



## Vergroenen datacenters 2012-2015

Ontwikkeling van energiegebruik,  
hernieuwbare energie en CO<sub>2</sub>-emissies  
bij verschillende scenario's

### Rapport

Delft, maart 2012

Deels geactualiseerd januari 2014

### Opgesteld door:

M.R. (Maarten) Afman

L.M.L. (Lonneke) Wielders

A. (Ab) de Buck



# Colofon

## Bibliotheekgegevens rapport:

M.R. (Maarten) Afman, L.M.L. (Lonneke) Wielders, A. (Ab) de Buck

Vergroenen datacenters 2012-2015

Ontwikkeling van energiegebruik, hernieuwbare energie en CO<sub>2</sub>-emissies  
bij verschillende scenario's

Delft, CE Delft, maart 2012

Computers / Energieverbruik / Kooldioxide / Emissies / HE / Scenario's  
VT: Datacenters

Publicatienummer: 12.3686.28

Opdrachtgever: Hivos.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Maarten Afman.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft  
Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1	Achtergrond	9
1.2	Doel en onderzoeksvragen	9
1.3	Toelichting methodiek studie	10
<b>2</b>	<b>Energieverbruik datacenters</b>	<b>11</b>
2.1	Soorten datacenters	11
2.2	Totale vloeroppervlakte Nederlandse datacenters	12
2.3	Huidig energieverbruik van de Nederlandse datacenters	13
2.4	Groei 2012-2015	16
<b>3</b>	<b>CO<sub>2</sub>-effecten grijze en groene stroom</b>	<b>19</b>
3.1	Kengetallen	19
3.2	Additionaliteit groene stroom	21
3.3	CO <sub>2</sub> -uitstoot datacenters	22
<b>4</b>	<b>Inkoop groene stroom</b>	<b>25</b>
4.1	Datacenters die nu reeds groene stroom inkopen	25
4.2	Opties voor groene stroom en CO <sub>2</sub> -compensatie	26
<b>5</b>	<b>Optie voor vergroening: efficiency</b>	<b>32</b>
5.1	Inleiding	32
5.2	Energie-efficiency-eisen gemeente Amsterdam	32
5.3	Reductiepotentieel energie-efficiency	33
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>34</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage A</b>	<b>Lijst datacenters</b>	<b>43</b>



**Opmerking auteurs, januari 2014:**

In deze versie van dit rapport is paragraaf 4.1 herzien. Hierbij is de screening in Tabel 11 geactualiseerd. Dit heeft geleid tot een bijstelling van Figuur 5. Er zijn geen nieuwe datacenters onderzocht of in de tabel opgenomen.



# Samenvatting

Hivos wil dat het Nederlandse bedrijfsleven haar verantwoordelijkheid neemt in het terugdringen van broeikasgasemissies, want slachtoffers van klimaatverandering zijn kwetsbare groepen in ontwikkelingslanden. Binnen Nederland richt Hivos zich in het programma 'Klimaat en Energie' op de sector datacenters vanwege hun hoge en steeds groeiende elektriciteitsgebruik. Hivos wil de datacenters aansporen om hun elektriciteitsverbruik te verduurzamen.

Vanuit die achtergrond is CE Delft gevraagd een inschatting te geven van het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van de Nederlandse datacenters, nu (2012) en in de toekomst (2015). Daarnaast is gevraagd of CE Delft de mogelijkheden kon aangeven, met de effecten, om het energiegebruik te vergroenen en de CO<sub>2</sub>-emissies terug te brengen.

## Energiegebruik en CO<sub>2</sub>-uitstoot datacenters

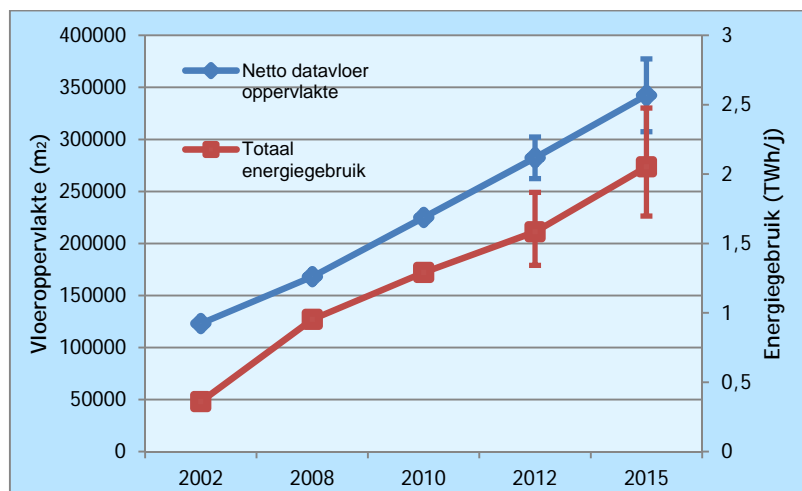
Van de datacenters zijn de volgende soorten geïnventariseerd:

- commerciële datacenters: internet, housing/hosting, cloud services providers, telecombedrijven;
- academische rekencentra;
- (beperkt) corporate/privé datacenters.

Het energieverbruik van de datacenters in Nederland bedraagt in 2012 circa 1,6 (1,3-1,8) TWh, en dat zal waarschijnlijk oplopen tot 2,1 (1,7-2,5) TWh in 2015, bijna 2% van het Nederlandse elektriciteitsverbruik.

De berekening is gedaan aan de hand van een inschatting van de datavloeroppervlakte in Nederland. Figuur 1 laat deze ontwikkeling zien in relatie tot het historische energieverbruik.

Figuur 1 Ontwikkeling energiegebruik en vloeroppervlakte Nederlandse datacenters



Bron: Tebodin (2009); CE (2012).

De bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissies lopen op van ca. 0,72 megaton in 2012 (± 15%) tot ca. 0,93 megaton in 2015 (± 20%), uitgaand van een onveranderd CO<sub>2</sub>-kental voor de grijze stroom van het Nederlandse centrale en decentrale productievermogen. Tabel 1 geeft de ontwikkeling weer.



Tabel 1 CO<sub>2</sub>-uitstoot gemoeid met de datacentersector (kton CO<sub>2</sub> per jaar)

	2002	2008	2010	2012	2015
CO <sub>2</sub> -uitstoot Nederlandse datacenters	160	430	590	720 (±15%)	930 (±20%)

### Reduceren CO<sub>2</sub>-uitstoot

Voor de inzet door bedrijven van hernieuwbare elektriciteit (HE) bestaan in de markt verschillende routes, variërend van weinig tot veel effect op de CO<sub>2</sub>-reductie. We onderscheiden:

1. 'Groene stroom'. Aankoop van HE op basis van GvO's (garanties van oorsprong).
2. Aankoop van HE met Milieukeur (wind en zon).
3. (Gedeeltelijke) eigen opwekking van HE bij het bedrijf (soms met 'SDE+'-subsidie).
4. Compensatie van CO<sub>2</sub>-emissies, of aankoop van CO<sub>2</sub>-emissierechten.

