



Economisch belang digitale infrastructuur

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Rotterdam, 25 september 2023

Economisch belang digitale infrastructuur

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Rotterdam, 25 september 2023

Auteurs:

Walter Hulsker

Erik van Ossenbruggen

Maurice Thijsen

Bram Boereboom

Tim van Doorn

Marten van den Bossche

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding.....	4
1.2	Onderzoeksvragen.....	4
1.3	Leeswijzer	5
2	Methodologie	6
2.1	Scope	6
2.2	Onderzoekstappen.....	8
3	Sector digitale infrastructuur	11
3.1	Bedrijvigheid digitale infrastructuur Nederland	11
3.2	Meegerekende waarde	15
3.3	Directe economische waarde.....	17
3.4	Indirecte waarde.....	20
3.5	Buitenlandse investeringen	21
3.6	Bevindingen in perspectief.....	22
4	Gebruik digitale infrastructuur.....	25
4.1	Gedigitaliseerde economie.....	25
4.2	Impact van digitale infrastructuur op de brede welvaart.....	27
5	Footprint digitale infrastructuur	36
5.1	Opbouw van footprint.....	36
5.2	Energie	36
5.3	Materiaal.....	43
5.4	Ruimtegebruik	45
6	Economisch belang digitale infrastructuur in perspectief.....	48
	Bijlage I: Webscrapingmethodiek	52
	Bijlage II: Diepte-interviews en validatiesessies	54
	Bijlage III: Transparantie grote bedrijven in SBI-codes.....	55
	Bijlage IV: Gevoeligheidsanalyse berekening meerwaarde	56

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Digitalisering is de afgelopen decennia een belangrijke drijver geweest voor de groei van de Nederlandse economie. Interne bedrijfsoperaties en dienstverlening voor zakelijk en particulier gebruik zijn over de jaren sterk gedigitaliseerd, resulterend in efficiëntere, snellere en betere processen. Nederland is wereldwijd dan ook een van de koplopers op het gebied van digitalisering.

Zoals de aanwezigheid van hoogwaardige fysieke infrastructuur van cruciaal belang is voor mainports, zo is een sterke digitale infrastructuur (DI) de ruggengraat van de digitale economie. Zonder goede connectiviteitsinfrastructuur, zoals zeekabels, datacenters, internetknooppunten en aansluitnetwerken, is een positie als koploper op het gebied van digitalisering niet te behouden.

Om goede beleidsafwegingen te maken over de ontwikkeling van de DI in de toekomst is inzicht in de maatschappelijke kosten en baten van de DI van groot belang. Door de maatschappelijke kosten en baten inzichtelijk te maken en in perspectief te plaatsen, kunnen betere afwegingen gemaakt worden. Een specifiek aandachtspunt is daarbij de omvang van de footprint van de DI. Dit is in de praktijk een complexe aangelegenheid, waarbij de maatschappelijke beeldvorming niet altijd aan lijkt te sluiten op de feitelijke situatie. Juist ook met het oog op de voortdurende noodzaak om stappen te zetten en de footprint te minimaliseren, is er behoefte aan accurate en actuele informatie ten aanzien van de omvang en samenstelling van de footprint.

Het doel van dit onderzoek is dan ook om economische activiteiten en bedrijvigheid van de Nederlandse DI op een transparante wijze te definiëren, te structureren en met behulp van CBS-data van een betrouwbare economische onderlegger te voorzien. Hierbij wordt aandacht besteed aan de grootte van de sector digitale infrastructuur in Nederland, en de directe en indirecte economische waarde die de sector vertegenwoordigt. Ook beschrijft het onderzoeksteam het gebruik en de bredere welvaartseffecten die zich dankzij de aanwezigheid van DI voordoen in de maatschappij. Daarnaast wordt de zojuist benoemde footprint van deze activiteiten op de leefomgeving onderzocht.

1.2 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek is als volgt:

“Wat is de huidige toegevoegde waarde van de Nederlandse digitale infrastructuur in economisch en breder welvaartspectief?”

Om de footprint en economische waarde van DI in perspectief te kunnen plaatsen, heeft het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) de volgende sub-onderzoeksvragen meegegeven die gezamenlijk de hoofdvraag zullen beantwoorden:

1. De directe economische baten van DI, in termen van economische kengetallen zoals omzet, bruto binnenlands product (BBP) bijdrage, werkgelegenheid en aandeel buitenlandse investeringen (FDI) per onderdeel van de DI.
2. De waarde van DI voor het bredere digitale ecosysteem ("spillover"), in termen van indirecte economische baten die zonder DI niet gegenereerd zouden kunnen worden, bestaande uit:
 - a. Upstream indirecte effecten, zoals BBP-bijdrage en werkgelegenheid van partijen die economisch actief zijn als toeleveranciers voor DI.
 - b. Downstream indirecte effecten, zoals BBP-bijdrage en werkgelegenheid van partijen die voor hun economische activiteit afhankelijk zijn van DI.
3. De footprint van DI, in termen van maatschappelijke en economische kosten, zoals investeringen, mogelijke externaliteiten en gebruik van energie, ruimte en grondstof, zo veel mogelijk opgesplitst per onderdeel van de DI.
4. De bijdrage van DI aan thema's met relevantie voor bredere welvaart, zoals de duurzaamheidsopgave, educatie of onderzoek.
5. Een reflectie op de verhouding tussen de maatschappelijke kosten van DI en de economische baten.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport biedt in [hoofdstuk 2](#) eerst inzicht in de toegepaste methodologie achter dit onderzoek. Vervolgens worden in [hoofdstuk 3](#) de resultaten van onderzoeksvraag 1 en 2 beschreven, zijnde de economische waarde van de sector digitale infrastructuur in Nederland. In [hoofdstuk 4](#) wordt het gebruik en de bredere welvaartseffecten beschreven (onderzoeksvraag 4). [Hoofdstuk 5](#) bevat een verkenning van de footprint van DI vanuit energie, ruimte- en milieuperspectief (onderzoeksvraag 3). Het rapport sluit af met een samenvatting van de bevonden maatschappelijke kosten en baten in [hoofdstuk 6](#) (onderzoeksvraag 5), ook gerelateerd aan andere sectoren en industrieën.

2 Methodologie

Dit hoofdstuk biedt inzicht in de toegepaste methodiek in het onderzoek. Ten eerste wordt de gehanteerde scope toegelicht. Vervolgens worden de onderzoekstappen één voor één beschreven.

2.1 Scope

Afbakening TNO

Een duidelijke afbakening van economische activiteiten die onder DI vallen is cruciaal om een betrouwbaar beeld te krijgen van de toegevoegde waarde en footprint. Voor dit onderzoek sluit Ecorys aan bij de resultaten van een eerder traject uitgevoerd door TNO¹ naar de digitale economie. In het kader van dit onderzoek delen we digitale infrastructuur binnen die digitale economie op in hardware en software. Hardware bestaat uit de fysieke onderdelen van de infrastructuur, zoals aansluitnetwerken, nationale en internationale backboneverbindingen, zeekeblen, datacenters, internetexchanges en telecomcorenetwerken. Voor software gaat het om gevirtualiseerde onderdelen van de digitale infrastructuur (zoals virtuele servers en netwerken) en softwarediensten die basisfuncties als connectiviteit, rekenkracht en opslagruimte schaalbaar en op afstand aanbieden (zoals clouddiensten en contentdeliverynetwerken). Apparatuur als laptops, smartphones en tablets vallen onder de noemer eindgebruik en vallen dus buiten deze afbakening van de digitale infrastructuur.

Classificatie op bedrijfsniveau (CBS-microdata & SBI-codes)

De kwantitatieve analyses in dit onderzoek zijn grotendeels gebaseerd op economische gegevens van CBS op individueel bedrijfsniveau, ook wel CBS-microdata genoemd. Door gebruik te maken van CBS-microdata is het mogelijk om op bedrijfsniveau gegevens als productie, toegevoegde waarde en werkgelegenheid op te vragen. Deze data geeft een zo accuraat mogelijk beeld van de economische waarde van de bedrijvigheid die binnen de scope van de digitale infrastructuur valt.

CBS presenteert economische gegevens op sectorniveau aan de hand van een Standaard BedrijfsIndeling (SBI). Dit is een indeling in activiteiten, die ieder weer worden opgesplitst in deelactiviteiten; tot er een hiërarchie van vijf niveaus ontstaat. Onderzoek naar economische gegevens, gerapporteerd op SBI, vormt normaliter het startpunt van de beschrijving van het economisch belang van een activiteit. Echter, in het geval van de digitale infrastructuur wordt geconstateerd dat gebruik van de SBI-sectoren niet leidt tot een volledig beeld dat aansluit bij de TNO-indeling van de DI. Reden hiervoor is dat de digitale infrastructuur een snel ontwikkelende sector is met partijen wiens dienstverlening mogelijk recent pas de overgang naar digitale dienstverlening heeft gemaakt.

In Tabel 2.1 staan de SBI-sectoren die in meerdere of mindere mate aansluiten bij de gekozen scope van de DI. Er blijven dan echter nog activiteiten over die wel deel uitmaken van de DI, maar administratief in een andere SBI vallen, omdat het betrokken bedrijf volgens de Kamer

¹ TNO (2023).

van Koophandel een andere hoofdactiviteit heeft dan DI. Denk bijvoorbeeld aan een ingenieursbedrijf dat ook actief is in het aanleggen en beheren van backboneverbindingen. Een dergelijk bedrijf behoort administratief gezien tot SBI-klasse 42.22: Leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels, maar deze volledige klasse kan niet tot de scope van DI gerekend worden omdat er dan ook niet-relevante bedrijvigheid meegeteld wordt.

Tabel 2.1 **Overzicht van SBI-sectoren die volledig of gedeeltelijk behoren tot de scope van digitale infrastructuur (DI)**

SBI-klasse	SBI-code	Omschrijving	Binnen scope van DI?
F	42.22	Leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels	Gedeeltelijk
J	61.10	Draadgebonden telecommunicatie	Volledig
	61.20	Draadloze telecommunicatie	Volledig
	61.30	Telecommunicatie via satelliet	Volledig
	61.90	Overige telecommunicatie	Volledig
	62.02	Advisering en ondersteuning op het gebied van informatietechnologie	Gedeeltelijk
	62.09	Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatietechnologie	Gedeeltelijk
	63.11	Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	Gedeeltelijk

Om toch gebruik te maken van betrouwbare CBS-microdata, zonder een te rigide afbakening aan de hand van SBI-codes te hanteren, ontstaat de behoefte aan een alternatieve manier om relevante bedrijvigheid voor dit onderzoek te omvatten. Hiervoor past het onderzoeksteam de methodiek webscraping toe.

Webscraping

Het doel van het toepassen van de techniek ‘webscraping’ is om op basis van algemeen beschikbare informatie bedrijvigheid te filteren die wij verstaan onder de scope van de DI. Deze methode maakt het mogelijk om te bepalen welke bedrijven binnen de relevante SBI-sectoren al dan niet binnen scope vallen. Hiermee kan er extra diepgang geboden worden in de bedrijven die tot de digitale infrastructuur behoren, boven op de standaard SBI-classificering. De methodiek is hieronder kort toegelicht. Een volledige beschrijving van de methodiek is te zien in Bijlage I.

Webscraping

Door middel van webscraping kan op een efficiënte manier een grote hoeveelheid data worden verzameld en geanalyseerd. De methodiek van webscraping kent drie stappen:

- 1. Het vaststellen van de te onderzoeken groep.**

Dit stelt de zoektermen vast waarmee de scrapesoftware het internet zal doorzoeken op informatie. Een dergelijke zoekterm is bijvoorbeeld 'datacenter' of 'webhosting'.
- 2. Het systematisch zoeken en opslaan van data over de doelgroep.**

Voor elk bedrijf in de te onderzoeken groep zoekt de webscrapingsoftware automatisch naar de desbetreffende website. Vervolgens leest de software de website in, met als doel om informatie te verzamelen over de werkzaamheden die het bedrijf uitvoert.
- 3. Het analyseren van de gevonden data.**

De bedrijven uit de doelgroep worden vervolgens gefilterd door de opgehaalde informatie van de websites te vergelijken met een lijst van bedrijvigheid die als "deel van DI-werkzaamheden" zijn geclassificeerd. Op deze manier wordt bepaald welke bedrijven wel of niet behoren tot de digitale infrastructuur

2.2 Onderzoekstappen

De onderzoekstappen worden in volgorde behandeld, zoals deze ook zijn uitgevoerd tijdens het onderzoekstraject.

2.2.1 *Meta-analyse bestaande literatuur*

Als eerste stap is een meta-analyse van bestaande literatuur uitgevoerd om het onderzoek te gronden in het onderwerp. Deze literatuurstudie verzamelt inzichten uit een scala van relevante onderzoeken, die vervolgens worden gebruikt in de beantwoording van de verschillende onderzoeksvragen. De meta-analyse is een belangrijk onderdeel van de analyse, omdat het de mogelijkheid biedt de inzichten voortkomend uit CBS-data in perspectief te plaatsen. Daarnaast is de meta-analyse een aanvulling op onderdelen waar deze studie geen eigen berekeningen doet, zoals in het gebruik dat mogelijk wordt gemaakt door de digitale infrastructuur.

2.2.2 *Kwantitatieve analyses*

Na de meta-analyse heeft het onderzoeksteam verschillende kwantitatieve analyses toegepast; namelijk, analyse van CBS-microdata, een input-outputanalyse en een analyse van de footprint van digitale infrastructuur. Deze analyses worden kort toegelicht in deze paragraaf en verder uitgediept in de relevante hoofdstukken.

Analyse van microdata

De economische waarde van de sector digitale infrastructuur is bepaald op basis van de eerdergenoemde CBS-microdata. Voor de analyse is de lijst met geïdentificeerde DI-bedrijven gekoppeld aan de microdata van het CBS. Dit zorgt ervoor dat per bedrijf dat actief is op het gebied van digitale infrastructuur de economische waarde bepaald kan worden. In dit rapport zijn van die analyse de geaggregeerde resultaten – dat wil zeggen: vertaald naar het niveau van de gehele DI-sector in Nederland – opgenomen. Met behulp van de CBS-microdata zijn de volgende indicatoren van economische waarde berekend:

- **Productie** van de sector (omzet);
- **Bruto toegevoegde waarde** van de sector (bbp-effect);
- **Werkgelegenheid** in de sector;
- Mate van **FDI**.

In hoofdstuk 3 zijn deze begrippen nader toegelicht. Het is van belang om te benadrukken dat de directe economische waarde van de bedrijven die de digitale infrastructuur realiseren, is gebaseerd op CBS-microdata. Daarbij moet ook vermeld worden dat CBS deze microdata verzamelt en controleert door middel van steekproeven voor kleinere bedrijven. Het CBS geeft aan dat de gegevens een vrijwel compleet beeld schetsen ten aanzien van de grote bedrijven (meer dan 250 werknemers), maar dat dit niet het geval is voor het midden- en kleinbedrijf. Vanwege het steekproefkarakter van de brongegevens uit het MKB moeten de cijfers uit hoofdstuk 3 gezien worden als een extrapolatie.

Input-output analyse

Naast de directe toegevoegde waarde die het cluster digitale infrastructuur heeft in het bruto binnenlands product, heeft de sector ook een indirect belang in de Nederlandse economie. Andere sectoren voegen namelijk ook waarde toe aan de Nederlandse economie omdat de sector digitale infrastructuur producten en diensten bij hen inkoopt. Het is daarom relevant om dit indirecte belang in kaart te brengen. Om een inschatting te maken van het indirecte belang van de digitale infrastructuur op de Nederlandse economie maken wij gebruik van een 'input-outputanalyse'.

Een input-outputanalyse (IO-analyse) is een veelgebruikte methode om de waardeketen van een economische activiteit in kaart te brengen. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van de nationale input-outputtabel van het CBS. Dit is een matrix die voor elke combinatie van twee economische sectoren de (kwantitatieve) waarde van de onderlinge handelsrelaties weergeeft. Hieruit heeft Ecorys berekend hoe groot de doorwerking van de digitale infrastructuur in de rest van de economie is. Deze verhouding heet de 'multiplier'. De multiplier geeft aan hoeveel economische waarde of werkgelegenheid ontstaat, per euro of baan aan directe economische waarde van de bedrijven die onder de digitale infrastructuur vallen. Zodoende is de directe toegevoegde waarde en directe werkgelegenheid van digitale infrastructuur vermenigvuldigd met de multipliers, om de indirecte toegevoegde waarde en de indirecte werkgelegenheid te berekenen.

Footprint-analyse

De ontwikkeling van de digitale infrastructuur leidt tot de uitstoot van broeikasgassen, het gebruik van natuurlijke hulpbronnen en ruimtegebruik. Onderdeel van dit onderzoek is om de 'footprint' van de digitale infrastructuur in kaart te brengen. De footprint van DI-activiteiten bestaat uit drie componenten: de energie, materiaal en ruimtelijke footprint.

Allereerst is de energie-footprint benaderd met de bijbehorende broeikasgasemissie. De broeikasgasuitstoot van de DI beslaan emissies die ontstaan door het gebruik van energie om haar activiteiten uit te voeren. Op basis van CBS-data is gekwantificeerd welke energievolumes als input dienen voor de SBI-sectoren in de Nederlandse economie. De SBI-sector met de best corresponderende scope van de DI is geselecteerd als uitgangspunt. De vervolgstap was om deze aggregierte sectordata te verdiepen met detailstudies die informatie bieden over subonderdelen van de DI (bijvoorbeeld energiestudie naar

datacenters). Middels emissiefactoren zijn de (indirecte) broeikasgasemissies berekend van deze energiestromen voor de DI.

Vervolgens is de materiaal-footprint benaderd met de bijbehorende broeikasgasemissies. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Exiobase database². Met deze database is inzichtelijk gemaakt welke materialen worden gebruikt door een sector om haar activiteiten uit te voeren. De Exiobase sector die het meest correspondeert met de scope van de DI is geselecteerd als uitgangspunt. Wederom komt de Exiobase sectorindeling niet één-op-één overeen met de scope van de DI. Door de beperkte beschikbaarheid van detailstudies naar het materiaalgebruik, was het niet mogelijk om een verdieping aan te brengen op de geaggregeerde sectordata.

Tot slot is de ruimtelijke footprint benaderd. Voor bepaalde onderdelen van de DI zijn detailstudies beschikbaar over het ruimtegebruik. Dit was niet het geval voor alle onderdelen die deel uit maken van de scope van de DI. Voor de resterende onderdelen is het ruimtegebruik van de DI benaderd middels kengetallen die het ruimtegebruik per werknemer in de DI beschrijven. Het resultaat van deze stap is dat we een globaal beeld kregen van het ruimtegebruik van de DI en deze zijn vergeleken met andere sectoren in Nederland.

2.2.3 *Kwalitatieve analyse*

De economische waarde van de sector digitale infrastructuur geeft niet het algehele belang aan van de digitale infrastructuur, maar houdt enkel rekening met de (directe) toegevoegde waarde die de digitale infrastructuur en (indirect) haar toeleveranciers produceren voor de Nederlands economie.

Vanuit de beeldspraak van infrastructuur als een snelweg, brengt de economische waarde van de sector in kaart welke toegevoegde waarde het bouwen van die snelweg met zich meebrengt. De auto's en vrachtwagens die vervolgens op de weg kunnen rijden vertegenwoordigen ook een toegevoegde waarde, die nog niet is meegenomen. De waarde van het gebruik (auto's en vrachtwagens) wordt aan de hand van literatuurstudie en diepte-interviews (zie Bijlage II) bepaald en in hoofdstuk 4 kwalitatief beschreven.

Een groot deel van de economie is namelijk verweven met het gebruik van diensten die hun aanwezigheid danken aan de digitale infrastructuur. Het aandeel van het belang in de rest van de economie, in combinatie met een verkenning vanuit breder welvaartspectief, brengt deze aanvullende meerwaarde in beeld.

Validatiesessies

Om de validiteit van de resultaten te toetsen, heeft Ecorys twee bijeenkomsten georganiseerd. In deze validatiesessies zijn de resultaten gepresenteerd aan een gezelschap van onafhankelijke experts (zie Bijlage II), waarna in een groepsdiscussie aanvullende inzichten zijn verzameld en de resultaten zijn aangescherpt. De eerste validatiesessie had betrekking op de onderzoeksmethode en de tweede validatiesessie betrof de resultaten en conclusies.

