

DATA VOOR DUURZAME DIGITALISERING

INVENTARISATIE VAN BESCHIKBARE DATA OVER DUURZAME
DIGITALISERING

RAPPORT

seo • economisch onderzoek

AUTEURS

Dr. Jeroen Content (SEO), Vincent Mosmuller MSc (Dialogic), Ir. Tommy van der Vorst (Dialogic) en
Iris van Vugt MSc (Dialogic)

IN OPDRACHT VAN

Ministerie van Economische Zaken

Amsterdam, juni 2025

Samenvatting

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken is in deze studie geïnventariseerd welke data en databanken beschikbaar zijn in relatie tot het grondstoffengebruik en de emissie van de digitale sector. Deze studie vormt daarmee een eerste stap in het opstellen van een dashboard om de voortgang van duurzame digitalisering te monitoren.

In 2023 zijn reeds onderzoeken uitgevoerd naar duurzame digitalisering. Zo wijst onderzoek van Dialogic (2023) uit dat de emissies van de digitale sector voornamelijk bestaan uit scope 2- en scope 3-emissies. Het onderzoek toont dat de scope 2-emissies van de digitale sector verantwoordelijk zijn voor ongeveer 0,7 - 2,3 procent van de totale uitstoot in Nederland. Onderzoek uitgevoerd door SEO (2023) bestudeert juist de bijdrage die digitalisering kan hebben bij het reduceren van emissies in andere sectoren zoals mobiliteit, elektriciteit en industrie, mits ondersteund door gericht beleid op zaken zoals datadeling en standaardisatie.

Vergelijkbaar heeft het Actieplan Duurzame Digitalisering (Min. EZK, 2024) twee hoofddoelen: 1) de digitale sector zelf verder verduurzamen, en 2) digitalisering actief inzetten voor verduurzaming in andere sectoren. Voor einde 2025 is het doel van het Actieplan om een concept 'dashboard' te presenteren waarmee de voetafdruk van de digitale sector in kaart kan worden gebracht. De voetafdruk bestaat hierbij uit grondstoffengebruik en scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies.

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken (EZ) hebben Stichting Economisch Onderzoek (SEO) en Dialogic gezamenlijk onderzoek uitgevoerd met als doel inzicht te krijgen in welke data en databanken beschikbaar zijn in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies van de digitale sector en in relatie tot de impact van digitalisering op verduurzaming. Dit onderzoek is een eerste stap in het opstellen van een dashboard om de voortgang van duurzame digitalisering te monitoren.

Onderzoeksvraag en analysekader

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in welke data en databanken beschikbaar zijn in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies van de digitale sector en in relatie tot de impact van digitalisering op verduurzaming. De centrale vraag hierbij is: *Welke data en databanken zijn of komen beschikbaar in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, 2- en 3-emissies van de digitale sector, en in relatie tot de impact van digitalisering op verduurzaming?*

Het onderzoek is gestart met het opstellen een analysekader. Onderdeel daarvan is een definitie en afbakening van de digitale sector die het mogelijk maakt effectief beleid te vormen, maar ook werkbaar is voor de dataverzameling. In navolging van eerder onderzoek wordt de digitale sector in deze studie verder uitgesplitst in de hoofdcategorieën: 1) eindgebruikersapparatuur (zoals smartphones, laptops, tablets, televisies etc.), 2) netwerken (vaste netwerken en mobiele netwerken), en 3) datacentra (on-premise bij grotere ondernemingen, colocation en hyperscale).

Een tweede onderdeel van het analysekader is het opstellen van impactpaden, welke laten zien via welke mechanismen de digitale sector leidt tot emissies en grondstoffengebruik of juist tot reductie daarvan. Bij het

opstellen van de impactpaden wordt in grote mate aangesloten op de categorisering van het *Greenhouse Gas-protocol*. De activiteiten van de digitale sector zijn verder opgedeeld in onderdelen van de levenscyclus: 1) bouw, productie en aanleg, 2) distributie en logistiek, 3) operatie en gebruik, 4) onderhoud en 5) afvoer en recycling.

Op basis van bureauonderzoek is vervolgens een longlist van impactpaden opgesteld. Niet alle impactpaden uit de longlist zijn echter even relevant om doorlopend te monitoren. Zo kan het zijn dat een specifiek pad een impact heeft op duurzaamheid die verwaarloosbaar is ten opzichte van de andere paden. Voor een zinvolle monitor is het van belang dat in ieder geval de paden die een substantiële invloed hebben (of verwacht worden te gaan hebben) afgedekt worden. Een impactpad is relevant wanneer dit substantieel bijdraagt aan de totale milieu-impact van de digitale sector, expliciet centraal staat in beleid of regelgeving, of het aannemelijk is dat de totale milieu-impact door dit pad in de toekomst substantieel zal veranderen.

Databronnen

Om impactpaden daadwerkelijk te monitoren, is inzicht nodig in beschikbare databronnen en methoden. Daartoe zijn de relevante impactpaden per scope in deze studie gekoppeld aan databronnen.

- **Scope 1:** Gegeven de gehanteerde afbakening heeft eindgebruikersapparatuur geen relevante scope 1-emissies. Netwerken en datacentra hebben die wel, maar de scope 1-emissies zijn dusdanig beperkt dat ook die buiten beschouwing gelaten worden. Watergebruik van datacenters is ten opzichte van het totale watergebruik in Nederland zeer beperkt, maar gezien de beleidsrelevantie is het wel meegenomen in deze studie. Het kan gemeten worden met behulp van de EED-rapportages.
- **Scope 2:** In het algemeen blijkt geen databron beschikbaar te zijn die een integraal overzicht geeft van de scope 2-emissies van eindgebruikersapparatuur. CBS- en ACM-data zijn belangrijke bronnen voor eindgebruikersapparatuur, welke aangevuld dienen te worden met verder literatuuronderzoek. De dekking is afhankelijk van de beschikbare data en schattingen. Berekeningen zullen gemaakt moeten worden op basis van aannames en inschattingen vanuit beschikbare databronnen. Voor netwerken zijn verschillende databronnen beschikbaar, variërend van jaarrapportages, ACM-data, de GSMA en data van individuele bedrijven. Hoewel de kwaliteit van bijvoorbeeld de ACM-data hoog is, zijn niet alle data voor Nederland beschikbaar (daartoe bestaat twijfel over de representativiteit). Voor vaste netwerken speelt de grote variatie in apparatuur en verbruik een rol en is de betrouwbaarheid afhankelijk van literatuur en kengetallen. Datacenters zijn beter gedekt dankzij de verplichte EED-rapportages. Meer dan 90 procent van de datacenters moet rapporteren, maar openbaarheid van gegevens is mogelijk beperkt. EU ETS-data zijn van hoge kwaliteit maar dekken alleen grote en energie-intensieve installaties, deze data geven daarom geen compleet beeld van de sector.
- **Scope 3:** Grofweg twee benaderingen zijn te onderscheiden. Een top-downbenadering, waarin emissies op macroniveau uitgesplitst worden om zodoende de voetafdruk van de digitale sector te bepalen. Met behulp van een input-outputanalyse op basis van nationale en internationale statistieken (IPCC-data, handelsstromen, sectorale CO₂-intensiteiten), wordt op geaggregeerd niveau bepaald hoeveel emissies aan de digitale sector zijn toe te rekenen. In een bottom-upbenadering (verzamelen van duurzaamheidsrapportages via de CSRD), wordt daarentegen juist op het niveau van individuele bedrijven begonnen met het bij elkaar brengen van individuele scope 1-, 2- en 3-cijfers. Vervolgens worden deze samengevoegd en opgeteld om gezamenlijk een weergave te geven van de totale voetafdruk van de digitale sector.

Met de huidige kennis en gezien het overzicht van beschikbare databronnen wat in deze studie is gecreëerd is een dashboard duurzame digitalisering haalbaar. Een eerste versie van een dashboard zal echter niet de ambitie moeten hebben om vanaf het begin af aan een compleet beeld te kunnen geven. Daarvoor zijn er momenteel nog te veel hiaten en openstaande vragen.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inhoudsopgave	4
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Onderzoeksvragen	6
1.3 Aanpak	6
1.4 Leeswijzer	6
2 Analyse kader	7
2.1 Concept impactpaden	7
2.2 Overzicht van impactpaden voor de digitale sector	10
3 Relevantie van impactpaden	14
3.1 Relevantie impactpaden eindgebruikersapparatuur	14
3.2 Relevantie impactpaden netwerken	18
3.3 Relevantie impactpaden datacenters	20
3.4 Overzicht van relevante impactpaden digitale sector	21
4 Databronnen en methoden	23
4.1 Databronnen eindgebruikersapparatuur	23
4.2 Databronnen netwerken	30
4.3 Databronnen datacenters	37
5 Conclusie	42
Referenties	49
Bijlage A Longlist van impactpaden	51
Bijlage B Top-down benadering scope 3-emissies	53

1 Inleiding

Deze studie inventariseert welke data en databanken beschikbaar zijn in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies van de digitale sector en vormt daarmee de basis voor het opstellen van een dashboard om de voortgang van duurzame digitalisering in Nederland te monitoren.

1.1 Aanleiding

Het Actieplan Duurzame Digitalisering (Min. EZK, 2024) zet in op kansen om de digitale sector te verduurzamen en de digitale sector in te zetten voor verduurzaming. Hiervoor zijn acties vastgelegd tot eind 2025. Gedurende de eerste fase van het Actieplan Duurzame Digitalisering wordt verkend hoe de voortgang van duurzame digitalisering inzichtelijk kan worden gemaakt en hoe de belangrijkste statistieken en kengetallen met betrekking tot de voetafdruk van de digitale sector in kaart kunnen worden gebracht. De voetafdruk bestaat hierbij uit grondstoffengebruik en scope 1- en scope 2-emissies. Ook wordt er gezocht naar haalbare manieren om scope 3-emissies mee te nemen.

In 2023 zijn onderzoeken uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK), waaronder onderzoek van Dialogic (2023) naar emissies van de digitale sector in toekomstperspectief. Daaruit blijkt dat de emissies van de digitale sector voornamelijk bestaan uit scope 2- en scope 3-emissies. Het onderzoek toont dat de scope 2-emissies van de digitale sector verantwoordelijk zijn voor ongeveer 0,7 - 2,3 procent van de totale uitstoot in Nederland. Een tweede onderzoek, uitgevoerd door SEO (2023), bestudeert juist de bijdrage die digitalisering kan hebben bij het reduceren van emissies in andere sectoren zoals mobiliteit, elektriciteit en industrie, mits ondersteund door gericht beleid op zaken zoals datadeling en standaardisatie. Een derde onderzoek, uitgevoerd door Ecorys (2023), bestudeert het economisch belang van de digitale infrastructuur en toont dat hoewel de digitale infrastructuur wordt gekenmerkt door een hoog energieverbruik en daarmee hoge emissies, in relatieve zin de emissies vergeleken met andere sectoren beperkt zijn.

Het Actieplan Duurzame Digitalisering heeft als doel eind 2025 een concept 'dashboard' te presenteren waarmee de voortgang van duurzame digitalisering inzichtelijk kan worden gemaakt. Eén van de acties daartoe is het verkrijgen van een overzicht van wat er wel en wat er niet mogelijk is op het gebied van monitoring en welke nieuwe datastromen nodig zijn om de voortgang van dit actieplan te monitoren.

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken (EZ) hebben Stichting Economisch Onderzoek (SEO) en Dialogic gezamenlijk onderzoek uitgevoerd. Het doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in welke databanken beschikbaar zijn in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies van de digitale sector en in relatie tot de impact van digitalisering op verduurzaming. Dit onderzoek is een eerste stap in het opstellen van een dashboard om de voortgang van duurzame digitalisering te monitoren.

1.2 Onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in welke data en databanken beschikbaar zijn in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies van de digitale sector en in relatie tot de impact van digitalisering op verduurzaming. Daartoe staat de volgende onderzoeksvraag in deze studie centraal.

Welke data en databanken zijn of komen beschikbaar in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, 2- en 3-emissies van de digitale sector, en in relatie tot de impact van digitalisering op verduurzaming?

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn in het kader van dit onderzoek de volgende deelvragen gesteld, waarbij de nadruk binnen dit onderzoek met name ligt op het beantwoorden van de eerste deelvraag:

1. Geef een overzicht van bestaande databanken en in de nabije toekomst te verwachten databanken (bijvoorbeeld op basis van nieuwe regelgeving zoals de CSRD) uit binnen- en buitenland.
2. Verken hoe het Kenniscentrum Duurzame Digitalisering samen kan werken met de organisaties achter de geïnventariseerde databanken t.b.v. het toekomstige dashboard duurzame digitalisering.
3. Geef een overzicht van hiaten op het gebied van dataverzameling en mogelijke oplossingen om deze hiaten in te vullen.
4. Maak inzichtelijk welke vragen nog beantwoord moeten worden om de belangrijkste statistieken en kengetallen met betrekking tot de voetafdruk van de digitale sector en de impact van digitalisering op verduurzaming in kaart te kunnen brengen.

1.3 Aanpak

Het onderzoek start met het opstellen van impactpaden. Deze laten zien via welke mechanismen de digitale sector leidt tot extra emissies, grondstoffengebruik of juist tot reductie daarvan. Bij het opstellen van de impactpaden wordt in grote mate aangesloten op de categorisering van het *Greenhouse Gas-protocol*. Dit overzicht van impactpaden biedt structuur aan de dataverzameling en geeft handvatten voor beleid om te sturen op emissiereductie.

De inventarisatie van databronnen start met het opstellen van een *longlist* van potentieel waardevolle databanken. De inventarisatie is zowel gericht op de *top-down* gegevens als bronnen die invulling geven aan bottom-up benadering. Voorbeelden van bronnen die in kaart zijn gebracht zijn CSRD-rapportages van bedrijven, wetenschappelijke literatuur over het meten van emissies of (overheids-)beleidstukken gericht op emissiereductie in de digitale sector – bijvoorbeeld op het terrein van datacenters. Naast bureauonderzoek is een reeks van gesprekken gevoerd met experts in de publieke en private sector, medewerkers van het CBS en andere relevante stakeholders. Op basis van het bureauonderzoek en de gevoerde gesprekken komt vervolgens een shortlist van databronnen en methoden tot stand.

1.4 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt het analysekader van deze studie beschreven. Hoofdstuk 3 gaat dieper in op de impactpaden van de digitale sector en beschrijft welke impactpaden relevant zijn om mee te nemen in de monitoring. In hoofdstuk 4 worden voor de verschillende niveaus van impactpaden en de verschillende emissie scopes relevante methoden en databronnen beschreven. Hoofdstuk 5 concludeert.

2 Analysekader

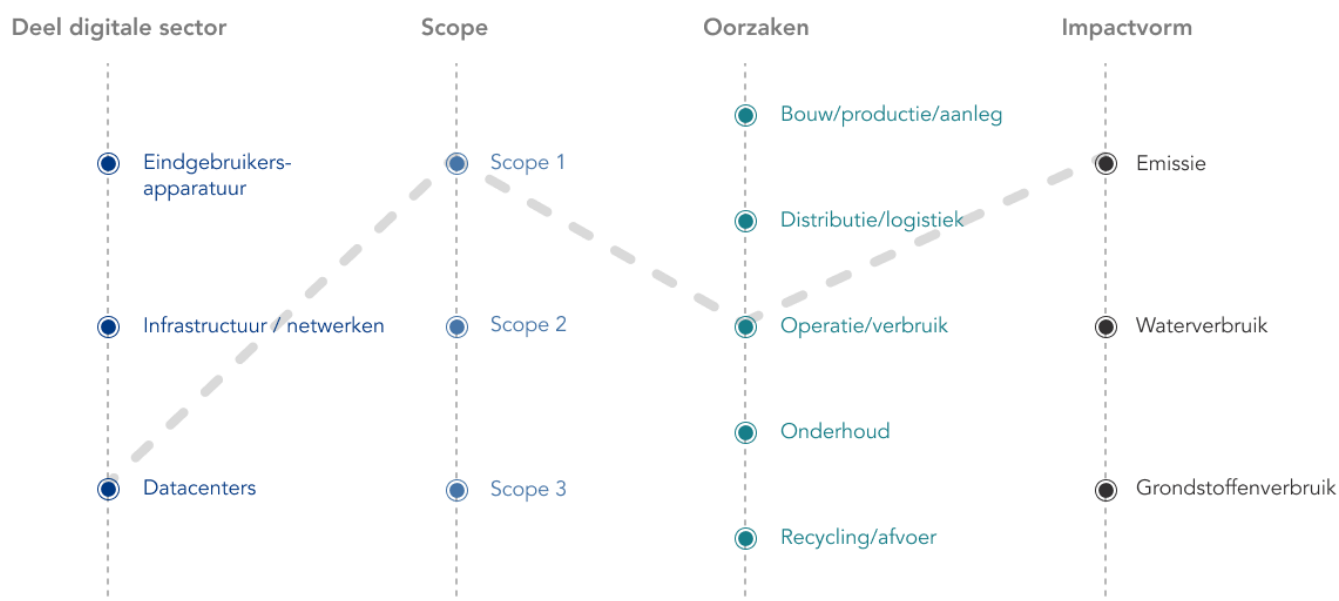
Impactpaden maken duidelijk via welke routes de digitale sector tot CO₂-emissies, grondstoffengebruik en andere impact leidt. Deze structuur maakt het mogelijk gericht databronnen te zoeken en te analyseren in hoeverre deze bruikbaar en relevant zijn.

2.1 Concept impactpaden

Een 'impactpad' kan gezien worden als een manier waarop de digitale sector een impact op duurzaamheid veroorzaakt. Bijvoorbeeld, de CO₂-emissie van het gebruik van dieselaggregaten door datacenters. Impact kan op verschillende manieren gemaakt worden en verschillende oorzaken hebben. Daarom definiëren we vier niveaus binnen een impactpad:

- Oorzaken, ofwel de activiteit binnen de digitale sector die de impact veroorzaakt;
- Het deel van de digitale sector;
- De scope;
- De impactvorm.

Figuur 2.1 Voorbeeld van een impactpad van de digitale sector



Bron: SEO (2023) en Dialogic (2023)

Het gebruik van impactpaden is relevant omdat het helpt om systematisch in kaart te brengen welke aspecten van de digitale sector bijdragen aan duurzaamheidsimpact en op welke manier deze effecten ontstaan. Aan de hand van het kader worden in Hoofdstuk 3 de relevante paden voor monitoring geïdentificeerd. In Figuur 2.1 staat schematisch weergegeven hoe een impactpad eruit kan zien. In de volgende paragrafen gaan we dieper in op de onderdelen.

2.1.2 Oorzaken (activiteiten)

De oorzaak die ten grondslag ligt aan de impact die de digitale sector maakt, is voor alle impactpaden hetzelfde: namelijk het gebruik van digitale diensten en producten. Deze oorzaak kan echter verder uitgesplitst worden in activiteiten die binnen de digitale sector ontplooid worden.

Op basis van de levenscyclustheorie (LCA), kunnen de activiteiten in de digitale sector globaal verdeeld worden in activiteiten gerelateerd aan:

1. Productie;
2. Distributie;
3. Gebruik;
4. Onderhoud;
5. Afvoer of recycling.

Elk van deze onderdelen van de levenscyclus kan uitstoot veroorzaken. Ieder impactpad bestaat uit één van deze activiteiten.

2.1.3 Deel digitale sector

Voor de monitoring van de duurzame digitalisering is een goede afbakening en uitsplitsing nodig van de sector. De afbakening en uitsplitsing moet aan de ene kant inzichten bieden waarmee effectief beleid gevormd kan worden, maar moet ook werkbaar zijn vanuit de dataverzameling.

Eerdere onderzoeken naar de voetafdruk van de digitale sector¹ bieden een splitsing van de digitale sector in drie hoofdcategorieën:

- *Eindgebruikersapparaten*. Er zijn veel mogelijke relevante eindgebruikersapparaten die tot de digitale sector kunnen worden gerekend (zoals smartphones, laptops, tablets, tv's etc.);
- *Netwerken*. Hierbij gaat het om de grootste typen (aansluit)netwerken (vaste netwerken, mobiele netwerken) en de daarbij behorende netwerkkapitaal;
- *Datacenters en servers*. Er zijn verschillende typen datacenters die verschillen in grootte (on-premise bij grotere ondernemingen, colocatie en hyperscale)². Daarnaast spelen ook de dieselaggregaten en koelsystemen een rol in de uitstoot bij datacenters.

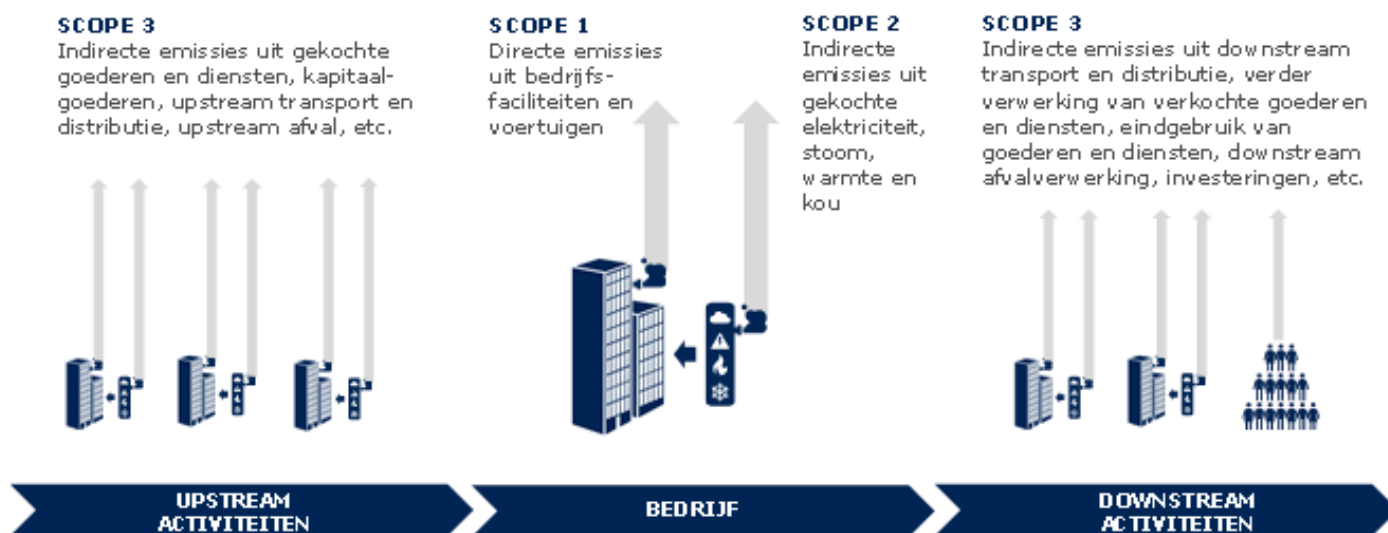
2.1.4 Emissiescopes

Het Greenhouse Gas (GHG) Protocol is een belangrijke standaard voor het meten van de emissies. Het protocol definieert drie scopes om de emissies van organisaties te categoriseren en rapporteren. Figuur 2.2 toont een schematische weergave van de toepassing van de scopes op de waardeketen van één individuele organisatie.

¹ O.a.: Freitag e.a. (2021), Dialogic (2023) en The World Bank (2024).

² Een *on-premise* datacenter is een (meestal relatief kleinschalig) datacenter op de locatie van een grotere onderneming, die de enige gebruiker is. Denk bijvoorbeeld aan een datacenterruimte in een kantoorgebouw. Een *colocatie*-datacenter verhuurt ruimte voor servers en andere apparatuur aan verschillende partijen. Een colocatie-datacenter voorziet in basisvoorzieningen (zoals een rack of kooi, elektriciteit en koeling) en kan een grote variëteit aan apparatuur bevatten. Hyperscalers tot slot zijn zeer grote datacenters, die integraal worden ontworpen en beheerd door één organisatie, meestal aanbieders van clouddiensten of grotere internetdiensten (denk bijvoorbeeld aan Google, Microsoft, Amazon en Meta). Doordat de datacenters een grote schaal kennen en integraal worden ontworpen, is veelal een hogere efficiëntie haalbaar dan bij de andere varianten.

Figuur 2.2 Schematische weergave van emissiescopes volgens het GHG-protocol vanuit het perspectief van een individuele organisatie



Bron: Dialogic (2023)

De drie scopes zijn als volgt gedefinieerd:

- **Scope 1:** Directe emissies die voortkomen uit activiteiten of activa die eigendom zijn van en/of onder directe controle staan van de organisatie.
Voorbeeld: emissies van een vrachtwagen die diesel verbrandt worden gezien als scope 1-emissies van een logistiek bedrijf (ook wanneer de vrachtwagen door dit bedrijf wordt geleased);
- **Scope 2:** Indirecte emissies die voortkomen uit het produceren van ingekochte energie.
Voorbeeld: de elektriciteit die een fabriek inkoopt om machines te laten werken, wordt deels opgewekt op basis van steenkool. De emissies die hierbij vrijkomen worden gezien als scope 2-emissies;
- **Scope 3:** Alle indirecte emissies die niet opgenomen zijn in scope 2 en die voorkomen in de waardeketen van een organisatie.
Voorbeeld: de machines die een fabriek nodig heeft, koopt deze in bij een machineleverancier. De productie, het transport, onderhoud, de recycling en cetera van de machines leidt tot emissies, die worden gezien als scope 3-emissies van de organisatie.

