog niet verglaast. Vooralsnog zijn er mogelijkheden om de internetsnelheden van kabelnetwerken steeds verder te verhogen, terwijl traditionele kopernetwerken tegen hun grenzen aangelopen zijn




*Figuur 5: Ontwikkeling van de dekkingsgraad van tenminste 100 Mbps. (Gestileerde weergave)*




*Figuur 6: Ontwikkeling van de dekkingsgraad van tenminste 1 Gbit/s. (Gestileerde weergave)*

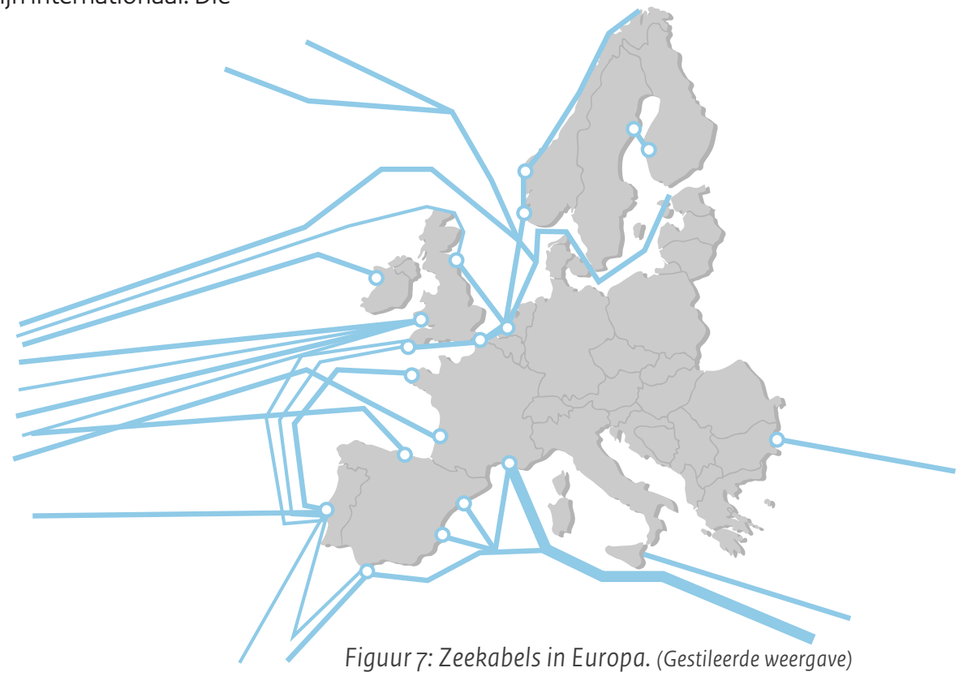
generatie technologie. Op dit moment is dat de vijfde generatie (5G). Er wordt zelfs al gewerkt aan de ontwikkeling van de zesde generatie (6G).

Satellietnetwerken worden steeds belangrijker. Moderne satellietnetwerken bestaan uit heel veel satellieten die dicht om de aarde draaien. Deze zijn bekend onder de naam Low Earth Orbit (LEO). Doordat LEO-satellieten dicht om de aarde draaien, is er sprake van veel minder vertraging en bieden ze meer capaciteit dan hun voorgangers. Dankzij deze eigenschappen is een satelliet soms een oplossing voor eindgebruikers die op afgelegen plekken wonen. Daarnaast zijn de wereldwijde satellietnetwerken ook steeds meer van belang voor overheden. Bijvoorbeeld bij zaken als nationale en publieke veiligheid.

## (Zee)kabels

Telecombedrijven vormen de eerste schakel. Landelijke telecombedrijven hebben in alle gemeenten van Nederland eindgebruikers. Hun netwerken bundelen de eindgebruikersaansluitingen via lokale, regionale en nationale knooppunten. We noemen dat 'aggregatie'. Die knooppunten worden met kabels aan elkaar verbonden. Deze kabels komen uiteindelijk samen op nationale knooppunten. Van daaruit sturen de telecombedrijven hun telecomnetwerken aan. Dit wordt ook wel het 'core netwerk' genoemd, en vormt als het ware het hart van het telecomnetwerk.

De digitale infrastructuur houdt echter niet op bij het telecomnetwerk. De telecomnetwerken zijn op hun beurt weer gekoppeld met de rest van de digitale infrastructuur. Zo krijgen eindgebruikers toegang tot het internet. Ook voor deze koppelingen zijn kabels nodig. Sommige daarvan blijven in Nederland, andere verbindingen zijn internationaal. Die internationale verbindingen gaan deels over land en deels over de zeebodem. Dit soort onderzeese datakabels worden ook wel 'zeekabels' genoemd. Waar zeekabels vroeger vooral op initiatief van grote internationale telecombedrijven werden aangelegd, zijn het nu vooral ook grote techbedrijven die zeekabels laten aanleggen. Daarmee verbinden zij hun datacentra aan elkaar. Nieuwe zeekabelaanlandingen worden in de praktijk vooral aangelegd op plekken waar zich nieuwe datacentra vestigen.



*Figuur 7: Zeekabels in Europa. (Gestileerde weergave)*

## Datacentra

Datacentra zijn het motorblok van de digitale infrastructuur. Hier staan dag en nacht servers te zoemen. Vroeger lieten we als consumenten onze applicaties draaien op onze eigen computers en sloegen we onze bestanden ‘lokaal’ op. Onder andere op de harde schijf van onze pc. Grotere bedrijven hadden daarnaast vaak eigen ‘rekencentra’. Hier stonden grote servers die allerlei data konden verwerken. Dankzij het internet hoeven applicaties niet meer op onze eigen computers of smartphones te draaien en hoeven we data ook niet meer lokaal op te slaan. In plaats daarvan zijn er uitgebreide datacentra gekomen. Hier zijn servers aan het werk om voor consumenten en bedrijven applicaties te draaien, gegevens op te slaan en te verwerken. Dit is in veel opzichten efficiënter dan wanneer iedereen dit op een eigen, lokale server zou doen. Ook kan eindgebruikersapparatuur hierdoor minder krachtig worden uitgevoerd (‘thin clients’). Datacentra nemen als het ware een groot deel van de ‘workload’ over op een energie-efficiëntere manier.

Datacentra zijn in de kern gebouwen waar servers staan die op afstand bewerkingen doen voor consumenten, bedrijven en overheden. Bewerkingen die ze anders lokaal hadden moeten doen. Daarmee bedoelen we applicaties draaien, data opslaan en data opvragen. Datacentra zijn er in vele soorten en maten.

Hoe dichter ze zich bij eindgebruikers en internetknooppunten bevinden, hoe minder vertraging (‘latentie’) er optreedt. Voor veel toepassingen is dit niet essentieel. Maar voor sommige realtime toepassingen is minimale latentie heel belangrijk. Denk aan flitshandel, gaming of autonoom rijden.

De meeste datacentra zijn plekken waar bedrijven en andere organisaties servers kunnen huren, of eigen servers kunnen plaatsen. In zogenaamde single-tenant datacentra wordt het hele datacentrum gebruikt door slechts één organisatie. Dat kan de eigenaar zijn of een externe organisatie, zoals de overheid of een ziekenhuis. In het geval van multi-tenant datacentra maken meerdere organisaties gebruik van het datacentrum. Dit noemen we ook wel co-locatie datacentra. Daarnaast is er nog een bijzondere categorie single-tenant datacentra, de zogenaamde ‘hyperscale datacentra’. In Nederland is recent vastgelegd dat hyperscalers worden gedefinieerd als datacentra met een vloeroppervlak van tenminste 10.000 m² en een aansluitvermogen vanaf 70 megawatt (MW).[15] Dit zijn in de regel datacentra van grote techbedrijven, zoals Alphabet (het moederbedrijf van Google), Amazon, Microsoft en Meta. Zij zetten de centra in voor interne bedrijfsprocessen, maar ook voor het aanbieden van clouddiensten aan bedrijven en burgers. Wanneer bedrijven en burgers gebruik maken van clouddiensten, nemen ze dus eigenlijk servercapaciteit bij hyperscalers af. Hoewel er momenteel niet meer dan drie hyperscalers in Nederland staan, spelen ze een grote rol in de beeldvorming rond datacentra.




*Figuur 8: De kern van datacentra in Europa*

15 Besluit van 20 december 2023, houdende wijziging van Besluit kwaliteit leefomgeving in verband met een instructieregel voor hyperscale datacentra

## Hosting en internet exchanges

Datacentra zijn zoals gezegd niet veel meer of minder dan gebouwen met servers. Het zijn essentiële onderdelen van de digitale infrastructuur. Maar zonder de eerdere schakels en de schakel van hosting en internet exchanges (internetknooppunten) zouden we er niets aan hebben. Hosting is letterlijk onderdak geven. Aanbieders van hostingdiensten zorgen ervoor dat alle content en applicaties die we op het internet gebruiken ergens worden ondergebracht. Het kan bijvoorbeeld gaan om websites die gehost worden. Concreet betekent dit dat hostingaanbieders voor bedrijven content of applicaties via het internet ontsluiten. Dat doen ze door deze 'ergens' op een server te laten plaatsen. Meestal in een datacentrum. Op die manier kunnen internetgebruikers waar ook ter wereld de content of applicaties bereiken. Daarvoor moeten de aanbieders zich houden aan internetstandaarden en protocollen. Zo zijn andere servers in staat om de server op te sporen én verbinding te maken om de content op te halen. Hostingaanbieders kunnen gebruikmaken van eigen servers. Maar ook van servers die door andere aanbieders in een datacentrum worden aangeboden.

De andere essentiële schakel die nodig is om het internet te laten werken, wordt gevormd door internet exchanges. Ook wel internetknooppunten genoemd. Het internet is in de kern een wereldwijd netwerk van netwerken, het 'world wide web'. Een netwerk dat dankzij een veelheid aan technische en commerciële afspraken kan functioneren alsof het één wereldwijd netwerk is. In theorie zouden alle netwerken op een enkele plek ter wereld aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Maar dat zou heel inefficiënt zijn en dat zou het internet bovendien heel kwetsbaar maken. In werkelijkheid zijn er overal ter wereld grote en kleine internetknooppunten waar de ene partij internetverkeer uit kan wisselen met de andere partij. Denk aan een telecombedrijf dat een directe koppeling heeft die ervoor zorgt dat zijn abonnees rechtstreeks content kunnen afnemen bij een groot techbedrijf. Dit noemen we 'directe interconnectie' of 'peering'. Het is voor partijen niet nodig om rechtstreeks met alle partijen op het internet gekoppeld te zijn. Er zouden dan wel heel veel koppelingen moeten zijn. Partijen kunnen ook indirect gekoppeld zijn via 'indirecte interconnectie' of 'transit'. Dat is het geval als beide partijen via een derde partij, waarmee ze wel allebei gekoppeld zijn, internetverkeer uit kunnen wisselen.

In Nederland hebben we een van de grootste wereldwijde internetknooppunten: de Amsterdam Internet Exchange ('AMS-IX'). Dat betekent dat veel partijen met hun netwerken naar Nederland komen om daar met andere netwerken te koppelen. Dat maakt Nederland een van de best verbonden plekken ter wereld. Als gevolg van de nabijheid van diverse internetknooppunten en een dicht glasvezelnet is op drie plekken in en rond Amsterdam zogenoemde 'hyperconnectiviteit' ontstaan. Verschillende netwerken komen hier bij elkaar en zorgen ervoor dat de robuustheid, snelheid en veelheid aan verbindingen extreem hoog is. In Europa zijn er slechts vijf locaties met hyperconnectiviteit.[16]



*Figuur 9: Internetknooppunten in Nederland*

16 Deze vijf locaties worden FLAPD genoemd: Frankfurt, Londen, Amsterdam, Parijs en Dublin. Bron: Verkenning relatie accommoderen datacentervraag en digitaliseringskansen

## Cloudtoegang

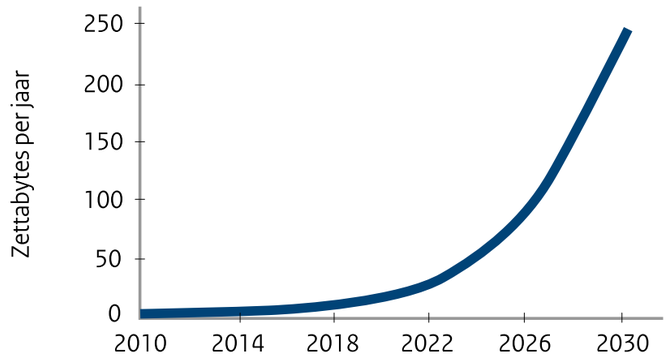
We spreken tegenwoordig vaak gemakshalve over ‘de cloud’. In werkelijkheid is er niet zoiets als dé cloud. Met het begrip cloud wordt bedoeld dat er iets is ontstaan dat als het ware als een wolk of sluier over de fysieke onderdelen van de infrastructuur heen hangt. Hoewel we de cloud vaak als iets tastbaars beschouwen, is het in werkelijkheid volledig virtueel. We kunnen het niet aanraken zoals we kunnen met fysieke netwerkelementen als telecomaansluitingen, servers in datacentra en kabels. In de praktijk doet het er voor gebruikers niet meer toe op welke server bepaalde content precies staat óf waar bepaalde applicaties nu precies draaien. Er wordt daarom gemakshalve gezegd dat het ‘ergens in de cloud’ draait. Dat kan in Nederland zijn of in een ander land. We kunnen als eindgebruiker vaak niet eens achterhalen waar de servers staan. Deze virtuele kant van de digitale infrastructuur bespreken we onder het kopje Technologische ontwikkelingen nog wat uitgebreider.

Als we het over ‘applicaties in de cloud’ hebben, bedoelen we dat we apps en andere softwareprogramma’s gebruiken die op cloudplatformen draaien. Daar hebben we via de eerdergenoemde onderdelen van de digitale infrastructuur toegang toe. Bedrijven en consumenten hoeven hun data en applicaties niet meer op eigen apparatuur te installeren en laten ‘draaien’. In plaats daarvan kunnen zij data en applicaties met groot gemak onderbrengen in de cloud. Met als voordeel dat er altijd genoeg opslagcapaciteit is én genoeg rekenkracht om de applicaties te laten draaien. Daarnaast voegen cloudaanbieders allerlei nuttige functionaliteiten toe aan hun dienstverlening. Dat loopt uiteen van allerlei kantoorapplicaties, het automatisch vertalen van opgeslagen content en geavanceerde beveiligingsopties tot moderne AI-toepassingen. Juist ook kleinere bedrijven hebben zo toegang tot hoogwaardige en betrouwbare ICT-oplossingen. Terwijl die eerst uitsluitend voor grote bedrijven waren weggelegd.

Aanbieders van populaire content, zoals websites of video’s, gebruiken de cloud om hun content dichtbij de eindgebruiker beschikbaar te maken. De content hoeft dan niet de hele wereld over te worden getransporteerd om gebruikers te bereiken. Dit ontlast het netwerk, scheelt kosten, energie én verbetert de klantbeleving. Zogenaamde ‘content delivery’ netwerken zorgen hiervoor. In bepaalde gevallen plaatsen contentaanbieders servers in telecomnetwerken. Daarop staan bijvoorbeeld populaire films en andere content. Deze populaire content hoeft hierdoor niet via het internet te worden aangevoerd.

Als we het over ‘de cloud’ hebben, hebben we het in de regel over dienstverleners die een gedeelde online infrastructuur voor clouddiensten aanbieden aan andere bedrijven. Oftewel: ‘publieke’ cloudbedrijven. Het is voor eindgebruikers ook mogelijk om een afgesloten, eigen ‘privaat’ cloudnetwerk aan te leggen of af te nemen bij cloudaanbieders.

In de praktijk zijn er drie grote aanbieders van clouddiensten: Amazon, Microsoft en Google. Voor veel van onze activiteiten zijn we tegenwoordig afhankelijk van toegang tot deze cloudplatformen. Met name bedrijven hebben een groot




*Figuur 10: Wereldwijde groei in Cloud dataverkeer*

*Bron: ING Economics Department based on Cisco*

deel van hun applicaties en gegevens ondergebracht bij deze cloudaanbieders. Net als hun kantoorautomatisering. Een groot deel van de werknemers werkt tegenwoordig in ‘de cloud’. Cloudtoegang is daarmee een onmisbare schakel geworden in de digitale infrastructuur. Zonder cloudtoegang kunnen we als eindgebruikers maar weinig meer, hoe goed de rest van de digitale infrastructuur ook werkt. Ook vitale sectoren zoals telecom, zorg en financiële dienstverlening maken steeds meer gebruik van clouddienstverlening. Tegelijkertijd heeft cloudtoegang een vlucht kunnen nemen. Dit is dankzij de betrouwbare en snelle internettoegang die telecomnetwerken en alle andere tussenschakels leveren. Ook hier zien we weer hoezeer de verschillende onderdelen van de digitale infrastructuur met elkaar verknoopt zijn.



*Figuur 11: Dankzij de cloud hebben onze devices toegang tot gegevens en applicaties in datacentra*

De digitale infrastructuur werkt als een ecosysteem. Dit ecosysteem bestaat uit de schakels die in dit hoofdstuk zijn beschreven. Alleen als de schakels samen goed functioneren, is er sprake van een hoogwaardige, veilige en toegankelijke digitale infrastructuur. Om meer inzicht te krijgen in hoe dit ecosysteem werkt, heeft Dialogic nader onderzocht hoe de schakels met elkaar samenhangen.[17]

Dialogic vindt bewijs voor sterke interactie tussen de schakels. Deze interactie zorgt voor een 'vliegwiel' voor de ontwikkeling van een hoogwaardige Nederlandse digitale infrastructuur. Drie interactie-effecten drijven het vliegwieleffect aan:

1 **Schaalvoordelen treden op door kostenvoordelen die een organisatie kan realiseren, wanneer deze de productie van een schakel vergroot.**

Binnen alle schakels van de digitale infrastructuur bestaan sterke **schaalvoordelen**. Dit betekent dat het voor aanbieders loont om meer aansluitingen, routes, netwerken of dienstenaanbod in eigen hand te hebben. Internetknooppunten zijn hierbij het meest concrete en meetbare voorbeeld van een activiteit met zeer sterke netwerkeffecten.[18] Hiervan zijn verschillende exchanges in Nederland. De AMS-IX is verreweg de grootste en daarmee het meest aantrekkelijk voor nieuwe partijen om mee te verbinden.

2 **Scopevoordelen zijn kostenvoordelen die een bedrijf kan behalen door actief te zijn in verschillende schakels van de digitale infrastructuur.**

Ook **scopevoordelen** komen veel voor tussen de schakels van de digitale infrastructuur. Partijen met eigen hyperscale datacentra kiezen er bijvoorbeeld steeds vaker voor om internationale datakabels over land of zee aan te leggen tussen eigen datacentra en naar andere datacenterhubs. Bij aanbieders van mobiele netwerken valt op dat zij eveneens een sterke positie in de vaste markt hebben verworven.

3 **Agglomeratievoordelen treden op als gevolg van de fysieke nabijheid van partijen en activiteiten.**

**Agglomeratievoordelen** zijn sterk aanwezig bij het samenspel tussen datakabels, datacentra, internetknooppunten, peering, hosting en cloud. Lokale aanwezigheid van deze aanbieders versterkt elkaar. Cloudaanbieders die hoogwaardige softwarediensten ontwikkelen, gebruiken datacentra om de benodigde rekenkracht en dataopslag aan klanten aan te bieden. Voor grote datacentra is vestiging in de buurt van internationale datakabels en andere datacentra interessant. Zo kunnen zij een groter gebied bedienen. Op hun beurt is het voor zeekabels weer interessant om aan te sluiten op internetknooppunten. Daar komen verschillende wereldwijd opererende netwerken bij elkaar.

17 Dialogic (2023), Het belang van digitale infrastructuur voor de Nederlandse digitale knooppuntrol, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

18 Er is sprake van netwerkeffecten als de waarde van een product of dienst voor gebruikers toeneemt naarmate er meer andere gebruikers zijn

## Technologische ontwikkelingen

De digitale infrastructuur ontwikkelt zich voortdurend.[19] Er worden steeds verdere stappen gezet om digitale infrastructuur sneller, betrouwbaarder en veiliger te maken. Maar ook om het zuiniger om te laten springen met energie en materialen. Een belangrijke maar moeilijk uit te leggen trend is 'virtualisatie'. Dit betekent in het kort dat het in veel gevallen minder belangrijk wordt hoe het netwerk er in het echt uitziet. We leggen als het ware een virtuele schil over het netwerk heen. Vroeger bestonden netwerken uit allerlei fysieke onderdelen met specifieke taken. Zoals een netwerkswitch, een apparaat dat telefoongesprekken of andere 'sessies' opzette en een apparaat dat gegevens opsloeg voor de facturatie aan telefoonabonnees. Dit soort apparaten zijn steeds meer vervangen door software die gewoon op standaard servers kan draaien. We spreken dan over zogenaamde 'software defined networks'. Daarom is veel specifieke apparatuur uit netwerken verdwenen en vervangen door een combinatie van standaard servers, routers, switches en software.

Een van de vele voordelen van bovenstaande ontwikkeling is dat netwerken simpel kunnen worden opgewaardeerd. Enkel door een nieuwe softwareversie te installeren. Zo hoeft niet overal in het netwerk allerlei apparatuur te worden vervangen. Een ander voordeel is dat netwerken veel flexibeler zijn geworden. Omdat het netwerk grotendeels bestaat uit software en de apparatuur 'virtueel' is. Hierdoor kan de configuratie van het netwerk voortdurend worden aangepast en meebewegen met de behoeftes van het moment. De capaciteit van een virtueel netwerkapparaat kan, anders dan zijn fysieke tegenhanger, met een druk op de knop groter of kleiner worden gemaakt. Als een zakelijke abonnee van een mobiel telecomnetwerk tijdelijk wat meer capaciteit nodig heeft, of speciale eisen heeft voor zijn verbinding, kan dit direct geregeld worden.

De verwachting is dat kunstmatige intelligentie een steeds grotere rol gaat spelen bij het 'orkestreren' van het netwerk. Daarmee wordt bedoeld: zorgen dat het netwerk steeds optimaal meebeweegt met de behoeften en omstandigheden van het moment. Dit betekent dat netwerken zich in veel opzichten autonoom kunnen gedragen. Het netwerk kan zo beter voldoen aan de behoeftes van klanten. Daarnaast kan er energie worden bespaard. Bijvoorbeeld door apparatuur alleen in te schakelen wanneer dit nodig is.

Door deze ontwikkelingen worden telecomnetwerken in zekere zin gereduceerd tot applicaties die draaien op standaard servers. Dit zet de deur open naar een andere ontwikkeling, die wel 'cloudificatie' wordt genoemd. Als netwerkonderdelen zijn gereduceerd tot software die op standaard servers draait, is het (in technisch opzicht) een relatief kleine stap voor telecombedrijven om de servers buiten de deur te doen. Oftewel, de software te verhuizen naar cloudaanbieders.

De afgelopen jaren zagen we vooral een 'centralisatietrend'. Voor veel gebruikers van clouddiensten werkt het immers prima om data en applicaties onder te brengen op servers in heel grote datacentra. In sommige situaties kan het juist efficiënter en sneller zijn om data wat dichter bij gebruikers op te slaan en te bewerken. Dit gebeurt aan de rand van het netwerk. Dat voorkomt, zoals we hiervoor ook noemden bij Content delivery netwerken (CDN's), dat data grote afstanden moet afleggen over het netwerk en beperkt zo de vertraging. Dit kan vooral wenselijk zijn bij toepassingen die heel veel data gebruiken en waar zo weinig mogelijk vertraging (latency) cruciaal is. Bijvoorbeeld bij menselijke 'realtime' communicatie of gaming. We noemen deze rand van het netwerk dicht bij de eindgebruikers ook wel de 'edge'. Zowel grote publieke cloudaanbieders als telecombedrijven werken op dit moment

19 Plum & Stratix (2023), Study on the trends and cloudification, virtualization, and softwarization in telecommunications, 7 december 2023

aan dit soort oplossingen. Die komen in feite neer op het plaatsen van servercapaciteit dichtbij de eindgebruikers.

De digitale infrastructuur staat aan de basis van een revolutionaire ontwikkeling die nog maar net begonnen is. In alle sectoren zien we de opkomst van netwerken van slimme apparaten die verbonden zijn via het internet en andere netwerken, de zogeheten 'connected devices'. Deze ontwikkeling wordt ook wel aangeduid met 'Internet of Things'. We hebben het dan over van alles dat 'smart' wordt: smart grids (energienetwerken), smart cities, smart mobility en smart manufacturing. Dit laatste valt onder een bredere ontwikkeling die ook wel wordt aangeduid met 'Industry 4.0'. In andere sectoren worden andere termen gebruikt, zoals precision farming of e-health. Slimme apparaten kunnen gegevens verzamelen en verwerken en vervolgens ook acties uitvoeren. Daarbij ontstaat steeds meer autonomie en kan een complexe samenwerking ontstaan tussen allerlei soorten apparaten en netwerken van apparaten. Elektrische auto's communiceren met slimme energienetwerken, zeecontainers met vrachtwagens en productiemachines met onderhoudssystemen. Kunstmatige intelligentie speelt hierbij een steeds grotere rol.

We staan nog maar aan het begin van deze disruptieve ontwikkelingen met ongekende kansen voor innovatie – maar ook uitdagingen. Dit alles valt of staat met connectiviteit. Al deze toepassingen vragen veel van de digitale infrastructuur. Omdat slimme apparaten overal kunnen worden toegepast, vaak verplaatsbaar zijn of zelfs autonoom kunnen bewegen, betekent dit dat het nog belangrijker wordt dat er praktisch overal connectiviteit is. De slimme apparaten kunnen heel kritieke taken hebben waardoor het belangrijk is dat er altijd connectiviteit beschikbaar is. Daarbij is ook van groot belang dat kwaadwillenden niet via de digitale infrastructuur toegang kunnen krijgen. Veiligheid en betrouwbaarheid worden daarmee nog veel belangrijker. Ook komt hier de eerder genoemde 'edge' weer in beeld. In sommige gevallen zal het namelijk nodig zijn dat gegevens dicht bij de slimme apparaten moeten worden verwerkt. Bijvoorbeeld als het heel erg tijdkritisch is of wanneer het veiliger is dat de gegevens dichtbij worden verwerkt en opgeslagen. Sommige apparaten hebben behoefte aan heel weinig bandbreedte op bepaalde momenten, andere apparaten vragen juist weer heel veel bandbreedte de hele tijd. Ook moeten netwerken in staat zijn om steeds grotere hoeveelheden apparaten aan te sluiten. Omdat verschillende slimme apparaten net weer andere dingen nodig kunnen hebben dan andere, moeten netwerken en andere onderdelen van de digitale infrastructuur flexibel kunnen inspelen op deze verschillende eisen, oftewel een verschillende 'Quality of Service'. 5G biedt bijvoorbeeld allerlei mogelijkheden om dit te doen, zoals het creëren van aparte virtuele netwerken voor bepaalde eindgebruikers. Dit noemen we network slicing. In andere gevallen zullen toepassingen gewoon gebruik kunnen maken van standaard dienstverlening en het publieke internet. En in nog weer andere gevallen zullen zakelijke eindgebruikers kiezen voor een eigen netwerk, of combinaties van verschillende netwerken (hybride netwerken).

# Wat is de waarde van de digitale infrastructuur?



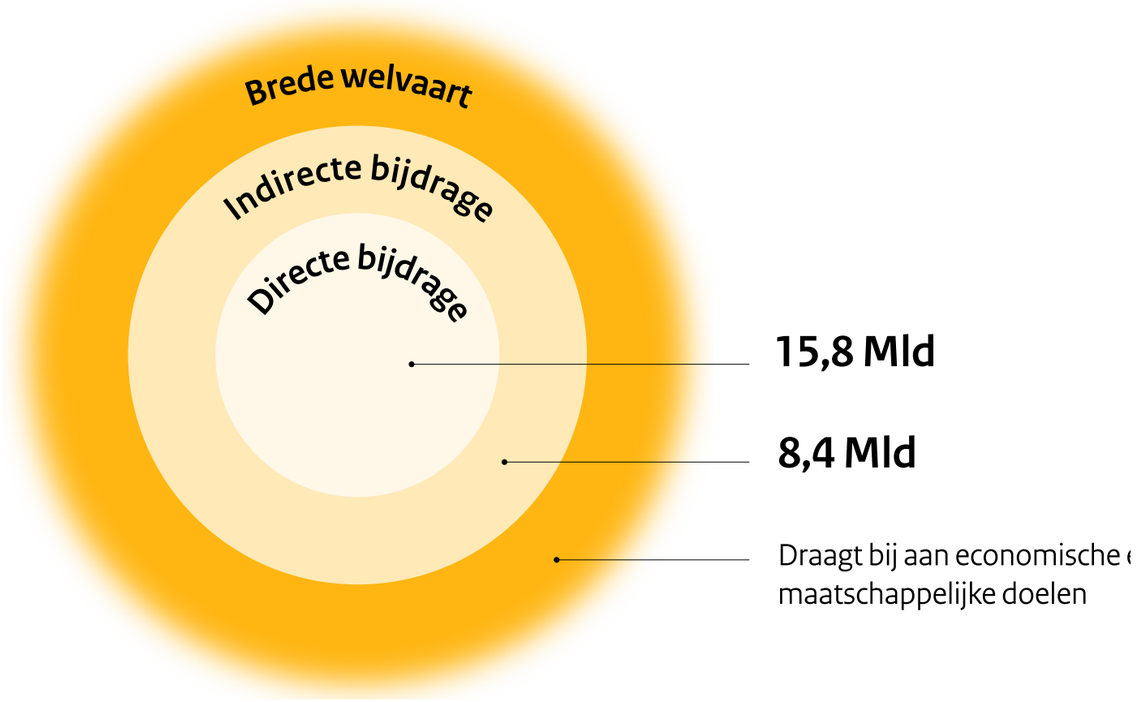
## Het belang van de digitale infrastructuur

We zien de Nederlandse digitale infrastructuur vaak als een vanzelfsprekendheid. Dat komt juist omdat we er in de praktijk zo goed op kunnen vertrouwen. We staan er daarom niet altijd bij stil hoe groot het maatschappelijke belang van de digitale infrastructuur nu eigenlijk is. In een sterk gedigitaliseerde samenleving kunnen we eenvoudigweg niet meer zonder voortdurende hoogwaardige connectiviteit. Het objectief in kaart brengen van die maatschappelijke waarde is helemaal niet zo eenvoudig. Zeker omdat de digitale infrastructuur zo nauw is verweven met ons maatschappelijk doen en laten.

We hebben Ecorys gevraagd om de economische en bredere maatschappelijke waarde van de digitale infrastructuur te onderzoeken. Daarbij heeft Ecorys ook gekeken naar de kosten die daar voor de maatschappij mee gemoeid gaan.[20] De bevindingen die we in het vervolg van dit hoofdstuk presenteren, komen voort uit dit onderzoek, tenzij anders aangegeven. Het volledige rapport van Ecorys is een bijlage bij de Staat van de Digitale Infrastructuur.

### De digitale infrastructuur levert ons heel veel materiële en immateriële welvaart op

Het belang van de digitale infrastructuur voor de Nederlandse samenleving is tweeledig. De digitale infrastructuur levert een directe en indirecte economische bijdrage aan de omvang van de Nederlandse welvaart. Het vervult daarnaast een rol in bredere welvaartsthema's en het adresseren van maatschappelijke uitdagingen. We delen de waarde van de digitale infrastructuur daarom op in drie schillen. De onderstaande figuur is een weergave daarvan.




*Figuur 12: Schillenmodel welvaartsbijdrage van de digitale infrastructuur gebaseerd op de uitkomsten van het Ecorys-rapport 'Economisch belang digitale infrastructuur' (2023)*

20 Ecorys (2023), *Economisch belang digitale infrastructuur*, is als bijlage bij de Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

De **directe economische bijdrage** is de optelsom van de 'toegevoegde waarde'[21] van alle bedrijven die actief zijn in de Nederlandse digitale infrastructuur. Dit zijn onder andere telecombedrijven, internetknooppunten, datacentra en cloudaanbieders. Samen voegden zij in 2021 €15,8 miljard aan waarde toe aan het Nederlands bruto binnenlands product.

