

ECOSYSTEEM DUURZAME DIGITALISERING

NEDERLAND EN INTERNATIONAAL



WHITEPAPER IN OPDRACHT VAN
DIGITAL HOLLAND

AUTEUR K.I. VAN DER ZANDEN
FEBRUARI 2026

VOORWOORD

Digitalisering is een fundamentele drager van onze economie en samenleving geworden. De manier waarop digitale technologie wordt ontworpen, ingezet en georganiseerd, bepaalt niet alleen efficiëntie en innovatie, maar raakt direct aan ecologische impact, economische weerbaarheid en maatschappelijke waarden. Daarmee is digitalisering uitgegroeid tot een strategische opgave.

In Nederland is de aandacht voor duurzame digitalisering de afgelopen jaren sterk gegroeid. Er is veel kennis, er zijn talrijke initiatieven en er wordt op uiteenlopende plekken gewerkt aan verduurzaming van IT, data, cloud en AI. Tegelijkertijd blijft de structurele impact daarvan achter. Inspanningen zijn vaak versnipperd, tijdelijk of onvoldoende opgeschaald, terwijl de onderliggende opgaven juist samenhang en systeemkeuzes vragen.

Daar komt bij dat duurzame digitalisering niet los kan worden gezien van bredere strategische vraagstukken. Digitale infrastructuur raakt aan geopolitieke afhankelijkheden, zeggenschap over data en technologie, en het vermogen van Nederland en Europa om zelfstandig keuzes te maken. Toekomstbestendige digitalisering vraagt daarom om een integrale benadering waarin ecologische impact, digitale weerbaarheid en economisch verdienvermogen samen worden gezien.

Dit whitepaper, opgesteld in opdracht van Digital Holland, brengt het ecosysteem rondom duurzame digitalisering in Nederland in samenhang in beeld, geplaatst binnen een Europese en internationale context. De beschrijving van initiatieven, netwerken en programma's is nadrukkelijk niet uitputtend, maar een momentopname. Het ecosysteem is dynamisch: initiatieven ontwikkelen zich, verschuiven van focus of ontstaan nieuw. Dit document beoogt dan ook geen volledig overzicht te geven, maar inzicht te bieden in de dominante structuren, patronen en knelpunten die de werking van het systeem als geheel bepalen.

De centrale boodschap is helder: Nederland beschikt over sterke bouwstenen, maar mist nog de samenhang, regie en opschaling om digitalisering daadwerkelijk toekomstbestendig te maken. Dit whitepaper biedt een kader om die stap te zetten en nodigt uit tot gerichtere keuzes en een meer strategische benadering van digitalisering als een cruciale pijler onder publiek belang en toekomstig verdienvermogen.

SAMENVATTING

Digitalisering levert grote economische en maatschappelijke waarde, maar gaat gepaard met een toenemende ecologische voetafdruk en groeiende afhankelijkheden in digitale ketens en technologie-ecosystemen. De inzet van data-intensieve toepassingen, cloud en AI vergroot het gebruik van energie, water en grondstoffen, terwijl keuzes in technologie en infrastructuur directe gevolgen hebben voor publieke waarden, veiligheid en zeggenschap. Daarmee raakt duurzame digitalisering niet alleen aan milieu-impact, maar ook aan de vraag hoe Nederland zijn digitale fundament verantwoord, veilig en toekomstbestendig inricht.

Dit whitepaper laat zien dat duurzame digitalisering niet kan worden benaderd als een op zichzelf staand milieuthema. Het vraagt om een integrale benadering waarin duurzaamheid, verantwoordelijkheid, veiligheid en digitale soevereiniteit gezamenlijk worden meegenomen. Keuzes over digitale technologie raken deze dimensies tegelijkertijd en vragen om expliciete afwegingen, zodat verduurzaming niet leidt tot nieuwe afhankelijkheden of kwetsbaarheden.

De analyse maakt duidelijk dat Nederland beschikt over een rijk ecosysteem van kennisinstellingen, bedrijven, overheden en samenwerkingsinitiatieven op het gebied van duurzame digitalisering. Tegelijkertijd blijft de structurele impact daarvan beperkt. Veel initiatieven bestaan naast elkaar en zijn informeel georganiseerd, waardoor opschaling en doorwerking naar beleid, markten en ketens achterblijven.

Het whitepaper ordent deze opgave langs drie perspectieven. Eerst wordt het bredere krachtenveld geschetst waarin duurzame digitalisering plaatsvindt, waaronder geopolitieke verschuivingen, veranderende marktverhoudingen en Europese regelgeving. Vervolgens worden de inhoudelijke thema's van duurzame digitalisering in samenhang behandeld, van hardware en software tot data, AI, cloud, inkoop en governance. Tot slot analyseert het document het ecosysteem zelf en maakt het zichtbaar waar samenhang ontbreekt en waar gerichte keuzes nodig zijn.

Als verbindend kader introduceert het whitepaper het S5-model, dat inzicht geeft in de samenhang tussen duurzaamheid, verantwoordelijkheid, veiligheid, soevereiniteit en randvoorwaarden zoals standaarden en compliance. Het model helpt om digitale keuzes expliciet te maken en in samenhang te beoordelen, zonder deze te reduceren tot één afzonderlijk perspectief.

Een belangrijk inzicht uit de analyse is dat structurele vooruitgang niet alleen afhangt van afzonderlijke initiatieven, maar van de manier waarop de aanbodkant is ingericht. Dit vraagt om het samenbrengen en laten samenwerken van bestaande oplossingen, het expliciet maken van lacunes in het huidige aanbod en het gericht versterken van ontbrekende schakels. Daarbij is een pragmatische benadering essentieel. Eerst wordt in kaart gebracht wat er in Nederland al beschikbaar is, wat er op Europees niveau bestaat en waar daadwerkelijk hiaten zitten in de digitale stack. Door per laag van die stack te kijken hoe oplossingen gecombineerd kunnen worden of verder ontwikkeld moeten worden, kan gerichte versterking plaatsvinden zonder alles opnieuw te hoeven bouwen.

Tegelijkertijd speelt ook de vraagkant een cruciale rol. Met name de overheid en andere grote publieke en semipublieke organisaties beschikken over aanzienlijke vraag- en inkoopkracht. Door deze gericht en consistent in te zetten, bijvoorbeeld via inkoopcriteria, standaarden en voorbeeldgedrag, kan de vraagkant bijdragen aan het opschalen en verankeren van duurzame, verantwoorde en veilige digitale oplossingen. Daarmee wordt richting gegeven aan de markt en kan versnippering aan de aanbodzijde worden verminderd. Duurzame digitalisering vraagt om gerichte keuzes, concreet beleid waar dat mogelijk is en een samenhangende benadering van zowel aanbod- als vraagkant. Alleen door IT integraal te benaderen als duurzaam, verantwoord, betrouwbaar, veilig en soeverein, en door pragmatisch te werken aan een goed functionerende digitale stack, kan digitalisering uitgroeien tot een stabiele pijler onder publieke waarden en toekomstig verdienvermogen van Nederland.

INHOUDSOPGAVE

	VOORWOORD	2
	SAMENVATTING	3
1.	INLEIDING EN DOELSTELLING	5
2.	EXTERNE ONTWIKKELINGEN	7
3.	THEMA'S VAN DUURZAME DIGITALISERING	10
4.	ECOSYSTEEM: NETWERKEN EN INITIATIEVEN	18
5.	VISIEKADER: HET S5-MODEL	29
6.	DYNAMIEK EN AANBEVELINGEN	31
7.	CONCLUSIE	36

1. INLEIDING EN DOELSTELLING

Digitalisering is het zenuwstelsel van onze samenleving en economie. Zonder betrouwbare, veilige en duurzame IT is er geen toekomstbestendige infrastructuur. Tegelijkertijd is de verduurzaming van digitalisering een zogenaamd wicked problem: groot, urgent en complex. Het is een opgave met veel onderling verweven thema's en stakeholders, zonder eenvoudige oplossingen. Geen enkele overheid, instelling of onderneming kan dit alleen oplossen. Zoals Paul Polman (ex-CEO Unilever) het verwoordde: *"The issues we face are so big and the targets so challenging that we cannot do it alone."*

1.1 DOELSTELLINGEN VAN DIT WHITEPAPER:

Dit whitepaper is opgesteld in opdracht van Digital Holland en heeft de volgende doelstellingen:

1. Inzicht geven in de externe ontwikkelingen en structurele uitdagingen die samenhangen met duurzame digitalisering.
2. De belangrijkste inhoudelijke thema's van duurzame digitalisering in samenhang beschrijven, waaronder milieu-impact, digitale soevereiniteit en toekomstig economisch verdienvermogen.
3. De rolverdeling en verantwoordelijkheden van de belangrijkste actoren in kaart brengen, waaronder overheden, bedrijfsleven, IT-eindgebruikers en leveranciers.
4. Een visiekader introduceren (het S5-model) dat helpt om deze thema's integraal te benaderen en richting te geven aan strategische keuzes.
5. Aanbevelingen formuleren voor versterkte regie, samenwerking en opschaling van duurzame digitalisering in beleid en praktijk.

De genoemde thema's, actoren en aanbevelingen zijn niet uitputtend, maar beogen een samenhangend en richtinggevend kader te bieden voor het duiden en versterken van duurzame digitalisering.

1.2 COMPLEXITEIT EN URGENTIE

Digitalisering ontwikkelt zich in hoog tempo en raakt inmiddels alle lagen van economie en samenleving. De urgentie rond duurzame digitalisering zit daarbij niet in één afzonderlijke ontwikkeling, maar in het gelijktijdig optreden van meerdere, onderling samenhangende factoren. Juist deze samenloop maakt de opgave complex en vraagt om samenhang in keuzes en uitvoering.

- **Technologisch:** explosieve groei van data en rekenkracht, met bijbehorende energie- en materiaalimpact. Een belangrijk deel van de milieu-impact bevindt zich buiten het directe zicht van organisaties, met name in productieketens en levenscycli van hardware en cloudinfrastructuur (scope 3).
- **Geopolitiek:** toenemende afhankelijkheid van kritieke materialen, halffabrikaten en buitenlandse (niet-Europese) IT-leveranciers. Dit raakt strategische autonomie, leveringszekerheid en de ruimte om eigen duurzaamheids- en veiligheidskeuzes te maken.
- **Economisch:** de noodzaak om toekomstbestendig verdienvermogen te ontwikkelen via innovatie, circulaire businessmodellen en nieuwe banen, in een wereld waarin concurrentiekracht en strategische weerbaarheid steeds sterker samenkomen.
- **Sociaal:** digitale inclusie, vaardigheden, ethiek en vertrouwen in digitale systemen als randvoorwaarden voor maatschappelijke acceptatie en legitimiteit.
- **Regelgevend:** een veelheid aan kaders (o.a. AI Act, CSRD, NIS2, Data Act, EED en Ecodesign) die tegelijk richting geven én extra eisen stellen aan samenhang, uitvoerbaarheid en transparantie.

Tegelijkertijd is digitalisering óók een cruciale hefboom om te verduurzamen: door beter inzicht in energie- en grondstoffenstromen, het optimaliseren van ketens en processen, en het mogelijk maken van nieuwe oplossingen in mobiliteit, industrie, gebouwde omgeving en energiesystemen. De opgave is daarmee dubbel: de digitale sector verduurzamen én digitalisering verantwoord inzetten als versneller van de klimaat- en circulariteitsdoelen.

In bredere zin raakt dit aan het Europese debat over concurrentievermogen en investeringskracht, zoals

onderstreept in recente analyses van onder meer Mario Draghi en Peter Wennink over de noodzaak om innovatie, schaal en strategische keuzes in Europa te versterken.

De urgentie van deze opgave wordt al langer op rijksniveau onderkend. Het Actieprogramma Duurzame Digitalisering 2026–2028 vormt het vervolg op het Actieplan Duurzame Digitalisering 2024 en bevestigt dat duurzame digitalisering een strategisch thema is voor het concurrentievermogen en de weerbaarheid van Nederland.

Tegelijkertijd bestaat er brede erkenning bij overheid, marktpartijen en Europese instellingen dat duurzame digitalisering een strategisch vraagstuk is. Hoewel op uiteenlopende thema's veel acties zijn gestart, geven betrokken partijen zelf aan dat deze vooral programmatisch zijn georganiseerd en dat samenhang, focus en opschaling nodig zijn om tot structurele verandering te komen.

Het doel van dit whitepaper is om vanuit deze complexiteit orde te scheppen: het ecosysteem te duiden, samenhang aan te brengen en de bouwstenen te beschrijven voor een toekomstbestendig Nederland.

2. EXTERNE ONTWIKKELINGEN

Digitalisering en verduurzaming worden niet bepaald door één enkele ontwikkeling, maar door een samenspel van technologische, geopolitieke, economische, sociale en regelgevende krachten. Deze ontwikkelingen grijpen gelijktijdig op elkaar in en versterken elkaar, maar kunnen elkaar ook tegenwerken.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste externe ontwikkelingen geschetst langs deze vijf dimensies. Samen vormen zij het krachtenveld waarbinnen Nederland zijn keuzes moet maken over duurzame en toekomstbestendige digitalisering.

2.1 TECHNOLOGIE

- **AI en energie:** AI en energie: Het trainen van een groot AI-model zoals GPT kan honderden tonnen CO₂ uitstoten (Strubell et al., 2019). Recente LCA-studies laten zien dat de grootste emissies niet in de productie zitten, maar juist in de operationele fase van gebruik en deployment (Debus et al., 2025).
- **Jevons' paradox:** Hogere efficiëntie leidt vaak tot méér gebruik, denk aan efficiëntere chips die juist grotere AI-modellen mogelijk maken, waardoor de totale impact toeneemt.
- **Edge computing:** Door data dichterbij de bron te verwerken, kan energie- en netwerkbelasting sterk afnemen. Dit is cruciaal in combinatie met 5G en IoT.
- **Nieuwe technologieën:** Fotonica, quantumtechnologie en neuromorphic computing bieden kansen voor fundamenteel energiezuinigere vormen van dataverwerking. Nederland heeft sterke posities met PhotonDelta in fotonica en QuTech in quantum en de recente gelanceerde nationale coalitie Neuromorphic Computing-NL. ASML speelt daarnaast een sleutelrol in de wereldwijde halfgeleiderindustrie, die nauw verbonden is met de verdere ontwikkeling van digitale infrastructuur.

2.2 GEOPOLITIEK

- **Hyperscalers:** Het merendeel van de Europese clouddata wordt verwerkt door Amerikaanse bedrijven. Dit zorgt voor een sterke afhankelijkheid van niet-Europese leveranciers. Dat creëert vendor lock-in en een kwetsbare positie voor digitale soevereiniteit.

- **Kritieke materialen:** 98% van de zeldzame aardmetalen die de EU gebruikt komt uit China. Zonder deze grondstoffen geen chips, servers of batterijen.
- **Geopolitieke spanningen:** Internationale conflicten en machtsverschuivingen, waaronder de oorlog in Oekraïne, spanningen rond Taiwan, handelsconflicten en wisselende beleidskoersen in de Verenigde Staten, vergroten de risico's voor leveringszekerheid, continuïteit van digitale infrastructuur en technologische autonomie. Veranderende beleidsprioriteiten en extraterritoriale wetgeving kunnen directe gevolgen hebben voor toegang tot technologie, data en diensten, ook wanneer deze risico's zich niet onmiddellijk manifesteren.
- **Digitale soevereiniteit:** Nederland en de EU benoemen cloudsoevereiniteit expliciet in de Agenda Digitale Open Strategische Autonomie (DOSA).

2.3. ECONOMISCHE ONTWIKKELINGEN

- **Kosten- en prijsdruk:** Relatief hoge en volatiele energieprijzen en schaarste aan kritieke grondstoffen verhogen de kosten van digitale infrastructuur en IT-diensten.
- **Marktconcentratie:** De dominantie van een beperkt aantal mondiale technologieaanbieders vergroot de afhankelijkheid en beperkt de onderhandelingspositie van Europese organisaties.
- **Verdienvermogen:** Digitalisering blijft een sleutel voor productiviteit en innovatie, maar zonder verduurzaming en schaal dreigt verlies aan concurrentiekracht.
- **Nieuwe marktkansen:** Energie-efficiënte IT, circulaire hardware, green software en duurzame AI vormen opkomende markten met groeipotentieel.
- **Europese schaal:** Alleen via bundeling van vraag, investeringen en standaarden kunnen Nederlandse en Europese spelers internationaal concurrerend opschalen.

2.4 SOCIALE ONTWIKKELINGEN

- **Maatschappelijke afhankelijkheid:**
Digitale systemen functioneren steeds vaker als kritieke infrastructuur voor publieke diensten, zorg, onderwijs en bedrijfsvoering. De manier waarop deze systemen zijn ontworpen en worden gebruikt heeft daardoor directe maatschappelijke impact.
- **Digitale en AI-vaardigheden:**
Het is van groot belang dat burgers, professionals en bestuurders beschikken over voldoende digitale en AI-vaardigheden. Begrip van wat digitale systemen en AI doen, hoe en wanneer zij verantwoord kunnen worden ingezet en wanneer niet, is een randvoorwaarde voor vertrouwen, verantwoord gebruik en toekomstbestendige digitalisering.
- **Gedrag, ontwerp en beleid:**
Hoewel de aandacht voor de milieu-impact van digitalisering toeneemt, wordt deze kennis nog beperkt vertaald naar structurele gedragsverandering, bewuste ontwerpkeuzes en samenhangend beleid. Juist de combinatie van gebruik, ontwerp en beleidskaders bepaalt in hoge mate de uiteindelijke impact van digitale technologie.
- **Verschuivende prioriteiten:**
Door geopolitieke spanningen, energiezekerheid en een toenemende focus op veiligheid en strategische autonomie staat duurzaamheid onder druk. Discussies over vereenvoudiging van wet- en regelgeving en verschuivende beleidsprioriteiten kunnen leiden tot minder aandacht en handelingsruimte voor duurzame digitalisering, terwijl de onderliggende opgave onverminderd groot blijft.