Belangrijk om te benoemen is dat deze definities zijn geformuleerd vanuit het perspectief van een individuele organisatie. Scope 2- en scope 3-emissies van de ene organisatie kunnen tegelijkertijd worden gezien als scope 1- en/of scope 2-emissies van een andere organisatie. Het doel van dit onderzoek is het inventariseren van beschikbare databronnen die (geaggregeerd) iets zeggen over de klimaatimpact van de gehele Nederlandse digitale sector, niet van een individuele organisatie. Aangezien scope 1- en scope 2-emissies van de ene organisatie kunnen worden gezien als scope 3-emissies van een andere organisatie, leidt dat tot de vraag wat we zien als scope 1- en scope 2-emissies van de sector als geheel.

Net als in het eerdere onderzoek van Dialogic (2023), wordt er in dit onderzoek gebruikgemaakt van een sectorale definitie van de scopes. Het uitgangspunt is hierbij de Nederlandse digitale sector. Omdat de scope 1- en scope 2-emissies van de ene organisatie kunnen worden beschouwd als scope 3-emissies van een andere organisatie, rijst de vraag hoe scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies worden gedefinieerd op sectorniveau voor monitoring.

De scopes voor de digitale sector zijn als volgt:

- Scope 1: Directe emissies afkomstig van activiteiten binnen de sector zelf. Denk aan het gebruik van fossiele brandstoffen door noodaggregaten, servicewagens of koelsystemen van datacenters en netwerkbeheerders;
- Scope 2: Indirecte emissies als gevolg van het verbruik van ingekochte energie (zoals elektriciteit of stadswarmte) door partijen in de digitale sector, bijvoorbeeld voor servers, zendmasten of kantoorlocaties;
- Scope 3: Emissies elders in de waardeketen, buiten de directe operationele grenzen van de sector. Dit omvat bijvoorbeeld de uitstoot bij de productie van digitale apparatuur, logistieke uitstoot bij transport van deze producten en de duurzaamheidsimpact die ontstaat bij verwerking van afgedankte ICT-apparatuur (e-waste).

2.1.5 Impactvormen

Om de duurzaamheidsimpact van de digitale sector te meten, is het van belang om de relevante 'impactvormen' af te bakenen die door de sector worden gegenereerd. Het doel is om de belangrijkste impactvormen te identificeren en mee te nemen in een analyse van de digitale sector. Een goede selectie van impactvormen helpt om de inschatting van de milieu-impact overzichtelijk en doelgericht te houden, zonder onnodige complexiteit.

Bij het meten van de klimaatimpact van de digitale sector is er sprake van een zekere hiërarchie in het type indicator dat gebruikt kan worden. Idealiter richt de monitoring zich op milieu-indicatoren, omdat deze direct de daadwerkelijke milieueffecten weergeven, zoals CO₂-uitstoot. Deze indicatoren geven het meest zuivere beeld van de ecologische impact van de sector. In de praktijk is het echter niet altijd mogelijk om milieueffecten rechtstreeks of volledig te monitoren. In zulke gevallen kunnen andere, beter meetbare, grootheden zoals grondstofgebruik of watergebruik uitkomst bieden omdat deze een goed beeld geven van het onderliggende duurzaamheidseffect. Het zijn vaak beter meetbare indicatoren die kunnen functioneren als betrouwbare proxies³.

De mate van relevantie van deze indicatoren voor een analyse van de digitale sector verschilt sterk per deel van de digitale sector en scope. In Hoofdstuk 3 wordt dieper ingegaan op de mate van relevantie van specifieke indicatoren.

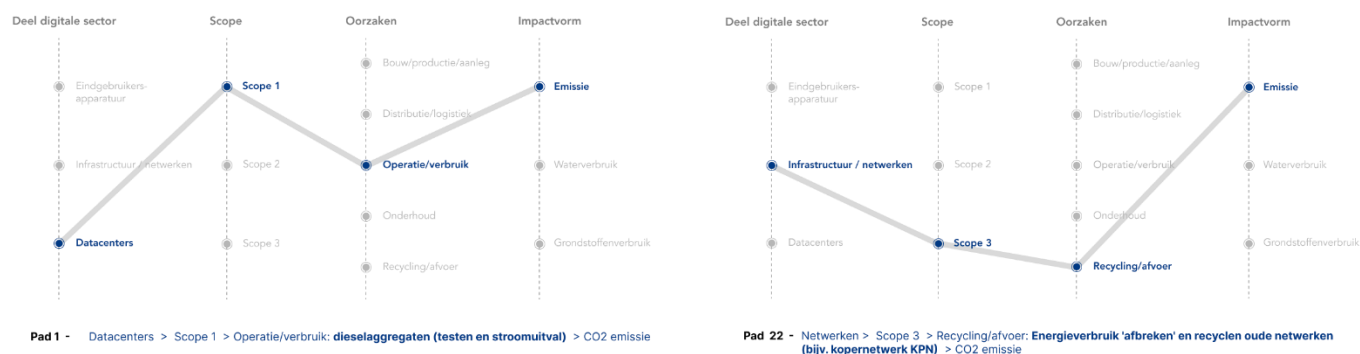
2.2 Overzicht van impactpaden voor de digitale sector

In de voorgaande paragrafen is het concept impactpaden uitgelegd en zijn de niveaus waaruit impactpaden bestaan toegelicht. In deze paragraaf gaan we dieper in op de impactpaden van de digitale sector en beschrijven we welke impactpaden relevant zijn om mee te nemen in de monitoring.

Door middel van bureauonderzoek is een lijst met 33 impactpaden opgesteld die voorkomen in de digitale sector (een zogenoemde 'longlist'). De longlist van impactpaden maakt inzichtelijk via welke routes de digitale sector tot CO₂-emissies en grondstoffengebruik leidt. Figuur 2.3 geeft als voorbeeld een visuele weergave van twee impactpaden uit de longlist. De gehele lijst is te vinden in bijlage A. In paragraaf 3.2 lichten we op basis van literatuur toe hoe we tot de longlist zijn gekomen.

³ Een proxy is een indirecte metriek die kan worden gebruikt wanneer een directe meting niet mogelijk is. De proxy meet niet exact het gewenste, maar correleert daar wel zeer sterk mee. Een voorbeeld van een proxy is het aantal virusdeeltjes in het riool, die de daadwerkelijke verspreiding van dat virus vrij accuraat benadert.

Figuur 2.3 Twee voorbeelden van impactpaden uit de longlist



Bron: SEO & Dialogic (2025)

Voor het opstellen van de longlist zijn alle delen van de digitale sector en alle scopes meegenomen. De activiteiten van de digitale sector zijn opgedeeld in onderdelen van de levenscyclus. Dat houdt in dat er als oorzaken vijf categorieën in de longlist staan:

1. Bouw, productie en aanleg;
2. Distributie en logistiek;
3. Operatie en gebruik;
4. Onderhoud;
5. Afvoer en recycling.

Daarnaast hebben we ervoor gekozen om de impactvormen CO₂-uitstoot, grondstoffenverbruik en waterverbruik mee te nemen in de longlist. Hieronder lichten we dit kort toe.

CO₂-uitstoot is de belangrijkste en meest voorkomende impactindicator voor verduurzaming, ook voor de digitale sector. Dit blijkt zowel uit literatuur als uit beleidsmatige doelstellingen. Eerdere analyses⁴ van de digitale sector richten zich voornamelijk op deze indicator. In het Actieplan Duurzame Digitalisering (Min. EZK, 2024) staat CO₂-uitstoot eveneens centraal in de doelstelling en het vormen van beleid. Verder is CO₂-uitstoot direct gekoppeld aan belangrijke nationale en internationale klimaatdoelstellingen, zoals het Klimaatakkoord en het Parijsakkoord. Deze indicator sluit dus goed aan bij beleidskaders.

Data over CO₂-uitstoot zijn over het algemeen breed beschikbaar. Een groot deel van de bedrijven rapporteert inmiddels hun CO₂-uitstoot, terwijl de EU steeds sterker inzet op het verplicht stellen van dergelijke rapportages. Daarnaast wordt uitstoot vaak omschreven in de vorm van CO₂-equivalent (afkorting CO₂-e of CO₂-eq), wat een maat is om de uitstoot van verschillende broeikasgassen op dezelfde manier uit te drukken. CO₂ is hiervoor de referentie en een uitstoot van één ton CO₂ komt per definitie overeen met één ton CO₂-eq. Hiermee kan de impact van verschillende broeikasgassen gemakkelijker worden vergeleken met elkaar en met de waarde van CO₂-uitstoot.

Op de tweede plaats is **grondstoffengebruik** een impactvorm die in de digitale sector voorkomt. Bij de productie van hardware voor de digitale sector wordt er gebruikgemaakt van mineralen en metalen die in beperkte mate voorkomen in de natuur. Denk hierbij aan lithium, kobalt en andere zeldzame aardmetalen. Ook vermindering van het grondstoffenverbruik is in zowel literatuur als in beleid een belangrijk thema. Zo wordt er met de nationale

⁴ Zie bijvoorbeeld Dialogic (2023) en SEO (2023)

grondstoffenstrategie ingezet op het verminderen van grondstoffenverbruik van kritieke metalen en mineralen⁵, en heeft TNO het Nationaal Materialen Observatorium⁶ opgericht. Verder is grondstoffenverbruik onderdeel van het Nationaal Programma Circulaire Economie (Min. IenW, 2023) en heeft Europa sinds maart 2024 de Europese verordening kritieke grondstoffen aangenomen⁷.

Tot slot is **watervverbruik** een impactvorm die geassocieerd wordt met de digitale sector. Water is in de digitale sector met name relevant als het gaat om de koeling van datacenters. De meeste moderne datacenters binnen Nederland maken gebruik van luchtkoeling. Alleen op (heel) warme dagen kunnen zogenoemde adiabatische koelingssystemen worden ingezet, waarbij water wordt verdampt om te kunnen blijven koelen. Vaak wordt het water hierbij meerdere malen opnieuw gebruikt in een gesloten systeem. Verder betreft maar een gedeelte van het watervverbruik drinkwater – het overige deel is industrieel water. Het is met name van belang om naar het drinkwatervverbruik te kijken in de Nederlandse context. Een uitgebreide beschrijving van het watervverbruik van datacenters is gegeven in Dialogic (2025)⁸.

Hoewel het totale watervverbruik van de digitale sector in vergelijking met andere sectoren relatief klein is (CBS, 2025), kan het watervverbruik lokaal voor impact zorgen⁹. In het beleidslandschap zijn er zorgen over het watervverbruik en is er sterke vraag naar betere monitoring (NEN, 2025).

Door middel van bureauonderzoek is een lijst met 33 impactpaden opgesteld die voorkomen in de digitale sector (een zogenoemde 'longlist'). De longlist van impactpaden maakt inzichtelijk via welke routes de digitale sector tot CO₂-emissies en grondstoffengebruik leidt. Figuur 2.3 geeft als voorbeeld een visuele weergave van twee impactpaden uit de longlist. De gehele lijst is te vinden in bijlage A. In paragraaf 3.2 bespreken we op basis van literatuur welke impactpaden het meest relevant zijn om mee te nemen in de monitoring.

Het overzicht van impactpaden (de longlist) vormt het analysekader voor het onderzoek. Figuur 2.4 vat schematisch samen uit welke impactpaden dit analysekader bestaat. Denkbeeldig kunnen tussen de 'bolletjes' in het figuur lijnen getrokken worden, zoals te zien is in Figuur 2.3. De lijnen vormen op die manier de impactpaden. In het volgende hoofdstuk kaderen we de selectie van impactpaden verder af: hierin wordt beschreven welke impactpaden relevant zijn om mee te nemen in de monitoring.

⁵ Kamerstuk 32 852-224, [Kamerbrief Nationale Grondstoffenstrategie](#)

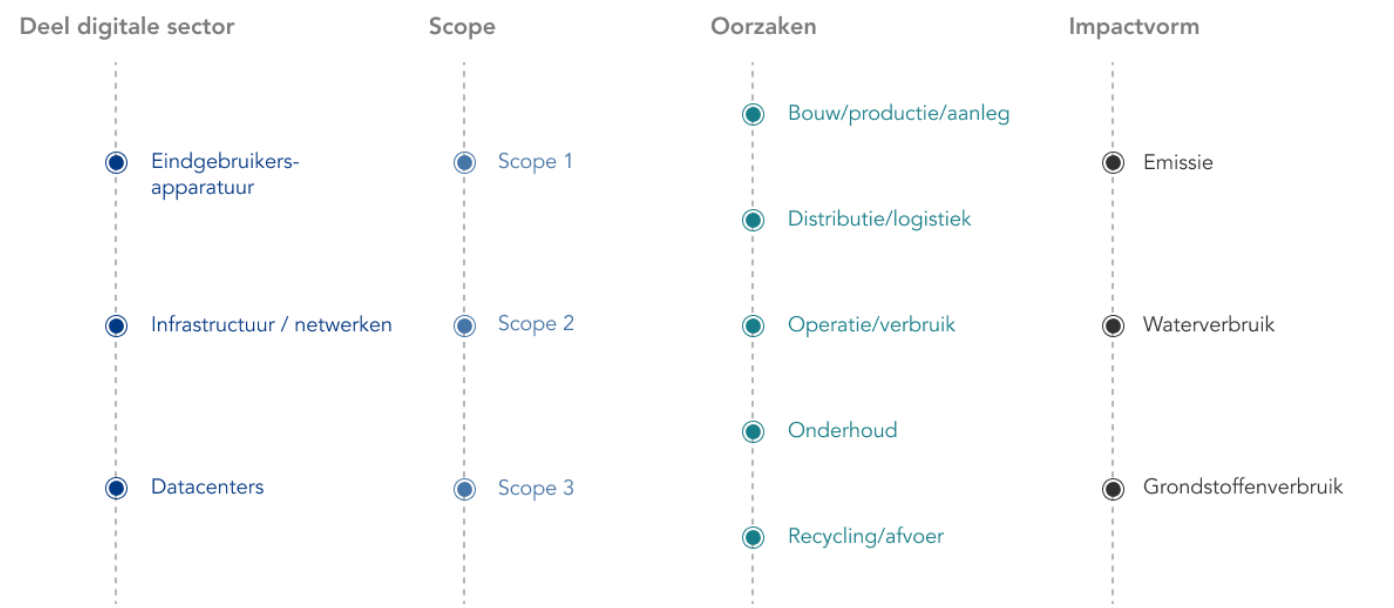
⁶ Het Nederlands Materialen Observatorium (NMO) verzamelt, beheert en levert gegevens, informatie en kennis over kritieke grondstoffen en toeleveringsketens. Zie [\[nederlandsmaterialenobservatorium.nl\]](https://nederlandsmaterialenobservatorium.nl)

⁷ Europese Raad: Een verordening kritieke grondstoffen voor de toekomst van de Europese toeleveringsketens. [\[consilium.europa.eu\]](https://consilium.europa.eu)

⁸ Dit rapport is nog niet gepubliceerd.

⁹ Zie bijvoorbeeld Datacenterstrategie Noord-Holland [\[link\]](#)

Figuur 2.4 Schematisch overzicht van impactpaden van de digitale sector – analysekader



Bron: SEO & Dialogic (2025)

3 Relevantie van impactpaden

Niet alle impactpaden uit de longlist zijn even relevant om doorlopend te monitoren. Zo kan het zijn dat een specifiek pad impact heeft op duurzaamheid die verwaarloosbaar is ten opzichte van de andere paden. Voor een zinvolle monitor is het van belang dat in ieder geval de paden die een substantiële invloed hebben (of verwacht worden te gaan hebben) afgedekt worden.

In deze paragraaf onderbouwen we op basis van literatuur welke impactpaden het meest relevant zijn om mee te nemen. We beschouwen impactpaden als relevant wanneer:

- Ze substantieel bijdragen aan de totale milieu-impact van de digitale sector, bijvoorbeeld een significant aandeel in de uitstoot, het grondstoffen- of waterverbruik, of;
- Wanneer ze expliciet centraal staan in beleid of regelgeving, of;
- *Het aannemelijk is dat de totale milieu-impact door dit pad in de toekomst substantieel zal veranderen.*

Om een exacte selectie te maken op basis van het eerste criterium zouden alle impactpaden tot in detail moeten worden doorgerekend. Doel van de selectie is echter juist om te bepalen voor welke paden dit zinvol is. Dat betekent noodzakelijkerwijs dat de inschatting van relevantie moet worden gebaseerd op een eerste verkenning, c.q. expertkennis. In onze inventarisering zijn zoveel mogelijk paden nagelopen en zijn paden alleen buiten beschouwing gelaten als duidelijk is dat ze niet relevant zijn. In de uiteindelijke monitoring kunnen uiteraard andere keuzes worden gemaakt, net naargelang van de beschikbare hoeveelheid tijd, geld en gewenste precisie.

De relevantie van de impactpaden wordt op kwalitatieve wijze beoordeeld en met behulp van literatuuronderzoek en de in het kader van dit onderzoek gevoerde gesprekken. De drie bovengenoemde punten zijn hierbij leidend. Bij het opstellen van een monitor kan er ook worden gekeken naar de relatieve bijdrage ten opzichte van de totale uitstoot van de digitale sector. Voor waterverbruik is eenzelfde soort aanpak denkbaar. De vraag die dan rijst is echter of er ook moet worden gewogen tussen de verschillende soorten impact (en zo ja: hoe dan?). Het uitgangspunt dat we in dit rapport hanteren is dat van het aandeel in het totaal per soort milieu-impact.

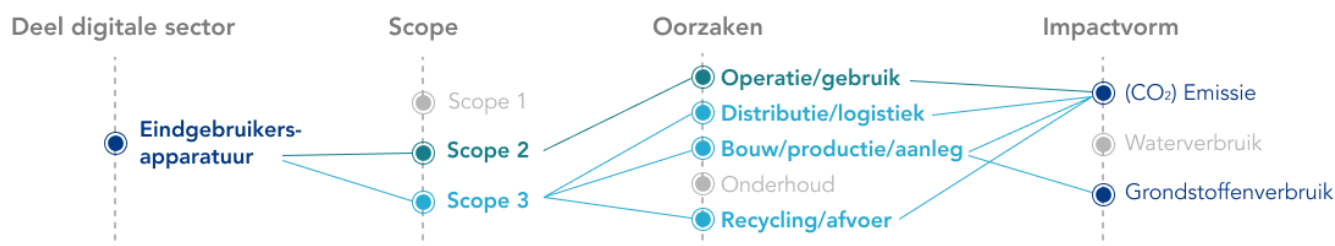
We bespreken hieronder drie groepen van paden, gegroepeerd naar de opdeling van de digitale sector in (1) eindgebruikersapparatuur, (2) netwerken en (3) datacentra (deze indeling werd ook gehanteerd in Dialogic (2023)).

3.1 Relevantie impactpaden eindgebruikersapparatuur

Figuur 3.1 vat schematisch samen welke impactpaden als relevant worden beschouwd voor eindgebruikersapparatuur binnen de digitale sector. In deze paragraaf wordt de relevantie van deze impactpaden verder toegelicht.

Eindgebruikersapparatuur heeft (gegeven de hier gehanteerde afbakening, zie hoofdstuk 2) geen **scope 1**-uitstoot in de digitale sector.

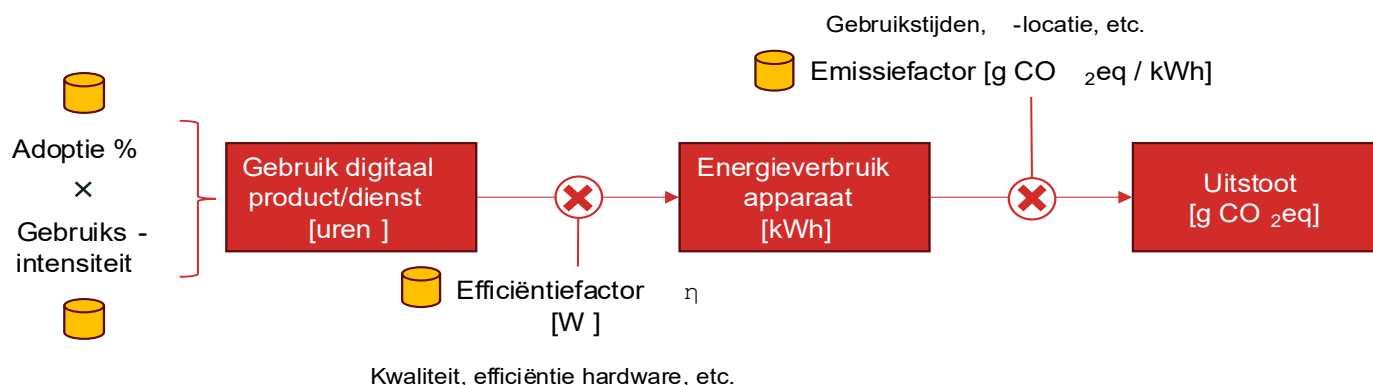
Figuur 3.1 Relevante impactpaden voor eindeapparatuur



Bron: SEO & Dialogic (2025)

De **scope 2**-uitstoot van eindgebruikersapparatuur binnen de digitale sector komt voort uit het energieverbruik van het *gebruik* van de apparatuur. Eindgebruikersapparaten, zoals laptops en telefoons, zijn in totaal goed voor zo'n 50 procent van de scope 2-uitstoot van de gehele digitale sector in Nederland (Dialogic, 2023). Het gebruik van de apparaten en het energieverbruik dat daaruit voortvloeit vindt fysiek in Nederland plaats. Door het meten van het gebruik, de efficiëntie van de apparaten (tot hoeveel energieverbruik leidt een bepaalde hoeveelheid 'digitaal gebruik') en emissiefactoren (tot hoeveel uitstoot leidt een bepaald energieverbruik) kan worden ingeschat welke invloed een stijging in gebruik van apparatuur (door digitalisering) heeft op de uitstoot van de digitale sector.¹⁰ Figuur 3.2 toont schematisch de rekensom die kan worden gemaakt, en welke data(bronnen) daarvoor nodig zouden zijn.

Figuur 3.2 Figuur: Rekensom gebruik van een digitaal apparaat



Bron: SEO & Dialogic (2025)

Als eerste moet berekend worden wat het gebruik van apparaten is in een tijdseenheid. Hiervoor moet de hoeveelheid apparaten berekend worden in de vorm van adoptie (voor consumentenapparaten: het percentage Nederlanders dat gebruikmaakt van apparaat x), en de gebruiksintensiteit (hoe lang/vaak wordt apparaat x gebruikt). Op basis van de efficiëntiefactor van het apparaat, kan vervolgens het energieverbruik worden bepaald. Als laatste kan op basis van het energieverbruik de uitstoot van het apparaat worden berekend, met behulp van een emissiefactor.

Onder **scope 3**-uitstoot van eindgebruikersapparatuur binnen de digitale sector vallen de productie, distributie en recycling van de apparatuur. De productie vertegenwoordigt een groot deel van de milieu-impact in de totale levenscyclus van apparaten. De verhouding tussen de uitstoot gedurende de productie van apparatuur ten opzichte van uitstoot tijdens het gebruik van apparatuur ligt gemiddeld op ongeveer 3:1 (zie bijvoorbeeld Gröger (2020)).

¹⁰ Deze methode is onder andere gevolgd in Dialogic (2023) en staat centraal in Dialogic (2025)

Uiteraard varieert deze verhouding sterk tussen soorten apparaten. Onder andere in de Klimaathelpdesk wordt eveneens benoemd dat de scope 3-uitstoot die wordt veroorzaakt door de productie van smartphones tot 80 procent van de gehele uitstoot tijdens de levenscyclus omvat¹¹. Dit geeft aan dat impactpaden gerelateerd aan scope 3-emissies ten gevolge van de productie van apparatuur belangrijk zijn om mee te nemen in de dataverzameling. Naast CO₂-uitstoot is ook grondstoffenverbruik bij de productie van apparatuur belangrijk om mee te nemen, omdat het regelmatig gaat om niet-hernieuwbare stoffen zoals zeldzame mineralen (Mewes, 2023). Vaak zijn deze stoffen ook nog eens moeilijk te recycleren, waardoor de beschikbaarheid van de grondstoffen vermindert over de jaren.