Op de stroometiketten van de elektriciteitsleveranciers hebben alle vormen van groene stroom een verwaarloosbare CO<sub>2</sub>-emissie. Er moet in de effectbeoordeling echter ook rekening gehouden worden met de vraag of de specifieke wijze van hernieuwbare energie leidt tot:

- structurele verlaging van de CO<sub>2</sub>-emissies;
- meer hernieuwbare energie in Nederland;
- meer zon- en windenergie in Nederland.

In de samenleving bestaat een beeld dat afname 'groene stroom' hieraan voldoet en dat dit leidt tot een groei van productie van 'schone' energie uit hernieuwbare bronnen. Bij dit beeld vallen kritische kanttekeningen te plaatsen. Een belangrijk gegeven is dat in geheel Europa heel veel hernieuwbare energie geproduceerd wordt, bijvoorbeeld door waterkrachtcentrales in Scandinavië, maar dat er in slechts enkele landen een systeem is van levering van 'groene stroom'. Doordat de productie van geormerkte groene stroom veel groter is dan de potentiële vraag in de landen waar groene stroom afgenomen wordt, zorgt een toename van de vraag niet leiden tot extra productie. Het leveren van GvO-certificaten uit het grote overschot op de Europese markt zorgt hierdoor niet voor extra CO<sub>2</sub>-reductie.

Een andere factor is dat in Nederland zelf de productie van 'hernieuwbare energie' voor het overgrote deel wordt bepaald door het landelijke beleidskader, momenteel door de 'SDE+'-subsidierегeling. Doordat het niveau van de productie hiermee grotendeels vast ligt, levert een stimulering van het extra eindgebruik, het afnemen van groene stroom, geen extra bijdrage.

Alleen het stimuleren of realiseren van hernieuwbare energieprojecten, buiten die door de overheid worden gesubsidieerd, levert extra CO<sub>2</sub>-reductie en structureel extra hernieuwbare energie op. De kostprijs hiervan is voor een bedrijf wel veel hoger dan de (bijna) gratis groene stroom, omdat in dit geval de werkelijke extra kosten van hernieuwbare energie moeten worden betaald.

De essentie is dus dat veel landen de productie van hernieuwbare energie stimuleren met verplichting of subsidie en dat een systeem om hernieuwbare energie te stimuleren door de vraag naar hernieuwbare energie op basis van GvO's te bevorderen voorlopig geen extra hernieuwbare energie oplevert. De credits voor hernieuwbare energieprojecten worden geleverd door die subsidiesystemen en niet door de eindverbruiker die groene stroom afneemt. Uit de geringe meerprijs van 'groene stroom' ten opzichte van 'grijze stroom'



blijkt al dat de aankoop daarvan geen extra impuls geeft om hernieuwbare energie van de grond te krijgen, want hernieuwbare energie is minimaal 4 ct/kWh duurder dan grijze stroom (grote windturbines op land) en zelfs vaak veel meer (zon, wind op zee, bio-WK).

Bovenstaande analyse is van toepassing onder de huidige markt-omstandigheden en het huidige beleidskader. Het rapport geeft geen analyse van wat kan gebeuren als markt en beleid een andere kant op gaan, bijvoorbeeld naar een leveranciersverplichting voor HE of bij een overheid die juist ambities en doelen sterk afzwakt, in welk geval de markt het volledig zelf moet doen.

Naast de directe effecten van het afnemen van groene stroom zijn andere effecten mogelijk ook van belang.

Van een grotere vraag naar groene stroom kan een belangrijk politiek en maatschappelijk effect uitgaan. Het maakt de interesse van consumenten en bedrijven in een verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening zichtbaar. Het is denkbaar dat dit leidt tot een aanscherping van het overheidsbeleid.

De opties voor verduurzaming kunnen op deze wijze toch op korte of langere termijn op een verschillende manier bijdragen aan de verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening. In Tabel 2 zijn de effecten van diverse opties voor inzet van hernieuwbare elektriciteit kwalitatief naast elkaar gezet.

Tabel 2 Indirecte effecten bijdrage opties verduurzaming elektriciteitsvoorziening

	HE o.b.v. GvO's	HE met Milieukeur	Eigen opwekking HE	Compensatie CO <sub>2</sub> -emissies
<i>Voorbeeld</i>	<i>Essent Groene stroom, Nuon Groen-stroom</i>	<i>Eneco Hollandse Wind, Greenchoice elektriciteit</i>	<i>Windmolenpark Heineken Zoeterwoude</i>	<i>Hivos Klimaatfonds, CO<sub>2</sub>-markt (SNM)</i>
Blijvend effect (los van subsidieregeling)	Nee	Nee	Ja	Ja
Stimulans voor hoger aandeel HE in elektriciteitsproductie, na 2020	Nee	Nee	Ja	Nee
Stimulans voor hoger aandeel wind en zon in totaal HE-productie	Nee	Mogelijk	Ja	Nee
Imago in de markt (koploper in MVO)	+/-	+	++	+
Bewustwording samenleving	+/-	+	++	+
Additionele kosten elektriciteitsgebruik (€ct/kWh)	0,1 €ct	0,9 €ct	Afhankelijk van technologie en subsidie, wind >4 ct, zon > 15 ct	0,5-1,0 €ct
Additionele productkosten (%)	0	3-4%	Afhankelijk van technologie en subsidie, wind >4 ct, zon >15 ct	2-4%

Een hogere marktvraag naar HE op basis van groene stroom met het milieukeurmerk kan misschien een impuls geven om binnen het pakket van de 'SDE+'-subsieregeling te komen tot een verschuiving naar duurzamere



vormen van elektriciteitsproductie, zoals wind en zon in plaats van opwekking uit biomassa. Dit effect is echter zeer onzeker en hangt af van de bestendigheid van de vraag naar specifiek dit soort groencertificaten.

Hernieuwbare elektriciteitsopwekking die door bedrijven zelf gefinancierd wordt, kan wel zorgen voor een additioneel en blijvend effect op het aandeel hernieuwbare energie in de elektriciteitsvoorziening, een effect dat ook bij afschaffen of wijziging van bestaande subsidieregelingen zal blijven. De andere effecten, zoals de mogelijkheden voor het bedrijf zich als koploper te presenteren en de bewustwording van de samenleving, zijn ook het sterkst bij deze optie.

De optie tot compensatie zal niet leiden tot een toename van de opwekking van hernieuwbare energie in Nederland, maar leidt wel tot een blijvend effect op de CO<sub>2</sub>-emissies.