Bedrijven die actief zijn in de digitale infrastructuur zijn voor hun werkzaamheden afhankelijk van goederen en diensten van andere bedrijven. Het gaat bijvoorbeeld om bouwbedrijven die glasvezel aanleggen of leveranciers van netwerkapparatuur. De toegevoegde waarde die deze bedrijven realiseren als leverancier of afnemer van de digitale infrastructuur nemen we daarom mee. We noemen dit de **indirecte economische bijdrage**. Deze bijdrage wordt geschat op €8,4 miljard.

De totale economische bijdrage van bedrijven die direct of indirect actief zijn in de sector komt daarmee op €24,2 miljard in 2021. Daarmee zorgden ze dat jaar voor ruim 202.000 voltijdsbanen. Hiermee is de relatief kleine sector goed voor meer dan 2 procent van de directe toegevoegde waarde van Nederland. Deze bijdrage staat nog los van de rol die de digitale infrastructuur vervult voor alle andere sectoren en de maatschappij als geheel.

De digitale infrastructuur is met andere woorden ook van belang voor de **bredere welvaart** in Nederland. Dialogic heeft in opdracht van EZK onderzocht op welke manier de digitale infrastructuur bijdraagt aan andere sectoren.[22] Het aanleggen en exploiteren van de digitale infrastructuur is immers niet een doel op zichzelf. Zij stellen vast dat de afhankelijkheid van de digitale infrastructuur het grootst is in de digitale economie. Daar bieden partijen hun economische activiteiten volledig aan door middel van digitale technologie. We kunnen hierbij denken aan e-commerce, IT-bedrijven of online platforms.[23] Ook bedrijfstakken buiten de digitale economie zijn inmiddels sterk afhankelijk van de digitale infrastructuur. Zo werkt 4 op de 5 (81 procent) werkzame Nederlanders met internet en gebruikt 80,1% van het mkb basale digitale technologieën.[24] Sectoren als de logistiek, vervoer en cybersecurity kunnen zonder stabiele, snelle en veilige connectiviteit het leeuwendeel van hun processen zelfs niet meer uitvoeren.

Dialogic concludeert dat voor bepaalde economische activiteiten heel specifieke, hoogwaardige digitale infrastructuur een doorslaggevende vestigingsfactor is.[25] Dit zijn bijvoorbeeld bedrijven die diensten leveren rondom cloud, datacentra, hosting en internetknooppunten, of bedrijven die sterk van deze diensten afhankelijk zijn, zoals 'cloud gaming'. Voor de meeste sectoren is de digitale infrastructuur vooral een belangrijke factor in een mix met andere belangrijke vestigingsfactoren.

Bredere welvaart omvat ook de bijdrage van digitale infrastructuur aan maatschappelijke belangen die zich minder goed in geld laten uitdrukken, maar daarmee niet minder belangrijk zijn. Een hoogwaardige, betrouwbare en veilige digitale infrastructuur faciliteert innovatieve en geavanceerde bedrijfsprocessen en dienstverlening.

21 De toegevoegde waarde is de omzet die bedrijven creëren met het verkopen van goederen en diensten, vermindert met de inkoopwaarde van de goederen en diensten die zij zelf hebben ingekocht.

22 Dialogic (2023), *Het belang van digitale infrastructuur voor de Nederlandse digitale knooppuntrol* is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

23 In een recente meting stelde het CBS vast dat de digitale economie (de optelsom van de digitale infrastructuur en alle andere digitale bedrijfstakken in de Nederlandse economie) in 2019 goed was voor 9,2 procent van de totale bruto toegevoegde waarde. Bron: De digitale economie beter inzichtelijk gemaakt (cbs.nl)

24 Strategie Digitale Economie - Voortgangsrapportage 24 oktober 2023

25 Dialogic (2023), *Het belang van digitale infrastructuur voor de Nederlandse digitale knooppuntrol*, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

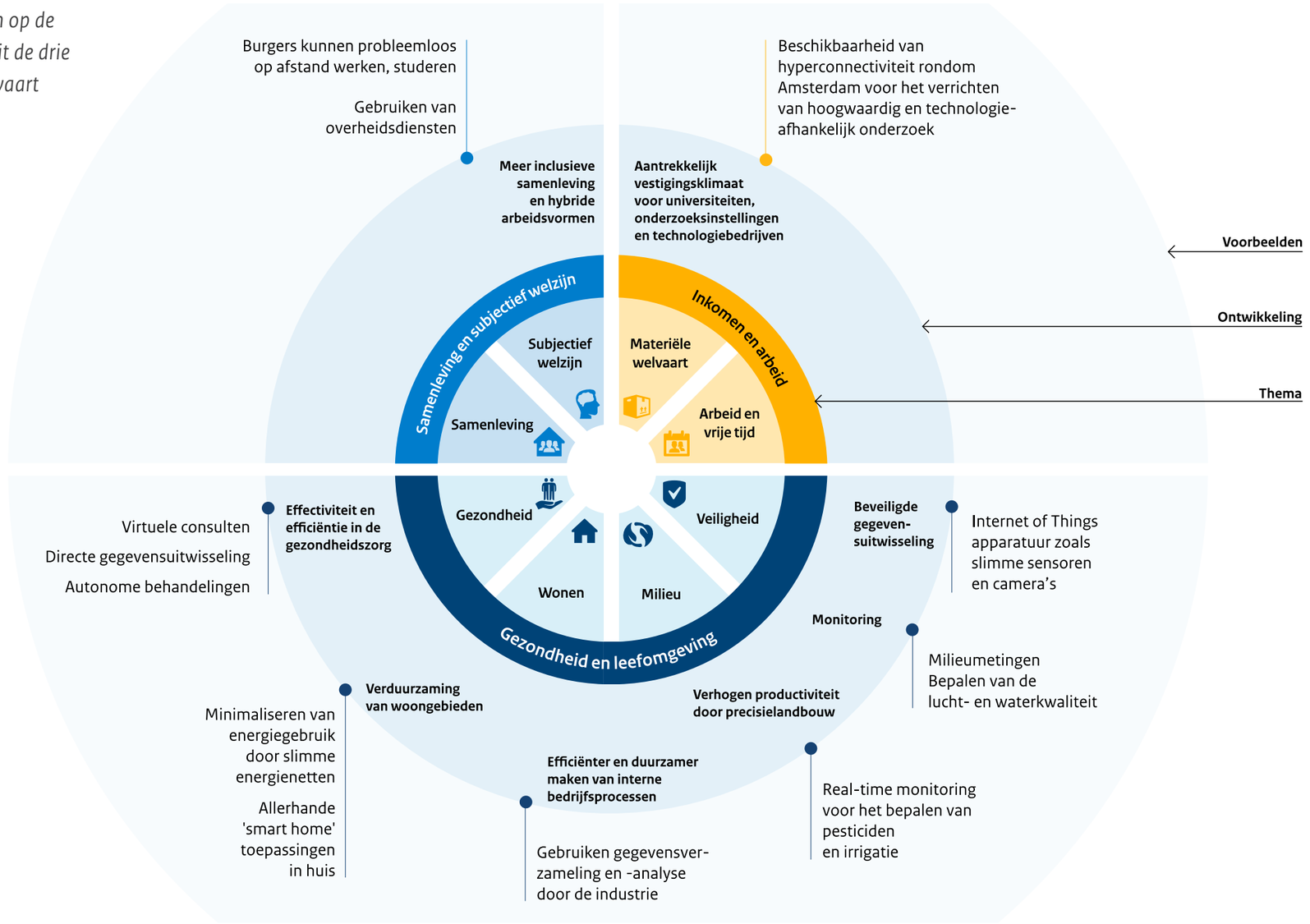
Dit geldt voor tal van bedrijfstakken, zoals volgt uit de onderzoeken van Ecorys en Dialogic:

- Zo draagt de digitale infrastructuur bij aan meer **effectiviteit en efficiëntie** in de gezondheidszorg. Bijvoorbeeld door het mogelijk maken van virtuele consulten, onmiddellijke gegevensuitwisseling en in de toekomst mogelijk zelfs autonome behandelingen.
- In de agrarische sector kunnen geavanceerde datatoepassingen en digitalisering bijdragen aan de **transitie naar een duurzamere landbouw**. Zo kan **precisielandbouw** door realtime monitoring het gebruik van bestrijdingsmiddelen, bemesting en irrigatie reduceren. Tegelijkertijd kan robotisering arbeidsvraagstukken ondervangen. Grootschalige data-uitwisseling is binnen de agrarische sector van waarde voor ketentransparantie en certificering.[26]
- Monitoring kan ook worden toegepast voor milieu-metingen. Denk aan het bepalen van de **lucht- en waterkwaliteit** in steden of natuurgebieden. Maar het kan ook worden ingezet voor **veiligheid**. Bijvoorbeeld door beveiligde gegevensuitwisseling en Internet of Things apparatuur als slimme sensoren en camera's.
- Hoogwaardige connectiviteit, rekenkracht en gegevensopslag zijn belangrijke pijlers onder de **verduurzaming van woongebieden**. Slimme energienetten zorgen voor optimale benutting van hernieuwbare energie. Tegelijkertijd minimaliseren allerhande 'smart home'-toepassingen in huis het energieverbruik in woongebieden. Onder 'smart home' verstaan we bijvoorbeeld de slimme thermostaat en de energiemeter. De industrie gebruikt gegevensverzameling en -analyse om **interne bedrijfsprocessen efficiënter en duurzamer** te maken.
- Dankzij de stabiliteit en capaciteit van de digitale infrastructuur kunnen burgers probleemloos op afstand werken, studeren en overheidsdiensten gebruiken. Dat bleek ook al tijdens de coronapandemie. Hiermee wordt een **meer inclusieve samenleving** gerealiseerd en worden **hybride werkvormen** gefaciliteerd.
- Een onderscheidende digitale infrastructuur heeft in het verleden en heden gewerkt als pull-factor voor universiteiten, onderzoeksinstellingen en technologiebedrijven om zich in Nederland te vestigen. Hyperconnectiviteit, zoals beschikbaar rondom Amsterdam, is cruciaal voor het uitvoeren van **hoogwaardig en technologie-afhankelijk onderzoek**, bijvoorbeeld op het gebied van kwantumtechnologie .[27]

26 LNV - Actieprogramma Digitalisering Rapport, 26 oktober 2023

27 Dialogic (2023), *Het belang van digitale infrastructuur voor de Nederlandse digitale knooppuntrol*, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

*Figuur 13: Welvaartseffecten op de digitale infrastructuur vanuit de drie dimensies van de brede welvaart*



## De footprint van de digitale infrastructuur

Tegenover de grote bijdrage van de digitale infrastructuur aan de economie en brede welvaart, staan ook maatschappelijke kosten. Dit is de footprint van de digitale infrastructuur. Voor een afgewogen beeld heeft Ecorys ook deze footprint onderzocht. De maatschappelijke kosten en baten zijn twee kanten van dezelfde medaille. De digitale infrastructuur draait op energie en veroorzaakt daarmee $CO_2$-uitstoot, neemt ruimte in beslag, en verbruikt materialen en water.

### Energie

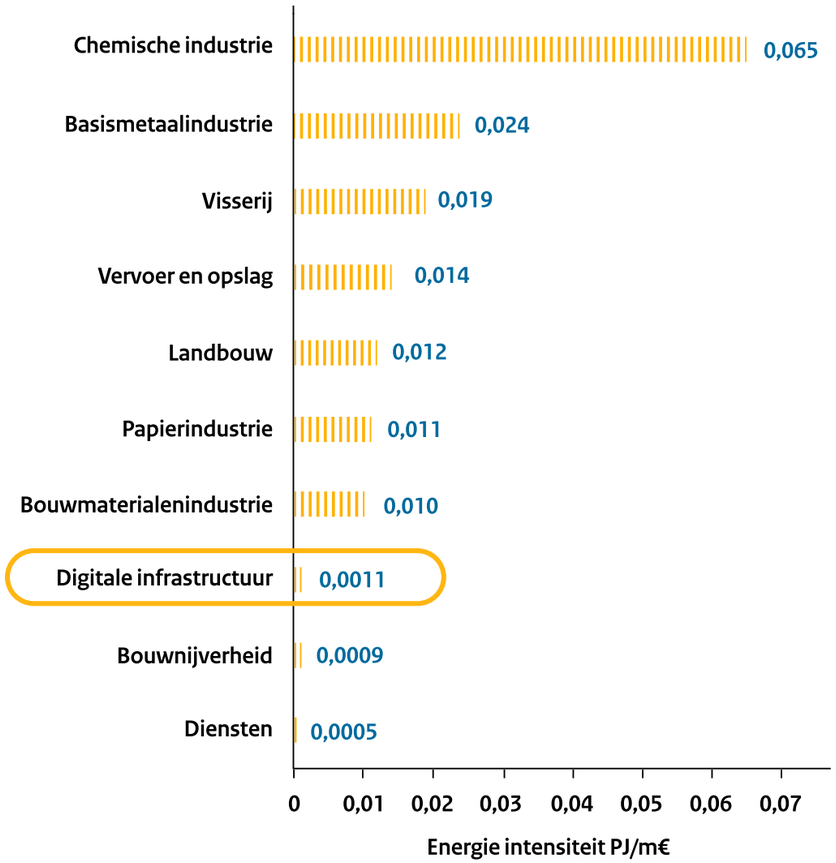
Het totale energieverbruik van de digitale infrastructuur wordt in 2020 becijferd op zo'n 5.000 gigawattuur (GWh) per jaar. Dit staat gelijk aan 18 petajoule (PJ) aan energie. Oftewel 0,65 procent van het totale Nederlandse energieverbruik. Vergeleken met andere landen is de Nederlandse digitale infrastructuur gemiddeld qua energieverbruik.[28]

De bedrijven in de digitale infrastructuur maken op grote schaal gebruik van duurzame bronnen. Maar liefst 84 procent van de energie die de sector afneemt, is groene elektriciteit en veroorzaakt geen uitstoot. Hierdoor heeft de sector een relatief beperkte footprint van 310 kiloton aan $CO_2$-emissies per jaar. Dit is zo'n 0,22 procent van de totale Nederlandse $CO_2$-footprint.

In 2020 kwam ongeveer twee derde van het energieverbruik van de Nederlandse digitale infrastructuur voor rekening van datacentra. Bij het bespreken van het energieverbruik van datacentra is het op z'n plaats enkele relevante ontwikkelingen als achtergrond te benoemen. Ten eerste verbetert de energie-efficiëntie al jaren snel. De wet van Koomey stelt namelijk dat computerprocessors elk anderhalf jaar dubbel zo efficiënt omgaan met energie. Daardoor halveert de benodigde elektriciteit voor het verwerken van data. En daarmee ook de bijbehorende $CO_2$-uitstoot. Dataverkeer steeg tussen 2015 en 2021 eveneens met ongeveer 28 procent per jaar. Op een iets lager tempo dus. Daardoor nam het absolute energieverbruik voor dataverkeer af.

Energie wordt ook gebruikt door servers voor opslag van grote hoeveelheden data, waarbij schaalvoordelen zorgen voor efficiëntere opslag in grotere locaties. Zo migreerde de Rijksoverheid in 2017 van ruim 60 kleine datacentra naar 4 grote datacentra. En realiseerde daarmee een energiebesparing van 45 procent. Zo bezien heeft de migratie van interne opslag bij bedrijven naar centrale opslag bij datacentra geleid tot een efficiëntieslag. Het laat daarnaast zien dat datacentra de gegevensopslag en het bijbehorend energiegebruik van bedrijven op een efficiëntere manier voor hun rekening nemen.

28 Dialogic (2023), De digitale voetafdruk, 13 september 2023 hanteert een enigszins afwijkende scope. Op grond hiervan komt Dialogic op een footprint van 0,90 procent van het totale Nederlandse energieverbruik




*Figuur 14: Vergelijking energie-efficiëntie digitale infrastructuur met andere sectoren (Ecorys, 2023)*

Hoewel de $CO_2$-footprint in absolute zin behoorlijk is en het belangrijk is om deze te beperken, zien we tegelijkertijd dat de digitale infrastructuur een relatief beperkte energie-footprint heeft. Ook heeft de sector een grote mate van energie-efficiëntie. Dat betekent dat de digitale infrastructuur vergeleken met andere sectoren zeer weinig energie verbruikt voor het realiseren van een euro aan toegevoegde waarde.

Hoe de $CO_2$-footprint van de digitale sector zich in de toekomst ontwikkelt, onderzocht Dialogic voor EZK op basis van verschillende scenario's.[29] Hierbij is niet alleen de footprint van de digitale infrastructuur onderzocht. Ook de footprint van eindgebruikersapparatuur, zoals computers, smartphones en tablets, zijn meegenomen. De technologische ontwikkelingen en de ontwikkeling van de vraag van consumenten en bedrijven zijn erg onzekere factoren om in scenario's mee te nemen. De uitkomst van de scenario's is dat het elektriciteitsverbruik in 2050 zo'n 19 tot 53 procent hoger ligt dan in 2023. De groei van het energieverbruik van de digitale sector komt in de scenario's van Dialogic op het conto van de datacentra. Blijft het overige energieverbruik in Nederland gelijk? Dan bedraagt het aandeel van de digitale infrastructuur volgens deze scenario's 1 tot 1,5 procent van het totale Nederlandse energieverbruik in 2050.[30]

29 Dialogic (2023), *De digitale voetafdruk*, 13 september 2023, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

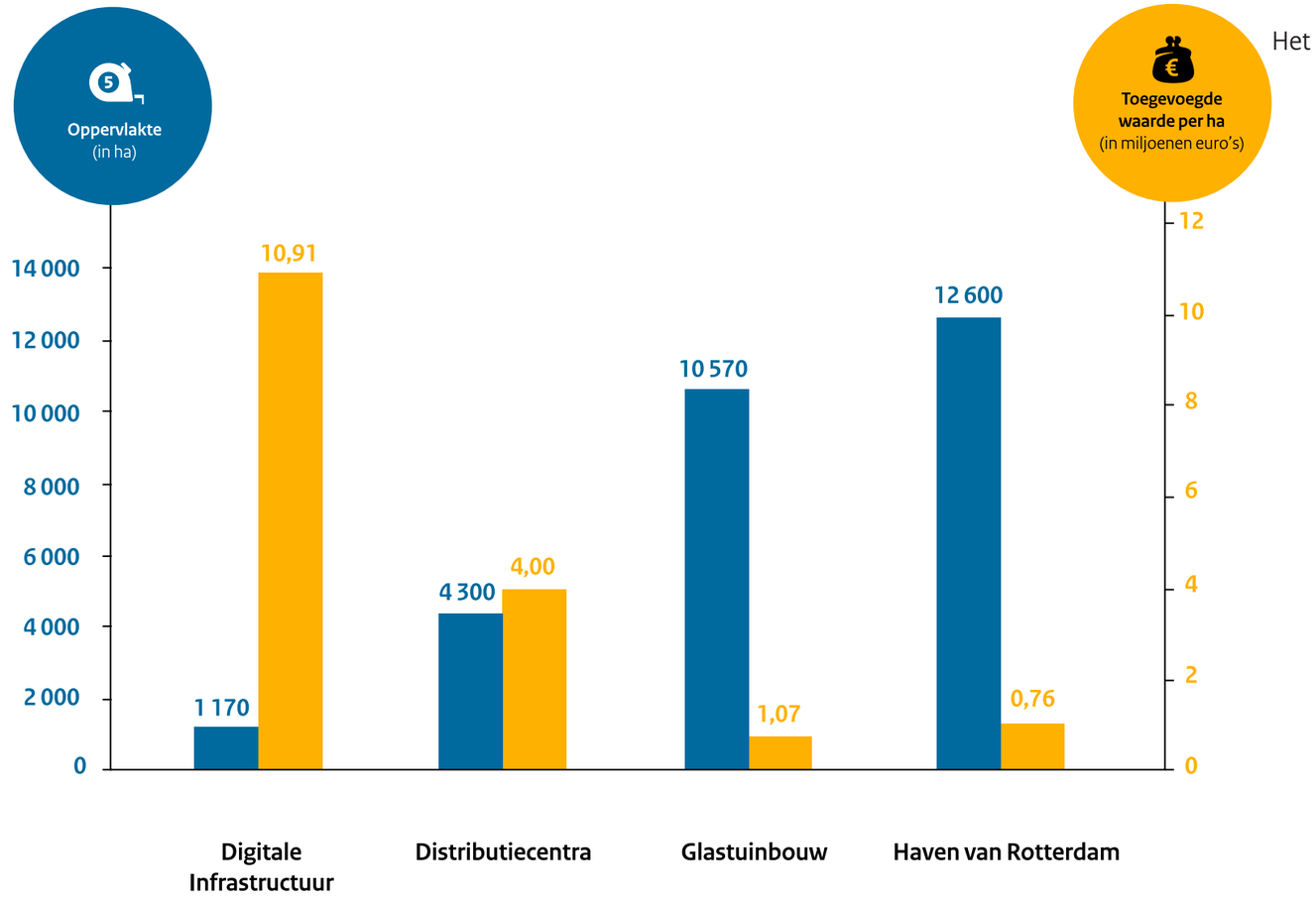
30 Daarvan zal dan, op basis van de scenario's, meer dan 90 procent voor rekening komen van datacentra

## Ruimte

Het ruimtebeslag van de digitale infrastructuur is beperkt, zowel in absolute als relatieve termen. In totaal bestrijkt de digitale infrastructuur 1.170 hectare, waarmee het ruimtebeslag een aandeel van 0,02 procent heeft in de totale oppervlakte van Nederland. Hiervan vormt het ruimtebeslag van datacentra minder dan een kwart (239 hectare). In vergelijking met andere economische activiteiten is dit ruimtebeslag relatief bescheiden. Ook levert de digitale infrastructuur relatief veel toegevoegde waarde per hectare: er is weinig ruimte nodig voor het realiseren van een euro aan toegevoegde waarde.

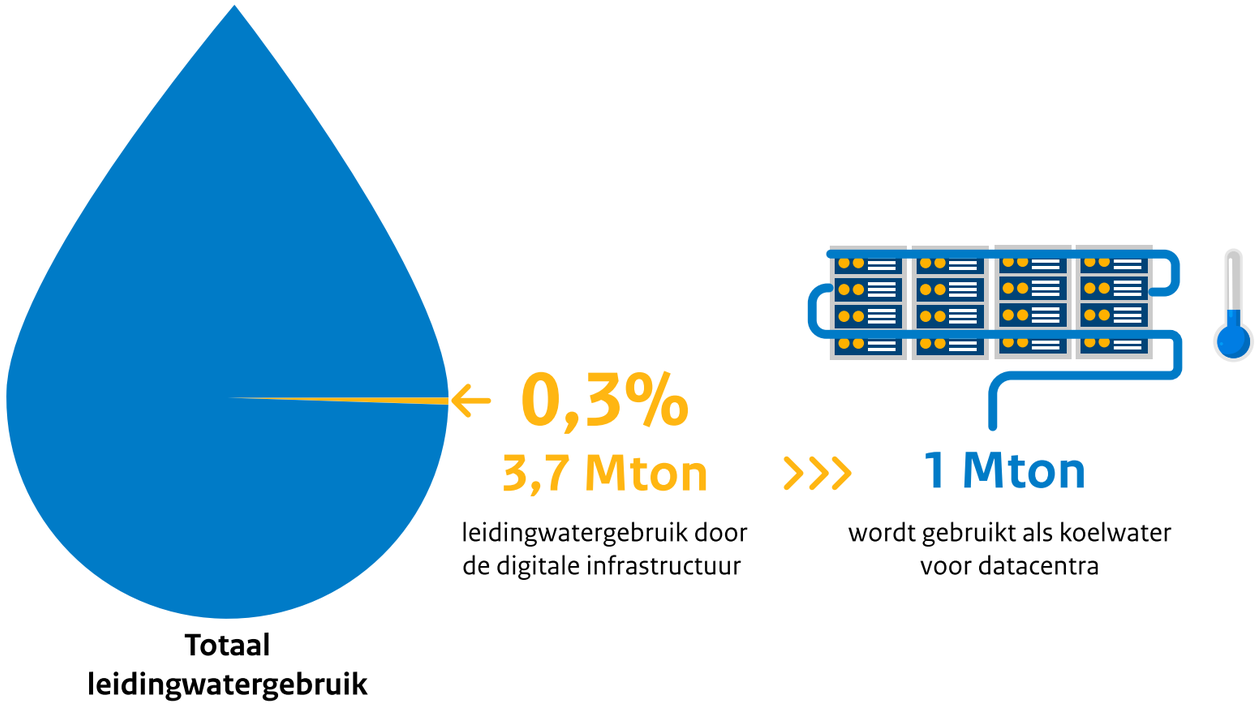
## Materiaal en watergebruik

De materiaal-footprint van de digitale infrastructuur wordt geschat op 746 miljoen kg in 2018. Dat is gelijk aan ongeveer 0,2 procent van de totale Nederlandse materiaalconsumptie in dat jaar. De analyse geeft ook inzicht in de verhouding tussen materialen. Het grootste deel van de materialen zijn metalen (29 procent) en koolproducten (20 procent).




*Figuur 15: Vergelijking van het ruimtebeslag van de digitale infrastructuur ten opzichte van andere sectoren in oppervlakte en toegevoegde waarde (Ecorys, 2023)*

leidingwatergebruik van datacentra komt regelmatig ter sprake in discussies over de materiaal-footprint van de digitale infrastructuur. Uit onderzoek volgt dat het leidingwatergebruik neerkomt op zo'n 0,5 procent (3,7 megaton (Mton)) van het materiaalgebruik van de digitale infrastructuur. Hiervan wordt 1,0 Mton gebruikt voor datacentra, voornamelijk als koelwater. De digitale infrastructuur is daarmee verantwoordelijk voor 0,3 procent van het totale Nederlandse leidingwatergebruik.[31]




*Figuur 16: Aandeel leidingwatergebruik in Nederland door de digitale infrastructuur (Ecorys, 2023)*

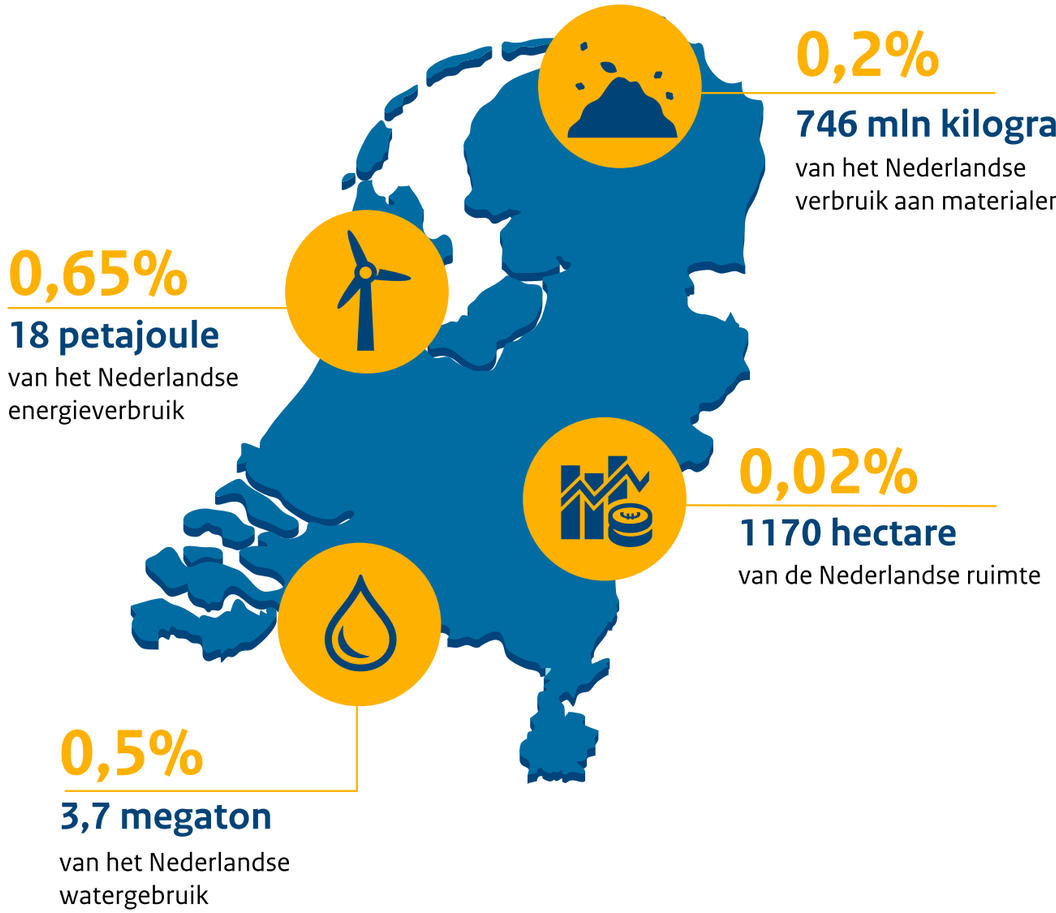
*Alleen de emissies en*

31 Er bestaan initiatieven om waar mogelijk gebruik te maken van gezuiverd industriewater in plaats van drinkwater. Zie bijvoorbeeld: Nieuwe industriewaterzuivering en transportleidingen klaar voor levering - Northwater

*energiefootprint in Nederland onderzocht*

Het onderzoek van Ecorys richtte zich op de emissie en het energieverbruik van de digitale infrastructuur tijdens de gebruiksfase. Daarnaast gebruikt de digitale infrastructuur apparatuur die wordt ingekocht bij leveranciers. Voor de productie daarvan, bijvoorbeeld netwerkapparatuur, servers en switches, is ook energie nodig. Deze productie gebeurt voor het grootste deel in het buitenland. Het is in de praktijk complex om goede schattingen te maken van de extra footprint die de productie van alle apparatuur met zich meebrengt. Dialogic stelt, op basis van referentieonderzoeken, dat de extra footprint voor de gehele digitale sector mogelijk de helft bedraagt van de footprint in Nederland.[32] Het grootste deel van de extra footprint voor de productie van apparatuur, komt voor rekening van eindgebruikersapparaten. Denk aan televisies, smartphones en computers. Het Dialogic-rapport wijst erop dat voor specifiek de digitale infrastructuur er minder extra footprint is voor de productie van de gebruikte apparatuur. Voor de digitale infrastructuur weegt de footprint tijdens de gebruiksfase relatief zwaar. Daardoor weegt de footprint tijdens de productie van de apparatuur minder zwaar.[33]

*De digitale infrastructuur maakt verduurzaming in andere sectoren mogelijk*



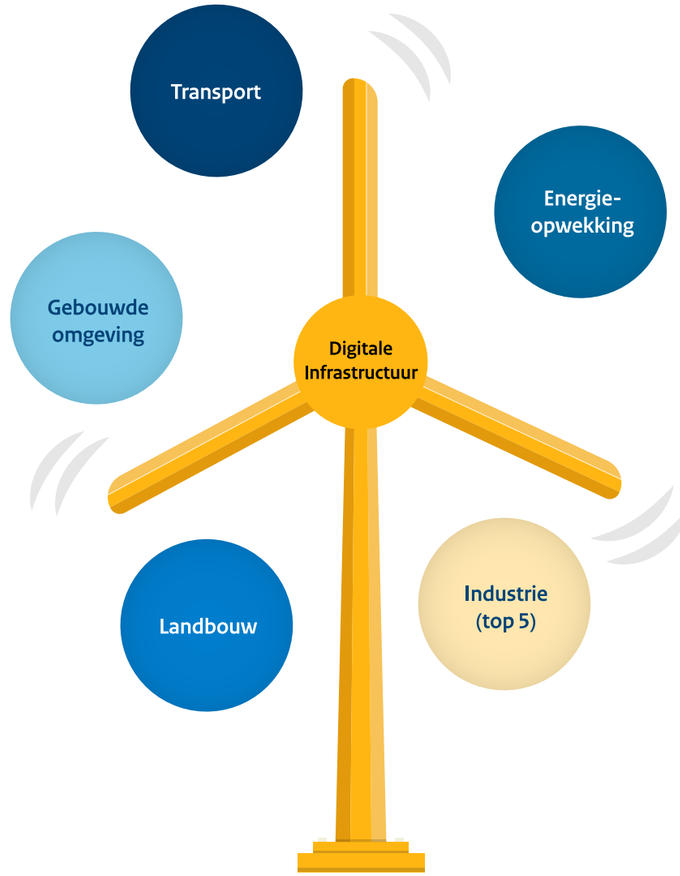

*Figuur 17: Footprint digitale infrastructuur (Ecorys, 2023)*

32 Dialogic (2023), *De digitale voetafdruk*, 13 september 2023, bladzijde 66: "Tijdens het onderzoek is gebleken dat scope 3-emissies een groot aandeel hebben in de uitstoot van de digitale sector. Zoals in Tabel 6 te zien is, neemt in een aantal referentieonderzoeken de uitstoot met een factor van ongeveer 1,5 toe wanneer ook scope 3-emissies worden meegenomen. Een studie van Freitag et al. schat dat de scope 3-emissies goed zijn voor ruwweg 23% van de totale emissies en dat deze het hoogste zijn voor eindgebruikersapparaten (ongeveer 50%)."