2.5 REGELGEVING

- **AI Act, Data Act, CSRD, NIS2 en EED:**
Deze Europese kaders leggen organisaties gelijktijdig verplichtingen op rond duurzaamheidstransparantie, verantwoord gebruik van data en AI, cybersecurity, continuïteit en datasoevereiniteit. De druk neemt toe doordat deze verplichtingen niet los staan, maar ingrijpen op dezelfde digitale systemen, data en ketens. Daarmee verschuift regelgeving van incidentele rapportage naar aantoonbare beheersing en bestuurlijke verantwoordelijkheid.
- **Datacenterrapportage:**
Europese regelgeving verplicht datacenters vanaf 2024 tot structurele rapportage over energie- en

watergebruik. Dit vergroot de transparantie over de milieu-impact van digitale infrastructuur en maakt monitoring en vergelijking mogelijk. Tegelijkertijd vraagt dit om betrouwbare data, eenduidige definities en consistente toepassing om daadwerkelijk sturend te zijn en niet uitsluitend administratief. Deze rapportageverplichtingen gaan gepaard met een energiebesparingsplicht, die datacenters verplicht om kosteneffectieve maatregelen te treffen ter verbetering van hun energie-efficiëntie.

- **Ecodesign voor IT-hardware:**
Binnen het Europese Ecodesign-kader worden bindende eisen gesteld aan IT-hardware, waaronder servers, opslag en andere datacentercomponenten. Deze eisen richten zich op energie-efficiëntie, repareerbaarheid, levensduurverlenging en informatievoorziening over prestaties en materiaalgebruik. Duurzaamheid verschuift daarmee van een vrijwillige ambitie naar een ontwerp- en markttoegangseis, met directe gevolgen voor leveranciers, inkopers en exploitanten.
- **Opeenstapeling en uitvoerbaarheid:**
De combinatie van transparantie-eisen, verplichte monitoring en aangescherpte cybersecurity-verplichtingen legt een toenemende uitvoeringsdruk op organisaties. De voortgang van het Actieplan Duurzame Digitalisering laat zien dat deze uitvoeringsdruk breed wordt herkend. Tegelijkertijd wordt zichtbaar dat meerdere Europese kaders aangrijpen op dezelfde digitale systemen, data en processen. Wanneer deze regels afzonderlijk worden geïmplementeerd, leidt dat tot versnipperde compliance-trajecten, dubbel werk en hoge regeldruk, terwijl de structurele bijdrage aan verduurzaming en digitale weerbaarheid beperkt blijft. Door regelgeving in samenhang toe te passen op de digitale stack en deze te vertalen naar gezamenlijke ontwerp-, inrichtings- en governancekeuzes, kan uitvoering worden vereenvoudigd en kan regelgeving daadwerkelijk sturend bijdragen aan duurzame, veilige en weerbare digitalisering.

Internationale context

De beschreven technologische, geopolitieke, economische, sociale en regelgevende ontwikkelingen spelen zich af in een context van toenemende internationale concurrentie. Grote machtsblokken hanteren daarbij fundamenteel verschillende benaderingen van digitalisering en duurzaamheid. De Verenigde Staten kenmerken zich door de

dominantie van hyperscalers en AI-bedrijven, met een sterke focus op schaal, snelheid en marktgedreven innovatie. China combineert grootschalige investeringen met vergaande ketenintegratie en controle over kritieke grondstoffen, wat leidt tot een sterke strategische positie in hardware en infrastructuur. De Europese Unie onderscheidt zich door haar nadruk op publieke waarden, regelgeving en bescherming van burgers en markten, maar worstelt tegelijkertijd met versnippering en het ontbreken van schaal in uitvoering. Voor Nederland betekent deze internationale dynamiek dat duurzame digitalisering niet alleen een ecologische of maatschappelijke opgave is, maar ook een strategische en economische keuze.

Door gericht in te zetten op sleuteltechnologieën zoals chips, fotonica, circulaire IT en groene AI, en door actief Europese samenwerking te versterken, kan Nederland bijdragen aan een concurrerende, duurzame en weerbare digitale economie. Deze internationale context onderstreept het belang van samenhang, regie en een langetermijnvisie op digitale infrastructuur en innovatie.

3. THEMA'S VAN DUURZAME DIGITALISERING

De verduurzaming van digitalisering vraagt om een ketenbrede aanpak en een heldere ordening van de belangrijkste aandachtsgebieden. In dit hoofdstuk worden de centrale thema's van duurzame digitalisering gepresenteerd aan de hand van zes hoofdclusters: Hardware, Groene Software, Data & AI, Datacenter & Cloud, Inkoop, Governance & Policies. Per thema wordt ingegaan op het belang, de bestaande initiatieven en samenwerkingen, en de belangrijkste kansen voor versnelling.

3.1 HARDWARE

Relevantie & Impact

De milieu-impact van hardware begint al in de ontwerpfase en manifesteert zich sterk tijdens productie en gebruik. Het merendeel van de CO₂-uitstoot van digitale apparaten ontstaat in de productiefase. Deze zogenaamde embedded carbon omvat de emissies uit grondstofwinning, productie en distributie nog vóór het apparaat in gebruik is genomen. Onderzoek van onder meer TU Delft (2025) en internationale LCA-studies laat zien dat bij laptops gemiddeld 65–80% van de totale klimaatimpact ontstaat tijdens de productie en distributie. Dit benadrukt het belang van levensduurverlenging en circulair ontwerp. (TU Delft, 2025; GEC, 2024; Fairphone, 2023). Tegelijkertijd zijn veel apparaten ontworpen met beperkte reparatiebaarheid en een korte levensduur, wat leidt tot een hoge vervangingssnelheid. De afhankelijkheid van kritieke grondstoffen, vaak gewonnen in landen met instabiele werkomstandigheden en verhandeld via ketens die sterk worden gecontroleerd door China, vergroot de strategische kwetsbaarheid van de digitale sector. Ook het energieverbruik tijdens de gebruiksfase draagt bij aan de milieu-impact. Dit geldt met name voor apparaten met een lange operationele duur, zoals servers, netwerkapparatuur en werkplek hardware. Volgens TNO (2025) is hier via gedragsverandering en energiebeheer tot 30% besparing mogelijk op eindgebruikersapparatuur.

Tegen deze achtergrond krijgt de Europese Ecodesign-regelgeving voor IT-hardware extra betekenis. Door bindende eisen te stellen aan energie-efficiëntie, reparatiebaarheid, levensduur en informatievoorziening over materiaalgebruik, verschuift duurzaamheid van een vrijwillige ambitie naar een ontwerp- en markttoegangs-eis, met directe gevolgen voor fabrikanten, inkopers en exploitanten.

Aan het einde van de levensduur vormt e-waste een aanzienlijke milieubelasting. De terugwinning van waardevolle en kritieke grondstoffen verloopt vaak inefficiënt, en een groot deel van de afgedankte zakelijke apparatuur blijft buiten het formele inzamel- en verwerkingscircuit. Dit belemmert het sluiten van materiaalkringlopen en vergroot de afhankelijkheid van primaire grondstoffen. Voor een structurele transitie richting circulaire IT is aanvullend beleid nodig. Het behouden van waardevolle materialen binnen Europa, het stimuleren van hergebruik en het opbouwen van Europese recyclingcapaciteit vragen om duidelijke wet- en regelgeving, marktprikkels en sectorafspraken.

Ten slotte draagt ook het toenemende aantal apparaten per gebruiker, bijvoorbeeld het gelijktijdig gebruik van een privé- en een werklaptop of smartphone, bij aan een onnodig hoge materiaal- en energievoetafdruk. Het beperken van hardware bezit en het stimuleren van 'digital sobriety' zijn daarom relevante strategieën in het streven naar een duurzamer gebruik van digitale technologie.

Initiatieven & Beleid

In Nederland zijn diverse initiatieven actief die bijdragen aan de verduurzaming van hardware. De Buyer Group ICT stimuleert de circulaire en maatschappelijk verantwoorde inkoop van werkplekapparatuur, met specifieke aandacht voor levensduurverlenging, hergebruik en reparatiebaarheid. Deze groep is verbonden met het internationale Circular and Fair ICT Pact (CFIT), waarin Europese publieke inkopers samenwerken aan uniforme duurzaamheidscriteria.

Stichting OPEN is verantwoordelijk voor de uitvoering van de wettelijke producentenverantwoordelijkheid voor e-waste. Zij signaleren echter dat met name zakelijke hardwarestromen grotendeels buiten het formele inzamelcircuit blijven (Stichting OPEN, 2025). Dit belemmert hoogwaardige recycling en hergebruik.

Het platform Circulaire-IT.nl brengt marktpartijen, overheden en ITAD-bedrijven (Information Technology Asset Disposition) samen rond hergebruik en refurbishing van afgeschreven IT-apparatuur. Deze gespecialiseerde partijen zijn actief in het veilig en duurzaam verwerken van IT-assets, inclusief dataverwijdering, refurbishing, herverkoop en materiaalrecycling, vaak onder streng gecertificeerde voorwaarden.

Op Europees niveau wordt gewerkt aan de invoering van het Digital Product Passport, dat op basis van lifecycle-informatie transparantie moet bieden over de milieu-impact en circulariteit van hardware.

Kansen & aanbevelingen

Er liggen aanzienlijke kansen in het toepassen van ecodesignprincipes die modulariteit, repareerbaarheid en materiaalreductie bevorderen. Door vanaf de ontwerpfase rekening te houden met circulariteit, kunnen zowel de milieu-impact als de afhankelijkheid van kritieke grondstoffen worden verminderd. Het terugdringen van embedded carbon, de uitstoot die vrijkomt tijdens productie en distributie, vraagt om bewuste ontwerpkeuzes en het vermijden van materialen met hoge milieu- of geopolitieke risico's. Een deel van deze impact kan direct door organisaties zelf worden beïnvloed. Zo kunnen organisaties ervoor kiezen de levensduur van hardware te verlengen, bijvoorbeeld van vier naar vijf jaar of langer, waarmee de milieu-impact per apparaat substantieel afneemt. Dit vraagt geen nieuwe technologie, maar bewuste beleids- en inkoopkeuzes.

De inzet van Life Cycle Assessments (LCA's) biedt de mogelijkheid om producten objectief te vergelijken op milieu-impact over de hele levenscyclus. Cradle-to-grave studies tonen aan dat high-performance hardware, zoals GPU's voor AI-training, naast CO₂-uitstoot ook significante effecten hebben op waterverbruik, grondstofgebruik en end-of-life verwerking (Debus et al., 2025). Door LCA's te integreren in zowel productontwikkeling als aanbestedingen, kunnen organisaties beter onderbouwde keuzes maken.

Ook tijdens de gebruiksfase zijn er kansen voor verduurzaming. Apparaten worden vaak voortijdig afgeschreven doordat software-updates niet langer worden ondersteund, wat hardwareduurzaamheid ondermijnt. Een recent voorbeeld is de overstap van Windows 10 naar Windows 11, waarbij miljoenen laptops

technisch afgeschreven dreigen te raken ondanks goede functionaliteit. Het is cruciaal om software-ondersteuning beter af te stemmen op de verwachte hardwarelevensduur en toegang tot reserveonderdelen te waarborgen.

Daarnaast draagt digital sobriety bij aan materiaal- en energiebesparing. Door het aantal apparaten per gebruiker te beperken, bijvoorbeeld via het gebruik van één smartphone met dual-simfunctionaliteit in plaats van twee, kan het energieverbruik en de vervangingsfrequentie worden teruggedrongen. Ook het activeren van energieprofielen, slim energiebeheer en bewust gebruik van apparatuur kunnen bijdragen aan structurele besparing.

Aan het einde van de levensduur is hoogwaardige materiaal terugwinning essentieel. Hierbij verdienen kritieke grondstoffen zoals kobalt, lithium, neodymium, tantaal en tin bijzondere aandacht. Samenwerking met gecertificeerde verwerkers en het verbeteren van inzamelstructuren helpen om materiaalcringen te sluiten en de afhankelijkheid van primaire grondstoffen te verkleinen.

Tot slot is het versterken van transparantie via levenscyclusinformatie een belangrijke stap. Het gebruik van product-specifieke LCA's of Environmental Product Declarations (EPD's) maakt duurzaamheid meetbaar en vergelijkbaar in inkoopprocessen. Een EPD is een gestandaardiseerde samenvatting van een LCA, opgesteld volgens ISO 14025, en biedt objectieve milieu-informatie voor onder meer aanbestedingen en beleidsontwikkeling. In aanloop naar de verplichte invoering van het Digital Product Passport binnen de EU biedt dit een concreet aanknopingspunt voor betere monitoring, materiaalbeheer en duurzaam inkoopgedrag, als opstap naar een circulaire en transparante hardware keten.

3.2 GROENE SOFTWARE

Relevantie & Impact

Software speelt een cruciale maar vaak onderbelichte rol in de duurzaamheid van digitale systemen. Hoewel de directe uitstoot van software zelf beperkt lijkt, beïnvloedt de manier waarop software is ontworpen, geschreven en geconfigureerd in hoge mate het energieverbruik van de onderliggende hardware en infrastructuur. Inefficiënte code, complexe interfaces en overbodige

processen vergroten de belasting van servers, netwerken en eindgebruikersapparatuur. Zeker bij data-intensieve toepassingen, zoals AI-modellen en videostreaming, zijn deze effecten aanzienlijk.

Hoewel de uitstoot per toepassing klein lijkt, zorgt schaalvergroting zoals bij cloudservices en generatieve AI voor een cumulatief effect dat een substantiële milieu-impact veroorzaakt. Dit wordt versterkt doordat software vaak draait in cloudomgevingen, waardoor ontwikkelaars en gebruikers beperkt inzicht hebben in de daadwerkelijke energiebelasting.

Daarnaast speelt software een directe rol in de levensduur van hardware. Apparaten worden regelmatig vervangen niet vanwege fysieke slijtage, maar omdat nieuwe softwareversies hogere systeemeisen stellen of niet compatibel zijn met oudere hardware. Een actueel voorbeeld is de overstap van Windows 10 naar Windows 11, waarbij miljoenen functionerende laptops dreigen te worden afgeschreven door incompatibiliteit met de nieuwe systeemvereisten. Deze mismatch tussen software-ondersteuning en hardwarelevensduur leidt tot voortijdige vervanging, extra materiaalverbruik en vermijdbare e-waste.

Tot slot blijft duurzaamheid nog zelden systematisch meegenomen als kwaliteitscriterium in het softwareontwikkelproces. Waar security by design breed is ingeburgerd, is sustainability by design nog nauwelijks verankerd in ontwikkelstandaarden, tooling en opleidingen.

Initiatieven & Beleid

Er zijn diverse initiatieven die software expliciet positioneren als hefboom voor verduurzaming. Internationaal speelt de Green Software Foundation (GSF) hierin een leidende rol. GSF ontwikkelt onder andere de Software Carbon Intensity (SCI)-standaard, waarmee de uitstoot van softwaretoepassingen kwantitatief kan worden vastgesteld. Daarnaast publiceert de stichting meetinstrumenten, richtlijnen en een Green Software Maturity Matrix, een zelfevaluatietool in ontwikkeling die organisaties helpt inzicht te krijgen in hun volwassenheidsniveau op het gebied van duurzame softwareontwikkeling.

GSF beheert ook een Green Software Patterns-catalogus: een open verzameling van herbruikbare ontwerpprincipes waarmee ontwikkelaars hun software energie-efficiënter kunnen maken. Voorbeelden zijn

het vervangen van polling door event-based communicatie – waarbij een systeem niet voortdurend controleert op veranderingen, maar alleen reageert wanneer er daadwerkelijk iets gebeurt – of het plannen van rekentaken op momenten met een groener stroomnet (carbon-aware compute). Andere patronen richten zich op het beperken van overbodige netwerkverzoeken (rate limiting), het terugdringen van dataverkeer via compressie of caching, en het instellen van duurzame standaarden zoals donkere modus of lagere resolutie als standaardinstelling.

In Nederland vervult het Digital Sustainability Center (DiSC) van de Vrije Universiteit Amsterdam een actieve rol. DiSC stimuleert de integratie van onderzoek, onderwijs en praktijk, en ontwikkelt tooling, labs, thesisprojecten en samenwerkingen met marktpartijen. Deze initiatieven vormen een concrete basis voor kennisopbouw en co-creatie rondom duurzame softwareontwikkeling.