### **Energie-efficiëntie**

De gemeente Amsterdam stelt hoge energie-efficiëntie-eisen aan datacenters in Amsterdam. Als de 'Amsterdamse' energie-efficiëntie-eisen als maatstaf voor alle datacenters in Nederland gaan gelden, dan kan een forse besparing op het energiegebruik gerealiseerd worden. Het effect hiervan kan een reductie van het elektriciteitsverbruik van bijna 20% opleveren: in 2012 300 mln. kWh (onzekerheidsmarge is 50 mln. kWh). Dit is een zeer forse besparing, gelijk aan het elektriciteitsgebruik van ca. 85.000 huishoudens. De CO<sub>2</sub>-uitstoot die hiermee voorkomt wordt is ca. 136 kton/jaar (± 23 kt). Deze bepaling is gedaan op grond van de huidige efficiëntie van de gemiddelde datacenterfaciliteiten. In aanvulling daarop is besparing mogelijk door gebruik te maken van efficiëntere servers en efficiëntere software.

### **Aanbevelingen Hivos**

Hivos wil de datacentersector aansporen tot méér en snellere stappen. Het advies is hierbij:

1. De datacenters zijn een sector met een zeer hoog energiegebruik en daarmee een forse indirecte emissie van CO<sub>2</sub>. Daarbij geldt dat het energiegebruik fors groeit. Om deze redenen is het zeer aan te bevelen om met deze sector in gesprek te gaan over vergroening van het energiegebruik en vermindering van de CO<sub>2</sub>-emissies.
2. In de benadering van de bedrijven is het daarbij zaak om zowel in te zetten op energiebesparing, als inzet van duurzame energie. Dit is in lijn met de zgn. Trias Energetica (eerst zoveel mogelijk energie besparen en dan het resterende deel vergroenen).
3. Als handvat voor realisatie van energiebesparende of energie-efficiency vergrotende maatregelen is het zaak om aan te sluiten bij de initiatieven van de gemeente Amsterdam. Het potentieel om zo energie uit te sparen is groot, en een substantiële en blijvende verlaging van de CO<sub>2</sub>-emissies is mogelijk.
4. Neem bij het beschouwen van opties voor 'vergroening' van de stroomvoorziening zowel de economische impact (kostprijsverhoging) als de impact op de duurzaamheid van de elektriciteitsvoorziening mee.
5. Beweeg de datacenters om zelf te gaan investeren (al dan niet door middel van fondsen) in hernieuwbare energie.
6. Als alternatief voor 'vergroening' van stroomvoorziening kan ook gedacht worden aan CO<sub>2</sub>-compensatie van de uitstoot. Opties als het Hivos Klimaatfonds of het opkopen van CO<sub>2</sub>-emissierechten uit het EU ETS zijn voor bedrijven relatief goedkope mogelijkheden voor substantiële CO<sub>2</sub>-emissiereductie.





# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De slachtoffers van klimaatverandering zijn kwetsbare groepen in ontwikkelingslanden, terwijl de veroorzakers van deze klimaatverandering in de westerse wereld te vinden zijn. Hivos wil dat het Nederlandse bedrijfsleven haar verantwoordelijkheid neemt in het terugdringen van broeikasgasemissies en heeft hiervoor het programma 'Klimaat en Energie' opgestart. Het programma beoogt het Nederlandse bedrijfsleven aan te sporen tot het besparen van energie en tot het reduceren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot middels het meer gebruik maken van hernieuwbare energie (groene stroom) en een toename van de investeringen in opwekking van hernieuwbare energie. Het Hivos-programma zal geruime tijd lopen en richt zich nu op de ICT-sector, en daarbinnen de datacenters. De reden dat Hivos verkiest om zich op de ICT-sector te richten is dat ICT een grote gebruiker van energie is, en dat de vraag naar verwachting blijft toenemen. Tebodin heeft uitgerekend dat het energiegebruik van de Nederlandse ICT-sector jaarlijks goed is voor 9,5 TWh, met 0,95 TWh per jaar voor de datacenters (Tebodin, 2009). Deze gegevens gelden voor het jaar 2008, maar in de jaren daarna is het verbruik van de ICT-sector snel doorgegroeid, onafhankelijk van de economische crisis van de afgelopen jaren.

## 1.2 Doel en onderzoeksvragen

Voor het Hivos-programma 'Klimaat en Energie' wil Hivos weten wat in de sector datacenters aan mogelijke winst voor het klimaat te behalen valt door het gebruik van energie te verduurzamen. Dit rapport geeft daartoe een schatting van het energiegebruik van de Nederlandse datacenters, de CO<sub>2</sub>-uitstoot, verschillende mogelijkheden om te 'vergroenen' en de effecten daarvan.

Naast het vergroenen van het energiegebruik is het ook belangrijk om energie te besparen door bijvoorbeeld de energie-efficiëntie van datacenters te vergroten, hiervan wordt ook het potentieel bepaald. Hiervoor lopen al initiatieven, Hivos focust daarom primair op het energiegebruik vergroenen.

Dit rapport geeft een antwoord op de volgende vragen:

1. Wat zijn het energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van de Nederlandse datacenters, nu en in de toekomst?
  - a Wat is het energieverbruik van de Nederlandse datacenters in 2012?
  - b Wat is de te verwachten groei van het energiegebruik naar 2015?
  - c Wat is de geschatte hoeveelheid CO<sub>2</sub> die hierbij vrijkomt?
2. In welke mate kunnen de CO<sub>2</sub>-emissies teruggebracht worden als de Nederlandse datacenters overstappen op hernieuwbare elektriciteit (HE) op basis van groene stroom?
  - a Wat zijn de CO<sub>2</sub>-effecten, nu en in de toekomst?
  - b Wat zijn de effecten op het aandeel hernieuwbare energie in Nederland?
  - c Wat zijn de economische effecten voor datacenters?
3. Wat is het potentieel voor het reduceren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot door het nemen of verplicht stellen van energie-efficiëntie maatregelen?



### 1.3 Toelichting methodiek studie

Voor de bepaling van de omvang van het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies (onderzoeksvraag 1) werken we op basis van openbare bronnen. We bepalen deze voor de Nederlandse datacenters (commerciële datacenters van telecombedrijven, internetproviders, providers housing/hosting, cloud services; academische rekencentra, en voor zover mogelijk corporate/privé datacenters) exclusief de rekenruimtes in kantoren, en de groei hiervan.

Onderzoeksvraag 2 gaat onder andere over wat voor effect het heeft om als energiegebruiker voor verschillende vormen van groene stroom te kiezen. Het effect is sterk afhankelijk van de variant die gekozen wordt. Dit wordt uitgewerkt voor een aantal belangrijke opties. Directe effecten hangen sterk samen met het nationaal beleid ten aanzien van hernieuwbare energie en *additionaliteit*.