33 Ecorys (2023), *Economisch belang digitale infrastructuur*, is als bijlage bij de Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden. bladzijde 42

Hoewel de footprint van de digitale infrastructuur in termen van energie, materiaal en ruimte relatief beperkt is, is de omvang tegelijkertijd zeer materieel. Daarmee verdient het beperken en terugbrengen van de footprint grote aandacht. Later in dit stuk gaan we daar verder op in.

Tegelijkertijd is de totale footprint van de digitale infrastructuur afgezet tegen de economische en maatschappelijke waarde relatief beperkt. Daarbij geldt dat de digitale infrastructuur – als ruggengraat van de digitalisering – een belangrijke factor is bij het mogelijk maken van verduurzaming van andere sectoren. De besparingen die de digitale infrastructuur mogelijk maakt in de footprints van andere sectoren is volgens schattingen potentieel een veelvoud van de eigen footprint.[34] We moeten daarom – in het kader van verduurzaming – niet alleen kijken naar het beperken van de omvang van de footprint van de digitale infrastructuur. We moeten er óók voor zorgen dat de digitale infrastructuur optimaal is ingericht om andere sectoren te ondersteunen bij hun verduurzamingsopgave.




*Figuur 18: De digitale infrastructuur ondersteunt de verduurzamingsopgave in andere sectoren*

34 Zie bijvoorbeeld:
- European Round Table for Industry (ERT) (2022) - Towards an EU Action Plan for a Digitally Enabled Green Transition, p. 9-10
- MIT Technology Review Insights and Ericsson (2021) - Decarbonizing industries with connectivity and 5G

# Wat is het beleid op de digitale infrastructuur en hoe ontwikkelt dit zich?



In de vorige hoofdstukken beschreven we wat we verstaan onder ‘de digitale infrastructuur’ en waarom het belangrijk is voor onze maatschappij. In dit hoofdstuk willen we duidelijk maken wat het huidige beleid is. Dit is beleid dat ervoor zorgt dat Nederland een hoogwaardige, betrouwbare, veilige, duurzame en toegankelijke digitale infrastructuur heeft en houdt. Een deel van ons beleid is nationaal. De digitale wereld stopt echter niet bij de grens. Sommige thema’s worden daarom op Europees niveau opgepakt.

Nederland wil de samenwerking met Europese lidstaten versterken en **ongewenste afhankelijkheden tegengaan**. De Europese Commissie ziet de ‘twin transition’ (**duurzaamheid en digitalisering**) als prioriteit. Zo is er een ambitieus digitaal programma gelanceerd met digitale doelstellingen voor 2030, het ‘Digital Decade Policy Programme’. Ook is er wetgeving om **publieke belangen in de digitale transitie** te borgen en investeringen in digitale technologieën om ons **toekomstig verdienvermogen** te versterken. De Europese digitale agenda zal ook in de komende jaren grote impact hebben op het Nederlandse beleid. Internationaal blijft Nederland zich actief

| | Goed werkende markten | Internet voor iedereen | Weerbaarheid | Duurzaamheid | Lokale inpassing | Innovatie en vestigingsklimaat |
|---|---|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |  |  |
| Toelichting | Een infrastructuur gekenmerkt door voldoende concurrentie, keuze, en betaalbaarheid | Een infrastructuur die optimaal bijdraagt aan een open, vrije, inclusieve en veilige maatschappij | Een weerbare infrastuctuur die veilig, beschikbaar en betrouwbaar is, ook onder extreme omstandigheden | Een infrastructuur die duurzaam is en bijdraagt aan de maatschappelijke verduurzaming | Bijdragen aan een goede belangenafweging op lokaal niveau om de digitale infrastructuur in te passen | Een infrastructuur die voortdurend innoveert en zich aanpast aan de maatschappelijke behoeftes en zorgt voor een uitstekend vestigingsklimaat |
| Publieke balangen | Toegankelijkheid, betaalbaarheid, innovatie, kwaliteit | Toegankelijkheid, betaalbaarheid, universale dienstverlening, vrijheden | Continuïteit, veiligheid, betrouwbaarheid, vrijheden | Schone leefomgeving, klimaat | Diverse publieke belangen op lokaal niveau | Innovatie, verdienvermogen |

*Figuur 19: Overzicht van de onderdelen van de digitale infrastructuur die een belangrijke rol spelen in de verschillende beleidsthema's*

inzetten voor een **open, vrij en veilig internet**. En natuurlijk voor het behoud van het internet als wereldwijde open communicatie-infrastructuur. [35]

De verschillende belangen zijn in deze publicatie vertaald naar zes beleidsthema's. Op basis van deze beleidsthema's kunnen we het bestaande beleid op de digitale infrastructuur clusteren.

De thema's zijn ook getoetst bij deskundigen en vertegenwoordigers van bedrijven uit de digitale infrastructuur. De thema's zijn gekozen omdat ze het beleid op een integrale, volledige en logische manier representeren. De thema's 'Weerbaarheid' en 'Digitale open strategische autonomie' liggen sterk in elkaars verlengde. Daarom worden ze gezamenlijk behandeld. We brengen in dit hoofdstuk voor ieder thema in beeld welk beleid relevant is voor de digitale infrastructuur. Daarmee geven we een integraal overzicht van ons huidige beleid.

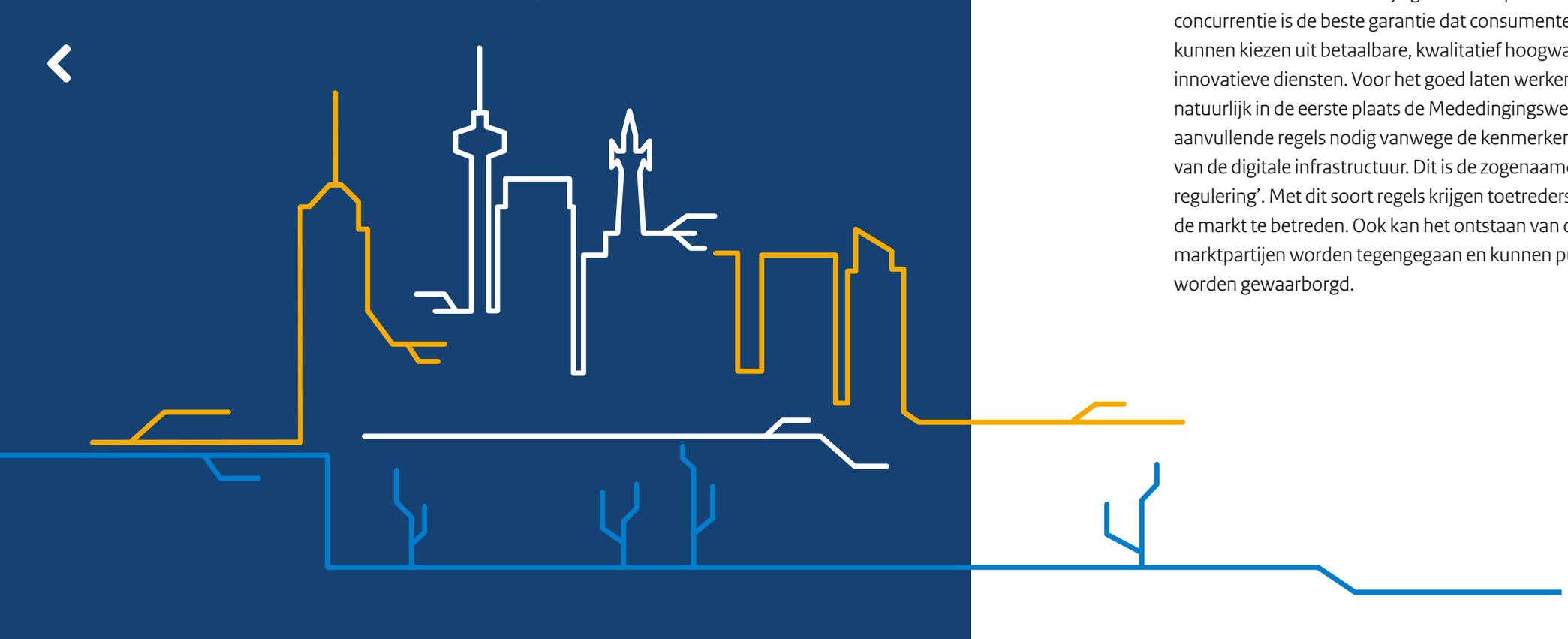
Op het ene thema is meer beleid dan op het andere thema. Dat is logisch omdat we ons beleid richten op de onderdelen waar het nodig is. Voor sommige onderdelen van de digitale infrastructuur moet nu eenmaal meer bijgestuurd worden dan op andere onderdelen. Onderdelen zijn bijvoorbeeld: telecomnetwerken, (zee)kabels of cloudtoegang. In onderstaande figuur laten we zien welke onderdelen van het ecosysteem van de digitale infrastructuur aan bod komen in de verschillende beleidsthema's. Als we bepaalde onderdelen niet bespreken onder een beleidsthema wil dit uiteraard niet zeggen dat het onderdeel niet belangrijk is. Het betekent alleen dat er op dit moment geen actief beleid wordt gevoerd voor dat onderdeel.

| | Telecomnetwerken | (Zee)kabels | Datacentra | Hosting en internet exchange | Cloudtoegang |
|---|---|---|---|---|---|
| **Goedwerkende markten** | ● | | | | ● |
| **Internet voor iedereen** | ● | | | ● | |
| **Weerbaarheid** | ● | ● | ● | ● | ● |
| **Duurzaamheid** | ● | | ● | | |
| **Lokale inpassing** | ● | ● | ● | | |
| **Innovatie en vestigingsklimaat** | ● | ● | ● | ● | ● |

35 EZK Beleidsartikel 1: Goed functionerende economie en markten

# Beleidsthema 1:

## Goed werkende markten, een infrastructuur met voldoende concurrentie, keuze en betaalbaarheid



Goed werkende markten zijn geen doel op zich. Effectieve concurrentie is de beste garantie dat consumenten en bedrijven kunnen kiezen uit betaalbare, kwalitatief hoogwaardige en innovatieve diensten. Voor het goed laten werken van markten geldt natuurlijk in de eerste plaats de Mededingingswet. Maar er zijn ook aanvullende regels nodig vanwege de kenmerken van onderdelen van de digitale infrastructuur. Dit is de zogenaamde ‘sectorspecifieke regulering’. Met dit soort regels krijgen toetreders de kans om de markt te betreden. Ook kan het ontstaan van dominante marktpartijen worden tegengegaan en kunnen publieke belangen worden gewaarborgd.

### Op welke infrastructuuronderdelen richt ons beleid voor goedwerkende markten zich?

Als we het over goedwerkende markten hebben, zijn er twee onderdelen waar goede marktwerking niet zonder extra overheidsingrijpen gegarandeerd kan worden. Het gaat hier om de onderdelen telecomnetwerken en cloudtoegang. Daarom richten we ons bij het bespreken van dit beleidsthema specifiek op deze twee onderdelen. Zie hiervoor ook de afbeelding hieronder. De focus op deze onderdelen neemt niet weg dat ook het bredere ecosysteem regelmatig in samenhang onder de loep wordt genomen. Zo heeft de Autoriteit Consument en Markt (ACM) in[36]. Ook BEREC, het Europese samenwerkingsorgaan van telecomtoezichthouders, heeft hier eind 2022 een rapport over gepubliceerd. [37]

| | Telecomnetwerken | (Zee)kabels | Datacentra | Hosting en internet exchange | Cloudtoegang |
|---|---|---|---|---|---|
| **Goedwerkende markten** | ● | | | | ● |
| **Internet voor iedereen** | ● | | | ● | |
| **Weerbaarheid** | ● | ● | ● | ● | ● |
| **Duurzaamheid** | ● | | ● | | |
| **Lokale inpassing** | ● | ● | ● | | |
| **Innovatie en vestigingsklimaat** | ● | ● | ● | ● | ● |

### Telecomnetwerken - traditioneel grote aandacht oor het beter laten werken van telecommarkten

De wetgeving op het gebied van telecommunicatie is voornamelijk Europees. Daardoor gelden in heel Europa dezelfde regels.[38] Europese wetgeving is nodig vanwege het grote belang hiervan voor de werking van de interne markt. Wij zijn verantwoordelijk voor het telecombeleid in Nederland.

36 ACM onderzoekt markt voor digitale infrastructuur: Nederland is nog altijd goed verbonden
37 BEREC (europa.eu)
38 De zogenaamde Telecomcode: richtlijn (EU)2018/1972 van 11 december 2018 tot vaststelling van het Europees wetboek voor elektronische communicatie

De ACM en de Rijksdienst voor de Digitale Infrastructuur (RDI) houden toezicht op dit beleid.

Een belangrijk uitgangspunt in de Europese regels is dat er meerdere telecomnetwerken naast elkaar moeten zijn. Op die manier is er concurrentie en heeft de consument keuzevrijheid. Dit wordt ook wel 'infrastructuurconcurrentie' genoemd. Telecombedrijven kunnen ervoor kiezen om andere aanbieders toe te laten op hun netwerk. Dit kan in bepaalde gevallen ook worden verplicht. Hierdoor kunnen aanbieders zonder eigen netwerk ook telecomdiensten aanbieden. Telecombedrijven geven in zo'n geval toegang aan partijen zonder eigen netwerk. De keuze van de consument is daardoor ook afhankelijk van de toegang die de netwerkaanbieder aan andere aanbieders geeft.

De Telecommunicatiewet biedt de ACM de mogelijkheid om telecombedrijven met een dominante positie verplichtingen op te leggen. Dat kan helpen om de markt beter te laten werken. In het verleden betekende dit dat KPN concurrenten moest toelaten op diens vaste netwerk. De afgelopen jaren is er echter een trend van deregulering zichtbaar. Nederland is het eerste EU-land waar de verplichting om concurrenten toe te laten op het netwerk zijn ingetrokken. Op de mobiele telecommarkt zijn nu drie afzonderlijke netwerken actief: KPN, VodafoneZiggo en Odido. Dat is zo sinds de overname van Tele2 door het toenmalige T-Mobile (nu Odido) in 2019-2020. De drie aanbieders laten allen vrijwillig andere dienstenaanbieders toe op hun mobiele netwerk.

De afgelopen jaren was er bijzondere aandacht voor de situatie op de markt voor vast internet. Daar waren KPN en VodafoneZiggo de enige aanbieders met landelijke dekking. Vanuit concurrentie-oogpunt vraagt deze situatie om aandacht. Alleen KPN laat nu concurrenten toe op het vaste netwerk. KPN heeft hiervoor toezeggingen gedaan die door de ACM bindend zijn gemaakt.[39] De ACM heeft geconcludeerd dat de toezeggingen van KPN voldoende zijn. Daarom zijn er volgens ACM geen extra maatregelen nodig om de concurrentie op de markt voor snel internet te stimuleren. Wel blijft de ACM de markt goed monitoren.[40] Zo is de ACM bijvoorbeeld alert op consolidatie. Bijvoorbeeld door fusies en overnames, want dat kan tot een ander beeld van de concurrentie leiden. Naast de mogelijkheid om aanbieders met 'aanmerkelijke marktmacht' te reguleren, zijn er ook verplichtingen om de markt beter te laten werken. Bijvoorbeeld door regels die het makkelijker maken voor consumenten om over te stappen van de ene naar de andere telecomaanbieder.[41] Dit soort regels gelden voor alle aanbieders en beschermen de eindgebruiker.

### Telecomnetwerken – zonder frequenties geen draadloze connectiviteit

Frequentiebeleid is onmisbaar. Het zorgt ervoor dat radiofrequenties beschikbaar zijn voor supersnelle draadloze netwerken, waaronder de mobiele netwerken. Hiervoor is steeds meer frequentieruimte nodig. Dat komt omdat steeds grotere datastromen moeten worden afgehandeld. EZK is verantwoordelijk voor het frequentiebeleid. Omdat frequentieruimte een schaars goed is, moet het zorgvuldig worden bestemd en verdeeld. Ook moet het in handen worden gegeven van partijen die er de meeste maatschappelijke waarde mee kunnen creëren.

Een deel van de frequenties stellen we beschikbaar voor mobiel gebruik.[42] Voor landelijke vergunningen is het mogelijk om dekkingseisen te stellen in de frequentievergunningen. Dat is gedaan in de zogenaamde 'multibandveiling' van 2020. Dit zorgt ervoor dat alle Nederlanders goed bereik hebben. Bovendien kunnen frequentieverdelingen ook grote invloed hebben op marktverhoudingen in de mobiele telecommarkt.

39 ACM stelt lagere toegangstarieven KPN en Glaspoort vast om concurrentie voor snel internet te stimuleren
40 ACM ziet voldoende concurrentie telecommarkt, maar houdt vinger aan de pols | ACM.nl
41 Wetsvoorstel maakt overstappen van internet- en telefonieaanbieder eenvoudiger
42 Kamerstukken II 2018/19, 24095, nr. 478

Frequentievergunningen voor landelijke mobiele netwerken worden doorgaans geveild. Door de frequentieveiling op de juiste manier in te richten, zorgt EZK ervoor dat concurrentie wordt gewaarborgd. Dat betekent dat voldoende partijen frequenties kunnen bemachtigen. In bepaalde gevallen kan ervoor worden gekozen om frequentieruimte voor een nieuwe toetreder te reserveren. Bijvoorbeeld als is vastgesteld dat er te weinig concurrentie is.

Goed om te weten: frequentieruimte voor mobiele communicatietoepassingen is niet alleen van belang voor traditionele telecomaanbieders. Het is óók belangrijk voor andere spelers, zoals aanbieders van slimme apparaten of private netwerken. Ook dat nemen we mee in ons beleid. Voor frequentiebeleid is veel internationale afstemming nodig. Bijvoorbeeld om ervoor te zorgen dat er geen problemen ontstaan in grensgebieden. Met het oog op schaalvoordeel is het wenselijk dat landen hetzelfde deel van hun frequentiespectrum beschikbaar stellen per toepassing. Daardoor hoeven bedrijven die technologie ontwikkelen niet voor ieder land aparte apparatuur te maken. Voor een klein land als Nederland zou dat zeer nadelig en kostbaar zijn. De wereldwijde kaders voor het frequentiebeleid worden iedere 3 tot 4 jaar geactualiseerd in de World Radio Communication Conference (WRC). De WRC-23 vond plaats van 20 november tot 15 december 2023.[43]

Om optimaal te profiteren van 5G moeten extra frequenties worden geveild. Helaas kan de 3,5 GHz-band, die daarvoor nodig is, pas later dan gewenst worden geveild. De reden hiervoor is dat het meer tijd kost om de frequentieband volledig beschikbaar te stellen voor mobiele communicatie. Dat heeft te maken met het bestaande gebruik van deze band. De veiling van de 3,5 GHz-band is afhankelijk van de uitkomst van een gerechtelijke procedure over de wijziging van het nationale frequentieplan inzake de 3,5 GHz-band. De minister van EZK is in november 2023 in het gelijk gesteld in de procedure. De voorbereidingen voor een veiling in 2024 kan nu – in afwachting van een eventueel hoger beroep – worden hervat.

**Telecomnetwerken - telecombedrijven bieden connectiviteit, maar niet meer per se de toepassingen.**
Traditioneel gezien verzorgden telecombedrijven naast de netwerktoegang tevens alle diensten voor hun klanten. Denk bijvoorbeeld aan telefonie, tekstberichten via sms en televisie. Tegenwoordig is de dienstverlening steeds meer ontkoppeld geraakt van de telecomaanbieders. Dankzij internet zijn consumenten en bedrijven, buiten de telecomaanbieders om, steeds meer innovatieve diensten gaan gebruiken. Dit noemen we 'Over The Top'-aanbieders (OTT). Zij bieden via internet, zonder tussenkomst van telecombedrijven, hun diensten aan. Naast bellen en sms'en via de telecomnetwerken kunnen eindgebruikers bijvoorbeeld kiezen voor (beeld) bellen via diensten als Skype, Facetime of Teams. Of zij sturen elkaar berichten via diensten als Whatsapp of Signal. Consumenten kunnen, in plaats van het televisieaanbod van hun telecomaanbieder, kiezen voor onafhankelijke streamingdiensten. Denk hierbij aan NPOStart, NPOPlus, NLZiet, Videoland of Netflix. Lang verhaal kort: we zitten niet langer vast aan de telefoon-, sms- of tv-diensten die telecombedrijven ons kunnen leveren. Met enkel een internetverbinding zijn deze traditionele diensten en een scala aan andere diensten binnen handbereik.

Ook andere onderdelen van de digitale infrastructuur die traditioneel door telecombedrijven werden aangeboden, worden meer en meer door andere partijen verzorgd. Neem bijvoorbeeld nieuwe zeekabels en grote (hyperscale) datacentra. Die worden op dit moment vaak op initiatief van grote techbedrijven aangelegd. Ook toegang tot de cloud is tegenwoordig onmisbaar. We hebben het nodig om te kunnen werken en consumeren. Voor een bruikbare verbinding is het voor eindgebruikers niet meer voldoende

43 21501-33, nr. 1034 en WRC-23 – World Radiocommunication Conferences (WRC) (itu.int)

dat het telecomnetwerk goed functioneert. Ook andere onderdelen van de infrastructuur moeten goed werken. Om die reden is er nu meer aandacht voor het reguleren van OTT[44] en cloudaanbieders. Zij zijn steeds belangrijker geworden in het ecosysteem dat nodig is om eindgebruikers te verbinden met de digitale wereld. Zo zijn er in de Europese Telecomcode diverse verplichtingen opgenomen. Die gelden voor dit type communicatiediensten. Ook zijn de grootste online communicatiediensten, waaronder Whatsapp, als poortwachterdiensten aangemerkt onder de Digital Markets Act.[45]

### Cloudtoegang - de cloud biedt nieuwe uitdagingen om markten goed te laten werken

De wereld waarin telecombedrijven nog alle dienstverlening voor hun rekening namen was relatief overzichtelijk. De nieuwe internetdienstverleners hebben een ongekende innovatie teweeggebracht. Innovatie die we niet zo maar van traditionele telecombedrijven hadden kunnen verwachten. Dit heeft ons als maatschappij veel gebracht dat we niet meer willen missen. Tegelijkertijd brengen de onlinediensten ook allerlei nieuwe uitdagingen met zich mee. Zeker ook ten aanzien van goedwerkende markten.

Het belang van een goedwerkende markt voor clouddiensten is de afgelopen jaren steeds duidelijker geworden. Het gebruik van clouddiensten door consumenten en bedrijven heeft een enorme vlucht genomen. Dat is dankzij een internettoegang die steeds sneller en betrouwbaarder is geworden. We kunnen de voordelen die cloudbedrijven ons hebben gegeven niet snel overschatten. De keerzijde is dat de afhankelijkheid van consumenten en bedrijven van clouddienstverlening enorm is toegenomen. Bijvoorbeeld om data op te slaan en op te vragen, applicaties te draaien of om content te bekijken.

We zien daarbij onder meer allerlei uitdagingen ten aanzien van marktwerking. Dit komt omdat de markt voor clouddiensten in de praktijk wordt gedomineerd door een handjevol grote, zeer hoogwaardige mondiale spelers. Het gaat hierbij met name om Microsoft en Amazon. Zij beschikken beiden over een aandeel van zo'n 35 tot 40 procent van de Nederlandse markt.[46] Daarbij wordt de concurrentie in bepaalde gevallen bemoeilijkt omdat het lastig is om over te stappen van de ene naar de andere cloudaanbieder. Het kan veel geld kosten of klanten kunnen allerlei functionaliteiten missen wanneer ze zijn overgestapt. Ook kan het technisch heel complex zijn om de vele gegevens en applicaties te verhuizen. Hierdoor kunnen eindgebruikers in de praktijk een sterke 'lock-in' ervaren. Waardoor het hen niet meer lukt om naar een concurrent over te stappen gaan. Dit kan zowel voor bedrijven als voor consumenten gelden.

Wat we tevens zien is dat telecomnetwerken zelf ook steeds meer het karakter krijgen van applicaties die kunnen 'draaien' in de cloud. Vroeger leverden leveranciers van netwerktechnologie zoals Ericsson en Nokia vooral hardware, tegenwoordig is het in feite voor een groot deel software die op standaard servers kan draaien – in feite het soort activiteiten waar cloudaanbieders goed in zijn. Dit levert voor de grote aanbieders van clouddienstverlening kansen om grote delen van de dienstverlening die traditioneel werden geleverd door leveranciers van telecomapparatuur, zoals Ericsson en Nokia, te integreren in hun clouddienstverlening. Dit biedt steeds meer mogelijkheden om een groot deel van de netwerkfunctionaliteit naar de cloud te verhuizen, waarbij de cloudaanbieders of andere partijen ook de netwerksoftware voor hun rekening kunnen nemen.

44 Met de wijziging van de Telecommunicatiewet die in 2022 werd aangenomen werden ook partijen zoals Whatsapp en Skype onder het regime van de wet gebracht. Daarmee kregen deze zogeheten 'Over The Top'-aanbieders, oftewel nummeronafhankelijke interpersoonlijke communicatiediensten, extra verplichtingen richting gebruikers zoals voldoende beveiliging en een meldplicht bij incidenten

45 Digital Markets Act: Commission designates six gatekeepers

46 Deze cijfers hebben betrekking op de zogeheten 'Infrastructure as a Service'- of 'Platform as a Service'-dienstverlening. Zie hiervoor ook: Marktstudie clouddiensten

De groeiende rol van de cloud in de digitale infrastructuur beperkt zich niet tot dienstverlening aan eindgebruikers. Ook bedrijven in de digitale infrastructuur zelf, zoals telecombedrijven, zijn afnemers van clouddiensten. Cloudaanbieders en andere partijen kunnen hun speelveld binnen de digitale infrastructuur steeds verder uitbreiden. Daarmee bewegen zij zich steeds meer in het traditionele domein van de telecombedrijven. Ook kan hard- en software van verschillende leveranciers voor telecomnetwerken steeds beter worden gecombineerd. Dat komt door de ontwikkeling naar steeds meer open en beter samenwerkende netwerken (zoals 'Open RAN'),[47] hoewel dit in de praktijk weerbarstig kan zijn. Dit kan het voor cloudaanbieders, en ook allerlei andere spelers, eenvoudiger maken om te concurreren met traditionele telecomapparatuuraanbieders als Nokia en Ericsson. Deze ontwikkeling levert nieuwe kansen en uitdagingen op. Daarbij moet wel worden voorkomen dat partijen in de digitale infrastructuur zoals telecombedrijven, steeds afhankelijker worden van bepaalde andere spelers, zoals bijvoorbeeld cloudaanbieders. Het betekent ook dat de afhankelijkheid van leveranciers van buiten de Europese Unie kan toenemen, wat relevant is voor het beleidsthema weerbaarheid. Het is belangrijk dat we deze ontwikkelingen blijven volgen, zodat we tijdig hierop kunnen inspelen.

Er lopen veel beleidsactiviteiten om de uitdagingen rondom de cloud aan te pakken. Omdat clouddiensten zich niet aan landsgrenzen houden, is het belangrijk dat we dit op Europees niveau doen. Nederland kan dit niet alleen.

Aan de ene kant zetten we daarbij in op regelgeving. Op dit moment werken we bijvoorbeeld aan de Europese Dataverordening.[48] Deze richt zich onder meer op het vereenvoudigen van de overstap van de ene naar de andere cloudaanbieder.[49] Ook moet het voor eindgebruikers mogelijk worden om van meerdere cloudaanbieders tegelijk gebruik te maken.[50] Zo ontstaat er meer concurrentie en keuze voor eindgebruikers én worden ze minder afhankelijk.

Hiervoor moet veel worden geregeld, zoals:
- zorgen dat cloudaanbieders hun diensten onderling technisch beter met elkaar laten samenwerken (interoperabiliteit);
- zorgen dat klanten hun data en applicaties kunnen meenemen naar een andere cloudaanbieder (portabiliteit);
- allerlei overstapdrempels aanpakken, zoals overstaptarieven.

Dit soort aandachtspunten roepen herkenning op met de reguleringsvraagstukken die zich de afgelopen decennia voordeden in de telecomsector.

Aan de andere kant stimuleren we dat er veel meer verschillende partijen actief kunnen worden op de cloudmarkt. Bij de cloud draait het om schaal. De grote cloudaanbieders hebben daarin zo'n grote voorsprong dat het niet reëel is dat andere cloudbedrijven deze kloof in een paar jaar tijd overbruggen. Wel zijn er binnen Europa allerlei initiatieven opgezet, zoals GAIA-X (gestart in 2019)[51] dat erop gericht is om een alternatief te bieden voor de deels gesloten ecosystemen van grote cloudspelers. Hierbij wordt geprobeerd om een open ecosysteem te realiseren waar de benodigde schaal moet ontstaan. Doordat vele kleinere aanbieders samen

47 Kamerbrief uitvoering motie onderzoek Open RAN-technologie in Nederlandse telecomnetwerk

48 Ook de Digital Markets Act richt zich op het realiseren van goedwerkende digitale markten. De wet introduceert extra concurrentieregels voor digitale platformdiensten met een poortwachtersfunctie. Ook clouddienstverleners vallen onder de reikwijdte van de wet, maar zijn voorlopig nog niet aangewezen als poortwachters

49 Europees akkoord over beter werkende data-economie

50 In de praktijk is het lastig voor bedrijven om gebruik te maken van verschillende clouddiensten tegelijkertijd, omdat de verschillende systemen niet altijd goed met elkaar kunnen praten (interoperabiliteit) of vanwege andere beperkingen om flexibel data en applicaties te kunnen uitwisselen tussen verschillende cloudsystemen

51 Nederland neemt deel aan vandaag gestart initiatief voor Europese Cloud Federatie

kunnen werken en daarmee kunnen opboksen tegen de grote cloudaanbieders. Hoewel beleid er niet 'even' voor kan zorgen dat de huidige marktsituatie met twee zeer grote spelers simpelweg wordt doorbroken, kunnen de beleidsacties er wel aan bijdragen dat eindgebruikers makkelijker kunnen overstappen én meerdere cloudaanbieders tegelijk kunnen gebruiken. Daardoor moeten de grote partijen onderling sterker gaan concurreren én ontstaat er ruimte voor andere concurrenten.