² Exiobase is ontwikkeld door NTNU, TNO, SERI, Universiteit Leiden, WU, en 2.0 LCA Consultants, [link](#). Exiobase is een mondiale, gedetailleerde Multi-Regional Environmentally Extended Supply-Use Table (MR-SUT) en Input-Output Tabel (MR-IOT).

3 Sector digitale infrastructuur

Dit hoofdstuk richt zich op de economische waarde van de sector digitale infrastructuur in Nederland. De waarden die door Ecorys in dit hoofdstuk worden genoemd geven geen oordeel over het gebruik door partijen die actief zijn buiten de digitale infrastructuur, enkel de toegevoegde waarde die door de sector zelf wordt gegenereerd. De waarde van het gebruik van de digitale infrastructuur wordt in hoofdstuk 4 nader toegelicht. De bevindingen worden waar mogelijk vergeleken met reeds bestaande onderzoeken en literatuur. Echter zijn er niet veel concreet vergelijkbare studies beschikbaar, waardoor een duiding van verschil in bevindingen noodzakelijk is. De voornaamste reden ligt in een verschil in afbakening, maar komt ook door een algeheel gebrek aan concrete getallen over de ICT-sector.³

3.1 Bedrijvigheid digitale infrastructuur Nederland

Deze paragraaf biedt inzicht in de selectie van bedrijven die binnen de gehanteerde scope van digitale infrastructuur van dit onderzoek vallen.

3.1.1 *Bedrijven binnen de sector digitale infrastructuur*

Als beschreven in hoofdstuk 2 bestaat het startpunt uit bedrijven die onder een SBI-code zoals in Tabel 2.1 zijn geclassificeerd. Tabel 3.1 geeft het totale aantal bedrijven dat binnen deze SBI-codes valt, waarbij een drempel van minimaal 5 fte is gehanteerd om eenmanszaken en kleine B.V.'s uit de lijst te filteren. In totaal zijn dit 5.411 bedrijven.⁴

Tabel 3.1 **Legenda van SBI-codes binnen de scope van digitale infrastructuur**

SBI-code	Aantal bedrijven binnen SBI-code
SBI 42.22 - Leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels	382
SBI 61.10 - Draadgebonden telecommunicatie	81
SBI 61.20 - Draadloze telecommunicatie	39
SBI 61.30 - Telecommunicatie via satelliet	9
SBI 61.90 - Overige telecommunicatie	170
SBI 62.02 - Advisering en ondersteuning op het gebied van informatietechnologie	3.047
SBI 62.09 - Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatietechnologie	1.063
SBI 63.11 - Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	620
Totaal	5.411

Bron: LISA (2023).

³ Stratix (2022). Rapport Datacenters: impact en feiten.

⁴ Het kan voorkomen dat een bedrijf dubbel voorkomt in de dataset, omdat het bedrijf bijvoorbeeld onder twee of meer SBI-codes ingeschreven staat. Voor de telling in deze tabel is elk bedrijf één keer meegenomen in de SBI-code die de hoofd SBI-code is, of anders het meest bij het bedrijf aansluit. Overige duplicaten zijn uit de dataset verwijderd.

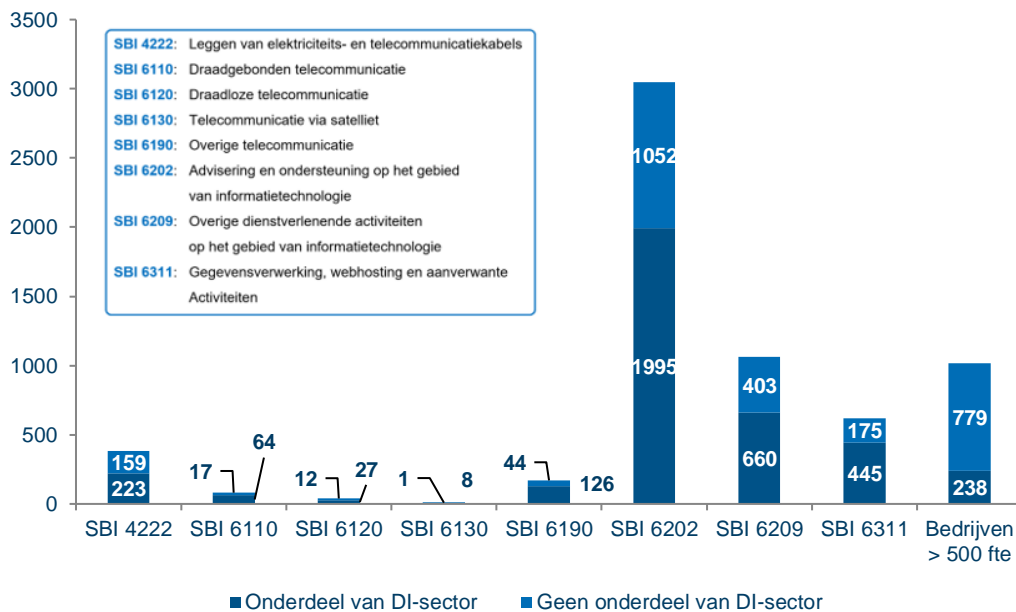
Grote bedrijven

Buiten deze SBI-codes geven geraadpleegde experts aan dat het merendeel van de grote bedrijven in Nederland per definitie een bepaald component aan digitale infrastructuur in haar eigen bedrijfsvoering heeft. Dit aandeel is wellicht klein, maar door de omvang en het economisch belang van deze bedrijven is de impact van deze grote bedrijven significant. Om deze reden zijn alle Nederlandse bedrijven met meer dan 500 fte ook meegenomen in de analyse, naast de bedrijven van meer dan 500 fte die al binnen de bovengenoemde SBI-codes vallen.

Webscrape

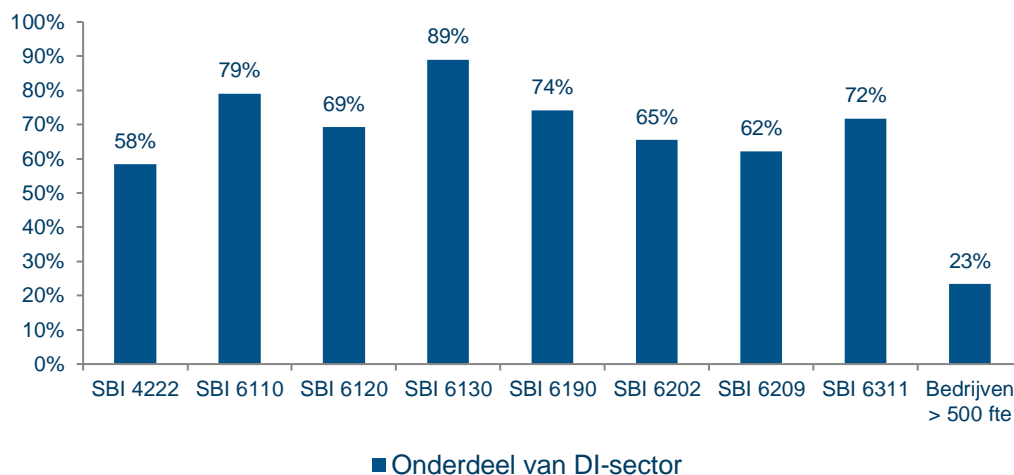
De afbakening aan de hand van SBI-codes alleen is te grof, omdat onder deze codes ook bedrijven vallen die niet tot de scope van digitale infrastructuur behoren. De webscrape-methode (Bijlage I) maakt het mogelijk een verdere selectie te maken op bedrijven die onder één van de SBI-codes vallen. Door middel van webscraping is vastgesteld dat de sector digitale infrastructuur in totaal zo'n 3.548 bedrijven telt, zichtbaar in Figuur 3.1. Deze resultaten laten zien dat binnen de DI-sector in absolute zin de meeste bedrijven in de sector Advisering en ondersteuning op het gebied van ICT (SBI 62.02) geconcentreerd zijn. Dit zijn er ongeveer 2.000, ruim de helft van het totaal aantal bedrijven in de sector.

Figuur 3.1 Absolute omvang van de DI-sector in Nederland



Bron: LISA, bewerking Ecorys.

In relatieve zin bevatten de telecommunicatiesectoren (SBI 61.10, 61.20, 61.30) het grootste aandeel bedrijven die binnen de definitie van DI vallen. Deze sectoren bevatten in absolute zin echter niet een groot deel van de bedrijvigheid (100 bedrijven). Figuur 3.2 geeft dit relatieve aandeel in percentages weer.

Figuur 3.2 Relatieve aandeel van bedrijven binnen DI-sector scope, per SBI-code

Bron: LISA, bewerking Ecorys.

Validatie juiste bedrijven

Tijdens de validatiesessies van dit onderzoek is vastgesteld dat de webscrape-methode een goede manier is om te bepalen of een bedrijf een component van de digitale infrastructuur in haar bedrijfsvoering heeft. Echter kwam ook naar voren dat een aantal bedrijven die wel binnen de scope van dit onderzoek vallen soms onder zeer onlogische SBI-codes vallen.⁵ Reden hiervoor is dat de digitale infrastructuur een snel ontwikkelende sector is met partijen wiens activiteit mogelijk recent pas is veranderd is naar digitale dienstverlening, of omdat de nieuwe activiteit nog niet juist in de bestaande SBI-indeling is opgenomen. Als validatie op de compleetheit van bedrijven zijn de ledenlijsten van DINL, de Dutch Data Center Association, Dutch Cloud Community, AMS-IX, en NBIP aanvullend op de lijst voortkomend uit de webscrape meegenomen. Dit brengt het totaal van **3.853** bedrijven die volgens deze afbakening binnen de sector digitale infrastructuur vallen.

Daarnaast gaf de sector aan dat een klein deel van de bedrijven het gros van de economische activiteiten uitvoert. Dit beperkte aantal bedrijven is verantwoordelijk is voor het leeuwendeel van de economische waarde van de keten en verdient daarom een nauwkeurige blik om de validiteit van de gegevens te kunnen garanderen. Om transparant te zijn over hoe de grootste bedrijven worden meegenomen in het onderzoek, is in Bijlage III een overzicht te vinden van de bedrijven met meer dan 500 fte die in de analyse onder een SBI-code zijn meegenomen (en dus niet onder de noemer >500 fte). Dit heeft te maken met de mate waarop de economische activiteit van deze bedrijven wordt meegenomen, wat later in dit hoofdstuk (paragraaf 3.2) wordt toegelicht.

Grootte van de sector in perspectief

Volgens onderzoek van TheMETISfiles en PB7 omvat de sector digitale infrastructuur circa 5.500 bedrijven.⁶ Dit aantal ligt in dezelfde ordegrootte als de 3.853 bedrijven in dit onderzoek, maar komt niet exact overeen vanwege een verschil in afbakening. De afbakening van bedrijven gehanteerd door TheMetisfiles en PB7 lijkt nauwer, aangezien zij digitale infrastructuur definiëren als cloud- en hosting providers, datacenter en netwerkproviders, en

⁵ DHPA, DDA, ISPCoconnect, TheMETISfiles (2017). Fundament Digitale Economie.

⁶ The Metis Files & PB7 (2020). De Toekomst van de Digitale Economie – Tijd voor Fundamentele Keuzes.

voorliggend onderzoek aansluit op de afbakening van TNO. Ook worden in het onderzoek van TheMetisfiles en PB7 kleinere bedrijven (>5 fte) niet buiten beschouwing gelaten en worden grote bedrijven (>500 fte) wiens primaire bedrijfsvoering niet gericht is op digitale infrastructuur niet meegenomen.

ACM heeft in haar register van geregistreerde ondernemingen telecommarkt 836 ondernemingen als aanbieder van openbaar elektronisch communicatienetwerk en 1.517 ondernemingen als aanbieder van een openbare elektronische communicatiedienst opgenomen. Echter is de afbakening die door ACM is gehanteerd niet duidelijk vergelijkbaar met telecom als gedefinieerd door TNO, ook omdat pakketdiensten en postvervoerdiensten in hetzelfde register staan (weliswaar onder een andere classificatie). Om dit aantal te kunnen vergelijken, moet in de analyse van Ecorys worden gekeken naar SBI-codes 61.10, 61.20 en 61.90, waar het totale aantal bedrijven 290 is. Een groot verschil, mogelijk verklaarbaar door verschil in afbakening en het feit dat bedrijven met minder dan 5 fte niet in deze analyse worden meegenomen.

Classificering

De bedrijven die zich binnen de scope van de DI-sector bevinden, zijn vervolgens verder geanalyseerd (d.m.v. webscraping) om hun precieze werkzaamheden te achterhalen. Hiermee kunnen de bedrijven verder worden ingedeeld naar de functie die zij binnen de DI vervullen. Op basis van de beschrijving van TNO onderscheiden wij drie categorieën van functies binnen de DI:

- **Gegevenstransport**
Hieronder vallen werkzaamheden omtrent het opereren, behouden en uitbreiden van de infrastructuur die het transport van digitale gegevens faciliteert.
[TNO: Aansluitnetwerken, backboneverbindingen, zeekabels, telecomcorenetwerken.](#)
- **Gegevensverwerking**
Hieronder vallen werkzaamheden omtrent de grootschalige centrale verwerking en hosting van data.
[TNO: datacenters, clouddiensten, hosting en gevirtualiseerde onderdelen.](#)
- **Ondersteuning**
Hieronder vallen diensten die nodig zijn voor het goed blijven functioneren van vitale systemen die bedrijven en consumenten verbinden met de DI.
[TNO: advisering.](#)

Tabel 3.2 geeft, voor de bedrijven die binnen de DI vallen, per SBI-code weer binnen welke categorie deze bedrijven vallen.

Tabel 3.2 Onderverdeling DI bedrijven binnen SBI codes naar categorie

SBI-code	Dominante categorie
SBI 42.22 - Leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels	Gegevenstransport
SBI 61.10 - Draadgebonden telecommunicatie	Gegevenstransport
SBI 61.20 - Draadloze telecommunicatie	Gegevenstransport
SBI 61.30 - Telecommunicatie via satelliet	Gegevenstransport
SBI 61.90 - Overige telecommunicatie	Gegevenstransport
SBI 62.02 - Advisering en ondersteuning op het gebied van informatietechnologie	Ondersteuning
SBI 62.09 - Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatietechnologie	Ondersteuning
SBI 63.11 - Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	Gegevensverwerking, ondersteuning ⁷
Overige grote bedrijvigheid Bedrijven > 500fte	Gegevenstransport, gegevensverwerking, ondersteuning ⁸

Bron: Ecorys.

3.2 Meegerekende waarde

Het feit dat een bedrijf volgens de webscrape binnen de sector digitale infrastructuur valt, betekent niet dat alle economische activiteit die het bedrijf genereert ook samenhangt met digitale infrastructuur. Denk aan een bedrijf dat zowel elektriciteitskabels als glasvezelkabels legt. Daarbij is de webscrape een te grof instrument om exact vast te stellen in welke mate het bedrijf glasvezel aanlegt of cloudhosting aanbiedt.

Hierom wordt op basis van de SBI-code van een bedrijf een weging meegenomen voor de meerwaarde op de digitale infrastructuur. Deze percentages zijn aanvankelijk vastgesteld op basis van inschattingen van experts. Daarna zijn de percentages in een validatiesessie voorgelegd aan een brede set stakeholders, bestaande uit onderzoekers, overheid, markt-partijen en brancheverenigingen."(zie Bijlage II). Hieruit zijn de uiteindelijke percentages in Tabel 3.3 tot stand gekomen.

Deze weging is alleen toegepast op de bedrijven die door middel van de webscrape zijn geselecteerd, wat inhoudt dat volgens publiek beschikbare informatie zij *iets* doen wat samenhangt met digitale infrastructuur. Om wederom het voorbeeld te nemen van bedrijven in SBI 42.22, bedrijven die alleen elektriciteitskabels aanleggen zijn dus niet geselecteerd. Hierdoor wordt de aanname dat, van de bedrijven die uit de webscrape naar voren zijn gekomen, 75% van de economische activiteiten samenhangt met digitale infrastructuur plausibel. Daarnaast is gekozen om bedrijven die in SBI 62.02 en 62.09 vallen, en daardoor onder de categorieën adviesbureaus en overige dienstverlenende activiteiten vallen, slechts voor 25% mee te nemen.

⁷ Uit de webscrape kwamen deze twee categorieën als even dominant naar voren

⁸ Uit de webscrape kwam voor deze groep bedrijven geen dominante categorie naar voren. Dit was te verwachten, aangezien de bedrijven die hieronder vallen niet uit één SBI-code of sector komen.

In bijlage III is een gevoeligheidsanalyse te zien omtrent deze percentages. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat de percentages voor de grote bedrijven (5%) en SBI 62.02 de meeste impact op de uitkomsten van dit onderzoek hebben. Deze gevoeligheid komt voort uit de grote waarde die de bedrijven in deze categorieën vertegenwoordigen, en de relatief kleine percentuele mate waarop de economische waarde van deze bedrijven wordt meegenomen in het onderzoek.

Tabel 3.3 Fractie meegenomen meerwaarde van bedrijven binnen de DI, per sector

SBI	Geschat % aandeel DI
42.22: Leggen van elektriciteits- en telecom. kabels	75%
61.10: Draadgebonden telecommunicatie	100%
61.20: Draadloze telecommunicatie	100%
61.30: Telecommunicatie via satelliet	100%
61.90: Overige telecommunicatie	100%
62.02: Advisering en ondersteuning op het gebied van IT	25%
62.09: Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van IT	25%
63.11: Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	100%
Overige grote bedrijvigheid	5%

Voorbeeldberekening totale meegenomen toegevoegde waarde

Voor extra duidelijkheid over de berekening van de uiteindelijk meegenomen toegevoegde waarde volgt hier een voorbeeldberekening met tien fictieve bedrijven binnen SBI 42.22. De berekening betreft drie stappen:

1. Bepaling van aanvankelijke totale meerwaarde

In dit voorbeeld rekenen we met tien fictieve bedrijven uit SBI 42.22. Deze tien bedrijven hebben bij elkaar een totale toegevoegde waarde van €100 miljoen (aldus CBS microdata).

2. Filtering van bedrijven d.m.v. webscraping

De webscrapingmethodiek geeft inzage in de specifieke soort activiteiten per bedrijf. In dit voorbeeld geeft de webscraper aan dat zes van de tien bedrijven binnen de scope van de DI behoren. Deze zes bedrijven hebben bij elkaar (in dit voorbeeld) een totale toegevoegde waarde van €40 miljoen (aldus CBS microdata).

3. Berekening van aandeel meegenomen meerwaarde

De zes bedrijven die binnen de DI vallen, leveren bij elkaar €40 miljoen aan toegevoegde waarde. De fractie die hiervan aan de DI wordt toegeschreven is 75%, te vinden bij SBI 42.22 in Tabel 3.3.

De totale meegenomen toegevoegde waarde wordt dan:

€40 miljoen * 75% = €30 miljoen

3.3 Directe economische waarde

Deze selectie van bedrijven en kwantificering van het aandeel DI zorgt ervoor dat de directe economische impact van de sector digitale infrastructuur in Nederland kan worden bepaald. De directe impact wordt getoond aan de hand van cijfers van productie, directe toegevoegde waarde, werkgelegenheid en buitenlandse investeringen verkregen uit de CBS-microdata.

3.3.1 Productie

De productie van de populatie, gecorrigeerd voor de percentages in Tabel 3.4, in zijn totaliteit € 42 miljard. De meeste productie vindt plaats in SBI-code 61.90, terwijl deze SBI-code maar een beperkt aantal bedrijven bevat. Hetzelfde valt op voor SBI-codes 61.10, 61.20 en 61.30, omdat ook hier een grote hoeveelheid productie bevonden is ten opzichte van een relatief laag aantal bedrijven. Dit is te verklaren door het feit dat de eerder beschreven grote marktspelers (onder meer VodafoneZiggo, KPN en T-Mobile) zich in deze SBI-codes bevinden. Omdat zij verschillende dochterondernemingen en sub-bedrijven met andere KvK-nummers hebben, zijn zij verspreid over deze vier SBI-codes.

Tabel 3.4 Productie digitale infrastructuur NL per SBI

SBI	Productie DI (in mln.)
4222: Leggen van elektriciteits- en telecom. kabels	€4.384
6110: Draadgebonden telecommunicatie	€5.502
6120: Draadloze telecommunicatie	€3.297
6130: Telecommunicatie via satelliet	
6190: Overige telecommunicatie	€8.579
6202: Advisering en ondersteuning op het gebied van IT	€7.315
6209: Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van IT	€2.915
6311: Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	€5.669
Overige grote bedrijvigheid	€3.759
Totaal	€41.387

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys.