Afhankelijk van de methode van het uitvoeren van een levenscyclusanalyse (LCA) van een apparaat, wordt distributie soms tot de productiefase gerekend wanneer de uitstoot wordt berekend. De distributie van apparatuur zoals laptops en smartphones wordt geschat op 7-10 procent van de totale uitstoot binnen de levenscyclus¹², wat ongeveer vergelijkbaar is in orde van grootte met de uitstoot van het gebruik.

Het recycleren van apparaten heeft een positieve impact. In beleid is er eveneens groeiende aandacht voor e-waste¹³ en het recycleren van apparaten. Om beide redenen is het relevant om recycling mee te nemen in monitoring van duurzame digitalisering. In de literatuur over de levenscyclus van apparatuur ligt de focus voornamelijk op inzichten gerelateerd aan emissiebesparing door recycling en hergebruik. De emissies *veroorzaakt* door de afvoer en recycling van apparatuur zijn echter lastiger te bepalen; de huidige beschikbare bronnen geven hier nauwelijks inzicht in. Op basis van levenscyclusanalyses van specifieke producten kan wel een grove inschatting gemaakt worden van de impact van recycling en 'end-of-life'-processen (zoals afvoer van materiaal). Voor smartphones bijvoorbeeld wordt recycling over het algemeen in de orde van grootte van 1 tot 10 procent van de totale emissies binnen de levenscyclus geschat¹⁴.

Een bepalende parameter, die echter eveneens lastig met zekerheid kan worden bepaald, is de mate waarin apparaten daadwerkelijk gerecycled worden. Niet alle apparaten doorlopen de volledige levenscyclus van productie tot en met recycling. Het is onduidelijk wat er precies gebeurt met apparaten die niet gerecycled worden. Dit maakt een inschatting van de totale CO₂-uitstoot die toe te schrijven is aan recycling moeilijker. Omdat dit percentage naar verwachting zal stijgen door de toenemende wereldwijde aandacht voor e-waste, is het toch relevant om dit aspect mee te nemen in de dataverzameling rond duurzame digitalisering.

Consumentenapparatuur en zakelijke apparatuur

Op basis van totale aantallen apparaten kan een inschatting gemaakt worden van de milieu-impact van apparaten in Nederland. Daarom is het van belang om een afbakening te maken van de typen apparaten die worden meegenomen. Hierbij kiezen we ervoor om alleen die apparaten mee te nemen die substantiële impact maken en waarbij de dataverzameling haalbaar is.

Binnen eindgebruikersapparatuur kan een uitsplitsing gemaakt worden tussen zakelijk eindgebruik en eindgebruik door consumenten. In de basis wordt er zakelijk veel dezelfde apparatuur gebruikt als door consumenten (smartphones, laptops, desktops et cetera), maar omdat de gebruikssituaties vaak anders zijn, is het nuttig om deze uitsplitsing in de dataverzameling te maken. Denk hierbij aan de duur en het moment van gebruik. Verder omvat zakelijke eindgebruikersapparatuur andere apparaten (of op zijn minst een andere verdeling van apparaten) dan

¹¹ Zie www.klimaathelpdesk.org. Zie ook Zhang et al. (2024) en Ercan, Malmödin, Bergmark, Kimfalk & Nilsson (2016)

¹² Zie bijvoorbeeld: Cordella, Alfieri & Sanfelix (2021). Zie ook [TCO certified](https://www.tco-certified.com) en www.klimaathelpdesk.org.

¹³ Zie nieuwbericht Vereniging Afvalbedrijven verenigingafvalbedrijven.nl

¹⁴ Zie van de smartphone bijvoorbeeld www.klimaathelpdesk.org of Makov & Vivanco (2018). Zie ook: Norsus (2024).

eindgebruikersapparatuur voor consumenten. Bijvoorbeeld spelcomputers worden voornamelijk gebruikt als consumentenapparatuur.

Voor consumentenapparatuur kan voor de dataverzameling dezelfde selectie apparaten gebruikt worden als bij eerder onderzoek van Dialogic uit 2024. Deze selectie is gemaakt en gevalideerd op relevantie door middel van een literatuurstudie en bureauonderzoek. Voor de selectie van zakelijke apparatuur is er in eerste instantie breed onderzocht welke apparaten relevant zijn binnen de digitale sector. Een afbakening in de selectie aan apparaten is lastig te definiëren. In principe zouden alle digitale apparaten binnen de zakelijke context meegenomen kunnen worden. Echter, dat is voor de dataverzameling problematisch, omdat dit dubbeltelling kan veroorzaken: industriële digitale apparaten worden bijvoorbeeld in de klimaatrapportages van de klimaatsectoren meegenomen. Een voorbeeld hiervan zijn (industriële) apparaten met een digitale component. Ook systemen zoals kassa's, beveiligingssystemen en grote digitale communicatieschermen kunnen wat betreft energieverbruik een grotere impact hebben, maar vallen (afhankelijk van de gehanteerde definitie) deels of geheel buiten de scope van de digitale sector. Naast de definitiekwestie is ook de omvang van het energieverbruik zeer lastig te schatten, omdat het in hoge mate sectorspecifiek is.¹⁵ Een afbakening op basis van een 'aandeel digitale component' is in de praktijk eveneens lastig hanteerbaar, vanwege de hoge mate van heterogeniteit. Een meer werkbare manier om af te bakenen, is door te kijken of het om een generiek product gaat ('geleverd door de digitale sector') of om een sectorspecifiek product. Voorbeelden van generieke producten zijn laptops en desktops, omdat deze apparaten in verschillende sectoren gebruikt kunnen worden en dus niet sectorspecifiek zijn. Om dubbeltelling te voorkomen, gaan we binnen dit rapport uit van generieke digitale apparaten die gebruikt worden in de zakelijke context.

Bij zakelijke apparatuur kan in eerste instantie gedacht worden aan apparatuur uit een kantooromgeving. Het energieverbruik hiervan is goed te benaderen, omdat het aantal apparaten per werkplek of vierkante meter (kantoor)oppervlak goed kan worden geschat, en bekend is hoeveel werkende personen c.q. kantooroppervlak er in Nederland zijn. Laptops, desktops en monitoren vallen vanzelfsprekend in deze categorie. Verder kan gedacht worden aan printers, (professionele versies van) access points en netwerkswitches, gebouwbeheersystemen (en IoT) en videoconferentie-apparatuur. Het energieverbruik van deze apparaten is per stuk relatief laag¹⁶ en heeft relatief gezien weinig invloed op de uitstoot van de digitale sector, daarom nemen we deze apparaten niet mee in de selectie. Eigen, on-premise servers en overige ('private cloud'-)infrastructuur, zoals ten behoeve van gegevensopslag, van bedrijven verbruiken tot slot, in vergelijking met andere zakelijk gebruikte apparatuur, veel energie. Informatie hierover is relatief slecht verkrijgbaar. Bij veel bedrijven zou (afgaand op gesprekken) het energieverbruik hiervan regelmatig worden samengenomen met dat van de overige faciliteiten, en dus zelfs voor de bedrijven zelf lastig af te splitsen zijn.

Naast apparatuur uit een kantooromgeving zijn er ook andere generieke apparaten die in een zakelijke omgeving gebruikt kunnen worden. Tablets worden in zowel kantooromgevingen als niet-kantooromgevingen gebruikt ter vervanging van laptops. De impact hiervan kan op een vergelijkbare manier als bij laptops worden berekend. Verder is een VR-bril niet aan een specifieke sector te koppelen, maar kan deze wel een zakelijke toepassing hebben. Het aantal VR-brillen voor zakelijk gebruik is niet goed te bepalen, omdat de adoptie hiervan nog niet hoog is. Ook televisies kunnen een zakelijke toepassing hebben in de vorm van digitale informatieschermen (digital signage).

¹⁵ Een aanvliegroute is om eerst te identificeren welke sectoren apparatuur gebruiken met een (naar verwachting) substantieel energieverbruik, en deze op een specifieke manier te monitoren. Het aantal kassasystemen in Nederland zou bijvoorbeeld goed te schatten kunnen zijn op basis van gegevens over het aantal winkellocaties (op basis van bijvoorbeeld het Handelsregister).

¹⁶ De volgende bronnen geven een beeld van het verbruik van [printers en scanners], [videoconferentie apparatuur] en [netwerkswitches]. Gebouwbeheersystemen zijn doorgaans ontworpen om energiewinst te realiseren, het precieze verbruik is per systeem afhankelijk.

Daarvoor geldt hetzelfde: de totale aantallen hiervan zijn niet (openbaar) bekend. Een mogelijke inschatting zou kunnen worden verkregen op basis van gegevens van aanbieders van *digital signage*-diensten.

Tabel 3.1 Eindgebruikersapparatuur

Consumentenapparatuur	Zakelijke apparatuur
- Laptops - Smartphones - Desktop PCs - Monitoren - Tablets - Smart watches* - Spelcomputers - Smart home devices - VR/AR devices* - Slimme speakers - Televisies - Tv-randapparatuur	- Laptops - Smartphones - Desktop PCs - Monitoren - Tablets - Servers en netwerkopslag (NAS)

Bron: SEO & Dialogic (2025)
Noot: *<1000 ton CO₂ emissie per jaar. Zie voor waardes van linker kolom Dialogic (2023).

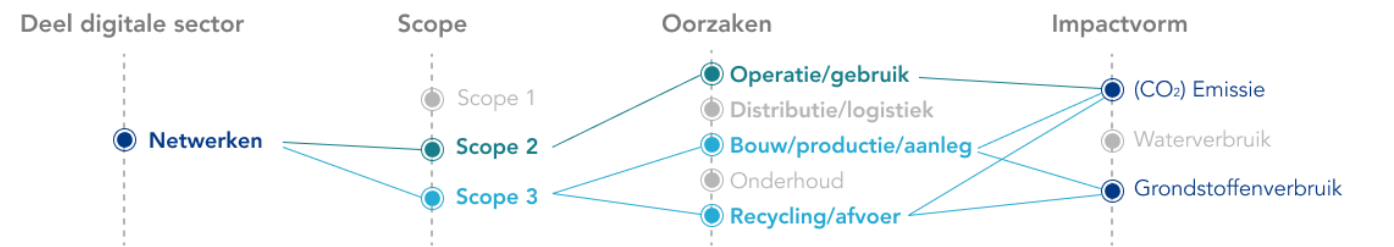
De selectie van apparaten die worden meegenomen in de dataverzameling is weergegeven in Tabel 3.1. De tabel toont de resulterende categorieën apparaten die op basis van hetgeen hierboven is toegelicht (1) binnen de afbakening vallen, en (2) die een substantiële impact vertegenwoordigen (en dus zouden moeten worden meegenomen). Merk hierbij op dat apparatuur zoals routers en modems wordt meegenomen onder de categorie ‘netwerkapparatuur’ en daarom niet voorkomt in deze selectie.

Samenvattend wordt in de dataverzameling onderscheid gemaakt tussen zakelijke apparaten en apparaten voor de consument. Verder wordt gebruik van apparatuur onder scope 2 meegenomen, en worden distributie en productie van apparatuur onder scope 3 meegenomen. Bij het impactpad van productie van apparaten wordt er zowel naar CO₂-emissie als grondstoffengebruik gekeken.

3.2 Relevantie impactpaden netwerken

De onderstaande figuur vat schematisch samen welke impactpaden als relevant worden beschouwd voor netwerken. In deze paragraaf wordt de relevantie van deze impactpaden verder toegelicht.

Figuur 3.3 Relevante impactpaden voor netwerken



Bron: SEO & Dialogic (2025)

De **scope 1**-uitstoot van de categorie *netwerken* is zeer beperkt. In eerder onderzoek van Dialogic (2023) zijn deze emissies buiten de scope gehouden, gezien de relatief kleine impact in vergelijking met de scope 2-uitstoot. Als we kijken naar het jaarverslag van 2023 van bijvoorbeeld VodafoneZiggo (2024), waarin volgens het GHG Protocol wordt gerapporteerd op de klimaatimpact, dan bedraagt de totale scope-1-uitstoot 7 kton. Ter vergelijking: de totale scope-3-uitstoot bedraagt 309 kton. Gezien de zeer beperkte impact, wordt scope 1 dus niet als relevant geacht voor monitoring.

Substantiëler is het **scope 2**-verbruik door netwerken. Eerder onderzoek van Dialogic (2023) schat de scope-2-uitstoot van Nederlandse netwerken op ongeveer 0,4 Mton CO₂ per jaar. Deze emissies ontstaan voornamelijk door het energieverbruik van onderdelen van mobiele en vaste netwerken, zoals basisstations, de belichtingsapparatuur bij glasvezelnetwerken en andere infrastructuurcomponenten. De mate van uitstoot hangt sterk af van de energiebronmix, waarbij netwerken die draaien op hernieuwbare energie aanzienlijk minder uitstoot genereren dan die welke afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen. Gezien de schaal van deze emissies wordt het scope 2-verbruik van netwerken als relevant gezien en is daarom ook belangrijk om meegenomen te worden in een dashboard.

Het meeste relevant onder de **scope 3**-uitstoot van netwerken zit in de uitstoot en grondstoffen die gerelateerd zijn aan de productie van ingekochte of geleasede apparatuur. Dit omvat netwerkapparatuur zoals routers, switches, zendmasten, glasvezelkabels en andere infrastructuurcomponenten. Als we kijken naar de jaarverslagen van KPN (2024) en Odido (2024), zien we dat drie categorieën die hiernaar verwijzen in het GHG-protocol¹⁷ bij beide bedrijven goed zijn voor 93 procent van de scope 3-uitstoot. Dit onderstreept dat de productie en levering van apparatuur de grootste scope-3 bijdrage leveren aan de klimaatimpact van netwerken. De impactvormen die hierbij relevant zijn, is enerzijds de CO₂-uitstoot, zoals ook wordt gerapporteerd in de jaarverslagen. Anderzijds is het gebruik van kritische grondstoffen een belangrijk aandachtspunt, iets wat netwerkoperators zelf ook onderstrepen (EC, 2023).

Ook in de recycling- en afvoerfase van netwerkapparatuur ontstaat milieubelasting die onder scope 3 valt. Denk hierbij aan emissies door transport, verwerking en mogelijke verbranding van afgedankte hardware, evenals het verlies van niet-gerecyclede of inefficiënt hergebruikte grondstoffen. Hoewel deze fase vaak een kleiner aandeel in de totale CO₂-uitstoot vertegenwoordigt, blijft het een relevant impactpad, zeker ook gezien de groei in dit type uitstoot (Singh & Ogunseitan, 2022). Grondstofgebruik wordt meegenomen als impactvorm omdat recyclingprocessen bijdragen aan de terugwinning van schaarse en kritieke materialen, en zo de druk op primaire grondstoffen kunnen verlagen.

Box 3.1 Uitsplitsing naar mobiele netwerken en vaste netwerken

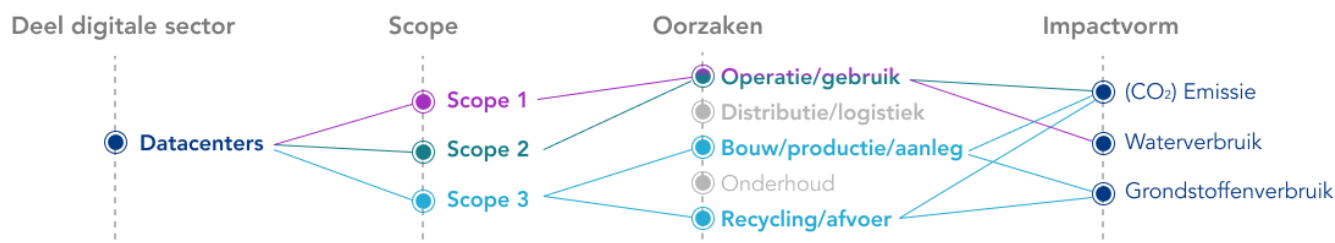
Binnen de toeleveringsketen van apparatuur kunnen er verschillende niveaus van uitsplitsing gekozen worden. Er kan uitgesplitst worden op type hardware, bijvoorbeeld *internetkabels*, *radioantennes* of *randapparatuur*. Op sectorniveau is het echter niet realistisch dat een dergelijk detailniveau relevant gaat zijn. Dit komt doordat de benodigde data vaak niet beschikbaar zijn, de verschillen in impact relatief klein zijn op het totale sectorniveau en de toegevoegde waarde voor beleidsvorming beperkt is. In de impactpaden hebben we er daarom voor gekozen om een uitsplitsing te maken naar netwerktype, waarbij de klimaatimpact van apparatuur geaggregeerd wordt. Hierdoor kunnen we de emissies toewijzen aan bredere categorieën zoals mobiele netwerken en vaste netwerken, zonder te verzanden in een te gedetailleerde en lastig te achterhalen onderverdeling per apparaat. Deze uitsplitsing is voor scope 2-uitstoot ook gemaakt door voorgaand onderzoek van Dialogic (2023).

¹⁷ Het betreft Purchased Goods and Services, Capital Goods en Downstream Leased Assets.

3.3 Relevantie impactpaden datacenters

De onderstaande figuur vat schematisch samen welke impactpaden als relevant worden beschouwd voor datacenters. In deze paragraaf wordt de relevantie van deze impactpaden verder toegelicht.

Figuur 3.4 Relevante impactpaden voor datacentra



Bron: SEO & Dialogic (2025)

Onder **scope 1** worden in dit onderzoek vier impactpaden meegenomen op de longlist van mogelijk relevante impactpaden. Ten eerste valt de uitstoot bij gebruik van dieselaggregaten als noodstroomvoorziening onder scope 1-impact. Deze aggregaten worden ook ingeschakeld bij het testen van stroomuitval. De impactvorm hierbij is CO₂-emissie. Eerder onderzoek van Dialogic (2023) laat zien dat de impact van het gebruik van deze noodaggregaten onder normale omstandigheden zeer beperkt is, zeker in vergelijking met de scope 2-impact van datacenters. Dialogic (2023) schat de uitstoot van Nederlandse datacenters door het gebruik van noodaggregaten op 0,026 Mton CO₂ per jaar. In verhouding met de scope 2- en 3-emissies is dit verwaarloosbaar.¹⁸

Bij sommige Nederlandse datacenters wordt er gebruikgemaakt van verdampt water voor koeling. Hier wordt in 79 procent van de gevallen drinkwater voor gebruikt (Dutch Data Center Association, 2024). De relevantie van het waterverbruik van datacenters op het totale waterverbruik van Nederland is echter zeer beperkt. Op basis van data van het CBS (2025), verbruikte de informatie- en communicatiesector, waartoe hyperscale- en colocation-datacenters behoren, in 2022 ongeveer één miljoen kubieke meter water. Dit betreft 0,088 procent van het totale leidingwatergebruik in Nederland (Drinkwaterplatform, 2022). Toch zien we dat het wel relevantie heeft in beleidsvorming. Binnen de Energie-Efficiëntie Richtlijn (EED) wordt er bijvoorbeeld gestuurd op het terugdringen van de watervoetafdruk van datacenters. Ook in Nederland wordt er actief geroepen om het monitoren van het watergebruik van datacenters (NEN, 2025).

De laatste twee categorieën, uitstoot tijdens bouw en uitstoot tijdens onderhoud, worden in eerdere studies over het algemeen niet expliciet meegenomen. Exacte data zijn niet te vinden. De algemene conclusie over de scope 1-impact van datacenters is dat deze zeer beperkt is, vooral in verhouding tot de impact van scope 2 en 3. Specifiek wat betreft CO₂-uitstoot wordt de scope 1-impact geschat op slechts 0,2 tot 0,5 procent van de totale impact van een datacenter (Lin e.a., 2023).

Onder **scope 2** valt de CO₂-uitstoot die vrijkomt door toedoen van het energieverbruik van de servers en voor de koeling. Uit eerder onderzoek van Dialogic (2023) kan geconcludeerd worden dat deze impact groot genoeg is om relevant geacht te worden, de locatiegebaseerde uitstoot wordt in deze studie geschat op ongeveer 0,4 Mton CO₂.

¹⁸ Een aantal datacenters in Nederland beschikt over generatoren met een vermogen dat groter is dan 20 MWth, wat betekent dat deze onder het ETS-stelsel vallen [omgevingsweb.nl]. In de emissiecijfers van de Nederlandse Emissieautoriteit zijn enkele datacenters terug te vinden. [emissieautoriteit.nl]. In 2023 was de totale uitstoot volgens deze data (na identificatie van datacenters door Dialogic in de dataset) ongeveer 0,001 Mton.

per jaar. Ook wordt er naar de toekomst een sterke groei in energiegebruik verwacht door de ontwikkelingen rondom AI (EIA, 2025). Verder is energieverbruik ook een belangrijke KPI waar ook beleid op wordt gevoerd.

Onder **scope 3** valt een breed palet aan activiteiten en impacttypes voor datacenters. Een eerdere analyse van de relatieve impact van verschillende scope 3-activiteiten stelt dat dat het gros van de impact afkomstig is uit twee activiteiten (Schneider Electric, 2023). Kapitaalgoederen en brandstof- en energie-gerelateerde activiteiten zijn volgens het onderzoek goed voor meer dan 84 procent van de scope 3-uitstoot. Het onderzoek definieert kapitaalgoederen als alle apparatuur die onderdeel is van de IT- en stroomvoorziening. Denk bijvoorbeeld aan de servers, schakelkasten en transformatoren. Hierbij gaat het om de uitstoot die ontstaat tijdens de productie van deze apparatuur en de milieu-impact van de verwerking of recycling aan het einde van de levensduur. Hierbij wordt alle apparatuur, zoals IT- en stroomvoorzieningen, onder kapitaalgoederen geschaard. De gebouwstructuur en het -omhulsel vallen onder de categorie ingekochte goederen en diensten. Brandstof- en energie-gerelateerde activiteiten bij datacenters omvatten de upstream-emissies die vrijkomen bij de winning, productie en het transport van brandstoffen en elektriciteit die het datacenter gebruikt.

3.4 Overzicht van relevante impactpaden digitale sector

In de onderstaande tabellen geven we een overzicht van alle relevante impactpaden per deel van de digitale sector. In hoofdstuk 4 worden de bronnen beschreven om de impact van deze impactpaden te kunnen meten.