Kansen & aanbevelingen

Een belangrijke kans ligt in het structureel toepassen van standaarden zoals de Software Carbon Intensity (SCI)-score. Deze maakt het mogelijk om de uitstoot van softwaretoepassingen te meten en te vergelijken, bijvoorbeeld per gebruiksuur, workload of gebruiker. Door deze meetwaarden te integreren in ontwikkelprocessen, zoals DevOps, agile en CI/CD, wordt duurzaamheid een expliciet onderdeel van softwarekwaliteit. Dit biedt ook aanknopingspunten om software-impact zichtbaar te maken in bredere duurzaamheidsrapportages, zoals vereist onder de Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Zo groeit software uit tot een strategisch element binnen duurzame digitalisering, met meetbare kwaliteitscriteria, bestuurlijke zichtbaarheid en directe relevantie voor waardecreatie.

Deze ontwikkeling biedt niet alleen ecologische voordelen, maar creëert ook duidelijke economische kansen voor de Nederlandse softwaresector. Door vroegtijdig te investeren in meetbare, energie-efficiënte en schaalbare softwareontwikkeling kan Nederland zich positioneren als koploper in duurzame softwareoplossingen voor sectoren als industrie, energie, mobiliteit en de publieke sector. Dit versterkt het internationale concurrentievermogen van Nederlandse softwarebedrijven, vergroot hun exportpotentieel en draagt bij aan toekomstbestendig digitaal verdienvermogen binnen Europa.

Ook in de opleiding en professionalisering van softwareontwikkelaars liggen belangrijke kansen. Waar security by design inmiddels als standaardprincipe is ingeburgerd, blijft sustainability by design vaak onderbelicht. Door duurzaamheid structureel op te nemen in curricula, ontwikkelrichtlijnen en certificering, binnen hbo, wo en het bedrijfsleven, ontstaat een nieuwe generatie ontwikkelaars die software ontwerpt met oog voor energie-efficiëntie, schaalbaarheid en toekomstbestendigheid.

Organisaties kunnen daarnaast gebruikmaken van self-assessmenttools, zoals de GSF Maturity Matrix van de Green Software Foundation, om hun volwassenheidsniveau op het gebied van groene software in kaart te brengen. Deze inzichten vormen een solide basis voor roadmap-ontwikkeling, teamcoaching en prioriteitstelling. Op technisch vlak ontstaan nieuwe mogelijkheden door het gebruik van zogeheten energieprofilers: softwaretools die het energieverbruik van applicaties analyseren tijdens gebruik. Ze geven inzicht in welke functies, processen of gebruikersacties de meeste energie vragen, bijvoorbeeld bij netwerkverkeer, processorbelasting of interface-updates. In combinatie met plug-ins en integraties in ontwikkelomgevingen kunnen ontwikkelteams zo gericht optimaliseren op energie-efficiëntie.

Tot slot bieden praktijktests, experimenten en publiek-private samenwerkingen waardevolle leerervaringen. Door deze ervaringen systematisch te delen via platforms als DiSC en de Green Software Foundation kunnen organisaties en sectoren gezamenlijk versnellen in het verduurzamen van hun softwareontwikkeling.

3.3 DATA & AI

Relevantie & Impact

Data en kunstmatige intelligentie (AI) zijn onmiskenbare drijvers van digitale innovatie, maar brengen ook een aanzienlijke milieu- en materiaalimpact met zich mee. De explosieve groei van datavolumes leidt tot een sterk stijgend energieverbruik voor opslag, transport en verwerking. Daarbij gaat het vaak om zogenaamde dark data: meer dan 55% van de opgeslagen data wordt nooit gebruikt, maar vraagt wél continu energie voor opslag en koeling (NetApp, 2024).

AI-toepassingen versterken deze trend aanzienlijk. Het trainen van één groot taalmodel, zoals GPT-4,

vergt naar schatting evenveel energie als het jaarverbruik van 1.300 huishoudens (NCDD – Duurzaam Data Lifecycle Management, 2025). Volgens het Internationaal Energieagentschap kan het wereldwijde datacenterverbruik door de opkomst van AI oplopen tot 1.050 TWh in 2026, vergelijkbaar met het totale stroomverbruik van Duitsland (IEA, 2023). Gartner verwacht bovendien dat tegen 2027 zo'n 40% van AI-datacenters mogelijk wordt beperkt door stroomtekorten (Gartner, 2025). Hoewel AI-hardware steeds efficiënter wordt, leidt de schaalvergroting van modellen tot een netto toename van verbruik, een klassiek voorbeeld van de Jevons-paradox.

Uit onderzoek van Dialogic (2022, 2023) en een internationale LCA-studie (arXiv 'More than Carbon... Nvidia AI100 GPU', 2025) blijkt dat de grootste milieu-impact van AI vooral in de gebruiksfase zit, door het hoge energieverbruik in datacenters. De productie- en afdankfase hebben vooral gevolgen voor grondstofgebruik en milieuvervuiling.

In het onderzoek De impact van AI op duurzaamheid en het monitoren daarvan van [Dialogic, 2025], uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken, wordt deze samenhang verder uitgewerkt. Het rapport laat zien dat de milieu-impact van AI sterk afhankelijk is van schaal, gebruiksfrequentie en energieverbruik in de gebruiksfase, en dat zonder transparantie en structurele monitoring effectieve sturing niet mogelijk is. Deze bevindingen onderstrepen dat verdere groei van AI alleen toekomstbestendig is wanneer energie- en milieu-effecten structureel worden meegenomen in het ontwerp, de inzet en de governance van AI-toepassingen.

Daarmee zijn Data & AI uitgegroeid tot een bepalende factor in de milieu-impact van digitale systemen. Tegelijkertijd neemt het inzicht in de energie- en milieu-impact van data- en AI-toepassingen toe, maar blijft het sturen op wanneer, waarvoor en hoe deze technologieën worden ingezet nog beperkt.

Initiatieven & Beleid

In Nederland werkt TNO via de Impact Acceleration Challenge – Futureproof AI aan het versnellen van duurzame en soevereine AI-toepassingen. De challenge richt zich op het verantwoord opschalen van AI in sectoren waar energiegebruik, afhankelijkheden en maatschappelijke impact samenkomen. Door organisaties en experts samen te brengen rond

gedeelde, pre-competitieve vraagstukken ondersteunt TNO de ontwikkeling van AI-toepassingen die bijdragen aan vermindering van milieu-impact, betere bestuurlijke sturing en het verkleinen van afhankelijkheden van niet-Europese AI- en clouds. Daarmee wordt AI gepositioneerd als strategische bouwsteen voor een toekomstbestendig en weerbare digitale samenleving.

De Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD) heeft in haar programma voor 2026 een expliciete actielijn rond duurzame AI opgenomen. Deze actielijn richt zich op het versterken van samenhang tussen AI-ontwikkeling, energiegebruik en digitale infrastructuur, met aandacht voor zowel het beperken van de milieu-impact van AI als de inzet van AI ten behoeve van verduurzaming. Door duurzame AI expliciet te positioneren binnen het bredere kader van duurzame digitalisering ondersteunt de NCDD kennisdeling, bewustwording en het creëren van randvoorwaarden voor opschaling in de praktijk.

SURF, de coöperatie voor onderwijs en onderzoek, ontwikkelt binnen het programma Energy Smart Computingtechnieken om rekentaken energie-efficiënter uit te voeren. De nadruk ligt daarbij op het optimaliseren van hardware belasting in AI- en HPC-omgevingen, onder meer door betere afstemming tussen toepassingen, rekenkracht en energieverbruik.

De Netherlands AI Coalition (NL AIC) stimuleert de ontwikkeling van maatschappelijk verantwoorde AI en heeft een themagroep rond energie en duurzaamheid. Deze themagroep onderzoekt hoe AI kan bijdragen aan de energietransitie en hoe AI-toepassingen zelf efficiënter en duurzamer kunnen worden ingezet binnen digitale infrastructuren.

Internationaal publiceerde SustainableIT.org in 2025 drie relevante kaders: het Responsible AI Leadership Framework (met het Three-R-model: Reflect, Reframe, Reimagine), de AI Sustainability Literacy Guide (gericht op gebruikers, ontwikkelaars en bestuurders) en de AI General Glossary, waarin het onderscheid wordt toegelicht tussen Sustainable AI (gericht op milieu-impact) en Responsible AI (gericht op ethiek en transparantie).

Daarnaast spelen internationale samenwerkingsverbanden een rol bij het ontwikkelen van duurzame AI- en cloud-ecosystemen. De International Telecommunication Union (ITU) faciliteert mondiale

samenwerking rond ICT- en AI-standaarden, onder meer via het AI for Good-proces, met aandacht voor energie-efficiëntie en maatschappelijke verantwoordelijkheid. Op mondiaal niveau verenigt de Coalition for Sustainable AI overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties rond het terugdringen van de ecologische voetafdruk van AI en het benutten van AI voor duurzame toepassingen.

Op Europees niveau leggen de AI Act en de Data Act wettelijke kaders vast voor transparantie, energie-efficiëntie en verantwoord datagebruik. Daarnaast werkt de Europese Commissie aan een Cloud & AI Development Act (in wording), gericht op het versterken van Europese cloud- en AI-infrastructuur en het wegnemen van belemmeringen voor schaalbare, betrouwbare en duurzame AI-diensten. Europese samenwerkingsprojecten zoals EXIGENCE en IPCEI Cloud & Edgedragen bij aan de ontwikkeling van carbon-aware AI-infrastructuren, waarin rekenkracht beter wordt afgestemd op de beschikbaarheid van hernieuwbare energie.

Kansen & aanbevelingen

De verduurzaming van Data & AI begint bij het actief terugdringen van overbodige dataopslag. Meer dan de helft van alle opgeslagen data wordt nooit gebruikt (dark data), maar verbruikt wel continu energie voor opslag en koeling. Technieken zoals deduplicatie, compressie en data-virtualisatie kunnen hier aanzienlijke energiebesparingen opleveren (NCDD – Duurzaam Data Lifecycle Management, 2025).

Voor AI-toepassingen liggen de kansen in het toepassen van energie-efficiënte algoritmen, het hergebruiken van bestaande modellen, en het gebruik van carbon-aware scheduling, waarbij rekentaken worden gepland op momenten dat er voldoende hernieuwbare energie beschikbaar is. Ook het meten van CO₂-uitstoot per training of per inference maakt het mogelijk om deze impact transparant te monitoren en gericht te reduceren.

Daarnaast kan edge computing bijdragen aan verduurzaming door data dicht bij de bron te verwerken, waardoor transport- en netwerkverbruik afnemen.

Recente analyses laten zien dat het elektriciteitsverbruik van datacenters de komende jaren aanzienlijk kan toenemen door de groei van AI-toepassingen, maar dat de uiteindelijke impact sterk afhankelijk is van

efficiëntieverbeteringen, beleidskeuzes en de inzet van hernieuwbare energie. Volgens de International Energy Agency kan het mondiale datacenterverbruik richting 2030 sterk variëren, afhankelijk van de mate waarin energiebesparende maatregelen, efficiëntere hardware en slimmer gebruik van AI worden toegepast. Deze onzekerheidsmarges onderstrepen dat krachtige mitigatiestrategieën bepalend zijn voor de daadwerkelijke energie-impact van AI.

Tegelijkertijd biedt AI ook concrete kansen om duurzaamheid juist te versterken, bijvoorbeeld door het optimaliseren van energienetwerken, logistiek en materiaalstromen. De sleutel ligt in het sturen op lichte, efficiënte en herbruikbare AI, en in het gericht inzetten van AI waar het daadwerkelijk maatschappelijke en ecologische meerwaarde biedt.

Door AI-oplossingen te ontwerpen met duurzaamheid als uitgangspunt, ontstaat ruimte voor innovatie die zowel technologische als klimaatdoelen dient met meetbare impact.

3.4 DATACENTER & CLOUD

Relevantie & Impact

De digitale infrastructuur vormt het fundament onder vrijwel elke maatschappelijke en economische activiteit. Nederland heeft hierin een prominente positie als Europees digitaal knooppunt, dankzij hoogwaardige netwerken, een gunstige ligging en een dicht netwerk van datacenters. Deze positie brengt verantwoordelijkheid met zich mee op het gebied van duurzaamheid, energiegebruik en digitale soevereiniteit.

De sector werkt aan verduurzaming via initiatieven zoals restwarmtebenutting, zonafhankelijke belastingverschuiving (sunshifting) en edge computing. Hierbij verschuiven rekentaken naar decentrale locaties of naar momenten van overvloedige hernieuwbare energie. Datacenters worden zo niet alleen energie-efficiënter, maar kunnen ook bijdragen aan netstabiliteit en lokale verduurzaming. Dit sluit aan bij aanbevelingen van het Internationaal Energieagentschap (IEA), dat digitale infrastructuur positioneert als mogelijk hulpmiddel bij het oplossen van netcongestie en het benutten van duurzame reststromen.

Initiatieven & Beleid

De Dutch Data Center Association (DDA) rapporteerde

in 2023 dat 88% van het elektriciteitsverbruik van haar leden afkomstig is uit hernieuwbare bronnen. De sector stelt daarnaast restwarmte beschikbaar voor lokale netten, al wordt de benutting daarvan nog beperkt door technische en ruimtelijke randvoorwaarden.

Onder de Europese CSRD-richtlijn zijn organisaties verplicht om hun scope 2-emissies te rapporteren via twee methoden:

- Location-based: gebaseerd op het regionale stroomprofiel;
- Market-based: gebaseerd op de daadwerkelijk ingekochte stroom (zoals met garanties van oorsprong).

Deze dubbele rapportage bevordert transparantie en maakt het effect van duurzaam inkoopbeleid inzichtelijk. Daarnaast groeit de aandacht voor tijdgebonden metrics, zoals de ICFE-score, die meet hoeveel van het verbruik werkelijk samenvalt met het aanbod van CO₂-vrije stroom.

Volgens het rapport De Digitale Voetafdruk van Nederland (Dialogic, 2023) zijn datacenters verantwoordelijk voor ongeveer 38% van de scope 2-emissies van de digitale sector in Nederland. Dit onderstreept het belang van structurele monitoring en duidelijke beleidskaders.

Tot slot benadrukt de DDA in haar reflectiedocument over digitale soevereiniteit het belang van een robuuste, zelfstandige infrastructuur. Daarbij worden open standaarden, datasoevereiniteit en onafhankelijkheid van buitenlandse hyperscalers genoemd als strategische randvoorwaarden. Het behouden en versterken van een eigen datacenterinfrastructuur in Nederland is daarmee niet alleen relevant vanuit duurzaamheidsperspectief, maar ook essentieel om blijvend te kunnen sturen op publieke waarden, leveringszekerheid en strategische autonomie binnen het digitale domein.

Kansen & aanbevelingen

De verduurzaming van datacenters biedt een kans om digitale infrastructuur beter te verankeren in maatschappelijke doelen zoals klimaatbeleid, ruimtelijke ordening en circulaire economie. Drie prioriteiten springen daarbij in het oog:

1. **Integreer datacenters in ruimtelijk en energiebeleid**
Stimuleer betere afstemming tussen datacenterontwikkeling, warmtenetten, netcapaciteit

en lokaal energiegebruik. Datacenters kunnen actief bijdragen aan oplossingen voor restwarmtebenutting en netcongestie, mits er duidelijke ruimtelijke kaders en samenwerkingsmodellen zijn.

2. Vergroot transparantie over klimaatimpact

Verplicht het gebruik van geharmoniseerde meetmethoden, zoals de dubbele rapportage van CO₂-emissies via CSRD, en stimuleer de ontwikkeling van aanvullende indicatoren zoals tijdsgebonden energieverbruik. Daarmee wordt inzichtelijk wat de échte impact is – én hoe effectief duurzaam inkoopbeleid werkelijk is.

3. Veranker digitale soevereiniteit als beleidsdoel

Zorg dat de digitale infrastructuur in Nederland strategisch wordt beheerd. Datacenters vormen een kritieke schakel in de cloud-, AI- en data-infrastructuur. Publieke regie op locatiekeuze, duurzaamheid en eigendom is nodig om afhankelijkheid van buitenlandse spelers te beperken en Europese autonomie te versterken.

Daarnaast biedt de circulaire inzet van hardware in datacenters kansen voor grondstofbesparing en CO₂-reductie. Door levensduurverlenging, hergebruik en samenwerking met gecertificeerde verwerkers kan de sector bijdragen aan een meer circulaire digitale economie.

3.5 INKOOP

Relevantie & Impact

Inkoop is een krachtige hefboom voor het verduurzamen van de digitale keten. Met name overheden, semipublieke instellingen en grote bedrijven beschikken over substantiële inkoopvolumes waarmee zij vraag kunnen creëren naar duurzame oplossingen. Door duurzaamheid structureel op te nemen in inkoopvoorwaarden, gunningscriteria en contractbeheer, kan impact worden gerealiseerd zonder dat dit afhankelijk is van vrijwillige acties van leveranciers. De inkoopfase is daarmee een cruciale schakel in het opschalen van duurzame digitalisering.

Initiatieven & Beleid

In Nederland bundelt de Buyer Group ICT publieke en semipublieke organisaties die gezamenlijk werken aan circulaire en maatschappelijk verantwoorde inkoop van IT-hardware. Deze samenwerking wordt ondersteund door PIANOo, het expertisecentrum voor aanbesteden van de Rijksoverheid. De Buyer Group ontwikkelt

gezamenlijke aanbestedingscriteria met nadruk op levensduurverlenging, hergebruik, repareerbaarheid en beperking van e-waste. Door kennisdeling en gezamenlijke pilots helpt de groep inkopers om duurzaamheid concreet te vertalen naar bestekken en contracten.