### Aandachtspunten voor de toekomst

Met het oog op de toekomst zien we allereerst dat blijvende aandacht nodig is voor het controleren van de marktmacht van grote telecombedrijven en grote techbedrijven ten aanzien van de eindgebruiker en van elkaar. We zien al langere tijd spanningen in de relatie tussen telecombedrijven en grote techbedrijven en, die de komende tijd verder kunnen toenemen. Deze twee groepen hebben elkaar aan de ene kant nodig, en beschikken over en weer over een stevige onderhandelingspositie. Aan de andere kant is er ook sprake van belangentegenstellingen. Grote techbedrijven investeren steeds dieper in de telecomwaardeketen om de controle te houden over de klantervaring. Om bij massaal gebruik van hun online diensten kwaliteit te kunnen garanderen, bouwen techbedrijven eigen datacentra en verbinden die met eigen glasvezelverbindingen over land en zee. Op die manier zijn ze actief in een steeds groter deel van de digitale infrastructuur. Daarmee zou de rol van telecombedrijven naar de toekomst kleiner kunnen worden. Aan de andere kant kunnen grote techbedrijven en eindgebruikers niet om telecombedrijven heen zolang zij de 'last mile' verzorgen.[52]

Het is belangrijk om een aantal zaken te monitoren als het gaat om grote telecom- en techbedrijven. We willen namelijk voorkomen dat zij hun marktmacht gaan gebruiken om elkaar in de weg te zitten. Ook mogen er geen ongewenste situaties ontstaan waarbij de ene of de andere kant domineert. Dit evenwicht is niet vanzelfsprekend en dit zullen we de komende jaren nauwlettend in de gaten houden in een onvoorspelbare, disruptieve context. We zullen daarbij zien dat functies en rollen binnen het ecosysteem op de langere termijn anders verdeeld gaan worden. Net zoals we dit eerder zagen gebeuren toen OTT-bedrijven video-, berichten- en spraakdiensten gingen aanbieden. Zij namen de plaats in van de diensten van telecombedrijven. Dat er grote veranderingen plaats zullen vinden in de digitale infrastructuur staat vast. Maar de exacte wijze waarop is nog niet goed te voorspellen. Dit hoeft niet zonder meer tot een toename van concentratie te leiden. Er kunnen juist ook kansen ontstaan voor nieuwe spelers.

52 Komen telecombedrijven in andere businessmodellen terecht, dan kan het gebeuren dat ze hun diensten steeds minder rechtstreeks aan eindgebruikers verkopen. Ze verkopen dan via andere partijen met meer inkoopmacht. Dit zou impact kunnen hebben op hun toekomstige verdienvermogen

Bovendien brengen dit soort veranderingen ook innovaties met zich mee waar consumenten en bedrijven van profiteren. De beleidsuitdaging is om deze veranderingen goed te volgen en ruimte te geven voor vernieuwing. Waarbij we de publieke belangen niet uit het oog verliezen.

Zoals gezegd functioneert de Nederlandse telecommarkt in veel opzichten op hoog niveau. Klanten en zakelijke eindgebruikers beschikken over netwerken van wereldklasse. Het is belangrijk dat we ons er niet alleen richten op dat de telecomnetwerken van wereldklasse zijn en blijven. We moeten ook zorgen dat die netwerken daadwerkelijk optimaal worden gebruikt. Alleen dan plukt Nederland er de vruchten van. In dat kader is het een aandachtspunt dat veel Nederlanders vaak kiezen voor minder snelle vaste internetabonnementen dan mogelijk is op hun adres. De mogelijkheden van onze hoogwaardige infrastructuur worden dus nog niet volledig benut. Om beter inzicht te krijgen in de achtergrond van deze keuze van klanten, zetten we een onderzoek uit. Zo willen we meer te weten te komen over de behoefte van klanten op het gebied van internetabonnementen.

In termen van prijzen voor telecommunicatiediensten hoort Nederland op Europees niveau bij de middenmoot. De Nederlandse telecombedrijven staan er financieel goed

voor. Verschillende analistenrapporten onderstrepen de aantrekkelijke rendementen.[53] Binnen Nederland en binnen Europa geven telecombedrijven aan dat hun toekomstige verdienvermogen niet vanzelfsprekend is.[54] Het duurzaam verdienvermogen van telecombedrijven en andere investeerders in telecommunicatienetwerken is belangrijk voor een gezonde sector. Dat moet daarom bewaakt worden. Tegelijkertijd is voldoende concurrentie een randvoorwaarde voor een betaalbare, hoogwaardige en innovatieve sector. We volgen de consolidatietrend van de afgelopen jaren daarom nauwlettend. Hierdoor zijn al verschillende kleine en grote telecombedrijven van de markt verdwenen.

Ook de komende jaren is het belangrijk om de balans te bewaken. Daarbij gaat het om enerzijds voldoende verdienvermogen voor de bedrijven in de digitale infrastructuur. Anderzijds is een goede prijs-kwaliteitverhouding voor klanten en zakelijke gebruikers nodig.

53 In een rapport van september 2022 stelt Société Generale bijvoorbeeld de vraag “Is the Netherlands one of the best retail markets in Europe?” en beantwoordt deze vraag positief: ”We'd say so, at least from KPN's point of view. “ En de financieel analist voegt daaraan toe: “The market looks so good, we don't want it to change. Fortunately, there's no sign that it's going to, [...].”

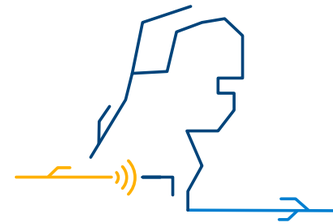
54 Results of the exploratory consultation on the future of the electronic communications sector and its infrastructure | Shaping Europe’s digital future (europa.eu)

# Beleidsthema 2:

## Internet voor iedereen



Concurrentie is een belangrijke randvoorwaarde voor een digitale infrastructuur die optimaal bijdraagt aan een open, vrije, inclusieve en veilige maatschappij. Toch blijkt de tucht van de markt niet altijd voldoende om alle publieke belangen te borgen. Daarom is er aanvullend beleid nodig voor een ‘open internet voor ons allemaal’. Welk beleid dat is, bespreken we hier.

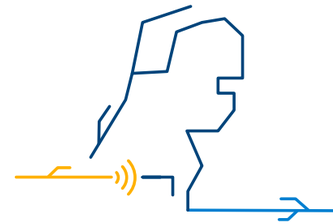




## Op welke infrastructuuronderdelen richt ons beleid voor ‘internet voor iedereen’ zich?

Als we het over het thema ‘open internet voor ons allemaal’ hebben, zien we twee onderdelen waar we met name veel aandacht voor hebben in ons beleid. Het gaat hier om het onderdeel telecomnetwerken en om het onderdeel hosting en exchanges, waar allerlei afspraken nodig zijn om internet goed te laten werken. Bij het bespreken van ‘open internet voor ons allemaal’, richten we ons specifiek op deze twee onderdelen.

| | Telecomnetwerken | (Zee)kabels | Datacentra | Hosting en internet exchange | Cloudtoegang |
|---|---|---|---|---|---|
| **Goedwerkende markten** | ● | | | | ● |
| **Internet voor iedereen** | ● | | | ● | |
| **Weerbaarheid** | ● | ● | ● | ● | ● |
| **Duurzaamheid** | ● | | ● | | |
| **Lokale inpassing** | ● | ● | ● | | |
| **Innovatie en vestigingsklimaat** | ● | ● | ● | ● | ● |





### Telecomnetwerken: internettoegang in buitengebieden en voor mensen met een beperking

Om volwaardig deel te nemen aan het maatschappelijk verkeer is toegang tot telecommunicatiediensten noodzakelijk. Wanneer de beschikbaarheid of betaalbaarheid via de markt voor bepaalde groepen onvoldoende is, is er het instrument van de 'universele dienst' als vangnet. Dit houdt in dat er aan een of meerdere aanbieders verplichtingen worden opgelegd om hierin te voorzien. De universele dienst kan ook een uiterste middel zijn als bepaalde eindgebruikers op plekken zijn gevestigd waar geen goede dienstverlening[55] beschikbaar is. Denk aan sommige huishoudens in afgelegen gebieden.

Een relatief beperkt aantal huishoudens in het buitengebied is nog niet voorzien van snel internet via glasvezel of kabel. Eind 2022 ging het om ongeveer 31.500 huishoudens. Zij kunnen vooralsnog geen vast-internetaansluiting krijgen van minimaal 100 Megabit per seconde (Mbps). De meerderheid hiervan (ongeveer 25.000) blijft zelfs steken op nog geen 30 Mbps.[56] We houden er rekening mee dat als we niets doen, er in het buitengebied – afhankelijk van de dynamiek in de markt – ongeveer 19.000 huishoudens overblijven zonder voldoende snelle internetverbinding.[57] Het aansluiten van deze groep minder goed bediende huishoudens via een toekomst-vaste oplossing als glasvezel wordt geraamd op zo'n €250 miljoen. Daarvan is zo'n €195 miljoen niet commercieel rendabel. In principe biedt de Telecommunicatiewet de mogelijkheid om – in het uiterste geval – via de universele dienstverplichting telecomaanbieders te verplichten om huishoudens zonder snelle vaste internetverbinding alsnog aan te sluiten. Dat kan pas als eerst is geprobeerd het op te lossen met staatssteun. We vinden dat op dit moment nog voorbarig, zoals toegelicht aan de Kamer.[58] De markt investeert op dit moment nog volop in de uitrol van snel internet in het buitengebied en er zijn draadloze oplossingen als alternatief die tenminste 30 Mbps mogelijk maken. Wel blijven we de beschikbaarheid van snel vast internet nauwlettend volgen. Ook blijven we met de markt, departementen en medeoverheden in gesprek over mogelijke oplossingen en ondersteunen we provincies met onze expertise.[59] De Tweede Kamer zal voor de zomer van 2024 worden geïnformeerd over de uitvoering van de motie Amhaouch c.s. over het sluiten van een convenant met marktpartijen en medeoverheden om de resterende adressen in de buitengebieden aan te sluiten.[60]

Ten slotte kan het zijn dat bepaalde groepen vanwege fysieke beperkingen behoefte hebben aan aanvullende faciliteiten. Denk aan doven, slechthorenden en mensen met verminderd zicht. De Telecommunicatiewet zorgt ervoor dat er oplossingen zijn voor deze eindgebruikers. Bijvoorbeeld de bemiddelingsdienst waarmee doven en slechthorenden via een gebarentolk kunnen bellen.[61]

55 Daarbij moet een internetbreedbandtoegangsdienst een bandbreedte kunnen leveren die overeenkomt met de minimumbandbreedte waarover de meerderheid van de consumenten in NL beschikt (snelheid van abonnementen die consumenten afnemen). Uit de laatste cijfers van de ACM (Telecommonitor Q4 2022) blijkt dat 96 procent van de consumenten beschikt over een abonnement van ten minste 30 Mbps. Daarnaast moet de bandbreedte ten minste toereikend zijn voor gebruik van een basislijst aan diensten en waarvoor een internetsnelheid van ca. 10 Mbps volstaat

56 Kamerstukken II, 2023/24, 26643, nr 1054

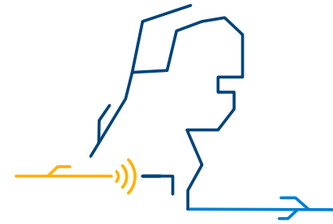
57 Onderzoeksrapport 'De uitdagingen van snel internet in het buitengebied", Dialogic, maart 2022

58 Kamerbrief voortgang snel internet en uitvoering motie Dekker-Leijten over de Universele Dienst

59 Buitengebieden zijn vaak agrarisch. Een van de acties van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit in diens Actieprogramma Digitalisering is om met EZK alternatieve methoden voor connectiviteit in buitengebieden te verkennen

60 Kamerstukken II, 2023/24, 36410 XIII, nr 77

61 Hoe kan ik bellen met een gehoor- of spraakbeperking?





Een ander belangrijk onderdeel van de Telecommunicatiewet is eindgebruikersbescherming. Om eindgebruikers voldoende te beschermen bij het afnemen van telecomdiensten zijn er allerlei zaken wettelijk geregeld. Het gaat dan bijvoorbeeld over:

- het recht om een abonnement op te zeggen;
- verplichte informatie bij het aangaan van een contract;
- transparantie over de geldende tarieven;
- compensatie bij storing;
- de maximale looptijd van abonnementen.

### Telecomnetwerken: bescherming van de persoonlijke levenssfeer

Het is belangrijk dat de persoonlijke levenssfeer wordt gerespecteerd bij het gebruik van de digitale infrastructuur. De Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) is uiteraard onverminderd van toepassing op alle digitale dienstverlening. Daarnaast gelden ook specifieke regels voor telecommunicatiediensten. Het gaat hier bijvoorbeeld om het communicatiegeheim, het gebruik van cookies en het verbod op ongevraagde communicatie. Vanwege het gevoelige karakter van locatie- en verkeersgegevens zijn er strikte regels voor het verwerken van deze gegevens. Dat geldt bijvoorbeeld voor het bezoek van websites of belgedrag van eindgebruikers. Op dit moment werken we met andere lidstaten, het Europees Parlement en de Europese Commissie aan een update van de bestaande Europese regels.

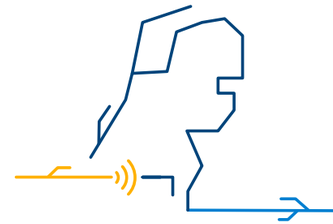
### Telecomnetwerken, hosting en exchanges: zorgen voor een open internet, in Nederland en wereldwijd

Een belangrijk onderdeel van het beleid is het borgen van een open internet. Het open internet is van groot maatschappelijk belang en essentieel voor een open, vrije samenleving. Tegelijkertijd is het open internet geen vanzelfsprekendheid. Het staat internationaal zelfs onder druk van 'statelijke actoren'. Zij hebben er groot belang bij om het huidige zogenaamde multistakeholder-model te verruilen voor een model waarbij staten meer controle krijgen over het internet. Het multistakeholder-model wil zeggen dat verschillende groepen belanghebbenden ('stakeholders') op gelijke voet staan bij het beslissen over hoe het internet werkt. Dus zowel staten als non-gouvernementele organisaties en het bedrijfsleven. Niemand is daarbij de baas. Doordat geen enkele partij de macht naar zich toe kan trekken, biedt dit model de meeste garantie dat het internet open blijft. Zo valt het mondiale internet niet steeds verder uiteen in losse 'splinternetten' waarbij verschillende landen een internet hebben dat is afgeschermd van de rest van de wereld.

Nederland neemt actief deel aan de internationale discussies rondom 'internet governance'. Ons land spant zich in om met gelijkgezinde landen te voorkomen dat het mondiale vrije internet verder versnippert of wordt ondermijnd. In de praktijk gaat het om een groot aantal fora en werkgroepen dat door de Nederlandse overheid wordt bijgewoond. Het gaat hier bijvoorbeeld om vergaderingen van de Internet Cooperation for Assigned Names and Numbers (ICANN)[62] en het Internet Governance Forum. Er is de laatste jaren ook meer aandacht voor 'universal acceptance'. Dat betekent dat alle domeinnamen, inclusief nieuwe top-level domains (TLD's), Internationalized Domain Names (IDN's) en e-mailadressen met niet-Latijnse karakters gelijk worden behandeld. Ze kunnen worden gebruikt in alle internetapplicaties, apparaten en systemen. Nederland steunt dit actief in samenwerkingsorganen als het ICANN. Ook gaat Nederland het gesprek aan met andere stakeholders en bedrijven over toepassen van deze principes.

Als internationale pleitbezorger voor het open internet maakt Nederland zich al jarenlang sterk voor 'netneutraliteit'. Netneutraliteit wil zeggen dat telecombedrijven al het internetverkeer gelijk (neutraal) moeten behandelen, geen verkeer mogen blokkeren of hinderen en zich niet mogen bemoeien met de inhoud. Nederland heeft zich een decennium terug in Europa met succes hard gemaakt voor wetgeving om dit te borgen. Dit heeft geleid tot de Europese open internet-verordening.[63] Regels over netneutraliteit zijn belangrijk omdat telecombedrijven een strategische

62 Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)
63 EUR-Lex - 4371625 - EN - EUR-Lex





positie hebben. Zij zijn in feite een poortwachter tussen hun eigen internetabonnees en het internet. Internetbedrijven kunnen alleen via de telecombedrijven consumenten en bedrijven bereiken. Omgekeerd kunnen consumenten en bedrijven alleen via telecombedrijven het internet op om onlinediensten af te nemen. Deze poortwachtersrol maakt het voor telecombedrijven mogelijk om bepaalde applicaties of content te blokkeren of anders te behandelen. Ook kunnen zij bijvoorbeeld financiële vergoedingen eisen van consumenten of bedrijven voor ongehinderd gebruik van bepaalde content of applicaties. Grote Europese telecombedrijven pleiten er op Europees niveau voor dat zij de mogelijkheid krijgen om tol te vragen aan aanbieders van online content en clouddiensten. Dit zou het open internet onder druk zetten en slecht uitpakken voor de consument. Daarom heeft Nederland zich actief in deze Europese beleidsdiscussie gemengd. Zo willen we bijdragen aan een open, constructieve en op feiten gebaseerde discussie waarin de belangen van consumenten centraal staan.[64, 65]

### Aandachtspunten voor de toekomst

We vinden het bewaken van de betaalbaarheid van telecomdiensten een belangrijk aandachtspunt voor de toekomst. De betaalbaarheid kan namelijk onder druk komen te staan. Concurrentie is een belangrijke voorwaarde om betaalbaarheid en voldoende investerings- en innovatieprikkels te behouden. De afgelopen jaren hebben we allerlei consolidatiebewegingen gezien. Denk aan het samengaan van Vodafone en Ziggo, de overname van prijsvechter Tele2 door T-Mobile, verschillende overnames van glasvezelnetwerken en overnames van zogenaamde virtuele mobiele aanbieders. Dit zijn aanbieders van mobiele diensten zonder eigen netwerk, die capaciteit inkopen bij de mobiele aanbieders met een eigen netwerk. De Nederlandse telecommarkt functioneert op dit moment goed in termen van kwaliteit en prijs. Maar: het is belangrijk dat ook de komende jaren wordt bewaakt dat er voldoende concurrentie is en blijft.[66] Toegang tot het internet is heel belangrijk voor burgers. Zo kunnen ze namelijk volwaardig deelnemen aan het maatschappelijk leven. Daarom zou er specifiek moeten worden gelet op de betaalbaarheid voor minder draagkrachtige consumenten. De ACM heeft een monitor gepubliceerd om de ontwikkeling van het prijsniveau betaalbaarheid inzichtelijk te maken. Deze monitor is gericht op de betaalbaarheid van de universele dienst. De ACM concludeert dat internet en telefonie overwegend betaalbaar zijn. Toch hebben sommige Nederlanders moeite met betalen van de maandelijkse kosten. De ACM raadt hen aan te onderzoeken of een besparing op de maandelijkse kosten mogelijk is.[67] Daarnaast is er door gemeenten en telecombedrijven een pilot gestart om financieel kwetsbare huishoudens van internet, een apparaat en begeleiding te voorzien.[68]

We verwachten daarnaast dat de druk op het open internet de komende jaren alleen maar zal toenemen. Door de geopolitieke verhoudingen zal de druk op het multistakeholder-model eerder toe- dan afnemen. Het model blijft daarom een actieve inzet van ons vereisen, samen met gelijkgezinde landen. Zowel telecombedrijven als grote techbedrijven zijn op hun manier poortwachters van het internet, wat tot spanningen kan leiden met het open internet. De spanningen in de waardeketen tussen telecombedrijven en grote techbedrijven kunnen leiden tot getouwtrek om controle over het internet. Dit kan ten koste gaan van eindgebruikers of kleinere internetbedrijven. Daarom blijft het van groot belang om netneutraliteit nauwlettend te bewaken.

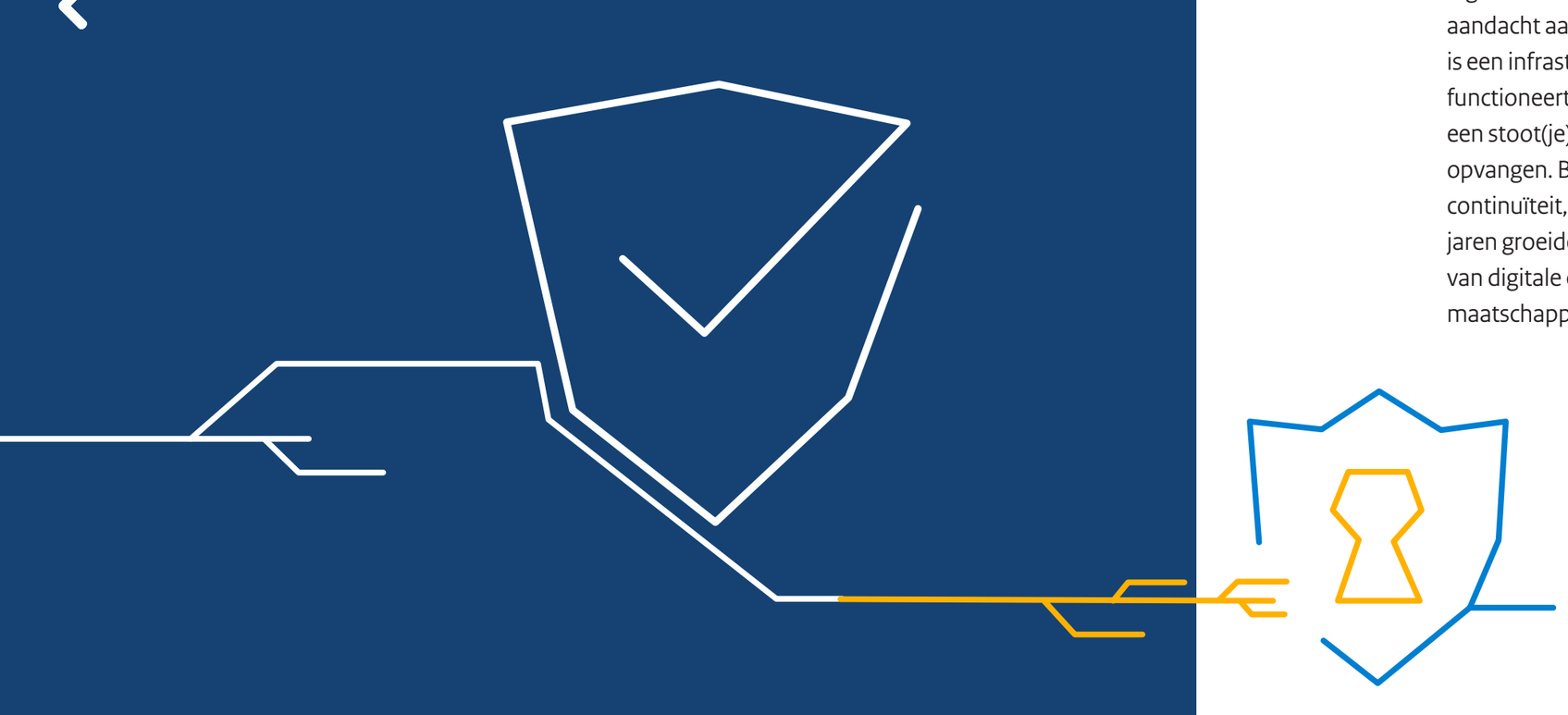
64 Reactie van Nederland op de consultatie van de Europese Commissie
65 Minister Adriaansens: géén Europese tolheffing voor internetgebruikers

66 Dit beeld wordt bevestigd door ACM. Manon Leijten, bestuurslid van ACM: “Dankzij de snelle uitrol van glasvezel met toegang voor andere spelers is er nu voldoende concurrentie. De meeste consumenten kunnen kiezen uit verschillende bedrijven voor snel internet tegen scherpe prijzen. Toegangsregulering is in deze situatie niet nodig en ons toezicht verandert daarmee van karakter. Wel blijven we de markt en de keuzemogelijkheden voor consumenten strak monitoren en houden goed in de gaten dat KPN en Glaspoort zich houden aan de tarieven van het toezeggingenbesluit. Ook zijn we alert op consolidatie in deze markt, want dat kan tot een ander beeld van de concurrentie leiden.”

67 Onderzoek beschikbaarheid en betaalbaarheid van internet en telefonie 2023 | ACM.nl
68 Gemeenten en internetaanbieders slaan handen ineen voor digitale inclusie

# Beleidsthema 3:

## Weerbaarheid en digitale open strategische autonomie



Als samenleving kunnen we eenvoudigweg niet functioneren zonder digitale infrastructuur. Daarom besteden we in ons beleid veel aandacht aan weerbaarheid. Een weerbare digitale infrastructuur is een infrastructuur die ook onder uitdagende omstandigheden functioneert. Of, in andere woorden, een infrastructuur die tegen een stoot(je) kan en verwachte én onverwachte klappen kan opvangen. Bij weerbaarheid hebben we het over begrippen als continuïteit, betrouwbaarheid, veiligheid en integriteit. Afgelopen jaren groeide de bewustwording over onze afhankelijkheid van digitale connectiviteit én de daaruit voortvloeiende maatschappelijke kwetsbaarheid.

Dat gevoel van kwetsbaarheid komt niet in de laatste plaats door sterke geopolitieke spanningen en de coronapandemie. Maar ook door steeds bredere en diepere digitalisering. Onze netwerken hebben de stresstest van de coronapandemie glansrijk doorstaan. Tegelijkertijd heeft de pandemie de vitale rol van connectiviteit voor onze economie en samenleving extra benadrukt. Ook recente gebeurtenissen als de Oekraïne-oorlog en incidenten in de Baltische zee hebben sterk bijgedragen aan het maatschappelijk gevoel van kwetsbaarheid. Als de digitale infrastructuur niet functioneert, komt het maatschappelijke leven tot stilstand. Dat heeft grote ontwrichting tot gevolg.

### Op welke infrastructuuronderdelen richt ons beleid rondom weerbaarheid en digitale open strategische autonomie zich?

Bij het beleidsthema weerbaarheid zien we dat alle onderdelen van de digitale infrastructuur speciale aandacht nodig hebben. Daarom richt weerbaarheid en digitale open strategische autonomie zich op alle onderdelen.

| | Telecomnetwerken | (Zee)kabels | Datacentra | Hosting en internet exchange | Cloudtoegang |
|---|---|---|---|---|---|
| **Goedwerkende markten** | ● | | | | ● |
| **Internet voor iedereen** | ● | | | ● | |
| **Weerbaarheid** | ● | ● | ● | ● | ● |
| **Duurzaamheid** | ● | | ● | | |
| **Lokale inpassing** | ● | ● | ● | | |
| **Innovatie en vestigingsklimaat** | ● | ● | ● | ● | ● |

### Telecomnetwerken: van oudsher veel beleidsaandacht voor weerbaarheid

Van oudsher richtte beleidsaandacht voor weerbaarheid zich met name op de telecomnetwerken. In de loop der jaren zijn allerlei verplichtingen voor telecombedrijven opgenomen in de Telecommunicatiewet. Daarop kwamen steeds nieuwe toevoegingen die inspeelden op nieuwe ontwikkelingen. De Telecommunicatiewet heeft al langer een algemene zorg- en meldplicht voor telecombedrijven. Dit is nodig voor de continuïteit, veiligheid en integriteit van openbare communicatienetwerken en -diensten. De zorgplicht is in 2019 verder ingevuld voor mobiele netwerken: de extra verplichtingen voor deze netwerken staan in het Besluit veiligheid en integriteit Telecomnetwerken.[69] Dit is opgesteld naar aanleiding van een verhoogde dreiging door statelijke actoren.[70] Zowel op nationaal als op EU-niveau zijn toentertijd risicoanalyses uitgevoerd en op basis hiervan zijn verschillende nationale maatregelen genomen. Deze passen binnen het EU-kader. Een van die maatregelen is het verbod op het gebruik van bepaalde leveranciers voor zogenaamde kritieke onderdelen van het netwerk.[71] Daarnaast moeten mobiele aanbieders aanvullende technische en organisatorische maatregelen treffen om hun weerbaarheid te verhogen.[72]

Vanwege een veranderde geopolitieke wereld zijn investeringen in strategische sectoren als telecom een punt van zorg en aandacht. In het bijzonder investeringen door partijen met geopolitieke motieven. Het grote nationale belang van telecomnetwerken werd in 2021 de Wet Ongewenste Zeggenschap Telecom (WOZT) actief. Deze wet bevat een meldplicht voor investeerders in telecombedrijven. De minister van Economische Zaken en Klimaat kan een verbod of opschortende voorwaarden opleggen.[73]

Naast telecomnetwerken kijken we ook naar satellieten. Een belangrijke actie in Europees verband is IRIS².[74] Daarbij werken we aan een eigen Europees satellietnetwerk met wereldwijde dekking. Hiermee bouwt Europa een eigen uitgebreide satellietconstellatie. Deze constellatie komt naast de satellietsystemen van andere regio's en grote techbedrijven. Een dergelijk satellietsysteem is een belangrijke achtervang voor vitale dienstverlening. Zeker in het geval van extreme situaties. Het is ook van groot belang vanuit geopolitiek oogpunt. Bijvoorbeeld bij militaire missies of voor ondersteuning van gebieden buiten de EU die connectiviteitsproblemen hebben.[75], [76] We kunnen voor dit soort cruciale infrastructuur simpelweg niet afhankelijk zijn van enkele private ondernemingen.

Daarnaast is onze digitale infrastructuur ook erg afhankelijk van satellieten voor onder andere tijdsynchronisatie. Uitval van communicatie met deze satellieten kan ook tot uitval van ons internet leiden. Hiervoor zijn interdepartementaal de programma's IKUS1&2 opgericht waar EZK deel aan neemt.[77] Verder kan onze digitale infrastructuur kwetsbaar zijn voor verschijnselen in de ruimte, we noemen dit 'ruimteweer'. In het bijzonder zonnestormen kunnen leiden tot uitval en ernstige beschadiging van alle elektronische apparatuur in het geraakte gebied. Samen met de sector en het KNMI (die ruimteweer in de gaten houdt) kijken we of er stappen gezet moeten worden.

69 Besluit veiligheid en integriteit telecommunicatie
70 Kamerbrief Maatregelen bescherming telecomnetwerken en 5G.
71 Mobiele telecomaanbieders verplicht om aanvullende beveiligingsmaatregelen te nemen
72 wetten.nl - Regeling - Regeling veiligheid en integriteit telecommunicatie - BWBR0045665 (overheid.nl)
73 Kamerbrief over toepassing van de Wet ongewenste zeggenschap telecommunicatie
74 IRIS² (europa.eu)
75 Oekraïne kan Starlink-internet van Musk niet meer gebruiken voor drones
76 "Een Taiwanese eilandengroep voor de kust van het Chinese vasteland zit maanden zonder internet na een dubbele kabelbreuk. Het wakkert in Taiwan zorgen aan over de kwetsbaarheid van zulke cruciale infrastructuur."
77 Kamerbrief over Ruimtevaartbeleid

Wat betreft uitval: graafschade is traditioneel een veelvoorkomende bron van verstoring.[78] In Nederland ligt ruim 1,7 miljoen kilometer kabels en leidingen onder de grond. Waaronder ook kabels voor dataverkeer. Schade aan deze kabels zorgt voor hoge kosten of veroorzaakt overlast, bijvoorbeeld uitval van communicatiediensten. De Wet Informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken (Wibon)[79] moet dit voorkomen. Deze wet schrijft regels voor ten behoeve van grondwerkzaamheden. Onlangs is de beleidsevaluatie van de Wibon afgerond.[80] De conclusie van deze evaluatie is dat de wet partijen meer oplevert dan kost. Tegelijkertijd zijn er verbeteringen te realiseren, door middel van aanpassing van wet- en regelgeving. Dit is des te belangrijker, aangezien het aantal graafwerkzaamheden de komende jaren naar verwachting blijft stijgen als gevolg van bijvoorbeeld de energietransitie en de verdere uitrol van glasvezel.