3.3.2 Directe toegevoegde waarde

De directe toegevoegde waarde weerspiegelt de directe bijdrage die de bedrijven binnen de scope hebben geleverd aan de Nederlandse economie, in andere woorden, de directe bijdrage aan het BBP. Hiermee wordt bedoeld hoe veel meerwaarde de bedrijven hebben kunnen creëren door middel van het verkopen van goederen en diensten, met de goederen en diensten die zij zelf hebben ingekocht. Tabel 3.5 geeft de directe toegevoegde waarde per SBI-sector weer. De totale toegevoegde waarde komt neer op €15,8 miljard en heeft een vergelijkbare onderlinge verdeling als de productie van de sector, namelijk dat de meeste toegevoegde waarde in de bedrijven die zich in de sectoren 61.10, 61.90 en 62.02 bevinden wordt gerealiseerd.

Tabel 3.5 Directe toegevoegde waarde digitale infrastructuur NL per SBI

SBI	Toegevoegde waarde DI (in mln.)
4222: Leggen van elektriciteits- en telecom. kabels	€1.231
6110: Draadgebonden telecommunicatie	€2.973
6120: Draadloze telecommunicatie & 6130: Telecommunicatie via satelliet	€1.259
6190: Overige telecommunicatie	€3.599
6202: Advisering en ondersteuning op het gebied van IT	€2.618
6209: Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van IT	€629
6311: Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	€2.014
Overige grote bedrijvigheid	€1.498
Totaal	€15.823

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys.

3.3.3 Directe werkgelegenheid

De directe werkgelegenheid geeft een beeld van de hoeveelheid werkzame personen binnen de bedrijven die binnen de scope van het onderzoek vallen. Deze hoeveelheid werkgelegenheid wordt uitgedrukt in voltijdequivalenten (fte). Hierbij wordt gecorrigeerd voor werkzame personen die niet op de loonlijst staan maar wel binnen een bedrijf werkzaam zijn (bijvoorbeeld inhuur of detachering). In totaal bevat de sector DI grofweg 95 duizend fte, waarvan het grootste aandeel zich in de SBI 'adviesing en ondersteuning op het gebied van IT bevindt'.

Tabel 3.6 Directe werkgelegenheid digitale infrastructuur NL per SBI

SBI	Werkgelegenheid DI (in fte)
4222: Leggen van elektriciteits- en telecom. kabels	13.564
6110: Draadgebonden telecommunicatie	11.951
6120: Draadloze telecommunicatie & 6130: Telecommunicatie via satelliet	2.640
6190: Overige telecommunicatie	14.931
6202: Advisering en ondersteuning op het gebied van IT	21.178
6209: Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van IT	6.896
6311: Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	16.957
Overige grote bedrijvigheid	7.878
Totaal	95.995

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys

Directe economische impact in perspectief

Volgens onderzoek van TheMETISfiles en PB7 omvat de sector digitale infrastructuur circa 5.500 bedrijven met een gezamenlijke omzet van €6,1 miljard, een toegevoegde waarde van €4,8 miljard en 21.800 werkzame personen in 2019.⁹ Hierbij is toegevoegde waarde op dezelfde wijze gedefinieerd als in voorliggend onderzoek, bestaande uit directe toegevoegde

⁹ The Metis Files & PB7 (2020). De Toekomst van de Digitale Economie – Tijd voor Fundamentele Keuzes.

waarde en indirecte waarde. Ook is gebruik gemaakt van CBS-data en een input-outputanalyse. De verklaring voor de afwijkende verhouding tussen bedrijven, omzet en toegevoegde waarde ligt in de gekozen afbakening. De afbakening van bedrijven gehanteerd door TheMetisfiles en PB7 is nauwer dan die van TNO, aangezien zij digitale infrastructuur alleen definiëren als cloud- en hosting providers, datacenters en netwerkproviders. Ook worden in het onderzoek van TheMetisfiles en PB7 kleinere bedrijven (>5 fte) niet buiten beschouwing gelaten en worden grote bedrijven (>500 fte) wiens primaire bedrijfsvoering niet gericht is op digitale infrastructuur niet meegenomen. Dit verklaart waarom in deze studie met minder bedrijven, een grotere economische waarde wordt gepresenteerd.

De Dutch Data Center Association noemt dat in 2021 109.000 Nederlandse banen sterk afhankelijk waren van de digitale infrastructuur, waarvan 11.000 specifiek in datacenters.¹⁰ De bevindingen omtrent datacenters komen overeen met de bevindingen in de analyse van Ecorys, wanneer gekeken wordt naar de directe werkgelegenheid. Bedrijvigheid van datacenters bevindt zich in de analyse van Ecorys onder SBI 63.11. De hoeveelheid banen - 109.000 - is gebaseerd op onderzoek van o.a. Techleap.nl, waarbij de scope bedrijven bevat die sterk gebruik maken van de digitale infrastructuur (e.g. Booking.com, Bol.com).¹¹ Deze bedrijvigheid rekenen we niet toe aan de directe en indirecte baten die we in dit hoofdstuk in kaart brengen. Wel gaan we later in deze studie in op de bredere maatschappelijke impact van de digitale infrastructuur, inclusief de bedrijvigheid die in sterke mate afhankelijk is van de beschikbaarheid van de digitale infrastructuur (Hoofdstuk 4).

Naast datacenters vallen ook clouddiensten onder SBI-code 63.11. ACM rapporteert dat de omzet van clouddiensten in Nederland anno 2020 zo'n €3 miljard is, gebaseerd op onderzoek van Statista.¹² De meeste aanbieders zijn kleine bedrijven met slechts één werkzaam persoon, maar een klein aantal aanbieders heeft 100 of meer werkzame personen. De grootste partijen op de Nederlandse cloudmarkt zijn Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure en Google Cloud Platform (GCP).^{13 14} Vergelijkend met de productie in SBI 63.11 volgens de analyse van Ecorys, lijkt het bedrag van €3 miljard voor alleen clouddiensten hoger dan de resultaten van Ecorys, namelijk €4 miljard voor de hele SBI-code. Echter is de microdata van CBS een steekproef waarbij alleen de grotere bedrijven worden gecontroleerd, wat het verschil in productie verklaart als clouddiensten veelal eenmanszaken zijn.

Oudere studies omtrent omzet en toegevoegde waarde zoals uitgevoerd door Dialogic¹⁵ maken alleen gebruik van CBS-statistieken uit SBI-sector 61. Daarmee is wel dezelfde bron gebruikt als in de voorliggende studie, maar met gebruik van een andere (minder gedetailleerde) afbakening.

¹⁰ Dutch Data Center Association (2021). The Roadmap to Recovery.

¹¹ Techleap.nl, CBRE, Dealroom.co (2020). Startup jobs are a growth engine worth strengthening.

¹² Statista (2023). Omzet van de publieke cloudmarkt in Nederland van 2016 tot 2025 per segment.

¹³ CBS (2021). Aanbieders clouddiensten.

¹⁴ Autoriteit Consument & Markt (2022) - Openbare Marktstudie cloudservices.

¹⁵ Dialogic (2012) - De bijdrage van de telecomsector aan de economische groei in Nederland.

3.3.4 Directe economische waarde per categorie infra

De directe toegevoegde waarde en werkgelegenheid zijn tot slot weergegeven in de vorm van de categorieën uit Tabel 3.2. Het gros van de toegevoegde waarde en werkgelegenheid bevindt zich in de activiteiten omtrent gegevenstransport, gevolgd door ondersteuning en gegevensverwerking. Het verschil in verhouding van toegevoegde waarde en werkgelegenheid tussen gegevenstransport en ondersteuning is te verklaren door het feit dat ondersteuning veelal uit advieswerkzaamheden bestaat die relatief arbeidsintensief zijn.

Tabel 3.7 Directe economische waarde digitale infrastructuur NL per categorie infra

Categorie	Toegevoegde waarde (in mln.)	Werkgelegenheid (in fte)
Gegevenstransport	€ 9.562	45.712
Gegevensverwerking	€ 1.506	11.105
Ondersteuning	€ 4.754	39.178
Totaal	€ 15.8239	95.995

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys.

3.4 Indirecte waarde

De bevindingen in deze paragraaf komen voort uit de input-outputanalyse. De indirecte economische impact geeft de waarde aan van uitbestedings- en toeleveringsrelaties aan bedrijven in de digitale infrastructuur weer. Bedrijven die digitale infrastructuur leveren, maken immers gebruik van de goederen en diensten van andere bedrijven om zo tot productie te kunnen komen. Dit heeft betrekking op zowel de opwaartse als de neerwaartse relaties in de waardeketen; met andere woorden, afnemers en toeleveranciers. De toegevoegde waarde en toename in werkgelegenheid van de aanleverende partijen kunnen dus indirect door de bedrijven binnen scope worden gerealiseerd.

Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van de nationale input-outputtabel van het CBS. Dit is een matrix die voor elke combinatie van twee economische sectoren de (kwantitatieve) waarde van de onderlinge handelsrelaties weergeeft. Hieruit heeft Ecorys berekend hoe groot de doorwerking van de digitale infrastructuur in de rest van de economie is. Deze verhouding heet de 'multiplier'. De multiplier geeft aan hoeveel economische waarde of werkgelegenheid ontstaat per euro of baan aan directe economische waarde van de bedrijven die onder de digitale infrastructuur vallen. Zodoende is de directe toegevoegde waarde en directe werkgelegenheid van digitale infrastructuur vermenigvuldigd met de multipliers, om de indirecte toegevoegde waarde en de indirecte werkgelegenheid te berekenen. De multipliers zijn weergegeven in Tabel 3.8 en geordend per SBI-groep.

Tabel 3.8 Multipliers input-outputanalyse

Multiplier indirecte meerwaarde	Multiplier werkgelegenheid	Multiplier toegevoegde waarde
Grond, water en wegenbouw	2,6	2,3
Telecommunicatie	2,6	1,4
IT-dienstverlening	1,5	1,5
Diensten op het gebied van informatie	1,7	1,5

Dit leidt tot een indirecte toegevoegde waarde van €8,4 miljard en een indirecte werkgelegenheid van grofweg 107 duizend banen.

Tabel 3.9 Indirecte economische waarde digitale infrastructuur NL per SBI

SBI	Toegevoegde waarde (in mln.)	Werkgelegenheid (in fte)
4222: Leggen van elektriciteits- en telecom. kabels	€ 516	21.123
6110: Draadgebonden telecommunicatie	€ 1.246	18.610
6120: Draadloze telecommunicatie & 6130: Telecommunicatie via satelliet	€ 528	4.111
6190: Overige telecommunicatie	€ 1.508	23.250
6202: Advisering en ondersteuning op het gebied van IT	€ 1.310	11.624
6209: Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van IT	€ 315	3.785
6311: Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	€ 1.039	1.1258
Overige grote bedrijvigheid	€ 1.974	12.754
Totaal	€ 8.437	106.516

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys.

3.5 Buitenlandse investeringen

De microdata van CBS maakt het mogelijk om een inzicht te geven in de mate waarin de bedrijven die onderdeel zijn van de populatie van digitale infrastructuur actief zijn in het buitenland. Door vergelijkbare buitenlandse databronnen te combineren, geeft het bronbestand INWARD FATS een inkijk in de verhouding productie, toegevoegde waarde, werkgelegenheid, bruto investeringen, intramurale R&D bestedingen en aandeel R&D personeel. De verhouding tussen Nederland en alle andere landen waarin deze bedrijven actief zijn, is zichtbaar in Tabel 3.10.

Hieruit valt op te maken dat de bedrijven waarvoor data beschikbaar is, grofweg 60% van hun productie en toegevoegde waarde in Nederland verdienen. Ook de werkgelegenheid ligt voor rond de 60% in Nederland, wat inhoudt dat deze bedrijven gemiddeld ook zeer actief zijn in het buitenland. Echter lijkt R&D voornamelijk binnen Nederland te gebeuren met R&D-investeringen en personeel voor 90% in het binnenland. Hieruit maken wij op dat deze bedrijven zeer actief zijn buiten de Nederlandse landsgrenzen, maar voornamelijk binnenlands innoveren.

De reden dat hier geen absolute getallen worden genoemd, ligt in het ontbreken van informatie voor het gros van de bedrijven in de populatie. Tabel 3.10 geeft een indicatief beeld van de verhouding binnenlandse en buitenlandse activiteit voor de bedrijven waarvan internationale informatie beschikbaar is. Vanwege het anonieme karakter van de CBS-microdata zijn deze precieze bedrijven onbekend.

Tabel 3.10 Verhouding economische parameters populatie DI Nederland en buitenland

	Nederland	Buitenland
Productie	55%	45%
Toegevoegde waarde	61%	39%
Werkgelegenheid	62%	38%
Bruto investeringen	63%	37%
Intramurale R&D bestedingen	90%	10%
Totale aandeel R&D personeel	87%	13%

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys

3.6 Bevindingen in perspectief

De resultaten van deze analyse geven samenvattend aan dat 3.853 Nederlandse bedrijven tot de sector digitale infrastructuur behoren. De productie, werkgelegenheid, toegevoegde waarde en buitenlandse investeringen die de bedrijvigheid toeschrijven aan de digitale infrastructuur is weergegeven in Tabel 3.11. In deze paragraaf worden deze resultaten afgezet tegen andere sectoren in de Nederlandse economie.

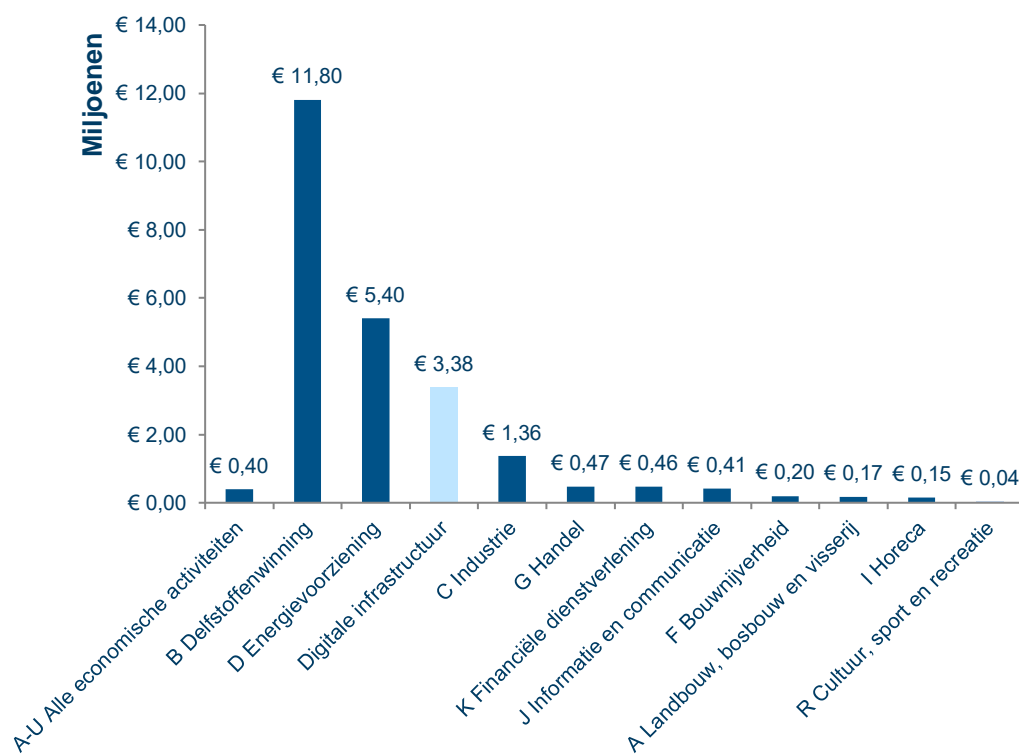
Tabel 3.11 Samenvattende tabel sector DI

	Directe en indirecte waarde
Aantal bedrijven	3.853
Productie DI (in mln.)	€ 41.387
Toegevoegde waarde DI (in mln.)	€ 24.260
Werkgelegenheid DI	202.511

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys

Figuur 3.3 laat de gemiddelde toegevoegde waarde per bedrijf zien voor de Nederlandse economie als geheel aan de linkerkant, en vervolgens per SBI-sector. Aan de rechterkant staat de gemiddelde toegevoegde waarde per bedrijf voor de sector digitale infrastructuur als berekend in deze studie. Met slechts 0,2% van de Nederlandse bedrijven is de sector digitale infrastructuur goed voor 2,4% van de directe toegevoegde waarde van de Nederlandse economie. De figuur laat zien dat dit relatieve aandeel boven het Nederlands gemiddelde ligt.

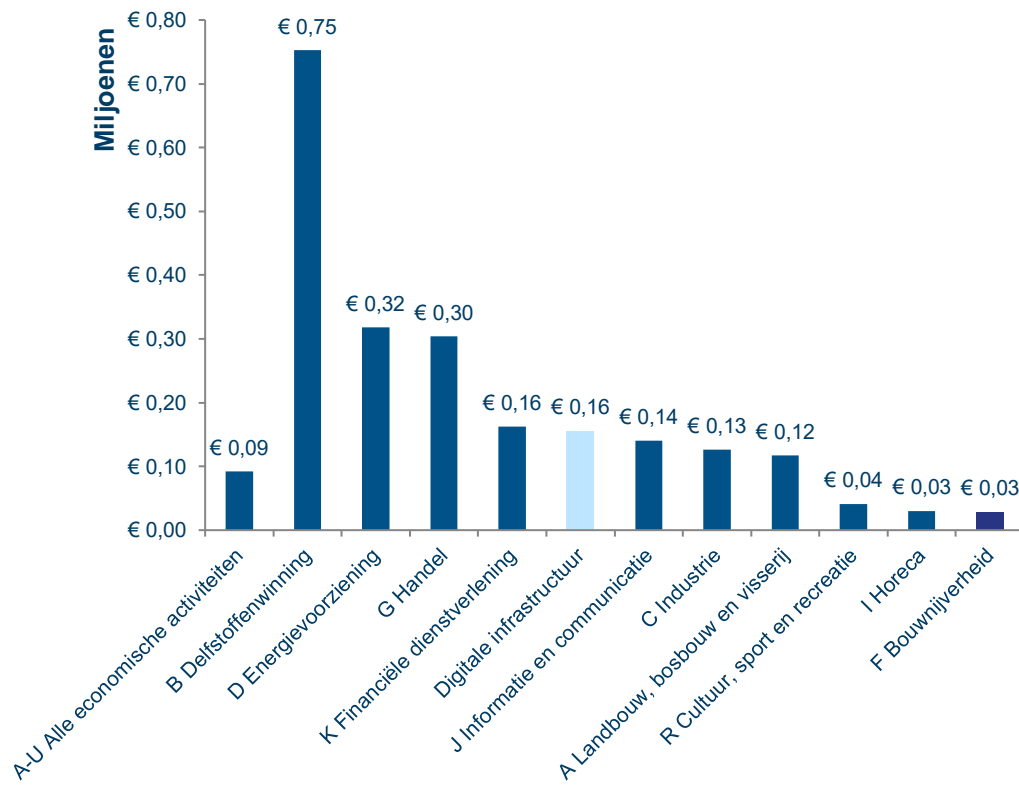
Figuur 3.3 Gemiddelde toegevoegde waarde per bedrijf Nederlandse sectoren



Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys.

Figuur 3.4 toont dezelfde vergelijking, maar dan voor gemiddelde toegevoegde waarde per werknemer. Grofweg 1,1% van de Nederlandse beroepsbevolking is actief in de sector DI. De gemiddelde toegevoegde waarde per werknemer is tweemaal zo hoog als het landelijk gemiddelde, vergelijkbaar met de sector financiële dienstverlening.

Figuur 3.4 Gemiddelde toegevoegde waarde per werknemer Nederlandse sectoren



Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys.