Met additionaliteit wordt bedoeld of een maatregel, zoals overstappen op groene stroom, een daadwerkelijk en direct effect heeft op de hoeveelheid opwekkingsvermogen voor hernieuwbare energie. Bedrijven kunnen bijvoorbeeld door de afname van HE op basis van Europese GvO's (Garanties van Oorsprong) hun *CO<sub>2</sub>-footprint* omlaag brengen. De afname van deze GvO's leidt alleen niet tot extra hernieuwbaar opwekkingsvermogen vanwege het overschot aan aanbod van deze GvO's. Afname van een bepaalde hoeveelheid groene stroom, zeker als aan een aantal voorwaarden voldaan wordt, heeft diverse gunstige effecten, maar het staat niet gelijk aan het reduceren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot die normaliter gemoeid is met de opwekking van diezelfde hoeveelheid elektriciteit uit conventionele fossiele bronnen.

In dit verband is ook belangrijk dat het Rijk doelstellingen heeft ten aanzien van de productie van HE. Hiervoor is momenteel de zogenaamde 'SDE+'-subsidieregeling van kracht, en eerder waren er de SDE en MEP subsidieregelingen. Het huidige productiepark aan HE is gedeeltelijk met dit instrumentarium mogelijk gemaakt, en ook voor projecten die op stapel staan is de rijkssubsidie een belangrijke vereiste. Het verkrijgen van GvO's voor de geproduceerde HE is voor de exploitant een prettige bijkomstigheid en verplicht ter verantwoording voor de verkregen subsidie, maar het is niet de drijvende kracht voor het realiseren van nieuwe projecten.

De uitdaging is manieren te identificeren waarbij het voor een afnemer van groene stroom mogelijk is om bij te dragen aan daadwerkelijke realisatie van HE opwekking, onafhankelijk van overheidsbeleid.

Bij onderzoeksvraag 3 speelt dat er nationaal en lokaal beleid is ten aanzien van energiebesparing. Vanuit de Wet milieubeheer behoren gemeenten bij bedrijven die onder de Wm vallen in milieuvergunningen en controles aandacht te schenken aan energiegebruik en energiebesparing, met als uitgangspunt dat energiebesparende maatregelen met een terugverdientijd kleiner dan vijf jaar worden genomen. De gemeente Amsterdam heeft dit voor datacenters vertaald naar strenge eisen ten aanzien van de efficiëntie van het energiegebruik, voor zowel nieuwbouw van datacenters als voor bestaande datacenters. Deze energie-efficiëntie-eisen zouden ook door andere (lokale) overheden overgenomen kunnen worden, zodat energie-efficiëntie maatregelen binnen de sector breder geïmplementeerd worden. We becijferen wat het potentieel aan energiebesparing zou zijn als 'Amsterdamse energie-efficiëntie-eisen' in heel Nederland gehanteerd worden.



# 2 Energieverbruik datacenters

Het eerste onderdeel is de berekening van het huidige energiegebruik van de datacenters in Nederland anno 2012 en de verwachte groei van het energiegebruik naar 2015 toe. De CO<sub>2</sub>-emissies die horen bij dit energiegebruik worden uitgewerkt in het volgende hoofdstuk.

## 2.1 Soorten datacenters

Om het totale verbruik te kunnen schatten moet vastgelegd worden wat voor soorten datacenters in de telling meegenomen worden. De volgende soorten datacenters zijn te onderscheiden:

- commerciële datacenters:
  - internetproviders en telecombedrijven (bijv. Tele2, KPN, Level3);
  - aanbieders van housing/hosting (bijv. Equinix, Telecity);
  - datacenters van aanbieders van cloud services (Google, Microsoft, etc.).
- academische rekencentra (bijv. SARA, Nikhef, Rekenhal RUG);
- corporate/privé datacenters (bijv. Rabobank).

Van de eerste twee types datacenter zijn eenvoudig gegevens te verkrijgen omdat ze tot op zekere hoogte een openbaar karakter hebben. Van het derde type datacenter is het moeilijker om data te verkrijgen omdat de locatie van het datacenter uit veiligheidsoverwegingen vertrouwelijk is.

Daarnaast is er een onderscheid tussen een standalone-datacenter en een datazaal of datavloer binnen een kantoorgebouw. Deze studie richt zich op het standalone-datacenter, dat wil zeggen een gebouw volledig gericht op het huisvesten van een grote hoeveelheid computerapparatuur met alle ondersteunende faciliteiten zoals luchtbehandeling, noodstroomvoorziening, specifieke blusinstallatie, gebouwbeveiliging, enzovoorts<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Een datavloer binnen een generiek kantoorgebouw is vaak ondersteund door dezelfde soort faciliteiten, maar dan in het klein. Door het grote aantal kantoorgebouwen gaat het hier om een aanzienlijke vloeroppervlakte. In Nederland omvatten de kantoren 46,5 mln. m<sup>2</sup> (Builddesk 2011). Als 1% van de vloeroppervlakte voor de serverruimtes gealloceerd is en daarvan driekwart daadwerkelijk in gebruik als datavloer, dan gaat het hier om een 350.000 m<sup>2</sup> aan datacenter-vloeroppervlakte binnen de kantoorgebouwen. Deze datavloeren kennen naar verwachting dus een navenant significant energiegebruik, temeer daar zaken als koeling op niet bijzonder energie-efficiënte wijze zijn uitgevoerd (Beco, 2010). Ook binnen de kantoren zijn er heel veel mogelijkheden om de ICT-voorzieningen en het kantoor-rekencentrum te vergroenen. Overstappen van een eigen in-house ICT-voorziening (waarbij alle hardware, software en infrastructuur in eigen beheer is) naar het model van cloud-computing, waarbij de ICT als een dienst wordt ingekocht en de onderliggende hardware, software en infrastructuur door anderen worden verzorgd, is vaak energie-efficiënter. Aanknopingspunten en concrete handvaten voor de afnemer van ICT-voorzieningen worden gegeven in het TNO-rapport over de groene clouds (TNO, 2011, concept).



## 2.2 Totale vloeroppervlakte Nederlandse datacenters

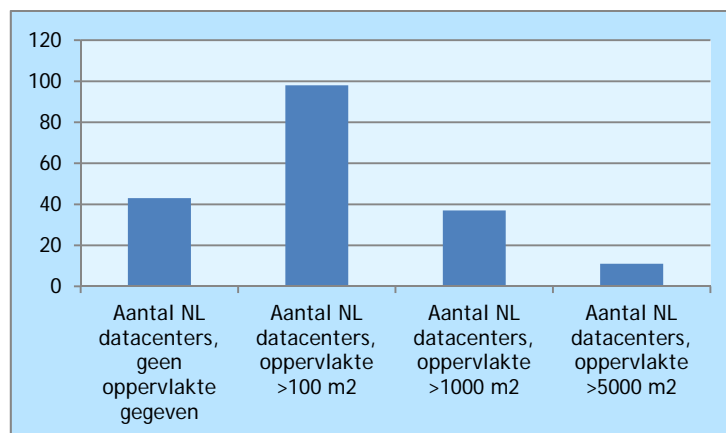
De eerste stap in het bepalen van het huidige verbruik van de Nederlandse datacenters is het opstellen van een database van datacenters met vloeroppervlakten en energiekentallen. De vloeroppervlakten zijn nodig omdat het de beste maatstaf is voor het bepalen van het energiegebruik.