De Buyer Group ICT is nauw verbonden met het internationale Circular and Fair ICT Pact (CFIT). Dit pact brengt publieke inkopers uit meerdere landen samen om uniforme duurzaamheidscriteria te hanteren en zo de vraag naar circulaire en eerlijke ICT te vergroten. Het CFIT richt zich niet alleen op milieuaspecten zoals CO₂-reductie en materiaalgebruik, maar ook op sociale ketenaspecten, waaronder arbeidsomstandigheden en mensenrechten in de productie. Door internationale samenwerking ontstaat meer druk op leveranciers om transparant te zijn en structureel te verduurzamen.

Daarnaast speelt SURF een rol in de ontwikkeling van een soevereine cloud omgeving voor Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstellingen. Hiermee wordt niet alleen de afhankelijkheid van buitenlandse aanbieders verkleind, maar ook ruimte gecreëerd voor het toepassen van duurzame en ethisch verantwoorde standaarden.

Kansen & aanbevelingen

De kansen liggen dan ook in het gezamenlijk investeren in duurzame en soevereine Nederlandse of Europese alternatieven voor digitale infrastructuur en software. Door vraag te bundelen, kunnen publieke instellingen een schaalvoordeel creëren waarmee innovatieve, duurzame scale-ups de kans krijgen om te groeien. Dit betekent mogelijk het inleveren van een deel van de functionaliteit die men gewend is van internationale hyperscalers, maar levert op de lange termijn meer autonomie, transparantie en duurzaamheid op. Alleen door bundeling van inkoopkracht en gecoördineerde samenwerking ontstaat voldoende marktmacht om eisen te stellen aan duurzaamheid, transparantie en sociale verantwoordelijkheid. Op dit moment proberen organisaties individueel inzicht te krijgen in de werkwijze van grote techbedrijven, doorgaans zonder resultaat.

Om werkelijk tegenwicht te bieden aan dominante mondiale spelers is het noodzakelijk dat Nederland, met de overheid als aanjager, een krachtige gezamenlijke inkooppositie ontwikkelt. De overheid is bij uitstek in staat om deze rol te vervullen: als grootste ICT-eindgebruiker van het land en als

systeemverantwoordelijke. Door strategisch te investeren en samen met andere publieke en private partijen (niet zijnde technologieaanbieders) een gezamenlijke inkoopcoalitie te vormen, ontstaat een serieuze marktmacht.

Deze benadering sluit aan bij recente Europese beleidskaders, waaronder het European Commission Competitiveness Compass, waarin gezamenlijke vraagcreatie, strategische autonomie en het versterken van Europese industriële ecosystemen expliciet worden benoemd als randvoorwaarden voor concurrentiekracht. Door Nederlandse en Europese alternatieven niet alleen te selecteren op prijs en prestaties, maar ook actief te ondersteunen in hun opschaling, markttoegang en duurzame ontwikkeling, kan publieke inkoop worden ingezet als strategisch instrument.

Dit betekent onder meer dat partijen worden geselecteerd op basis van duurzaamheidscriteria, in lijn met Europese waarden rond circulariteit, energie-efficiëntie, sociale rechtvaardigheid en datasoevereiniteit, en dat inkoopinstrumenten actief worden ingezet om deze waarden structureel te versterken.

3.6 GOVERNANCE & POLICIES

Relevantie & Impact

Duurzame digitalisering is niet alleen een technologisch, maar ook een governance vraagstuk. De mate waarin ambities worden waargemaakt, hangt af van de manier waarop organisaties sturen op ontwerp-principes, verantwoordingsstructuren en besluitvorming. Governance bepaalt of duurzaamheid, datasoevereiniteit en digitale veiligheid structureel worden meegenomen, of slechts als randvoorwaarde. Enterprise-architectuur speelt hierbij een centrale rol als verbindend kader tussen strategie, beleid en uitvoering.

Initiatieven & Beleid

In Nederland groeit het besef dat governance en architectuur bepalend zijn voor de digitale impact van organisaties. Instrumenten zoals het S3-model, ontwikkeld door Wiebren van der Zee (ABN AMRO), laten zien hoe sustainability, sovereignty en security als samenhangende ontwerpcriteria kunnen worden toegepast. Zulke modellen maken spanningen tussen ambities en randvoorwaarden zichtbaar en onder-

steunen keuzes in inrichting en prioritering.

Publieke standaarden zoals NORA en GEMMA bieden al een raamwerk voor consistente digitale architectuur. Hier ligt een kans om duurzaamheidsprincipes expliciet te verankeren, zodat publieke organisaties een eenduidige basis hebben voor digitale verduurzaming.

Internationaal wordt het belang van structurele verankering van duurzaamheid breed onderstreept. Het rapport Responsible AI: Principles and Practices for Success and Sustainability at Scale van SustainableIT.org stelt dat organisaties hun governance fundamenteel moeten herzien om duurzaamheid, ethiek en maatschappelijke verantwoordelijkheid te borgen. Daarbij worden principes als Sustainability Due Diligence en Data Optimization ingezet als richtinggevende kaders.

Tegelijkertijd laten internationale maturity-assessments zien dat juist enterprise-architectuur een van de minst ontwikkelde domeinen is op het gebied van duurzaamheid. Uit onderzoeken van SustainableIT.org en het Capgemini Research Institute blijkt dat veel organisaties wel werken aan energie-efficiëntie of circulaire hardware, maar dat structurele verankering van duurzaamheidsprincipes in architectuur en governance vaak ontbreekt. Dit onderstreept dat hier nog veel winst te behalen is.

Kansen & aanbevelingen

Voor Nederland ligt er een duidelijke kans om governance, ontwerp en architectuur structureel met elkaar te verbinden. Door duurzaamheidsprincipes én datasoevereiniteit expliciet te verankeren in enterprise-architectuurmodellen, inkoopbeleid en publieke standaarden zoals NORA en GEMMA, ontstaat richting en consistentie in digitale verduurzaming. De publieke sector kan hierin het voortouw nemen, niet alleen als beleidsmaker, maar ook als opdrachtgever en systeemverantwoordelijke. Ook de private sector kan versnellen door duurzaamheid, soevereiniteit en veiligheid standaard mee te nemen in hun architectuurkeuzes. Cruciaal is dat organisaties hun kennis en ervaringen actief delen en opschalen, zodat succesvolle aanpakken niet geïsoleerd blijven, maar breed worden toegepast. Zo wordt architectuur een strategisch instrument om digitale keuzes toetsbaar, transparant en maatschappelijk verantwoord te maken.

4. ECOSYSTEEM: NETWERKEN EN INITIATIEVEN

Het ecosysteem rond duurzame digitalisering in Nederland kenmerkt zich door een grote diversiteit aan initiatieven, netwerken en samenwerkingsverbanden. Tegelijkertijd is het landschap versnipperd en veelal afhankelijk van tijdelijke financiering, waardoor samenhang en opschaling onder druk staan. Kansen voor versnelling.

Ook op rijksniveau wordt deze versnippering onderkend. In het Actieprogramma Duurzame Digitalisering 2026–2028 wordt expliciet ingezet op het versterken van overzicht, coördinatie en publiek-private samenwerking rond duurzame digitalisering

4.1 NATIONALE INITIATIEVEN

4.1.1 Ministerie van Economische Zaken

Het Actieprogramma Duurzame Digitalisering 2026–2028 van het Ministerie van Economische Zaken bouwt voort op het Actieplan Duurzame Digitalisering 2024–2026 en geeft verdere invulling aan de ambitie om verduurzaming en digitalisering als twin transition te benaderen. Het programma maakt concreet waar de overheid zelf aan zet is, met name bij het verduurzamen van de eigen ICT, het versterken van monitoring en informatievoorziening en het verbeteren van interdepartementale coördinatie. Daarmee zet het Actieprogramma een duidelijke stap in het versterken van samenhang en bestuurlijke verankering, in aansluiting op Europese kaders.

Tegelijkertijd laat het Actieprogramma zien dat duurzame digitalisering binnen de overheid nog grotendeels vanuit afzonderlijke beleidsdossiers wordt benaderd. De relatie met andere strategische opgaven, zoals digitale soevereiniteit, weerbaarheid en toekomstig verdienvermogen, wordt wel benoemd, maar nog beperkt vertaald naar integrale sturing en samenhangende keuzes. Juist hier ligt een belangrijke kans om het ambitieniveau te verhogen door duurzaamheid niet als een afzonderlijk doel te behandelen, maar als een volwaardig en expliciet onderdeel van bredere strategische afwegingen in beleid, inkoop, architectuurkeuzes en investeringsbeslissingen.

Voor het bedrijfsleven en leveranciers biedt het Actieprogramma vooral duidelijkheid over richting en

beleidsmatige intentie. Het bevestigt dat duurzame digitalisering een structureel onderdeel is van het beleidskader en geen tijdelijk programma. Tegelijkertijd blijft de doorwerking naar concrete verwachtingen voor marktpartijen beperkt. Bindende eisen, tijdslijnen, prikkels en afdwingbare koppelingen met publieke inkoop of standaarden zijn nog nauwelijks uitgewerkt. Voor leveranciers betekent dit dat innovatie en transparantie worden gestimuleerd, maar dat een helder minimumkader en een gelijk speelveld grotendeels ontbreken.

Het Actieprogramma legt daarmee een noodzakelijke en waardevolle basis. De volgende fase vraagt om een expliciet integrale benadering, waarin duurzaamheid, soevereiniteit, veiligheid en economisch verdienvermogen gezamenlijk en in samenhang worden meegewogen in beleidskeuzes en uitvoering. Door deze samenhang structureel te organiseren kan de overheid haar voorbeeldrol verdiepen en de stap zetten van beleidsmatige richting naar bredere en meer structurele impact.

4.1.2 Buyer Group Automatisering en Telecommunicatie (kortweg: Buyer Group ICT)

De Buyer Group Automatisering en Telecommunicatie (kortweg: Buyer Group ICT) is een Nederlands samenwerkingsverband van publieke en semipublieke organisaties die gezamenlijk duurzame ICT-inkoop willen versnellen. De groep wordt gecoördineerd door PIANOo, in nauwe samenwerking met Rijkswaterstaat, dat mede initiatiefnemer is en tevens co-lead is van het internationale Circular and Fair ICT Pact (CFIT).

De deelnemende organisaties, waaronder de Rijksoverheid, Rijkswaterstaat, DICTU, SURF, de Kamer van Koophandel, gemeenten, universiteiten en hogescholen, bundelen hun inkoopkracht om de ICT-markt in beweging te brengen richting circulaire

en maatschappelijk verantwoorde oplossingen. De Buyer Group richt zich in eerste instantie op werkplekapparatuur zoals laptops, smartphones en aanverwante devices, met aandacht voor onder meer levensduurverlenging, hergebruik en sociale voorwaarden in de keten.

De kracht van de Buyer Group ligt in de concrete en toepasbare aanpak. Via gezamenlijke marktconsultaties, voorbeeldclausules, gunningscriteria en monitoringafspraken wordt duurzame inkoop niet alleen geagendeerd, maar daadwerkelijk vertaald naar instrumenten die direct bruikbaar zijn binnen aanbestedingen. De opgebouwde kennis wordt actief gedeeld binnen het netwerk, en via de koppeling met CFIT draagt de groep ook bij aan internationale harmonisatie van criteria en aanpakken.

De aanpak van de Buyer Group ICT laat zien hoe publieke organisaties samen kunnen werken aan impactvolle verduurzaming van hun digitale keten. Door de verbinding met nationale beleidsdoelen én internationale programma's, vormt dit initiatief een belangrijk onderdeel van het bredere ecosysteem rond duurzame digitalisering in Nederland.

4.1.3 Circulaire-IT.nl

Circulaire-IT.nl is een initiatief van uitgever LuteijnMedia BV, ook bekend van vakbladen en platforms als ITchannelPRO, CloudWorks, DatacenterWorks en InfoSecurity Magazine. Het platform richt zich specifiek op de circulaire hardwareketen binnen de ICT-sector en fungeert als ontmoetingsplek voor leveranciers en dienstverleners.

De activiteiten zijn met name gericht op de zogenoemde IT Asset Disposition (ITAD)-bedrijven die zich bezighouden met inzameling, refurbishment en recycling van ICT-apparatuur. Eindgebruikers vormen nadrukkelijk niet de doelgroep. Via de website en regelmatig georganiseerde bijeenkomsten brengt Circulaire-IT.nl marktpartijen samen, deelt praktijkervaringen en stimuleert kennisuitwisseling over thema's als levensduurverlenging, refurbished hardware en e-waste reductie.

4.1.4 Digital Holland

Digital Holland brengt verschillende partijen samen, van innovatief mkb tot grootbedrijf, overheden en kennis- en onderwijsinstellingen, om coalities en programma's te vormen rond zeven digitale sleuteltechnologieën.

De zeven digitale sleutel technologieën die centraal staan binnen Digital Holland zijn: Artificial Intelligence, Data Science, data analytics and data spaces, Cyber security technologies, Software technologies and computing, Digital Connectivity Technologies, Digital Twinning and immersive technologies and Neuromorphic technologies. Deze technologieën zijn nauw verbonden met maatschappelijke en economische transitieën en vormen de kern van de digitale innovatie-structuur van Nederland.

Binnen deze programma's werken onderzoekers en experts uit bedrijven en maatschappelijke organisaties samen aan complexe ICT-vraagstukken. De aanpak van Digital Holland omvat het stimuleren van onderzoek en innovatie, het opleiden van nieuw talent, het verspreiden van kennis en het bevorderen van internationale samenwerking.

De strategische koers is vastgelegd in de Kennis- en Innovatieagenda Digitalisering, waarin langs drie lijnen wordt gewerkt:

- Innoveren in digitale informatietechnologieën
 - doorontwikkeling van de technologie
- Innoveren met digitale informatietechnologieën
 - inzet van ICT voor maatschappelijke transitieën
- Reflecteren op digitale informatietechnologieën
 - ontwikkeling van randvoorwaarden voor verantwoorde digitalisering

Het thema duurzaamheid krijgt vooral invulling binnen dit laatste luik. Hier wordt gewerkt aan ontwerpprincipes, kennisontwikkeling en de borging van thema's als veiligheid, ethiek, strategische autonomie, security by design en duurzaamheid. Deze randvoorwaarden vormen de basis voor een integrale benadering van digitale innovatie.

Binnen deze agenda sluit Digital Holland expliciet aan bij missiegedreven innovatie en de Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's), waarmee technologische ontwikkeling wordt verbonden aan maatschappelijke opgaven en langetermijntransities.

Digital Holland initieert meerdere innovatieprogramma's waarin digitalisering en duurzaamheid samenkomen. Twee voorbeelden waarin deze benadering concreet vorm krijgt zijn:

- **Digitale productpaspoorten.** De komende jaren worden bedrijven verplicht om digitale productpaspoorten op te stellen voor diverse

productgroepen. Deze paspoorten leggen de samenstelling en technische gegevens van producten digitaal vast en worden in elke fase van de keten aangevuld. Ze zijn essentieel voor de transitie naar een circulaire economie. Digital Holland draagt hieraan bij door, samen met Regieorgaan SIA, 2,7 miljoen euro beschikbaar te stellen aan zeven onderzoeksconsortia in onder meer de textiel-, elektronica-, bouw- en batterijsector.

- **Neuromorphic computing.** Nederland beschikt over een sterke kennisbasis op dit terrein. Neuromorphic computing, computerchips die het functioneren van het menselijk brein nabootsen, maakt snellere, slimmere en energiezuinigere berekeningen mogelijk. De technologie geldt als een digitale sleuteltechnologie binnen de portefeuille van Digital Holland en is relevant voor de verdere verduurzaming van AI. Daarnaast heeft neuromorphic computing inhoudelijke raakvlakken met vijf van de tien andere sleuteltechnologieën uit de Nationale Technologie Strategie, namelijk: AI & Data, Cybersecurity, Quantumtechnologie, Semiconductortechnologie en Photonica en optische systemen. Uit de recent ontwikkelde roadmap, gecoördineerd door Digital Holland en partners, blijkt dat Nederland goed gepositioneerd is om hierin een leidende rol te spelen op de langere termijn.

Met deze inzet levert Digital Holland een bijdrage aan het vormgeven van een verantwoorde digitale toekomst. Niet alleen door technologie te ontwikkelen, maar ook door randvoorwaarden en samenwerkingen te creëren die duurzaamheid structureel verankeren in de digitale innovatie-agenda.

4.1.5 Digital Sustainability Center (DiSC)

Het Digital Sustainability Center (DiSC) van de Vrije Universiteit Amsterdam staat onder leiding van prof. dr. Patricia Lago, hoogleraar Software Engineering. Het centrum wil samenwerking stimuleren rond digitalisering, digitale transformatie en de rol van software voor duurzaamheid. DiSC is ingebed in de VU en maakt deel uit van het Amsterdam Sustainability Institute en het Network Institute.

Het centrum werkt in zogenoemde labs, waarin onderzoekers samen met publieke en private partners onderzoeksprojecten uitvoeren. Partners zijn onder meer ABN AMRO, Schuberg Philis, de Gemeente Amsterdam en de Software Improvement Group (SIG). Deze samenwerkingen bouwen voort op eerdere trajecten zoals het LEAP-programma.