4 Gebruik digitale infrastructuur

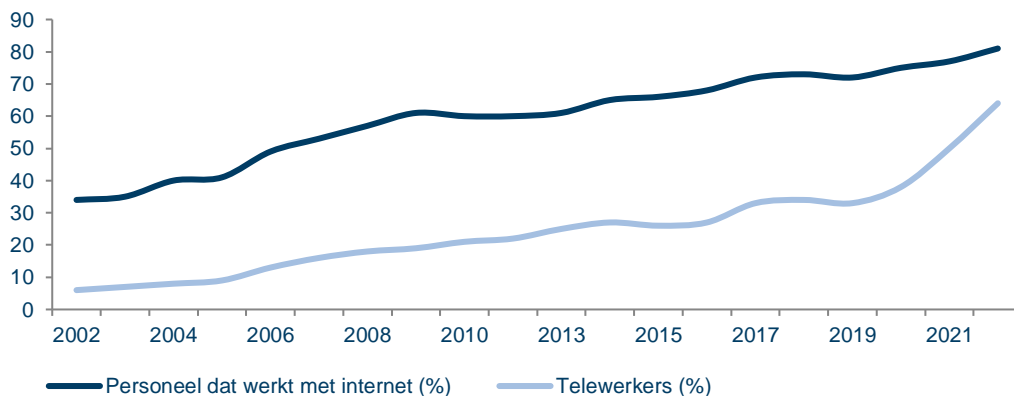
Het gebruik van de digitale infrastructuur wordt in dit hoofdstuk op twee manieren beschreven. In de eerste plaats beschrijven wij de mate waarin de Nederlandse economie gedigitaliseerd is, of anders gezegd: de mate waarin bedrijven direct afhankelijk zijn van digitale infrastructuur. Dit komt in paragraaf 6.1 aan de orde.

Daarnaast onderscheiden we de impact van digitale infrastructuur op de brede welvaart in Nederland; in feite een aanvullend tweede orde-effect. Dit wordt in paragraaf 6.2 uitgewerkt. Voor een aantal relevante brede welvaartsthema's is onderzocht welke impact digitale infrastructuur heeft op deze thema's. Dit is gedaan aan de hand van een reeks diepte-interviews met experts. De lijst met gesprekspartners van deze interviews is te vinden in Bijlage II.

4.1 Gedigitaliseerde economie

De digitalisering van de Nederlandse economie neemt ieder jaar toe; steeds meer bedrijven zijn afhankelijk van een goede digitale infrastructuur. Europees gezien is Nederland relatief sterk gedigitaliseerd, met in 2022 een derde notering op de Europese [Digital Economy and Society Index \(DESI\)](#).¹⁶ Volgens het CBS werkt inmiddels ruim 80 procent van alle werkzame personen in Nederland in zijn of haar functie met internet (Figuur 4.1). Uit deze figuur blijkt eveneens dat steeds meer mensen thuiswerken.

Figuur 4.1 Groei van internetgebruik onder werkzame personen



Bron: CBS (2023).

Op basis van bovenstaand gegeven, kan worden afgeleid hoe groot de afhankelijkheid van de Nederlandse werkzame beroepsbevolking en het BBP ongeveer is van digitale infrastructuur.

¹⁶ European Commission (2022). Digital Economy and Society Index (DESI) 2022

Tabel 4.1 Afhankelijkheid Nederlandse economie digitale infrastructuur

	Werkzame personen	Toegevoegde waarde
Afhankelijk van digitale infrastructuur	7.831.080	€ 776 miljard
Niet afhankelijk van digitale infrastructuur	1.836.920	€ 182 miljard
Totale Nederlandse economie	9.668.000	€ 958 miljard

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys

Deze cijfers geven een indicatie van de afhankelijkheid van de Nederlandse economie van digitale infrastructuur. Dat wil echter niet zeggen dat digitale infrastructuur ook volledig verantwoordelijk is voor €776 miljard aan toegevoegde waarde in de Nederlandse economie. Het werkelijke productiviteitseffect wordt door economen namelijk geschat op 0,6% voor iedere 10% extra beschikbaarheid van ICT.¹⁷ Recentelijk werd tijdens de coronacrisis bevestigd dat de digitale infrastructuur heeft bijgedragen aan het behoud van productiviteit; de goede digitale infrastructuur en de benutting ervan in Nederland zorgde ervoor dat Nederland relatief goed uit de coronacrisis is gekomen.¹⁸

In een recente publicatie van CBS wordt de digitale economie getypeerd als 9,2% van de totale bruto toegevoegde waarde van 2019.¹⁹ Omgerekend komt dit neer op 'zo'n €85 miljard. Dit betreft een optelsom van alle digitale bedrijfstakken in Nederland volgens het OESO-raamwerk, waarin gebruik wordt gemaakt van zogenaamde "digitale aanbod- en gebruikstabellen". Wanneer deze verdeling wordt toegepast op het jaar daarvoor, komt men tot de conclusie dat de digitale economie volgens deze methode met 15% is gegroeid. Wederom een indicatie dat de digitale economie sneller groeit dan de totale Nederlandse economie.

Eerder onderzoek toonde aan dat 50.000 Nederlandse bedrijven een groot deel van hun omzet via internet behalen, waaronder webshops en internet gerelateerde ICT-bedrijven.²⁰ Een studie van CBS uit 2016 schatte de hoeveelheid banen gerealiseerd dankzij de aanwezigheid van de digitale economie op 345.000 (4.4% van de totale beroepsbevolking toentertijd), met een gecombineerde omzet van €104 miljard. In hun rapportage vergelijken zij de impact van de digitale economie als vergelijkbaar met die van de bouw, transport en horeca.²¹

De e-commerce sector is een perfect voorbeeld van de digitale economie, namelijk economische productie waarvan het gebruik volledig afhankelijk is van de digitale infrastructuur. Ondanks dat Nederland een relatief klein Europees land is, speelt het als vijfde grootste e-commercemarkt in Europa in deze markt een significante rol. In 2021 was de netto-omzet in Nederland voor de online verkoop van fysieke goederen goed voor zo'n €20,5 miljard. Anno 2021 waren er 14,1 miljoen e-commercegebruikers in Nederland, ongeveer 80% van de bevolking. De grootste partijen, met bijbehorende wereldwijde omzet, worden getoond in Tabel 4.2.²²

¹⁷ Cardona, M., Kretschmer, T., Strobel, T. (2013). ICT and productivity: conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy*, Volume 25, Issue 3, September 2013, pp. 109-125.

¹⁸ CPB (2023). Snel herstel Nederlandse economie mogelijk te danken aan digitalisering. [Link](#)

¹⁹ CBS (2023). De digitale economie beter inzichtelijk gemaakt.

²⁰ CBS en Dataprovider (2019).

²¹ CBS (2016). Measuring the internet economy.

²² Flanders Investment & Trade (2021). E-commerce in Nederland.

Tabel 4.2 Nederlandse online winkels met de grootste omzet in 2021

	Bol.com	AH.nl	Coolblue.nl	Zalando.nl	wehkamp.nl
Hoofdkantoor	Utrecht	Zaandam	Rotterdam	Berlijn	Zwolle
Ranglijst #	1	2	3	4	5
Globale omzet 2021	€2,1 miljard	€1,5 miljard	€1,4 miljard	€838,7 miljoen	€790 miljoen

Bron: Flanders Investment & Trade (2021).

De verwachting is dat deze sector de komende jaren nog sterker zal groeien. PB7 en The METISFiles noemen reeds groeiverwachtingen in 2020 van 1,3 tot 3 keer zo hoog als de CPB-verwachting van de groei van het BBP. Zij berekenen ook de toegevoegde waarde van de digitalisering van de Nederlandse economie, waarvoor zij ook gebruik maken van een variant op een input-outputanalyse op basis van CBS-data. De digitaal toegevoegde waarde wordt door hen berekend door het totaal van de beloningen en sociale premies te relateren aan de digitale intensiteit en beloningspremium van de desbetreffende sector. Zo komen zij op een digitale toegevoegde waarde in 2019 van €242 miljard, ruim 33% van alle in Nederland toegevoegde waarde in 2019.⁸ Dit is een beduidend hoger bedrag dan CBS noemt in 2023 (9,2%), wat duidelijk maakt dat de gekozen afbakening van gedigitaliseerde economie een sterke invloed heeft op de berekende grootte.

4.2 Impact van digitale infrastructuur op de brede welvaart

Digitale infrastructuur is niet alleen belangrijk voor de economie in het perspectief van productiewaarde – dit is het smalle welvaartsbegrip – maar ook voor de brede welvaart in Nederland en de rest van de wereld. Met brede welvaart wordt bedoeld: alles wat mensen van waarde vinden.²³

Het kunnen beschikken over digitale infrastructuur is niet een breed welvaartsdoel op zichzelf. In plaats daarvan moet digitale infrastructuur gezien worden als een middel om brede welvaartseffecten te bewerkstelligen. Hier is een duidelijk metafoor zichtbaar met fysieke infrastructuur en mobiliteit, waar mobiliteit niet een doel op zich is, maar door middel van bereikbaarheid tot vergroting van de welvaart leidt.²⁴ Een autosnelweg heeft op zichzelf een bepaalde (intrinsieke) waarde, maar de weggebruikers die over de weg kunnen rijden bepalen de daadwerkelijke waarde doordat zij activiteiten kunnen ontplooiën.

Het fundament en het huis

In dit perspectief op brede welvaartseffecten geldt de metafoor van het fundament en het huis. Een fundament kan direct al waarde hebben, maar de waarde van het fundament wordt voor een groot deel ook bepaald door de waarde van het huis dat er bovenop staat. Meer details van het huis geven ook meer inzicht in de waarde van het fundament. En zonder huis heeft een fundament (los van de waarde van een eventuele optie om een huis te bouwen) nauwelijks tot geen waarde en omgekeerd is het bouwen van een huis zonder een goed fundament niet mogelijk.

²³ Raspe, O., Content, J., Thissen, M. (2019), Brede welvaart en regionale ontwikkelingen. Den Haag: PBL.

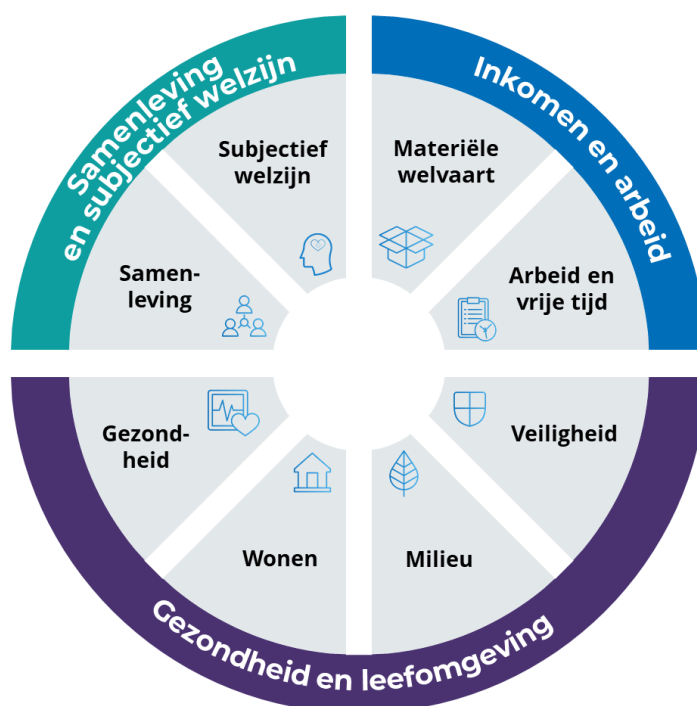
²⁴ Visser, J. & Wortelboer-van Donselaar, P. (2021), Uitwerking van brede welvaart voor de monitoring en evaluatie van mobiliteitsbeleid. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

In deze metafoor vormt de digitale infrastructuur het fundament, waarop vele huizen gebouwd kunnen worden en waarmee brede welvaartseffecten bewerkstelligd worden. Een hoogwaardige digitale infrastructuur (met snelle verbindingen, nauwelijks uitval en lage latency²⁵ - zowel mobiel als vast) zorgt ervoor dat digitale infrastructuur breed kan worden ingezet om de welvaartsdoelen en maatschappelijke uitdagingen (d.m.v. digitale tools en applicaties) te adresseren. De brede welvaartseffecten komen voort uit verschillende [use cases](#) in diverse thematische velden.

Om dit te operationaliseren naar analytische thema's, is het theoretisch kader van brede welvaart van CBS/PBL gehanteerd. Dit denkkader lijkt namelijk op dit moment het meeste draagvlak te genieten voor het beschrijven van brede welvaart. In Figuur 4.2 is het kader gevisualiseerd met de bijbehorende thema's.

Ecorys heeft met experts uit verschillende domeinen interviews gehouden om te bepalen welke bijdrage digitale infrastructuur heeft aan de brede welvaart in Nederland. Daarmee is in feite een verdiepingsslag aangebracht op de kwantitatieve analyses, omdat de brede welvaartseffecten inzichten geven op het niveau van outcome²⁶. Er zijn gesprekken met experts uit de volgende domeinen. Per domein/thema worden illustraties van brede welvaartseffecten (als gevolg van digitale infrastructuur) gegeven. Het betreft een niet-limitatief overzicht, wat inhoudt dat deze paragraaf geen uitputtend overzicht geeft van alle bijdragen van de digitale infrastructuur aan de bredere welvaart.

Figuur 4.2 Thematische indeling in brede welvaartseffecten



Bron: CBS Monitor Brede Welvaart (bewerking Ecorys).

²⁵ Latency is de mate van vertraging (meestal gemeten in milliseconde) in de gegevensoverdracht tussen zender en ontvanger. Dit staat los van de verbindingssnelheid, die aangeeft hoeveel informatie per seconde wordt overgedragen.

²⁶ Outcome is het maatschappelijke resultaat van een activiteit. Volgens beleidstheorie is outcome het gevolg van output: de meer tastbare resultaten van een activiteit. De werkgelegenheid en bruto toegevoegde waarde van digitale infrastructuur kunnen gezien worden als output, en de brede welvaartseffecten als outcome.

Gezondheid en subjectief welzijn

Binnen het thema gezondheid en welzijn speelt de aanwezigheid van digitale infrastructuur een sterke rol, voornamelijk in de zorgsector. Digitale toepassingen in de zorg hebben invloed op zowel de effectiviteit als de kwaliteit van geleverde zorg. Praktijkvoorbeelden zijn te vinden in gegevensuitwisseling, opslag van gegevens en monitoring van effectiviteit van behandeling. Het uitwisselen van historische en actuele medische gegevens, medicijngebruik of achterliggende kwalen is cruciaal binnen deze sector.²⁷ Hoe meer relevante informatie beschikbaar is voor de zorgprofessional, hoe minder kans op foutieve behandelingen, hoe sneller de reactietijd in kritieke situaties en hoe hoger de kwaliteit. Dit geldt voor bijna alle vormen van zorg, maar zeker wanneer het gaat om acute zorgverlening. Patiënten kunnen zelf niet goed op de hoogte zijn van de medicijnen of kwalen die zij hebben, waardoor een bepaalde ingreep of medicijn ernstige gevolgen kan hebben. Daarnaast komt het zeker bij spoedeisende hulp en ambulancezorg voor dat patiënten niet aanspreekbaar zijn, met de gevolgen van dien. Aangezien zorg een netwerk van verschillende partijen betreft, is goede gegevensuitwisseling cruciaal. Deze uitwisseling kan op sommige werkvelden binnen het zorgstelsel nog verbeteren, maar feit is dat digitale voorzieningen noodzakelijk zijn om deze uitwisseling gereed te krijgen.

Het feit dat patiëntgegevens digitaal kunnen worden uitgewisseld, zorgt voor continuïteit in het zorgproces. Het wisselen van huisarts wordt vergemakkelijkt doordat dossiers elektronisch kunnen worden uitgewisseld. Bovendien hoeft de patiënt veel minder vaak zijn of haar verhaal te doen tijdens behandeltrajecten. Ook wordt gezien dat de digitalisering zorgt voor een toename aan registraties van effectiviteit van behandeling en patiënten ervaring. Deze toename aan data zorgt ervoor dat medisch of beleidsonderzoek effectiever wordt. Juist voor dit zogenoemde secundair gebruik van medische gegevens werkt Health RI (mede gesteund door het nationaal groeifonds) aan een infrastructuur voor onderzoeksgegevens.

De digitalisering van de zorg geeft patiënten ook meer inzicht en autonomie over de zorg die zij ontvangen. De opkomst van persoonlijke gezondheidsomgevingen biedt patiënten een persoonlijke, veilige en gestructureerde onlineomgeving waarin zij vanuit huis medicijnen kunnen aanvragen, afspraken kunnen maken en zelfs eigen behandelingen uitvoeren. Met zogenaamde telemonitoring/telebegeleiding methodes kunnen bijvoorbeeld hartpatiënten zelf metingen doen in hun eigen omgeving, in plaats van dat zij hiervoor meermaals per jaar naar het ziekenhuis moeten gaan. Zo wordt er voorkomen dat deze controles te vroeg of te laat plaatsvinden en heeft de zorgverlener een aantal ontmoetingsmomenten minder, wat een voordeel is voor zowel patiënt als zorgverlener. Het aanbod van zorgpersoneel is schaars, waardoor dit soort efficiëntievoordelen hoog worden gewaardeerd onder zorgpersoneel. Zo draagt het ook bij aan de toegankelijkheid van de zorg. Digitale of hybride zorg wordt dan ook steeds meer onderdeel van de aangeboden zorg. Patiënten die vragen online kunnen stellen in plaats van naar de huisarts te gaan, ontlasten de praktijk. Hetzelfde geldt voor het online aanvragen van herhalingsrecepten. Er is live interactie mogelijk door digitale infrastructuur en in de toekomst mogelijk zelfs autonome behandelingen bij nog hogere connectiviteit (5/6G).

Gezondheidsapps of e-health zijn een alternatieve toepassing van digitale zorgverlening. Dit kan gezien worden als een levensstijlverbetering wanneer het ervoor zorgt dat een burger gezonder eet of meer sport, met preventieve zorg als gevolg. Anderzijds wordt bijvoorbeeld in de geestelijke gezondheidszorg in sommige gevallen gebruik gemaakt van specifieke

²⁷ KPMG (2021), Digitale gegevensuitwisseling en ICT-infrastructuur in het zorgdomein.

onlinemodules, toegepast op de manier waarop de patiënt zich op dat moment voelt. Door dagelijks in een online omgeving aan te geven hoe de patiënt zich op dat moment voelt, kan specifieke therapie of oefeningen geautomatiseerd, bijvoorbeeld met behulp van kunstmatige intelligentie, worden aangeraden.

Materiële welvaart

Deze paragraaf is een toevoeging op de materiële welvaart beschreven in de paragraaf 4.1. Ten aanzien van de materiële welvaart is, naast de gedigitaliseerde economie, de impact van digitale infrastructuur ook erg zichtbaar in de logistiek, waarmee goederenstromen en bevoorrading gewaarborgd worden. Digitale infrastructuur is in feite de 'enabler' van de logistiek, die op haar beurt de 'enabler' is voor materiële welvaart.

PortBase, de verbinder van alle Nederlandse havens die als doel heeft om logistieke verbindingen te optimaliseren door middel van datadeling in een eigen Port Community System, geeft aan dat digitale infrastructuur in Nederland inmiddels randvoorwaardelijk is geworden voor het functioneren van de havens. Met name de communicatie is afhankelijk van digitale infrastructuur. Dit heeft bijvoorbeeld betrekking op het aanmelden van vrachten voor controle bij de douane en voor overslag.

Volgens PortBase zou het uitvallen van de digitale infrastructuur inmiddels zorgen voor complete uitval van een haven. In 2017 bleek deze afhankelijkheid reeds, toen onder andere terminalbedrijf APM en rederij Maersk werden getroffen door een hack, waardoor een kwart van de havenactiviteiten stil kwam te liggen, met tientallen miljoenen euro's schade.²⁸ Tot in supermarkten werden in de eerste weken de gevolgen zichtbaar in de vorm van lege schappen.

Daarnaast zorgt digitale infrastructuur voor het beter kunnen plannen van de logistiek, waardoor hogere bezettingsgraden kunnen worden bereikt, resulterend in snellere aanlevering en lagere milieu-impact.

Milieu, leefomgeving en duurzaamheid

Om de kwaliteit van het milieu en onze leefomgeving te kunnen monitoren, wordt meetapparatuur gebruikt, meestal in de vorm van sensoren. Vaak is er zelfs sprake van een netwerk van sensoren, gedeeltelijk op de grond en gedeeltelijk in de lucht – bijvoorbeeld met satellieten. Deze zijn onderling verbonden door middel van bekabeld internet, 5G- en satellietcommunicatie om gegevens te kunnen uitwisselen en op te slaan. Zodoende kunnen tal van activiteiten gevolgd worden.

Het volgen van de lucht- en waterkwaliteit in steden en het landelijk gebied gebeurt al langer. Een meer recente trend is het benutten van digitale infrastructuur in de landbouw. Agrariërs gebruiken in toenemende mate GPS en 5G-verbindingen om landbouwvoertuigen te voorzien van plaatsbepaling en communicatie met meetinstrumenten op hun areaal, om veel preciezer de hoeveelheid pesticiden en irrigatie te kunnen bepalen. Deze zogeheten precisielandbouw zorgt voor minder gebruik van pesticiden en water, en daarmee een verbetering van de

²⁸ NRC (2017), Havenhack kost Nederland tientallen miljoenen. [Link](#)

milieukwaliteit en duurzaamheid.²⁹ Hiervoor is supersnelle, veilige en robuuste connectiviteit noodzakelijk.