Mocht het wel zover komen dat er sprake is van grootschalige uitval van telecomnetwerken, heeft de overheid gezorgd voor de 'Nood Communicatie Voorziening' (NCV).[81] Het NCV is een telecommunicatienetwerk voor gebruik door overheid, hulpdiensten en vitale organisaties. Daarnaast kan de Minister van EZK bepalen welke diensten (zoals bijvoorbeeld 112) in tijden van crisis voorrang krijgen.[82]

### (Zee)kabels, hosting en exchange, cloudtoegang: weerbaarheid gaat verder dan telecomnetwerken

De weerbaarheid van traditionele telecomnetwerken is en blijft van zeer groot maatschappelijk belang. Tegelijkertijd kunnen we ons niet blindstaren op alleen telecomnetwerken. De digitale infrastructuur houdt immers niet op bij telecombedrijven. We zijn als maatschappij steeds meer afhankelijk van andere onderdelen van de fysieke infrastructuur. Zoals datacentra, zeekabels en clouddienstverlening. Dit zorgt voor steeds meer aandacht voor de weerbaarheid van alle andere onderdelen in de digitale infrastructuur. En dat zie je terug in het beleid. Op dit moment gelden er al wettelijke verplichtingen voor aangewezen organisaties binnen de digitale infrastructuur op basis van de Wet beveiliging netwerk- en informatiesystemen (Wbni). Door de implementatie van de NIS2-richtlijn zullen deze vereisten gaan gelden voor meer partijen binnen de digitale infrastructuur. Het gaat hierbij onder meer om clouddienstverleners, DNS-hosts[83] en aanbieders van datacentra. De Rijksinspectie Digitale Infrastructuur houdt toezicht op de naleving van de zorg- en meldplicht en doet waar nodig onderzoek.

Naast wet- en regelgeving bestaat er ook nog certificering. Daarbij is de markt zelf meer in the lead. Zij kunnen met certificering aantonen dat hun producten, diensten en processen voldoen aan bepaalde vastgestelde kaders. Momenteel wordt in EU-verband aan een Europees certificeringsschema gewerkt voor zowel cloud- als 5G infrastructuur. Dat vindt plaats onder de Cybersecurity Act. Cybersecurity certificeringsschema's zijn daarom een belangrijk onderdeel richting een veilige en betrouwbare infrastructuur. Zo'n schema bestaat in het bijzonder uit technische veiligheidsvereisten. Nederland vindt het van groot belang dat het bedrijfsleven goed kan blijven functioneren. Dat geldt in het bijzonder voor de cloudsector en de afnemers

78 Graafschade aan ondergrondse leidingen en kabels | Bodem en ondergrond | Rijksoverheid.nl
79 wetten.nl - Regeling - Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken - BWBR0040728 (overheid.nl)
80 Kamerbrief evaluatie Wet informatie-uitwisseling boven- en ondergrondse netten en netwerken
81 Regeling Noodcommunicatievoorziening
82 Dit is op basis van hoofdstuk 14 van de Telecommunicatiewet
83 DNS werkt als een soort 'telefoonboek' voor het internet. Wanneer de DNS niet kan worden geraadpleegd, werken veel diensten niet meer naar behoren. Zo kunnen websites niet meer worden bezocht, omdat het niet mogelijk is om te achterhalen met welk IP-adres er moet worden gecommuniceerd. E-mailbezorging valt stil, omdat een e-mailserver niet meer kan opzoeken welke server de mail in ontvangst kan nemen voor een bepaald domein. Naast deze diensten zijn er talloze andere diensten die niet zonder DNS kunnen. Zie ook: Inventarisatie aanbieders van DNS-diensten in Nederland

van die diensten, veelal mkb'ers. Als in zulke schema's ook geopolitieke eisen worden opgenomen, zou dat een grote impact kunnen hebben. Denk aan de eis dat data binnen de EU moet worden verwerkt en opgeslagen. Of er geopolitieke eisen moeten komen, vindt Nederland bij uitstek een politieke discussie. Niet een discussie die door technische experts moet worden gevoerd, zoals nu gebeurt. We zetten ons er in EU-verband dan ook voor in dat deze discussie op de juiste manier wordt gevoerd.

Er is de afgelopen jaren steeds meer aandacht voor onderzeese datakabels en in het bijzonder voor de beveiliging van de onderzeese infrastructuur. Dat is vooral naar aanleiding van de verschillende incidenten in de Baltische Zee. Zowel publiek als privaat zijn er naar aanleiding van de incidenten extra maatregelen genomen. Daarnaast zet de Strategie ter Bescherming Noordzee Infrastructuur[84] in op het waarborgen van de Noordzee-infrastructuur. Wat betreft datakabels is er sprake van een relatief hoge mate van redundantie. Hierdoor is uitval van intercontinentale connectiviteit niet waarschijnlijk. Al is het niet onmogelijk. Het Ministerie van EZK zet daarom in op het verder vergroten van het aantal verschillende routes en aanlandingspunten ('route resilience'). Dat gebeurt zowel in Europees als in Nederlands verband.[85]

Uiteraard zijn er grenzen aan weerbaarheid van de digitale infrastructuur. We kunnen risico's en hun mogelijke impact terugbrengen naar een acceptabel niveau, maar we kunnen ze niet volledig uitsluiten. Daarom is het belangrijk dat consumenten, bedrijven en overheden goed voorbereid zijn op uitval van delen van de digitale infrastructuur. Dit hoort een integraal onderdeel te zijn van continuïteitsplannen van organisaties. Het Landelijk Crisisplan Digitaal helpt organisaties hierbij.[86] Hiermee kunnen zij de vertaalslag van actuele noodscenario's naar praktisch uitgewerkte plannen en draaiboeken maken. Natuurlijk kunnen organisaties zelf ook veel doen om crises te voorkomen en afhankelijkheden te beperken. Bijvoorbeeld ervoor zorgen dat zij bij uitval kunnen omschakelen naar een andere telecomaanbieder. Ook moeten organisaties zich voorbereiden op een fall-back voor als de clouddienstverlening uitvalt.

Het Nationaal Cyber Security Centrum (NCSC)[87] speelt een centrale rol in de aanpak van crises. In het bijzonder op het vlak van cyber security. Om die reden hebben zij op dagelijkse basis contact met onder andere telecomaanbieders. Het NCSC valt onder het ministerie van Justitie en Veiligheid.

### Digitale open strategische autonomie

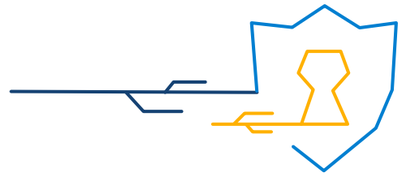
Weerbaarheid is nauw verbonden met strategische autonomie. De geopolitieke situatie van de afgelopen jaren heeft ons in korte tijd veel meer bewust gemaakt van onze kwetsbaarheden en afhankelijkheden van andere landen en regio's in de wereld. Het ontwikkelen van digitale technologie is onderdeel geworden van een geopolitieke krachtmeting. De Verenigde Staten en China, maar ook de EU, investeren daarom flink in onderzoek en innovatie. De Europese marktpositie voor digitale technologie verzwakt, wat maakt dat Europa afhankelijker wordt. Afhankelijkheden in strategische sectoren die relevant zijn voor de borging van onze publieke belangen kunnen risico's met zich meebrengen, bijvoorbeeld voor onze nationale veiligheid, concurrentiekracht, fundamentele rechten en waarden. Hierdoor kan onze democratische rechtsstaat ondermijnd worden. Beleid om hiermee om te gaan is vastgelegd in de

84 Een Kamerbrief over deze Strategie wordt begin 2024 verstuurd

85 Er is bijvoorbeeld de Europese 'Connecting Europe Facility', waarbij subsidie kan worden verleend bij de aanleg van nieuwe zeekabels tussen Europa en andere gebiedsdelen. In Nederland hebben we de Zeekabel Coalitie opgericht, een publiek-private samenwerking om de aanlanding van nieuwe zeekabels te stimuleren

86 Landelijk Crisisplan Digitaal

87 Nationaal Cyber Security Centrum





Agenda Digitale Open Strategische Autonomie (DOSA).[88] De digitale infrastructuur is hier onderdeel van.

Het Ministerie van EZK heeft de instellingen TNO, HCSS en Clingendael gevraagd om vanuit technologisch en geopolitiek perspectief te onderzoeken waar in het digitale domein de meest strategische afhankelijkheden zitten en wat manieren zijn om die waar nodig te adresseren. Mede op basis daarvan zijn tien specifieke beleidsprioriteiten geselecteerd, waarbij er ofwel sprake is van risicovolle strategische afhankelijkheden, ofwel juist kansen liggen om onze strategische positie binnen de betreffende waardeketens te versterken. Dit zijn:

1 kritieke grondstoffen
2 quantumtechnologie
3 fotonica
4 halfgeleiders
5 netwerktechnologie
6 open source-software
7 cloud
8 AI
9 cybersecurity
10 kantoorsoftware

Daarnaast staan in de agenda vijf prioriteiten gericht op algemene maatregelen die kunnen bijdragen aan het versterken van DOSA. Dit zijn:

1 concurrentievermogen
2 effectievere beleidsontwikkeling en besluitvorming
3 veiligheidsbeleid
4 kennis en vaardigheden
5 internationale samenwerking

Per beleidsprioriteit wordt in de Agenda DOSA het probleem beschreven waarbij ook aandacht wordt besteed aan de positie van Europa ten opzichte van de rest van de wereld. Daarbij worden zowel acties die reeds genomen zijn als nieuwe acties genoemd, zowel op nationaal niveau als richting de EU. Meer samenhang in het beleid kan Nederland en de EU helpen om sneller en gerichter te handelen en onze fundamentele rechten en publieke waarden in digitalisering te blijven waarborgen.

### Aandachtspunten voor de toekomst

Naast de traditionele aandacht voor telecomnetwerken is er steeds meer oog voor weerbaarheid in relatie tot de cloud. De aandacht voor veiligheid en continuïteit die we normaal vinden voor telecomnetwerken, zal ook steeds meer voor de cloud gelden.

Clouddiensten zorgen ervoor dat er veel minder uitval van systemen is dan in het verleden. Dat was het geval toen organisaties nog grotendeels zelf hun automatisering organiseerden. Daar staat tegenover dat de grote mondiale cloudaanbieders ook ‘too big to fail’ zijn geworden. We constateerden al eerder dat telecommunicatie steeds meer verweven raakt met clouddienstverlening. Er is als gevolg van de grootschalige migratie naar de cloud kortom sprake van een sterke risico-concentratie.[89] We willen ervoor zorgen dat cloudaanbieders als belangrijke leveranciers hun dienstverlening zo zullen inrichten dat telecomnetwerken kunnen blijven voldoen aan de hoge standaarden ten aanzien van continuïteit en veiligheid. Dit soort systeemrisico’s zijn mede aanleiding geweest om voor de financiële sector aanvullende Europese wetgeving op te stellen, die in december

88 Zie: Kamerbrief over aanbieding Agenda Digitale Open Strategische Autonomie. De Agenda DOSA bouwt voort op Kamerbrief Open Strategische Autonomie van 8 november 2022 en de kabinetsaanpak strategische afhankelijkheden van 12 mei 2023

89 Met name in de financiële sector is veel aandacht voor risicoconcentratie als gevolg van clouddienstverlening. De Bank for International Settlements publiceerde in juli 2022 bijvoorbeeld een whitepaper: “FSI Insights on policy implementation, Big tech interdependencies – a key policy blind spot”. Deze risicoconcentratie kan ook relevant zijn voor andere vitale sectoren

2022 is aangenomen.[90] Het is belangrijk dat het beleid de ontwikkelingen voldoende bijhoudt. Daarom willen we gericht onderzoeken waar extra stappen kunnen en moeten worden gezet. Daarbij ligt het voor de hand dat eventuele extra stappen in Europees verband worden gezet; de problematiek rondom de cloud gaat tenslotte over landsgrenzen heen.

Daarnaast zien we dat er ook in de toekomst veel beleidsaandacht nodig is. Onder meer voor het behoud van de internationale verbondenheid van Nederland en Europa, in het bijzonder ten aanzien van zeekabels. Zoals eerder toegelicht, vormen zee- en landkabels een kritisch onderdeel van de digitale infrastructuur. Zeker in de minder stabiele wereld van nu verdient dit scherpe aandacht. Het komt daarom uitgebreid aan bod in de kamerbrief inzake digitale open strategische autonomie.

Intensievere aandacht voor het verminderen van kwetsbaarheden in aanvoerlijnen is van belang. Zo staat het ook in de kamerbrief. Intensievere aandacht is ook belangrijk voor grondstoffen en onderdelen die de digitale infrastructuur laten functioneren. Hetzelfde geldt voor de stevige inzet op sleuteltechnologieën, nationaal en in EU-verband. Als we dat doen, blijven we sterk in de mondiale technologiewedloop. Zoals hiervoor besproken zijn sleuteltechnologieën een cruciale factor voor onze weerbaarheid en digitale strategische autonomie. In een geopolitieke context is innovatie op sleuteltechnologieën steeds belangrijker voor Nederland en Europa. In het bijzonder om geen eenzijdige afhankelijkheden te laten ontstaan. Voor de digitale infrastructuur is een sterke positie van Nederland en Europa essentieel. Denk hier aan 6G, chips, fotonica en kwantumtechnologie. Het ontwikkelen van een sterke positie op sleuteltechnologieën vergt een lange adem. Daarom is het van groot belang dat Nederland de belangrijke stappen van de afgelopen jaren voortzet en waar nodig intensiveert, uiteraard samen met Europese partners.

90 Het gaat hierbij om de zogeheten verordening betreffende digitale operationele weerbaarheid voor de financiële sector, vaak aangeduid als DORA

# Beleidsthema 4:

## Een duurzame digitale infrastructuur die bijdraagt aan maatschappelijke verduurzaming

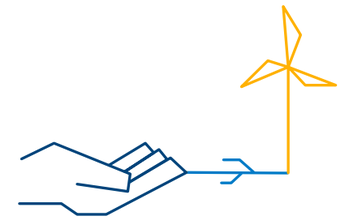
Er is een steeds breder maatschappelijk besef dat verduurzaming van onze leefwijze urgent en noodzakelijk is. Het thema duurzaamheid wordt daarmee steeds belangrijker voor de digitale infrastructuur. Aan de ene kant zijn voor het bouwen en functioneren van de digitale infrastructuur bepaalde middelen nodig. Denk aan energie, materialen en water. Aan de andere kant draagt de digitale infrastructuur juist sterk bij aan verduurzaming van andere sectoren. De Europese Commissie spreekt daarom ook wel over de ‘twin transition’.[91] Hiermee bedoelen zij de sterke verwevenheid tussen de groene en de digitale transitie.

91 European Commission (2022) – Towards a green, digital and resilient economy

### Op welke infrastructuuronderdelen richt ons beleid rondom duurzaamheid zich vooral?

Voor duurzaamheid is het belangrijk dat we naar de samenhang kijken van het hele ecosysteem. In de praktijk geldt wel dat er bijzondere aandacht is voor duurzaamheid van telecomnetwerken en datacentra. Deze onderdelen zijn essentieel om andere sectoren te helpen verduurzamen. Tegelijkertijd nemen ze zelf ook een bepaalde footprint voor hun rekening.

| | Telecomnetwerken | (Zee)kabels | Datacentra | Hosting en internet exchange | Cloudtoegang |
|---|---|---|---|---|---|
| Goedwerkende markten | ● | | | | ● |
| Internet voor iedereen | ● | | | ● | |
| Weerbaarheid | ● | ● | ● | ● | ● |
| **Duurzaamheid** | ● | | ● | | |
| Lokale inpassing | ● | ● | ● | | |
| Innovatie en vestigingsklimaat | ● | ● | ● | ● | ● |





Bedrijven die actief zijn in de digitale infrastructuur hebben al langer aandacht voor het beperken van hun energieverbruik. Hierover rapporteren zij ook publiekelijk. Naast de maatschappelijke verantwoordelijkheid is er voor henzelf ook een sterke economische prikkel, namelijk: de kosten van het energieverbruik. Deze zijn een belangrijke reden om energie te besparen. Het heeft er mede toe geleid dat het energieverbruik niet sterk is toegenomen, terwijl het dataverkeer ondertussen aanhoudend exponentieel groeit. Dit komt ook overeen met wat we in het hoofdstuk 'De footprint van de digitale infrastructuur' beschreven: een toename van dataverkeer zorgt niet automatisch voor meer energieverbruik.[92] Zo geldt voor meer onderdelen van de digitale infrastructuur dat energieverbruik beperkt afhankelijk is van de hoeveelheid data. Daarnaast verbetert de energie-efficiëntie van apparatuur al jaren exponentieel. Ook bestaat het grootste deel van de afgenomen elektriciteit in de sector inmiddels uit groene stroom. In 2020[93] was dit ongeveer 84%. Hierdoor is de $CO_2$-uitstoot beperkt.

De sector heeft dus zelf stappen genomen om de duurzaamheid te bevorderen, geholpen door snelle technologische ontwikkelingen op het vlak van apparatuur.

Het is belangrijk om dit beleidsmatig verder te stimuleren om zo de footprint van de digitale infrastructuur te laten afnemen. Duurzaamheid is een relatief nieuw thema in digitaliseringsbeleid. Veel inzet van de overheid is op dit moment verkennend van aard. Onze inzet richt zich bijvoorbeeld op het stimuleren van bewustwording en kennisvergaring over duurzaamheid in de digitale infrastructuur als geheel. Zo ondersteunen we de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering.[94] Ook is onderzoek verricht naar:

- De impact van digitale sector op het klimaat.[95]
- De rol die digitalisering kan spelen bij de verduurzamingsopgave.[96]

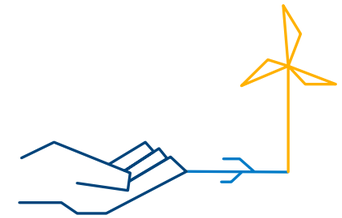
Verder wordt gewerkt aan een Nationaal Programma Energiesystemen en heeft het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit een actieprogramma opgesteld met digitaliseringsinitiatieven voor verduurzaming van de natuur, landbouw en visserij.[97] Hier speelt de digitale infrastructuur een rol in.

### Telecomnetwerken: grote energiebesparingen gerealiseerd ondanks exponentiële groei

Ondanks explosief stijgend dataverkeer kunnen telecomaanbieders de afgelopen jaren dalingen van hun energieverbruik rapporteren. Dat komt mede door inzet van nieuwe technologie. Maar ook door allerlei andere gerichte inspanningen. Zo is in een groot deel van Nederland inmiddels glasvezel beschikbaar. Deze netwerken zijn veel energiezuiniger dan kopernetwerken. Hetzelfde geldt voor de opeenvolgende generaties van mobiele technologie: 4G is energie-efficiënter dan 3G, zoals 5G dat ook weer is ten opzichte van 4G.[98] In aanvulling hierop hebben alle telecombedrijven gerichte programma's voor energiebesparing. Daarbij wordt bijvoorbeeld netwerkapparatuur uitgeschakeld als deze tijdelijk niet gebruikt wordt.[99]

Daarnaast zijn er op Europees niveau initiatieven voor het stimuleren van verduurzaming van telecomnetwerken. Zo werken de Europese telecomtoezichthouders aan indicatoren

92 5G energy consumption: The impact of 5G NR - Ericsson
93 Ecorys (2023), *Economisch belang digitale infrastructuur*, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden
94 Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering
95 Dialogic (2023), De digitale voetafdruk, 13 september 2023
96 SEO Economisch Onderzoek (2023), *Duurzamer door digitalisering*, 28 september 2023
97 Actieprogramma Digitalisering
98 Opeenvolgende generaties netwerktechnologie kunnen veel meer data verwerken bij hetzelfde energieverbruik. Zie bijvoorbeeld: BookletA4_EnergyEfficiency.pdf (5g-ppp.eu) en Beantwoording vragen over het energieverbruik van 5G-netwerktechnologie
99 Het is geen vanzelfsprekendheid dat het energieverbruik van telecomnetwerken ook in de toekomst afneemt of gelijk blijft. Dit is naast de inzet van telecomaanbieders ook sterk afhankelijk van allerlei ontwikkelingen op het gebied van technologische innovatie en ontwikkeling van de vraag





voor elektronische communicatienetwerken.[100] En een adviesgroep van de Europese Commissie onderzoekt wat lidstaten doen om energie-efficiëntie en energieverbruik van telecomnetwerken te meten.[101] Ook de Europese Commissie heeft verdere plannen aangekondigd. Deze gaan over een Europese gedragscode voor duurzaamheid van telecommunicatienetwerken.[102]

### Datacentra: veel aandacht voor duurzaamheid, maar nog steeds groei van verbruik

Het energieverbruik van datacentra krijgt relatief veel maatschappelijke aandacht. Datacentra vormen een cruciaal onderdeel van de digitale infrastructuur. Zoals we hiervoor beschreven, besteden zakelijke eindgebruikers opslag en verwerking van data steeds vaker uit aan datacentra. Zij organiseren dit dus niet meer in eigen serverruimtes. De centralisatie van dataopslag en -verwerking zorgt op landelijke schaal voor:

- goedkopere opslag en verwerking van data.
- meer energie-efficiënte opslag en verwerking van data.

Zo leidt de centralisatie van dataopslag en -verwerking tot een verschuiving van energieverbruik. Die gaat van individuele bedrijven naar datacentra. Het gevolg is een toename van het aandeel dat datacentra hebben in het totale energieverbruik.

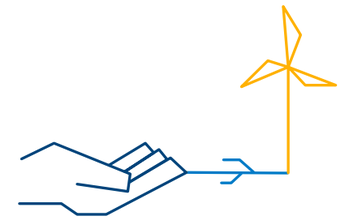
Het belang en de omvang van de datacentraector is sterk toegenomen. Dat komt door de vlucht die clouddiensten hebben genomen. Vanwege hun grotere rol is het belangrijk dat datacentra energie-efficiënt opereren. Beheerders van datacentra besteden daarom aandacht aan verduurzaming van hun bedrijfsprocessen. Deze verduurzaming wordt ook door middel van beleid gestimuleerd. Zo hebben alle datacentra in Nederland vanaf 2023 een energiebesparingsplicht. Bedrijven met een energiebesparingsplicht moeten alle energiebesparende maatregelen met een terugverdientijd van 5 jaar of minder uitvoeren. De energiebesparende maatregelen staan in de Erkende Maatregelenlijsten.[103] Op de lijst staat ook het gebruik van cloud-gebaseerde toepassingen als powermanagement en virtualisatie genoemd als energiebesparende maatregelen.

Ook is de overheid actief betrokken in initiatieven die kunnen bijdragen aan transparantie over én verduurzaming van datacenterprocessen. Zo is Nederland aangedragen voor het voorzitterschap van de ISO-normwerkgroep. Die houdt zich bezig met het vaststellen van duurzaamheidsstandaarden voor datacentra. Daarnaast zijn onder de Energie-efficiëntie richtlijn (EED) recent op Europees niveau rapportageverplichtingen voor datacentra vastgesteld. Die gaan onder meer over hun energiegebruik, het geïnstalleerd vermogen, het in- en uitgaande dataverkeer en vloeroppervlak.[104] De Europese Commissie gaat de geaggregeerde data publiek toegankelijk maken via een Europese databank. De EED bevat daarnaast een auditplicht voor grote bedrijven.[105]

### Aandachtspunten voor de toekomst

Het is en blijft belangrijk om de footprint van de Nederlandse digitale infrastructuur zo veel mogelijk te beperken. Daarbij moeten we wel realistisch zijn. Nederland heeft als individueel land relatief beperkt grip op datagroei, energie-efficiëntie en data-efficiëntie. Daarom is samenwerking op Europees en mondiaal niveau noodzakelijk. Daar vindt de ontwikkeling plaats van netwerktechnologie die nog energie-efficiënter is. Als we alleen nationaal acteren, verplaatst het probleem zich hooguit van Nederland naar een ander land. Om de footprint van de digitale infrastructuur onder controle te houden én waar mogelijk te beperken, moet Nederland samenwerken. En zich op Europees en mondiaal niveau inzetten voor

100 Dit vindt plaats in de zogenaamde BEREC Sustainability Working Group. Zie ook: BEREC
101 Dit vindt plaats in de zogenaamde Radio Spectrum Policy Group Working Group on Climate Change
102 EUR-Lex - 52022DC0552 - EN - EUR-Lex (europa.eu)
103 Besparingsopties in datacentra en serverruimten 2021 en 2025
104 EUR-Lex - 32023L1791 - EN - EUR-Lex (europa.eu)
105 Grote bedrijven zijn bedrijven met meer dan 250 fte en/of een jaaromzet van meer dan € 50 miljoen én een jaarlijkse balanstotaal van meer dan € 43 miljoen





een ambitieuze agenda. De belangrijkste 'knoppen' om verduurzaming te realiseren worden op wereldschaal bepaald. Ten eerste zijn het tempo van digitale innovatie en ontwikkeling van energie-efficiëntere netwerktechnologie van belang. Nederland speelt hierbij een betekenisvolle rol. Onder andere met innovatie op revolutionaire technologieën zoals fotonica, 6G en kwantum. Dat lichten we verder toe onder het thema 'Innovatie en vestigingsklimaat'. Daarnaast is standaardisatie in meetmethoden en het maken van ambitieuze doelstellingen van belang om de footprint te verminderen. Ook dat gebeurt op Europees en mondiaal niveau. Nederland is vertegenwoordigd in werkgroepen voor telecomnetwerken en datacentra. Hier worden afspraken gemaakt over het verminderen van de footprint.

Recent is de aandacht voor AI sterk toegenomen. Naar aanleiding hiervan leven er allerlei zorgen over de impact van AI op energieverbruik.[106] Dit is een terechte zorg. Daarbij moet wél worden meegenomen dat netwerk- en computerapparatuur zich tot nu toe altijd razendsnel heeft mee-ontwikkeld. Denk bijvoorbeeld aan chips en processoren. Daarnaast is het verband tussen datagroei en energieverbruik voor veel onderdelen van de digitale infrastructuur vaak kleiner dan verwacht. Zo leidt een stijging van dataverkeer met één procent niet tot een even grote toename van de energieconsumptie. Toch is het belangrijk dat we goed de vinger aan de pols houden. Zo kunnen we op nationaal, Europees en internationaal niveau bijsturen als dat nodig is. Want hoe AI en andere impactvolle ontwikkelingen zullen uitpakken, laat zich niet altijd goed voorspellen.

Niet alleen moeten we toepassingen die tot een toename van de energieconsumptie kunnen leiden goed in de gaten houden. We moeten ook rekening houden met het zogenaamde 'rebound' effect. Dit komt erop neer dat gebruikers efficiëntiebesparingen deels weer teniet doen door meer te consumeren.

Eindgebruikersapparatuur, zoals televisies of smartphones, valt buiten de scope van de digitale infrastructuur. Alleen juist bij duurzaamheid moeten we kijken naar het grotere plaatje van digitalisering. In eerder onderzoek werd geschat dat ongeveer 80 procent van het energieverbruik wordt veroorzaakt door de eindgebruikersapparatuur. Dat is zowel tijdens de productie- als de gebruiksfase. Dit staat tegenover ongeveer 20 procent voor de digitale infrastructuur.[107] In het geval van een avondje Netflixen is het bijvoorbeeld de TV zelf die zo'n 80 procent van de $CO_2$-uitstoot voor zijn rekening neemt, en de digitale infrastructuur de resterende 20 procent. Daarom is in opdracht van het Ministerie van EZK ook verkend wat richtingen zijn voor verdere versterking van het beleid op verduurzaming van het bredere digitale domein. Hiervoor is een tweetal onderzoeken uitgevoerd, deze zijn inmiddels gepubliceerd.[108] Als reactie op een Kamermotie is het aan een volgend kabinet om met een breder actieplan voor duurzame digitalisering komen.

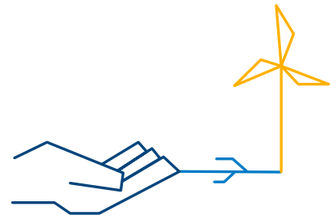
Het is belangrijk dat we niet alleen kijken naar wat de bedrijven in de digitale infrastructuur zelf gebruiken aan energie en materialen. Zij kopen hun apparatuur in (denk aan netwerkapparatuur, servers en switches). Deze apparatuur moet eerst geproduceerd worden. Dat gebeurt vaak in het buitenland, en dat zorgt ook voor het gebruik van energie en materialen. Alleen door naar het totale plaatje te kijken kunnen we zorgen dat de footprint over de hele levensduur, de productie èn het gebruik, wordt geminimaliseerd.

Als we inzoomen op uitsluitend de digitale infrastructuur zien we allerlei concrete stappen die we kunnen zetten op nationale schaal. Een voorbeeld: de beschikbaarheid verbeteren van betrouwbare informatie over energieverbruik van de digitale

106 Zie bijvoorbeeld het artikel in het Financieel Dagblad van 22 mei 2023. "De opmars van kunstmatige inelligentie creëert een nieuw probleem: het stroomverbruik van de datacentra en de speciale chips overtreft binnenkort het aanbod. Experts voorzien een serieuze belemmering voor AI-ontwikkeling."

107 Achieving Digital Sustainability

108 Dialogic (2023), *De digitale voetafdruk*, 13 september 2023 en SEO Economisch Onderzoek (2023), *Duurzamer door digitalisering*, 28 september 2023





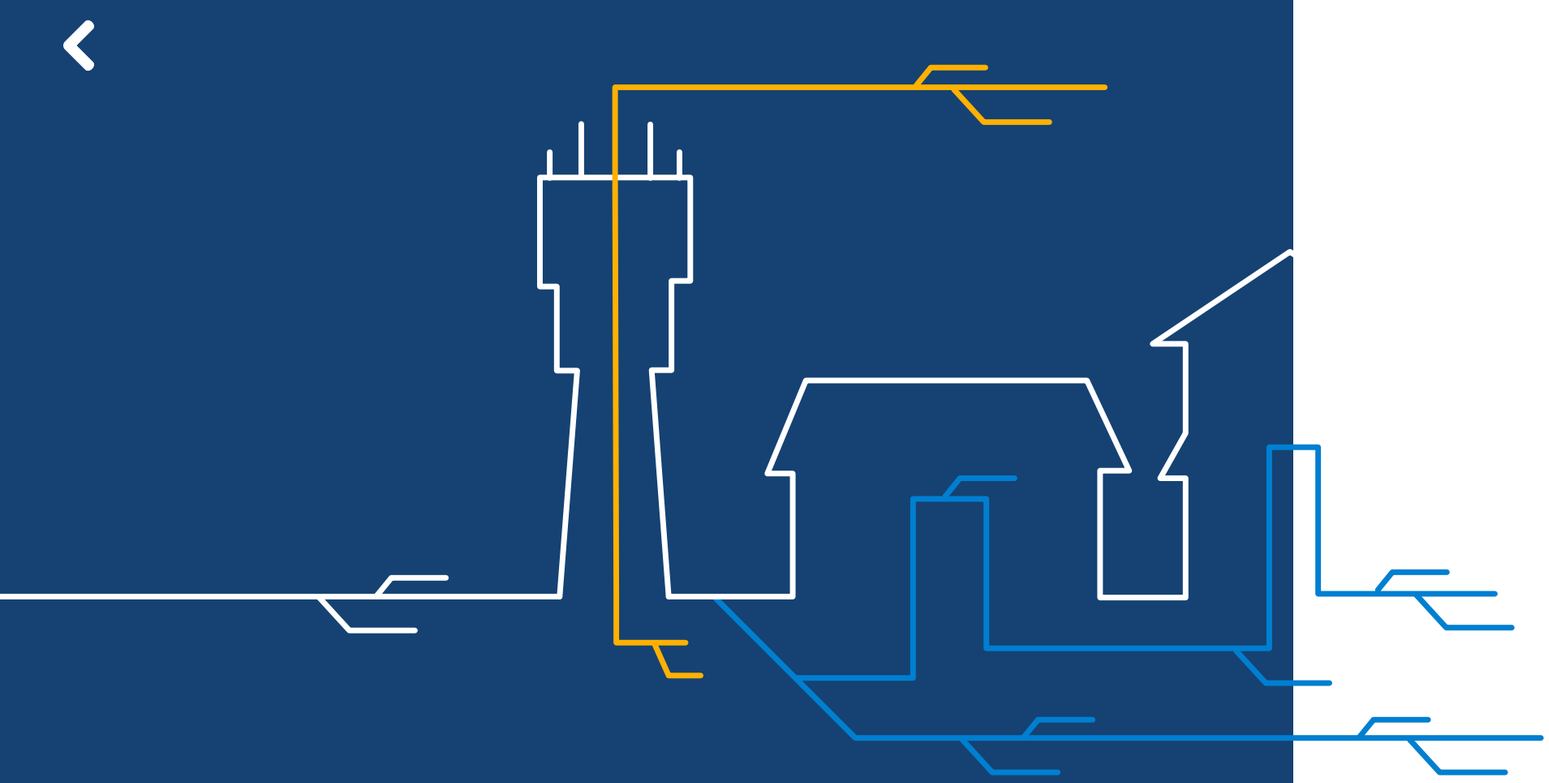
infrastructuur. Dit moet in samenwerking met partners als het CBS. Zo kunnen we monitoren hoe verbruik zich ontwikkelt én waar bijsturen met beleid nodig is.