Tabel 3.2 Overzicht van relevante impactpaden voor eindgebruikersapparatuur

Scope	Oorzaak	Impactvorm	Toelichting	Waarom relevant?
2	Operatie en gebruik	CO ₂ -uitstoot	Gebruik van eindgebruikersapparatuur zoals telefoons en laptops. Zowel zakelijke apparatuur als consumentenapparatuur.	Eerder onderzoek van Dialogic (2022) heeft aangetoond dat ongeveer 50% van de scope 2-uitstoot van de digitale sector bij gebruik van apparatuur ligt.
3	Bouw, productie , aanleg	CO ₂ -uitstoot	Emissies bij productie van eindgebruikersapparatuur zoals telefoons en laptops. Zowel zakelijke apparatuur als consumentenapparatuur.	Literatuur toont aan dat de productie van apparatuur in de gehele levenscyclus het grootste aandeel heeft in de uitstoot.
3	Distributie	CO ₂ -uitstoot	Emissies bij distributie van eindgebruikersapparatuur zoals telefoons en laptops. Zowel zakelijke apparatuur als consumentenapparatuur.	Literatuur geeft aan dat distributie-emissies in dezelfde ordegrootte zitten als emissies veroorzaakt door gebruik.
3	Bouw, productie , aanleg	Grondstof-fengebruik	Grondstoffengebruik bij productie van eindgebruikersapparatuur zoals telefoons en laptops. Zowel zakelijke apparatuur als consumentenapparatuur.	Bij de productie van apparatuur wordt regelmatig gebruikgemaakt van niet-hernieuwbare materialen.
3	Afvoer en recycling	CO ₂ -uitstoot	Emissies bij recycling van eindgebruikersapparatuur zoals telefoons en laptops. Zowel zakelijke apparatuur als consumentenapparatuur.	Aangezien recycling in de toekomst naar verwachting gaat toenemen door een groeiende wereldwijde aandacht voor e-waste, is het relevant om dit mee te nemen.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Tabel 3.3 Overzicht relevante impactpaden voor netwerken

Scope	Oorzaak	Impactvorm	Toelichting	Waarom relevant?
2	Operatie en gebruik	CO ₂ -uitstoot	Uitstoot door elektriciteitsverbruik van netwerkcomponenten	Eerder onderzoek van Dialogic (2022) schat de totale scope-2 uitstoot door operatie en gebruik op 0,4 Mton CO ₂ , genoeg om relevant te zijn.
3	Bouw, productie, aanleg	CO ₂ -uitstoot	Emissies bij productie van netwerkapparatuur en stroominfrastructuur	Op basis van bestaande jaarverslagen blijkt de productie van netwerkapparatuur de belangrijkste uitstootbron te zijn.
3	Bouw, productie, aanleg	Grondstof-fengebruik	Gebruik van metalen in netwerkapparatuur	Netwerkapparatuur bevat kritieke metalen zoals koper, zeldzame aardmetalen en aluminium, vaak zonder hoge recyclinggraad.
3	Afvoer en recycling	CO ₂ -uitstoot	Emissies door transport, verwerking en eventuele verbranding van afgedankte hardware.	Recyclingprocessen veroorzaken emissies, vooral bij onvoldoende scheiding of export van e-waste naar landen met lage milieustandaarden. Exacte waarde is onbekend, maar de inschatting is dat monitoring relevant is.
3	Afvoer en recycling	Grondstof-fengebruik	Verlies van niet-gerecyclede materialen en inefficiënt hergebruik van grondstoffen.	Netwerkapparatuur bevat kritieke metalen zoals koper, zeldzame aardmetalen en aluminium, vaak zonder hoge recyclinggraad.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Tabel 3.4 Overzicht relevante impactpaden voor datacenters

Scope	Oorzaak	Impactvorm	Toelichting	Waarom relevant?
1	Operatie en gebruik	Watergebruik	Waterverbruik voor koeling, vooral bij gebruik van natte koelsystemen.	Nationale impact is beperkt, maar lokale impact kan significant zijn. Daarnaast is er veel publieke en maatschappelijke aandacht voor dit impactpad.
2	Operatie en gebruik	CO ₂ -uitstoot	Uitstoot door elektriciteitsverbruik tijdens het gebruik van servers, koeling en overige systemen.	Eerder onderzoek van Dialogic (2023) definieert deze impact als substantieel. Daarnaast is energieverbruik een belangrijke beleids-KPI, waarop nationaal als Europees gestuurd wordt.
3	Bouw, productie, aanleg	CO ₂ -uitstoot	Emissies bij productie van datacenterhardware, zoals servers, opslag en stroomvoorziening	Literatuur wijst uit dat productie een substantiële bijdrage levert aan de totale levenscyclusuitstoot van datacenters, vooral bij vervangingscycli van hardware.
3	Bouw, productie, aanleg	Grondstof-fengebruik	Gebruik van metalen in hardware	Datacenterhardware bevat kritieke metalen zoals koper, zeldzame aardmetalen en aluminium, vaak zonder hoge recyclinggraad.
3	Afvoer en recycling	CO ₂ -uitstoot	Emissies door transport, verwerking en eventuele verbranding van afgedankte hardware.	Recyclingprocessen veroorzaken emissies, vooral bij onvoldoende scheiding of export van e-waste naar landen met lage milieustandaarden. Exacte waarde is onbekend, maar de inschatting is dat monitoring relevant is.
3	Afvoer en recycling	Grondstof-fengebruik	Verlies van niet-gerecyclede materialen en inefficiënt hergebruik van grondstoffen.	Datacenterhardware bevat kritieke metalen zoals koper, zeldzame aardmetalen en aluminium, vaak zonder hoge recyclinggraad.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

4 Databronnen en methoden

Om impactpaden daadwerkelijk te monitoren, is inzicht nodig in beschikbare databronnen en methoden. Dit hoofdstuk inventariseert relevante databronnen per deel van de digitale sector en emissiescope en koppelt de impactpaden aan beschikbare databronnen.

4.1 Databronnen eindgebruikersapparatuur

In deze paragraaf beschrijven we de databronnen met betrekking tot eindgebruikersapparatuur. We bespreken eerst scope 2 en daarna scope 3. Zoals beschreven in paragraaf 3.2.1 heeft eindgebruikersapparatuur (gegeven de hier gehanteerde afbakening) geen scope 1-uitstoot in de digitale sector.

4.1.1 Databronnen eindgebruikersapparatuur scope 2

Dit hoofdstuk bespreekt de beschikbare databronnen voor het monitoren van de CO₂-uitstoot (scope 2) als gevolg van het gebruik van eindgebruikersapparatuur. De CO₂-uitstoot door het gebruik van apparaten hangt af van verschillende factoren. Hiervan is een visualisatie gemaakt in Figuur 3.2, in het vorige hoofdstuk. Om de scope 2-emissies van eindgebruikersapparatuur in kaart te kunnen brengen, zijn er databronnen nodig van al deze factoren. In deze paragraaf beschrijven we voorbeelden van databronnen per factor. Dit doen we apart voor consumentenapparatuur en zakelijke apparatuur, omdat de gebruikssituaties hiervan verschillend zijn.

Consumentenapparatuur

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de databronnen voor eindgebruikersapparatuur voor scope 2. In de volgende paragrafen wordt dit overzicht toegelicht. Scope 3-databronnen voor eindgebruikersapparatuur worden beschreven in paragraaf 4.1.3.

Tabel 4.1 Overzicht van bronnen en aandachtspunten eindgebruikersapparatuur scope-2

Impactpad	Bronnen	Dekkingsgraad, kwaliteit, updatefrequentie	Samenwerking	Aandachtspunten/hiaten
Scope 2 Gebruik CO₂-emissies	Berekening: (adoptie x gebruiks-intensiteit) x (efficiëntiefactor) x (energieverbruik). Zie ook Figuur 3.2.			
<i>Adoptie apparaten</i>	CBS (2024a) ICT gebruik van personen. ACM (2025) Telecommonitor (smartphones, routers, tv's en tv-randapparatuur) Literatuuronderzoek en rapportages zoals mediatrends-rapporten (bijv. Mediatrends rapport NMO)	Dekkingsgraad is afhankelijk van data waarop inschatting gemaakt wordt. CBS- en ACM-data worden jaarlijks per kwartaal gepubliceerd. Bij onderzoek en rapportages vaak geen updatefrequentie.	CBS, ACM	Op basis van de bronnen kan een inschatting gemaakt worden, maar deze bevatten vaak geen harde cijfers. Voor kantoorapparatuur kan een inschatting gemaakt worden, bijv. op basis van kantooroppervlak. Voor zakelijke apparatuur is weinig data beschikbaar over het gebruik van on-premise servers en NAS.
<i>Gebruiks-intensiteit apparaten met accu</i>	Gegevens over oplaadvoltage en energie-efficiëntie te vinden op websites zoals Tweakers, Consumentenbond, Milieucentraal en Coolblue.	Verschillende betrouwbare bronnen kunnen geraadpleegd worden om een goed gemiddelde te berekenen.	Onderzoeks-instituten die gegevens kunnen ophalen over gebruiksintensiteit.	Er moet een gemiddelde bepaald worden met data over verschillende merken en apparaten. Het nadeel hiervan is dat het gemiddelde sterk afhangt van technologische ontwikkeling. Er zal frequent een nieuwe inschatting gemaakt moeten worden.
<i>Gebruiks-intensiteit apparaten die continu stroom verbruiken</i>			Onderzoeks-instituten die gegevens kunnen ophalen over gebruiksintensiteit.	Beperkt bronnen beschikbaar. Berust in eerdere analyses vooral op aannames.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Adoptie

De adoptie van een apparaat kan op verschillende manieren bepaald worden, bijvoorbeeld op basis van het percentage Nederlanders dat het apparaat *bezit*. Het CBS (2023) beschikt over data over ICT-gebruik door personen die onder andere tonen welk percentage personen van 16 jaar of ouder op dit moment een smartphone, laptop, pc/desktop en tablet bezit. Ook beschikt het CBS over data welke inzichtelijk maken in welke maten huishoudens beschikken over apparatuur met internetfaciliteit (CBS, 2019) en data over slimme apparaten (CBS, 2022). Verder brengt het Nationaal Media Onderzoek (NMO, 2023) een jaarlijks mediatrends-rapport uit. In het mediatrends-rapport staan gegevens over de hoeveelheid elektrische apparaten per huishouden in Nederland. Naast aantallen televisies, smartphones en laptops zijn er ook gegevens beschikbaar over apparaten zoals spelcomputers, smartwatches, smartspeakers en VR/AR-brillen.

Een andere manier om de adoptie te bepalen is door te kijken naar gegevens over netwerken. De telecommonitor van Autoriteit Consument en Markt (ACM)¹⁹ beschikt over data over mobiele netwerken, internet en televisie. Aan de hand van mobiele netwerken kan een inschatting gemaakt worden van het aantal smartphones, en op basis van het aantal televisieaansluitingen een inschatting van het aantal televisies en tv-randapparatuur.

Tot slot kunnen er gegevens gehaald worden uit rapportages van commerciële onderzoekspartijen zoals Deloitte (zie bijvoorbeeld Deloitte (2024)). Nadeel hiervan is dat deze rapportages vaak eenmalig zijn (geen updatefrequentie) en dat de data lastiger traceerbaar zijn dan bij data van bijvoorbeeld CBS. Daarnaast rapporteren

¹⁹ De Telecommonitor wordt gepubliceerd in de vorm van kwartaalrapportages. Ook is er een interactief dashboard van de Telecommonitor beschikbaar. [[ACM telecommonitor](#)].

commerciële onderzoekspartijen vaak in opdracht van een marktpartij en daarmee zijn niet altijd onafhankelijk. Deze rapportages kunnen wel gebruikt worden om een eerste inschatting te maken of om data te valideren ('sanity check' te doen).

Gebruiksintensiteit en energieverbruik

De impact van het gebruik van apparaten hangt af van de gebruiksintensiteit. Een deel van de apparaten zit niet continu aan stroom aangesloten; bijvoorbeeld smartphones, tablets en slimme horloges verbruiken alleen stroom wanneer ze worden opgeladen. Hiervoor zijn gegevens nodig over de efficiëntiefactor. In dit geval wordt hier de accucapaciteit van het apparaat, het oplaadvoltage en de gemiddelde energie-efficiëntie (er gaat energie verloren bij het opladen in de vorm van warmte) mee bedoeld. Verder zal bepaald moeten worden op welk moment van de dag de apparaten worden opgeladen, omdat dit invloed heeft op de energiemix (ofwel de hoeveelheid duurzame energie die beschikbaar is).

Een ander deel van de apparaten verbruikt wel continu stroom. Voor bijvoorbeeld tv's, desktops, monitoren en routers is dit het geval. Hierbij moet een onderscheid gemaakt worden tussen energieverbruik in de stand-by stand en energieverbruik als de apparaten actief zijn. Voor bijvoorbeeld laptops moet bij de berekening een afweging gemaakt worden of deze altijd aan de stroom zitten, of dat er gebruikgemaakt wordt van de accucapaciteit. Bij de apparaten die continu door stroom worden gevoed, kan in plaats van de efficiëntiefactor meteen worden berekend hoeveel energie de apparaten in stand-by stand en in actieve stand verbruiken. Ook bij apparaten die continu stroom verbruiken, is het belangrijk om te bepalen op welk moment van de dag de apparaten actief worden gebruikt, en op welke momenten de apparaten in stand-by modus staan, omdat dit invloed heeft op de energiemix.

De gegevens over gemiddelde accucapaciteit, oplaadvoltage, energie-efficiëntie en gemiddeld energieverbruik zijn per apparaat te vinden op websites zoals Tweakers, Consumentenbond, Milieucentraal en Coolblue. Ook geven energielabels van apparaten inzicht in het stroomverbruik van een apparaat in actieve stand. Het nadeel van deze bronnen is dat het gemiddelde energieverbruik en de gemiddelde accucapaciteit van apparaten sterk afhangt van technologische ontwikkeling en nieuwe apparaten die op de markt komen, en er frequent een nieuwe inschatting gemaakt moet worden om de gemiddelde cijfers up-to-date te houden.

Tot slot zal er per apparaat een schatting gemaakt moeten worden van de duur van het (gemiddelde) gebruik. Op basis van recente literatuur over gebruik van apparaten kan hiervan een actuele inschatting gemaakt worden. Naar bijvoorbeeld schermtijd bij jongeren is veel onderzoek gedaan, onder andere door het Trimbos Instituut, Netwerk Mediawijsheid (Netwerk Mediawijsheid, 2024) en het Commissariaat voor de Media (NMO, 2024). Verder doen private partijen uitspraken over gemiddelde schermtijd van Nederlanders (Team LEWIS en GWI, 2022).

Zakelijke apparatuur

Adoptie

De adoptie van sommige zakelijke apparatuur kan benaderd worden aan de hand van de totale kantooroppervlakte van Nederland, het aantal werknemers per m² kantooroppervlak en het aantal apparaten per werknemer. Dit werkt bijvoorbeeld voor laptops, desktops en monitoren. Het totale kantooroppervlak in Nederland aan de hand van CBS-gegevens kan worden ingeschat op 58 miljoen m² kantooroppervlak (ING, 2025). Ook het BAG-rapport van TNO (2023) geeft een benadering van het kantooroppervlak, met een bandbreedte tussen de 39,7 en 112,9 miljoen m². Het aantal werknemers per kantooroppervlak kan benaderd worden aan de hand van NEN-normen²⁰ in combinatie

²⁰ NEN-norm [NEN 1824:2010.nl]

met arbo-eisen aan werkomstandigheden (Planketa, 2021). Deze benadering komt tot 7 m² vloeroppervlak per werknemer. Echter, in de praktijk zal een kantoor naast werkplekken voor werknemers uit meer oppervlak bestaan (denk aan een lunchruimte, belhokjes, opslagruimte et cetera). Hierover zullen onderbouwde aannames gedaan moeten worden. Verder kan aan de hand van een literatuurstudie verder worden onderzocht wat het aantal apparaten per m² kantooroppervlak in Nederland is. Een andere benaderingsroute om het aantal zakelijke laptops, desktops en monitoren te benaderen (of valideren) is door te kijken naar het percentage werkzame personen dat werkt met computers.²¹

Het exacte aantal zakelijke smartphones en tablets in Nederland is niet openbaar beschikbaar. Voor het maken van een inschatting over de hoeveelheid zakelijke smartphones in Nederland zullen aannames gedaan moeten worden, bijvoorbeeld op basis van CBS-cijfers over personeel dat werkt met mobiel internet (CBS, 2024a). Voor tablets zal een inschatting gemaakt moeten worden op basis van personeel dat werkt met internet en de verhouding laptops en tablets hierin.

Ook voor het aantal bedrijven met on-premise servers en netwerktopslag (NAS) zijn door ons geen bronnen gevonden. Wel blijkt uit privaat onderzoek dat er een daling is van het aantal Nederlandse bedrijven dat servers op eigen locatie heeft staan (Smartprofile, 2019). Ook Dutch IT Channel (2019) laat weten dat populariteit van in-house IT zoals servers afneemt. Verder heeft ACM (2022) een studie over clouddiensten bij bedrijven gepubliceerd. Op basis van het aantal bedrijven dat met clouddiensten werkt, kan een ruwe inschatting gemaakt worden van het aantal on-premise servers en NAS.

Gebruiksintensiteit

De gebruiksintensiteit van zakelijke apparatuur kan worden benaderd op basis van de werkuren of 'openingstijden' binnen een bedrijf (bijvoorbeeld circa 40 uur per week) voor apparaten die op kantoren onder werktijden aan staan. Voor apparaten die wat betreft gebruik gebonden zijn aan werknemers, zoals laptops, kan de gebruiksintensiteit worden berekend op basis van de gemiddelde arbeidsduur van de werkzame beroepsbevolking (CBS, 2024b). Naast het aantal werkuren moet ook het tijdstip van gebruik worden bepaald (bijvoorbeeld tussen 08:00 en 18:00), omdat dit invloed heeft op de energiemix. Een uitzondering hierbij is apparatuur die mogelijk buiten werktijden draait. Buiten werktijden zal ook het verbruik van de apparaten in stand-by modus meegenomen moeten worden, zoals routers en desktops (met de aanname dat deze niet volledig worden uitgeschakeld). Verder kan een uitzondering gemaakt worden voor bedrijfssmartphones, waarvan de gebruiksintensiteit op ongeveer dezelfde manier kan worden berekend als bij consumentensmartphones, met de aanname dat bedrijfssmartphones mogelijk wat minder intensief worden gebruikt in het weekend bijvoorbeeld.

Energieverbruik

Laptops, smartphones, desktops, monitoren en routers zijn apparaten die zowel voor consumenten als voor zakelijk gebruik voorkomen. Daarom kan de efficiëntiefactor van laptops en smartphones zoals beschreven onder het kopje consumentenapparatuur ook voor zakelijke apparatuur worden gebruikt om tot het energieverbruik te komen. Bij desktops, monitoren en routers kan ook een soortgelijke berekening gemaakt worden als bij consumentenapparatuur, alleen moeten het moment en de tijdsduur van het gebruik hier aangepast worden naar de gebruikssituaties van zakelijke apparatuur.

²¹ Het CBS beschikt over een relevante dataset: ICT-gebruik bij bedrijven; kerncijfers [CBS]

Verder zijn er in de literatuur ook bronnen beschikbaar waarin het energieverbruik van ICT-apparatuur van kantoren is berekend. Een voorbeeld hiervan is een rapport van TNO (2024) over het energieverbruik van Nederlandse kantoren.

Scope 2-uitstoot eindgebruikersapparatuur

Met een inschatting van het energieverbruik van consumenten- en zakelijke apparaten, kan vervolgens de uitstoot worden berekend. Voor beide groepen kan dit op een soortgelijke manier worden gedaan. Vanuit het energieverbruik kan de uitstoot worden berekend met behulp van de zogenaamde emissiefactor.

Zoals ook in eerder onderzoek van Dialogic (2023) wordt beschreven, is de hoeveelheid CO₂ die wordt uitgestoten tijdens elektriciteitsproductie afhankelijk van de energiemix. Op sommige momenten van de dag wordt er bij energieproductie gebruikgemaakt van duurzame bronnen (zoals wind- of zonne-energie), terwijl op andere momenten van de dag gebruik wordt gemaakt van fossiele brandstoffen, omdat duurzame bronnen niet beschikbaar zijn. Op elk moment van de dag kan de emissiefactor worden berekend van de volledige stroomvoorziening. De emissiefactor is een gewogen gemiddelde van de emissie van alle beschikbare energiebronnen, die beschrijft hoeveel CO₂ er wordt uitgestoten bij de productie van elektriciteit. De emissiefactor kan worden berekend per dagdeel (ochtend, middag, avond, nacht) en per seizoen.

De uitstoot die wordt veroorzaakt door het gebruik van apparatuur is dus afhankelijk van het moment waarop deze apparatuur energie verbruikt. De emissiefactor wordt geduid in kilogram CO₂ per opgewekte kilowattuur aan stroom. Voor de benadering van de emissiefactor van stroom in Nederland kan gebruik worden gemaakt van data van de website co2monitor.nl, die een actueel inzicht geeft in de emissiefactor van stroom op dit moment en ook beschikt over historische data. Op deze manier kan er per seizoen en per dagdeel een emissiefactor worden bepaald, die het energieverbruik van apparaten kan omzetten in de uitstoot. Hiermee kan dan ook de uitstoot per jaar worden berekend.

Voor zakelijke apparaten zal gelden dat de gebruikstijden voor het overgrote deel onder werktijden vallen (veelal overdag), terwijl voor consumentenapparaten aannemelijk is dat de gebruikstijden vaak juist *buiten* de werktijden vallen, met name in de avonduren. Uit literatuur is het moeilijk om precies te bepalen op welke momenten consumentenapparatuur gebruikt wordt. Er zullen hiervoor dus onderbouwde aannames gedaan moeten worden om een inschatting te kunnen maken.

4.1.2 Databronnen apparatuur scope 3

Tabel 4.2 geeft een overzicht van scope 3-databronnen voor eindgebruikersapparatuur. In deze paragraaf wordt de tabel verder toegelicht.

Tabel 4.2 Overzicht van bronnen en aandachtspunten scope-3

Impactpad	Bronnen	Dekkingsgraad, kwaliteit, updatefrequentie	Samenwerking	Aandachtspunten/hiaten
Scope 3 Bottom-up CO ₂ -emissies Apparatuur	CSRD jaarrapportages	Geen volledige dekking, vooralsnog enkele grote bedrijven. Kwaliteit van data is hoog, uitsplitsing naar categorieën van GHG mogelijk. Jaarlijkse rapportage.	Niet noodzakelijk	Ondanks standaardisatie van rapportage is de dekking vooralsnog beperkt wat een totaalbeeld verkrijgen bemoeilijkt. Daarnaast bestaat onzekerheid over invoering en doorvoering van CSRD.
Scope 3 Top-down CO ₂ -emissies Volledige digitale sector	Nationale I/O-tabellen (CBS) Internationale I/O-tabellen (OESO) Sectorale emissies (CBS) Exiobase (Consortium van NTNU, TNO, SERI, Universiteit Leiden, WU, en 2.-0 LCA Consultants. ²²)	Volledige digitale sector gedekt. Kwaliteit overwegend goed, maar minder detail. Jaarlijks beschikbaar, maar met aantal jaar vertraging.	CBS	Uitsplitsing naar eindgebruikersapparatuur niet mogelijk.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Onder scope 3-emissies van eindgebruikersapparatuur vallen de productie, distributie en recycling van de apparatuur. Er zijn grofweg twee benaderingen om scope 3-emissies in kaart te brengen: top-down en bottom-up. Bij een **top-downmethode** worden emissies op macroniveau uitgesplitst om zodoende de voetafdruk van de digitale sector te bepalen. Met behulp van een input-outputanalyse op basis van nationale en internationale statistieken (IPCC-data, handelsstromen, sectorale CO₂-intensiteiten), wordt op geaggregeerd niveau bepaald hoeveel emissies aan de digitale sector zijn toe te rekenen. In een bottom-upmethode (zoals het verzamelen van duurzaamheidsrapportages via de CSRD), wordt daarentegen juist op het niveau van individuele bedrijven begonnen met het bij elkaar brengen van individuele scope 1-, 2- en 3-cijfers. Vervolgens worden deze samengevoegd en opgeteld om gezamenlijk een weergave te geven van de totale voetafdruk van de digitale sector.

De top-downmethode combineert nationale en internationale input-outputtabellen met gegevens over sectorale CO₂-intensiteit. Met behulp van deze tabellen kunnen de relaties tussen sectoren gebruikt worden om een inschatting te maken van de toeleveranciers en de afnemers van de digitale sector. Op deze manier kan worden berekend welk deel van de totale emissies van deze toeleveranciers en afnemers direct en indirect aan de digitale sector is toe te schrijven. De directe emissies die door de digitale sector worden veroorzaakt zijn scope 1. De indirecte emissies, dat wil zeggen de emissies veroorzaakt door toeleveranciers en afnemers als gevolg van toelevering en afname van de digitale sector zijn de scope 3-emissies. Het voordeel van deze methode is dat er een volledig beeld ontstaat over de gehele digitale sector. Een nadeel is echter dat het niet mogelijk is een verdere uitsplitsing te maken naar de verschillende categorieën (Tabel 4.3) van scope 3-emissies. Het is dus niet mogelijk om scope 3-emissies voortkomend uit distributie, productie en recycling van specifiek eindgebruikersapparatuur zoals laptops, telefoons of monitoren in beeld te brengen met deze methoden. Een gedetailleerdere beschrijving van deze methoden is opgenomen in Bijlage B.

²² Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), The Sustainable Europe Research Institute (SERI), Universiteit Leiden, Vienna University of Economics and Business / Institute for Ecological Economics (WU).

Tabel 4.3 Scope 3-categorieën uitgesplitst naar up- en downstream emissies

Upstream	Downstream
1. Gekochte goederen en diensten	9. Transport en distributie
2. Kapitaalgoederen	10. Verwerking van verkochte producten
3. Brandstof- en energiegerelateerde activiteiten	11. Gebruik van verkochte producten
4. Transport en distributie	12. Einde-levensfase van verkochte producten
5. Afval gegenereerd in de operationele keten	13. Gehuurde activa
6. Zakelijke reizen	14. Franchises
7. Woon-werkverkeer van medewerkers	15. Investerings
8. Gehuurde activa	

Bron: The Corporate Value Chain (scope 3) Accounting and Reporting Standard (WSCD & WRI, 2011)

In een **bottom-upbenadering** worden rapportages van individuele bedrijven gebundeld om gezamenlijk tot een totaalcijfer van de gehele sector te komen. Daartoe zijn verschillende startpunten mogelijk op basis van verschillende initiatieven. Zo bestaat het Carbon Disclosure Project (CDP), een internationale non-profitorganisatie die landen, steden en bedrijven helpt om hun milieuprestaties te meten en rapporteren. CDP verzamelt gegevens over broeikasgasemissies, waterbeheer en ontbossingsrisico's en stimuleert bedrijven om transparanter te zijn over hun milieu-impact. De verzamelde data omvatten ook broeikasgasemissies van bedrijven, inclusief scope 3-emissies. In theorie zouden deze data bruikbaar kunnen zijn om de scope 3-emissies van de digitale sector in Nederland in kaart te brengen, maar er zijn enkele uitdagingen. De beschikbaarheid van CDP-data voor scope 3-emissies in de Nederlandse digitale sector is beperkt, omdat én niet alle bedrijven rapporteren én de data vaak niet openbaar zijn. Daarnaast varieert de dekking per sub-sector, zoals datacenters, software en telecom, en is scope 3-rapportage vaak onvolledig. Dit maakt het noodzakelijk om aanvullende bronnen of modellen te gebruiken om een volledig beeld te verkrijgen.