Ten aanzien van duurzaamheid speelt nog een ander effect van digitale infrastructuur: het draagt in potentie bij aan het reduceren van het energieverbruik. Hiervan zijn er verscheidene voorbeelden te benoemen, onder meer: bij toepassing van 'smart grids' (slimme energienetten)³⁰, slimme mobiliteitsoplossingen die de doorstroming verbeteren³¹.

Mooie voorbeelden hiervan zijn onder andere te vinden in Oostenrijk en België. Een 'Smart City' project in Wenen werd gerealiseerd door gebruik te maken van een combinatie van innovatieve digitale oplossingen. Hierdoor werd de CO₂-footprint van een groot wooncomplex significant verminderd, namelijk met 71%. Het project wordt als zeer belangrijk gezien in de ambitie van de Wenen om haar ecologische voetafdruk te verminderen. In België zorgde het installeren van sensoren voor een optimalisatie in het beheer en onderhoud van windmolenparken. Door gebruik te maken van een AI-oplossing werd de hoeveelheid opgewekte energie verhoogd met 5-6%.³²

Ook op het gebied van circulariteit zorgen digitale toepassingen voor kansen. Producten uitgewisseld op het tweede-handplatform Marktplaats hebben een gemiddeld langere levensduur, wat de behoefte aan nieuwe producten (deels) wegneemt. Een berekening van CE Delft schatte de toename in levensduur van deze producten op 1,5, wat zij vertalen naar of 80 tot 140 kiloton CO₂-equivalenten in 2018.³³

Samenleving

Ten aanzien van de Nederlandse samenleving kunnen verschillende effecten van digitale infrastructuur onderscheiden worden. Een eerste belangrijke is het feit dat digitale infrastructuur voor een meer inclusieve samenleving kan zorgen. Door digitale infrastructuur kunnen burgers deelnemen aan activiteiten die voorheen fysieke aanwezigheid vereisten. Onderwijs, gezondheidszorg (consulten) en bepaalde overheidsdiensten kunnen in toenemende mate digitaal gebruikt worden, wat kansen biedt voor inwoners van afgelegen gebieden en mensen met een fysieke beperking.

Ten tweede beïnvloedt de digitale infrastructuur de mobiliteit van de bevolking. In het vorige decennium zijn vervoersmiddelen al in toenemende mate verbonden met satellieten (GPS) en de cloud geworden, om de kwaliteit van de reis te verhogen. Met name voor navigatie zijn voertuigen in toenemende mate afhankelijk van digitale infrastructuur.

De personenmobiliteit zal in de toekomst maximaal afhankelijk van digitale infrastructuur zijn.³⁴ Dit heeft voornamelijk te maken met de komst van rekeningrijden en autonoom rijden. In het geval van rekeningrijden moet het voertuig in verbinding staan met volgapparatuur die de rit van het voertuig kan registreren; in het geval van autonoom rijden is het voertuig permanent verbonden met weginfrastructuur en andere voertuigen.

²⁹ Wal, van der, T., Vullings, L.A.E., Zaneveld-Reijnders, J., Bink, R.J. (2017), Doorontwikkeling van de precisielandbouw in Nederland. Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van ministerie van Economische Zaken.

³⁰ CE Delft & Kema (2012), Maatschappelijke kosten en baten van Intelligente Netten.

³¹ TNO (2020). Environmental benefits of connected mobility.

³² Digital Europe (2021). Digital Action Climate Action.

³³ CE Delft (2019). The environmental benefit of Marktplaats trading.

³⁴ Ecorys (2020), Onderzoek naar het delen van voertuigdata en interfaces.

Veiligheid

Digitale infrastructuur heeft een belangrijke rol binnen het thema veiligheid. Al sinds lange tijd is C2000, het landelijke, gesloten communicatienetwerk voor hulpverleningsdiensten in Nederland dat ook deel uitmaakt van de vitale infrastructuur, afhankelijk van digitale infrastructuur.

Een sterk gedigitaliseerde economie met een goede digitale infrastructuur kan op vele manieren bijdragen aan de veiligheid van burgers. Anderzijds brengt de digitalisering ook nieuwe uitdagingen met zich mee, zoals spanningen tussen de waarden veiligheid en privacy.

Digitale ontwikkelingen maken het steeds meer mogelijk om het eigen huis, bedrijven, maar ook personen op een hoger niveau te beveiligen. Dit gaat voornamelijk om beveiliging in de fysieke wereld. Slimme sensoren, drones en camera's staan met elkaar in verbinding en kunnen worden ingezet ter beveiliging van personen, buurten en objecten, een ontwikkeling die sterk samenhangt met het internet of things (IoT). Een gestolen auto of telefoon kan bijvoorbeeld snel worden gelokaliseerd. Eén enkel persoon kan door middel van camera's en sensoren meerdere panden in de gaten houden, of kan zelfs worden vervangen door een algoritme dat de data voortkomend uit de sensoren analyseert. Deze toepassingen zijn enkel mogelijk in een omgeving waar snelle connectiviteit beschikbaar is, met nauwelijks uitval of latency. Nederland loopt hierin voor ten opzichte van landen zoals Duitsland en België.

Vanuit nationaal veiligheidsperspectief worden steeds meer risico's in kaart gebracht. Veiligheidsregio's kunnen steeds meer data-gedreven werken en zo crises (klimaatverandering, mogelijke natuurrampen, terreursituaties, etc.) beter weren of beschermende maatregelen nemen indien deze voorkomen.

De groeiende afhankelijkheid van digitale middelen zorgt ervoor dat de mogelijke schade van een dergelijke aanval steeds groter wordt, waardoor steeds meer bedrijven en overheden behoefte hebben aan beveiliging tegen dit soort cyberaanvallen. De lijst met vitale infrastructuren die mede door bemoeienis van de overheid beschermd moet worden, groeit elk jaar. Denk bijvoorbeeld aan de zorgsector, de financiële sector of nutsvoorzieningen. Een voorbeeld van de groeiende systeemafhankelijkheid is de hack van rederij Maersk in 2020, wat naar schatting enkele honderden miljoenen heeft gekost. Onderzoek van Stratix laat zien dat het uitvallen van een of meerdere datacenters maatschappelijke ontwrichting tot gevolg kan hebben, zowel nationaal als internationaal. Grofweg 50 organisaties in Nederland die verantwoordelijk voor vitale processen zijn, hebben een sterke afhankelijkheid van het functioneren van datacenters.³⁵

Dit zijn voorbeelden van een groeiende cirkelafhankelijkheid met betrekking tot veiligheid en digitalisering. Een sterke digitale infrastructuur is een belangrijke randvoorwaarde om dergelijke producten en diensten die cyberaanvallen kunnen voorkomen te ontwikkelen. Er bestaat nu eenmaal behoefte aan werkende verdediging tegen grootschalige en veelvoudige cyberaanvallen. Deze groeiende behoefte is een autonome ontwikkeling, waar je als land altijd achteraanloopt als hier niet voldoende in wordt geïnvesteerd.

³⁵ Stratix (2020), Datacenters vitaal?

De waarden privacy en vertrouwen hebben een spanningsveld met de waarde veiligheid, zeker op het gebied van digitalisering. Hoe meer informatie bekend is bij banken of de overheid over een persoon, hoe groter de kans dat criminele activiteiten kunnen worden opgespoord of voorkomen. De privacy die burgers ervaren en het vertrouwen in instituties kan hier haaks op staan.

Een goed voorbeeld is te vinden in 'bulletproof hosting', een activiteit waarin enkele Nederlandse bedrijven zeer bedreven zijn. Het principe van een ondoordringbare online 'kluis', neemt het risico met zich mee dat illegale activiteiten (zoals bijvoorbeeld het opslaan en delen van kinderporno) in die "kluis" plaatsvinden. Een dilemma waarin de verantwoordelijkheid van aanbieder van de dienst en gebruiker van de dienst op de proef wordt gesteld, maar ook de privacy van de gebruiker en de algehele veiligheid alsmede het vertrouwen in de Nederlandse democratische rechtstaat.

Onderzoek en leren

Doordat Nederland een sterk digitaal ecosysteem heeft, kunnen universiteiten, hogescholen en ziekenhuizen succesvol en effectief worden bediend. Zo kunnen onderwijs en onderzoek niet meer zonder digitale databases voor literatuur, digiborden en digitale leeromgevingen.³⁶ Ook is het digitale ecosysteem een reden dat specifieke soorten onderzoeken in Nederland plaatsvinden, of datastromen hebben die via Nederland lopen. Een goed voorbeeld hiervan is de LHC (Large Hadron Collider) van CERN in Zwitserland. Een van de grotere bestaande onderzoeksinstallaties, waarvan de datastromen rechtstreeks via Amsterdam naar de rest van de wereld worden geleid. Een ander voorbeeld is te vinden in Westerbork, Drenthe. Hier staat de WSRT (Westerbork Synthesis Radio Telescope), welke het centrum vormt van astronomische onderzoeksapparatuur over de hele wereld. Ook bevindt het Institute for High Energy Physics (IHEF), onderdeel van Nikhef, zich in Amsterdam. Dit is mogelijk vanwege de goede datainfrastructuur in Nederland. Oftewel, de digitale infrastructuur werkt als facilitator en pull-factor voor het binnenhalen en uitvoeren van hoogwaardig en technologie-afhankelijk onderzoek.

Daarnaast is Nederland (samen met België en Duitsland) nog steeds in de race om de Einsteintelecoop te mogen huisvesten, een keuze waar de kwaliteit van DI zeker in meespeelt. Op het gebied van onderwijs en onderzoek is toegang tot data, maar ook veiligheid van systemen een enorm bepalende factor. De nationale supercomputers zijn een reden voor buitenlandse kenniswerkers en onderzoekers om in Nederland hun onderzoek te doen, met positieve spillover effecten als gevolg.

Nederland is op dit moment een groot doorvoerder van data. Dit is niet alleen voor onderzoek (installaties) een reden om Nederland als locatie te kiezen, maar ook voor bedrijven. Enerzijds vanwege de aanwezigheid van die goede infrastructuur. Databedrijven of opkomende bedrijven in kunstmatige intelligentie vestigen zich daar waar deze infrastructuur van een bovengemiddelde kwaliteit is. Kwaliteit, veiligheid en betrouwbaarheid zijn cruciaal voor de concurrentiepositie van Nederland op dit gebied. Anderzijds is het ook een accelerator voor innovatie en daardoor nieuwe bedrijvigheid. Een goed voorbeeld is te vinden in eduroam, een applicatie voor onderwijsinstellingen ontworpen in Nederland. Deze applicatie kon hier worden geïntroduceerd vanwege de aanwezigheid van een werkbare digitale basis, en wordt op dit

³⁶ Dialogic (2015), Big Data in onderwijs en wetenschap Inventarisatie en essays. In opdracht van Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW).

moment wereldwijd als exportproduct verkocht. Dit is een goed voorbeeld van hoe de digitale infrastructuur fungeert als een katalysator voor innovatie en economische groei.

Werken en wonen

Digitale infrastructuur is van onmisbare waarde voor de arbeidsmarkt. Figuur 4.1 en tabel 4.1 gaven reeds aan dat een overgrote meerderheid van de werkende beroepsbevolking – zo'n 80 procent – afhankelijk is van internet voor de eigen functie. Digitale infrastructuur heeft gedurende de coronapandemie ook de manier van werken fundamenteel veranderd: het ondersteunde de mogelijkheid om thuis te werken. Gedurende de eerste lockdown in 2020 werkte de gemiddelde werknemer in Nederland ongeveer de helft van alle wekelijkse uren thuis. Volgens het CPB laat onderzoek zien dat thuiswerken met de juiste digitale infrastructuur en IT-middelen tot een hogere productiviteit leidt, naar schatting zo'n 1,26 euro extra per thuisgewerkt uur ten opzichte van niet thuiswerken.³⁷ De goede digitale infrastructuur in Nederland, en de aanpassingen die werkgevers hebben gedaan om online vergaderen en thuiswerken mogelijk te maken, hebben ertoe geleid dat thuiswerken een blijvertje is geworden.³⁸

Digitale infrastructuur heeft ten slotte ook effect op het wonen. Steeds meer woningen zijn een 'smart home'. Hiervan is sprake wanneer een woning gebruik maakt van apparaten die met het internet verbonden zijn om essentiële processen te registeren of te reguleren. Hierbij kan gedacht worden aan de slimme thermostaat, die de verwarming automatisch kan bedienen op basis van de weersomstandigheden (en zo energie besparen), de slimme energiemeter (die netbeheerders en energiebedrijven betere realtime gegevens biedt om de netcapaciteit te kunnen optimaliseren) en de op afstand bedienbare apparatuur zoals beveiligingssystemen en huishoudelijke apparatuur. Digitale infrastructuur zorgt hiermee voor een groter wooncomfort en effectievere processen in huis.

Samenvattend overzicht

Samenvattend levert de sector DI een substantiële bijdrage aan de brede welvaart. Tabel 4.3 laat kort zien op welke wijze de digitale infrastructuur bijdraagt.

Tabel 4.3 Invloed digitale infrastructuur op brede welvaart

Thema	Invloed op brede welvaart
Gezondheid en welzijn	<ul style="list-style-type: none"> Digitale toepassingen in de zorg hebben een positieve invloed op de effectiviteit, alsook de kwaliteit van geleverde zorg. Tevens blijkt dat medisch of beleidsonderzoek effectiever wordt. De digitalisering van de zorg geeft patiënten ook meer inzicht en autonomie over de zorg die zij ontvangen.
Materiële welvaart	<ul style="list-style-type: none"> De digitale infrastructuur is in Nederland inmiddels randvoorwaardelijk geworden voor het functioneren van de havens en de logistiek. Met name de communicatie is afhankelijk van digitale infrastructuur.
Milieu, leefomgeving en duurzaamheid	<ul style="list-style-type: none"> De digitale infrastructuur is steeds belangrijker in de landbouw, waardoor deze sector efficiënter en duurzamer kan produceren. Smart grid en smart mobility bieden kansen bij het reduceren van het energieverbruik.

³⁷ CPB (2021), Thuiswerken vóór, tijdens en ná de coronacrisis.

³⁸ Rijksoverheid (2021), Onderzoek wijst uit: thuiswerken is een blijvertje. [Link](#)

Thema	Invloed op brede welvaart
	<ul style="list-style-type: none"> Ook de circulaire economie heeft de digitale infrastructuur nodig, bijvoorbeeld voor de handelsplatforms in gebruikte producten.
Samenleving	<ul style="list-style-type: none"> Door digitale infrastructuur kunnen burgers deelnemen aan activiteiten die voorheen fysieke aanwezigheid vereisten. Personenmobiliteit zal in de toekomst maximaal afhankelijk van digitale infrastructuur zijn (o.a. MaaS, rekeningrijden).
Veiligheid	<ul style="list-style-type: none"> Een goede digitale infrastructuur kan op vele manieren bijdragen aan de veiligheid van burgers. Anderzijds brengen dit soort toepassingen ook nieuwe uitdagingen met zich mee, zoals spanningen tussen de waarden veiligheid en privacy.
Onderzoek en leren	<ul style="list-style-type: none"> Onderwijs en onderzoek kunnen niet meer zonder digitale databases voor literatuur, digiborden en digitale leeromgevingen. Ook is het digitale ecosysteem een reden dat specifieke soorten onderzoeken in vinden Nederland plaatsvinden of datastromen hebben die via Nederland lopen.
Werken en wonen	<ul style="list-style-type: none"> De goede digitale infrastructuur in Nederland heeft thuiswerken mogelijk gemaakt, waardoor de productiviteit van werknemers toeneemt en de behoefte aan reizen wordt beperkt (reductie footprint). Digitale infrastructuur zorgt voor een groter wooncomfort en effectievere processen in huis.

5 Footprint digitale infrastructuur

Dit hoofdstuk richt zich op de footprint van de digitale infrastructuur in Nederland. Na een uiteenzetting van reeds bestaande onderzoeken en rapporten, presenteert Ecorys haar eigen resultaten met betrekking tot de footprint van de digitale infrastructuur in Nederland.

5.1 Opbouw van footprint

De ontwikkeling van de digitale infrastructuur draagt bij aan de uitstoot van broeikasgas-emissies, het gebruik van natuurlijke hulpbronnen en ruimtegebruik. Om hier zicht op te krijgen, onderzoeken we de 'footprint' van de digitale infrastructuur; welke impact of afdruk laat het gebruik van de digitale infrastructuur achter op aarde. De footprint van DI-activiteiten bestaat uit drie componenten; energie-, materiaal- en ruimtegebruik.

Scoping van de footprint

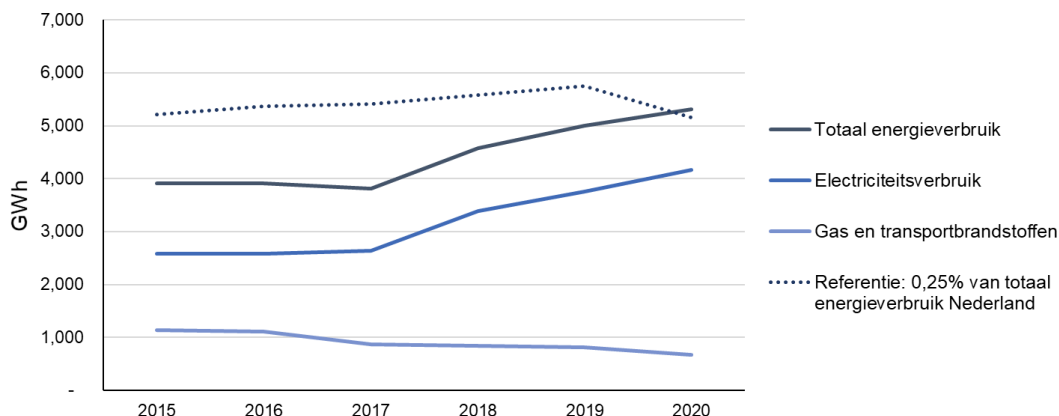
Belangrijk om te benoemen is dat bij het bepalen van de energie-, materiaal- en ruimtefootprint van de digitale infrastructuur de scoping niet direct één-op-één aansluit op de scoping van DI-activiteiten in bijvoorbeeld hoofdstuk 3. In samenspraak met het CBS hebben we geconstateerd dat de huidige beschikbare energie- en materiaaldata op microniveau (individuele bedrijven) ontoereikend is voor gebruik in dit onderzoek. Deze microdata is benodigd om direct aan te kunnen sluiten op de scoping van de DI, vastgesteld op basis van de webscraper. Daarom vormt openbare data op sectorniveau de basis voor dit hoofdstuk. Voor energie zijn verschillende detailstudies beschikbaar, die het energieverbruik van subonderdelen van de DI (zoals bijvoorbeeld datacenters) beschrijven. Deze detailstudies worden gebruikt om de sectordata verder te verdiepen. Ontwikkelingen en onderzoek naar data voor materiaalgebruik zijn in een minder ver stadium dan dat het geval is bij energiedata. Door gebrek aan materiaaldata op microniveau is het niet mogelijk om de sectordata te verdiepen. Tot slot wordt het ruimtegebruik van de DI geschat op basis van studies naar het ruimtegebruik van onderdelen van de DI, en berekeningen met kengetallen op basis van ruimtegebruik per werknemer.

5.2 Energie

De energiefootprint wordt eerst vanuit een sector perspectief inzichtelijk gemaakt. Daarvoor wordt openbare CBS-data gebruikt, welke het energieverbruik per SBI-classificatie presenteert. De SBI-classificatie J 'Informatie en communicatie', is het meest toegespitst op de DI. Deze SBI-classificatie bevat relevante activiteiten welke vallen onder de DI; zoals telecommunicatienetwerken, telecommunicatiediensten, internetdiensten, dataverwerking, webhosting en overige aanverwante IT-dienstverlening. De energievraag vanuit deze SBI-classificatie bedroeg in 2020 zo'n 5.300 GWh, waarvan bijna 80% (4.200 GWh) uit

elektriciteit³⁹. De bedrijven binnen deze SBI-classificatie waren hiermee verantwoordelijk voor 0,65% van de Nederlandse energievraag en voor 3,4% van de Nederlandse elektriciteitsvraag in 2020. Vergeleken met andere Europese landen is dit elektriciteitsverbruik gemiddeld; Ierland ligt bovenaan met 6,4% en Noorwegen onderop met 0,5%.⁴⁰ Figuur 5.1 presenteert het verloop van het energieverbruik van de SBI-codes over verschillende jaren.