We kunnen ook verder met de sector aan de slag. Zo zorgen we er samen voor dat het energiegebruik in 2030 volledig uit groene stroom komt. Nu is dat zo'n 84 procent.[109] De digitale infrastructuur heeft als voordeel dat het volledig geëlektrificeerd is. Dit is een zeer goede uitgangspositie voor verdere verduurzaming en biedt voordelen ten aanzien van sectoren die nu nog beperkt zijn geëlektrificeerd. Denk aan transport, landbouw of de zware industrie.Tot slot moeten we niet vergeten dat de digitale infrastructuur een essentiële 'enabler' is. Het helpt andere sectoren om te verduurzamen. Een belangrijk aandachtspunt is daarom hoe we de digitale infrastructuur nog beter kunnen inrichten om andere sectoren optimaal te ondersteunen. Hiermee is uiteindelijk de grootste duurzaamheidswinst te behalen. In het hoofdstuk 'Belang van de Digitale Infrastructuur' gaan we hierop in. Hier vindt u voorbeelden uit sectoren als transport, landbouw en energie.

109 Ecorys (2023), *Economisch belang digitale infrastructuur*, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

# Beleidsthema 5:

## Zorgen voor goede lokale inpassing van de digitale infrastructuur



Kijken we naar de grote reikwijdte en fijnmazigheid van de digitale infrastructuur, dan is het beslag op de ruimtelijke omgeving en andere schaarse middelen op landelijke schaal relatief bescheiden. Dat neemt niet weg dat er op lokale schaal allerlei knelpunten kunnen ontstaan. Bijvoorbeeld waar veel aanbieders van digitale infrastructuur zich clusteren. Of waar digitale infrastructuur met veel andere economische en maatschappelijke belangen concurreert om schaarse ruimte en middelen. Daarom is lokale inpassing een belangrijk beleidsthema. Het is van belang dat in het beleid een goed evenwicht wordt gevonden tussen het maatschappelijke belang van de digitale infrastructuur en alle andere lokale belangen.

## Op welke infrastructuuronderdelen richt ons beleid rondom lokale inpassing zich vooral?

Niet alle onderdelen van de digitale infrastructuur zijn even merkbaar aanwezig in de lokale situatie. Vraagstukken ten aanzien van lokale inpassing doen zich met name voor bij de onderdelen telecomnetwerken, zeekabels en datacentra. Om die reden besteden we onder het thema 'lokale inpassing' met name aan deze onderdelen aandacht.

| | Telecomnetwerken | (Zee)kabels | Datacentra | Hosting en internet exchange | Cloudtoegang |
|---|---|---|---|---|---|
| Goedwerkende markten | ● | | | | ● |
| Internet voor iedereen | ● | | | ● | |
| Weerbaarheid | ● | ● | ● | ● | ● |
| Duurzaamheid | ● | | ● | | |
| **Lokale inpassing** | ● | ● | ● | | |
| Innovatie en vestigingsklimaat | ● | ● | ● | ● | ● |

### Telecomnetwerken: aanleg zo efficiënt mogelijk

Telecomnetwerken doen op allerlei manieren een beroep op de leefomgeving. Vaste aansluitnetwerken maken bijvoorbeeld gebruik van verdeelhuisjes en straatkasten. Daarin worden de aansluitingen van verschillende huishoudens samengevoegd. Mobiele netwerken hebben opstelpunten nodig om antennes en apparatuur te plaatsen en zo verbinding te onderhouden met eindgebruikers. En naarmate de netwerken meer data moeten verwerken, zijn doorgaans meer opstelpunten nodig ('verdichting').

Ook ondergronds ruimtegebruik knelt steeds vaker. Bij de aanleg van kabels en leidingen voor telecomnetwerken zijn graafwerkzaamheden onvermijdelijk. Met name de versnelling in de aanleg van glasvezel naar woningen en bedrijven in de afgelopen jaren heeft voor tijdelijk ongemak gezorgd. Het kan namelijk voorkomen dat meerdere partijen onafhankelijk van elkaar glasvezel aanleggen in hetzelfde gebied. Vanuit concurrentieoogpunt en keuzevrijheid is het voor consumenten positief dat er meerdere partijen glasvezelnetwerken aanleggen. Maar het leidt er ook toe dat de stoep soms meerdere keren achter elkaar wordt opengebroken. Dit kunnen bewoners en ondernemers in sommige gevallen als overlast ervaren. Om deze overlast en de impact op de ondergrond te beperken, kunnen gemeenten op basis van de Telecomwet voorschriften opnemen in het benodigde instemmingbesluit voor de aanleg van vaste telecomnetwerken. Wij voorzien gemeenten van informatie die hen hierbij ondersteunt.

Er is altijd veel beleidsaandacht geweest voor de uitrol van zeer snelle vaste en mobiele netwerken. Het enkel bevorderen van concurrentie is niet voldoende. Daarom is er ook wet- en regelgeving die de aanleg van netwerken vereenvoudigt. Het gaat er bijvoorbeeld om dat er geen onnodige drempels mogen zijn voor de aanleg van telecomnetwerken, dat er goede informatie is voor aanbieders over de aanwezige infrastructuur in de ondergrond en dat kabelgoten en opstelpunten kunnen worden gedeeld. In dat kader werken we in Europees verband aan het verder vergemakkelijken van de aanleg van nieuwe snelle telecomnetwerken. Dat gebeurt door middel van de Gigabit Infrastructure Act (GIA).[110] Nederland zet zich in voor een voorstel dat bijdraagt aan een kostenefficiënte en tijdige uitrol van nieuwe netwerken, zowel voor vaste als mobiele connectiviteit.[111] We werken daarbij samen met andere lidstaten, het Europees Parlement en de Europese Commissie.

Daarnaast ondersteunen we lokale overheden met het correct toepassen van (nieuwe) wet- en regelgeving op het vlak van de aanleg van telecomnetwerken. Daarnaast stimuleren we hen om lokaal telecombeleid te maken. Dit doen we door regelmatig te spreken met gemeenten en de markt over knelpunten en best practices. Ook ondersteunen we gemeenten met het publiceren van informatiemateriaal via de website overalsnelinternet.nl en nieuwsbrieven, en via het maken en uitdragen van voorbeeldbeleid. Dit draagt eraan bij dat gemeentes goed weten hoe ze overkoepelende wet- en regelgeving moeten ombuigen naar lokaal (telecom)beleid en regels. En dat zorgt vervolgens voor meer uniformiteit. Dat is belangrijk omdat zowel aanbieders als consumenten dan beter weten waar ze aan toe zijn. Zo kunnen aanvraag- en aanlegprocedures soepeler verlopen. En hebben we samen met gemeenten en markt landelijk voorbeeldbeleid voor gemeenten ontwikkeld ten aanzien van de plaatsing van antennes voor mobiele communicatie.[112] Dit deden we onder aanvoering van het Antennebureau.[113] Ook hebben we onderzoek laten doen naar de verklaarbaarheid van verschillen in gemeentelijke legestarieven voor de afgifte van instemmingbesluiten voor de aanleg van telecomkabels.[114] De uitkomsten worden gebruikt voor het opstellen van een leidraad of handreiking voor gemeenten om te komen tot een transparantere legesheffing voor deze instemmingsbesluiten.

110 Gigabit infrastructure act: Council adopts position for faster deployment of high-speed networks in the EU
111 Fiche 1: Verordening over gigabit infrastructuur
112 Informatie voor gemeenten | Plaatsing antennes | Antennebureau
113 Antennebureau
114 Onderzoeksrapport: Leges aanleg telecomkabels: verklaarbaarheid van tariefverschillen | Rapport | Overal snel internet

### Datacentra: minder maar grotere locaties

Datacentra vormen een cruciaal onderdeel van de digitale infrastructuur. Hun servers zorgen tenslotte voor de opslag en verwerking van data. We kunnen niet zonder. Zoals we hiervoor beschreven is de opslag en verwerking van data van bedrijven en organisaties in de afgelopen jaren op grote schaal uitbesteed aan grote datacentra. Dit vervangt de eigen serverruimtes die organisaties vroeger vaak hadden. Hierdoor komt ruimte vrij en wordt energie bespaard bij organisaties die hun dataverwerking en opslag uitbesteden. Tegelijkertijd is er meer ruimte en energie nodig voor datacentra.

Door die concentratie naar minder, maar wel grotere locaties zijn datacentra zichtbaarder geworden. Datacentra nemen ongeveer 239 hectare voor hun rekening in Nederland.[115] Dit is aanzienlijk minder dan andere belangrijke economische activiteiten, zoals distributiecentra en glastuinbouw.[116] Hoewel datacentra in de beeldvorming een grote rol spelen in de 'verdozing' is het feitelijke aandeel beperkt. Het relatief beperkte ruimtebeslag van datacentra over heel Nederland neemt echter niet weg dat datacentra op lokale schaal negatieve impact kunnen hebben op de kwaliteit van de leefomgeving.

Voor het water- en energiegebruik van de digitale infrastructuur (inclusief datacentra) gaat hetzelfde op. Op nationaal niveau is het gebruik relatief beperkt, respectievelijk zo'n 0,3 procent en 0,65 procent van het totale Nederlandse verbruik.[117] Op lokaal niveau kunnen met name grote datacentra echter wel voor aanzienlijke druk op de elektriciteitsvoorziening zorgen. Dit komt door het hoge aansluitvermogen van een datacentrum. Maar ook omdat de vestiging van datacentra zich veelal sterk concentreert in geografische clusters op een beperkt aantal plaatsen in Nederland. Dit speelt met name in de regio Amsterdam.

Met het oog op het benodigde energiegebruik en ruimtebeslag van datacentra is een algemene maatregel van bestuur (AMvB) aangekondigd.[118] Deze moet de vestiging van het grootste type datacentra, hyperscalers, in goede banen leiden. Hyperscalers zijn datacentra die groter zijn dan 10 hectare en een aansluitvermogen hebben van meer dan 70 megawatt (MW). Onder deze AmvB is vastgesteld dat de ontwikkeling van nieuwe hyperscale datacentercapaciteit wordt beperkt tot twee gebieden in Nederland: gemeente het Hogeland en gemeente Hollands Kroon. Daarnaast vallen datacentra groter dan 5 hectare onder het landelijke traject 'Grip op grootschalige bedrijfsvestigingen'. Dit traject is bedoeld om een nieuwe balans te vinden tussen de maatschappelijke belangen van de economie, het ruimtebeslag ervan en de omgevingskwaliteit.[119]

Het opstellen van de nieuwe Nota Ruimte (als opvolger van de Nationale Omgevingsvisie), gebeurt onder leiding van de minister voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening. Daarbij worden keuzes gemaakt voor de ruimtelijk-fysieke leefomgeving. Overwegingen rondom duurzaamheid en het gebruik van water en energie van datacentra worden hier ook in meegenomen. Daarnaast werkt het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat aan een Ruimtelijk Economische Verkenning voor Nederland, om meer zicht te krijgen op de ruimtelijke economische ontwikkelingen. De verkenning wordt in 2024 naar de Tweede Kamer gestuurd en vormt een input voor de Nota Ruimte.

### Zeekabels: nieuwe aanlandingen goed faciliteren

De inpassing van zeekabels vraagt ook aandacht. Zowel in de Noordzee die steeds intensiever wordt gebruikt[120] als de aanlanding op het vasteland waarbij verschillende overheidsinstanties een rol hebben.[121] Daarom is het belangrijk

115 Ecorys (2023), E*conomisch belang digitale infrastructuur*, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden
116 "Memo eerste aanzet tot analyse en segmentering van de logistieke vastgoedmarkt." Savills in opdracht van DGBC, 8 april 2020
117 Ecorys (2023), Economisch belang digitale infrastructuur, is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden
118 Besluit van 20 december 2023, houdende wijziging van Besluit kwaliteit leefomgeving in verband met een instructieregel voor hyperscale datacentra
119 Kamerstukken II 2022/23, 34682, nr. 156
120 Programma Noordzee 2022-2027
121 Leidraad vergunningen voor zeekabelaanlandingen (Stratix, 2021) en infographic: Kamerbrief, onderzoek, leidraad en infographic over de ontwikkelingen rond zeekabels

dat bij het plannen van nieuwe zeekabeltracés in een vroeg stadium wordt overlegd met Rijkwaterstaat. Door de Zeekabel Coalitie wordt verkend hoe nieuwe zeekabelaanlandingen goed kunnen worden gefaciliteerd.

### Aandachtspunten voor de toekomst

De energievoorziening op lokaal niveau werd lang voor lief genomen, maar is niet langer zo vanzelfsprekend als in het verleden. Op de veel plekken in Nederland is zelfs sprake van zogeheten netcongestie: het elektriciteitsnet is er zo vol dat er de aankomende jaren geen capaciteit is voor het aansluiten van nieuwe grootverbruikers.[122] Met name de beschikbaarheid van voldoende capaciteit in het elektriciteitsnetwerk op lokaal niveau is kritisch voor het functioneren van de digitale infrastructuur. Dit verdient ook in het kader van de weerbaarheid van de digitale infrastructuur voldoende aandacht. Tegelijkertijd is een betrouwbare digitale infrastructuur een noodzakelijke voorwaarde voor de energietransitie. Intelligente energienetwerken stellen zeer hoge eisen aan connectiviteit. Het is daarom belangrijk dat alle betrokken overheden en stakeholders voldoende aandacht besteden aan dit overstijgende vraagstuk. De ACM werkt aan mogelijkheden voor de netbeheerders om aan bepaalde typen gebruikers voorrang te geven bij het geven van toegang tot het elektriciteitsnet. Zijverwacht in maart 2024 een definitief besluit te publiceren dat dit prioriteren mogelijk maakt.[123] De ACM bekijkt naar aanleiding van de reacties op de consultatie onder andere of digitale infrastructuur wordt opgenomen in het definitieve 'prioriteringskader'.

Afwegingen tussen lokale belangen en allerlei belangen op landelijke schaal strekken zich uit over verschillende departementen en bestuurslagen. Van het Rijk tot waterschappen, provincies en gemeenten. Het vereist nauwe samenwerking tussen overheidsorganen en een integrale afweging van belangen. In de beleidstrajecten zien we het als onze verantwoordelijkheid om het belang van de digitale infrastructuur naar voren te brengen. Zo dragen we eraan bij dat er voldoende inzicht is in brede maatschappelijke baten ten opzichte van de – relatief beperkte – footprint hiervan. Besluitvorming – verdeeld over departementen, waterschappen, provincies en gemeenten – verdient de nodige aandacht. Daarbij is het geen automatisme dat het landelijke maatschappelijke belang van de digitale infrastructuur altijd voldoende wordt meegewogen. Het vereist een actieve inspanning van alle betrokken partijen om tot goede belangenafwegingen te komen.

Het is daarbij aan verschillende departementen, zoals BZK, I&W en EZK, en medeoverheden om samen in kaart te brengen welke aanvullende eisen de toekomstige digitale infrastructuur stelt aan de lokale ruimte. Dit moeten we doen in goede samenspraak met bedrijven die actief zijn in de digitale infrastructuur. Zo kunnen we anticiperen op toekomstige ontwikkelingen. Er is naast de huidige centralisatie ook een tegenontwikkeling te verwachten. Het is namelijk de verwachting dat steeds meer tijdkritische en data-intensieve toepassingen vragen om opslag en verwerking van data dichter bij eindgebruikers. Deze aanvulling op de grotere datacentra brachten we al onder de aandacht bij onze beschrijving van de digitale infrastructuur. Daarnaast zijn er steeds meer kleinere opstelpunten voor toekomstige generaties van mobiele netwerken (zoals 6G) nodig. Zo blijven we aan de vraag naar (mobiele) data voldoen. Dit is een relatief geleidelijke evolutie, die ook impact zal hebben op de lokale ruimte.[124]

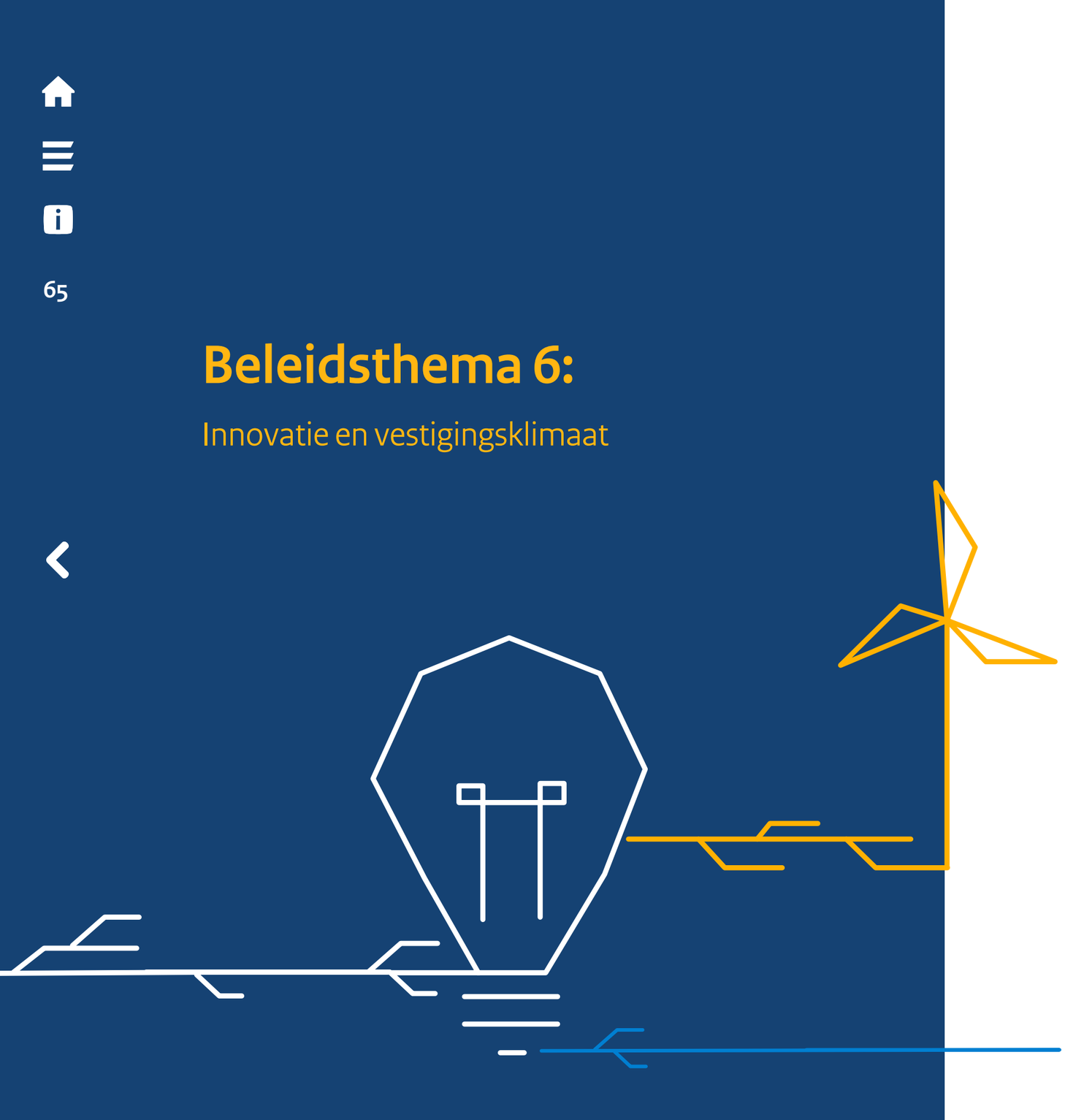
122 Kamerbrief 18 oktober 2023, nieuwe maatregelen netcongestie

123 Brede steun voor maatschappelijk prioriteren, ACM roept netbeheerders op aan de slag te gaan

124 Brief aan gemeenten over digitale connectiviteit / small cells | Brief | Rijksoverheid.nl

# Beleidsthema 6:

## Innovatie en vestigingsklimaat



Onze veilige, betrouwbare en hoogwaardige digitale infrastructuur vervult niet alleen een cruciale rol in het functioneren van de economie. Het is ook een belangrijke reden voor bedrijven om zich in Nederland te vestigen. De positie als een van de digitale hubs in Europa maakt Nederland extra aantrekkelijk. Zeker bij innovatieve, sterk gedigitaliseerde bedrijven heeft Nederland een goede reputatie als digitaal gidsland. Voor die bedrijven is Nederland een belangrijke testmarkt voor nieuwe digitale toepassingen, vanwege de hoogwaardige connectiviteit en hoge mate van digitalisering in maatschappij en bedrijfsleven.[125] Onze digitale infrastructuur is daarmee een belangrijke factor voor het vestigingsklimaat en het verdienvermogen van Nederland.[126]

125 Dialogic (2023), *Het belang van digitale infrastructuur voor de Nederlandse digitale knooppuntrol* is als bijlage bij deze Staat van de Digitale Infrastructuur meegezonden

126 Dit wordt ook onderschreven in de vorig jaar verschenen kamerbrief over het Nederlandse vestigings- en ondernemingsklimaat

**Op welke infrastructuuronderdelen richt ons beleid rondom innovatie en vestigingsklimaat zich vooral?**
Voor innovatie en vestigingsklimaat richt ons beleid zich op alle onderdelen van de digitale infrastructuur. Innovatie en vestigingsklimaat zijn naar hun aard heel sterk gericht op ecosystemen. En niet per se op specifieke onderdelen ervan. Wel staan we relatief uitgebreid stil bij telecomnetwerken, (zee)kabels en clouddienstverlening. Naast innovatiebeleid dat specifiek gericht is op de digitale infrastructuur, is uiteraard ook het generieke Nederlandse innovatiebeleid belangrijk. Het een kan niet los gezien worden van het andere.

Zoals steeds naar voren komt, is de digitale infrastructuur een onlosmakelijk, nauw verbonden ecosysteem. Het geheel is net zo sterk als de zwakste schakel. Gaat het over het belang van de digitale infrastructuur voor het vestigingsklimaat? Dan moeten we oog hebben voor alle onderdelen van de digitale infrastructuur. De kwaliteit en beschikbaarheid van de digitale infrastructuur moet over de hele breedte worden gewaarborgd.

In onderstaande figuur staat op welke onderdelen van de digitale infrastructuur specifieke beleidsaandacht nodig is. Onder meer om een hoogwaardige en innovatieve digitale infrastructuur te realiseren die bijdraagt aan het vestigingsklimaat van Nederland. Dit hoofdstuk legt uit wat het huidig beleid inhoudt én hoe toekomstige beleidsrichtingen binnen de digitale infrastructuur eruitzien.

| | Telecomnetwerken | (Zee)kabels | Datacentra | Hosting en internet exchange | Cloudtoegang |
|---|---|---|---|---|---|
| **Goedwerkende markten** | ● | | | | ● |
| **Internet voor iedereen** | ● | | | ● | |
| **Weerbaarheid** | ● | ● | ● | ● | ● |
| **Duurzaamheid** | ● | | ● | | |
| **Lokale inpassing** | ● | ● | ● | | |
| **Innovatie en vestigingsklimaat** | ● | ● | ● | ● | ● |

### Telecomnetwerken, (zee)kabels, datacentra: sterke inzet op sleuteltechnologieën

Innovatie en vestigingsklimaat liggen in elkaars verlengde. Een blijvend stevige inzet op de ontwikkeling en uitrol van nieuwe technologieën is belangrijk. Zowel op nationaal niveau als in EU-verband. En zeker als we een onderscheidende digitale infrastructuur willen behouden. De 3,5 GHz-band, die nodig is om optimaal 5G in te zetten, is daarbij een belangrijke randvoorwaarde. We hebben dit nodig om aan de top te blijven met onze mobiele netwerken. Zoals eerder beschreven in beleidsthema 'Goedwerkende markten', is de veiling in Nederland verlaat. En dat terwijl de frequentieruimte in andere EU-lidstaten al is toegewezen. In november 2023 is de minister van EZK in het gelijk gesteld in een gerechtelijke procedure over de veiling. De voorbereiding voor een veiling in 2024 kan nu - in afwachting van eventueel hoger beroep - worden hervat.

Een belangrijke rol in de toekomstige structuur en werking van de digitale infrastructuur wordt verwacht van een aantal sleuteltechnologieën, zoals 6G, kwantum en fotonica. De ontwikkeling van deze technologie voor toekomstige telecomnetwerken kost geld. Daarnaast vereist het een langlopende publiek-private investering in onderzoek naar de technologieën.

Waarschijnlijk is 6G pas rond 2030 operationeel. Toch neemt de ontwikkeling van deze technologie nu al de vorm aan van een wedloop tussen wereldregio's. De Europese Unie heeft daarom in 2021 een publiek-privaat samenwerkingsverband gefinancierd voor de ontwikkeling en toepassing van 6G-technologie ('6G Programma'). In Nederland heeft het Nationaal Groeifonds (NGF) €203 miljoen toegekend aan Future Network Services (FNS). Dit is een consortium van marktpartijen, onderzoeksinstellingen en EZK. Van het bedrag is €61 miljoen toegekend en is €142 miljoen een reservering. FNS zet in op de opbouw van een toonaangevende Nederlandse en Europese positie door research, development en innovation (R&D&I) op specifieke onderdelen van 6G. De EU, en daarbinnen Nederland, is goed op weg naar een leiderschapspositie. Dat geldt in het bijzonder voor specifieke onderdelen van de 6G-ontwikkeling als antennetechnologie en netwerkbesturing. Dit komt door onze hoogwaardige kennis en industriële ervaring. Het gaat hierbij om intelligente componenten, betrouwbare netwerken en toepassingen. Die intelligentie is noodzakelijk. Zo bereiken we hogere prestaties in 6G waarbij flexibiliteit van het netwerk en de semicon componenten ook een belangrijke rol spelen. De intelligente componenten leveren de controle op. Daarnaast maken ze netwerken en toepassingen betrouwbaarder en duurzamer. De controle die de intelligente besturing levert, is essentieel voor het verminderen van ongewenste afhankelijkheden.

Via dit onderzoek draagt Nederland bij aan het Europese 6G-programma én de Europese 6G-toeleverketen.

Naast mobiele netwerktechnologie zet Nederland sterk in op innovatie van andere technologieën. Denk aan technologieën die naar verwachting een sleutelrol gaan vervullen binnen telecomnetwerken. Bijvoorbeeld fotonica en kwantumtechnologie. Het NGF heeft – deels voorwaardelijk – €471 miljoen euro toegekend aan PhotonDelta voor de periode 2023-2026. PhotonDelta geeft een belangrijke impuls aan de ontwikkeling van fotonica in Nederland. Ook worden via het PhotonDelta-programma strategische belangen verworven in veelbelovende start & scale ups. Dit helpt om deze bedrijven voor Nederland te behouden, net als het behoud van hun kennis. Daarnaast hebben grote Nederlandse chippartijen en de overheid €100 miljoen geïnvesteerd in het innovatieve bedrijf Smart Photonics.

Kwantumtechnologie is een andere sleuteltechnologie waarvoor financiering uit het NGF is toegekend. Het gaat om een bedrag van €615 miljoen voor Quantum Delta Nederland (QDN), in de periode 2021-2027. Op Europees niveau is het innovatieve European Quantum Communication Infrastructure programma (EuroQCI) opgezet. EuroQCI streeft naar het realiseren van een veilige kwantumcommunicatie-infrastructuur over de hele EU. Dat is inclusief de overzeese

gebieden. Kwantumtechnologie kan grote impact hebben op alle onderdelen van de digitale infrastructuur. Toepassingen zijn bijvoorbeeld kwantumnetwerken, kwantumsensoren en kwantumcomputing, met in het verlengde daarvan allerlei beveiligingstoepassingen. We hopen en verwachten dat kwantumtechnologie in de toekomst sterk bijdraagt aan zeer veilige, snelle en energiezuinige digitale infrastructuur. De technologie bevindt zich op dit moment echter nog in een relatief vroeg stadium van ontwikkeling. Hierdoor zijn er nog veel onzekerheden.

Ten aanzien van satellietcommunicatie wordt in Europees verband gewerkt aan grootschalige publiek-private programma's. Deze hebben mede tot doel om voorwaarden te scheppen voor innovatie. Zo is het EU Space-based Secure Connectivity System (SSCS) een ambitieus onderdeel van het Europese ruimteprogramma. Met dit programma wil de EU een satellietconstellatie realiseren, genaamd IRIS². Dit benoemden we eerder al onder het thema 'weerbaarheid en digitale open strategische autonomie'. Uiterlijk in 2027 moet deze constellatie zorgen voor snelle, stabiele en streng beveiligde communicatiediensten. Daarvoor wordt gebruikgemaakt van geavanceerde encryptietechnologieën, waaronder kwantumcryptografie.

### (Zee)kabels: we zetten samen met bedrijven in op meer aanlandingen

Nederland is goed aangesloten op het wereldwijde netwerk van zeekabels. Dat hebben we te danken aan de aanlanding van tien internationale onderzeese datakabels. Zeekabels spelen een belangrijke rol in het digitale vestigingsklimaat van Nederland. Ook zijn ze een belangrijke factor geweest in de realisatie van de Nederlandse positie als digitaal knooppunt. Een deel van de kabels is verouderd en wordt waarschijnlijk in de komende jaren uitgefaseerd. Vernieuwing is noodzakelijk om een digitale infrastructuur van wereldklasse te behouden. Nieuwe kabels kunnen sneller, meer en stabieler dataverkeer realiseren over nieuwe routes.

De aanleg van nieuwe zeekabels is een complexe aangelegenheid en vergt een lange adem. Er moet een langdurig vergunningsproces voor worden doorlopen. En dat terwijl schepen die zijn uitgerust voor kabelaanleg vaak jaren vooruit zijn volgeboekt. Daarnaast zetten andere Europese landen er actief op in dat nieuwe zeekabels aan hun kust aanlanden. Hierdoor ontstaat stevige onderlinge concurrentie. EZK wil partijen die een aanlanding in Nederland willen realiseren zo goed mogelijk faciliteren. Daarvoor is onderzoek[127] gedaan naar het vergunningsproces voor nieuwe zeekabels. Met de bevindingen willen we marktpartijen praktisch ondersteunen bij het aanvraagproces. Ook heeft EZK een Zeekabel Coalitie gevormd.[128] Dit is een publiek-private samenwerking van een brede groep Nederlandse stakeholders in de digitale infrastructuur. De coalitie bestaat uit marktpartijen, publieke instanties en belangenorganisaties. Samen verkennen zij de mogelijkheden om nieuwe aanlandingen in Nederland te realiseren. Het gaat om zeekabels binnen Europa en intercontinentaal. EZK heeft een coördinator voor de coalitie aangesteld. Deze moet de samenwerking inrichten en aanjagen.

### Cloudtoegang: innovatie tussen ambitie en realisme

De cloud ontwikkelt zich razendsnel en speelt in toenemende mate een centrale rol binnen de digitale infrastructuur. Veel van de innovatieve ontwikkeling van clouddiensten vindt buiten Europa plaats. Dat komt door de sterke positie van niet-Europese aanbieders. Er worden op wetgevend vlak wel concrete acties ondernomen. Dat gebeurt onder meer om voorwaarden te scheppen waaronder Nederlandse en Europese bedrijven een rol kunnen spelen binnen de ontwikkeling van het cloudaanbod. Zo is er de Data Act en wordt gewerkt aan de ontwikkeling van sectorstandaarden. Gaia-X beoogt een Europees, gefedereerd ecosysteem

127 Stratix (2021) - Vergunningen voor zeekabelaanlandingen , bijlage bij Kamerstukken II 2021/22, 26643, nr. 802

128 De Zeekabel Coalitie - The Dutch Sea Cable Coalition en Kamerstukken II 2022/23, 26643, nr. 1060

te realiseren. Daarin moet de benodigde schaal ontstaan waarop kleinere aanbieders effectief kunnen samenwerken. Daardoor kunnen zij onafhankelijk innovatieve clouddiensten ontwikkelen. Daarnaast wordt cloudinnovatie in Nederland gestimuleerd met een investering van €70 miljoen in lokale marktpartijen. Dat gebeurt via een zogenaamd 'Important Project of Common European Interest' (IPCEI) voor 'Cloud Infrastructure and Services' (CIS).[129] Het doel van IPCEI CIS is om innovatieve Europese cloudinfrastructuur en -diensten op te zetten. Die dragen bij aan cyberveiligheid, interoperabiliteit en duurzame toepassingen.