Het bepalen van de vloeroppervlakte is gedaan op basis van de volgende openbare bronnen:

- Datacentrumgids: een lijst van commerciële Nederlandse datacenters met bruto vloeroppervlakten en energiekentallen;
- datacentra bekend bij NL-IX: een lijst datacenters met connectivity-informatie beheerd door een belangrijke internet exchange (NL-IX);
- literatuur, internet websites, e.d.

De eerste bron (Datacentrumgids, 2012) betreft een 'zo volledig mogelijk' beeld van datacenters in de Benelux die ruimte verhuren aan derden. Datacenters kunnen zich aanmelden bij de beheerder van Datacentrumgids voor een registratie. Het gaat hier dus om datacenters die een 'openbaar' karakter hebben, de meeste datacenters op de lijst zijn van housing/hosting providers. In totaal zijn in de Datacentrumgids 149 Nederlandse datacenters opgenomen, 106 daarvan hebben een opgegeven vloeroppervlakte van de datavloer. 95 datacenters hebben een datavloer groter dan 100 m<sup>2</sup> en 43 hebben een datavloer groter dan 1.000 m<sup>2</sup>. De verdeling naar grootte van het datacenter is weergegeven in de Figuur 2, te zien is dat relatief veel datacenters van beperkte grootte opgenomen zijn.

Figuur 2 Verdeling van datacenters in de Datacentrumgids database



De gemiddelde datacentervloeroppervlakte bedraagt 1.700 m<sup>2</sup> en de gemiddelde oppervlakte als men de vijf grootste en kleinste datacenters niet telt bedraagt 1.100 m<sup>2</sup>.

Een tweede bron (NL-IX, 2012) betreft een uitvoeriger overzicht van alle 187 datacenters die bekend zijn bij de internet exchange NL-IX<sup>2</sup>. Datavloer/facility parameters zijn niet geïnventariseerd door NL-IX. De vloeroppervlakte van het totaal van de Datacentrumgids is aangevuld met de vloeroppervlakte die berekend is op basis van het aantal unieke datacenters in

<sup>2</sup> NL-IX biedt zelf dienstverlening aan bij een beperkt aantal van de datacenters op de lijst, men wil het overzicht over de andere datacenters hebben en men houdt vanuit die achtergrond de lijst bij (mededeling, van Gentevoort 2012).



de NL-IX-lijst, gebruikmakend van een mediane oppervlakte van 1.100 m<sup>2</sup> per datacenter. Het combineren van de lijsten geeft een totale vloeroppervlakte. Aangevuld met een literatuurscan wordt de nauwkeurigheid op ± 20% geschat. Uit de bronnen en een literatuurscan is ook een lijst gemaakt van de grootste datacenterproviders en de nieuwbouwplannen.

Naast de openbare commerciële datacenters bestaat er ook een groot aantal datacentra van bedrijven en instellingen die hun eigen datacenter hebben, datacenters die volledig benut worden door de eigenaar. Dit kunnen dus de datacenters van universiteiten, financiële instellingen, infrastructuur-bedrijven, et cetera zijn. Sommige van deze zijn volledig geheim, de datacenters zijn niet in de bronnen opgenomen en zijn dus niet geteld. Wanneer ze wel zijn opgenomen, bijvoorbeeld in de lijst van NL-IX, zijn ze wel meegenomen in deze studie.

De totale berekende vloeroppervlakte is weergegeven in Tabel 3, met de onzekerheid van de inschatting.

Tabel 3 Datavloer oppervlakte datacenters in Nederland, 2012

	Aantal	Vloeroppervlakte (m <sup>2</sup> )
Oppervlakte van het totaal in Datacentrumgids	106 datacenters	180.000
Datacenters waarvan vloeroppervlakte niet is gegeven	93 datacenters	102.000
Totaal vloeroppervlakte datacenters in Nederland, 2012	199 datacenters	282.000 (± 20.000)

We gaan er bij deze inschatting van uit dat het om netto datacenter-vloeroppervlakte gaat, dus vloeroppervlakte in de datazaal en niet de oppervlakte van de ondersteunende faciliteiten.

### 2.3 Huidig energieverbruik van de Nederlandse datacenters

Om het energiegebruik te herleiden, is het energiegebruik van de datacenters per eenheid van vloeroppervlakte nodig.

Deze parameter kan bepaald worden uit een viertal aspecten:

- De energiedichtheid van de datavloer, de trend hier is stijgende: de gemiddelde vermogensopname van ICT-apparaten stijgt en daarmee ook het gemiddelde ontwerpvermogen van nieuwe datacenters.
- De benuttingsgraad van het datacenter, dat wil zeggen hoeveel van de voor de verhuur beschikbaar zijnde ruimte is ook daadwerkelijk in gebruik.
- De gemiddelde energievraag, de gemiddelde belasting van de apparatuur. Het daadwerkelijke stroomverbruik van apparatuur houdt hier sterk verband mee.
- De efficiëntie van de ondersteunende faciliteiten, de *Energy Use Effectiveness*-factor (EUE)<sup>3</sup>.

Het is belangrijk in gedachten te houden dat we in deze paragraaf het energiegebruik van de datacenters berekenen zonder een uitspraak te doen over wat met dat energiegebruik bereikt wordt. Het kan zijn dat het zeer efficiënt gebruikt wordt. Met een eenheid van energiegebruik kan

<sup>3</sup> De EUE wordt gedefinieerd door het totale stroomverbruik van het datacenter te delen door het stroomverbruik van uitsluitend de in bedrijf zijnde ICT-apparatuur.



tegenwoordig véél meer dataverwerking plaatsvinden dan in het verleden. De zogenaamde computer-efficiency valt dus buiten deze studie.

### **Datacenter ontwerp-energiedichtheid**

De datacenters die tegenwoordig gebouwd worden, krijgen steeds grotere ontwerpvermogens. Traditioneel was een vermogen van 2 kW/rack voldoende, tegenwoordig is er steeds meer vraag naar > 4kW/rack servers. De achterliggende reden is dat de prestaties van een server iedere twee jaar met een factor 3x toeneemt, terwijl de 'prestatie per Watt' minder snel verbetert: die verdubbelt 'slechts' iedere twee jaar (Uptime Institute, 2011b). Dit betekent dat het energiegebruik van de meest krachtige systemen iedere twee jaar met 50% kan stijgen. In de praktijk zal dit meevallen omdat niet alle systemen de rekenkracht maximeren.

In de praktijk variëren ontwerp-energiedichtheden van verschillende datacenters sterk. Datacenters van hosting providers hebben over het algemeen een hoge energiedichtheid omdat de datazaal vol staat met racks gevuld met high density nodes met veel CPU's, bijvoorbeeld blade servers. Datacenters van housing providers hebben een grotere mix aan systemen, hier kunnen systemen tussen zitten met een hoge energiedichtheid, maar er zullen ook systemen met een laag verbruik tussen zitten, en de gemiddelde vulling is lager. Daarom hebben deze datacenters gemiddeld een lagere energiedichtheid (Longbottom, 2012).