Figuur 5.1 **Energieverbruik SBI sector J (CBS)**



Bron: CBS (2022), bewerking Ecorys.

Hoewel SBI-J een goed startpunt is voor het inschatten van de energetische footprint van de digitale infrastructuur, vertellen deze statistieken niet het hele verhaal. Ten eerste zijn de werkzaamheden binnen de digitale infrastructuur dermate divers dat één enkele waarde niet genoeg inzicht kan bieden in het energieverbruik. Ten tweede valt de scoping van de digitale infrastructuur slechts deels samen met SBI-J. Andere belangrijke bedrijven voor de digitale infrastructuur vallen buiten deze SBI's, zoals de aanleg van nieuwe datakabels.

De volgende paragraaf biedt een verdiepende kijk in de energetische footprint van de digitale infrastructuur. Hierbij wordt de DI wederom opgedeeld in drie categorieën: datatransport, dataverwerking en ondersteuning. Tot slot geven we een nieuw verdiepend overzicht van het energieverbruik van de DI, en maken we ook een schatting van de broeikasemissies als gevolg van dit energieverbruik.

5.2.1 Verdiepend overzicht

Datatransport

Binnen het datatransport zijn er twee algemene categorieën van werkzaamheden te onderscheiden: *i)* het gebruik en de exploitatie van het netwerk, en *ii)* het onderhouden en uitbreiden van het netwerk. Categorie *i)* maakt deel uit van SBI-J, en is dus onderdeel van het gepresenteerde energieverbruik in de eerder gepresenteerde Figuur 5.1. Categorie *ii)* maakt echter geen deel uit van de SBI-codes en is additioneel. Beide stromen worden hieronder apart beschreven.

³⁹ CBS (2022), [link](#)

⁴⁰ Etila Economic Research (2021). Energy and Electricity Consumption of the Information Economy Sector in Finland. [Link](#).

Gebruik en exploitatie van het netwerk

Voor de werking van telecommunicatienetwerken is elektriciteit essentieel. Deze elektriciteit wordt ofwel direct via stroomsignalen over koperkabels ofwel indirect via lichtsignalen door glasvezel ingezet om bekabeld informatie te verzenden. In het geval van mobiele netwerken wordt de verbinding tussen de eindgebruiker gerealiseerd door middel van radiofrequenties. Ook hiervoor geldt dat de benodigde radioapparatuur wordt gevoed via elektriciteit.

Nederland kent drie grote telecommunicatienetwerken, namelijk de netwerken van Odido (voorheen T-Mobile), KPN en VodafoneZiggo. Deze netwerken gebruiken naar schatting bij elkaar ongeveer **1000 GWh per jaar** in 2020.⁴¹ Telecommunicatienetwerken waren daarmee verantwoordelijk voor 1% van de Nederlandse elektriciteitsvraag in 2020. Deze grote elektriciteitsvraag vertaalt zich echter niet naar een grote CO₂-uitstoot. Alle drie de netwerken draaien namelijk 100% op groene stroom.^{42, 43} De uitstoot van het energiegebruik van de netwerken is daarmee **0 Mton aan CO₂-emissies per jaar**.

Een opvallende ontwikkeling in de telecommunicatienetwerken is dat, terwijl het energieverbruik daalt, tegelijkertijd het dataverkeer over het netwerk exponentieel stijgt. In de periode van 2010 – 2022 daalde het elektriciteitsverbruik van het netwerk van KPN bijvoorbeeld met 3,5% per jaar, terwijl het dataverkeer over hetzelfde netwerk met 30% per jaar steeg.⁴⁴ Deze efficiëntieverbetering is mogelijk door de grootschalige inzet van technologieën zoals glasvezel en verbeteringen van draadloze netwerken, die minder energie verbruiken om data over te brengen.⁴⁵

De efficiëntieverbeteringen in deze tak van de digitale infrastructuur lopen op de groei in de vraag vooruit. Energieverbruik daalt, zelfs onder een explosieve groei van gebruik van het netwerk. De verwachting is daarmee dat het energieverbruik van datatransport niet zal toenemen boven de huidige niveaus. Uitgaand van een extrapolatie uit het verleden, is een verdere afname door additionele efficiëntieverbetering waarschijnlijk.

Uitbreiding en onderhoud van het netwerk

Uitbreiding en onderhoud van het netwerk valt veelal onder bouwwerkzaamheden die worden uitbesteed aan een groot aantal aannemers. Deze bedrijven vallen onder SBI F (bijv. F42.22, leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels). Algemene statistieken over het energieverbruik van deze categorie zijn schaars. Om deze reden is er middels kengetallen een inschatting gemaakt op basis van beschikbare rapporten over het energieverbruik per fte van twee representatieve bedrijven binnen de infrabouw.⁴⁶

Binnen de uitbreiding en het onderhoud van telecommunicatienetwerken zijn ongeveer 13.500 personeelsleden werkzaam.⁴⁷ De infrabouw gebruikt, in tegenstelling tot het netwerk zelf, nog grotendeels fossiele brandstoffen voor hun werkzaamheden. Dit resulteert per jaar in een fossiel energieverbruik van boven de 32.000 kWh (117 GJ) per fte, met een bijbehorende

⁴¹ T-mobile (2021), [link](#); KPN (2022), [link](#); Vodafone (2022), [link](#)

⁴² T-mobile (2021), [link](#); KPN (2023), [link](#); Vodafone (2022), [link](#)

⁴³ Dit betreft alleen het elektriciteitsverbruik van het netwerk zelf

⁴⁴ KPN (2023), [link](#)

⁴⁵ KPN (2022), [link](#)

⁴⁶ Rapporten van Dura Vermeer en Hoornstra infrabouw zijn gebruikt voor de inschatting van de kengetallen, onder andere vanwege de gedetailleerde uiteenzetting van het energieverbruik.

⁴⁷ Deze waarde is verkregen uit de eerdere onderzoeksresultaten in hoofdstuk 3

emissie van zo'n 8,5 ton CO₂ per fte.⁴⁸ Dit brengt de schatting van het totale jaarlijkse energieverbruik van de bedrijven binnen deze categorie op ongeveer 450 GWh. Dit energiegebruik resulteert in 120 kton aan CO₂-emissies per jaar.

Dataverwerking – datacenters en hostinglocaties

Dataverwerkingsactiviteiten maken deel uit van SBI-J, en zijn dus onderdeel van het gepresenteerde energieverbruik in de eerder gepresenteerde figuur 4.1. Het aantal datacenters in Nederland is relatief stabiel rond de 200 vestigingen.⁴⁹ Terwijl het absolute aantal stabiliseert, neemt de grootte van de datacenters echter wel toe, net als het energieverbruik. In 2020 was het elektriciteitsverbruik vanuit datacenters zo'n 3.200 GWh per jaar, wat neerkomt op 2,8% van het Nederlandse elektriciteitsverbruik. Marktonderzoek en historische data-analyse vanuit CBS zetten de jaarlijkse groei van het energieverbruik op zo'n 10%-17%.⁵⁰

Wederom vertaalt dit significante energieverbruik zich niet direct naar een CO₂-footprint. In 2020 was 38% van de verbruikte stroom van groene herkomst. Dit groeide sterk in 2021 naar 88%. Doordat datacenters vrijwel alleen elektriciteit verbruiken, zijn deze bedrijven in staat om op zo'n hoog tempo te verduurzamen. De 12% resterende netstroom resulteert in een jaarlijkse uitstoot van 110 kton aan CO₂-emissies per jaar.⁵¹

Er zijn hiernaast drie belangrijke ontwikkelingen in datacenters die de energiefootprint van de sector beïnvloeden:

- **Efficiëntie verbetert snel:** Hoewel het energiegebruik in absolute getallen stijgt, vertelt dit niet het hele verhaal. Datacenters zijn in rap tempo efficiënter aan het worden. 'De wet van Koomey stelde in 2009 dat de energetische efficiëntie van computerprocessors (in operaties/kWh) elk 1,5 jaar verdubbelt.⁵² Hierdoor halveert elk 1,5 jaar de benodigde elektriciteit, en daarmee de CO₂-uitstoot van het verwerken van data.⁵³ Deze trend zet door in moderne processors. De CO₂-intensiteit van het verwerken van een set testdata is hierdoor, in lijn met 'de wet van Koomey, gekrompen van rond de 100 kg CO₂ in 2007 naar minder dan 100 gram CO₂ in 2020.⁵⁴
- **Gebruik stijgt mee:** Wereldwijd is het gebruik van internet (in verzonden GB's) tussen 2015 en 2021 met 28% per jaar gestegen. Deze stijging is sterk, maar lager dan de efficiëntieverbeteringen die tegelijkertijd afspelen. Hierdoor neemt het absolute energieverbruik van internetverkeer af.

Internetverkeer is echter niet de enige determinant van energieverbruik in datacenters. Cloudopslag en big-data applicaties vereisen het actief behouden van grote hoeveelheden data op servers. Inschattingen van het energieverbruik van dataopslag variëren tussen de 6 kWh/TB per jaar en de 46 kWh/TB per jaar.⁵⁵ ⁵⁶ De beslissende

⁴⁸ Dura Vermeer (2021), [link](#); Hoornstra infrabouw (2017), [link](#)

⁴⁹ CBS (2022), [link](#)

⁵⁰ PB7 (2022), [link](#); CBS (2022), [link](#)

⁵¹ Voor netstroom wordt uitgegaan van 290g CO₂ per kWh; PBL (2022), [link](#)

⁵² Koomey et al. (2009), [link](#)

⁵³ Ceteris Paribus m.b.t. de productie van de elektriciteit

⁵⁴ Fehske et al. (2011), [link](#)

⁵⁵ Storadera (2022), [link](#)

⁵⁶ Corbett (2018), [link](#)

factor is hierin de schaal van de opslag waarmee schaalvoordelen kunnen worden behaald. Wel is het duidelijk dat met de groeiende hoeveelheid data die per dag wordt geproduceerd, opslag in energieverbruik zal blijven toenemen.

- **Gebruik concentreert zich in grotere, efficiëntere locaties:** Datacenters profiteren van schaalvoordelen op energetisch gebied. Hierdoor opereren grotere datacenters veelal energie-efficiënter dan kleinere lokale servers. Mede door deze schaalvoordelen heeft er in de afgelopen jaren een concentratie van dataverwerkingsinstallaties plaatsgevonden. Een voorbeeld hiervan is de migratie van 41 kleine datacenters van de Rijksoverheid naar 4 grote centrale locaties. Dit leidde tot een reductie van het energieverbruik van 45%.⁵⁷

In de huidige dataverwerkingsindustrie zien we door deze concentratieslag een verschuiving. Hoewel de datacenters binnen SBI-J in grootte toenemen, zien we tegelijkertijd een vermindering van kleinere, lokale datacenters. Deze trend wijst op een groeiende focus op grootschalige efficiëntie in plaats van lokale spreiding.

Ondersteuning

Ondersteuningsactiviteiten maken beperkt deel uit van SBI-J, en zijn dus gedeeltelijk onderdeel van het gepresenteerde energieverbruik in de eerder gepresenteerde Figuur 5.1. Hieronder vallen diensten die nodig zijn voor het goed blijven functioneren van de systemen die bedrijven en consumenten verbinden met de DI. Deze categorie bevat een groot aantal kleinere bedrijven met een breed palet aan activiteiten. Deze bedrijven worden niet altijd consistent onder SBI-J gepositioneerd. Deze bedrijven worden ook vaak gepositioneerd in andere SBI's (waaronder SBI-M advisering).

Door het SBI-overstijgende karakter van deze categorie, zijn algemene statistieken over het energieverbruik schaars. Om deze reden is er wederom een inschatting met kengetallen gemaakt van het energiegebruik op basis van het aantal werknemers binnen de categorie. We nemen daarbij aan dat ondersteunende activiteiten voornamelijk plaatsvinden in kantoren.

Binnen de ondersteuning zijn zo'n 39.000 personeelsleden werkzaam.⁵⁸ Onderzoek van TNO beschrijft het verbruik van medewerkers van kantoren.⁵⁹ Eén fte verbruikt in dit onderzoek per jaar 2.750 kWh aan elektriciteit en 700 m³ aan gas. Dit brengt de schatting van het totale jaarlijkse energieverbruik van de bedrijven binnen de categorie 'ondersteuning' op **110 GWh (0,4 PJ) aan elektriciteit en 240 GWh (0,9 PJ) aan gas**. Gebruikmakende van gemiddelde emissiefactoren van Nederlandse netstroom en gas resulteert dit energiegebruik in **80 kton aan CO₂-emissies per jaar**.^{60 61}

Synthese

De voorgaande paragrafen hebben de energiefootprint van de DI per categorie geanalyseerd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 5.2. In totaal verbruikt de DI zo'n **5.000 GWh per jaar** (18 PJ). Hiervan is het grootste deel elektriciteitsverbruik van de telecomnetwerken en datacenters, zo'n 4.200 GWh (15,1 PJ). De resterende 800 GWh (2,9 PJ) komt uit fossiele bronnen, met name gebruikt voor aanleg & onderhoud.

⁵⁷ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2017), [link](#)

⁵⁸ Deze waarde is verkregen uit eerdere onderzoeksresultaten in hoofdstuk 3

⁵⁹ TNO (2019), [link](#); hierbij is uitgegaan van één fte als zijnde een kantoormedewerker in een kantoor met een energielabel B

⁶⁰ Voor netstroom wordt uitgegaan van 290g CO₂ per kWh; PBL (2022), [link](#)

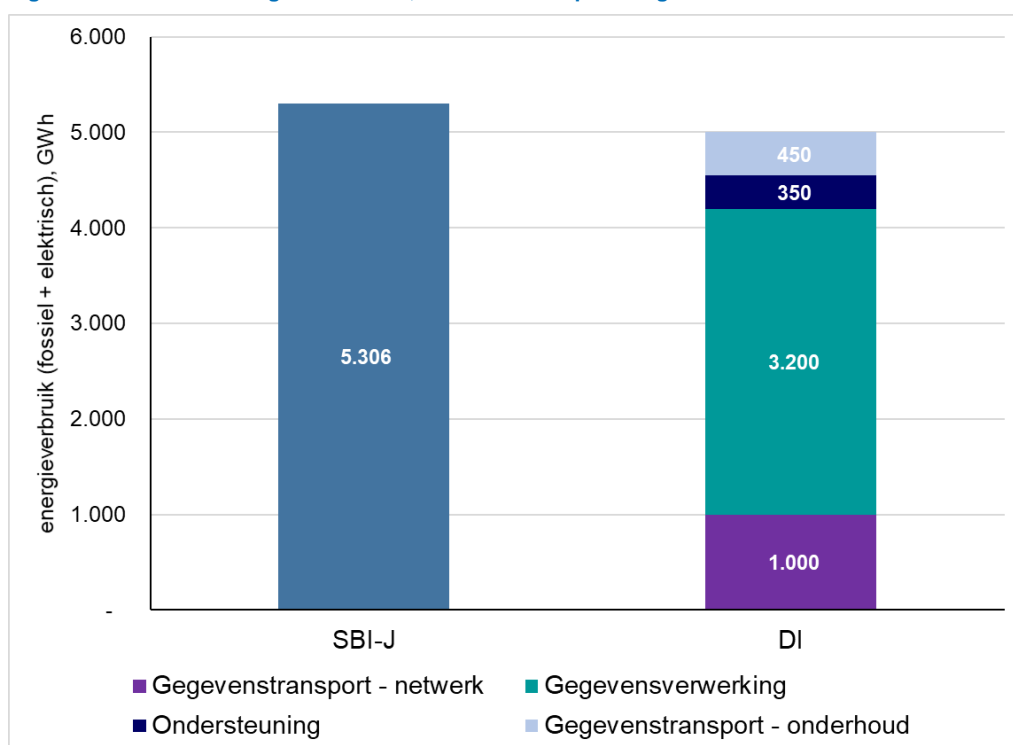
⁶¹ Voor aardgas wordt uitgegaan van 56,4 kg CO₂ per GJ; RVO (2022), [link](#)

Dit totale energieverbruik is lager dan de 5.300 GWh (19,1 PJ) die gerekend wordt voor de gehele SBI sector J door het CBS. Dit kan verklaard worden doordat in de scope van SBI sector J bedrijven zijn opgenomen die wij in het onderzoek niet verstaan onder de DI.

In vergelijking met andere landen is de Nederlandse DI (net als de SBI-scope) gemiddeld in haar energieverbruik. Hierbij is het belangrijk om mee te nemen dat de scope van de DI in literatuur afwijken van de scope in dit onderzoek. Hierdoor zullen dergelijke vergelijkingen zoals hierboven inherent afwijken van de werkelijke verhoudingen.

Het merendeel van de energie die de DI verbruikt komt reeds uit duurzame bronnen. Hierdoor blijft de resulterende emissie footprint beperkt tot **310 kton aan CO₂-emissies per jaar**.

Figuur 5.2 totaal energieverbruik DI, onderverdeeld per categorie



Bron: CBS (2022), bewerking Ecorys.

5.2.2 In perspectief

Om waarde toe te kunnen voegen aan de Nederlandse economie moet de DI energie gebruiken. Deze afweging tussen energieverbruik en toegevoegde waarde betreft de energie-intensiteit, uitgedrukt in **energie per euro toegevoegde waarde**.

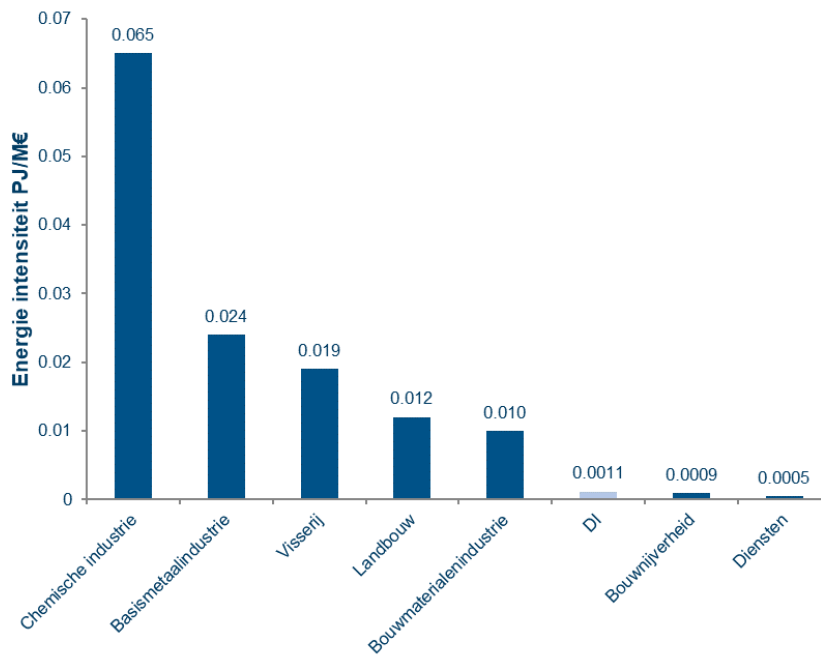
Om het energieverbruik van de DI in dit perspectief te zien, is de energie-intensiteit van de DI vergeleken met een aantal andere kenmerkende sectoren.⁶² Figuur 5.3 geeft deze vergelijking. De figuur presenteert geen uitputtend overzicht van alle sectoren in de economie; het laat de uitersten zien van sectoren in termen van energie-intensiteit. Daarnaast dient

⁶² Op basis van onderzoek Ecorys (2021), Ontwikkeling van het belang van energie voor Nederland, [link](#). De energie-intensiteiten betreffen waarden van 2019. De energie-intensiteit van de DI is hieraan toegevoegd, en berekend met de toegevoegde waarde van 2019 en het ingeschatte energieverbruik.

rekening gehouden te worden met het gegeven dat de figuur geen verhoudingen presenteert met betrekking tot de omvang of grootte van de sector. Zo heeft de dienstensector de (met afstand) laagste energie-intensiteit van alle sectoren, en is het de grootste sector in de economie met een aandeel van ruim 65% van het BBP.