Naast onderzoek biedt DiSC ook onderwijs en professionalisering. Een voorbeeld is de Digital Sustainability Dojo, een programma voor professionals waarin onder meer de SAF Toolkit centraal staat. Binnen dit programma leren deelnemers digitale duurzaamheid te vertalen naar ontwerpkeuzes, KPI-ontwerp en toepassing in een kwaliteitsmodel.

Het Distributed Systems and Computing (DiSC)-lab staat in verbinding met de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering, waarmee academisch onderzoek naar duurzame software en systemen wordt verbonden aan bredere publiek-private samenwerking rond duurzame digitalisering in Nederland.

4.1.6 Dutch Data Center Association

De Dutch Data Center Association (DDA) is de brancheorganisatie van commerciële datacenters in Nederland. De organisatie vertegenwoordigt de belangen van datacenterexploitanten en is actief op thema's als energievoorziening, duurzaamheid, regelgeving en ruimtelijke inpassing van digitale infrastructuur.

De DDA benadrukt dat datacenters in Nederland grotendeels gebruikmaken van duurzaam opgewekte elektriciteit, veelal via inkoop van hernieuwbare energie en certificaten, en dat het verduurzamen van de datacenterinfrastructuur een belangrijk aandachtspunt is binnen de sector. Daarbij ligt de focus onder meer op energie-efficiëntie, innovatieve koeltechnieken en het hergebruik van restwarmte. Tegelijkertijd is de sector regelmatig onderwerp van debat met overheden en omgevingsdiensten, onder meer rond netcongestie, vergunningverlening en ruimtelijke impact.

Jaarlijks organiseert de DDA de Green Data Center Conference, waar datacenterexploitanten, overheden, netbeheerders en technologiepartijen met elkaar in gesprek gaan over duurzaamheid, energie-efficiëntie en beleidsontwikkelingen in de sector. De conferentie fungeert als platform voor kennisdeling en dialoog binnen het bredere ecosysteem van digitale infrastructuur.

4.1.7 Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering

De Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD) organiseert publiek-private samenwerking rond duurzame digitalisering in Nederland, in nauwe verbinding met het ministerie van Economische Zaken. Binnen het Actieplan Duurzame Digitalisering

2024–2025 en het daaropvolgende Actieprogramma 2026–2028 vervult de NCDD een coördinerende rol in het samenbrengen van partijen uit overheid, bedrijfsleven en kennisinstellingen, gericht op kennisdeling, afstemming en het versterken van samenhang in het ecosysteem. De NCDD is daarbij nadrukkelijk gepositioneerd als precompetitief, agenderend en coördinerend platform, en niet als uitvoerings- of implementatieorganisatie.

De NCDD is voortgekomen uit het regionale Lower Energy Acceleration (LEAP)-initiatief en is in 2022 gestart als nationaal meerjarenprogramma met het Manifest Duurzame Digitalisering. Sindsdien is de coalitie stapsgewijs uitgebouwd en bestemd als platform waarin uitvoering, marktontwikkeling en beleidsdoelen rond duurzame digitalisering met elkaar worden verbonden, waarbij het ministerie van Economische Zaken optreedt als beleidsmatige partner binnen de Rijksoverheid en de NCDD fungeert als publiek-private samenwerkingsstructuur voor precompetitieve afstemming en uitvoering.

De NCDD opereert daarbij binnen beperkte beschikbare middelen, waarbij de bijdrage van het ministerie van Economische Zaken in de komende jaren wordt afgebouwd en een grotere private bijdrage wordt beoogd.

Sinds de oprichting heeft de NCDD diverse praktische instrumenten ontwikkeld, waaronder het Sustainable IT Impact Assessment (SIIA) en de Handleiding Emissieloze Online Thuiswerkplek. In hoeverre deze instrumenten structureel worden toegepast in IT-besluitvorming, architectuur, inkoop of governance is vooralsnog beperkt inzichtelijk, waardoor de doorwerking naar daadwerkelijke verduurzaming van digitalisering in de praktijk moeilijk te duiden is.

In het 'Huis van de Duurzame Digitalisering' werkt de NCDD langs meerdere samenhangende programmalijnen, waaronder technologische innovatie, verduurzaming van IT, verduurzaming door IT en randvoorwaarden zoals wet- en regelgeving, standaarden, procurement en kennisdeling. Deze thematische breedte weerspiegelt de complexiteit van de opgave, maar onderstreept tegelijkertijd het belang van samenhang en prioritering om beschikbare capaciteit en middelen effectief te laten doorwerken richting toepassing.

De coalitie wordt in belangrijke mate gedragen door kennisinstellingen, consultants, maatschappelijke organisaties en leveranciers. Het aantal aangesloten publieke en private IT-eindgebruikers is beperkt. Daarnaast ontbreekt structurele samenwerking met andere initiatieven, zoals de Buyer Group ICT, CFIT, Circulaire-IT.nl of grassroots-netwerken als Sustainable IT Netherlands. Juist door sterker te verbinden met deze netwerken en nauwer aan te haken bij internationale partners zoals ISIT en de Green Software Foundation, kan de NCDD haar positie versterken en bijdragen aan minder versnippering en meer samenhang.

Daarmee vervult de NCDD op dit moment vooral een agenderende rol binnen het ecosysteem van duurzame digitalisering. De kracht van de coalitie ligt in het samenbrengen van partijen, het ontwikkelen van gezamenlijke kaders en het organiseren van bijeenkomsten en evenementen die kennisdeling en dialoog faciliteren. Tegelijkertijd blijft de impact op schaalbare toepassing en structurele gedragsverandering in de praktijk beperkt, zolang grotere betrokkenheid van de vraagzijde en duurzame verbinding met uitvoerende netwerken ontbreken.

4.1.8 NL Digital

NLdigital is de brancheorganisatie die de Nederlandse digitale sector vertegenwoordigt, waaronder IT-dienstverleners, softwarebedrijven, datacenters en telecomaانبieders. Duurzaamheid is één van de thematische speerpunten binnen de vereniging, waarbij digitalisering zowel wordt gepositioneerd als instrument voor verduurzaming van andere sectoren als een domein met een eigen milieu-impact.

NLdigital richt zich op kennisdeling, belangenbehartiging en beleidsbeïnvloeding rond thema's als energie en klimaat, circulariteit van ICT-hardware en de implementatie van Europese en nationale wet- en regelgeving, waaronder CSRD en energiebesparingsverplichtingen. In die rol vertegenwoordigt NLdigital de standpunten van de sector in Den Haag en treedt zij op als gesprekspartner voor overheid en politiek. Deze activiteiten krijgen vorm via publicaties, handreikingen en ledennetwerken, waaronder het Netwerk Energie en Klimaat, waar leden periodiek bijeenkomen om kennis en ervaringen uit te wisselen en beleidsontwikkelingen te bespreken.

Daarnaast is NLdigital betrokken bij publiek-private samenwerkingen, waaronder de Nationale Coalitie

Duurzame Digitalisering, en bij sectorbrede initiatieven rond producentenverantwoordelijkheid, onder meer via Stichting OPEN. De rol van NLdigital binnen het ecosysteem is daarmee vooral faciliterend en representatief. De organisatie draagt bij aan agendering, afstemming en beleidsdialog, terwijl de daadwerkelijke implementatie en opschaling van duurzame digitalisering primair bij individuele bedrijven en andere uitvoerende partijen ligt.

4.1.9 Platform Energie Bewustzijn

Het Platform Energiebewustzijn (PEB) is een onafhankelijk platform dat sinds 2025 bestaat en zich richt op de energietransitie vanuit het perspectief van gedragsverandering. Het platform vertrekt vanuit de aanname dat technologische innovatie en beleid alleen onvoldoende zijn om klimaatdoelstellingen te realiseren, en dat structurele verandering vraagt om aanpassing van energiegebruik en digitaal gedrag in wonen, werken en consumeren.

PEB bevindt zich in een opbouwfase en werkt aan het vormen van een consortium van publieke en private partijen. De focus ligt nadrukkelijk op het ontwikkelen, testen en toepassen van concrete oplossingen, met aandacht voor wat er al aan kennis, initiatieven en instrumenten beschikbaar is binnen het bestaande ecosysteem. Daarmee positioneert PEB zich minder als overleg- of kennisplatform en meer als uitvoerende en experimentele omgeving.

Sinds 2025 ontvangt PEB subsidie van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei voor activiteiten die zijn gericht op het verminderen van energiegebruik door digitale toepassingen, met specifieke aandacht voor streaminggedrag en datagebruik bij consumenten en bedrijven. De nadruk ligt daarbij op de vraagzijde, waar gedragsverandering direct effect kan hebben op energiegebruik en piekbelasting.

Op het thema datagebruik werkt PEB samen met de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering. Waar de NCDD zich vooral richt op bewustwording, agendering en beleidsmatige kaders rond de impact van digitalisering, richt PEB zich binnen deze samenwerking op het ontwikkelen en uitvoeren van concrete interventies en pilots.

Vanaf 2026 werkt PEB samen met TNO aan pilots rond online gedrag, waaronder het gebruik van sociale media, video- en streamingdiensten en televisie. In deze pilots

wordt onderzocht wat de impact is van digitaal gebruik op energieverbruik en milieu, evenals op welzijn, en hoe gedragsinterventies kunnen worden ontworpen en toegepast om daadwerkelijk gedrag te veranderen.

De toegevoegde waarde van PEB ligt daarmee in het vertalen van inzichten naar praktische oplossingen en het testen van interventies in de praktijk. De effectiviteit van het platform zal afhangen van de mate waarin het consortium zich verder ontwikkelt en succesvolle pilots kunnen worden opgeschaald binnen bestaande structuren en samenwerkingen.

4.1.10 Stichting OPEN

Stichting OPEN (Organisatie Producentenverantwoordelijkheid E-waste Nederland) voert namens producenten en importeurs de wettelijke producentenverantwoordelijkheid uit voor alle elektrische en elektronische apparatuur die in Nederland op de markt wordt gebracht. Dit geldt zowel voor consumentenapparaten als voor zakelijke IT-hardware.

De stichting organiseert de inzameling en recycling via een landelijk netwerk van inleverpunten, retailers en gemeenten (Wecycle), aangevuld met gecertificeerde inzamelaars en verwerkers. In 2024 werd in totaal 255.409 ton afgedankte elektrische en elektronische apparatuur ingezameld, waarvan 162.383 ton via het netwerk van Stichting OPEN. Voor specifieke IT-categorieën rapporteert het CBS dat in 2024 17,8 procent van de laptops, 12,8 procent van de tablets, 14,4 procent van de smartphones en 35,9 procent van de desktops door huishoudens werd ingeleverd voor recycling.

Voor de zakelijke markt bestaan aparte inzamelroutes via IT Asset Disposition (ITAD)-bedrijven en gecertificeerde inzamelaars. In de praktijk kiezen veel organisaties echter voor commerciële refurbishers of resellers die buiten het formele OPEN-circuit werken. Daardoor zijn de zakelijke stromen in de officiële cijfers beperkt zichtbaar, hoewel zij wel onder het mandaat van Stichting OPEN vallen.

De verwerking van ingezamelde IT-hardware vindt plaats bij gecertificeerde verwerkers in Nederland en de EU. Daar worden grondstoffen zoals metalen, kunststoffen en edelmetalen teruggewonnen, waaronder kritieke materialen als goud, zilver en palladium. Tegelijkertijd bestaan er lekstromen: apparaten die buiten de officiële inzameling om verdwijnen en in sommige gevallen illegaal worden geëxporteerd. De Inspectie

Leefomgeving en Transport (ILT) houdt toezicht op deze stromen, maar kan niet voorkomen dat niet alle apparaten correct worden verwerkt of dat alle kritieke materialen daadwerkelijk behouden blijven.

4.1.11 Sustainable IT Netherlands

Sustainable IT Netherlands is een onafhankelijke community die in 2022 werd opgezet door Chris Stapper (Rabobank) en Corina Milosoiu (Microsoft). Het initiatief organiseert tweemaandelijks meetups waar professionals uit de IT-sector elkaar ontmoeten om kennis en ervaringen uit te wisselen rond duurzame IT. De community telt inmiddels ongeveer 600 leden, waarvan er doorgaans 30 tot 40 actief deelnemen aan de bijeenkomsten.

De meetups hebben een sterk technisch karakter en richten zich vooral op developers, DevOps-teams en architecten. Sprekers zijn vaak afkomstig uit consultancy, leveranciers en de technologiesector en delen praktijkvoorbeelden en best practices. Onderwerpen variëren van energie-efficiënt programmeren en architectuurkeuzes voor groene software tot frameworks zoals DevOps++, waarin duurzaamheid wordt geïntegreerd in de ontwikkelcyclus.

Naast kennisdeling vervullen de bijeenkomsten een belangrijke rol als ontmoetingsplek. Via paneldiscussies, pitches en interactieve formats zoals speed debating worden deelnemers actief betrokken en ontstaan nieuwe verbindingen. De organisatoren positioneren Sustainable IT Netherlands bovendien als een platform waar ook andere relevante evenementen rond duurzame IT kunnen worden aangekondigd.

Sustainable IT Netherlands staat op zichzelf en is niet formeel verbonden aan bredere initiatieven zoals de NCDD of het Digital Sustainability Center. Daarmee vormt de community een waardevolle aanvulling binnen het Nederlandse ecosysteem: een grassroots-platform dat vanuit de praktijk en de technische gemeenschap bijdraagt aan de ontwikkeling van duurzame software en IT.

4.1.12 TNO

TNO speelt een actieve rol op het gebied van duurzame digitalisering. Het instituut onderzoekt hoe digitale technologieën zo ontworpen en toegepast kunnen worden dat zij bijdragen aan maatschappelijke verduurzaming en tegelijkertijd energie- en grondstoffenefficiënter worden. Vanuit onderzoek,

samenwerking met bedrijven en beleidsadvies ontwikkelt TNO kennis en praktische handvatten om Green IT te versnellen en toekomstbestendig te maken.

Een belangrijk kader hiervoor is het ERP Sustainable Digitalisation, een vierjarig onderzoeksprogramma waarin TNO samen met bedrijven en publieke partners werkt aan thema's als Futureproof AI, duurzame inkoop van digitale technologie en het terugdringen van de milieu-impact van streaming. Binnen dit programma wordt expliciet gekeken naar hoe nieuwe digitale technologieën zo ontworpen en ingezet kunnen worden dat ze bijdragen aan duurzaamheid in plaats van extra belasting te veroorzaken.

In de publicatie *The Green IT Value Case (2025)*, ontwikkeld samen met Accenture, laat TNO zien dat duurzame digitalisering geen kostenpost hoeft te zijn, maar een strategische kans vormt. Tijdens ronde tafels met grote publieke en private organisaties werden concrete use cases gedeeld. Deze gingen onder meer over het meten en reduceren van energieverbruik in datacenters, het integreren van duurzaamheid in IT-governance, het verantwoord inzetten van AI en het aanpakken van emissies in de toeleveringsketen. De cases tonen aan dat Green IT in de praktijk kan leiden tot zowel milieu- als economische voordelen.

In de publieke communicatie benadrukt TNO dat Green IT moet verschuiven van een focus op kosten en verplichtingen naar waardecreatie en concurrentiekracht. Succesvolle organisaties koppelen duurzaamheid direct aan hun strategie en gebruiken internationale standaarden zoals de Software Carbon Intensity (SCI) uit de Green Software Foundation om hun voortgang meetbaar te maken.

Daarnaast organiseert TNO de Futureproof AI Impact Acceleration Challenge. In deze challenge vervult TNO de rol van innovatie-orkestrator en brengt zij publieke en private eindgebruikers samen met kennisinstellingen rondom concrete AI-vraagstukken. De challenge kent een intensieve looptijd van twaalf weken, waarin gezamenlijk wordt toegewerkt naar praktisch toepasbare oplossingen voor de praktijk. TNO brengt hierbij actief haar wetenschappelijke en toegepaste kennis in, onder meer vanuit lopende nationale en Europese programma's zoals GPT-NL, AI-Factory-initiatieven en programma's rond duurzame en soevereine digitale infrastructuur, waaronder MISD Duurzame Datacenters.

De focus binnen deze aanpak ligt op het ontwikkelen van oplossingsrichtingen om AI-toepassingen en modellen meetbaar en vergelijkbaar te maken. Dit geeft organisaties inzicht in hun AI-gebruik, maakt het mogelijk de return on investment (ROI) te bepalen en ondersteunt bewuste keuzes op het gebied van duurzaamheid, digitale soevereiniteit en het verminderen van lock-in. Daarmee wordt AI benaderd als een strategisch beheersbaar onderdeel van de digitale infrastructuur, in plaats van als een op zichzelf staande technologie.

Naast deze nationale activiteiten is TNO actief betrokken bij diverse Europese onderzoeks- en innovatieprogramma's op het gebied van digitale technologie en duurzaamheid. In deze programma's verbindt TNO Nederlandse kennis en praktijkervaring met Europese beleidsdoelen en industriële ontwikkelingen. Deze internationale inzet versterkt de samenhang tussen onderzoek, beleid en toepassing en draagt bij aan de positionering van Nederland binnen Europese initiatieven rond duurzame en soevereine digitalisering. De rol van TNO binnen deze internationale context wordt verderop in dit document nader toegelicht.