### Aandachtspunten voor de toekomst

Een moderne digitale infrastructuur is een belangrijke vestigingsvoorwaarde voor technologiebedrijven. Eerder beschreven we al dat er op specifieke onderdelen van de digitale infrastructuur actieve beleidsinzet nodig is. Zo behouden we onze moderne digitale infrastructuur. Denk aan de realisatie van extra zeekabels en de ontwikkeling en uitrol van nieuwe technologieën voor mobiele en satellietnetwerken.

Zoals we onder het thema 'goedwerkende markten' hebben toegelicht, is het duurzaam verdienvermogen van bedrijven in de digitale infrastructuur van groot belang voor een gezonde sector. Dat moet daarom bewaakt worden. Het is daarbij van groot belang dat de overheid duidelijk communiceert over bestaand en aankomend beleid. Daarmee scheppen we voldoende transparantie en rechtszekerheid voor partijen die in digitale infrastructuur investeren. De verschillende onderdelen van de digitale infrastructuur vereisen hoge investeringen die over een lange periode moeten worden terugverdiend en daarbij is voorspelbaarheid belangrijk. Een belangrijk onderdeel van de digitale infrastructuur zijn datacentra. En daarmee zijn ze van belang voor onze digitale transitie. Het is daarom om helder te communiceren over de voorwaarden waaronder nieuwe datacentra gerealiseerd mogen worden. Zowel door de Rijksoverheid als door medeoverheden.

Voor sleuteltechnologieën als 6G, fotonica en kwantum is de exacte toepassing binnen de digitale infrastructuur nog niet bepaald. Het staat echter buiten kijf dat de potentiële impact van deze technologieën dermate groot is dat het belangrijk is om vol in te zetten op het realiseren ervan. Daarom is voortdurende investering in onderzoek en ontwikkeling noodzakelijk. Dit geldt voor een breed front aan technologieën die in de toekomst mogelijk een belangrijke rol spelen in het functioneren van digitale infrastructuur.

Tot slot is de beschikbaarheid van voldoende, goed geschoolde werknemers van het grootste belang voor de digitale infrastructuur. Dit dreigt, net als in andere sectoren, in toenemende mate een knelpunt te worden. Voor de knelpunten op de arbeidsmarkt zijn geen simpele oplossingen. Deze knelpunten worden daarom op veel verschillende manieren geadresseerd. Zo is in 2023 het 'Actieplan Groene en Digitale banen' naar buiten gebracht.[130] Daarnaast is het ondersteunen en aanjagen van onderzoek en innovatie op het gebied van de digitale infrastructuur noodzakelijk. Het is nodig om een hoogwaardige kennisinfrastructuur in stand te houden.

129 Onder IPCEI is het mogelijk nationaal te investeren in Europese Innovatiesamenwerking op strategische domeinen Zie: IPCEI - Voorwaarden (rvo.nl)

130 Kamerstukken II 2022/23, 29544, nr. 1173

# De staat van de digitale infrastructuur in Caribisch Nederland



Burgers en bedrijven in Caribisch Nederland – dit zijn de eilanden Bonaire, Saba en Sint Eustatius – moeten volwaardig mee kunnen doen in de digitale economie. Voor het realiseren van een welvarende en weerbare digitale economie moeten de basisvoorzieningen op orde zijn. Daarmee kunnen burgers en bedrijven op Caribisch Nederland (hierna: CN) profiteren van de voordelen van digitalisering. Ook kan digitale innovatie ten behoeve van bijvoorbeeld de zorg en onderwijs tot stand komen. Vanwege de geografische ligging, topografie en het kleine aantal inwoners van CN (schaalgrootte), kunnen we de digitale infrastructuur niet zomaar vergelijken met Europees Nederland (hierna: EN). Daarbij geldt bovendien dat de omstandigheden op de eilanden bovenwinds en benedenwinds onderling sterk verschillen in schaalgrootte en marktomvang.

Waar Bonaire relatief dicht bij het Zuid-Amerikaanse vasteland ligt, en een kleine 25.000 inwoners heeft, liggen Saba en Sint Eustatius relatief ver uit de kust. Samen hebben zij ongeveer 5.300 inwoners. Daar komt bij dat beide bovenwindse eilanden in orkaangebied liggen. De consequentie van de afgelegen ligging van Saba en Sint Eustatius, is dat aanzienlijke financiële middelen nodig zijn om deze eilanden aan te sluiten. En dat is kostbaar als je bedenkt dat dit over slechts 5.300 inwoners verdeeld wordt. We kunnen deze situatie enigszins vergelijken met een voor EN begrippen zeer kleine gemeente die in eigen beheer een vast en mobiel telecomnetwerk in stand moet houden, mét alle expertise en technische ondersteuning die daarbij komt kijken.

Voor CN geldt het uitgangspunt 'comply or explain'. Dit betekent dat nieuw beleid, nieuwe wet- en regelgeving en nieuwe financiële instrumenten voor EN ook voor CN gelden. Tenzij er goede redenen zijn om hiervan af te wijken.[131] Het is namelijk niet altijd mogelijk om op EN ingericht beleid, wet- en regelgeving en financiële instrumenten ook één op één toe te passen in CN. De omstandigheden in CN wijken daarvoor in bepaalde gevallen te veel af van de omstandigheden in EN. Eén van de aandachtspunten is bijvoorbeeld dat het voldoen aan EN wet- en regelgeving op de kleinere schaal van de eilanden een veel grotere last kan zijn voor de onder toezichtgestelden. Bijvoorbeeld omdat zij als relatief kleine partijen minder absorptievermogen en geen grote compliance en regulatory teams hebben.

Net als in EN geldt uiteraard ook voor CN dat de digitale infrastructuur een samenhangend ecosysteem vormt. En daarbij zijn alle schakels nodig. Door de beperkte omvang van de eilanden geldt echter wel dat veel van de schakels zich buiten CN kunnen bevinden. Telecomnetwerken en (zee) kabels zijn naar hun aard locatiegebonden. Datacenters, hosting, internet exchanges en clouddienstverlening zijn in veel gevallen buiten CN gelokaliseerd. Om die reden ligt de focus in dit hoofdstuk op telecomnetwerken en zeekabels.

EZK heeft Economisch Onderzoeksbureau Amsterdam (EBA) opdracht gegeven een foto te maken van de feitelijke stand van de digitale infrastructuur op de eilanden. Denk hierbij aan snelheid, betrouwbaarheid en prijsniveau. Daarnaast is ook geschetst hoe eindgebruikers in CN de prijs en kwaliteit van het voorzieningenniveau ervaren. De hoofdconclusies zijn:

- De digitale infrastructuur in CN is sinds 2010 verbeterd, maar er blijven uitdagingen.
- Er zijn verschillen tussen de eilanden: voor zowel vast als mobiel is de feitelijke als ervaren kwaliteit het hoogst op Bonaire en het laagst op Saba, met een middenpositie voor Sint Eustatius.
- Telecomaanbieders investeren in het verbeteren van de vaste en mobiele netwerken.
- De prijs-kwaliteitverhouding verbetert, maar wordt nog steeds als onvoldoende ervaren.
- Bijna al het dataverkeer van en naar de eilanden gaat via zeekabels, maar satelliet is mogelijk op komst.
- Het belang van internet neemt toe ten koste van traditionele spraak- en televisiediensten.

131 Kamerbrief toepassing 'comply or explain' in Caribisch Nederland | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

Dit rapport bevestigt het eerdere beeld[132] dat de prijs-kwaliteit verhouding is verbeterd, maar dat er nog uitdagingen zijn. Bijvoorbeeld de verdere uitrol van glasvezel. Hiervoor stelt het kabinet in 2024 een bedrag van 3 miljoen euro beschikbaar. Wat betreft de internationale ontsluiting via zeekabels wordt nader onderzoek gedaan naar mogelijke obstakels. Bij het onderzoeken van verbeteringen wordt nadrukkelijk ook gekeken naar de mogelijkheden voor cofinanciering. Dat kan via de Connecting Europe Facility ook voor overzeese gebiedsdelen worden ingezet. Daarnaast moet verouderde wet- en regelgeving verder worden gemoderniseerd. Denk bijvoorbeeld aan het regelen van nummerportabiliteit. Maar ook aan continuïteit en het onderzoeken of 'roam like at home' mogelijk is. Daarbij anticiperen we ook op nieuwe ontwikkelingen als satellietcommunicatiediensten. Deze nemen we op in het besluit Opgedragen Telecommunicatie-diensten BES. Hierdoor kunnen aanbieders van verschillende diensten onder gelijke voorwaarden op de markt actief zijn.

Daarnaast geven de Openbare Lichamen Sint Eustatius en Saba, die 100 procent aandeelhouder zijn van de lokale incumbents Eutel en Satel, aan dat zij ondersteuning vanuit Europees Nederland nodig hebben om hun rol als aandeelhouder goed in te kunnen vullen. De staatssecretaris van BZK heeft in de recent afgesloten Bestuursakkoorden met deze Openbare Lichamen afgesproken te kunnen en willen helpen met bestuurs- en uitvoeringskracht.

### Goedwerkende markten

Door de geografische ligging en de beperkte schaal zijn de mogelijkheden voor meerdere concurrerende telecomnetwerken die naast elkaar bestaan ('infrastructuurconcurrentie') beperkt. Dit is met name op de bovenwindse eilanden niet realistisch. Dit is anders in EN, waar het stimuleren van concurrentie tussen netwerken een belangrijke basis is van het telecombeleid. Daarentegen is het beleid in CN erop gericht om in een situatie waarin effectieve concurrentie in veel gevallen lastiger is, toch te zorgen voor voldoende hoogwaardige en betaalbare voorzieningen. Daarbij zien we dat er op Bonaire – dankzij de wat grotere schaal en gunstigere geografische ligging - wel degelijk sprake is van een bepaalde mate van concurrentie voor zowel vaste als mobiele telecommunicatiediensten. Op Saba en Sint Eustatius is het vanwege de schaalgrootte echter niet reëel om concurrentie als doel na te streven. Daarmee zou het zeer beperkte aantal abonnees over nog meer netwerken moeten worden verdeeld. De uitdagingen zouden daarmee nog groter worden. De overheid speelt daarom in CN een andere rol dan in EN. Dit uit zich bijvoorbeeld in het Besluit algemene richtlijnen concessiehouders Caribisch Nederland. Dat is in augustus 2023 gepubliceerd. In dit besluit worden de voorwaarden die aan de telecomaanbieders op de eilanden (concessiehouders) worden gesteld, gelijkgetrokken. Daarbij wordt tevens gezorgd voor een betere bescherming van consumenten. Zo worden beperkingen gesteld aan tariefstijgingen. Voor Saba en Sint Eustatius wordt, in samenwerking met BZK en de Openbare Lichamen, verkend welke verdere stappen mogelijk zijn om de uitdagingen die de beperkte schaalgrootte met zich meebrengt te adresseren.

### Internet voor iedereen

De kosten voor vast internet liggen (vooral op de bovenwindse eilanden) relatief hoog. Ook in vergelijking met andere Caribische eilanden in de regio.[133] Om de betaalbaarheid te verbeteren, biedt het Rijk een structurele maandelijkse subsidie per gebruiker. Voor vast internet is dat $ 25 per aansluiting per abonnement op Bonaire en $ 35 per aansluiting per abonnement op Sint Eustatius en Saba. In 2024 worden de tarieven verder verlaagd met $ 15 per maand. Ook wordt besloten over voortzetting van deze verlaging in 2025 en verder. Eerder heeft het Rijk de financiering op zich genomen van een zeekabel die Sint Eustatius en Saba verbindt met andere eilanden. Dit is het Saba Statia Cable

132 Kamerbrief 26 643, nr. 710 en het rapport '*Kostenbeoordeling vast internet Saba en Sint Eustatius*' van de Autoriteit Consument en Markt (ACM)

133 Snapshot: 2023 update of fixed broadband internet rates across the Caribbean region | ICT Pulse – The leading technology blog in the Caribbean (ict-pulse.com)

System, dat in 2013 operationeel werd. Waar op Bonaire een aanzienlijk deel van de bevolking over glasvezel kan beschikken, is dat anders op Sint Eustatius en Saba. Daar is nog uitsluitend sprake van consumentenaansluitingen op basis van koper. Overigens geldt hetzelfde voor ongeveer 25.000 huishoudens in de buitengebieden in EN.[134] Wel hebben enkele grotere organisaties een glasvezelaansluiting. De kosten van toekomstige aanleg van glasvezel voor de 5.300 inwoners van Saba en Sint Eustatius zijn relatief hoog. Dat komt omdat de kabels vanwege de orkaangevoeligheid ondergronds moeten worden aangelegd, terwijl sprake is van een vulkanische, rotsachtige bodem. Daarbij is de noodzaak voor redundantie in orkaangebied groter wat mogelijk tot nog hogere kosten leidt. Wat mogelijk tot nog hogere kosten leidt. Zoals hierboven aangegeven is in dit kader incidenteel geld beschikbaar gesteld om de verdere uitrol van glasvezel te bevorderen.

## Weerbaarheid

De orkaangevoeligheid van de bovenwindse eilanden Sint Eustatius en Saba stelt extra eisen aan de weerbaarheid van de infrastructuur. Na de verwoestende orkanen als Irma en Maria in 2017 is er extra inzet geweest om de kabels zoveel mogelijk ondergronds te laten lopen. Het grootste deel van de vaste telecomaansluitingen ligt inmiddels ondergronds.[135] In 2018 heeft de Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (RDI, voorheen Agentschap Telecom) 3 satelliettterminals voor Sint Eustatius en Saba gesubsidieerd. Deze dienen als noodvoorziening. Voor publieke taken kan men via de satelliet verbinding maken met de rest van de wereld, mochten alle andere verbindingen uitvallen. De SSCS-zeekabel die Sint Eustatius enerzijds met Sint Maarten en Saba verbindt en anderzijds met Saint Kitts en St Bartholomée zorgt ervoor dat de connectie redundant is. De verbinding komt immers op twee punten aan op het eiland, waardoor er een alternatief is als er problemen zijn. Daarnaast zijn de kabels in 2017 in de betonnen aanlandingspunten gelast. Zo blijft de kabel ook werken als er uitval op het eiland optreedt. Goed om te weten: de aanlanding zelf is niet redundant. Per eiland is er op dit moment slechts één aanlandingspunt. Op Sint Eustatius zijn er vanaf het aanlandingspunt twee landverbindingen naar de netwerken van de dienstverleners. Ook op Saba is de landverbinding tussen het aanlandingspunt en het netwerk momenteel niet redundant. Bonaire is op dit moment met twee zeekabels met Curaçao verbonden. Daarmee wordt gezorgd voor redundantie. Mogelijk komen er nog verdere verbeterpunten naar voren in het onderzoek naar mogelijke obstakels bij de internationale ontsluiting via zeekabels.

Er is in EN de afgelopen jaren een grote hoeveelheid gedetailleerde wet- en regelgeving geïmplementeerd. Hieraan moeten bedrijven in de digitale infrastructuur voldoen. Het gaat hierbij vaak om de implementatie van Europese richtlijnen en verordeningen in nationale wetgeving. Het is niet altijd haalbaar voor de kleinschalige bedrijven in CN om aan al deze regels te voldoen als deze één op één voor CN zouden gelden.

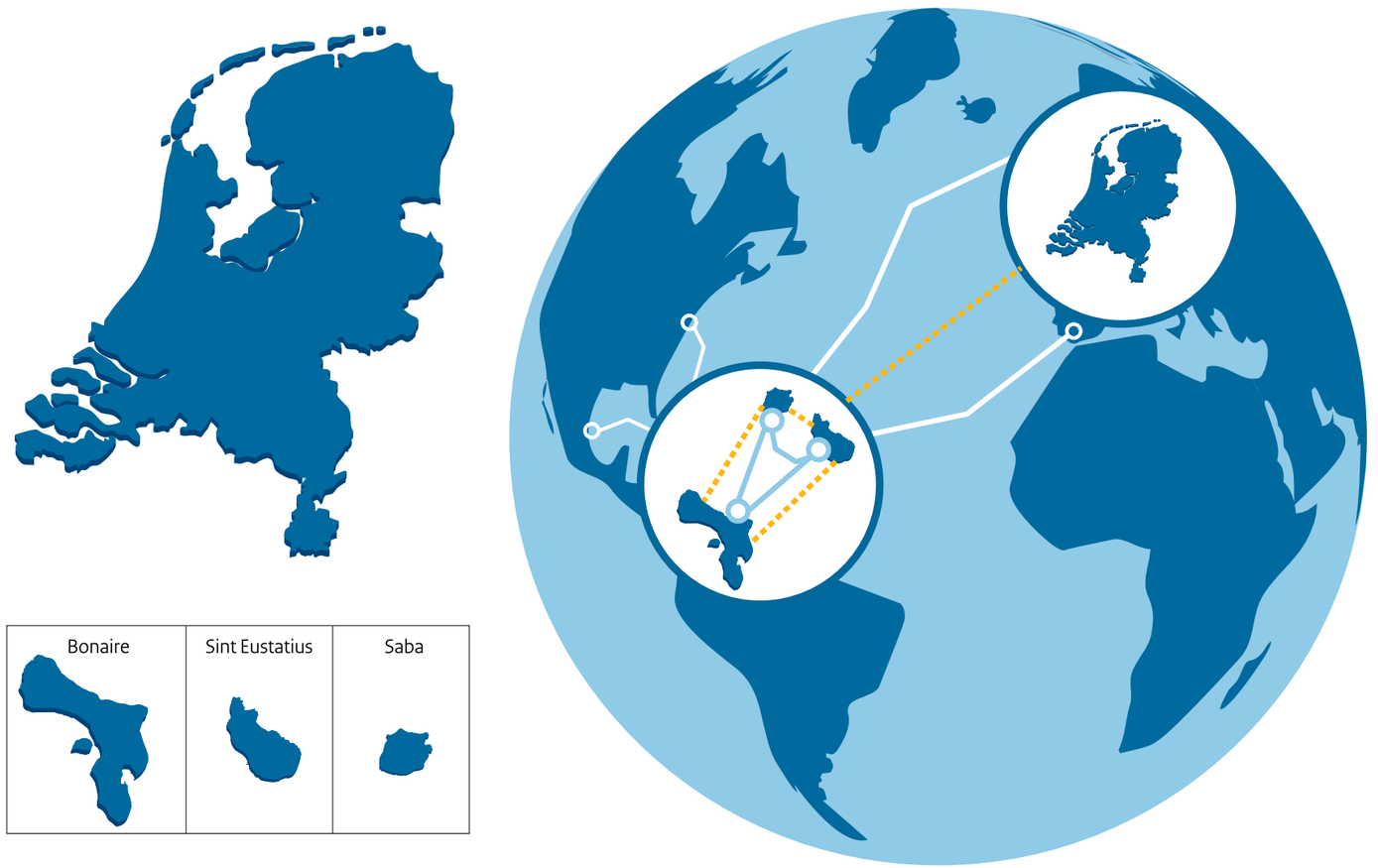
We kijken daarom in de praktijk naar de proportionaliteit bij het vaststellen of bepaalde regels wel of niet van toepassing moeten worden voor CN. Daarbij willen we enerzijds bewaken dat de eilanden geen onacceptabele risico's lopen. Maar, dat de verplichtingen anderzijds ook behapbaar zijn en aansluiten op de specifieke situatie van de eilanden. Zo is er bijvoorbeeld voor gekozen om de regels ten aanzien van het verhogen van de weerbaarheid van bedrijven (het wetsvoorstel bevordering digitale weerbaarheid bedrijven) ook van toepassing te verklaren in CN. Ook wordt de Wet digitale overheid ook van toepassing op overheden in Caribisch Nederland, met de bijbehorende eisen aan hun netwerken. Daarnaast overweegt het kabinet om de Wet beveiliging netwerken en infrastructuur (Wbni) voor CN te laten gelden.In de Veiligheidsstrategie voor het Koninkrijk der Nederlanden uit 2023 werd vastgesteld dat in CN een inhaalslag moet worden gemaakt in het

134 Kamerstuk 26643, nr. 1054

135 Digitale Infrastructuur Caribisch Nederland, Economisch bureau Amsterdam, rapport in opdracht van Ministerie Economische Zaken, oktober 2023

cybersecuritybeleid.[136] Er werd bijvoorbeeld vastgesteld dat er bij allerlei essentiële infrastructuurdiensten geen goede back-ups of noodplannen beschikbaar waren. Versterken van de digitale weerbaarheid is daarom een van de actielijnen in deze veiligheidsstrategie.

*Figuur 20: Ligging Caribisch Nederland*




136 Veiligheidsstrategie voor het Koninkrijk der Nederlanden (Rapport) | Publicatie | Rijksoverheid.nl

### Duurzaamheid

Duurzaamheid is ook voor CN een belangrijk thema. Vanwege het relatief beperkte inwoneraantal (in totaal 30.000) geldt wel dat het energie- en grondstofverbruik in absolute zin zeer beperkt is. Er zijn in 2022 ambitieuze doelstellingen gesteld voor verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening op de eilanden. Dankzij onder meer de mogelijkheden voor het opwekken van wind- en zonne-energie, lijkt het haalbaar om de komende jaren het grootste deel van de elektriciteitsvoorziening te verduurzamen.[137] Daarmee zou ook de $CO_2$-footprint van de digitale infrastructuur sterk worden teruggebracht.

### Lokale inpassing

Ook in CN geldt dat lokale inpassing een aandachtspunt is. Hierbij moeten soms strijdige belangen tegen elkaar worden afgewogen. Waar in EN geldt dat er vele overheden betrokken kunnen zijn bij besluitvorming over lokale inpassing, geldt voor CN dat de bestuurlijke context simpeler kan zijn. Met name vanwege de centrale rol van de eilandbesturen. Tegelijkertijd is de bestuurlijke capaciteit (naar eigen zeggen van de Openbare Lichamen) relatief beperkt voor de vele onderwerpen die er spelen.

### Innovatie en vestigingsklimaat

Innovatie en vestigingsklimaat zijn ook voor CN een belangrijk thema. Waar CN een minder voor de hand liggende vestigingsplaats is voor grote bedrijven in de digitale sector, is het wel een aantrekkelijke vestigingsplaats voor 'digital nomads' en start-ups. Hierbij moet dan wel aan de Vestigingswet worden voldaan. Juist voor dit type economische activiteit is hoogwaardige connectiviteit van groot belang. Dankzij goede internetverbindingen vinden kleinschalige innovatieve activiteiten aansluiting bij mondiale innovatienetwerken.

### Aandachtspunten voor de toekomst

Het rapport EBA maakt duidelijk dat er verbeteringen zijn gerealiseerd over de afgelopen jaren. Tegelijkertijd zijn er nog belangrijke aandachtspunten ten aanzien van de kwaliteit, betaalbaarheid, continuïteit/beschikbaarheid en toegankelijkheid van telecommunicatiediensten. Om de digitale infrastructuur op de eilanden op het gewenste niveau te brengen, zet het kabinet dan ook diverse stappen:

- Er wordt in 2024 incidenteel subsidie beschikbaar gesteld voor de verdere uitrol van glasvezel. Ook wordt verkend hoe de mobiele dekking verder kan worden verbeterd.
- Er wordt in 2024 incidenteel aanvullende subsidie verstrekt voor verdere verlaging van de tarieven. Ook zal worden besloten over voortzetting daarvan in 2025 en verder.
- Er wordt gewerkt aan verdere modernisering van de telecomregelgeving.
- Er wordt nader onderzoek gedaan naar mogelijke obstakels bij de internationale ontsluiting via zeekabels.

Bij het onderzoeken van mogelijke verbeteringen wordt nadrukkelijk ook gekeken naar de mogelijkheden voor cofinanciering via de Connecting Europe Facility. Die kan ook voor overzeese gebiedsdelen worden ingezet.

137 Zie: Kamerbrief over voortgang verduurzaming energie in Caribisch Nederland | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

# Afsluiting en vooruitblik

In het voorgaande zijn de vele aspecten van de digitale infrastructuur naar voren gebracht. Daardoor is het een behoorlijk uitgebreid document geworden. Hieronder zetten we graag nog even op een rijtje wat de belangrijkste bevindingen zijn:

**De digitale infrastructuur vormt een samenhangend ecosysteem:** Soms kijken we vooral naar de losse onderdelen van de digitale infrastructuur. We hebben het dan bijvoorbeeld alleen over telecomnetwerken, over datacentra of cloudtoegang. Het risico is dat we dan vergeten dat al die onderdelen nauw met elkaar samenhangen en elkaar nodig hebben. Telecomnetwerken, (zee)kabels, datacentra, hosting, internet exchanges en cloudtoegang zijn allemaal schakels die nodig zijn om burgers, bedrijven en de overheid te verbinden met de digitale wereld. Al deze schakels zijn onderdeel van de digitale infrastructuur en moeten gezamenlijk goed functioneren. Het is daarom heel belangrijk dat we ons in het beleid niet blindstaren op de losse onderdelen, maar steeds oog hebben voor de samenhang.

**De digitale infrastructuur is van groot belang voor Nederland:** We hebben onderzoeksbureau Ecorys gevraagd om het belang van de digitale infrastructuur te kwantificeren. Ecorys heeft in kaart gebracht wat de bijdrage is van bedrijven in de digitale sector en hun directe afnemers en toeleveranciers aan de economie. Volgens Ecorys bedraagt dit 24,2 miljard euro. Hoewel dit op zichzelf al een grote bijdrage is, schuilt het grootste belang van de digitale infrastructuur in het mogelijk maken van digitalisering in onze hele maatschappij. Digitalisering kan onze maatschappij verbinden, verrijken en efficiënter maken, ons leven aangenamer en gemakkelijker maken. Digitalisering verandert de manier waarop we produceren, handelen, genezen, onderwijzen, leren, wonen en samenleven. Deze grote maatschappelijke bijdrage laat zich niet eenvoudig in euro's uitdrukken. Het Ecorys-onderzoek geeft echter wel kwalitatief inzicht in de bijdrage van de digitale infrastructuur aan brede welvaart in verschillende sectoren.

**De footprint van de digitale infrastructuur verdient aandacht, maar is naar verhouding relatief beperkt:** De digitale infrastructuur is continu in bedrijf. Dat betekent dat telecomnetwerken en datacentra 24 uur per dag aan het werk zijn voor burgers, bedrijven en overheid. Uiteraard gaat dit ook gepaard met energieverbruik en ruimtebeslag. Omdat er veel vanuit beeldvorming wordt gesproken over de footprint van de digitale infrastructuur hebben we Ecorys gevraagd deze beeldvorming van een feitenbasis te voorzien. Daaruit komt onder meer uit naar voren dat de digitale infrastructuur goed is voor minder dan 1 procent (0,65 procent) van het totale Nederlandse energieverbruik. Enerzijds is dit minder dan vaak wordt gedacht. Als we kijken naar het aantal werkzame mensen en de economische bijdrage is het daarmee ook een van de minst energie intensieve sectoren. Ook vormt de digitale infrastructuur een randvoorwaarde voor andere sectoren om te verduurzamen. Anderzijds gaat het even goed nog steeds om een flinke footprint. Daarom is het belangrijk dat deze footprint verder beteugeld en teruggedrongen wordt.

**De digitale infrastructuur is volop in beweging:** De digitale infrastructuur heeft zich de afgelopen twintig jaar voortdurend en in hoog tempo ontwikkeld. De snelheid en de kwaliteit van netwerken heeft een enorme vlucht genomen: van internet-inbellen met een trage modem, naar razendsnelle glasvezel en 5G. In relatief korte tijd zijn veel van onze applicaties en gegevens naar de cloud verhuisd. In plaats van alleen bellen, SMS'en en analoge televisie kunnen we inmiddels kiezen uit een oneindig aanbod van online-diensten en content. We zien dat trends zoals virtualisering, softwarisering, open-RAN, cloudificatie maar ook kunstmatige intelligentie de potentie hebben om de digitale infrastructuur sterk te transformeren. Dit zet doorlopend de status quo onder druk, maar leidt ook tot innovatie en kansen om de digitale infrastructuur beter, sneller, veiliger, betrouwbaarder en duurzamer te maken. Het is een belangrijke uitdaging om dit soort ontwikkelingen goed te volgen, te benutten en waar nodig in goede banen te leiden.

**Het beleid groeit mee met de belangrijke thema's:** De 'Staat van de Digitale Infrastructuur is een goede gelegenheid om al het huidige beleid op de digitale infrastructuur in zijn geheel te laten zien. We hebben in het beleid op de digitale infrastructuur te maken met veel verschillende thema's:

- Vanaf de liberalisering hebben we hard gewerkt aan beleid om *markten goed te laten werken*. Daarbij kijken we al lang niet meer alleen naar telecomnetwerken, maar doen we ook veel om de cloudmarkt beter te laten werken.
- Door onze grote maatschappelijke afhankelijkheid is ook het thema *weerbaarheid* steeds belangrijker geworden. Alle onderdelen van de keten moeten bestand zijn tegen onverwachte schokken. Specifiek hebben we daarbij veel oog voor geopolitieke risico's. Het bewaken van de Nederlandse en Europese digitale strategische autonomie is een prioriteit.
- We willen ook dat iedereen kan profiteren van connectiviteit, daarom spannen we ons in voor een *open internet voor iedereen*. Het gebruik van de digitale infrastructuur moet voor iedereen mogelijk zijn, ook wanneer de markt hier niet zelf in voorziet.
- *Duurzaamheid* heeft al lange tijd veel aandacht bij de bedrijven in de digitale infrastructuur, en het is belangrijk dat we het ambitieniveau steeds verder opschroeven. Dit vraagt om zowel een sterke inzet bij de overheid als bij het bedrijfsleven. Het gaat daarbij, vanwege het grens overstijgende karakter, om inzet op nationaal, Europees en internationaal niveau.
- Het thema *vestigingsklimaat en innovatie* verdient voortdurende aandacht. Een hoogwaardige digitale infrastructuur is een belangrijke vestigingsvoorwaarde voor bedrijven. Het is essentieel dat we blijven bewaken dat Nederland aantrekkelijk is voor bedrijven om zich te vestigen, juist door te investeren in de kracht van onze digitale infrastructuur. Daarvoor is duidelijk en voorspelbaar beleid nodig. En daarvoor moet Nederland internationaal relevant blijven door voorop te lopen in het ontwikkelen en toepassen van sleuteltechnologieën waaronder 6G.
- We zien veel uitdagingen op lokaal niveau, we willen veel maar moeten daarbij steeds vaker moeilijke keuzes maken. De openbare ruimte is beperkt en het stroomnet raakt overbelast. De *lokale inpassing* van de digitale infrastructuur moet daarom op een zorgvuldige manier gebeuren. Daarbij moet voldoende oog zijn voor het grote maatschappelijke belang van de digitale infrastructuur.

**Caribisch Nederland:** Het is belangrijk om specifieke aandacht te besteden aan de situatie op Caribisch Nederland. De situatie op CN wijkt in veel opzichten af van Europees Nederland, met name door de geografische ligging en de kleine schaal. Dit zorgt voor hogere kosten. In de afgelopen jaren hebben we met structurele subsidies van vast internet gezorgd voor een betere betaalbaarheid. Ook zien we dat met name op Saba en Sint Eustatius ook de kwaliteit nog niet op een voldoende niveau is, ondanks alle stappen die gezet zijn. De snelheid van het internet is er relatief laag. We willen daarom, samen met het eilandbestuur en de bedrijven, onder meer werk gaan maken van glasvezeluitrol. Er is voor 2024 een bedrag van 3 miljoen euro vrijgemaakt om hiermee aan de slag te gaan.