In de figuur is te zien dat ook de DI een energie-efficiënte sector is, met een energie-intensiteit van 0,0011 PJ/M€. Dit komt onder meer doordat de sector beperkt energie nodig heeft om relatief veel toegevoegde waarde te produceren. De maakindustrie heeft aanzienlijk hogere energie-intensiteiten dan de DI, waaronder de chemische- en basismetaalindustrie. De hoofdactiviteit van deze industrie betreft het verwerken van grondstoffen of ruwe materialen tot bewerkte materialen - processen waar veel energie voor nodig is. De dienstensector heeft een lagere energie-intensiteit dan de DI. De hoofdactiviteiten van deze sector betreft (net als de DI) het leveren van diensten. Echter, bij de dienstensector wordt beperkter gebruik gemaakt van apparatuur met een hoge energieverbruik (standaard 'kantoor energieverbruik'). Daarmee verbruikt deze sector minder energie dan andere sectoren.

Figuur 5.3 **Vergelijking energie-efficiëntie DI met andere sectoren**



Bron: Ecorys (2021), actualisatie Ecorys.

5.3 Materiaal

Om de materiaalvoetprint te benaderen, zijn beperkte onderzoeken en kwantitatieve datasets beschikbaar. De materiaalfootprint wordt geschat vanuit een sectorperspectief. Om deze schatting te maken wordt gebruik gemaakt van een door CBS bewerkte Exiobase dataset voor het jaar 2018.^{63 64} Met deze database kunnen we inzichtelijk maken welke materialen worden gebruikt door een sector om haar activiteiten uit te voeren.

Exiobase dataset

De Exiobase dataset kan gebruikt worden om een schatting te maken van de materiaalstromen binnen de nationale en internationale economie. Belangrijk om te benoemen is dat deze dataset niet bestaat uit gemeten data over materiaalstromen. De Exiobase dataset maakt op basis van de nationale rekeningen van landen een inschatting van de materiaalstromen. De nationale rekening beschrijven de geldstromen tussen verschillende sectoren en landen. Op basis van deze monetaire stromen tussen sectoren en landen wordt in Exiobase een inschatting gemaakt van de materiaalstroom met behulp van materiaalprijzen. *Bijv. als een sector voor €100 inkoop bij de sector 'koolproducten', en de gemiddelde materiaalprijz van koolproducten is €5/kg, is de materiaalstroom 20kg tussen de sectoren.*

5.3.1 Sectoraal inzicht

In dit onderzoek kijken we in de Exiobase dataset naar de sectoren die het beste aansluiten bij de activiteiten van de DI. Dat betreft de sectoren: 'Telecommunications' (overeenkomend met DI activiteit 'Datatransport'), 'Information service activities' (overeenkomend met DI activiteit 'Dataverwerking') en 'Computer programming, consultancy and related activities' (overeenkomend met DI activiteit 'Ondersteuning'). Belangrijk om hierbij te benoemen is dat de sectorindeling van Exiobase niet één-op-één aansluit op de scoping van de DI en de sectorindeling van CBS (J Informatie en communicatie).

De materiaalfootprint van de DI wordt ingeschat op 746 miljoen kg per jaar. Dat betreft ongeveer 0,2% van de totale Nederlandse materiaalconsumptie in 2018. Figuur 5.4 presenteert een overzicht van de verdeling van de materialen. De vijf grootste materiaalgroepen beschrijven 94% van de gebruikte materialen door de DI. De grootste materiaalgroepen, en voorbeelden van hun gebruik in de DI, zijn:

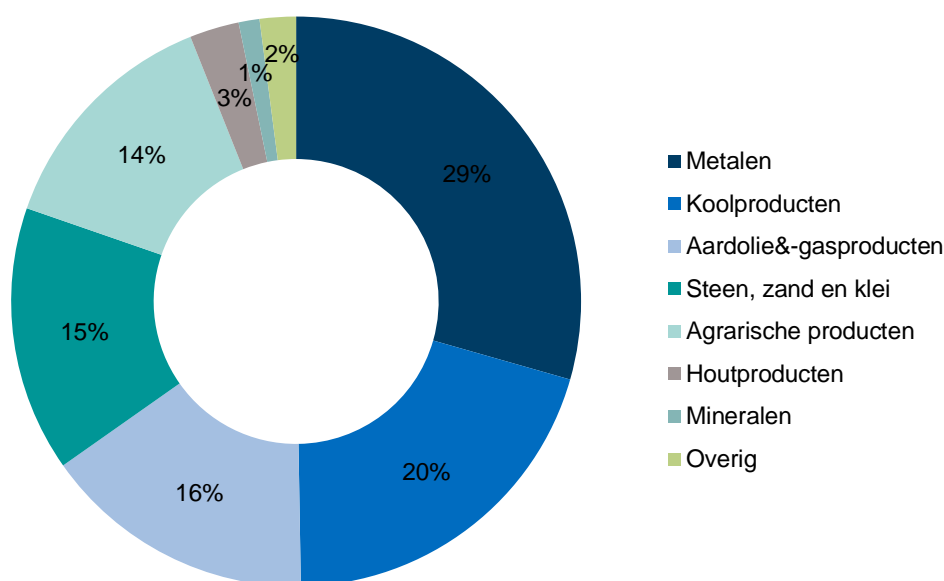
- metalen (29%): bijv. het gebruik van koper voor bekabeling;
- koolproducten (20%): bijv. het gebruik van grafiet voor elektrische weerstanden;
- aardolieproducten & gasproducten (16%): bijv. het gebruik van plastics voor behuizingen van apparatuur en verzendverpakkingen;
- steen, zand en klei (15%): bijv. het gebruik van silicium in elektronische printplaten;
- agrarische producten: bijv. inkoop van lunchproducten voor kantines van bedrijven onder de DI.

⁶³ Als onderdeel van het onderzoek voor het Nationaal programma Circulaire Economie. CBS heeft de Exiobase dataset geharmoniseerd met de Nederlandse Nationale Rekeningen, om de materiaal dataset consistentier te maken voor de Nederlandse context.

⁶⁴ Exiobase is ontwikkeld door NTNU, TNO, SERI, Universiteit Leiden, WU, en 2.-0 LCA Consultants, [link](#). Exiobase is een mondiale, gedetailleerde Multi-Regional Environmentally Extended Supply-Use Table (MR-SUT) en Input-Output Tabel (MR-IOT).

Het watergebruik van datacenters komt regelmatig ter sprake in discussies over de materiaalfootprint. Figuur 5.4 rapporteert, voor de bredere DI scope, watergebruik echter niet als aparte categorie, omdat watergebruik een dusdanig klein onderdeel is dat het in de categorie “overig” is geplaatst. Dit watergebruik komt neer op zo'n 0,5% (3,7 Mton) van het totale materiaalgebruik van de DI. Hiervan wordt 1,0 Mton voornamelijk gebruikt als koelwater voor datacenters. In vergelijking tot heel Nederland is de DI verantwoordelijk voor 0,3% van het totale watergebruik.⁶⁵

Figuur 5.4 Materiaal footprint DI in massa ⁶⁶



5.3.2 In perspectief

De DI voegt door het gebruik van materialen waarde toe aan de Nederlandse economie. Deze afweging tussen materiaalgebruik en directe toegevoegde waarde betreft de materiaalintensiteit, uitgedrukt in **kg materiaal per euro toegevoegde waarde**. Deze indicator bepaalt de intensiteit op basis van massa; hoeveel kg materiaal is nodig om toegevoegde waarde te produceren. De indicator hecht daarmee geen waarde aan het type materiaal (en maakt dus geen onderscheid in een kg metaal versus een kg zand). De aanname bij de presentatie van de materiaal-intensiteit is dat minder intensief materiaalgebruik per euro toegevoegde waarde efficiënter is, ongeacht het type materiaal.

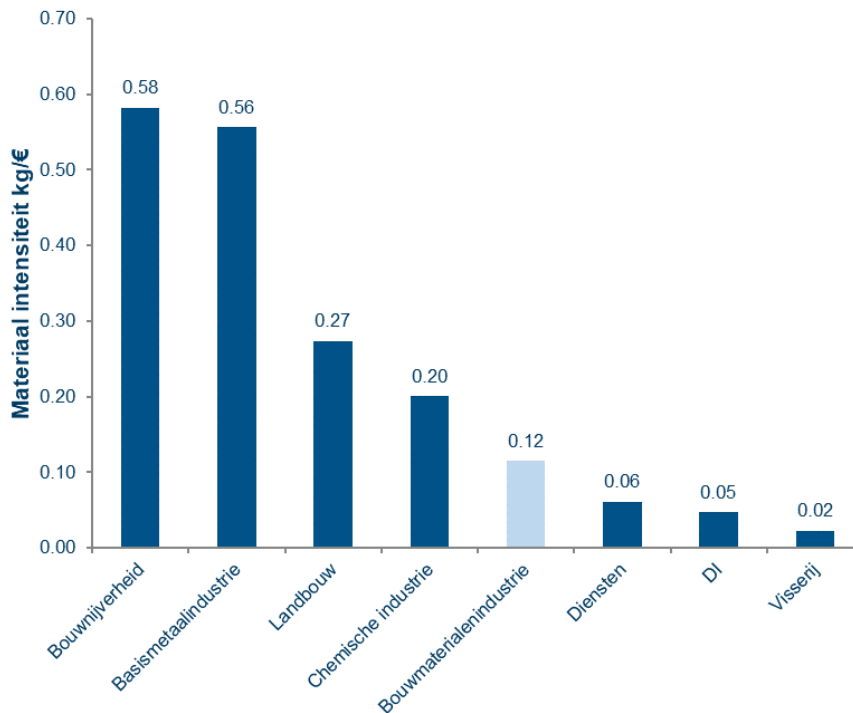
Om het materiaalverbruik van de DI in perspectief te zien, is de materiaal-intensiteit van de DI vergeleken met een aantal andere kenmerkende sectoren. Figuur 5.5 geeft deze vergelijking. Zoals aangekaart in paragraaf 5.2.2 over de energie-intensiteit, presenteert de figuur geen uitputtend overzicht van alle sectoren en houdt het geen rekening met de omvang of grootte van de sectoren.

⁶⁵ CBS (2023), [link](#)

⁶⁶ Watergebruik (±0.5%)

De materiaalintensiteit van de DI is 0,05 kg/€. De DI heeft een beperkt aantal materialen nodig om haar toegevoegde waarde te produceren. In de figuur is te zien dat de DI een materiaal-efficiënte sector is. De maakindustrie heeft aanzienlijk hogere materiaalintensiteiten dan de DI, waaronder de basismetaal- en bouwmaterialenindustrie. De hoofdactiviteit van deze industrie betreft het verwerken van grondstoffen of ruwe materiaal tot bewerkte materialen. Dit gebruikt logischerwijs meer materialen om toegevoegde waarde te creëren. De dienstensector heeft ongeveer een gelijkwaardige materiaalintensiteit aan de DI. De hoofdactiviteiten van deze sector betreft (net als de DI) het leveren van diensten, en verbruikt daarmee minder materialen dan andere sectoren.

Figuur 5.5 **Vergelijking materiaal-efficiëntie DI met andere sectoren**



5.4 Ruimtegebruik

Tot slot komt de ruimtelijke footprint van de DI-sector aan bod. Het ruimtegebruik van de DI wordt geschat op basis van studies naar het ruimtegebruik van onderdelen van de DI, en berekeningen met kengetallen op basis van ruimtegebruik per werknemer.

5.4.1 Verdiepend overzicht

Bedrijven in de DI-sector nemen in totaal naar schatting circa 1.170 hectare in beslag. Hierbij gaat het om de perceelgrootte van de kavels waarop de bedrijven zijn gevestigd. Dit is een gecombineerde schatting op basis van het bekende ruimtegebruik van datacenters (239 ha in 2023) en het berekende ruimtegebruik van de overige onderdelen van DI, door middel van kengetallen over het ruimtegebruik in m² per baan in de sectoren ICT en civiele techniek.⁶⁷ Dit

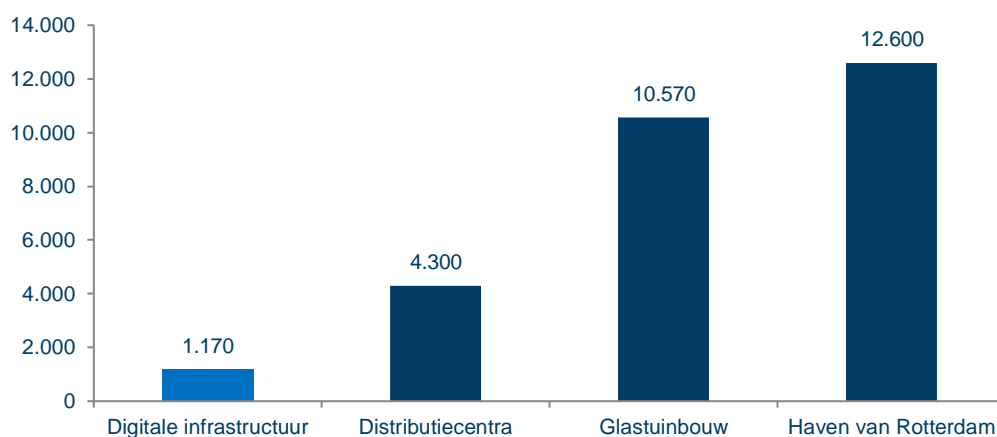
⁶⁷ Dutch Data Center Association (2023), Aantallen en oppervlaktes. [Link](#)

is het bruto-ruimtebeslag. Over het netto-ruimtebeslag, waarbij rekening gehouden wordt met kantoorhoudende organisaties die een pand met meerdere verdiepingen boven elkaar hebben, is onvoldoende bekend om betrouwbare cijfers te kunnen presenteren.

5.4.2 In perspectief

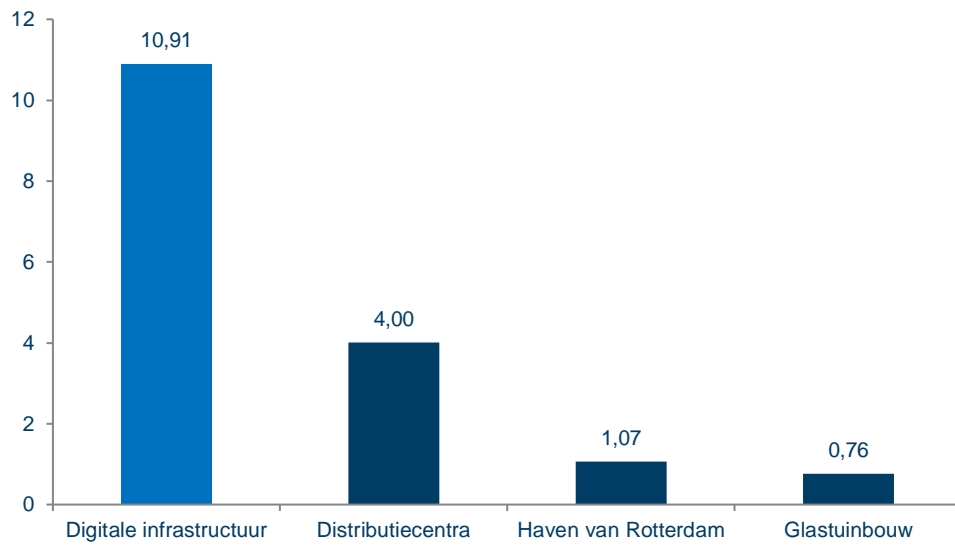
Het ruimtebeslag van de DI-sector heeft een aandeel van 0,02% in de totale oppervlakte van Nederland. Deze omvang is relatief bescheiden in vergelijking met andere economische activiteiten. Figuur 5.6 toont een vergelijking met een selectie van andere activiteiten. In aanvulling daarop laat figuur 5.7 zien dat de digitale infrastructuur in vergelijking met de andere activiteiten een relatief hoge ruimteproductiviteit heeft, gemeten in euro's toegevoegde waarde per hectare. De productiviteit per hectare van de DI-sector is bijvoorbeeld een ruime factor 10 groter dan die van de Rotterdamse haven.

Figuur 5.6 Vergelijking ruimtegebruik (in ha) DI in vergelijking met een selectie van andere ruimtegebruikers



Bronnen: CBS, DDA, NVM, Port of Rotterdam, Stec Groep.

Figuur 5.7 Vergelijking ruimteproductiviteit (in miljoenen euro's toegevoegde waarde per ha) DI in vergelijking met een selectie van andere ruimtegebruikers



Bronnen: CBS, DDA, NVM, Port of Rotterdam, Stec Groep

6 Economisch belang digitale infrastructuur in perspectief

In de voorafgaande hoofdstukken zijn objectief de economische grootte van de sector, de toegevoegde waarde in gebruik van de sector, en de footprint van de digitale infrastructuur in kaart gebracht. Indien deze aspecten in perspectief worden geplaatst, geeft dit een goed beeld van het relatieve belang van de digitale infrastructuur in Nederland. Hieruit blijkt dat:

- De sector digitale infrastructuur relatief veel waarde toevoegt toe aan de Nederlandse economie.
- Innovatie relatief veel plaatsvindt in Nederland.
- De digitale infrastructuur een enabler vormt voor het gros van de Nederlandse economie.
- De digitale infrastructuur een rol speelt in bredere welvaartsthema's en het oplossen van maatschappelijke opgaven.
- De digitale infrastructuur in absolute zin een aanzienlijke footprint heeft, maar relatief beperkt blijkt ten opzichte van andere sectoren.

De sector digitale infrastructuur voegt relatief veel waarde toe aan de Nederlandse economie

De bedrijven die onderdeel zijn van de sector digitale infrastructuur, zoals afgebakend in dit onderzoek, dragen grofweg €24 miljard aan toegevoegde waarde bij aan het Nederlandse BBP in 2021 (Tabel 6.1). Dit is ongeveer 2,4% van het Nederlandse BBP in 2021 en beperkt zich tot de toegevoegde waarde verkregen door middel van het realiseren van de digitale infrastructuur. Het gebruik van de digitale economie in Nederland is hierin nog niet meegenomen. In totaal zorgt de sector digitale infrastructuur voor een werkgelegenheid van 202,5 duizend banen in Nederland in 2021.

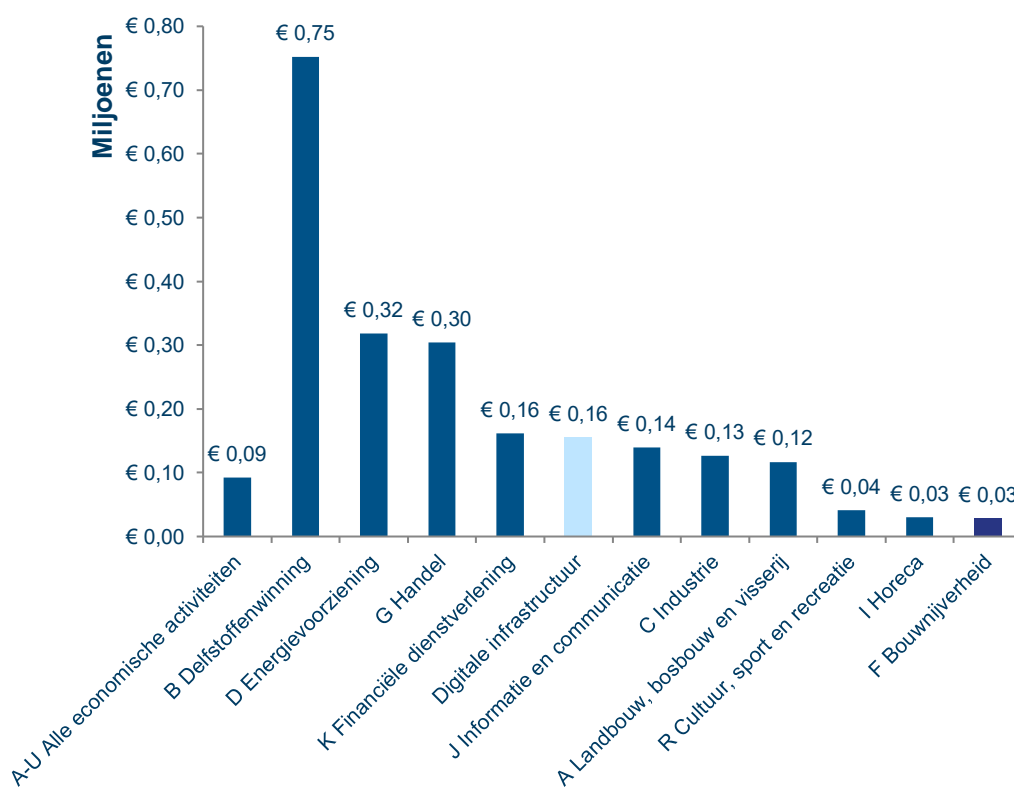
Tabel 6.1 Samenvattende tabel sector DI (herhaling tabel 3.11)

	Directe en indirecte waarde
Aantal bedrijven	3.853
Productie DI (in mln.)	€41.387
Toegevoegde waarde DI (in mln.)	€24.260
Werkgelegenheid DI	202.511

Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys

Cijfers uit CBS van andere sectoren maken het mogelijk om een vergelijking te maken in de toegevoegde waarde per werknemer actief in de sector, om ze een beeld te schetsen van de efficiëntie in toegevoegde waarde van de sector digitale infrastructuur. Figuur 6.1 laat zien dat de hoeveelheid toegevoegde waarde per werknemer tweemaal zo hoog ligt als bij de gemiddelde economische activiteit in Nederland. Relatief gezien wordt er dus in Nederland veel maatschappelijke waarde gecreëerd door de bedrijvigheid in de sector digitale infrastructuur.