4.2 INTERNATIONALE INITIATIEVEN

4.2.1 SustainableIT.org

SustainableIT.org is een in de Verenigde Staten opgericht non-profit initiatief, ondersteund door een aantal grote Amerikaanse technologiebedrijven. Het platform heeft als missie om wereldwijd leiders uit de IT en duurzaamheid samen te brengen, en om best practices, frameworks en standaarden te ontwikkelen voor duurzame IT. Vanuit deze ambitie publiceerde de organisatie onder meer een Responsible AI Leadership Framework, een IT Sustainability Maturity Model, een Enterprise Architecture Principles Guide en diverse casestudy's, waaronder die van Mastercard.

De publicaties richten zich vooral op governance, verantwoord gebruik van AI en de toepassing van duurzaamheidsprincipes in IT-architectuur en infrastructuur. Daarbij ligt de nadruk sterk op instrumenten en raamwerken waarmee organisaties hun eigen volwassenheid en prestaties kunnen meten en verbeteren.

Na een periode van snelle opbouw is SustainableIT.org de afgelopen tijd echter aan invloed verloren. In

Nederland zijn er nauwelijks deelnemende organisaties en in Europa zijn de plannen om nationale chapters op te zetten in de zomer van 2025 on hold gezet. Mede door geopolitieke ontwikkelingen en de sterke Amerikaanse oriëntatie van de sponsoring ontbreekt bij SustainableIT.org bovendien de aandacht voor thema's zoals digitale soevereiniteit en strategische autonomie, die in de Europese context wel centraal staan.

4.2.2 Green Software Foundation

De Green Software Foundation (GSF) is in 2021 opgericht door Accenture, GitHub, Microsoft en ThoughtWorks, in samenwerking met de Linux Foundation. Het doel is om wereldwijd standaarden, methoden en best practices te ontwikkelen waarmee softwareontwikkeling minder CO₂-intensief wordt. De stichting heeft onder meer de Software Carbon Intensity (SCI)-specificatie ontwikkeld, een methode om de uitstoot van software meetbaar te maken. Deze standaard wordt internationaal toegepast en geldt als een belangrijke bouwsteen voor duurzame digitalisering.

Daarnaast publiceerde de Green Software Foundation de zogenoemde green software code met patronen en ontwerpprincipes voor duurzame softwareontwikkeling, en ontwikkelde zij trainingen zoals de Green Software Practitioner course. Ook is een internationaal meetup-netwerk opgezet. Daarmee is een community ontstaan van ruim zestig aangesloten organisaties en duizenden individuele leden. Het merendeel van de leden bestaat uit IT-leveranciers en consultancybedrijven, zoals Microsoft, Siemens, Cisco, Intel en Accenture. Grote eindgebruikers van IT zijn slechts beperkt vertegenwoordigd, met enkele uitzonderingen zoals UBS.

In Nederland is de zichtbaarheid en activiteit van de Green Software Foundation beperkt. Er is een Nederlandse chapter onder leiding van Wilco Burggraaf (HighTech Innovators), maar er vinden weinig bijeenkomsten plaats en er zijn nauwelijks organisaties formeel aangesloten. Eindgebruikers zijn hier geheel afwezig, waardoor de verbinding met nationale vraagstukken en inkoopinitiatieven rond duurzame digitalisering beperkt blijft.

4.2.3 Sustainable Digital Infrastructure Alliance (SDIA)

De Sustainable Digital Infrastructure Alliance (SDIA) is een Europees initiatief dat in 2019 in Duitsland werd opgericht door Max Schulze. De alliantie wil de verduurzaming van digitale infrastructuur versnellen

en heeft daarvoor een roadmap opgesteld richting 2030. SDIA houdt zich bezig met thema's als energie-efficiëntie van datacenters, integratie van hernieuwbare energie en circulair gebruik van materialen.

Hoewel de alliantie een internationale ambitie heeft, zijn de activiteiten in de praktijk vooral in Nederland zichtbaar. Daarbij is de schaal beperkt en bestaat de betrokkenheid voornamelijk uit leveranciers en dienstverleners. Grote eindgebruikers of beleidsorganisaties spelen geen rol en er is geen samenwerking met de NCDD of vergelijkbare nationale initiatieven.

SDIA werkt soms samen met andere losse initiatieven, nationaal en internationaal, en positioneert zich bij momenten ook als pleitbezorger of activistisch geluid in het debat over duurzame digitale infrastructuur. Daarmee draagt SDIA bij aan de discussie en bewustwording, maar de feitelijke impact blijft vooralsnog bescheiden. Oprichter Max Schulze geldt wel als een inhoudelijk gezaghebbend expert op dit terrein.

4.2.4 ISIT

Het Institute for Sustainable IT (ISIT) is een non-profit netwerk dat actief is in Frankrijk, België en Zwitserland en meer dan tweehonderd leden en partners telt, waaronder bedrijven, overheden, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties. ISIT begeleidt organisaties van uiteenlopende grootte bij de transitie naar duurzamere digitale praktijken via trainingen, instrumenten en certificering.

Tot de concrete activiteiten behoren de ontwikkeling van de WeNR-tool om de ecologische voetafdruk van informatiesystemen te meten, een Sustainable IT MOOC voor opleiding en bewustwording, en het Sustainable IT Label waarmee organisaties hun voortgang zichtbaar kunnen maken. Daarnaast biedt ISIT handboeken voor ecodesign van digitale diensten, workshops en een expertdatabase.

ISIT adresseert een breed spectrum van onderwerpen rond duurzame digitalisering. Dat betreft niet alleen energie-efficiëntie, hergebruik en recycling van apparatuur, maar ook sociale thema's zoals inclusieve en toegankelijke digitalisering, ethisch gebruik van technologie en de rol van digitale middelen in de circulaire economie. De aanpak is gebaseerd op de drieslag people, planet en prosperity.

Hoewel er in Frankrijk veel kennis aanwezig is en in België en Zwitserland een actieve gemeenschap is opgebouwd, merkt ISIT dat het onderwerp duurzame digitalisering in 2025 moeilijker prioriteit krijgt bij bedrijven, omdat andere urgente thema's de aandacht vragen.

4.2.5 Circular and Fair ICT Pact (CFIT)

Het Circular and Fair ICT Pact (CFIT) is een internationale samenwerking die in 2021 is opgericht onder de vlag van het United Nations One Planet Network. Het pact verenigt publieke en semipublieke inkopers van ICT uit verschillende landen in een collectieve beweging om de markt voor laptops en smartphones, en in de toekomst ook andere productgroepen, meer circulair te maken.

CFIT richt zich nadrukkelijk op twee dimensies: het verlengen van de levensduur van ICT-apparatuur om de ecologische voetafdruk van productie te verkleinen, en het bevorderen van transparante, faire waardeketens waarin mensenrechten en arbeidsomstandigheden worden gerespecteerd. Deze combinatie van milieu- en sociale criteria maakt het pact uniek in het internationale speelveld.

Nederland speelt een voortrekkersrol binnen CFIT. Rijkswaterstaat is co-lead en host van het internationale secretariaat, waarmee de Nederlandse inzet voor duurzame ICT-inkoop een duidelijke internationale verankering krijgt. Via CFIT worden nationale buyer groups – zoals de Nederlandse Buyer Group ICT – verbonden in één wereldwijd netwerk. Hierdoor ontstaat de schaal en uniformiteit die nodig zijn om de internationale ICT-markt daadwerkelijk te beïnvloeden.

Het pact levert niet alleen politieke afspraken op, maar ook concrete instrumenten: gezamenlijke basiscriteria, monitoringafspraken, voorbeeldclausules en internationale werkagenda's. Daarmee helpt CFIT inkopers om met praktische handvatten de stap te zetten van ambitie naar uitvoering, terwijl tegelijkertijd de markt duidelijker richting krijgt.

CFIT is een vrijwillige overeenkomst en kent daarmee ook beperkingen: succes hangt af van actieve deelname en de bereidheid van landen en organisaties om criteria daadwerkelijk te implementeren. Tegelijk laat het pact zien dat internationale samenwerking mogelijk is op een terrein dat traditioneel versnipperd en marktgedreven is. Daarmee vormt CFIT een belangrijke

schakel in de opschaling van duurzame digitalisering wereldwijd. Ook hier geldt dat de Nederlandse rol via Rijkswaterstaat direct gekoppeld is aan het Actieplan Duurzame Digitalisering. Dit waarborgt dat internationale samenwerking binnen CFIT niet losstaat van nationale beleidsdoelen, maar deze juist versterkt.

4.3 EUROPESE ONDERZOEKSPROJECTEN

Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven nemen deel aan diverse Europese onderzoeksprojecten rond duurzame digitalisering. Deze projecten richten zich op het verduurzamen van digitale infrastructuur, software en hardware, en dragen bij aan de ontwikkeling van standaarden, architecturen en meetmethoden.

Een actueel voorbeeld is het project MISD (Modular Integrated Sustainable Datacentres), onderdeel van het IPCEI-CIS programma. MISD loopt van 2024 tot 2029 en richt zich op het ontwikkelen van een modulair en duurzaam datacenterconcept. Daarbij wordt gewerkt aan secure-by-design infrastructures, geavanceerd thermisch management, integratie van hernieuwbare energie en flexibele orkestratie van rekenkracht. In het consortium werken bedrijven als Asperitas, BetterBe, Deerns, Eurofiber en NBIP samen met kennispartners waaronder de Universiteit Twente en TNO. TNO heeft een centrale rol in het ontwikkelen van architecturen en algoritmen die edge computing duurzamer maken en beter laten aansluiten op energie- en netwerkinfrastructures. Het project beoogt een reductie van meer dan vijftig procent CO₂ ten opzichte van huidige datacenteropties.

Een ander relevant project is Exigence, dat sinds 2024 loopt onder het Europese SNS-JU programma (Smart Networks and Services). Exigence wil de energieconsumptie en CO₂-voetafdruk van ICT-diensten drastisch terugdringen door te werken aan service-level metingen, optimalisatie en nieuwe stimulansen om aanbieders en gebruikers tot duurzamer gedrag te bewegen. Use cases variëren van energiezuinig streamen tot carbon-aware AI en groene netwerkorkestratie aan de rand (edge). TNO is betrokken bij het ontwikkelen van metrieken en standaarden die als basis dienen voor toekomstig beleid en certificering.

Tot slot is Nederland betrokken bij het Europese Digital Product Passport-project (CIRPASS/CIRPASS-2), waarin wordt gewerkt aan een gestandaardiseerd digitaal productpaspoort dat informatie over materialen en levenscycli van onder meer elektronica en batterijen traceerbaar maakt. Dit ondersteunt hergebruik, reparatie en recycling van hardware en draagt bij aan het terugwinnen van kritieke grondstoffen. TNO coördineert in dit kader het Nederlandse *Centre of Excellence Digital Product Passport (CoE-DPP)*, dat met ondersteuning van onder meer het Ministerie van Economische Zaken kennis en ervaring ontwikkelt en deelt rond datastandaarden, interoperabiliteit en traceerbaarheid, in samenwerking met Europese partners.

4.4 HET ECOSYSTEEM VAN INITIATIEVEN

Nederland kent een groot aantal netwerken en platforms die zich bezighouden met duurzame digitalisering. Deze zijn waardevol, maar verschillen sterk in scope, doelgroep en mate van impact. Onderstaande matrix geeft een overzicht van nationale en internationale initiatieven

NATIONALE INITIATIEVEN

INITIATIEF	TYPE / OORSPRONG	FOCUSTHEMA'S	DOELGROEP / ROL
BUYER GROUP	Publieke inkoopcoalitie	Duurzame IT-inkoop, aanbestedingen	Overheden en publieke organisaties
CIRCULAIRE-IT.NL	Netwerk/platform	Hardware-terugname, circulariteit, ketens	Leveranciers en inkopers van hardware
DIGITAL HOLLAND	PPS-platform (voormalig Topsector ICT)	Green software, AI, kennisontwikkeling	Kennis en innovatie
DISC	Kennisinstellingen	Energie-efficiëntie, warmtehergebruik, circulair materiaalgebruik	Datacenter operators en leveranciers
DDA	Branche organisatie datacenters	Technologische innovatie, verduurzaming van IT, verduurzaming door IT, randvoorwaarden	Publieke en private partijen, kennisinstellingen, consultancies, leveranciers
NCDD	Coalitie, publiek-privaat	Duurzaamheid in IT-sector, beleid en marktpositie	IT-leveranciers, bredere branche
NL DIGITAL	Branchevereniging IT-leveranciers	Energiebewust gebruik van digitale diensten	Organisaties en consumenten
PLATFORM ENERGIE BEWUSTZIJN	Publiek initiatief	Energie-efficiëntie, circulaire datacenters	IT- en datacentersector, leveranciers, netwerkpartners
SDIA (SUSTAINABLE DIGITAL INFRA-STRUCTURE ALLIANCE)	Netwerkorganisatie (NL/Duitsland)		
SUSTAINABLE IT NL	Community van tech-professionals	Green software, cloud, datacenters, developer practices	Ontwikkelaars, architecten, IT-professionals
OPEN ICT	Stichting	E-waste, circulaire hardware, inzameling elektronica	Inzamelaars, leveranciers, publieke partijen
TNO	Toegepast wetenschappelijk instituut	Duurzame digitalisering in brede zin	Publiek private samenwerking - kennisinstellingen - onderzoeksinstituten

INTERNATIONALE INITIATIEVEN

INITIATIEF	TYPE / OORSPRONG	FOCUSTHEMA'S	DOELGROEP / ROL
GREEN SOFTWARE FOUNDATION (GSF)	Internationale non-profit, VS/wereldwijd	Green software, standaarden (SCI), tooling	Ontwikkelaars, bedrijven, beleidsmakers
ISIT (Frankrijk/België)	Regionaal netwerk	Duurzame IT, bewustwording, vaardigheden	Academici, bedrijven, beleidsmakers
SUSTAINABLEIT.ORG	Internationaal netwerk (VS)	Communityvorming, praktijk-uitwisseling, frameworks	IT-leiders, bedrijven, consultants
CFIT (Collective for IT procurement)	Internationaal initiatief	Gezamenlijke inkoopkracht, duurzame IT-oplossingen	Publieke (en private) inkopers
GAIA-X (EU)	Europese coalitie	Datasoevereiniteit, cloud & edge, interoperabiliteit	kennisinstellingen, overheden

4.5 SWOT ANALYSE VAN HET NEDERLANDSE ECOSYSTEEM

Sterktes

- Intrinsiek gemotiveerde groep professionals en een sterke kennisinfrastructuur met o.a. TNO, SURF en universiteiten.
- Robuuste digitale infrastructuur in Nederland, met hoogwaardige connectiviteit en datacentercapaciteit.
- Diversiteit aan initiatieven die elk waarde toevoegen: van coalitievorming en instrumentontwikkeling (NCDD) en kennisontwikkeling (DiSC) tot praktijkgerichte netwerken (Buyer Group, Circulaire-IT.nl) en communities van techprofessionals (Sustainable IT NL)
- Eerste internationale inbedding: deelname aan EU-projecten en aansluiting op coalities als CFIT en de Green Software Foundation.

Zwaktes

- Versnippering: initiatieven werken vaak naast elkaar en missen een centrale structuur voor regie en opschaling.
- Te veel nichegericht: initiatieven hebben elk een eigen invalshoek (bijv. instrumenten/ kennisontwikkeling, inkoop, hardware/circulariteit, developer practices), maar de verbinding tussen deze sporen en de opschaling naar brede eindgebruikers blijft beperkt.
- Beperkte betrokkenheid van het bredere bedrijfsleven en eindgebruikers; veel initiatieven blijven in kleine netwerken hangen.
- Afhankelijkheid van tijdelijke subsidies en projecten, zonder structurele financiering of borging in bestaande koepels (zoals VNO-NCW, CIO Platform).

Kansen

- Europese beleidsagenda's (EU Digital Decade, Green Deal, Chips Act, Critical Raw Materials Act, Cloud & AI Development Act) en financieringsprogramma's (Horizon Europe, Digital Europe, IPCEI's).
- De Competitiveness Compass van de Europese Commissie (2025) onderstreept de noodzaak van versnelling, schaal en het verminderen van strategische afhankelijkheden, een directe steun in de rug voor Europese en Nederlandse opschaling van duurzame en soevereine digitale oplossingen.
- Internationale coalities bieden schaal en slagkracht: Green Software Foundation (standaarden), ISIT (Frankrijk/België), SDIA (Duitsland/Europa), SustainableIT.org (Nordics/DACH), en CFIT (gezamenlijke inkoop).
- Circulaire economie en Green Deals in Nederland als versnellers voor duurzame digitalisering.
- Snelle adoptie van AI en edge computing biedt momentum om duurzaamheid, soevereiniteit en ethiek vanaf het begin te verankeren.

Bedreigingen

- Dominantie van internationale techspelers maakt opschaling van Nederlandse en Europese alternatieven moeilijk zonder bundeling.
- Politieke tegenkrachten wereldwijd (anti-ESG/anti-klimaatsentiment in de VS) kunnen de urgentie ondergraven.
- Complexiteit en abstractie van duurzaamheidsthema's ontmoedigt bedrijven en leidt tot "sustainability fatigue".
- Gebrek aan structurele financiering en regie vergroot de kans dat initiatieven versnipperd blijven en pilots niet doorstromen naar brede toepassing.