Voor de energiedichtheid van de Nederlandse datacenters geeft Tebodin voor 2008 en 2010 een gewogen gemiddelde van respectievelijk 1,24 kW/m<sup>2</sup> en 1,35 kW/m<sup>2</sup> (Tebodin, 2009). Deze toename van 18% in twee jaar tijd komt door de nieuwbouw van datacenters met een energiedichtheid die significant hoger is dan die van de bestaande datacenters.

Voor de waarden na 2010 herberekenen we het gewogen gemiddelde op basis van de aanname dat de gemiddelde energiedichtheid van nieuwbouw nu inmiddels op 2 kW/m<sup>2</sup> zit en dit ook zo blijft. Dit resulteert voor 2012 in een gewogen gemiddelde waarde van 1,48 kW/m<sup>2</sup> en voor 2015 in 1,57 kW/m<sup>2</sup> ( $\pm$  10%).

### **Benuttingsgraad datavloer**

De benuttingsgraad van het datacenter is de mate waarin de vloeroppervlakten ook echt daadwerkelijk in gebruik zijn. De benuttingsgraad van een juist geopend datacenter is nog relatief klein, naarmate meer ruimte verhuurd wordt en meer apparatuur geplaatst wordt, neemt de benuttingsgraad toe. Als de benuttingsgraad een bepaald niveau heeft bereikt worden nieuwbouwplannen aantrekkelijk. De gemiddelde benuttingsgraad van datavloeren is niet gemakkelijk exact te verkrijgen, omdat de benuttingsgraad van een datacenter niet gecommuniceerd wordt.

In de regel is, wanneer de vloerruimte extern wordt ingehuurd, de benutting van een datavloer efficiënter in vergelijking met het gebruik van ruimte in een eigen datacenter of in een serverruimte in een kantoorgebouw, dus als bedrijven van eigen floorspace overstappen naar gehuurde ruimte dan neemt de benodigde hoeveelheid oppervlakte af bij hetzelfde aantal ICT-systemen, geschat 50% (Longbottom, 2012). Dit suggereert een vrij lage benuttingsgraad voor privé datavloeren en een hoge benutting voor hosting.

Een inschatting van 60% is aangehouden voor de gemiddelde benuttingsgraad ( $\pm$  10%).

### **Serverbelastingsgraad**

Het energiegebruik van een server stijgt naarmate de belasting hoger is. Traditioneel draait een server op een gemiddelde belasting van 5-15% (met af en toe een piek). Zwaarder belaste servers draaien gemiddeld tot wel boven



de 60%, volgens Beco (2011) gemiddeld zelfs minimaal 60%. Bij een goede verdeling van de ICT-functies over de benodigde servers kan door een hogere belasting aan te houden het aantal benodigde systemen gereduceerd worden, wat een efficiencyvoordeel oplevert. Uit het onderzoek van Oracle blijkt dat de gemiddelde benutting van een server nu ongeveer 35% is. Door de benutting omhoog te brengen tot 50% kan dan een derde van de servers verdwijnen. Ontwikkelingen die dit mogelijk maken zijn virtualisatie en consolidatie. Virtualisatie betekent dat op een fysieke server meerdere virtuele servers draaien, die functioneel gescheiden zijn. Een gegeven set aan IT-functies kan in een gevirtualiseerde omgeving energie-efficiënter vervuld worden door doordat minder fysieke apparatuur nodig is. Gemiddeld is nu 34% van de servers gevirtualiseerd (Oracle, 2011)<sup>4</sup>. Het consolideren, ofwel kritisch kijken naar de aanwezige systemen en deze zo mogelijk uitfasen, zorgt er ook voor dat de gemiddelde belasting omhoog gaat (doordat systemen met een zeer lage belasting uitgeschakeld worden). Op basis van deze bronnen is voor 2012 een belasting van 45% aangehouden als gemiddelde voor Nederland, waarbij we verwachten dat dit door toenemende virtualisatie in 2015 50% kan zijn (beide inschattingen ± 10%).

### Datacenter efficiency (EUE-factor)

De EUE is een maat voor de energie-effectiviteit van de systemen in een datacenter. Deze wordt voor een datacenter berekend aan de hand van de energiebalans in het datacenter. De EUE drukt in feite uit in hoeverre de in het datacenter opgenomen elektriciteit ook daadwerkelijk bij de IT-apparatuur 'terecht komt'. De efficiëntie van de technische inrichtingen van het datacenter (stroomverdeling, koeling, luchtbehandeling/verdeling, noodstroomvoorziening) wordt ermee uitgedrukt. De rekenwijze is als volgt:

$$EUE = \frac{\text{Totale energievraag datacenter}}{\text{Energievraag ICT - apparatuur}}$$

De EUE-methodiek wordt voorgeschreven door de Green Grid, die adviezen geeft omtrent berekeningswijze en afbakening (Green Grid, 2011).

Traditioneel is de jaargemiddelde EUE voor een gemiddeld datacenter rond de 1,8-2,0 en was een score van bijvoorbeeld 1,5 goed. Echter door de sterke toename van het gebruik van ICT-apparatuur en de daarmee gemoeide oplopende warmteproductie, koelvraag en energiekosten is er een sterke focus gekomen op het verbeteren van de efficiency van datacenters.

Door een aantal maatregelen te nemen die als 'laaghangend fruit' bestempeld kunnen worden, kan de EUE in bestaande datacenters teruggebracht worden tot onder de 1,5 en verder (compartimenteren van warme/koude gangen, verhogen van de temperatuur op de datazaal, vermijden van hotspots). Voor nieuwbouwdatacenters zijn veel lagere waarden thans gebruikelijk. Waarden onder de 1,2 zijn thans goed haalbaar, mits de koeling efficiënt wordt uitgevoerd, gebruikmakend van zoveel mogelijk vrije koeling. Een aantal aansprekende voorbeelden van efficiënte koelsystemen is gegeven in Agentschap NL (2011).

Tebodin (2009) gaat voor 2010 uit van een NL-gemiddelde EUE van 1,5. Dat lijkt optimistisch, bijv. de gemeente Amsterdam wil dat alle datacenters een EUE van 1,4 halen, maar uit een inventarisatie in 2011 blijkt dat 60% van de datacenters slechter scoren dan 1,8 (Dienst Milieu en Bouwtoezicht, 2012).

---

<sup>4</sup> Veeam geeft een getal van 39% (Kelfkens, 2011).





Op basis hiervan nemen we voor 2012 een gemiddelde EUE van 1,6 aan, en we nemen aan dat, zonder aanvullend (handhavings-)beleid, de EUE landelijk verbeterd kan worden tot een gemiddelde van 1,45 in 2015 (1,4 in Amsterdam - waar de gemeente een actief handhavingsbeleid zal gaan uitvoeren; 1,5 in de rest van Nederland).