Een andere mogelijkheid komt voort uit de Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), een richtlijn van de Europese Unie die bedrijven verplicht om uitgebreider en gestandaardiseerd te rapporteren over hun duurzaamheidsprestaties, zoals milieu-impact (waaronder scope 3-emissies), sociale aspecten en governance. De CSRD is bedoeld om transparantie te vergroten en duurzaam ondernemen binnen de EU te stimuleren. Het voorstel voor deze richtlijn is in november 2022 door het Europees Parlement aangenomen en door de Europese Raad goedgekeurd. Hoewel de CSRD formeel in werking is getreden in januari 2023, worden de verplichtingen voor bedrijven stapsgewijs ingevoerd. Grote beursgenoteerde ondernemingen moeten vanaf het boekjaar 2024 beginnen met rapporteren volgens de nieuwe regels, wat betekent dat zij in 2025 hun eerste CSRD-rapport moeten publiceren. In latere jaren volgen andere groepen, zoals grote niet-beursgenoteerde ondernemingen en uiteindelijk ook mkb-bedrijven. De voorgenomen rapportageverplichting is echter recentelijk uitgesteld. Alleen organisaties van openbaar belang (oob's) met meer dan vijfhonderd medewerkers over boekjaar 2025 en boekjaar 2026 worden rapportageplichtig. Voor andere grote ondernemingen schuift de rapportageplicht twee jaar op, van boekjaar 2025 naar 2027. Beursgenoteerde mkb-bedrijven gaan hierbij van boekjaar 2026 naar 2028.

Onder de CSRD moeten bedrijven uitgebreid en gestandaardiseerd rapporteren over milieu-, sociale en governance-aspecten. Dit gebeurt als onderdeel van het reguliere jaarverslag en wordt gedaan volgens de ESRS-standaarden, die bepalen wat en hoe gerapporteerd moet worden. Een belangrijk uitgangspunt van de CSRD is het principe van dubbele materialiteit. Dit betekent dat bedrijven zowel moeten rapporteren over de impact van duurzaamheidsontwikkelingen op het bedrijf (bijvoorbeeld transitierisico's) als over de impact van het bedrijf op mens en milieu (zoals biodiversiteitsverlies of mensenrechtenschendingen in de keten). Daarnaast verplicht de CSRD bedrijven om naast financiële informatie ook niet-financiële indicatoren (zoals emissiegegevens) te

rapporteren en hun duurzaamheidsverslagen te laten onderwerpen aan een verplichte externe accountantscontrole. Binnen de CSRD wordt ook expliciet aandacht besteed aan scope 3-emissies. De ESRS E1 (Climate Change) vereist dat ondernemingen hun broeikasgasemissies gedifferentieerd rapporteren naar scope 1, 2 en 3. Conform het GHG Protocol dienen scope 3-emissies verder te worden opgesplitst in vijftien categorieën (Tabel 4.3). Bedrijven moeten per categorie beoordelen in hoeverre deze relevant en significant is. Daarnaast is het vereist om uit te leggen welke methodologie is gebruikt voor de berekening van scope 3-emissies, welke data (primair of secundair) en emissiefactoren zijn toegepast en waar mogelijke onzekerheden zitten.

Deze methodologie combineert jaarrapportages van grote bedrijven. Door scope 3-emissies, zoals gerapporteerd in jaarverslagen van bedrijven actief in de digitale sector systematisch te coderen en te bundelen in een dataset, kan een overzicht worden gecreëerd van de totale uitstoot binnen de sector. Dit zorgt echter wel voor dubbeltellingen, omdat dezelfde emissies door meerdere bedrijven kunnen worden gerapporteerd (de scope-3 emissies van het ene bedrijf zijn de scope-1 emissies van het andere bedrijf). Om deze gegevens optimaal te benutten, moeten bedrijven hun duurzaamheidsgegevens digitaal 'taggen' in een gestructureerd formaat, zoals iXBRL. Dit is vergelijkbaar met de huidige vereisten voor financiële data onder de ESEF-verordening (European Single Electronic Format) en maakt het mogelijk om duurzaamheidsgegevens automatisch te verzamelen en te analyseren. Ondanks deze standaardisatie blijft het echter een aanzienlijke uitdaging om alle data op een consistente manier te verzamelen en samen te brengen. Wel biedt deze bottom-upbenadering een hoger detailniveau dan de top-downbenadering. Scope 3-emissies kunnen immers worden herleid tot individuele bedrijven en worden uitgesplitst in verschillende categorieën.

Een combinatie van deze benaderingen lijkt vooralsnog de beste optie. Gezien de CSRD-rapportage nog matig beschikbaar zijn en er tevens enige onzekerheid bestaat over verder ontwikkelingen wat dat betreft verdient het aanbeveling in eerste instantie te starten met een top-downbenadering om een totaalbeeld van scope 3-emissies van de digitale sector in kaart te brengen. Vervolgens kan met behulp van reeds beschikbare rapportages de monitoring worden aangevuld casestudies.

4.2 Databronnen netwerken

In deze paragraaf worden de databronnen met betrekking tot netwerken besproken. Hier geldt hetzelfde als voor hoofdstuk 4.1: we bespreken eerst scope 2 en daarna scope 3. Zoals eerder beschreven wordt bij netwerken geen scope 1 meegenomen.

4.2.1 Databronnen netwerken scope 2

Dit hoofdstuk bespreekt de beschikbare databronnen voor het monitoren van de belangrijkste impactpaden binnen scope 2 van netwerken. Het gaat hierbij specifiek om de CO₂-uitstoot als gevolg van elektriciteitsverbruik van netwerkcomponenten. Uit Hoofdstuk 3 blijkt dat voor netwerken met name de scope 2-emissies door energiegebruik relevant zijn om de directe klimaat- en milieubelasting in kaart te brengen. Dit hoofdstuk richt zich op twee methodes om dit te monitoren, namelijk aan de hand van beschikbare duurzaamheidsrapportages en aan de hand van netwerkaansluitingen en datagebruik.

Tabel 4.4 geeft een overzicht van de databronnen voor netwerken voor scope 2. In de volgende paragrafen wordt dit overzicht toegelicht. Scope 3-databronnen voor netwerken worden beschreven in paragraaf 4.2.3.

Tabel 4.4 Overzicht van bronnen en aandachtspunten netwerken scope 2

Impactpad	Databron	Dekkingsgraad en kwaliteit	Samenwerking, updatefrequentie	Hiaat/aandachtspunt
Scope 2 Gebruik CO ₂ -uitstoot	Jaarrapportages bedrijven	Middel: Ongeveer 90% van marktaandeel voor zowel mobiele als vaste netwerken voor consumenten. Weinig data over vaste zakelijke netwerken. Hoog: Gegevens zijn gecontroleerd, vaak conform internationale standaarden (bv GHG); soms beperkt detailniveau.	ACM, Individuele bedrijven of brancheverenigingen (bv. Monet) <i>Jaarlijks</i>	Beperkte standaardisatie tussen bedrijven maakt vergelijking lastig. Onduidelijke scheiding tussen vaste en mobiele netwerken bemoeilijkt extrapolatie naar het totaal. Daarnaast is door onduidelijke beheerstructuren scheiding scope 2-/3-emissies moeilijk.
Scope 2 Gebruik CO ₂ -uitstoot (mobiele netwerken)	Berekening: aantal aansluitingen × energieverbruik per aansluiting (EEL).			
Aantal aansluitingen/abonnementen	ACM (Telecommonitor)	Zeer hoog: Nagenoeg volledige marktdekking. Hoog: Gebaseerd op verplichte rapportage door aanbieders.	ACM <i>Elk kwartaal</i>	Geen noemenswaardige hiaten.
Energy Efficiency Index (EEL)	GSMA Individuele bedrijven (o.a. VodafoneZiggo)	Beperkt: GSMA-data omvat ~56 landen maar Nederland ontbreekt; bedrijfsdata beperkt beschikbaar. Beperkt: Grote variatie tussen operators; GSMA publiceert gemiddelden die mogelijk niet representatief zijn voor NL.	GSMA <i>Onduidelijk (waarschijnlijk iedere twee jaar)</i> Operators/ Monet <i>Jaarlijks</i>	Grote variatie in EEL-waarden tussen operators. Beperkte transparantie bij Nederlandse bedrijven. Lastig om consistente, representatieve Nederlandse waarde vast te stellen.
Scope 2 Gebruik CO ₂ -uitstoot (vaste netwerken)	Berekening: aantal aansluitingen, energiegebruik, routers /modems en bijdrage netwerkapparatuur			
Aantal aansluitingen/abonnementen	ACM (Telecommonitor)	Zeer hoog: Nagenoeg volledige marktdekking. Hoog: Gebaseerd op verplichte rapportage door aanbieders	ACM <i>Elk kwartaal</i>	Geen noemenswaardige hiaten.
Energiegebruik routers/modems	Productdata leveranciers (bijv. datasheets van fabrikanten)	Beperkt: Sterk afhankelijk van merk, model en type verbinding Gemiddeld: Fabrikanten publiceren verbruikswaarden, maar vaak onder ideale omstandigheden	- <i>Onregelmatig, afhankelijk van productintroducties</i>	Data moet handmatig worden verzameld; grote variatie tussen apparaten; verbruik in praktijk vaak hoger dan in specificaties.
Verhouding energiegebruik routers en netwerkcomponenten	Wetenschappelijke literatuur (o.a. Pihkola et al., 2018), Telecommonitor	Beperkt: Gebaseerd op inschattingen uit literatuur en kengetallen. Beperkt: Deen gestandaardiseerde methodologie, kwaliteit afhankelijk van studie.	- <i>Niet vast; afhankelijk van nieuw literatuuronderzoek</i>	Geen gestandaardiseerde of structureel geüpdatete databron; betrouwbare analyse vraagt om periodiek literatuuronderzoek en validatie met actuele technische informatie.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Beschikbare duurzaamheidsrapportages

De vier grootste operators met eigen vaste- en/of mobiele toegangsnetwerken (KPN, Odido, VodafoneZiggo en Deltafiber) rapporteren klimaatindicatoren in hun jaarverslagen. Tabel 4.5 geeft een overzicht van de marktaandelen van deze vier partijen over de verschillende typen netwerken. Deze data van de ACM worden ieder kwartaal geüpdatet. Uit de tabel blijkt dat het hier gaat om een relatief geconcentreerde markt, waarbij slechts enkele partijen een groot deel van de netwerkdiensten leveren. Deze concentratie biedt de mogelijkheid om op basis van de

duurzaamheidsrapportages van deze operators al een redelijke inschatting te maken van het totale energieverbruik en de CO₂-uitstoot van scope 1 en scope 2.

Tabel 4.5 Overzicht van het marktaandeel voor verschillende netwerkdonderdelen

Operator	Marktaandeel vast netwerk	Marktaandeel mobiel netwerk
1. KPN	35 - 40%	25 - 30%
2. VodafoneZiggo	35 - 40%	20 - 25%
3. Oido	10 - 15%	35 - 40%
4. DELTA fiber	5 - 10%	-
5. Overig	0 - 5%	5 - 10%

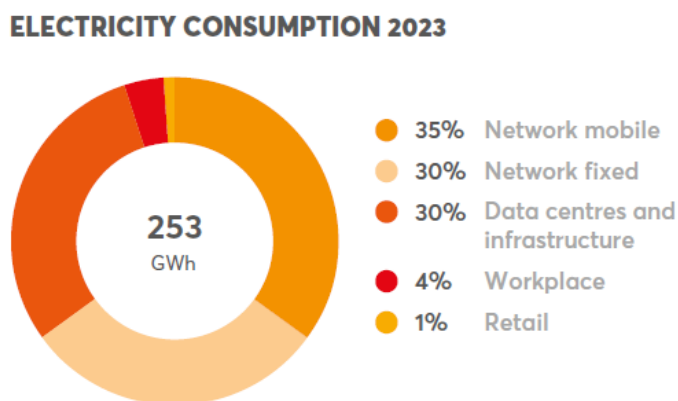
Bron: ACM (2025)

Noot: * Op basis van dataverbruik. ** Op basis van belminuten.

Aandachtspunten - uitsplitsing van emissiedata

Echter, het gebruik van deze jaarverslagen voor een sectorbrede analyse brengt enkele uitdagingen met zich mee. Eén van de grootste uitdagingen bij het gebruik van jaarverslagen is dat niet elke operator zijn energieverbruik of CO₂-uitstoot uitsplitst naar verschillende typen netwerken. Van de bovengenoemde partijen lijkt alleen VodafoneZiggo een uitsplitsing te maken, zoals te zien is in Figuur 4.1. In de marktaandeelcijfers wordt daarentegen wel onderscheid gemaakt tussen mobiele netwerken, vaste netwerken en breedbandnetwerken. Dit zorgt voor problemen bij de extrapolatie van de data naar de gehele sector.

Figuur 4.1 Uitsplitsing van de elektriciteitsconsumptie van VodafoneZiggo in 2023



Bron: VodafoneZiggo (2024)

Als een jaarverslag alleen een totaalwaarde geeft voor het energieverbruik van een operator, zonder onderscheid te maken tussen mobiel en vast, is het niet mogelijk om direct een extrapolatie te maken voor specifieke netwerken. Dit is problematisch omdat het energieverbruik per type netwerk sterk kan variëren. Mobiele netwerken hebben een ander energieprofiel dan vaste netwerken. Zelfs als we proberen om een geaggregeerde extrapolatie te maken voor de hele sector, blijft er een complicatie: marktaandelen van verschillende netwerken kunnen niet zomaar bij elkaar opgeteld worden. Een provider kan bijvoorbeeld een groot aandeel hebben in mobiele telefonie, maar een kleiner aandeel in vaste breedband. Hierdoor is het lastig om een algemene factor te bepalen die het energieverbruik van de gehele sector correct weerspiegelt.

Om de verdeling van het energieverbruik van operators te kunnen schatten over vaste en mobiele netwerken, kan gebruikgemaakt worden van de bekende verhouding tussen energieverbruik en marktaandeel van VodafoneZiggo. Deze verhouding kan gemaakt worden omdat VodafoneZiggo als enige partij wel een uitsplitsing maakt van het energieverbruik voor de typen netwerken. De marktaandelen worden voor alle vier de partijen ieder kwartaal gepubliceerd door de ACM (2025). Tabel 4.6 toont dat de verhouding tussen energiegebruik en marktaandeel voor vast 0,8 is en voor mobiel 1,6. Deze verhoudingen suggereren dat mobiele netwerken relatief energie-intensiever zijn per eenheid marktaandeel. De verhoudingen kunnen vervolgens toegepast worden op andere operators. Ter illustratie toont Tabel 4.7 het al bekende marktaandeel van KPN en de geschatte verdeling van het energieverbruik over vast en mobiel, gebaseerd op de verhoudingen van VodafoneZiggo.

De onderliggende aanname van deze methode is dat de energie-intensiteit per eenheid marktaandeel voor de operators vergelijkbaar is met die van VodafoneZiggo. Hoewel dit niet perfect is, aangezien er verschillen in infrastructuur of netwerkgebruik kunnen zijn die de intensiteit beïnvloeden, biedt het een bruikbare methode om tot een geschatte verdeling te komen in afwezigheid van gedetailleerde rapportage.

Tabel 4.6 Verhouding tussen marktaandeel en energieverbruik voor vaste en mobiele netwerken van VodafoneZiggo

VodafoneZiggo	Marktaandeel	Percentage energieverbruik	Verhouding energieverbruik/ marktaandeel*
Vast	35-40%	30%	0,8
Mobiel	20-25%	35%	1,6

Bron: ACM (2025)

Noot: * Op basis van gemiddeld marktaandeel.

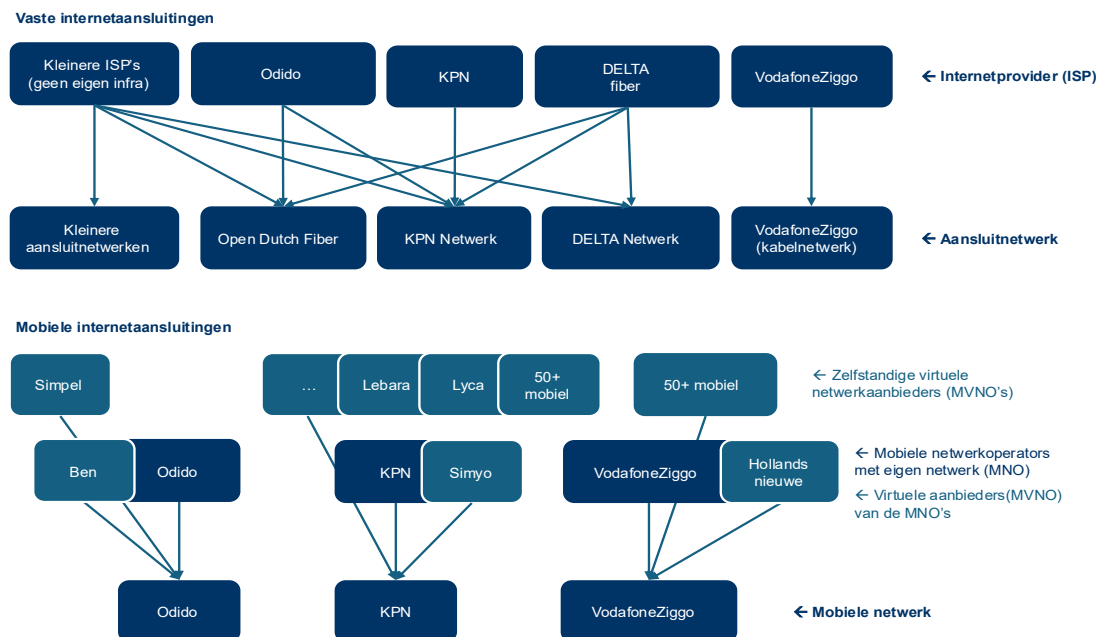
Tabel 4.7 Geschatte verdeling van het energieverbruik van KPN over vaste en mobiele netwerken op basis van marktaandelen en referentieverhoudingen

KPN	Marktaandeel	Geschat percentage energieverbruik
Vast	35 - 40%	~30%
Mobiel	25 - 30%	~43%

Bron: ACM (2025)

Een andere belangrijke uitdaging bij het bepalen van de scope 2-emissies van mobiele en vaste netwerken, is dat de eigendomsverhoudingen binnen de netwerkinfrastructuur vaak complex zijn. Providers beheren deels hun eigen netwerkkapitaal, maar maken ook gebruik van netwerken van andere partijen. Hoewel ook scope 3-emissies uitgesplitst staan in de jaarverslagen van de vier grote providers, waardoor de 'totale uitstoot' van de sector nog steeds redelijk benaderd kan worden, maakt dit een analyse per scope wel ingewikkeld. Deze uitsplitsing is voor monitoring wel relevant, omdat het helpt om vast te stellen waar directe of indirecte verantwoordelijkheid ligt. Het biedt beleidsmakers ook handvatten om de impact van onder andere energie-efficiëntiebeleid beter te monitoren.

Figuur 4.2 Structuuroverzicht mobiele en vaste netwerken (niet-uitputtend)

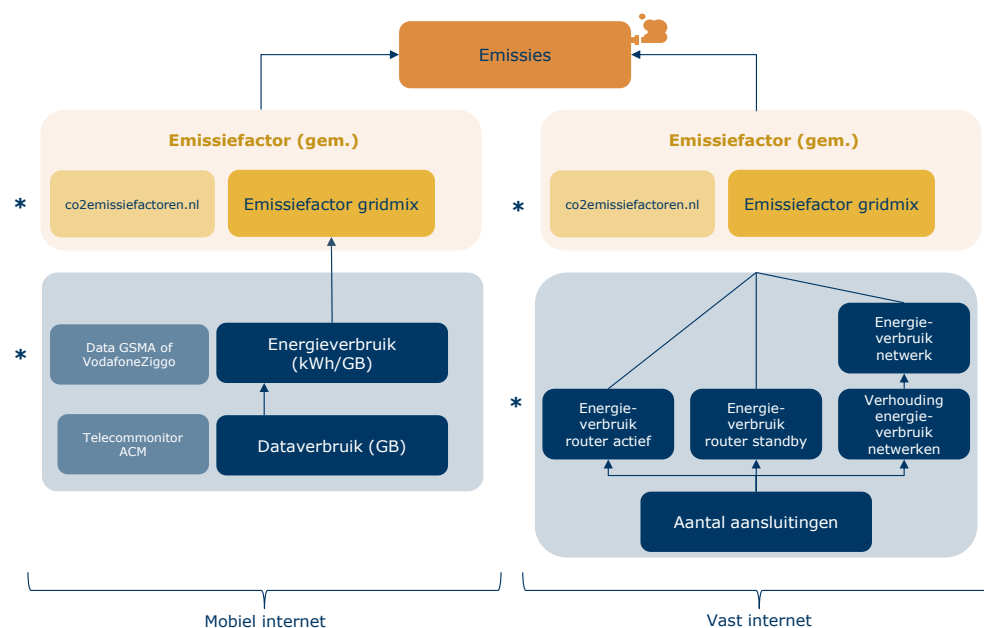


Bron: Dialogic (2025).

Op basis van aansluitingen en datagebruik

Voor het berekenen van de CO₂-uitstoot kan ook gebruikgemaakt worden van een methode die uitgaat van het aantal netwerkaansluitingen en/of het datagebruik op de netwerken. In het eerdere onderzoek van Dialogic (2023) is een dergelijke methode ook gebruikt om tot een schatting van het energieverbruik van vaste en mobiele netwerken te komen.

Figuur 4.3 Mogelijke methodologische aanpak om de emissies van vaste en mobiele netwerken te schatten



Bron: Dialogic (2023), bewerking SEO & Dialogic (2025)

Mobiele netwerken

Met name voor mobiele netwerken kan relatief eenvoudig op basis van het gemiddelde energieverbruik bij dataverkeer en het totale dataverkeer een inschatting gemaakt worden van het totale energieverbruik. De telecommonitor van ACM (2025) publiceert ieder kwartaal over het totale dataverbruik over mobiele netwerken. Verder is in literatuur relatief veel bekend over het energiegebruik per hoeveelheid overgebrachte gegevens. De zogenoemde **Energy Efficiency Index (EEI)** wordt daarbij vaak gebruikt als maatstaf om de energie-efficiëntie van netwerken te beoordelen, vaak uitgedrukt in kWh per GB. De grootste uitdaging in deze methode zit hem in de keuze van het kengetal voor de EEI. Recent onderzoek van de GSMA over 56 telecommarkten komt uit op een gemiddelde EEI van 0,13 kWh/GB (GSMA Intelligence, 2023). Nederland is niet specifiek meegenomen in het onderzoek, en door de geanonimiseerde presentatie van de resultaten is het niet mogelijk om specifieke waarden per land of regio af te leiden. Relevantier zijn wellicht data direct van Nederlandse mobiele operators. VodafoneZiggo publiceert al data met betrekking tot de EEI openbaar en komt daarbij uit op een 0,251 kWh/GB (VodafoneZiggo, 2024).

Andere operators publiceren vooralsnog geen vergelijkbare cijfers, waardoor het lastig is om tot een marktbreed gemiddelde te komen. Er kan op de korte termijn gekozen worden om uit te gaan van de beschikbare waarde van VodafoneZiggo als representatief kengetal. Op de lange termijn zou er gestuurd moeten worden op het verkrijgen van een marktbreed gemiddelde, als andere operators ook data publiceren.

Vaste netwerken

Voor vaste netwerken is het logischer om het energieverbruik te berekenen op basis van het totaal aantal aansluitingen per typen vaste internetaansluiting en het gemiddelde (stand-by) stroomverbruik van deze aansluitingen. Dit komt doordat vaste netwerken, in tegenstelling tot mobiele netwerken, een vrij constante infrastructuurgebonden energiebehoefte kennen die niet direct afhangt van datagebruik. Apparatuur zoals modems, wijkcentrales en versterkers staan doorgaans 24/7 aan, ongeacht het daadwerkelijke gebruik.

Data over het aantal aansluitingen zijn opnieuw beschikbaar via het Telecomdashboard van de ACM. Tabel 4.7 toont een overzicht voor Q4 van 2024 over het aantal aansluitingen voor vaste netwerken.

Om op basis van deze aansluitingen het energieverbruik te berekenen, moet eerst gekeken worden naar het gemiddelde energieverbruik van eindgebruikersapparatuur zoals routers en modems. In het eerdere onderzoek van Dialogic werd hier onderscheid gemaakt tussen het stroomverbruik in stand-by (wanneer het apparaat aan staat maar niet actief data verzendt) en tijdens actief gebruik. Afhankelijk van recente beschikbare data en de mate van precisie die gewenst is kan opnieuw deze uitsplitsing gemaakt worden, of er kan gerekend worden met een gewogen gemiddelde. Gemiddeldes worden niet onafhankelijk gepubliceerd voor routers voor verschillende netwerken. Om tot betrouwbare kengetallen te komen, is het daarom noodzakelijk om een analyse uit te voeren van de meest recent gebruikte apparatuur bij de verschillende netwerktypen.²³ Een praktische aanpak hiervoor is om de specificaties en energielabels van veelgebruikte routers en modems van de grootste aanbieders (zoals KPN, Ziggo, Delta Fiber en Odido) te inventariseren. Dit kan eventueel worden aangevuld met meetgegevens van consumentenorganisaties.