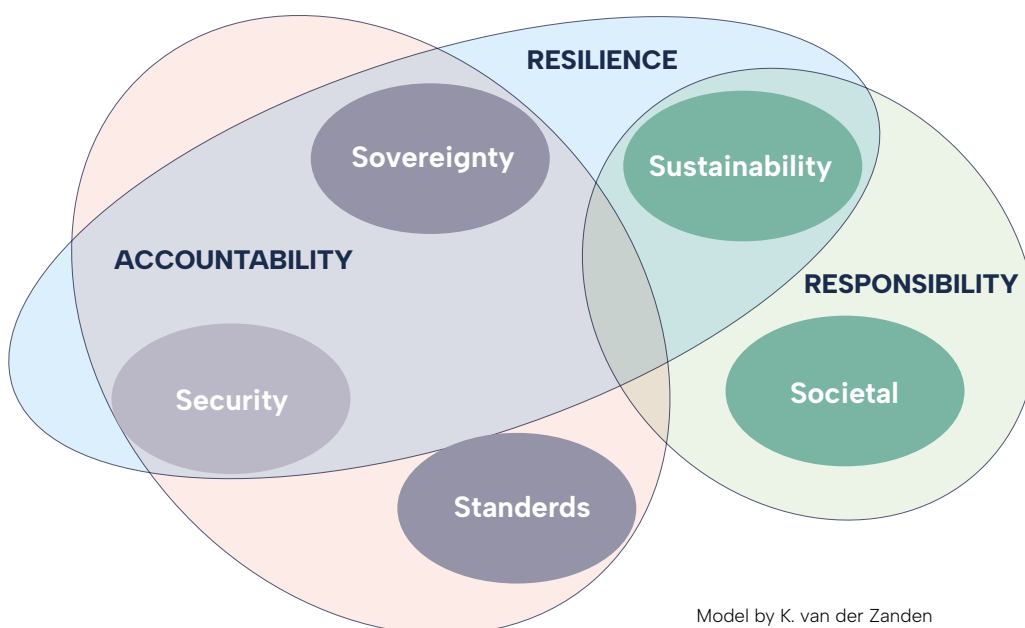
5. VISIEKADER: HET S5-MODEL

De opgave om digitalisering toekomstbestendig te maken, duurzaam, veilig, ethisch en soeverein, vraagt om een helder kader dat technologische, maatschappelijke en geopolitieke afwegingen samenbrengt. Dit wordt ook wel aangeduid als 'Futureproof IT': een benadering waarin digitalisering niet alleen functioneel en innovatief is, maar ook robuust, verantwoord en in lijn met maatschappelijke waarden. Een waardevolle basis hiervoor is het zogenoemde S3-model, ontwikkeld door Wiebren van der Zee (ABN AMRO). Dit model onderscheidt drie essentiële dimensies: Sustainability, Sovereignty en Security. Het biedt houvast bij het beoordelen van digitale strategieën en infrastructuren op hun bijdrage aan autonomie, grip op data, cybersecurity, weerbaarheid en milieudoelen. Ook in academisch onderzoek is het model toegepast, zoals door Tantoush et al. (2025), in de context van software development. Deze toepassingen bevestigen de praktische bruikbaarheid van het model binnen technologische ontwikkelpraktijken.

Omdat er de afgelopen jaren veel aandacht is gekomen voor wet- en regelgeving en ethische aspecten van digitalisering, denk aan de AI Act, GDPR, CSRD en de opkomst van ELSA-labs (interdisciplinaire samenwerkingen gericht op de ethische, juridische en maatschappelijke aspecten van AI), is het van belang deze thema's expliciet te verankeren. Daarom is het S3-model uitgebreid tot het S5-model, met twee aanvullende dimensies: Standards & Compliance en Societal. Samen met Security, Sovereignty en Sustainability vormt dit een inhoudelijk verrijkt en evenwichtig geheel. Het S5-model bouwt voort op

het S3-model, maar legt nadrukkelijker de focus op thema's die inmiddels centraal staan in zowel beleid als praktijk en ook in de toekomst blijvende aandacht vragen. Door deze aspecten expliciet te maken, wordt het voor organisaties mogelijk om ze structureel mee te nemen in ontwerp- en besluitvorming. Daarmee biedt het model niet alleen richting aan duurzame en verantwoorde digitalisering, maar ondersteunt het ook beleidsontwikkeling, governance en maatschappelijke verantwoording.

Visuele toelichting S5-model



De dimensies Societal en Standards & Compliance zijn inmiddels stevig verankerd in het Europese digitale beleid, onder andere via initiatieven zoals ELSA-labs (Ethical, Legal and Societal Aspects), interdisciplinaire samenwerkingen waarin bedrijven, overheden en kennisinstellingen gezamenlijk werken aan de verantwoorde ontwikkeling en toepassing van AI en regelgeving zoals de AI Act, GDPR en NIS2. Ook Cyber Security heeft structureel aandacht gekregen, mede door de toename van ransomware-aanvallen. De schade door ransomware is inmiddels zo omvangrijk dat deze vorm van cybercriminaliteit een serieuze bedreiging vormt voor publieke en private infrastructuren (bron: ENISA Threat Landscape Report 2024).

Hoewel deze ontwikkelingen essentieel zijn, lag de nadruk tot nu toe vooral op reageren op risico's. De volgende stap is om digitalisering actief vorm te geven, met gerichte sturing op Sustainability en Sovereignty, en blijvende aandacht voor Security, Standards & Compliance en Societal. Dit vraagt om bewuste keuzes over datalocatie, cloud- en edge-infrastructuur, toegang tot data, juridische zeggenschap, en de inzet van Europese open-source LLM's, allemaal in lijn met wetgeving, ethische normen en maatschappelijke verantwoordelijkheid.

De afbeelding van het S5-model laat zien hoe de vijf kernbegrippen Sovereignty, Sustainability, Societal, Standards & Compliance en Security elkaar wederzijds versterken en integraal benaderd moeten worden binnen zowel hardware- als softwarecomponenten van de IT-infrastructuur.

Daarnaast brengt de visualisatie drie overkoepelende kwaliteiten in beeld die voortkomen uit combinaties van deze dimensies:

- Resilience (veerkracht): ontstaat door de samenhang tussen Sustainability, Security en Sovereignty. Het benadrukt het vermogen van digitale systemen om onder druk te blijven functioneren.
- Responsibility (verantwoordelijkheid): komt voort uit de verbinding tussen Sustainability en Societal, met focus op ethisch en maatschappelijk verantwoorde digitalisering.
- Accountability (verantwoording): ontstaat uit de combinatie van Standards & Compliance, Societal en Security, en benadrukt juridische naleving, maatschappelijke toetsbaarheid en transparantie.

Deze overkoepelende waarden maken het S5-model niet alleen toepasbaar als beoordelingskader, maar ook als strategisch instrument voor het vormgeven van toekomstbestendige digitale infrastructuren.

6. DYNAMIEK EN AANBEVELINGEN

De kern van de opgave is niet een gebrek aan technologie of initiatieven, maar het ontbreken van regie op samenhang, collectieve vraag en opschaling in een markt die structureel wordt gekenmerkt door lock-in en marktfalen.

6.1 PROBLEEMDIAGNOSE

De verduurzaming van digitalisering in Nederland wordt gehinderd door structurele knelpunten. Samenwerking verloopt vaak bilateraal en versnipperd, waardoor schaalvoordelen uitblijven. Veelbelovende initiatieven zijn afhankelijk van tijdelijke subsidies en stoppen zodra financiering wegvalt. Een centrale structuur die beleid, kennis, implementatie en opschaling verbindt ontbreekt.

Daarbij is er een kloof tussen beleid en praktijk: pilots vinden moeilijk hun weg naar brede toepassing. Tegelijkertijd groeit het besef dat Nederland alleen vooruitgang kan boeken door gezamenlijke actie, gedeelde standaarden en structurele verankering. Structurele verduurzaming en versterking van digitale soevereiniteit vragen om gerichte keuzes, langdurige inzet en actieve regie.

De analyse van het ecosysteem laat zien dat versnippering niet alleen een organisatorisch probleem is, maar samenhangt met het ontbreken van expliciete ordening. Daarbij worden in de praktijk twee verschillende vraagstukken vaak met elkaar verward, terwijl ze een andere aanpak vereisen.

Ten eerste ontbreekt overzicht en samenhang in de vele kaders, meetmethoden, standaarden en frameworks voor duurzame digitalisering. Er zijn inmiddels talrijke instrumenten ontwikkeld, maar deze zijn versnipperd ontstaan en onvoldoende gepositioneerd ten opzichte van elkaar. Zonder expliciet overzicht en duiding blijft toepassing afhankelijk van individuele initiatieven en ontstaat weinig schaal.

Ten tweede ontbreekt structureel inzicht in het daadwerkelijke aanbod van technologieën en oplossingen. Voor beleidsmakers, inkopers en eindgebruikers is onvoldoende zichtbaar welke Nederlandse en Europese aanbieders actief zijn per laag van de digitale stack, welke duurzame en soevereine alternatieven beschikbaar zijn en waar hiaten bestaan.

Dit belemmert gerichte vraagbundeling, strategische inkoop en opschaling.

Het expliciet onderscheiden van deze twee vraagstukken is essentieel. Overzicht in kaders en meetinstrumenten creëert richting en vergelijkbaarheid; inzicht in het technologieaanbod maakt gerichte keuzes en marktontwikkeling mogelijk. Pas wanneer beide samen worden georganiseerd, kan het ecosysteem verschuiven van versnippering naar structurele toepassing.

6.2 LESSEN UIT HET BUITENLAND

Internationale voorbeelden laten zien dat duurzame en soevereine digitale ecosystemen niet vanzelf ontstaan. In landen waar digitale technologie een strategische pijler is geworden, speelt de overheid een actieve rol in het creëren van markten, het verminderen van risico's en het bieden van langjarige zekerheid aan aanbieders en afnemers.

In de Verenigde Staten is de opkomst van grote technologiebedrijven mede mogelijk gemaakt door langdurige overheidsinvesteringen, strategisch opdrachtgeverschap en consistente publieke financiering. De overheid fungeerde decennialang als launching customer via defensie, ruimtevaart en onderzoek, met programma's van onder meer DARPA en de National Science Foundation. Deze aanpak bood bedrijven niet alleen kapitaal, maar vooral voorspelbare vraag, ruimte om te experimenteren en tijd om op te schalen. De huidige dominantie van Amerikaanse technologiebedrijven is daarmee niet louter het resultaat van marktwerking, maar van bewuste publieke marktcreatie.

In China zien we een andere benadering, waarin de staat via centrale planning, directe investeringen en beschermde markten actief stuurt op digitale autonomie. Door nationale kampioenen te ontwikkelen, buitenlandse afhankelijkheden te beperken en strategische controle te houden over data, cloud en infrastructuur, heeft China

in korte tijd schaal en samenhang gerealiseerd. Hoewel deze aanpak gepaard gaat met vergaande staatscontrole en niet één-op-één vergelijkbaar is met de Europese context, laat zij zien dat regie, focus en schaal cruciale voorwaarden zijn voor digitale zelfstandigheid.

Europa heeft daarentegen lange tijd vertrouwd op marktwerking, open handel en regulering. Industriepolitiek werd bewust beperkt in de overtuiging dat concurrentie en wetgeving voldoende zouden zijn. Het recente rapport van Mario Draghi (2024) maakt duidelijk dat dit model onder druk staat: Europa investeert structureel minder dan de VS en China, mist schaal voor start-ups en kampt met versnippering. Draghi wijst op de noodzaak van een actieve industriepolitiek, met strategische investeringen, gezamenlijke inkoop en een overheid die optreedt als strategische opdrachtgever. Alleen zo kan “open strategic autonomy” werkelijkheid worden: open handel combineren met technologische en digitale zelfbeschikking. Voor Nederland betekent dit dat aansluiting bij deze Europese koers onmisbaar is, juist om duurzaamheid en soevereiniteit structureel te verankeren.

De conclusie uit deze internationale vergelijking maakt duidelijk dat digitale soevereiniteit en duurzame innovatie niet vanzelf ontstaan. Ze zijn het resultaat van langjarige keuzes, strategische investeringen en consistente regie. Voor Nederland ligt de opgave in het doorbreken van versnippering en korte termijnprojecten. En in het samen met Europa koersvast investeren in een digitale infrastructuur die duurzaam, weerbaar en economisch toekomstbestendig is.

6.3 VAN AGENDEREN NAAR ORGANISEREN

De internationale voorbeelden laten zien dat duurzame en soevereine digitale ecosystemen niet ontstaan door losse initiatieven, maar door samenhangende keuzes, langjarige inzet en actieve organisatie van markten. Ook in Nederland is de afgelopen jaren veel geïnvesteerd in bewustwording, beleidsontwikkeling en pilots. Deze fase heeft belangrijke inzichten en instrumenten opgeleverd, maar blijkt onvoldoende om opschaling en structurele impact te realiseren.

De volgende fase vraagt om een verschuiving van agenderen naar organiseren. Dat betekent: het creëren van integraal overzicht over bestaande oplossingen,

het maken van expliciete keuzes in de technologie-stack, het bundelen van collectieve vraag en het gericht inzetten van beleidsinstrumenten. Dit vereist een heldere rolverdeling tussen overheid, innovatie-ecosystemen, kennisinstellingen, inkoopcoalities en eindgebruikers. De onderstaande aanbevelingen zijn vanuit deze systeemlogica opgebouwd.

6.4 AANBEVELINGEN

De onderstaande aanbevelingen adresseren de kernopgaven die voortkomen uit de analyse in dit whitepaper. Zij hangen onderling samen en richten zich op het organiseren van samenwerking, marktontwikkeling en structurele randvoorwaarden voor duurzame en soevereine digitalisering in Nederland.

6.4.1 Organiseer samenhang en rolvastheid tussen initiatieven in Nederland

Nederland beschikt over een rijk ecosysteem van initiatieven rond duurzame digitalisering, waaronder o.a. de Nationale Coalitie Duurzame Digitalisering (NCDD), de Buyer Group, Sustainable IT Netherlands, Circulaire-IT.nl, DISC, Open ICT en diverse branche- en sectorale samenwerkingen. Deze initiatieven vervullen uiteenlopende functies, variërend van kennisontwikkeling en bewustwording tot pilots, gezamenlijke inkoop en het versterken van circulaire ketens.

De uitdaging ligt niet in het ontbreken van initiatieven, maar in het ontbreken van samenhang en rolvastheid. Veel initiatieven opereren grotendeels vanuit hun eigen doelstellingen, financieringsstromen en netwerken. Hierdoor werken zij vaak naast elkaar en blijft doorwerking richting structurele toepassing en opschaling beperkt. Niet elk initiatief is ingericht of bedoeld om focus aan te brengen, keuzes te maken of implementatie te organiseren.

De NCDD vervult hierin een agenderende rol binnen het beleidsmatige debat over duurzame digitalisering. Als coalitie en platform is zij primair gericht op afstemming en kennisdeling en niet op het organiseren van implementatie, marktontwikkeling of opschaling richting eindgebruikers. In de huidige fase is daarom expliciete rolverdeling nodig, waarbij samenhang, prioritering en uitvoering expliciet worden belegd bij partijen die daarvoor zijn gepositioneerd.

Effectieve impact ontstaat pas wanneer kennis,

standaarden, inkoopkracht en praktijkervaring structureel bij elkaar worden gebracht. Dat vraagt om een gedeelde agenda en om duidelijke keuzes over wie welke rol vervult. Publieke en private organisaties kunnen alleen structureel verduurzamen en hun digitale soevereiniteit versterken wanneer initiatieven elkaar versterken binnen een helder georganiseerd ecosysteem, in plaats van parallel te opereren.

Omdat duurzame en soevereine digitalisering niet stopt bij nationale grenzen, is internationale aansluiting essentieel. Nederlandse initiatieven moeten niet los van elkaar, maar vanuit samenhang worden verbonden met Europese en internationale netwerken. Dit vraagt om een herkenbaar organiserend niveau dat nationale en internationale samenwerking structureert, zonder nieuwe initiatieven toe te voegen, maar door bestaande krachten te verbinden en te richten op gezamenlijke opschaling.

6.4.2 Breng alternatieven in de technologie-stack in kaart en ontwikkel waar nodig

Weloverwogen technologische keuzes en gerichte versterking van het digitale ecosysteem vragen om helder inzicht in de technologie-stack en de duurzame Nederlandse en Europese aanbieders en oplossingen daarin. Op dit moment ontbreekt in Nederland een samenhangend en actueel overzicht van welke aanbieders en oplossingen op de verschillende niveaus van de technologie-stack beschikbaar zijn, waar afhankelijkheden liggen en waar hiaten bestaan. Ook is onvoldoende duidelijk in hoeverre deze aanbieders en oplossingen al volwassen zijn en waar verdere ontwikkeling nodig is.

Deze aanpak is specifiek gerechtvaardigd voor de digitale technologie-stack. In tegenstelling tot veel andere markten wordt deze sector gekenmerkt door sterke schaalvoordelen, netwerkeffecten en hoge overstapkosten, waardoor dominante aanbieders hun positie langdurig kunnen bestendigen. Vendor lock-in is daarbij structureel. Duurzame en strategisch relevante alternatieven ontstaan hier niet vanzelf via concurrentie alleen, terwijl individuele organisaties onvoldoende zicht, marktmacht en risicodraagkracht hebben om alternatieven zelfstandig te laten ontstaan of opschalen. Gerichte transparantie en gezamenlijke marktontwikkeling zijn daarom noodzakelijk.