### Totaal energiegebruik

Het gemiddelde elektriciteitsverbruik in 2012 van een vierkante meter aan datacentervloeroppervlakte kan berekend worden uit het product van het bovenvermelde viertal aspecten. Hiermee wordt het resulterende energiegebruik van de Nederlandse datacenters in 2012 bepaald op naar verwachting 1,6 TWh per jaar<sup>5</sup>. Dit geldt voor de datacenters die we hebben kunnen identificeren aan de hand van de gehanteerde databronnen (zie ook Bijlage A). Dit staat gelijk aan het elektriciteitsgebruik van 450.000 gemiddelde gezinnen. De berekening is weergegeven in Tabel 4.

De uitkomst is het resultaat van een berekening waar de relevante aspecten een onzekerheid kennen. Daarom is gewerkt met een bandbreedte in de inschatting, we schatten de ondergrens van het energiegebruik op 1,3 TWh en de bovengrens op 1,8 TWh.

Tabel 4 Berekening energiegebruik datacenters 2012

	Inschatting 2012	Eenheid
Datavloeroppervlakte	282.000 (± 20.000)	m <sup>2</sup>
Gemiddeld specifiek elektriciteitsverbruik, 2012	5,6	MWh/m <sup>2</sup> /j
Totaal energiegebruik, 2012	1,6 (1,3-1,8)	TWh/j

## 2.4 Groei 2012-2015

De vraag naar datacenterruimte blijft, door een aantal oorzaken, naar verwachting toenemen. Ook al worden computers compacter en krachtiger, het aantal ICT-services blijft groeien en wordt vanuit traditionele serverruimten naar externe datacenters verplaatst (Keijzer, 2011). Ontwikkelingen als cloud computing spelen hier mee. Bij cloud computing worden ICT-functies afgenomen van service providers die de gehele ICT infrastructuur verzorgen. De huisvesting van de benodigde ICT-infrastructuur geschiedt in datacenters, zowel in het buitenland maar ook in Nederland.

Het voorspellen van de groei in datacentercapaciteit is lastig, zeker op de lange termijn. Ontwikkelingen binnen de ICT spelen een rol maar ook andere zaken, ontwikkelingen in de economie, bij meer economische groei zullen ICT-budgetten van bedrijven makkelijker kunnen stijgen.

Uit internationaal datacenteronderzoek blijkt dat nu slechts 44% van de grote bedrijven uitsluitend in-house datacenters gebruikt; dit getal was eind 2010 nog 60%. Dit betekent dat bedrijven extra externe ruimte inhuren (Oracle, 2012).

Een andere bron is een internationaal onderzoek onder een groot aantal datacentermanagers van het Uptime Institute (2011a)<sup>6</sup>, waaruit blijkt dat bijna

<sup>5</sup> Een TWh (terawattuur) is een miljard kWh.

<sup>6</sup> Het Uptime Instituut is een datacenterkennisinstituut met een zekere focus op Noord-Amerika, we veronderstellen dat het onderzoek representatief is voor de Nederlandse situatie gezien het vergelijkbare niveau van de techniek hier.





1/3<sup>e</sup> van de datacenters significant extra budget krijgen voor investeringen en uitbreidingen. Daarnaast gaven 36% van de respondenten aan in 2012 tegen een beperking aan te lopen op het gebied van ruimte, koeling, of energievoorziening. Dit wordt door een meerderheid van 62% opgelost door servers te gaan consolideren. Daarnaast wordt er als volgt extra datacenterruimte gecreëerd:

- 40% bouwt zelf een nieuwe datacenter;
- 29% gaat datacenterruimte leasen;
- 20% gaat gebruik maken van cloud services.

Als we de cijfers naast elkaar leggen dan ontstaat een beeld dat ruwweg 30% van de datacentereigenaren/managers de komende jaren in enige vorm nieuwe capaciteit in gebruik gaan nemen.

Om de schatting voor Nederland kwantitatief te maken is een overzicht van concrete nieuwbouwplannen voor de grootste aanbieders van datacenterdiensten gemaakt. Dit is weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Nieuwbouwplannen datacentra

Leverancier	Nieuwbouw	Opmerking
The Datacenter Group	3.000	Delft, 2012 klaar
Interxion	4.000	AMS 6 = zesde Interxion datacenter in Amsterdam
Switch	4.000	8.000 m <sup>2</sup> gerealiseerd zomer 2011
Telecity	6.000	6.000 = 42% groei t.o.v.14.000 nu
Equinix	6.100	500 m <sup>2</sup> in Zwolle; Amsterdam 1.400-2.800 racks = 2.800-5.600 m <sup>2</sup> , dit is het derde datacenter van Equinix in Amsterdam
BT	7.900	Verdubbelt de capaciteit; van 1,7 naar 3,3 MW
Easynet	Mogelijk	
Evoswitch	Mogelijk	Uitbreiding 6.000 m <sup>2</sup> in studie
Global Switch	Mogelijk	Internationaal wordt er gewerkt aan uitbreiding, in de pijplijn
Atos Origin	N.b.	
Cyberbunker	N.b.	
Databarn	N.b.	
euNetworks	N.b.	
Getronics	N.b.	
Interconnect	N.b.	3.000 m <sup>2</sup> gebouwd in 2011
Interoute	N.b.	
Level3	N.b.	
Rabobank	N.b.	
ShubergPhillis	N.b.	
<b>Totaal</b>	<b>&gt; 30.000 m<sup>2</sup></b>	<b>Grotendeels gerealiseerd 2012</b>

Het overzicht in Tabel 5 is een indicatie van de meer zekere bouwplannen. De totalen tellen op tot meer dan 30.000 m<sup>2</sup>, hierbij geldt dat het voor een deel om nog niet definitieve plannen gaat. Niet alle plannen zijn openbaar, en een aantal partijen geeft aan te studeren op uitbreiding. Het overzicht telt plannen die grotendeels op de korte termijn gerealiseerd gaan worden. Vermoedelijk zal bij voortdurende groei tot 2015 méér gebouwd worden. Om de groei niet te onderschatten zullen we om deze reden een schatting maken van het energiegebruik bij een uitbreiding met 60.000 m<sup>2</sup> in 2015 ( $\pm$  15.000 m<sup>2</sup>).



Bovenstaande nieuwbouwplannen leiden tot een geschat energieverbruik van de datacenters van 2,1 TWh in 2015, een toename van 60% ten opzichte van 2010. De resultaten worden gegeven in Tabel 6 samen met de inschatting voor 2010 van Tebodin (2009).