²³ Data over het gemiddelde stroomverbruik van modems zijn over het algemeen goed beschikbaar. Zie bijvoorbeeld: [www.netwerkwinkel.com] of [www.tpcdb.com].

Tabel 4.8 Aantal vaste aansluitingen in Q4 2024, uitgesplitst over de typen netwerken

Type netwerk	Aantal aansluitingen (× miljoen)
Glasvezel	3,19
Kabel (COAX)	3,21
Koper (xDSL)	1,97

Bron: ACM (2025)

Daarnaast moet rekening worden gehouden met het energieverbruik van de achterliggende netwerkcomponenten, zoals wijkkasten, glasvezelverdelers en versterkers. In een eerdere studie van Dialogic (2023) is hiervoor gebruikgemaakt van het aantal aansluitingen per type netwerk en het stroomverbruik, zoals wordt gepubliceerd in de Telecommonitor (zie Tabel 4.7), en het stroomverbruik voor de bijbehorende infrastructuur. Voor het stroomverbruik geldt dat er vanuit wetenschappelijke literatuur wel data beschikbaar zijn, maar het gaat hierbij niet om gestandaardiseerde bronnen met een regelmatige updatefrequentie (bv. Pihkola et al., 2018). Een goede analyse is daarom sterk gebaat bij regelmatige updates van literatuuronderzoek.

Het totale energiegebruik, bestaande uit het verbruik van de eindgebruikersapparatuur én de infrastructuur, kan vervolgens worden omgerekend naar CO₂-uitstoot. Hiervoor wordt een geschikte emissiefactor toegepast. Gezien de aard van deze berekening, waarbij specifieke operators niet als uitgangspunt worden genomen, kan het best gekozen worden voor de gemiddelde emissiefactor voor de Nederlandse gridmix.

4.2.2 Databronnen netwerken scope 3

Onder scope 3-emissies van netwerken vallen de productie, aanleg en recycling/afvoer van bijvoorbeeld mobiele en vaste netwerken, glasvezelnetwerken en andere infrastructuurcomponenten. Ook voor netwerken geldt dat er grofweg twee benaderingen zijn om scope 3-emissies in kaart te brengen. Een top-downbenadering waarin scope 3-emissies van de gehele sector in kaart worden gebracht, maar geen uitsplitsing mogelijk is naar de specifieke emissies van netwerken en een bottom-upbenadering waarin vanuit jaarlijkse rapportages van individuele bedrijven een totaal beeld gecreëerd wordt voor de gehele digitale sector, maar dat mogelijk niet volledig is.

Tabel 4.9 Overzicht van bronnen en aandachtspunten scope-3

Impactpad	Bronnen	Dekkingsgraad, kwaliteit, updatefrequentie	Samenwerking	Aandachtspunten/hiaten
Scope 3 Bottom-up CO ₂ -emissies Netwerken	CSRD jaarrapportages	Geen volledige dekking, vooralsnog enkele grote bedrijven. Kwaliteit van data is hoog, uitsplitsing naar categorieën van GHG mogelijk. Jaarlijkse rapportage.	Niet noodzakelijk	Ondanks standaardisatie van rapportage is de dekking vooralsnog beperkt wat een totaalbeeld verkrijgen bemoeilijkt. Daarnaast bestaat onzekerheid over invoering en doorvoering van CSRD.
Scope 3 Top-down CO ₂ -emissies Volledige digitale sector	Nationale I/O-tabellen (CBS) Internationale I/O-tabellen (OESO) Sectorale emissies (CBS) Exiobase (Consortium van NTNU, TNO, SERI, Universiteit Leiden, WU, en 2.-0 LCA Consultants)	Volledige digitale sector gedekt. Kwaliteit overwegend goed, maar minder detail. Jaarlijks beschikbaar, maar met aantal jaar vertraging.	CBS	Uitsplitsing naar eindgebruikersapparatuur niet mogelijk.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

4.3 Databronnen datacenters

In deze paragraaf beschrijven we de databronnen met betrekking tot datacenters. We bespreken eerst scope 1 en 2, en daarna scope 3. Tabel 4.10 geeft een overzicht van de databronnen voor datacenters voor scope 1 en scope 2. In de volgende paragrafen wordt dit overzicht toegelicht. Scope 3-databronnen voor datacenters worden beschreven in paragraaf 4.3.3.

Tabel 4.10 Overzicht van bronnen en aandachtspunten datacenters scope 1 en scope 2

Impactpad	Databron	Dekkingsgraad	Kwaliteit	Samenwerking, update-frequentie	Hiaten/aandachtspunten
Scope 1 Gebruik – Waterverbruik	EED-rapportage	Hoog: >90% van de grote datacenters moet rapporteren.	Hoog: Wettelijk verplicht, vaak door energieadviseurs opgesteld.	RVO Jaarlijks ²⁴	Spanningen rond openbaarheid: bedrijven kunnen op basis van de Woo voorkomen dat EED-gegevens openbaar worden; dit beperkt de bruikbaarheid voor brede monitoring
Scope 2 Gebruik CO ₂ -uitstoot	EED-rapportage	Hoog: >90% van de datacenters moet rapporteren	Hoog: Wettelijk verplicht, vaak door energieadviseurs opgesteld. Bevat ook uitsplitsing naar type energie.	RVO Iedere 4 jaar	Spanningen rond openbaarheid: bedrijven kunnen op basis van de Woo voorkomen dat EED-gegevens openbaar worden; dit beperkt de bruikbaarheid voor brede monitoring
Scope 2 Gebruik CO ₂ -uitstoot	EU ETS-data	Laag: alleen grote energie-intensieve installaties vallen onder ETS	Zeer hoog: Gecontroleerde en gestandaardiseerde rapportageplicht	NEa Jaarlijks	Slechts een beperkt aantal datacenters valt onder ETS-plicht; geen representatief beeld voor de sector als geheel.
Scope 2 Gebruik CO ₂ -uitstoot	CSRD	Laag (maar in opbouw): grote bedrijven moeten vanaf 2025–2026 rapporteren.	Naar verwachting hoog, maar sterk afhankelijk van implementatie per organisatie	Individuele bedrijven / AFM (toezicht) Jaarlijks	Dekking is voorlopig beperkt tot grotere bedrijven; detailniveau en bruikbaarheid voor sectoranalyse moet blijken.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

4.3.2 Databronnen datacenters scope 1 en 2

Dit hoofdstuk bespreekt de beschikbare databronnen voor het monitoren van de belangrijkste impactpaden binnen scope 1 en 2 van datacenters, zoals samengevat in Tabel 4.11. Voor scope 1 betreft het met name het directe waterverbruik van datacenters, bijvoorbeeld bij koeling met natte systemen. Voor scope 2 is de CO₂-uitstoot als gevolg van elektriciteitsverbruik de centrale impactvorm, veroorzaakt door het gebruik van servers, koeling en ondersteunende systemen.

In dit hoofdstuk verkennen we welke databronnen beschikbaar zijn om deze impactpaden te monitoren. De rapportageplicht op basis van de Europese Energie-Efficiëntierichtlijn (EED) blijkt hiervoor de meest relevante databron. Daarnaast zijn er aanvullende, maar minder volledige, databronnen zoals het EU ETS en de aankomende rapportageverplichtingen onder de CSRD.

²⁴ Voor datacenters met een geïnstalleerd IT-vermogen van ten minste 500 kW geldt sinds 2024 een jaarlijkse rapportageplicht over energie-efficiëntie. Dit wijkt af van de reguliere EED-auditplicht, die voor andere bedrijven eens per vier jaar geldt. Zie Richtlijn (EU) 2023/1791 Artikel 12 [eur-lex.europa.eu]

Tabel 4.11 Belangrijkste impactpaden binnen scope 1 en 2 van datacenters

Scope	Oorzaak	Impactvorm	Toelichting	Meest relevante databron	Andere opties
1	Operatie en gebruik	Watergebruik	Waterverbruik voor koeling, vooral bij gebruik van natte koelsystemen.	Rapportageplicht EED	
2	Operatie en gebruik	CO ₂ -uitstoot	Uitstoot door elektriciteitsverbruik tijdens het gebruik van servers, koeling en overige systemen.	Rapportageplicht EED	EU ETS-data CSRD

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Europese Energie-Efficiëntie Richtlijn (EED)

Binnen de EU geldt de Europese Energie-Efficiëntie Richtlijn (EED), die energie-intensieve sectoren verplicht om hun energieverbruik en waterverbruik inzichtelijk te maken. Voor datacenters met een IT-vermogen van ten minste 500 kW geldt een rapportageplicht over hun energieverbruik. Hoewel deze rapportage zich uitsluitend richt op energieverbruik en niet direct op CO₂-uitstoot, vormt de EED een waardevolle bron om de scope 2-emissies van datacenters in te schatten.

Dekkingsgraad

Het is belangrijk om te benoemen dat niet alle datacenters onder de EED-rapportageplicht vallen. Een exacte inschatting van het percentage van uitstoot dat wordt omvat door de EED is ook niet bekend. Op basis van andere data kan wel gesteld worden dat het om het grootste deel van de CO₂-uitstoot gaat. Een eerdere analyse van het CPB, in opdracht van RVO, toont aan dat 90 procent van de totale elektriciteitslevering aan datacenters in Nederland in 2020 komt van datacenters met een jaarlijks energieverbruik van 10 GWh. Een datacenter met een stroomverbruik van 10 GWh zou bij een volledig jaar op volle kracht opereren ongeveer 1.100 kW aan opgesteld vermogen hebben. Met andere woorden, de ondergrens van het geïnstalleerde IT-vermogen van 500 kilowatt van de EED omvat het belangrijkste deel van het energieverbruik van datacenters. Dit betekent dat op basis van de beschikbare data van de EED, mits van goede kwaliteit, een aardige inschatting gemaakt kan worden van de scope 2-CO₂-uitstoot van datacenters. Welk percentage er exact wordt omvat door de EED is echter niet bekend. Dit maakt het extrapoleren van de data daarom ook niet mogelijk.

Voor waterverbruik is het niet direct mogelijk om een dergelijke inschatting te maken van de dekkingsgraad van de EED. De aannames die gebruikt worden voor het energieverbruik en de daarmee samenhangende CO₂-uitstoot zijn niet zomaar één-op-één toepasbaar op waterverbruik. Dit komt mede doordat het waterverbruik sterk afhankelijk is van het type koelsysteem dat een datacenter gebruikt en van de weersomstandigheden. Veel datacenters maken voornamelijk gebruik van luchtkoeling, omdat dit doorgaans goedkoper en energie-efficiënter is. Volgens schattingen gebeurt dit in zo'n 80 tot 85 procent van de tijd, waardoor het daadwerkelijke waterverbruik sterk kan variëren per locatie en per seizoen (Tresoor, 2021). Hierdoor is het lastig om op basis van een drempelwaarde zoals het geïnstalleerde IT-vermogen (zoals bij energie) een vergelijkbare afbakening te maken voor het aandeel waterverbruik dat onder de EED valt. Een mogelijke benadering is om de EED-data te iken aan waterverbruiksstatistieken van het CBS voor sector J (informatie en communicatie), waar datacenters onder vallen. Dit geeft echter slechts een globaal beeld, omdat deze sector breder is dan alleen datacenters.

Van energieverbruik naar CO₂-uitstoot

Om het gerapporteerde energieverbruik van datacenters om te zetten naar CO₂-uitstoot, zal een realistische emissiefactor gebruikt moeten worden. Bij een locatiegebaseerde afbakening kan gebruikgemaakt worden van de emissiefactor van de Nederlandse gridmix. Tabel 4.12 toont een overzicht van de emissiefactoren voor verschillende stroombronnen.

Bij het bepalen van de emissiefactor moet er onderscheid gemaakt worden tussen de location-based en market-based methode. De nuance tussen deze twee methodes zit hem voornamelijk in de rol van contracten die bedrijven afsluiten met energieproducenten. Bij de location-based methode wordt de CO₂-uitstoot berekend op basis van de gemiddelde emissiefactor van de elektriciteitsmix in Nederland. Dit betekent dat alle bedrijven dezelfde emissiefactor hanteren, ongeacht welke stroomcontracten ze hebben afgesloten. De methode gebruikt dus de werkelijke samenstelling van de elektriciteit die fysiek uit het net wordt geleverd.

De market-based methode daarentegen houdt wel rekening met specifieke energiecontracten die een bedrijf heeft afgesloten. De emissiefactor wordt bepaald op basis van het type stroom dat een organisatie inkoopt. In sommige gevallen rapporteren bedrijven de inkoop van groene stroom. Dit betekent dat bedrijven met contracten voor hernieuwbare energie een lagere of zelfs nul emissiefactor kunnen rapporteren, afhankelijk van de herkomst en aard van hun stroominkoop.

Er zijn drie belangrijke mechanismen waarmee bedrijven hun stroom als 'groen' kunnen kwalificeren:

- **Garanties van oorsprong (GvO's):** Dit zijn certificaten die aantonen dat een bepaalde hoeveelheid elektriciteit is opgewekt uit hernieuwbare bronnen, zoals wind- of zonne-energie. Bedrijven kunnen deze certificaten achteraf aanschaffen om het duurzame karakter van hun energieverbruik te onderbouwen, ongeacht de fysieke herkomst van de daadwerkelijk gebruikte stroom. In essentie 'compenseren' ze dus hun grijze stroomverbruik;
- **Stroomafname overeenkomsten (PPA's - Power Purchase Agreements):** Dit zijn langetermijncontracten waarbij bedrijven direct duurzame energie inkopen van een producent, zoals een wind- of zonnepark. Dit kan zowel fysiek geleverde stroom zijn als via het net geleverde energie met bijbehorende GvO's. Het verschil met GvO's is dat PPA's voor het daadwerkelijke verbruik worden afgesloten;
- **Zelfgeproduceerde energie:** Hernieuwbare energie die een bedrijf zelf opwekt en verbruikt, zoals zonne- of windenergie afkomstig van installaties op de eigen locatie.

Zelfgeproduceerde energie is evident een belangrijke methode die meegenomen kan worden in de monitoring, als daarover wordt gepubliceerd. De rol van GvO's en PPA's ligt echter genuanceerder. GvO's dienen als bewijs dat een bepaalde hoeveelheid elektriciteit duurzaam is opgewekt, maar ze hebben geen directe invloed op de daadwerkelijke levering van groene stroom aan een specifieke organisatie. Dit betekent dat bedrijven hun energieverbruik als groen kunnen rapporteren zonder dat dit daadwerkelijk leidt tot een verandering in de energiemix of de CO₂-uitstoot in Nederland. Dit geldt vooral voor GvO's die afkomstig zijn uit het buitenland, aangezien ze wel het eigendom van hernieuwbare opwek aan een Nederlands bedrijf toewijzen, terwijl de stroom zelf vaak lokaal in het land van herkomst wordt verbruikt. Hierdoor blijft de feitelijke Nederlandse elektriciteitsmix onveranderd, en daarmee ook de uitstoot die aan het energieverbruik gekoppeld is. In 2023 vertegenwoordigde het aantal geïmporteerde GvO's nog 48 duizend GWh aan stroomverbruik, terwijl de binnenlands verhandelde GvO's 29 TWh vertegenwoordigden (CBS, 2024c). In het doorrekenen van de uiteindelijke klimaatimpact kan het daarom belangrijk zijn om onderscheid te maken tussen verschillende methoden van duurzame energieverkrijging, zoals in de bovenstaande opsomming gepresenteerd. Dit helpt bij een transparante en realistische inschatting van de werkelijke CO₂-reductie binnen de sector.

PPA's hebben een directere impact op de energiemarkt. Bij een PPA sluit een bedrijf een langdurig contract af met een producent van duurzame energie. Dit gebeurt voordat de stroom ook daadwerkelijk verbruikt wordt. In essentie betaalt een bedrijf dus een energieproducent om een bepaalde hoeveelheid groene stroom op te wekken, terwijl bij GvO's een deel van de al duurzaam opgewekte stroom achteraf geclaimd kan worden door een bedrijf. PPA's stimuleren dus in grotere mate de opwek van duurzame energie en kunnen, afhankelijk van de contractvorm, een meetbaar effect hebben op de CO₂-uitstoot in Nederland. Toch kunnen er kanttekeningen geplaatst worden bij de mate waarin PPA's meegenomen kunnen worden als groene energie. De kans op een temporale mismatch tussen duurzame productiecapaciteit en de vraag naar groene stroom kan resulteren in een situatie waar grijze stroom moet bijspringen. Het inkopen van een hoeveelheid groene stroom gelijk aan het totale stroomverbruik van een bedrijf betekent daarom dus niet dat er op ieder moment van verbruik genoeg groene stroom geproduceerd kan worden. PPA's geven een sterkere indicatie van daadwerkelijke betrokkenheid bij duurzame opwek dan GvO's, maar blijven voor de monitoring van CO₂-uitstoot onderwerp van discussie.

De rapportage binnen de EED bevat gegevens over het gebruik van hernieuwbare energie in datacenters, uitgedrukt in kWh, waardoor het mogelijk zou moeten zijn om een market-based methode toe te passen. Deze gegevens kunnen een goede basis vormen voor het bepalen van een emissiefactor voor de scope 1- en scope 2-emissies. Bij het opstellen van de rapportage moeten bedrijven aangeven hoeveel duurzame energie wordt verbruikt, waarbij er onderscheid gemaakt wordt tussen drie verkrijgingsmethoden. De data uit de EED-rapportage maken het mogelijk om onderscheid te maken tussen de typen oorsprong van hernieuwbare energie. Door onderscheid te maken tussen de typen consumptie kan voor de market-based methode een gewogen emissiefactor gegenereerd worden die beter aansluit bij de werkelijke energiebronnen van datacenters. Voor de location-based methode volstaat de generieke *gridmix*-emissiefactor (zie Tabel 4.11).

Tabel 4.12 Overzicht van de CO₂-emissiefactoren van verschillende stroombronnen in kg CO₂-eq /kWh, in 2024

Stroombron	Directe emissies (TTW)	Ketenemissies (WTT)	Totaal (WTW)
1. Grijze stroom	0,448	0,088	0,536
2. Gridmix Nederland	0,270	0,058	0,328
3. Windkracht	0	0	0
4. Zonne-energie	0	0	0
5. Waterkracht	0	0	0
6. Biomassa	0	0,071	0,071

Bron: Co2emissiefactoren.nl (2025)

Aandachtspunten

Een belangrijke aantekening bij het gebruik van de EED als databron voor het schatten van de scope 1- en 2-uitstoot van datacenters, is dat bedrijven terughoudend zijn met het delen van hun gegevens. Nederland is een van de weinige landen binnen de EU die EED-data op individueel datacenterniveau openbaar publiceert. Dit brengt spanningen met zich mee op het gebied van vertrouwelijkheid en concurrentiegevoeligheid. Wanneer bedrijven deze gegevens indelen onder vertrouwelijke bedrijfs- en fabricagegegevens in de Wet open overheid (Woo) artikel 5.1.1, kunnen ze ervoor kiezen de data niet openlijk te rapporteren (RVO, 2024).

Overige bronnen

Naast de EED hebben we gekeken naar de bruikbaarheid van emissiedata uit het EU Emissiehandelssysteem (EU ETS). Dit bleek echter minder geschikt dan de EED-data, met name vanwege een lage dekkingsgraad en beperkte

relevantie van de gerapporteerde informatie. In een overzicht van emissiecijfers van de EU ETS staan 17 datacenters die cijfers publiceren. Bovendien richt het ETS zich uitsluitend op scope 1-emissies, terwijl bij datacenters juist het grootste deel van de klimaatimpact voortkomt uit elektriciteitsgebruik en dus binnen scope 2 valt.

Ook de CSRD is meegenomen in de analyse. Hoewel deze richtlijn in potentie relevant kan worden voor het monitoren van de scope-2 emissies van datacenters, lijkt de toegevoegde waarde ervan op dit moment nog beperkt. Zoals de rapportage nu is vormgegeven is er aanzienlijke overlap met de EED. Tegelijkertijd bestaat er nog onduidelijkheid over de uiteindelijke implementatie van de CSRD en de mate waarin datacenterbedrijven daar daadwerkelijk onder gaan vallen. Met andere woorden: de dekingsgraad lijkt voorlopig nog zeer beperkt. De mate van duidelijkheid rondom de EED maakt dit daarom een relevantere bron op dit moment.

4.3.3 Databronnen datacenters scope 3

Onder scope 3-emissies van datacentra vallen de productie van benodigde apparatuur, aanleg van de datacentra en recycling/afvoer van de apparatuur en datacentra nadat deze het einde van hun levensduur hebben bereikt. Hierbij gaat het om de uitstoot die ontstaat tijdens de productie van de apparatuur die nodig is voor datacentra, zoals bijvoorbeeld servers en schakelkasten, en de verwerking of recycling ervan aan het einde van de levensduur. Net als bij eindgebruikersapparatuur en netwerken is er voor scope 3-emissies een top-downbenadering en bottom-upbenadering. Enerzijds is er een top-downbenadering die de scope 3-emissies op het niveau van de gehele digitale sector in beeld brengt, zonder dat daarbij onderscheid kan worden gemaakt tussen emissies van specifieke categorieën van scope 3-emissies en de scope 3-emissies van specifieke datacentra niet zijn te monitoren. Anderzijds is er een bottom-upbenadering gebaseerd op de jaarlijkse rapportages van afzonderlijke bedrijven waarmee een totaalbeeld van de digitale sector wordt geconstrueerd. Het totaalbeeld zal in dat geval mogelijk niet volledig zijn.

Tabel 4.13 Overzicht van bronnen en aandachtspunten scope-3

Impactpad	Bronnen	Dekkingsgraad, kwaliteit, updatefrequentie	Samenwerking	Aandachtspunten/hiaten
Scope 3 Bottom-up CO ₂ -emissies Datacenters	CSRD jaarrapportages	Geen volledige dekking, vooralsnog enkele grote bedrijven. Kwaliteit van data is hoog, uitsplitsing naar categorieën van GHG mogelijk. Jaarlijkse rapportage.	Niet noodzakelijk	Ondanks standaardisatie van rapportage is de dekking vooralsnog beperkt wat een totaalbeeld verkrijgen bemoeilijkt. Daarnaast bestaat onzekerheid over invoering en doorvoering van CSRD.
Scope 3 Top-down CO ₂ -emissies Volledige digitale sector	Nationale I/O-tabellen (CBS) Internationale I/O-tabellen (OESO) Sectorale emissies (CBS) Exiobase (Consortium van NTNU, TNO, SERI, Universiteit Leiden, WU, en 2.-0 LCA Consultants)	Volledige digitale sector gedekt. Kwaliteit overwegend goed, maar minder detail. Jaarlijks beschikbaar, maar met aantal jaar vertraging.	CBS	Uitsplitsing naar eindgebruikersapparatuur niet mogelijk.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

5 Conclusie

Deze studie toont welke databronnen inzetbaar zijn en waar nog onduidelijkheden zitten ten behoeve van het monitoren van duurzame digitalisering. Er zijn veel databronnen beschikbaar, maar standaardisatie is nodig om daar een gezamenlijk totaalbeeld mee te creëren.

Het Actieplan Duurzame Digitalisering heeft als doel eind 2025 een concept 'dashboard' te presenteren waarmee de voortgang van duurzame digitalisering inzichtelijk kan worden gemaakt. Eén van de acties daartoe is het verkrijgen van een overzicht van wat er wel en wat er niet mogelijk is op het gebied van monitoring en welke nieuwe datastromen nodig zijn om de voortgang van dit actieplan te monitoren.

Deze studie onderzoekt welke data en databanken relevant en beschikbaar zijn in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies van de digitale sector. Daartoe staat de onderzoeksvraag *'Welke data en databanken zijn of komen beschikbaar in relatie tot het grondstoffengebruik en de scope 1-, 2- en 3-emissies van de digitale sector, en in relatie tot de impact van digitalisering op verduurzaming?'* in deze studie centraal.

Het onderzoek is gestart met het opstellen een analysekader. Onderdeel daarvan is een definitie en afbakening van de digitale sector die het mogelijk maakt effectief beleid te vormen, maar ook werkbaar is voor de dataverzameling. In navolging van eerder onderzoek is de digitale sector in deze studie verder uitgesplitst in: 1) eindgebruikersapparatuur, 2) netwerken en 3) datacentra.