Het benodigde inzicht is niet statisch. Het aanbod van technologieën, aanbieders en oplossingen verandert

voortdurend door technologische innovatie, nieuwe toetreders en verschuivende marktdynamiek. Dat vraagt om een doorlopend en actueel overzicht in plaats van een eenmalige inventarisatie.

Het ontbreken van gedeeld inzicht belemmert aanbod, gebruik en beleid. Bedrijven aan de aanbodzijde missen daarmee inzicht om samenwerking binnen de technologie-stack te organiseren, complementaire partijen te vinden en gezamenlijk samenhangende oplossingen te ontwikkelen. Eindgebruikersorganisaties én consumenten hebben onvoldoende overzicht om bewuste keuzes te maken tussen beschikbare alternatieven. Beleidsmakers missen daarmee een basis om te bepalen waar gerichte stimulering, ondersteuning of aanvullende randvoorwaarden nodig zijn.

Het systematisch en continu in kaart brengen van aanbieders en oplossingen is daarom een gezamenlijke opgave om aanbod en gebruik te versterken. Dit inzicht maakt samenwerking binnen de technologie-stack mogelijk: door oplossingen beter op elkaar te laten aansluiten en complementair te ontwikkelen, kan meer samenhang ontstaan en kunnen stap voor stap geloofwaardige alternatieven worden gevormd.

Waar hiaten worden vastgesteld, ligt een ontwikkelkans. Het ontbreken van volwassen aanbieders of oplossingen op delen van de technologie-stack biedt ruimte voor gerichte ondersteuning van start-ups en scale-ups, zodat veelbelovende initiatieven niet blijven steken in pilots maar kunnen doorgroeien.

Door de technologie-stack inzichtelijk te maken, actueel te houden en actief te benutten voor samenwerking en ontwikkeling, ontstaat een stevige basis voor bewuste keuzes en structurele versterking van duurzame Nederlandse en Europese alternatieven in het digitale ecosysteem.

Dit vraagt om een herkenbaar organiserend niveau dat dit overzicht beheert, actualiseert en inzet als basis voor samenwerking en besluitvorming.

6.4.3 Zet inkoopkracht en vraagbundeling in om schaal te creëren

Inzicht in duurzame Nederlandse en Europese aanbieders en oplossingen is noodzakelijk, maar op zichzelf onvoldoende om schaal en impact te realiseren. In de digitale technologie-stack ontstaat schaal niet vanzelf. Dominante spelers profiteren van bestaande

netwerkeffecten en lock-in, terwijl alternatieven moeite hebben om de kritische massa te bereiken. Juist hier speelt de organisatie van vraag een doorslaggevende rol om structureel marktfalen te corrigeren.

Individuele organisaties, zowel publiek als privaot, beschikken vaak over onvoldoende marktmacht om met hun inkoop- en gebruiksbeslissingen alleen structurele verandering teweeg te brengen. Zelfs wanneer veelbelovende alternatieven beschikbaar zijn, blijft de overstap risicovol zolang volumes beperkt zijn en langjarige afname ontbreekt. Dit raakt met name start-ups en scale-ups, die na een succesvolle pilotfase vaak terechtkomen in een zogenoemde valley of death: de fase waarin technologie werkt, maar opschaling uitblijft door gebrek aan marktvolume en voorspelbare vraag.

Het bundelen en organiseren van vraag biedt hier een effectieve oplossing. Door gezamenlijke inkoop, afgestemde aanbestedingen en gedeelde uitgangspunten kunnen volumes worden vergroot en risico's worden gespreid. Dit creëert voorspelbaarheid voor aanbieders, maakt investeringen rendabeler en vergroot de kans dat samenhangende alternatieven in de technologie-stack daadwerkelijk kunnen doorgroeien.

De rol van de overheid gaat hierbij verder dan het optreden als eerste klant. Naast het zelf inkopen van oplossingen moet de overheid een regisserende rol vervullen in het organiseren van vraag. Dat betekent het creëren van kaders, het verbinden van publieke vraag met vraag vanuit het bedrijfsleven en het actief stimuleren van gezamenlijke afname. Waar vraag nu vooral binnen de publieke sector wordt georganiseerd, ligt hier een belangrijke kans om ook private volumes te betrekken. Juist de combinatie van publieke en private vraag maakt het mogelijk om voldoende schaal te bereiken.

Aanbestedingen en inkoopcriteria zijn daarbij een belangrijk sturingsinstrument. Door niet uitsluitend te sturen op prijs en korte-termijnfunctionaliteit, maar ook ruimte te laten voor lange termijn waarde, duurzaamheid en doorgroei, kunnen alternatieven zich ontwikkelen voorbij de pilotfase. Dit vraagt om vormen van opdrachtgeverschap die gefaseerde opschaling mogelijk maken en succesvolle oplossingen helpen door te groeien naar brede toepassing.

Door inkoopkracht en vraagbundeling doelgericht en gecoördineerd in te zetten, op basis van het gedeelde

overzicht van de technologie-stack, kunnen inzicht en samenwerking worden vertaald naar daadwerkelijke markttractie. Daarmee wordt de stap gezet van pilots en intenties naar structurele toepassing en opschaling van duurzame Nederlandse en Europese alternatieven.

6.4.4 Veranker duurzame digitalisering via beleid en wet- en regelgeving

Samenwerking, aanbodontwikkeling en vraagbundeling kunnen alleen structureel effect hebben wanneer beleid en regelgeving deze keuzes ondersteunen. Beleid moet duurzaam gedrag dat organisaties zelf kunnen realiseren faciliteren, en is noodzakelijk om in te grijpen waar vrijwilligheid aantoonbaar tekortschiet.

Dit betreft onder meer het expliciet mogelijk maken en stimuleren van levensduurverlenging van hardware, het verankeren van circulariteit in digitale ketens en het vergroten van transparantie over milieu-impact en strategische afhankelijkheden. Op deze punten kan beleid randvoorwaarden stellen en prikkels creëren die duurzame keuzes logisch en aantrekkelijk maken, in plaats van uitzonderlijk.

Door deze randvoorwaarden helder vast te leggen, ontstaat duidelijkheid voor organisaties, aanbieders en investeerders over wat verwacht wordt en waar ruimte ligt. Dit verlaagt onzekerheid, stimuleert duurzame keuzes in ontwerp, inkoop en gebruik, en maakt het aantrekkelijker om te investeren in circulaire en toekomstbestendige digitale oplossingen.

6.4.5 Investeer in digitale vaardigheden en bewust gebruik

De transitie naar duurzame en soevereine digitalisering wordt voor een groot deel bepaald door de keuzes die mensen en organisaties dagelijks maken. Digitale technologie en AI zijn breed beschikbaar en worden steeds eenvoudiger ingezet, maar het inzicht in wat deze technologieën doen, wat ze vragen en wat de consequenties zijn van gebruik blijft achter. Dit raakt niet alleen technische professionals, maar juist ook bestuurders, inkopers, beleidsmakers en consumenten en vormt daarmee een randvoorwaarde voor effectieve implementatie en opschaling.

Essentieel is het begrip van wat digitale systemen doen, welke afhankelijkheden zij creëren, welke impact zij hebben op energiegebruik, data en ketens, en welke alternatieven beschikbaar zijn. Dit geldt zowel voor keuzes in software en digitale diensten

als voor hardware, zoals levensduur, hergebruik en vervanging. Zonder dit inzicht blijven keuzes impliciet en routinematig, en worden bestaande oplossingen automatisch herhaald, ook wanneer duurzamere of meer soevereine opties beschikbaar zijn.

Onderwijs, training en professionele ontwikkeling spelen hierin een belangrijke rol, niet als doel op zich, maar als middel om dit inzicht te vergroten. Het gaat om het ontwikkelen van het vermogen om bewuste keuzes te maken: weten wanneer digitale technologie toegevoegde waarde heeft, wanneer eenvoudiger oplossingen volstaan en wanneer het verlengen van bestaand gebruik of het bewust niet inzetten van technologie vanuit duurzaamheid en digitale soevereiniteit de betere keuze is.

6.4.6 Versterk Europese samenwerking voor schaal en versnelling

Veel van de geschetste opgaven kunnen niet effectief op nationaal niveau worden opgelost. Schaal in technologieontwikkeling, marktcreatie, standaardisatie en kennisopbouw vraagt om nauwere en snellere Europese samenwerking.

Nederland dient daarom expliciet te investeren in het versterken van Europese samenwerking, door nationale inspanningen op het gebied van technologie-overzicht, vraagbundeling en opschaling te verbinden aan Europese programma's en ecosystemen. Alleen door gezamenlijk op te trekken kan voldoende schaal worden bereikt om duurzame en soevereine digitale alternatieven daadwerkelijk concurrerend te maken.

7. CONCLUSIE

Nederland beschikt over de kennis, het bedrijfsleven en de digitale infrastructuur om gezamenlijk te bouwen aan een toekomstbestendig digitaal ecosysteem. De voorgaande hoofdstukken laten zien dat duurzame digitalisering daarbij niet alleen een kwestie is van technologische keuzes, maar ook van strategische governance, investeringen en maatschappelijke waarden. Door digitalisering structureel te verbinden aan circulaire doelen, energie-efficiëntie, digitale soevereiniteit en ethiek ontstaat een fundament voor lange termijn waardecreatie.

Een noodzakelijke volgende stap is de verschuiving van duurzaam naar toekomstbestendig. Dat betekent niet alleen het reduceren van milieu-impact, maar ook het versterken van digitale weerbaarheid en economisch verdienvermogen. Futureproof digitalisering krijgt daarmee betekenis als een digitale infrastructuur die aansluit bij Europese waarden, robuust is tegen externe afhankelijkheden en maatschappelijke meerwaarde creëert.

De analyse maakt duidelijk dat versnippering en beperkte opschaling blijven bestaan zolang verantwoordelijkheden diffuus zijn. Zonder actieve inzet van de overheid als kadersteller, beleidsmaker en grootste ICT-eindgebruiker ontstaat onvoldoende schaal voor duurzame en soevereine alternatieven. Strategische inkoop en gerichte beleidsinstrumenten zijn daarmee geen ondersteunende middelen, maar cruciale hefboomen om marktfalen te corrigeren en structurele verandering te realiseren.

Tegelijkertijd vraagt deze transitie om rolvastheid in het ecosysteem. Innovatie- en ecosysteempartijen zijn nodig om samenhang te organiseren, overzicht te creëren in de technologie-stack en oplossingen richting toepassing en opschaling te brengen. Kennisinstellingen spelen een essentiële rol in het meetbaar maken van impact, het valideren van alternatieven en het onderbouwen van keuzes. Publieke én private eindgebruikers zijn aan zet om hun vraag te bundelen en duurzame en soevereine keuzes daadwerkelijk in gebruik te nemen. Alleen in deze samenhang kan schaal ontstaan.

Heldere en vergelijkbare KPI's, zoals CO₂-uitstoot per workload, embedded carbon per device en het aandeel circulaire hardware, maken het mogelijk om voortgang te meten en gericht bij te sturen. Europese samenwerking is daarbij onmisbaar om voldoende schaal, standaardisatie en marktdynamiek te realiseren.

Internationale ervaringen laten zien dat technologische autonomie en duurzaamheid niet vanzelf ontstaan. Alleen via gezamenlijke regie, een consistente langetermijnstrategie en gerichte investeringen kan Nederland zijn positie versterken. Toekomstbestendige digitalisering is daarmee niet alleen een technologische of economische opgave, maar ook een maatschappelijke opdracht die vraagt om samenhang tussen visie en uitvoering.

De kernvraag is dan ook niet langer wat we nog moeten analyseren of bespreken, maar hoe we gezamenlijk tot uitvoering komen. Dat vraagt om het actief organiseren van de vraagkant, het systematisch in kaart brengen en opschalen van de aanbodkant en het bewust inzetten van beleid en inkoop als sturingsinstrumenten. Het is een misvatting te veronderstellen dat deze transitie zich vanzelf voltrekt wanneer zij volledig aan de markt wordt overgelaten. Zonder gerichte regie blijft het aanbod versnipperd en komt opschaling onvoldoende van de grond. Duurzame digitalisering die bijdraagt aan toekomstig verdienvermogen en digitale soevereiniteit vraagt om actie: rolvast samenwerken in een breed Nederlands ecosysteem en gericht inzetten op opschaling.

LITERATUURLIJST

- AISel (2023). *Digital Sustainability in Information Systems Research*. Journal of the Association for Information Systems.
- ArXiv (2023). *Digitalisation and Social Sustainability in the EU–27*.
- Asser, S. (2025). *DigiChain: Digital Infrastructures of Sustainability Regulation*. Universiteit van Amsterdam.
- CEN/CENELEC (2023). *EN 50600 & ISO/IEC 30134: Data Centre KPIs*.
- CFIT (2023). *Circular and Fair ICT Pact*. UN One Planet Network.
- Clingendael (2024). *Policy Brief Cloud Sovereignty*.
- CMS (2025). *How the EU Plans to Reclaim Digital Sovereignty*. LawNow.
- Debus, J. et al. (2025). *More than Carbon: Cradle-to-Grave Environmental Impacts of GenAI Training on the Nvidia A100 GPU*. arXiv preprint arXiv:2509.00093.
- Deloitte (2023). *Powering AI*.
- Dialogic (2024). *De digitale voetafdruk: emissies van de digitale sector in Nederland*. Utrecht: Dialogic.
- Dialogic (2024). *De impact van AI en het monitoren daarvan*. Utrecht: Dialogic.
- Dialogic (2024). *Het belang van digitale infrastructuur voor de Nederlandse digitale knooppuntrol*. Utrecht: Dialogic.
- Dialogic (2025). *De impact van AI op duurzaamheid en het monitoren daarvan*. Utrecht: Dialogic.
- Dutch Data Center Association (2024). *Bring Sustainability Where It Matters Most*. Amsterdam: DDA.
- Dutch Data Center Association (2024). *Digitale soevereiniteit: strategisch belang van colocatie in Nederland*. Amsterdam: DDA.
- Dutch Data Center Association (2025). *State of the Dutch Datacenters 2025: From Boom to Bottlenecks*. Amsterdam: DDA.
- European Union (2023). *Data Act*.
- European Union (2023). *European Chips Act*.
- European Union (2024). *Critical Raw Materials Act*.
- European Union (2024). *Delegated Regulation (EU) 2024/1364 on Datacenter Reporting*.
- European Commission (2023). *Artificial Intelligence Act*. COM/2021/206 final.
- European Union Agency for Cybersecurity (ENISA) (2024). *ENISA Threat Landscape 2024*.
- Gartner (2025). *Power Shortages Will Restrict 40% of AI Data Centers by 2027*.
- Green Software Foundation (2024). *Annual Report*.
- Green Software Foundation (2024). *Software Carbon Intensity (SCI) Specification*.
- Green Software Foundation (2025). *Meetup Network Agenda Netherlands*.
- IEA (2023). *Electricity 2023 – Analysis and Forecast to 2025*. Paris: International Energy Agency.
- IEA (2023). *Energy and AI*. Paris: International Energy Agency.
- ILT (2025). *Verscherpt toezicht op Stichting OPEN inzameling AEEA*. Inspectie Leefomgeving en Transport.
- ISG (2025). *Data Sovereignty Shapes Netherlands Cloud Strategies*.
- ISO (2024). *ISO 21031: Software Carbon Intensity Standard*.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2023). *Nationale Technologie Strategie*. Rijksoverheid.
- Ministerie van Economische Zaken (2025). *Actieprogramma Duurzame Digitalisering 2026–2028*. Den Haag.
- Nasdaq (2025). *Press Release: Data Sovereignty in the Netherlands*.
- NCDD (2025). *Duurzaam Data Lifecycle Management*.
- Nederlandse AI Coalitie (NL AIC) (n.d.). *ELSA Labs – Ethiek, Legal en Sociaal*. <https://nlaic.com/elsa>
- NetApp (2024). *Dark Data: A Challenge Enterprise Data Management Can't Ignore*.
- Rapport Wennink (2025). *De route naar toekomstige welvaart*
- Stichting OPEN (2025). *Jaarverslag inzameling e-waste 2024*. Den Haag.
- SustainableIT.org (2025a). *Responsible AI Leadership Framework and Principles*.
- SustainableIT.org (2025b). *AI Sustainability Literacy Guide*.
- SustainableIT.org (2025c). *AI General Glossary*.
- SustainableIT.org (2025). *IT Sustainability Maturity Model v2.0*.
- Tantoush, M. et al. (2025). *Balancing Sustainability, Sovereignty, and Security: An Industrial Case Study*. SEIT Conference Proceedings.
- TNO (2024). *Sustainable ICT: Digital Infrastructures*.
- Topsector ICT (z.j.). *Zeven digitale sleuteltechnologieën*. <https://topsector-ict.nl>
- TU Delft (2025). *Green AI: Energy-aware Smart Systems from the Edge to the Cloud*.

COLOFON

Titel: Whitepaper Ecosysteem Duurzame Digitalisering

Opgesteld in opdracht van: Digital Holland

Auteur: K.I. van der Zanden

Verschijningsdatum: Februari 2026