## Vertrekpunt voor verdere beleidsstappen

Met de 'Staat van de Digitale Infrastructuur' hebben we in kaart gebracht wat het belang is van onze digitale infrastructuur, en wat we nu allemaal al doen om de digitale infrastructuur te onderhouden, te versterken en te beschermen. We zien dit als een foto van de huidige situatie. Daarmee kan dit document als een vertrekpunt worden gebruikt voor een nieuw kabinet om op nationaal en Europees niveau verder te werken aan nieuwe beleidsstappen om de digitale infrastructuur te behouden en verder te versterken.

# Bijlagen

# Bijlage I: Uitgebreide beschrijving van de digitale infrastructuur

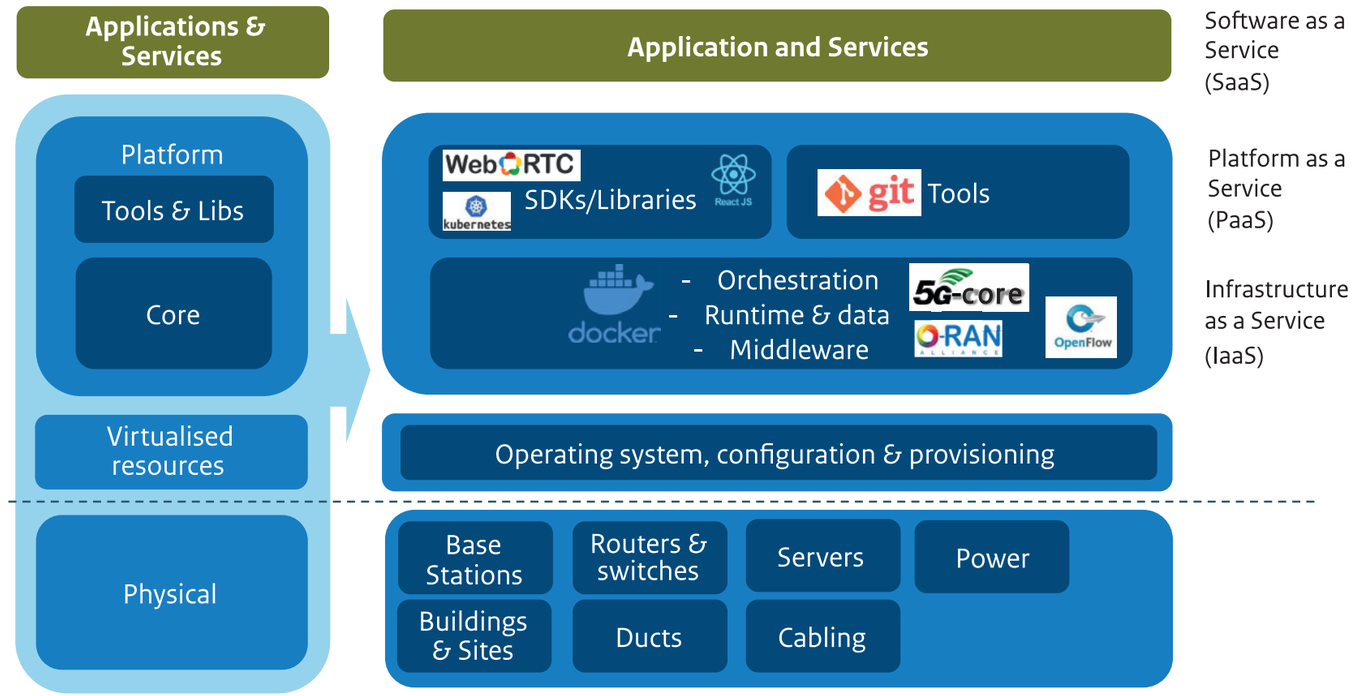
In het hoofddocument presenteren we een versimpelde weergave van de samenstelling van de digitale infrastructuur. Ter aanvulling op de versimpelde weergave werken we in deze bijlage een gedetailleerder overzicht uit.[138] Met daarin de samenstelling en randvoorwaarden van de digitale infrastructuur.

## Indeling van de digitale infrastructuur

Een gangbaar model om inzicht te geven in de opbouw en onderlinge samenhang van de digitale infrastructuur is het lagenmodel. Drie lagen uit dit model worden toegerekend aan de digitale infrastructuur:

- de laag van fysieke digitale infrastructuur;
- de laag van gevirtualiseerde digitale infrastructuur;
- de platformlaag.

*Figuur 21: Indeling van de digitale infrastructuur*




138 De gedetailleerdere weergave van de digitale infrastructuur is opgesteld door TNO. Zie TNO (2023), Digitale Infrastructuur en Digitale Open Strategische Autonomie: Methodiek voor identificatie afhankelijkheden, kwetsbaarheden en maatregelen

Elke laag maakt gebruik van de functionaliteit van de onderliggende laag en biedt functies aan de bovenliggende laag.[139] De laag van applicaties, diensten en data wordt niet tot de digitale infrastructuur gerekend.

### Fysieke laag

De onderste laag van de digitale infrastructuur bestaat uit tastbare hardware die noodzakelijk is om software te laten draaien. Zo draait software op processoren en geheugen in servers. Deze hebben op hun beurt fysieke gebouwen, serverracks, koeling en stroom nodig. Voor connectiviteit tussen deze hardware is fysieke netwerkapparatuur nodig. Data kan tussen apparatuur worden getransporteerd via datakabels over land en onderzees, of draadloos via antennes en antenne-opstelpunten.

### Virtualisatielaag

Fysieke digitale infrastructuur wordt via een netwerk aangesloten op het web en is vervolgens van afstand te bedienen en onderhouden. Virtualisatie brengt dit proces een stap verder: het programmeert een virtueel apparaat op het netwerk. Zo'n virtueel apparaat is qua functionaliteit te gebruiken als een fysiek apparaat en biedt het praktische voordeel dat het volledig digitaal is. Zo kunnen meerdere virtuele servers op één fysieke server draaien en kan het virtuele apparaat gekopieerd en geüpdatet worden.

Virtualisatie creëert een laag tussen de fysieke hardware en de softwaretoepassingen die daarop draaien. Hierdoor verdwijnt een deel van de geografische verankering van de infrastructuur. Deze laag maakt bijvoorbeeld cloud computing mogelijk. Daarbij is data niet opgeslagen op één fysieke server. Maar wel op een netwerk van talloze virtuele servers op allerlei fysieke servers. Dit vergroot de betrouwbaarheid enorm: als één server uitvalt, nemen andere servers het automatisch over. Ook de schaalbaarheid is erbij gebaat. Zo zorgt de verbondenheid van diverse fysieke servers over de hele wereld voor toegang tot data voor oneindig veel internetgebruikers.

### Platformlaag

De platformlaag draait boven op het fundament van de fysieke en gevirtualiseerde laag. Deze laag kan worden onderverdeeld in twee delen: een core en de tools en libraries.

De **core** platformlaag biedt kant-en-klare schaalbare toegang tot drie hoofdfunctionaliteiten. Daarvoor hoeven afnemers de onderliggende fysieke hardware niet in eigen beheer te hebben.

Het gaat om de volgende functionaliteiten:

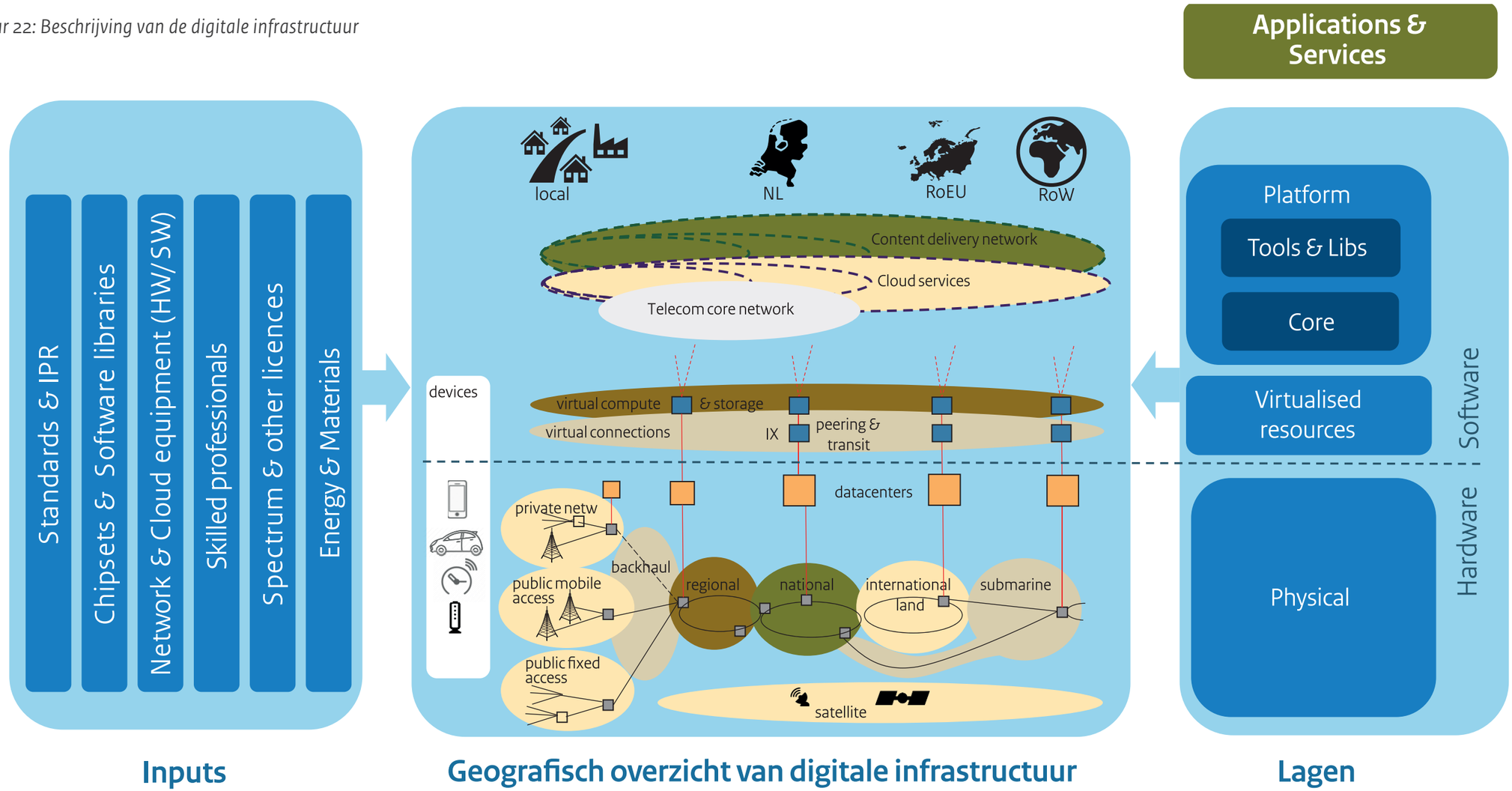
1. Connectiviteit: data-uitwisseling door middel van apparatuur die is aangesloten op netwerkinfrastructuur.
2. Rekenkracht: processoren in computers leveren de rekenkracht die nodig is voor de processen waar applicaties en diensten op draaien.
3. Opslag: opslaan en uitlezen van gegevens.

De drie functies hebben een wederzijdse afhankelijkheid: connectiviteit gebruikt rekenkracht en opslag voor het optimaliseren van netwerken, gedistribueerde rekenkracht heeft connectiviteit en opslag nodig om applicaties te laten 'draaien' en opslag vereist rekenkracht en netwerken voor de distributie en ontsluiting van data voor applicaties.

Naast de core worden standaard softwaremodules tot de platformlaag gerekend. Dit zijn de eerder genoemde **tools en libraries**. De softwaremodules zijn zo generiek en essentieel dat ze niet worden gerekend tot de applicatielaag, maar onderdeel zijn van het software-deel van de digitale infrastructuur. Voorbeelden zijn modules voor het beheren, bewerken en analyseren van data en voor het opzetten van videoverbindingen. Dergelijke modules zijn vaak integraal onderdeel van het aanbod van platformproviders. Ze bieden applicatiebouwers een generieke functie die in hun applicatie kan worden gebruikt.

139 Randapparaten ('devices') worden in het algemeen niet tot de digitale infrastructuur gerekend. Omdat devices en de digitale infrastructuur in combinatie worden gebruikt en elkaar over en weer nodig hebben zijn ze wel opgenomen in de figuur. Bekende voorbeelden van devices zijn smartphones, modems, routers en tv's. Ze strekken zich uit tot Internet-of-Things sensoren en, afhankelijk van de interpretatie, auto's met draadloze verbindingen

*Figuur 22: Beschrijving van de digitale infrastructuur*



## Onderdelen van de fysieke laag

### Aansluitnetwerken

Aansluitnetwerken zijn het onderdeel van de digitale infrastructuur dat het meest tot de verbeelding spreekt. Dit zijn de netwerken die zorgen voor directe verbinding met het internet. Er zijn verschillende soorten aansluitnetwerken: vaste en mobiele publieke toegangsnetwerken en inpandige netwerken bij bedrijven en burgers.

### Publiek vaste toegangsnetwerk tot de digitale infrastructuur

Het publieke vaste toegangsnetwerk tot de digitale infrastructuur wordt geleverd met kabel- (coax), glasvezel- en kopernetwerken (DSL-Digital Subscriber Line). Vanuit straatkasten en glasvezel Points-of-Presence (PoPs) worden deze kabels aangelegd tot aan de deur van woningen en bedrijven. Kabel en glasvezel bieden het meeste potentieel voor het realiseren van hogere capaciteit en betere prestaties.

### Publieke mobiele netwerken

Publieke mobiele netwerken gebruiken vooral 4G- en 5G-technologie voor het leveren van landelijke mobiele dekking, zoals op een smartphone of tablet. De dekking wordt gerealiseerd door een groot aantal mobiele basisstations in losse zendmasten of op antenne-opstelpunten op gebouwen.

Parallel aan 4G en 5G bestaan er ook gespecialiseerde netwerken voor het aansluiten van Internet of Things apparaten, zoals LoRa (Long Range).

### Inpandige netwerken

Inpandige netwerken, zoals wifi en vast ethernet, worden gebruikt om het bereik van de verbinding binnen woonhuizen en bedrijfspanden te vergroten. Dit kan als verlengstuk van de vaste toegang, of als aanvulling op de dekking van publieke mobiele netwerken.

### Private netwerken

Ook spelen private netwerken van bedrijven in toenemende mate een belangrijk rol. Grote organisaties gebruiken in aanvulling op eigen vaste netwerken ook mobiele technologie voor een privaat netwerk. Daar hebben andere partijen dus geen toegang toe. Een bekend voorbeeld is C2000, het gesloten landelijke communicatienetwerk voor hulpverleningsdiensten in Nederland.

### Backhaul, regionale en nationale netwerken

Datakabels verbinden het fijnmazige web van lokale aansluitnetwerken met elkaar. Voor deze verbindingen over langere afstanden wordt vrijwel uitsluitend glasvezel gebruikt. De eerste schakel zijn backhaul netwerken. Deze verbinden de straatkasten, PoPs en mobiele basisstations met regionale glasvezelringen. Deze regionale ringen zijn op een groot aantal plaatsen gekoppeld aan nationale netwerken. Samen zorgen de regionale en nationale glasvezelnetwerken ook voor de verbinding tussen datacentra in steden en provincies.

### Internationale netwerken over land en zee

Internationale kabelverbindingen verbinden het landelijke glasvezelnetwerk met de rest van de wereld. Zo vormt onze digitale infrastructuur een belangrijk knooppunt in het nauw verbonden wereldwijde kabelnetwerk. Daarover wordt data uitgewisseld met de rest van de wereld.

De internationale connectiviteit van Nederland wordt voor een groot deel geleverd via glasvezelringen over land door Europa. Daarnaast zorgen glasvezelverbindingen in zeekabels voor verbindingen van Nederland met het Verenigd Koninkrijk, Denemarken en (via Denemarken) de Verenigde Staten. In andere delen van Europa landen kabels aan die ons verbinden met de rest van de wereld.

### Satellietnetwerken

Satellietnetwerken hebben de speciale eigenschap dat ze zonder fijnmazige netwerkinfrastructuur toch een uitgebreide dekking kunnen leveren. De technologie wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het distribueren van televisiekanalen. In andere landen worden satellieten ook ingezet als backhaul

netwerken, vaak in lastiger begaanbare of afgelegen gebieden. In Nederland is dat door de brede beschikbaarheid van glasvezelnetwerken (nog) niet aan de orde.

Door de opkomst van de constellaties van duizenden satellieten in lagere banen om de aarde (Low Earth Orbit; LEO) groeien de capaciteit en de prestaties van satellietverbindingen snel. De technologie wordt daardoor voor meer gebruikers bruikbaar. Momenteel wordt gewerkt aan technologie waarmee de dekking van LEO-satellietnetwerken wordt gecombineerd met de dekking van mobiele netwerken op aarde. Dit vergroot de betrouwbaarheid en prestaties van de verbindingen.

### Datacentra

Datacentra zijn het motorblok van de digitale infrastructuur. Hier staan dag en nacht servers te zoemen. Vroeger lieten we als consumenten onze applicaties draaien op onze eigen computers en sloegen we onze bestanden 'lokaal' op. Onder andere op de harde schijf van onze pc. Grotere bedrijven hadden daarnaast vaak eigen 'rekencentra'. Hier stonden grote servers die allerlei data konden verwerken. Dankzij het internet hoeven applicaties niet meer op onze eigen computers of smartphones te draaien en hoeven we data ook niet meer lokaal op te slaan. In plaats daarvan zijn er uitgebreide datacentra gekomen. Hier zijn servers aan het werk om voor consumenten en bedrijven applicaties te draaien, gegevens op te slaan en te verwerken. Dit is in veel opzichten efficiënter dan wanneer iedereen dit op een eigen, lokale server zou doen. Ook kan eindgebruikersapparatuur hierdoor minder krachtig worden uitgevoerd ('thin clients'). Datacentra nemen als het ware een groot deel van de 'workload' over op een energie-efficiëntere manier.

Datacentra zijn in de kern gebouwen waar servers staan die op afstand bewerkingen doen voor consumenten, overheden en bedrijven. Bewerkingen die ze anders lokaal hadden moeten doen. Daarmee bedoelen we applicaties draaien, data opslaan en opvragen. Datacentra zijn er in vele soorten en maten. Hoe dichter ze zich bij eindgebruikers en internetknooppunten bevinden, hoe minder vertraging ('latentie') er optreedt. Voor veel toepassingen is dit niet essentieel. Maar voor sommige realtime toepassingen is minimale latentie heel belangrijk. Denk aan flitshandel, gaming of autonoom rijden.

Er zijn datacentra in verschillende soorten en maten. De omvang van een centrum wordt veelal uitgedrukt in vloeroppervlak (in $m^2$) en capaciteit (in megawatt, MW). De laatste jaren is de gemiddelde omvang en capaciteit toegenomen, terwijl het aantal locaties is teruggelopen. De meeste datacentra zijn plekken waar bedrijven en andere organisaties servers kunnen huren, of eigen servers kunnen plaatsen. In zogenaamde single-tenant datacentra wordt het hele datacentrum gebruikt door slechts één organisatie. Dat kan de eigenaar zijn of een externe organisatie, zoals de overheid of een ziekenhuis. In het geval van multi-tenant datacentra maken meerdere organisaties gebruik van het datacentrum. Dit noemen we ook wel co-locatie datacentra. Daarnaast is er nog een bijzondere categorie single-tenant datacentra, de zogenaamde 'hyperscale datacentra'. In Nederland is recent vastgelegd dat hyperscalers worden gedefinieerd als datacentra met een vloeroppervlak van tenminste 10.000 $m^2$ en een aansluitvermogen vanaf 70 megawatt (MW).[140] Dit zijn in de regel datacentra van grote techbedrijven, zoals Alphabet (het moederbedrijf van Google), Amazon, Microsoft en Meta. Zij zetten de centra in voor interne bedrijfsprocessen, maar ook voor het aanbieden van clouddiensten aan bedrijven en burgers. Wanneer bedrijven en burgers gebruik maken van clouddiensten, nemen ze dus eigenlijk servercapaciteit bij hyperscalers af. Hoewel er momenteel niet meer dan drie hyperscalers in Nederland staan, spelen ze een grote rol in de beeldvorming rond datacentra.

Datacentra en glasvezelverbindingen zijn voor hun opereren wederzijds afhankelijk. Ook versterken zij elkaar. Routes van

140 Besluit van 20 december 2023, houdende wijziging van Besluit kwaliteit leefomgeving in verband met een instructieregel voor hyperscale datacentra

glasvezelnetwerken zijn namelijk sterk gericht op datacentra, omdat daar veel vraag naar connectiviteit bestaat. Dat terwijl datacentra zich vestigen in gebieden waar verbindingen uit veel verschillende nationale en internationale bestemmingen samen komen. In deze gebieden ontstaat zogenoemde hyperconnectiviteit. Deze connectiviteit kenmerkt zich door een uitzonderlijk hoge mate van robuustheid, low-latency en snelheid.[141]

### Hosting en housing

Datacentra bieden twee voorname diensten aan: housing en hosting. Bij housing brengen bedrijven hun IT-apparatuur onder bij een datacentrum, waardoor ze niet meer verantwoordelijk zijn voor eigen beheer en beveiliging van de servers. Hosting houdt in dat klanten ook aanvullende diensten van het datacentrum afnemen. Zoals apparatuur of software in de cloud.

141 Dergelijke hyperconnectiviteit is in Europa enkel aanwezig in de vijf best verbonden regio's: Frankfurt, Londen, Amsterdam, Parijs en Dublin (FLAPD)

## Onderdelen van de virtualisatielaag

### Internet exchanges

Een belangrijke pijler van de knooppuntrol van Nederland in het mondiale internetverkeer is de aanwezigheid van diverse internet exchanges. Daaronder bevindt zich een van de grootste ter wereld, de Amsterdam Internet Exchange. Zo'n exchange is een fysieke locatie waar de infrastructuur van internetproviders samenkomt. Hier worden data uitgewisseld tussen verschillende providers en met de rest van de wereld. De aanwezigheid van veel providers zorgt voor supersnelle internetverbinding in de omgeving van de exchange. Het is daardoor aantrekkelijk voor datacentra en andere internetbedrijven om zich in de buurt van exchanges te vestigen.

### Virtuele verbindingen, rekenkracht en opslag

Door virtualisatie kunnen de aansluitnetwerken uit de fysieke laag flexibel worden ingezet. Meerdere virtuele netwerken kunnen zo één fysieke glasvezelvezel delen. Door de manier waarop de capaciteit op deze glasvezel wordt gedeeld, kunnen de virtuele verbindingen worden gebruikt alsof ze ieder een eigen fysiek netwerk hebben. Netwerken kunnen flexibel verkeer uitwisselen afkomstig van hun eigen gebruikers. Dit directe dataverkeer tussen partijen wordt 'peering' genoemd. Ook kan verkeer worden doorgegeven naar andere netwerken. Hierdoor wordt data indirect door een derde partij afgeleverd ('transit').

Ook rekenkracht en opslag kunnen worden gevirtualiseerd vanuit servers in datacentra. De virtuele rekenkracht en opslag hangen nauw samen met de virtuele verbindingen. De digitale diensten, geleverd uit de cloud (onderdeel van de platform laag), combineren meestal de kernfuncties verbindingen, rekenkracht en opslag.

## Onderdelen van de platformlaag

### Clouddiensten

Clouddiensten leveren efficiënte IT-oplossingen met vaak hoogwaardige functionaliteiten. Dankzij de cloud kunnen burgers en bedrijven kant-en-klare data en applicaties virtueel afnemen. En hoeft dit niet op eigen apparatuur te draaien. De grote schaal van cloudaanbieders heeft de volgende voordelen:

- Er is voor afnemers altijd genoeg opslagcapaciteit.
- Er is altijd genoeg rekenkracht om de applicaties te laten draaien.
- Er hoeven geen kosten te worden gemaakt voor aanschaf, beheer en onderhoud in eigen hardware of software.

De cloud is een verzamelterm voor heel uiteenlopende virtuele dienstverlening. Deze wordt veelal in drie verschillende lagen onderverdeeld.

- **IaaS** (Infrastructure as a Service) functioneert als het fundament van de cloud. Infrastructuur wordt in deze laag virtueel aangeboden aan gebruikers. Denk aan servers, netwerkapparatuur en bijbehorende kernfunctionaliteiten. Zoals opslag en virtualisatie. Gebruikers die alleen IaaS-clouddiensten afnemen blijven zelf verantwoordelijk voor besturingssystemen en applicaties.
- **PaaS** (Platform as a Service) biedt gebruikers een platform van functionele bouwstenen die ontwikkelaars en programmeurs kunnen verwerken in applicaties. Voorbeelden van zulke kant-en-klare toepassingen zijn zoekfuncties, versiebeheer, vertaalsoftware, data-analyse of het opzetten van video- of VPN-verbindingen. Deze toepassingen kunnen worden opgenomen in nieuwe applicaties. Hierbij hoeft de bouwsteen geen onderdeel te worden van de eigen software, omdat deze kan worden 'aangeroepen' uit de cloud. Het beheer van de bouwsteen blijft de verantwoordelijkheid van de PaaS-aanbieder. De applicatie waarin de PaaS-bouwsteen wordt opgenomen kan vervolgens als SaaS-dienst worden aangeboden.
- **SaaS**-diensten[142] (Software as a Service) zijn de eindgebruikersapplicaties die consumenten en bedrijven dagelijks gebruiken op hun pc of smartphone. Deze applicatielaag heeft een aanzienlijk diversere samenstelling dan IaaS en PaaS. Het loopt uiteen van bijvoorbeeld diensten als e-mail, sociale media, streaming tot kantoorsoftware. De software gebruikt virtuele dataopslag en rekenkracht die door IaaS wordt geleverd. Daarnaast integreert het functionele bouwstenen uit de PaaS-laag om te functioneren.

Afnemers van clouddiensten kunnen kiezen tussen verschillende soorten cloud:

- Bij private cloud huurt één organisatie een volledige server op een externe locatie. Dit beperkt de schaalbaarheid van de beschikbare servercapaciteit, maar geeft de afnemer zekerheid dat data afgeschermd is opgeslagen.
- Bij public cloud wordt de cloudinfrastructuur juist gedeeld door meerdere afnemers. Gegevens van de ene organisatie zijn niet toegankelijk voor andere afnemende partijen, maar ze zijn wel op dezelfde locatie opgeslagen.
- Multi-cloud houdt in dat afnemende organisaties gebruikmaken van een combinatie van public clouddiensten van verschillende aanbieders.
- Organisaties met hybride cloud combineren clouddiensten van een of meerdere private en public clouds.

Voor hybride en multi-cloud is het belangrijk dat er een zekere mate van interoperabiliteit bestaat tussen de diensten van verschillende aanbieders. Dat is nodig om interactie tussen de clouds mogelijk te maken.

### Content delivery netwerken

CDN's, zoals die van Akamai en Netflix, lijken technisch gezien op clouddiensten. Alleen hebben zij hun functionele focus beperkt tot de grootschalige distributie van audiovisuele en andere content. Veel generieke cloudplatformen bieden ook specifieke CDN-diensten. De distributie van video over het internet is goed voor zo'n 65% van het totale internetverkeer.

### Kern van mobiele netwerken

Naast de eerdergenoemde 4G- en 5G-aansluitnetwerken, hebben mobiele telecomnetwerken een 'kernnetwerk'. Dit kernnetwerk zorgt voor de besturing van datastromen in het netwerk en de verbinding met andere netwerken.

142 Hoewel de SaaS-laag een evident onderdeel is van de digitale economie, wordt deze laag niet gerekend tot de digitale infrastructuur. De SaaS-laag is onderdeel van de laag van eindgebruikersapplicaties die daar bovenop draait. Om deze reden wordt in het vervolg van dit document niet ingegaan op de SaaS-laag

In 5G-aansluitnetwerken is dit kernnetwerk gebouwd op cloudtechnologie. Het kernnetwerk kan worden omschreven als een verzameling 5G-applicaties die draait op cloudinfrastructuur. Dit kan een losse cloudinfrastructuur zijn die speciaal voor deze 5G-applicaties wordt beheerd door de mobiele telecomaanbieder. Deze aanpak wordt nu gebruikt in Nederlandse mobiele netwerken. In andere landen komt het voor dat 5G-applicaties op de cloud van een andere aanbieder draaien.

Tegelijkertijd is de digitale infrastructuur in de kern een wereldwijd fenomeen: door de verbinding van lokale en nationale infrastructuur met Europese en internationale netwerken van satellieten en datakabels via land en zee zijn diensten wereldwijd beschikbaar. De Nederlandse digitale infrastructuur valt daardoor niet los te zien van de digitale infrastructuur in de rest van Europa en de wereld.

## Geografische scope van de digitale infrastructuur

De digitale infrastructuur strekt zich uit van lokaal via nationaal en Europees tot wereldwijd. In de figuur in de vorige paragraaf is dit weergegeven van links (lokaal) naar rechts (wereldwijd).

Op lokaal en nationaal niveau kenmerkt de digitale infrastructuur zich door fijnmazigheid. Dat is zichtbaar in lokale fysieke onderdelen van de infrastructuur. Denk aan mobiele zendmasten, straatkasten voor kabel en glasvezel en de netwerken die consumenten en bedrijven zelf inpandig aanleggen. Maar ook in de landelijke verbondenheid van internet exchanges en datacentra.

# Bijlage II: Overzicht figuren


*Figuur 1: Wat is de digitale infrastructuur* 5
*Figuur 2: Staat van de digitale infrastructuur* 6
*Figuur 3: Onderdelen digitale infrastructuur* 10
*Figuur 4: Dekkingsgraad van 4G en 5G netwerk in Nederland* 11
*Figuur 5: Ontwikkeling van de dekkingsgraad van tenminste 100 Mbps.* 11
*Figuur 6: Ontwikkeling van de dekkingsgraad van tenminste 1 Gbit/s* 11
*Figuur 7: Gestileerde weergave van zeekabels in Europa* 12
*Figuur 8: De kern van datacentra in Europa* 13
*Figuur 9: Internetknooppunten in Nederland* 14
*Figuur 10: Wereldwijde groei in Cloud dataverkeer* 15
*Figuur 11: Cloudtoegang zorgt voor de verbinding tussen device en server* 16
*Figuur 12: Schillenmodel welvaartsbijdrage van de digitale infrastructuur gebaseerd op de uitkomsten van het Ecorys-rapport 'Economisch belang digitale infrastructuur' (2023)* 21
*Figuur 13: Welvaartseffecten op de digitale infrastructuur vanuit de drie dimensies van de brede welvaart* 24
*Figuur 14: Vergelijking energie-efficiëntie digitale infrastructuur met andere sectoren* 26
*Figuur 15: Vergelijking van het ruimtebeslag van de digitale infrastructuur ten opzichte van andere sectoren in oppervlakte en toegevoegde waarde (jaartal)* 27
*Figuur 16: Aandeel watergebruik in Nederland door de digitale infrastructuur (jaartal)* 28
*Figuur 17: Footprint digitale indrastructuur (jaartal)* 29
*Figuur 18: De digitale infrastructuur ondersteunt de verduurzamingsopgave in andere sectoren* 30
*Figuur 19: Overzicht van de onderdelen van de digitale infrastructuur die een belangrijke rol spelen in de verschillende beleidsthema's* 32
*Figuur 20: Ligging Caribisch Nederland* 74
*Figuur 21: Indeling van de digitale infrastructuur* 80
*Figuur 22: Beschrijving van de digitale infrastructuur* 82

# Colofon

Dit is een uitgave van het

**Ministerie van Economische Zaken en Klimaat**
Directie Digitale Economie

Postbus 20901 | 2500 EX Den Haag
www.rijksoverheid.nl

Ontwerp: VormVijf

Januari 2024, definitieve versie