Figuur 6.1 Gemiddelde toegevoegde waarde per werknemer Nederlandse sectoren (herhaling figuur 3.4)



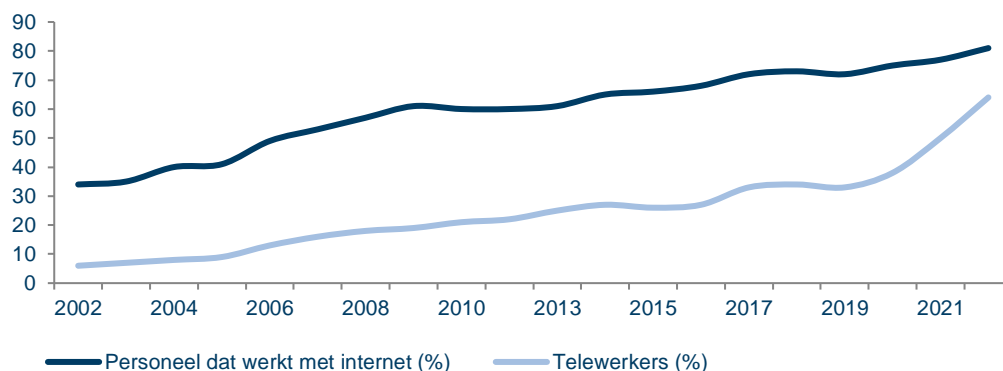
Bron: CBS (2023), bewerking Ecorys

Innovatie vindt relatief veel plaats in Nederland

De Nederlandse bedrijven in de sector digitale infrastructuur zijn ook zeer actief in het buitenland. Echter lijkt R&D voornamelijk binnen Nederland te gebeuren; R&D-investeringen en personeel bevinden zich voor 90% in het binnenland. Bedrijven in de digitale infrastructuur zijn zeer actief buiten de Nederlandse landsgrenzen, maar innoveren voornamelijk in Nederland.

De digitale infrastructuur is een enabler voor het gros van de Nederlandse economie

Zonder een goede digitale infrastructuur kan een sterk gedigitaliseerde economie als de Nederlandse niet functioneren. De digitalisering van de Nederlandse economie neemt ieder jaar toe; steeds meer bedrijven zijn afhankelijk van een goede digitale infrastructuur. Volgens het CBS werkt inmiddels ruim 80 procent van alle werkzame personen in Nederland met internet (Figuur 6.2). Uit onderstaande figuur blijkt eveneens dat steeds meer mensen vanuit huis werken.

Figuur 6.2 Groei van internetgebruik onder werkzame personen (herhaling figuur 4.1)

Bron: CBS (2023).

Hieruit kan worden afgeleid dat grofweg 7,8 miljoen werkzame personen afhankelijk zijn van de digitale infrastructuur, bijna de gehele Nederlandse economie. Wanneer dit aandeel naar rato wordt gebruikt, is de aanwezigheid van de digitale infrastructuur in Nederland medeverantwoordelijk voor €776 miljard aan toegevoegde waarde in 2021. Dit is een grove hoog-over berekening die niet als representatief voor de gedigitaliseerde economie kan worden gebruikt, maar wel perspectief biedt op de zeer sterke afhankelijkheid van de gemiddelde Nederlandse werknemer van digitale infrastructuur.

De digitale infrastructuur speelt een rol in bredere welvaartsthema's en het oplossen van maatschappelijke opgaven

De digitale infrastructuur is een drijvende kracht achter diverse bredere welvaartsthema's en maatschappelijke uitdagingen in Nederland. Door middel van verschillende diepte-interviews met experts en literatuurstudie, stelt het onderzoeksteam vast dat een robuuste, betrouwbare en hoogwaardige infrastructuur van belang is voor innovaties op het gebied van onder andere landbouw, energie, transport en veiligheid. Daarnaast verhoogt digitale innovatie (afhankelijk van de infrastructuur) de effectiviteit en kwaliteit van zorg, en biedt het patiënten meer regie op hun leven en behandeling. Op het gebied van duurzaamheid bijvoorbeeld kunnen innoverende toepassingen als Mobility as a Service (deelvervoer) en hybride/thuiswerken leiden tot een significante daling van de CO2 uitstoot. De maatschappelijk relevante mogelijkheden van digitalisering zijn in dit onderzoek niet uitputtend uiteengezet. Desalniettemin is het belang van een robuuste digitale infrastructuur in het kader van maatschappelijke uitdagingen en brede welvaartsthema's evident.

De digitale infrastructuur heeft in absolute zin een aanzienlijke footprint, maar relatief beperkt blijkt ten opzichte van andere sectoren

De footprint van de digitale infrastructuur is in deze studie verkend aan de hand van het energiegebruik (met energetische CO2 uitstoot), materiaalgebruik en ruimtegebruik. Tabel 6.2 geeft de overkoepelende bevindingen (jaarlijks) weer.

Tabel 6.2 Overzicht footprint DI

Categorie	Energiegebruik DI (GWh)*	CO2 uitstoot (Kton)**	Materiaalgebruik (mln. kg)	Ruimtegebruik (Ha)
Gegevenstransport - netwerk	1000 GWh	0	746	1,170
Gegevensverwerking	3200 GWh	110		
Ondersteuning	350 GWh	80		
Gegevenstransport - onderhoud	450 GWh	120		
Totaal (GWh)	5000 GWh	310		

*noot: Omvat het totale energieverbruik van alle energiedragers die in een deelsector worden gebruikt; elektriciteit, aardgas, diesel en benzine.

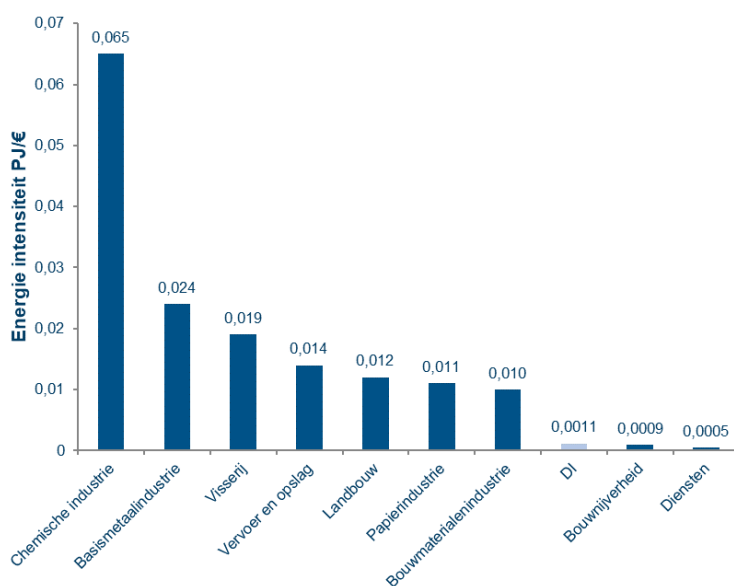
**noot: De CO2 uitstoot betreft enkel de energetische CO2 uitstoot, als gevolg van fossiel energiegebruik.

Bron: Ecorys

In absolute hoeveelheden maakt de digitale infrastructuur gebruik van veel energie, materiaal en ruimte. Echter, wanneer we deze absolute hoeveelheden relatief duiden, zien we dat de DI een beperkt aandeel neemt van 0,65% van het energiegebruik, 0,2% van het materiaalgebruik en 0,02% van het ruimtegebruik ten opzichte van de totale Nederlandse economie. In dit onderzoek is de energetische CO2-uitstoot van de digitale infrastructuur verkend. Omdat de sector gebruik maakt van grote hoeveelheden groene elektriciteit (ongeveer 84% van het totale energieverbruik in de sector), is de energetische CO2 uitstoot beperkt.

De digitale infrastructuur wordt gekenmerkt door een hoog energieverbruik. Om het energieverbruik van de digitale infrastructuur nader in perspectief te analyseren, is de energie-intensiteit van de DI vergeleken met een aantal andere sectoren. Figuur 6.3 geeft deze vergelijking. In de figuur is te zien dat de digitale infrastructuur een relatief energie-efficiënte sector is, met een energie-intensiteit van 0,0011 PJ/€.

Figuur 6.3 Vergelijking energie-efficiëntie DI met andere sectoren (herhaling figuur 5.3)



Bron: Ecorys (2021), actualisatie Ecorys.

Bijlage I: Webscrapingmethodiek

Het doel van het toepassen van de techniek 'webscraping' is om op basis van algemeen beschikbare informatie bedrijvigheid te filteren die wij verstaan onder de scope van de DI. Deze methode maakt het mogelijk om te bepalen welke bedrijven binnen de oranje gearceerde SBI-sectoren al dan niet binnen scope vallen. Hiermee kan er extra diepgang geboden worden in de bedrijven die tot de digitale infrastructuur behoren, boven op de standaard SBI-classificering.

Webscraping

Door middel van webscraping kan op een efficiënte manier een grote hoeveelheid data worden verzameld en geanalyseerd. De methodiek van webscraping kent drie stappen:

1. Het vaststellen van de te onderzoeken groep.

Dit stelt de zoektermen vast waarmee de scrapingsoftware het internet zal doorzoeken op informatie. Een dergelijke zoekterm is bijvoorbeeld 'datacenter' of 'webhosting'.

2. Het systematisch zoeken en opslaan van data over de doelgroep.

Voor elk bedrijf in de te onderzoeken groep zoekt de webscraping software automatisch de desbetreffende website (via de Google Search API). Vervolgens leest de software de website in, met als doel om een set sleutelwoorden te verzamelen over het bedrijf. Deze sleutelwoorden betreffen belangrijke termen op de website zoals titels, veelvoorkomende woorden, dikgedrukte woorden, enz.

Voor dit onderzoek heeft Ecorys eigen webscrapingsoftware ontwikkeld. Hierdoor is de interne methodiek van de webscrapingsoftware bekend bij Ecorys, wat de transparantie van het onderzoek ten goede komt.

3. Het analyseren van de gevonden data.

De bedrijven uit de doelgroep worden vervolgens gefilterd door de sleutelwoorden van de websites met een aantal trefwoordenlijsten te vergelijken. Op deze manier wordt bepaald welke bedrijven wel of niet behoren tot de digitale infrastructuur.

Webscraping als datavergaringsmethode kent een aantal inherente krachten en voorwaarden. De kracht van webscraping is dat het een snelle, schaalbare en flexibele methode is. Zonder menselijke ondersteuning is de software in staat om tienduizenden bedrijven te scrapen. Dit limiteert zich niet tot één bepaalde soort bedrijven. Eenzelfde 'scrape' is ook met bedrijven uit andere SBI-codes mogelijk. Webscrapes zijn meerdere keren binnen een tijdsframe uit te voeren op dezelfde groep bedrijven, om progressie in de tijd weer te kunnen geven.

Webscraping is van nature volledig afhankelijk van beschikbare informatie op het internet. De eerste voorwaarde is daarom dat een DI-bedrijf beschikt over een website om geïdentificeerd te worden. Wanneer een bedrijf geen (up-to-date) website heeft, zal webscraping niet in staat zijn om de benodigde data binnen te krijgen. De webscraper is ten tweede ook afhankelijk van de inhoudelijke volledigheid van de websites van de bedrijven. Als de scraper niet in staat is om op een website trefwoorden te vinden die passen bij digitale infrastructuur, dan zal dit bedrijf worden geclassificeerd als 'buiten scope'. Hiermee bestaat de kans dat bepaalde

DI-bedrijven onterecht gemist worden in de inventarisatie – een zogeheten **'false negative'**. Ten derde: webscraping zorgt voor een momentopname. De scrapingsoftware gebruikt het internet op een peildatum om informatie op te zoeken. Als bedrijven tussen twee momenten van webscraping in hun website (deels) veranderen, veranderen de resultaten van de webscraper potentieel ook. De methodiek van de scraper blijft echter wel hetzelfde.

Het resultaat van de webscraping is dat van ieder bedrijf dat behoort tot de groep van oranje gearceerde SBI-sectoren (zie tabel 1) is bepaald of dit bedrijf werkzaam is op het gebied van digitale infrastructuur.

Bijlage II: Diepte-interviews en validatiesessies

Tabel Bijlage II.1 Gesprekspartners diepte-interviews

Naam	Bedrijf/instelling
Jeroen te Winkel	Alliander
Sjaak Wolfert	Wageningen University & Research
Ferdinand Burgersdijk	Fair is Fair
Paul Swaak	ConnAct.online
Marten van der Velde	Portbase
Alexander van den Hil	Surf
Marcel Heldoorn	Patiëntenfederatie
Arnout de Vries	TNO

Tabel Bijlage II.2 Aanwezige partijen validatiesessies

Naam
Validatiesessie 1
TNO
Dutch Data Center Association
DINL
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Validatiesessie 2
Eurofiber
Huawei
NL Connect
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
TNO
Axians
AMS-ix - Amsterdam Internet Exchange
DINL
Dutch Data Centers Association
Ericsson
KPN
Fiber Carriers Association
SURF

Bijlage III: Transparantie grote bedrijven in SBI-codes

Tabel Bijlage III.1 Bedrijven met meer dan 500 werknemers in SBI-categorieën van de populatie.

Naam eindgebruiker	SBI	Meerwaarde meegenomen
Ziggo B.V.	SBI 6110	100%
KPN B.V.	SBI 6110	100%
Oracle Nederland	SBI 6209	25%
B.V. Twentsche Kabelfabriek	SBI 4222	75%
Ziggo Netwerk B.V.	SBI 6190	100%
Afas Software B.V.	SBI 6202	25%
SPIE Nederland B.V.	SBI 4222	75%
IlionX Group B.V.	SBI 6202	25%
Centric IT Workforce B.V.	SBI 6209	25%
UPC Nederland - Services	SBI 6190	100%
Exact MKB Software B.V.	SBI 6202	25%
Worldline Financial Services	SBI 6311	100%
Infosys Limited	SBI 6209	25%
Cisco Systems International B.V.	SBI 6202	25%
Atos Nederland B.V.	SBI 6202	25%
Chipsoft B.V.	SBI 6202	25%
DNWG Infra B.V.	SBI 4222	75%
Visser & Smit Hanab Distributie B.V.	SBI 4222	75%
Digital Realty	SBI 6311	100%
Microsoft International Holdings B.V.	SBI 6202	25%
Microsoft Financing International B.V.	SBI 6202	25%
Equinix (EMEA) B.V.	SBI 6190	100%
HCL Technologies B.V.	SBI 6202	25%
SSC-ICT	SBI 6202	25%
Centric Netherlands B.V.	SBI 6202	25%
Visser & Smit Hanab B.V.	SBI 4222	75%
T-Mobile Netherlands B.V.	SBI 6110	100%
T-Mobile Netherlands Holding B.V.	SBI 6120	100%
BAM Telecom B.V.	SBI 4222	75%
Baas B.V.	SBI 4222	75%
DXC Technology	SBI 6202	25%
Eurofiber Nederland	SBI 6110	100%
Huawei Technologies (Netherlands) B.V.	SBI 6209	25%

Bijlage IV: Gevoeligheidsanalyse berekening meerwaarde

In de hoofdtekst geeft tabel 3.2 (hieronder herhaald) weer welk deel van de toegevoegde waarde van bedrijven binnen de DI wordt meegenomen. Per SBI-code is hiervoor een percentage vastgesteld. Deze percentages zijn aanvankelijk vastgesteld op basis van inschattingen van experts. Aanvullend zijn de percentages in een validatiesessie voorgelegd aan de opdrachtgever en aan partners uit de digitale sector. Hieruit zijn de uiteindelijke percentages in tabel 3.2 tot stand gekomen.

Tabel 3.2 (hoofdstuk 3): fractie meegenomen meerwaarde van bedrijven binnen de DI, per sector

SBI	% aandeel DI
4222: Leggen van elektriciteits- en telecom. kabels	75%
6110: Draadgebonden telecommunicatie	100%
6120: Draadloze telecommunicatie	100%
6130: Telecommunicatie via satelliet	100%
6190: Overige telecommunicatie	100%
6202: Advisering en ondersteuning op het gebied van IT	25%
6209: Overige dienstverlenende activiteiten op het gebied van IT	25%
6311: Gegevensverwerking, webhosting en aanverwante activiteiten	100%
Overige grote bedrijvigheid	5%

De percentages uit tabel 3.2 geven een weloverwogen inschatting weer van het deel van de bedrijvigheid die per bedrijf (en per sector) binnen de DI valt. Het is vanwege o.a. data-schaarste en de omvang van het onderzoek niet mogelijk om voor elk bedrijf een individueel percentage te bepalen. Het werkelijke gemiddelde percentage per sector wijkt daardoor waarschijnlijk af van de vastgestelde cijfers.

Ecorys heeft een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om in kaart te brengen hoeveel een afwijking van de percentages uit tabel 3.2 de eindresultaten van het onderzoek beïnvloed. De analyse is gedaan door één sector percentages *ceteris paribus* te variëren tussen $\pm 1\%$ en $\pm 10\%$. De resultaten hiervan zijn te zien in figuur III.1 en III.2. Uit de gevoeligheidsanalyse zijn twee conclusies te trekken.

1. De outputparameters 'bruto TW' en 'fte werkzaam' zijn relatief ongevoelig voor variaties in meegenomen meerwaarde. Een verkeerde inschatting van 1% heeft voor elke SBI-code een effect van ongeveer een half procent of minder op de outputparameters.
2. De uitzondering hierop is de categorie 'overige grote bedrijven'. Van deze categorie is het bekend dat slechts een klein deel van de meerwaarde aan de DI toegewezen kan worden. Grote bedrijven met hogere mate van bedrijvigheid binnen de DI vallen veelal binnen een van de concreet genoemde SBI-codes. Een compleet overzicht hiervan is te vinden in bijlage III.

3. De outputparameters reageren lineair op een verandering van de gegeven percentages. Dit was ook de verwachting, gegeven de methode waarop de percentages worden gebruikt.

Figuur Bijlage IV.1 gevoeligheidsanalyse, invloed van meegenomen meerwaarde op totale bruto TW van de DI (direct + indirect)

SBI_code	-10%	-1%	o	+1%	+10%
Bedrijven >500fte	-28,6%	-2,86%	0,0%	2,86%	28,6%
SBI 4222	-1,0%	-0,10%	0,0%	0,10%	1,0%
SBI 6110	-1,7%	-0,17%	0,0%	0,17%	1,7%
SBI 6120 & 6130	-0,7%	-0,07%	0,0%	0,07%	0,7%
SBI 6190	-2,1%	-0,21%	0,0%	0,21%	2,1%
SBI 6202	-6,5%	-0,65%	0,0%	0,65%	6,5%
SBI 6209	-1,6%	-0,16%	0,0%	0,16%	1,6%
SBI 6311	-1,3%	-0,13%	0,0%	0,13%	1,3%

Figuur Bijlage IV.2 Gevoeligheidsanalyse, invloed van meegenomen meerwaarde op totale fte werkzaam van de DI (direct + indirect)

SBI_code	-10%	-1%	o	+1%	+10%
Bedrijven >500fte	-20,4%	-2,0%	0,0%	2,0%	20,4%
SBI 4222	-2,3%	-0,2%	0,0%	0,2%	2,3%
SBI 6110	-1,5%	-0,2%	0,0%	0,2%	1,5%
SBI 6120 & 6130	-0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%
SBI 6190	-1,9%	-0,2%	0,0%	0,2%	1,9%
SBI 6202	-6,5%	-0,6%	0,0%	0,6%	6,5%
SBI 6209	-2,1%	-0,2%	0,0%	0,2%	2,1%
SBI 6311	-1,4%	-0,1%	0,0%	0,1%	1,4%



Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com

K.v.K. nr. 24316726

W www.ecorys.nl