Een tweede onderdeel van het analysekader zijn impactpaden, welke laten zien via welke mechanismen de digitale sector leidt tot emissies en grondstoffengebruik of juist tot reductie daarvan. Op basis van bureauonderzoek en een reeks gesprekken is een longlist van impactpaden opgesteld. Niet alle impactpaden zijn echter even relevant om doorlopend te monitoren. Voor een zinvolle monitor is het van belang dat in ieder geval de paden die een substantiële invloed hebben (of verwacht worden te gaan hebben) afgedekt worden. Een impactpad is relevant wanneer dat substantieel bijdraagt aan de totale milieu-impact van de digitale sector, expliciet centraal staat in beleid of regelgeving, of het aannemelijk is dat de totale milieu-impact door dit pad in de toekomst substantieel zal veranderen.

Om de centrale onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden zijn verschillende deelvragen gesteld. Op basis van de bevindingen uit deze studie kunnen die als volgt beantwoord worden.

1. Geef een overzicht van bestaande databanken, en in de nabije toekomst te verwachten databanken (bijvoorbeeld op basis van nieuwe regelgeving zoals de CSRD) uit binnen- en buitenland.

Tabellen Tabel 5.1, Tabel 5.2 en Tabel 5.3 geven een overzicht van databanken voor scope 1-, scope 2- en scope 3-emissies, respectievelijk. Eindgebruikersapparatuur heeft gegeven de gehanteerde afbakening geen scope 1-emissies in de digitale sector. Netwerken en datacenters hebben die wel, maar de scope 1-emissies zijn zeer beperkt en worden om die reden buiten beschouwing gelaten. Watergebruik van datacenters is ten opzichte van het totale watergebruik in Nederland zeer beperkt, maar gezien de beleidsrelevantie is het wel meegenomen in deze studie en kan gemeten worden met behulp van de EED-rapportages.

Tabel 5.1 Overzicht van bronnen en aandachtspunten **scope 1**

Scope 1	Bronnen	Toelichting
Datacenters Waterverbruik	- EED-rapportage	De dekkingsgraad en kwaliteit van de data zijn hoog. >90% van de grote datacenters moet rapporteren. De data worden iedere 4 jaar geüpdatet. Spanningen rond openbaarheid: bedrijven kunnen op basis van de Wet open overheid (art. 5.1.1) voorkomen dat EED-gegevens openbaar worden; dit beperkt de bruikbaarheid voor brede monitoring. Eventuele samenwerking met RVO.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Tabel 5.2 Overzicht van bronnen en aandachtspunten **scope 2**

Scope 2	Bronnen	Toelichting
Gebruikers-apparatuur CO ₂ -emissies	- CBS (2024a) ICT gebruik bij personen - ACM (2025) Telecommonitor - Literatuuronderzoek en rapportages	Dekkingsgraad is afhankelijk van data op basis waarvan en inschatting gemaakt wordt. CBS- en ACM-data wordt jaarlijks over per kwartaal gepubliceerd. Bij onderzoek en rapportages vaak geen update-frequentie. Op basis van de bronnen kan een inschatting gemaakt worden, maar bevatten vaak geen harde cijfers. Voor kantoorapparatuur kan een inschatting gemaakt worden, bijv. op basis van kantooroppervlak. Voor zakelijke apparatuur is weinig data beschikbaar over het gebruik van on-premise servers en NAS.
Netwerken CO ₂ -emissies	- Jaarrapportages	De kwaliteit van de data zijn hoog; gecontroleerd, vaak conform internationale standaarden. Soms beperkt detailniveau. Beperkte standaardisatie tussen bedrijven maakt vergelijking lastig. Onduidelijke scheiding tussen vaste en mobiele netwerken bemoeilijkt extrapolatie naar het totaal. Daarnaast is door onduidelijke beheerstructuren niet altijd helder of emissies onder scope 2 of scope 3 vallen. Samenwerking met ACM, individuele bedrijven of brancheverenigingen (bv. Monet).
Netwerken CO ₂ -emissies Mobiele netwerken	- EEI - ACM (2025) Telecommonitor - GSMA - Individuele bedrijven	Berekening: aantal aansluitingen × energieverbruik per aansluiting Dekking vanuit Telecommonitor nagenoeg volledig (aantal aansluitingen), maar energieverbruik per aansluiting (GSMA) beperkt omdat Nederland ontbreekt in de dataset. Telecommonitor ieder kwartaal geüpdatet, GSMA vermoedelijk iedere 2 jaar. Grote variatie in EEI-waarden tussen operators. Beperkte transparantie bij Nederlandse bedrijven. Lastig om consistente, representatieve Nederlandse waarde vast te stellen.
Netwerken CO ₂ -emissies Vaste netwerken	- ACM (2025) Telecommonitor - Productdata leveranciers - Wetenschappelijke literatuur	Berekening: Aantal aansluitingen, energiegebruik, routers /modems en bijdrage netwerkkapitaal. Dekking vanuit Telecommonitor nagenoeg volledig (aantal aansluitingen), maar energieverbruik sterk afhankelijk van merk, model en type verbinding. Bijdrage netwerkkapitaal ook beperkt en gebaseerd op inschattingen uit literatuur en kengetallen. Updatefrequentie is onregelmatig en afhankelijk van nieuw literatuuronderzoek. De data moeten handmatig worden verzameld; grote variatie tussen apparaten; verbruik in praktijk vaak hoger dan in specificaties.
Datacenters CO ₂ -emissies	- EED-rapportage	De kwaliteit van de data is hoog door de wettelijk verplichte rapportage, vaak door energieadviseurs opgesteld. Bevat ook uitsplitsing naar type energie. De dekkingsgraad is hoog doordat >90% van de datacenters moet rapporteren. De data worden iedere 4 jaar geüpdatet. Spanningen rond openbaarheid: bedrijven kunnen op basis van de Wet open overheid (art. 5.1.1) voorkomen dat EED-gegevens openbaar worden; dit beperkt de bruikbaarheid voor brede monitoring. Eventuele samenwerking met RVO.
Datacenters CO ₂ -emissies	- EU ETS-data	Een lage dekkingsgraad, enkel grote energie-intensieve installaties vallen onder ETS. Dit maakt dat deze data opzicht geen representatief beeld voor de sector als geheel geven. De kwaliteit van de data is zeer hoog door een gecontroleerde en gestandaardiseerde rapportageplicht. Wordt jaarlijks geüpdatet.
Datacenters CO ₂ -emissies	- CSRD	Ondanks standaardisatie van rapportage is de dekking voornamelijk beperkt tot enkel grote bedrijven wat een totaalbeeld verkrijgen bemoeilijkt. Daarnaast bestaat onzekerheid over invoering en doorvoering van CSRD.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

In het algemeen blijkt dat er geen databron beschikbaar is die een integraal overzicht geeft van de scope 1- en scope 2-emissies veroorzaakt door gebruik van eindgebruikersapparatuur. Bij eindgebruikersapparatuur zijn CBS- en ACM-data belangrijke bronnen, welke aangevuld dienen te worden met verder literatuuronderzoek. De dekking is afhankelijk van de beschikbare data en schattingen. Berekeningen zullen gemaakt moeten worden op basis van aannames en inschattingen vanuit beschikbare databronnen (Tabel 5.2). Daarbij geldt dat door technologische ontwikkelingen de adoptie, gebruiksintensiteit en energieverbruik van apparaten kunnen veranderen over de jaren.

Voor netwerken zijn verschillende databronnen beschikbaar, variërend van jaarrapportages, ACM-data, de GSMA en data van individuele bedrijven. Hoewel de kwaliteit van bijvoorbeeld de ACM-data hoog is, zijn niet alle data voor Nederland beschikbaar (daartoe bestaat twijfel over de representativiteit). Voor vaste netwerken speelt de grote variatie in apparatuur en verbruik een rol en is de betrouwbaarheid afhankelijk van literatuur en kengetallen. Datacenters zijn beter gedekt dankzij de verplichte EED-rapportages. Meer dan 90% van de datacenters moet rapporteren, maar openbaarheid van gegevens is mogelijk beperkt. EU ETS-data zijn van hoge kwaliteit maar dekken alleen grote en energie-intensieve installaties, deze data geven daarom geen compleet beeld van de sector. Tot slot is er de CSRD, maar die dekt voorlopig slechts een beperkt deel van de markt. Dat bemoeilijkt het verkrijgen van een totaalbeeld. Daarnaast bestaat er onzekerheid over verdere invoering van CSRD.

Tabel 5.3 geeft een overzicht van databronnen voor het schatten van scope 3-emissies. Daarvoor zijn grofweg twee benaderingen te onderscheiden: top-down en bottom-up. Bij de top-downbenadering, worden emissies op macroniveau uitgesplitst om zodoende de voetafdruk van de digitale sector te bepalen. Met behulp van een input-outputanalyse op basis van nationale en internationale statistieken (IPCC-data, handelsstromen, sectorale CO₂-intensiteiten), wordt op geaggregeerd niveau bepaald hoeveel emissies aan de digitale sector zijn toe te rekenen. In een bottom-upbenadering (verzamelen van duurzaamheidsrapportages via de CSRD), wordt daarentegen juist op het niveau van individuele bedrijven begonnen met het bij elkaar brengen van individuele scope 1-, 2- en 3-cijfers. Vervolgens worden deze samengevoegd en opgeteld om gezamenlijk een weergave te geven van de totale voetafdruk van de digitale sector.

Tabel 5.3 Overzicht van bronnen en aandachtspunten **scope 3**

Scope 3	Bronnen	Toelichting
Bottom-up CO ₂ -emissies	- CSRD jaarrapportages	Ondanks standaardisatie van rapportage is de dekking voorsnog beperkt tot enkel grote bedrijven wat een totaalbeeld verkrijgen bemoeilijkt. Daarnaast bestaat onzekerheid over invoering en doorvoering van CSRD. Kwaliteit van data is hoog, uitsplitsing naar categorieën van GHG mogelijk. Jaarlijkse rapportage.
Top-down CO ₂ -emissies	- Nationale I/O-tabellen (CBS) - Internationale I/O-tabellen (OESO) - Sectorale scope 1-emissies (CBS) - Exiobase	Volledige digitale sector gedekt. Kwaliteit overwegend goed, maar minder detail. Jaarlijks beschikbaar, maar met aantal jaar vertraging. Uitsplitsing naar categorieën van GHG niet mogelijk.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

2. Verken hoe het Kenniscentrum Duurzame Digitalisering samen kan werken met de organisaties achter de geïnventariseerde databanken t.b.v. het toekomstige dashboard duurzame digitalisering.

Voor het monitoren van de impact van eindgebruikersapparatuur is de behoefte aan samenwerking relatief beperkt, aangezien het vooral een methodologische aanpak vraagt die berust op bestaande kengetallen. Relevante data worden gepubliceerd door bijvoorbeeld het CBS en de ACM. Samenwerking met deze partijen kan waardevol zijn om de continuïteit en bruikbaarheid van deze kengetallen te borgen, maar dit lijkt op dit moment niet noodzakelijk.

Specifiek voor databanken kan een samenwerking met RVO wenselijk zijn. RVO is de uitvoerende partij voor de EED en publiceert de individuele rapportages van datacenters. Samenwerking met RVO kan ten eerste bijdragen aan een betere interpretatie van de data en het signaleren van datalacunes. Mochten te veel datacenterbedrijven zich beroepen op artikel 5.1.1 van de Woo en ervoor kiezen data niet openlijk te rapporteren, dan kan met RVO eventueel verkend worden wat de mogelijkheden zijn om geaggregeerde data te ontsluiten ten behoeve van een dashboard van de digitale sector.

Voor netwerken zijn er verschillende partijen waarmee samenwerking waardevol kan zijn. De ACM publiceert de Telecommonitor, waarin belangrijke kengetallen over mobiele en vaste netwerken worden opgenomen. Aangezien deze data reeds openbaar beschikbaar zijn, kan de samenwerking met de ACM vrij beperkt blijven en zich richten op eventuele verduidelijking van bestaande gegevens. Indien gekozen wordt om op basis van bestaande jaarrapportages de impact van netwerken te monitoren, kan samenwerking met grote netwerkoperators wenselijk zijn. Deze samenwerking kan helpen om de gerapporteerde data te stroomlijnen en om aanvullende gegevens te verkrijgen waar nodig. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de EEI, waar nog niet bij alle partijen beschikbare data voor zijn.

Samenwerking met het CBS is wellicht gewenst bij het in kaart brengen van scope 3-emissies van de digitale sector via de top-downbenadering. De auteurs van het rapport *'Methoderapport upstream en downstream voetafdrukken'* (Schoenaker & Steenmeijer, 2024b) hebben ervaring met de in bijlage B beschreven methoden en zijn mogelijk bereid data specifiek voor de digitale sector op een gestructureerde en opgeschoonde wijze aan te leveren.

Tot slot, zou het NCDD een rol kunnen vervullen tussen het ministerie en de organisaties achter de geïnventariseerde databanken. Initiatieven voor verdere datadeling en standaardisatie zoals het meten van scope 3-emissies of het bepalen van energieverbruik van apparatuur zijn hierbij belangrijke voorbeelden. Het NCDD is een interessante organisatie hierin omdat het tegelijk op de drie terreinen van beleid, wetenschap en de (bedrijfs)praktijk samenwerkt. Daarvoor zou NCDD niet alleen als schakel tussen EZ en de databronhouders functioneren, maar zou het daarnaast actief betrokken kunnen zijn als coördinator tussen de verschillende betrokken partijen rond het dashboard. Het NCDD heeft geen commercieel belang bij de uitkomsten en kan zodoende een neutrale rol vervullen in bijvoorbeeld het maken van afspraken rond het delen van gegevens en het sluiten van datadeling-convenanten met organisaties zoals ACM, CBS, RVO, Exiobase en/of brancheorganisaties.

3. Geef een overzicht van hiaten op het gebied van dataverzameling en mogelijke oplossingen om deze hiaten in te vullen.

Tabel 5.4 geeft een overzicht van de hiaten en mogelijke oplossingen op het gebied van dataverzameling die in deze studie naar voren zijn gekomen. Het overzicht is niet uitputtend, maar geeft een beeld van de belangrijkste hiaten.

Tabel 5.4 Overzicht van belangrijkste hiaten en mogelijke oplossingen

Hiaat	Omschrijving	Mogelijke oplossing
1 Eindgebruikersapparatuur scope 2	Geen specifieke databron beschikbaar.	Berekening vanuit andere bronnen mogelijk is mogelijk, maar vergt extra werk en extra dataverzameling.
2 Uitsplitsing netwerken scope 2	Uitsplitsing naar mobiele en vast netwerken vaak niet mogelijk.	Aanvullende analyses of gerichte uitvraag bij operators is nodig.
3 Extrapoleren EED-data	De EED biedt een brede dekking, maar er is geen volledig inzicht in de exacte omvang; het is daardoor onduidelijk welk aandeel van de sector volledig wordt afgedekt.	Meer dan 90% van de uitstoot van datacenters valt onder de EED. Zonder extrapolatie kan ook al een duidelijk beeld gecreëerd worden van de scope 1 en 2 impact van datacenters.
4 Openbaarheid van EED-data	Bedrijven kunnen zich beroepen op de Woo om informatie als vertrouwelijk te classificeren, wat de toegankelijkheid van de data voor monitoring beperkt.	Een mogelijke oplossing is werken met geaggregeerde rapportages, b.v. via RVO. Dit verlaagt de drempel voor bedrijven om data te delen.
5 Uitsplitsing scope 3 via top-downbenadering	Scope 3-emissies niet uit te splitsten naar categorieën van eindgebruikers-apparatuur, netwerken en datacentra. Data zijn daarnaast niet gedetailleerd genoeg om digitale sector precies af te bakenen.	Door een combinatie van de top-down- en bottom-upbenadering toe te passen zal een totaal beeld gecreëerd kunnen worden waarin op casestudieniveau meer detail in gecreëerd kan worden.
6 CSRD-rapportages (nog) niet volledig en onzekerheid over ontwikkelingen	CSRD-rapportages zijn nog matig beschikbaar, dit maakt deze databron momenteel nog matig bruikbaar in monitoring van scope 2- en scope 3-emissies.	Hier is momenteel nog geen mogelijke oplossing voor. Het zorgt echter ook niet voor onoverkomelijke gaten in de monitoring.

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Voor eindgebruikersapparatuur is geen specifieke databron beschikbaar die direct inzicht geeft in de scope 2-emissies. Om deze emissies toch te kunnen inschatten, is een berekening op basis van kengetallen mogelijk. Deze kengetallen hebben betrekking op de *adoptie van apparaten*, de *gebruiksintensiteit van apparaten met een accu* en de *gebruiksintensiteit van apparaten die continu actief of in stand-by staan*. Vooral voor gebruiksintensiteit is de beschikbaarheid van gestandaardiseerde data beperkt. Voor accu-gebonden apparatuur kan nog worden teruggevallen op recente literatuur, maar voor apparaten met permanent stroomverbruik steunen de berekeningen grotendeels op aannames in plaats van op specifieke databronnen.

Voor netwerken biedt de huidige duurzaamheidsrapportage van bedrijven een relatief goed beeld van het energiegebruik binnen de consumentenmarkt. De grootste uitdaging ligt in het uitsplitsen van deze data naar mobiele en vaste netwerken en het relateren daarvan aan de respectieve marktaandelen. Deze uitsplitsing ontbreekt vaak, waardoor aanvullende analyses of gerichte uitvraag bij operators nodig zijn. Daarnaast is er een

structureel knelpunt in de afbakening tussen scope 2- en scope 3-uitstoot. Door onduidelijke beheerstructuren is niet altijd helder welke partij verantwoordelijk is voor welke emissies, wat kan leiden tot dubbeltelling of juist het missen van emissies.

Als alternatief kan gebruik worden gemaakt van berekeningen op basis van kengetallen, zoals het aantal abonnementen in combinatie met de EEI voor mobiele netwerken, en het aantal aansluitingen samen met het energieverbruik van modems en netwerkcomponenten voor vaste netwerken. Hiervoor is echter wel een onderbouwde analyse nodig van beschikbare literatuur en data over de EEI en verbruiksprofielen van apparatuur. Voor deze kengetallen mist een structurele databron met een regelmatige updatefrequentie. Regelmatig literatuuronderzoek is de meest aangewezen methode om actuele en kwalitatief hoogwaardige data te verzamelen.

Voor netwerken en datacenters zijn er bronnen, namelijk de EED en jaarverslagen, met een goede dekking. Echter zitten er wel uitdagingen in het extrapoleren van deze data naar de gehele sector. Voor netwerken is het probleem dat de exacte uitsplitsing van data naar vaste en mobiele netwerken niet voor iedere partij bekend is. Voor datacenters weten we weer dat de dekking hoog is, maar niet exact hoe hoog. Voor datacenters is de rapportageplicht onder de EED een zeer waardevolle databron voor het monitoren van scope 1-waterverbruik en scope 2-emissies. Vrijwel alle grote datacenters vallen onder deze verplichting. De belangrijkste onzekerheid betreft echter de openbaarheid van deze gegevens. Bedrijven kunnen zich beroepen op artikel 5.1.1 van de Woo om informatie als vertrouwelijk te classificeren, wat de toegankelijkheid en bruikbaarheid van de data voor brede monitoring beperkt. Een mogelijke oplossing is het werken met geaggregeerde rapportages, bijvoorbeeld via de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). Dit verlaagt de drempel voor bedrijven om data te delen, terwijl er toch waardevolle inzichten op sectorniveau beschikbaar komen.

Voor scope 3 geldt dat het met de momenteel beschikbare top-down-databronnen niet mogelijk is onderscheid te maken tussen eindgebruikersapparatuur, netwerken en datacentra. Daarnaast zijn de beschikbare databronnen niet gedetailleerd genoeg om de digitale sector nauwkeurig af te bakenen. Hoewel het (op basis van de SBI-code) op zich mogelijk is om te bepalen welke organisaties tot 'de digitale sector' behoren, zijn de data niet op hetzelfde detailniveau beschikbaar. Voor bottom-up-databronnen, zijn data uit CSRD-rapportages momenteel nog maar zeer beperkt bruikbaar. Dat komt omdat deze op een (te) hoog aggregatieniveau worden gegeven en er geen goede uitsplitsing mogelijk is naar de digitale sector. Het grootste nadeel is echter de tot nog toe beperkte invoering van de rapportageplicht en de onzekerheid over de verdere invoering hiervan. Een combinatie van deze benaderingen (top-down en bottom-up) lijkt vooralsnog de beste optie. Aangezien de CSRD-rapportages nog matig beschikbaar zijn en er tevens enige onzekerheid bestaat over verder ontwikkelingen wat dat betreft verdient het aanbeveling in eerste instantie te starten met een top-downbenadering om een totaalbeeld van scope 3-emissies van de digitale sector in kaart te brengen. Vervolgens kan met behulp van reeds beschikbare rapportages, de monitoring worden aangevuld om zodoende meer detail te creëren.

4. Maak inzichtelijk welke vragen nog beantwoord moeten worden om de belangrijkste statistieken en kengetallen met betrekking tot de voetafdruk van de digitale sector en de impact van digitalisering op verduurzaming in kaart te kunnen brengen.

Naast de bij onderzoeksvraag 3 reeds genoemde hiaten en vragen die daarbij komen kijken, bestaan de volgende overwegingen nog. De belangrijkste daarbij is in welke mate het nu echt haalbaar is om met de huidige beschikbare databanken een dashboard te maken waarin de voetafdruk van de digitale sector kan worden gemonitord. Met de huidige kennis en gezien het overzicht wat in deze studie is gecreëerd lijkt dat zeker haalbaar te zijn. Een eerste versie van een dashboard zal echter niet de ambitie moeten hebben om vanaf het begin af aan een compleet beeld te kunnen geven. Daarvoor zijn er momenteel nog te veel hiaten en openstaande vragen.

Een belangrijk punt daarin is bijvoorbeeld dat bedrijven bij goede onderbouwing ervoor kunnen kiezen om data m.b.t. energie- en waterverbruik niet te rapporteren (EED). Een belangrijke reden hiervoor is dat in Nederland de individuele rapportages worden gepubliceerd door RVO. Dit maakt bedrijven extra huiverig data te delen. Hoe terughoudend bedrijven hierin daadwerkelijk zullen zijn, moet in de komende periode duidelijk worden. Tegelijkertijd is het van belang om te verkennen in hoeverre publicatie op geaggregeerd niveau kan bijdragen aan het verminderen van deze terughoudendheid. Een dergelijke aanpak kan een betere balans opleveren tussen bedrijfsvertrouwelijkheid en databeschikbaarheid.

Een belangrijke ontwikkeling in het beleids- en regelgevingslandschap rondom duurzame digitalisering is de invoering van de CSRD door de EU. Deze richtlijn verplicht bedrijven tot uitgebreide en gestandaardiseerde rapportage over hun duurzaamheidsprestaties, waaronder expliciet scope 1-, 2- en 3-emissies, grondstoffenverbruik en andere milieu-indicatoren. In theorie vormt de CSRD daarmee een waardevolle bron voor het monitoren van de voetafdruk van de digitale sector (hiervoor omschreven als de bottom-up-benadering)

De praktische bruikbaarheid van de CSRD is echter voorlopig beperkt. Niet alleen is de dekkinggraad momenteel nog laag doordat de verplichting in eerste instantie enkel geldt voor grote beursgenoteerde ondernemingen, maar er is ook toenemende onzekerheid over de volledige en tijdige invoering van de richtlijn.

De Europese Commissie heeft in 2024 besloten om de rapportageverplichtingen voor andere grote ondernemingen en beursgenoteerde mkb's met respectievelijk twee jaar uit te stellen, waardoor veel relevante bedrijven pas vanaf boekjaar 2027 of zelfs later onder die verplichting vallen. Daarnaast is er politieke discussie ontstaan over de administratieve lasten van de richtlijn. Dit laatste kan mogelijk leiden tot verdere vertragingen in de implementatie en onzekerheid over de reikwijdte van de uiteindelijke verplichtingen.

Digitalisering kan tot slot bijdragen aan verduurzaming in andere sectoren. In 2023 identificeerden we vier kernmechanismen hiervoor (SEO, 2023). Deze impact is echter zeer sectorspecifiek, en digitalisering is veelal één van de bijdragende componenten. Het kwantitatief monitoren van deze positieve impact vereist daarom een aanpak waarbij (voor sectoren waarin grote impact wordt verwacht) sectorspecifieke indicatoren worden ontwikkeld. Ter illustratie: in het eerdere onderzoek is kwalitatief in kaart gebracht op welke manieren er positieve impact kan ontstaan door digitalisering in de sectoren mobiliteit, elektriciteitsproductie en industrie. Voor de sector mobiliteit vonden we dat adoptie van mobiliteit met lage emissies, waaronder deelmobiliteit, tot positieve impact leidt, en dat digitalisering dit mogelijk maakt. Een concrete kwantitatieve indicator hiervoor zou kunnen worden gebaseerd op gegevens over de verschillende typen mobiliteit in Nederland of bijvoorbeeld het aantal deelauto's. Daarnaast is (om positieve impact te kunnen toeschrijven aan de digitale sector) een factor nodig die de bijdrage van digitalisering hierbij kwantificeert – bijvoorbeeld het percentage *zelfrijdende* emissievrije deelauto's.

Een meer modelmatige methode om tot scope 2-inzichten te komen kan ook wenselijk zijn. Onder andere voor eindgebruikersapparatuur en voor vaste en mobiele netwerken kan met kengetallen gewerkt worden om tot een schatting te komen van de totale scope 2-emissies. Een belangrijk nadeel van deze methode is dat deze niet volledig berust op vaste databronnen met een regelmatige updatefrequentie. De methode berust daarom zwaarder op een jaarlijkse analyse van verschillende databronnen om een zo zuiver mogelijke benadering te maken. De belangrijkste lacune ten aanzien van de scope 2-impact is het energieverbruik van zakelijke sectorspecifieke (deels of geheel digitale) apparatuur. Hierbij speelt zowel een definitievraagstuk (wat rekenen we tot de digitale sector?) als een meetvraagstuk (hoe is het energieverbruik van de sectorspecifieke/heterogene apparatuur te meten?).

Referenties

- ACM. (2022). *Markstudie Clouddiensten*. [ACM].
- ACM. (2025). *Telecommonitor*. [ACM].
- CBS. (2019). *Internet faciliteiten van particuliere huishoudens*. [CBS].
- CBS. (2022). *Slimme apparaten en systemen, 2020 en 2022*. [CBS].
- CBS. (2023). *ICT, kennis en economie*. [CBS].
- CBS. (2024a). *ICT-gebruik bij bedrijven*. [CBS].
- CBS. (2024b). *Werkzame beroepsbevolking; arbeidsduur*. [CBS].
- CBS. (2024c). *Hernieuwbare energie in Nederland 2023*. [CBS].
- CBS. (2025). *Watergebruik binnen de Nederlandse economie; Milieurekeningen*. [www.cbs.nl].
- CO2emissiefactoren.nl. (2025). *Factoren Elektriciteit*. [co2emissiefactoren.nl].
- Commissariaat voor de Media. (2024). *Mediamonitor 2024*. [Mediamonitor].
- Cordella, M., Alfieri, F., & Sanfelix, J. (2021). Reducing the carbon footprint of ICT products through material efficiency strategies: A life cycle analysis of smartphones. *Journal of Industrial Ecology*, 25(2), 448-464.
- Deloitte (2024). *Nederlandse Digital Consumer Trends*. [deloitte.com].
- Deloitte. (2023). *Challenges and solutions in measuring and reporting Scope 3 emissions*. Deloitte, Amsterdam.
- Dialogic. (2023). *De digitale voetafdruk: Emissies van de digitale sector in Nederland in (toekomst)perspectief*. [rijksoverheid.nl].
- Dialogic. (2025). *De impact van AI op duurzaamheid en het monitoren daarvan*. Nog niet gepubliceerd.
- Drinkwaterplatform (2022). *Datacenters: dreigt er een drinkwatertekort? En 8 andere vragen*. [drinkwaterplatform]
- Dutch Data Center Association. (2024). *State of the Dutch data centers*. [www.dutchdatacenters.nl].
- Dutch IT Channel. (2019). *Populariteit van in-house IT neemt af*. [Dutch IT Channel]
- EC (2023) *Sustainability indicators in telecom networks* [joint-research-centre.ec.europa.eu].
- Ecorys. (2023). *Economisch belang digitale infrastructuur*. Rotterdam.
- EIA (2025) *Energy and AI*. World Energy Outlook Special Report. [www.iea.org]
- Ercan, Mine & Malmödin, Jens & Bergmark, Pernilla & Kimfalk, Emma & Nilsson, Ellinor. (2016). *Life Cycle Assessment of a Smartphone*. 10.2991/ict4s-16.2016.15.
- Freitag, C., Berners-Lee, M., Widdicks, K., Knowles, B., Blair, G. S., & Friday, A. (2021). The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations. *Patterns*, 2(9).
- Gröger, J. (2020). *Digitaler CO2-Fußabdruck*. 43. [www.oeko.de]
- GSMA Intelligence. (2023). *Going green: benchmarking the energy efficiency of mobile networks (second edition)*. [prod-cms.gsmainelligence.com].
- ING. (2025). *Kantooroppervlakte Nederland*. [ING].
- Kobl, B., Beckebanze, F., Vita, G., Wegman, J. (2024). *Estimating upstream and downstream supply chain emissions with input-output data: A two-way street*. Rabobank, Utrecht.
- KPN. (2024). *KPN Integrated Annual Report 2023*. [www.jaarverslag2023.kpn]
- Lin, P., Bunger, R., & Avelar, V. (2023). Quantifying Data Center Scope 3 GHG Emissions to Prioritize Reduction Efforts. *Schneider Electric*. [media.datacenterdynamics.com].

- Makov, T., & Font Vivanco, D. (2018). Does the circular economy grow the pie? The case of rebound effects from smartphone reuse. *Frontiers in Energy Research*, 6, 39.
- Mewes, G. (2023). *The Digital Environmental Footprint-a holistic framework of Digital Sustainability*. [doi.org].
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2024). *Actieplan duurzame digitalisering: De Digitale Sector Verduurzamen & Digitalisering Inzetten voor Verduurzaming*. Den Haag.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2023). *Nationaal Programma Circulaire Economie 2023 – 2030*. [rijksoverheid.nl]
- Nationaal Media Onderzoek. (2025). *Mediatrends 2024*. [NMO].
- NEN. (2025). *Monitoren waterverbruik datacenters wordt steeds belangrijker*. [www.nen.nl].
- Netwerk Mediawijsheid (2024). *Gezond schermgebruik: in balans met je schermactiviteiten*. [netwerkmediawijsheid.nl].
- Norsus (2024). *The Life Cycle of Electronic Devices*. University of Oslo. [norsus.no].
- Odido. (2024). *CSR Report 2023*. [assets.odido.nl].
- Pihkola, H., Hongisto, M., Apilo, O., & Lasanen, M. (2018). *Evaluating the Energy Consumption of Mobile Data Transfer—From Technology Development to Consumer Behaviour and Life Cycle Thinking*. Sustainability, 10(7), 2494. [www.mdpi.com].
- Planeka (2021). *Hoeveel kantoorruimte heb je nodig per persoon?*. [planeka.nl].
- RVO. (2024). *Rapportageplicht energie-efficiëntie datacentra*. [www.rvo.nl].
- Schneider Electric (2023) *Quantifying Data Center Scope 3 GHG Emissions to Prioritize Reduction Efforts* [www.se.com]
- Schoenaker, N., Steenmeijer, M. A. (2024a). *De upstream en downstream productievoetafdruk van Nederlandse bedrijfstakken*. CBS, Den Haag.
- Schoenaker, N., Steenmeijer, M. A. (2024b). *Methoderapport upstream en downstream voetafdrukken*. CBS, Den Haag.
- SEO. (2023). *Duurzamer door digitalisering: Bijdrage van digitalisering aan emissiereductie*. Amsterdam.
- Singh, N., & Ogunseitan, O. A. (2022). Disentangling the worldwide web of e-waste and climate change co-benefits. *Circular Economy*, 1(2), 100011. <https://doi.org/10.1016/j.cec.2022.100011>
- Smartprofile. (2019). *Daling on-premise servers zet door; HPE blijft servermarkt aanvoeren*. [Smartprofile.io].
- Team LEWIS en GWI (2022). *Marketing in 2022: Multi-moment audience*. [marketingfacts.nl].
- TNO. (2023). *Verrijkte BAG ter ondersteuning van lokale energetische vraagstukken*. [TNO].
- TNO. (2024). *Het energieverbruik naar energiefuncties voor Nederlandse kantoren*. [TNO].
- Tresoor, S. (2021). *DDA: "Datacenters draaien 80 à 85% op luchtkoeling"*. [www.warmte365.nl].
- VodafoneZiggo. (2024). *Integrated Annual Report 2023*. [integratedreport2023.vodafoneziggo.nl].
- WBCSD & WRI. (2015). *The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Revised edition. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>.
- The World Bank. (2024). *Measuring the Emissions and Energy Footprint of the ICT Sector: Implications for Climate Action*. [worldbank.org].
- Zhang, Z., Hähnlein, F., Mei, Y., Enghardt, Z., Patel, S., Schulz, A., & Iyer, V. (2024). DeltaLCA: Comparative Life-Cycle Assessment for Electronics Design. *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, 8(1), 1-29.

Bijlage A Longlist van impactpaden

In de onderstaande tabel is de longlist van impactpaden binnen de digitale sector weergegeven. De vetgedrukte rijen zijn de impactpaden die in het huidige onderzoek zijn meegenomen.

Tabel 5.5 Longlist van impactpaden

	Onderdeel digitale sector	Activiteit	Scope	Oorzaak emissie	Impactvorm
1	Datacenters	Operatie/gebruik	Scope 1	Dieselaggregaten (testen en gebruik bij stroomuitval)	CO ₂ -emissie
2	Eindgebruikersapparaten	Operatie/gebruik	Scope 2	Energieverbruik eindgebruikersapparaten	CO₂-emissie
3	Eindgebruikersapparaten	Operatie/gebruik	Scope 2	Energieverbruik continu eindgebruikersapparaten (zoals set-topboxes)	CO₂-emissie
4	Netwerken	Operatie/gebruik	Scope 2	Energieverbruik basisstations, backhaul, corenetwerk mobiel	CO₂-emissie
5	Netwerken	Operatie/gebruik	Scope 2	Energieverbruik netwerkinfrastructuur (wijkcentrales, etc.)	CO₂-emissie
6	Datacenters	Operatie/gebruik	Scope 2	Energieverbruik servers en koeling	CO₂-emissie
7	Datacenters	Operatie/gebruik	Scope 1	Koeling datacenters verdampt water	Waterverbruik
8	Datacenters	Bouw/productie/aanleg	Scope 1	Uitstoot tijdens bouw	CO ₂ -emissie
9	Datacenters	Bouw/productie/aanleg	Scope 2	Energieverbruik tijdens bouw	CO ₂ -emissie
10	Datacenters	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Energieverbruik productie servers door fabrikanten	CO₂-emissie
11	Datacenters	Onderhoud	Scope 2	Energieverbruik tijdens onderhoud	CO ₂ -emissie
12	Datacenters	Onderhoud	Scope 1	Uitstoot tijdens onderhoud (bijv. door vervoer/logistiek)	CO ₂ -emissie
13	Datacenters	Recycling/afvoer	Scope 3	Recycling/afvoer van servers en andere hardware	CO₂-emissie
14	Datacenters	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Grondstoffenverbruik productie hardware/servers	Grondstoffenverbruik
15	Eindgebruikersapparaten	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Energieverbruik productie eindgebruikersapparatuur	CO₂-emissie
16	Eindgebruikersapparaten	Distributie/logistiek	Scope 3	Distributie van eindgebruikersapparatuur	CO₂-emissie
17	Eindgebruikersapparaten	Recycling/afvoer	Scope 3	Recycling/afvoer eindgebruikersapparatuur	CO₂-emissie
18	Eindgebruikersapparaten	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Grondstoffenverbruik productie eindgebruikersapparatuur	Grondstoffenverbruik
19	Netwerken	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Grondstoffenverbruik productie kabels	Grondstoffenverbruik
20	Netwerken	Bouw/productie/aanleg	Scope 1	Uitstoot bij aanleg (vervoer etc.)	CO ₂ -emissie

21	Netwerken	Bouw/productie/aanleg	Scope 2	Energieverbruik bij aanleg door netwerkaanbieders	CO ₂ -emissie
22	Netwerken	Recycling/afvoer	Scope 3	Energieverbruik 'afbreken' en recyclen oude netwerken (bijv. kopernetwerk KPN, oude basisstations)	CO₂-emissie
23	Netwerken	Onderhoud	Scope 2	Energieverbruik tijdens onderhoud	CO ₂ -emissie
24	Netwerken	Onderhoud	Scope 1	Uitstoot tijdens onderhoud (bijv. door vervoer/logistiek monteurs)	CO ₂ -emissie
25	Datacenters	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Grondstoffenverbruik bouw datacenters	Grondstoffenverbruik
26	Zakelijke eindgebruikers-apparatuur	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Energieverbruik productie eindgebruikersapparatuur	CO₂-emissie
27	Zakelijke eindgebruikers-apparatuur	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Grondstoffenverbruik productie eindgebruikersapparatuur	Grondstoffenverbruik
28	Zakelijke eindgebruikers-apparatuur	Distributie/logistiek	Scope 3	Distributie van eindgebruikersapparatuur	CO₂-emissie
29	Zakelijke eindgebruikers-apparatuur	Operatie/gebruik	Scope 2	Energieverbruik eindgebruikersapparaat	CO₂-emissie
30	Zakelijke eindgebruikers-apparatuur	Operatie/gebruik	Scope 2	Energieverbruik continu eindgebruikersapparaten (zoals set-topboxes)	CO₂-emissie
31	Zakelijke eindgebruikers-apparatuur	Recycling/afvoer	Scope 3	Recycling/afvoer eindgebruikersapparatuur	CO₂-emissie
32	Netwerken	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	CO₂-uitstoot bij productie van netwerkkapparatuur	CO₂-emissie
33	Netwerken	Bouw/productie/aanleg	Scope 3	Grondstoffenverbruik bij productie van netwerkkapparatuur	Grondstoffenverbruik
34	Datacenters	Recycling/afvoer	Scope 3	Verlies van niet-gerecyclede materialen en inefficiënt hergebruik van grondstoffen.	Grondstoffenverbruik

Bron: SEO & Dialogic (2025)

Bijlage B Top-downbenadering scope 3-emissies

Deze methode combineert nationale en internationale input-outputtabellen met gegevens over sectorale CO₂-intensiteit. Met behulp van deze tabellen kunnen de relaties tussen sectoren gebruikt worden om een inschatting te maken van de toeleveranciers en de afnemers van de digitale sector. Op deze manier kan worden berekend welk deel van de totale emissies van deze toeleveranciers en afnemers direct en indirect aan de digitale sector is toe te schrijven. De directe emissies die door de digitale sector worden veroorzaakt zijn scope 1. De indirecte emissies, dat wil zeggen de emissies veroorzaakt door toeleveranciers en afnemers als gevolg van toelevering en afname van de digitale sector, zijn de scope-3 emissies.

Door gegevens over scope 1-emissies te combineren met data over handelsrelaties tussen sectoren wordt het mogelijk een inschatting te maken van de emissies die een sector veroorzaakt in andere sectoren. Sectoren in input-outputtabellen zijn ingedeeld volgens een classificatie van economische activiteit. Het CBS heeft de Nederlandse economie ingedeeld met behulp van de Standaard Bedrijfsindeling (SBI).²⁵ Met de SBI wordt de economie onderverdeeld in categorieën, zoals de industrie (C), de bouwnijverheid (F) en financiële instellingen (K).

Tabel B.1 Afbakening van digitale sector o.b.v. Standaard Bedrijfsindeling (SBI)

SBI-Sectie	SBI-Afdeling	SBI-Groep	SBI-Klasse	Omschrijving	I/O-data*	Emissie-data**
C	26			Vervaardiging van computers en van elektronische en optische apparatuur	I	I
E	38		38.31	Sloop van schepen, witgoed, computers e.d.		
F	42		42.22	Leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels		
G	46	46.5		Groothandel in ICT-apparatuur		
G	47		47.41	Winkels in computers, randapparatuur en software		
G	47		47.42	Winkels in telecommunicatieapparatuur		
G	47		47.91	Detailhandel via internet		
J	58		58.12	Databanken		
J	58	58.1		Uitgeverijen van software		I
J	61			Telecommunicatie	I	I
J	62			Dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatietechnologie	I	I
J	63			Dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatie	I	I
S	95	95.1		Reparatie van computers en communicatieapparatuur		

Bron: CBS (2025)

²⁵ De SBI wordt ongeveer eens in de 15 jaar geactualiseerd. De recentste versie is de SBI-2008, maar deze zal gedurende 2025 worden vervangen door SBI-2025. Relevant is dat sectie J (Informatie en Communicatie) die in SBI-2008 bestaat in SBI 58 t/m 63 zal worden opgesplitst. In SBI-2025 zal sectie J hernoemd worden naar 'Informatie' en bestaan uit SBI 58 t/m 60, SBI-Sectie K wordt 'Communicatie' en bestaat uit SBI 61 t/m 63. Dit betekent dat alle volgende SBI-Secties ook allemaal opschuiven (K wordt L, L wordt M etc.).

De digitale sector wordt in deze analyse gedefinieerd als SBI J, maar idealiter op een gedetailleerder niveau, waarbij specifiek wordt gekeken naar telecommunicatie (SBI 61), dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatietechnologie (SBI 62) en dienstverlenende activiteiten op het gebied van informatie (SBI 63). Daarnaast bestaat de digitale sector uit de vervaardiging van computers en elektronische en optische apparatuur (SBI 26), zaken zoals de afvalverwerking en recycling van computers en communicatieapparatuur (SBI 38.81 en 95.1), handel in computers, software en communicatieapparatuur (SBI 46.6, 47.41 en 47.42) en uitgeverijen van software en databanken (SBI 58.12 en 58.1). Het leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels (SBI 42.22) voor de digitale infrastructuur wordt ook meegerekend.

Beschikbaarheid databronnen

Voor deze methode zijn verschillende databronnen noodzakelijk. Naast (inter)nationale input-outputtabellen zijn data over sectorale scope 1-emissies nodig. Deze laatste zijn beschikbaar via de tabel van het CBS (Emissies naar lucht door de Nederlandse economie). De gegevens in deze tabel zijn afkomstig uit de luchtemissierekeningen welke onderdeel uitmaken van de milieurekeningen die het CBS jaarlijks samenstelt.

Gegevens over de relaties tussen verschillende sectoren kunnen in kaart worden gebracht met input-outputtabellen. Nederlandse input-outputtabellen worden jaarlijks gepubliceerd door het CBS als onderdeel van de tabellensets Nationale rekeningen. Deze tabel geeft inzicht in de afnemers (hoger in de waardeketen) en toeleveranciers (lager in de waardeketen) van bedrijfstakken.

Tabel B.2 Beschikbaarheid databronnen top-downbenadering scope 3-emissies

Databron	Actualisatie	Organisatie
Nationale input-outputtabel	Jaarlijks gepubliceerd als onderdeel van Nationale rekeningen.	CBS
Internationale input-outputtabel	Ongeveer iedere 2 jaar worden de tabellen geactualiseerd.	OESO
Sectorale emissies	Jaarlijks gepubliceerd als onderdeel van milieurekeningen.	CBS
Exiobase	Ongeveer iedere 2 tot 3 jaar worden de tabellen geactualiseerd.	Consortium van NTNU, TNO, SERI, Universiteit Leiden, WU, en 2.-0 LCA Consultants. ²⁶

Bron: CBS (2025), OECD (2025) en Exiobase (2025)

Data over CO₂-emissies in Nederland zijn beschikbaar voor SBI-26 en 27 samen, waarbij een proportioneel deel van de emissies aan SBI- 26 toegerekend kan worden op basis van economische productieverhoudingen. Ook voor sectie J (specifiek SBI's 61, 62, 63) kunnen de emissies voor onderliggende SBI's berekend worden door gebruik te maken van onderliggende economische productieverhoudingen binnen sectie J.

De Nederlandse input-outputtabellen bevatten gegevens over relevante sectoren zoals de elektrotechnische industrie (SBI 26), telecommunicatie (SBI 61), IT-dienstverlening (SBI 62) en diensten op het gebied van informatie (SBI 63). Deze tabellen worden jaarlijks gepubliceerd als onderdeel van de Nationale rekeningen en bevatten informatie over de in- en uitvoer van elke sector.

²⁶ Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO), The Sustainable Europe Research Institute (SERI), Universiteit Leiden, Vienna University of Economics and Business / Institute for Ecological Economics (WU).

Invoer uit en uitvoer naar buitenland

Toeleveranciers en afnemers van de digitale sector in Nederland kunnen zich ook in het buitenland bevinden. Scope 3-emissies vinden daarmee dus ook in het buitenland plaats. Om daar in deze methoden rekening mee te houden kan gebruik worden gemaakt van internationale input-outputtabellen. Daarmee kan bepaald worden welk deel van input (toeleveranciers) van de digitale sector uit het buitenland komt en welk deel van de output (afnemers) naar het buitenland gaat, en welk land dan precies.

Om het aandeel in het buitenland te bepalen, kunnen de input-outputtabellen van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO) worden gebruikt. Deze maken het mogelijk om in kaart te brengen welk deel van de digitale sector (26, 62, 63) wordt geïmporteerd en geëxporteerd naar verschillende landen. Dit biedt inzicht in zowel de import van andere sectoren uit de digitale sector in het buitenland als de export van de digitale sector naar andere sectoren wereldwijd. De IO-tabellen van de OESO maken hierbij onderscheid tussen verschillende sectoren, zoals sector 26 en de gecombineerde sectoren 62 en 63.

Een probleem met de import en export van digitale sectorproducten is dat we enkel voor Nederland de CO₂-intensiteit van iedere sector kennen. Dit betekent dat niet direct inzichtelijk is of sectoren in het buitenland meer of minder CO₂-intensief produceren dan in Nederland. De scope 3-emissies kunnen worden berekend door de aanlevering en afname in euro's te vermenigvuldigen met de CO₂-intensiteit, oftewel de hoeveelheid CO₂ per euro toegevoegde waarde. Scope 2-emissies zijn in feite een subset van scope 3-emissies, namelijk die van ingekochte elektriciteit, warmte of stoom. In deze benadering wordt de energiesector (SBI 35) buiten beschouwing gelaten.

Daarnaast bestaan er geïntegreerde databronnen zoals Exiobase. Dat zijn databronnen waarin nationale en internationale input-outputtabellen en emissie-data zijn geïntegreerd tot één gezamenlijk multiregionale input-outputtabel, met extensies voor zaken zoals grondstofgebruik of emissies. Onderzoek van het CBS (Schoenaker & Steenmeijer, 2024a, 2024b) toont aan dat het ook voor de Nederlandse economie mogelijk is om daarmee inzicht te krijgen in sectorale indirecte emissies (up- en downstream).

Dubbeltellingen

Op macroniveau kunnen de optellingen van alle scope 3-emissies middels deze methode echter wel tot dubbeltellingen leiden. Alle scope 1-emissies samen vormen de totale emissies van een land. De scope 3-emissies van een specifiek bedrijf omvatten de indirecte emissies in de waardeketen, waaronder die van toeleveranciers en afnemers. Hierdoor kunnen scope 1- en scope 3-emissies niet simpelweg bij elkaar worden opgeteld. Een autofabrikant, bijvoorbeeld, rekent het brandstofverbruik van verkochte auto's als scope 3-emissies, terwijl dit voor de eindgebruikers juist scope 1-emissies zijn. Evenzo zijn de scope 3-emissies van een retailer door de productie van ingekochte goederen in feite de scope 1-emissies van de fabrikanten die deze goederen produceren.

Bij het berekenen van de productievoetafdruk van een specifieke sector kan het voorkomen dat de sector zelf ook bijdraagt aan indirecte emissies van de sector (CBS, 2024b). Dit gebeurt wanneer de sector onderdeel uitmaakt van de eigen toeleveringsketen. Hiervoor zal een correctie moeten worden toegepast, omdat de totale (directe en indirecte) emissies van een sector logischerwijs nooit groter kunnen zijn dan zijn productie-emissies.

Naast de dubbeltelling voortkomend uit het optellen van scope 1- en scope 3-emissies, kunnen er ook dubbeltellingen ontstaan doordat dezelfde scope 3-emissies dubbel geteld worden. Het kan voorkomen dat dezelfde scope 3-emissies door meerdere bedrijven worden gerapporteerd. Dit gebeurt wanneer bedrijven onderdeel zijn van dezelfde handelsketen en daardoor hun productieprocessen verbonden zijn. Bijvoorbeeld: wanneer een product vervoerd wordt, kunnen zowel de producent als de afnemer de emissies van dit vervoer

rapporteren. Hierbij zijn dezelfde emissies voor het ene bedrijf scope 3 downstream, terwijl ze voor het andere bedrijf scope 3 upstream vormen.



“De wetenschap dat het goed is.”

SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winstoogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.

SEO-rapport 2025-93
ISBN 978-90-5220-549-6

Informatie & Disclaimer

SEO Economisch Onderzoek heeft op de verkregen informatie en data geen onderzoek uitgevoerd dat het karakter draagt van een accountantscontrole of due diligence. SEO is niet verantwoordelijk voor fouten of omissies in de verkregen informatie en data.

Copyright © 2025 SEO Amsterdam.

Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit dit rapport mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl.

Roetersstraat 29
1018 WB Amsterdam

+31 20 399 1255
secretariaat@seo.nl
www.seo.nl