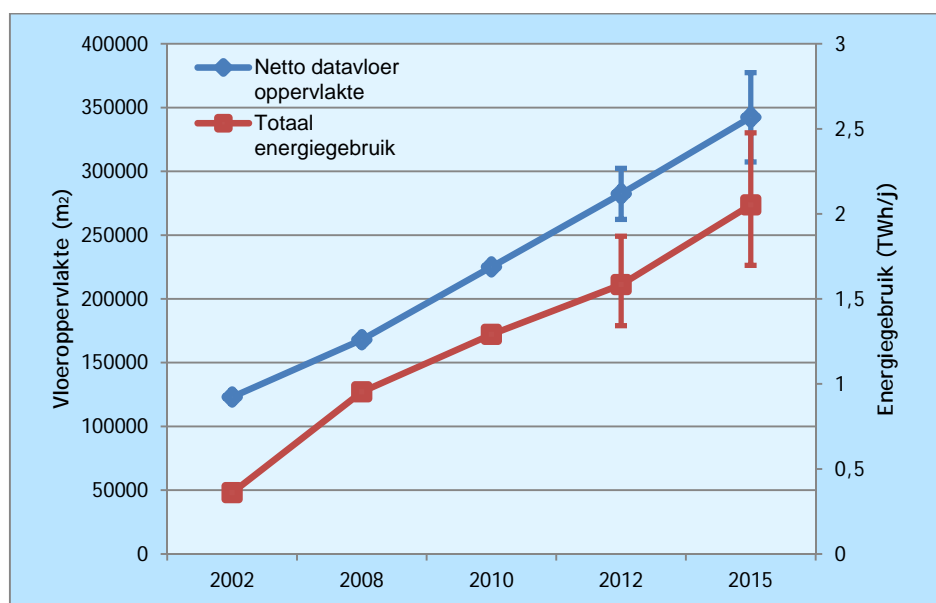
Tabel 6 Berekening energieverbruik datacenters 2012-2015

	Schatting 2010 Tebodin (2009)	Inschatting 2012	Inschatting 2015	Eenheid
Netto datavloeroppervlakte	225.000	282.000 (± 20.000)	340.000 (± 35.000)	m <sup>2</sup>
Ontwerpvermogen	1,35	1,48	1,57	kW/m <sup>2</sup>
Gemiddelde benuttingsgraad oppervlakte		60%	60%	
Gemiddeld belastingsniveau		45%	50%	
Gemiddelde EUE	1,5	1,6	1,45	
Gemiddeld specifiek elektriciteitsverbruik, 2012	5,7	5,6	6,0	MWh/m <sup>2</sup> /j
Totaal energieverbruik, 2012	1,29	1,6 (1,3 - 1,8)	2,1 (1,7-2,5)	TWh/j

Het is mogelijk dat door alle nieuwbouwplannen en marktontwikkelingen (zoals cloud) een periode van overcapaciteit in de markt voor datacenters ontstaat (Landman, 2011). Het energieverbruik van datacenters kan ook blijven toenemen als de bestaande datacenters intensiever gebruikt gaan worden.

De ontwikkeling is in Figuur 3 gevisualiseerd.

Figuur 3 Ontwikkeling energieverbruik en datacentervloeroppervlakte. Waarden 2002-2010, ontleend aan Tebodin (2009), waarden 2012-2015, deze studie



Bron: Tebodin (2009); CE (2012).



# 3 CO<sub>2</sub>-effecten grijze en groene stroom

Om tot een goede inschatting te komen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot die met het elektriciteitsgebruik van de datacenters gemoeid is, is het handig om eerst wat achtergrond te kennen van het algemene Nederlandse CO<sub>2</sub>-kental voor elektriciteit en de manier waarop dat wordt bepaald. In Paragraaf 3.1 wordt hier verder op ingegaan. In Paragraaf 3.3 presenteren we dan de CO<sub>2</sub>-footprint van de datacenters zelf.

De Europese Commissie heeft twee mechanismen geïntroduceerd die de klant zekerheid moeten geven over de elektriciteit die ze afneemt. Het eerste is het zogenoemde 'stroometiket' dat leveranciers aan hun klanten moeten overleggen en dat duidelijk maakt met welke bronnen de elektriciteit is geproduceerd (kolen, wind, e.d.). Het tweede is de zogenoemde 'Garantie van Oorsprong (GvO)' die waarborgt dat alleen stroom die uit hernieuwbare bronnen is opgewekt echt groen wordt genoemd. Daarnaast wordt via de GvO's gecontroleerd dat voor groene stroom die geleverd wordt, ook productie van hernieuwbare elektriciteit plaatsvindt.

## 3.1 Kengetallen

### Het stroometiket

Elektriciteitsleveranciers zijn dus sinds 2005 verplicht om klanten via het stroometiket te informeren over de herkomst van de geleverde stroom. Op het stroometiket moet niet alleen zichtbaar zijn wat de verschillende energiebronnen zijn en wat het procentuele aandeel van de energiebron is in de geleverde elektriciteit, maar tevens moeten de emissies per geleverd kWh gegeven worden.

### CO<sub>2</sub>-kentallen grijze stroom

Om de elektriciteitsleveranciers hierbij te ondersteunen en om uniformiteit te creëren worden jaarlijks in opdracht van de Energiekamer van de NMa de algemene emissiecijfers per brandstoftype bepaald. Dit gebeurt ook voor een aantal algemene mixen waar de herkomst niet van bekend is. Daarbij wordt ook de productie van kernafval meegenomen. Tabel 5 geeft een overzicht voor het jaar 2010.

Tabel 7 Emissiefactoren per brandstof

Brandstof	Productiemix (g CO <sub>2</sub> /kWh)	Importmix (g CO <sub>2</sub> /kWh)	Productie- en importmix (g kernafval/kWh)
Aardgas	440	421	
Aardgas-WKK	300	300	
Kolen	852	901	
Kern	0	0	0,003
Stookolie	693	662	
Afval, fossiel deel	1.210	947	
Overig	516	N.v.t.	

Bron: CE Delft, 2011.



Op basis hiervan worden vier typen 'brandstofmixen' onderscheiden, waarvoor in de stroometikettering CO<sub>2</sub>-kentallen (in g CO<sub>2</sub>/kWh) worden vastgesteld. Dit betreft *de productiemix* (de gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie van de in Nederland uit fossiele brandstoffen opgewekte stroom), *de importmix* (de gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie uit geïmporteerde stroom, die in het buitenland is opgewekt met fossiele brandstoffen), en *de handelsmix* (het gewogen gemiddelde van productie- en importmix).

De *handelsmix* geeft het kental voor de CO<sub>2</sub>-emissie van 'grijze stroom'. Dit was voor 2010 een gemiddelde CO<sub>2</sub>-emissie van 446 g CO<sub>2</sub>/kWh. Deze waarde wordt in dit rapport gehanteerd als de referentiewaarde van grijze stroom. De handelsmix kan in de komende jaren gaan veranderen door het in gebruik nemen van nieuwe centrales. In ongunstige zin door de beschikbaarheid van meer elektriciteit uit steenkool of het afschakelen van WKK-installaties; in gunstige zin door meer gasgestookt vermogen.

#### *CO<sub>2</sub>-kental Groene stroom*

In de stroometikettering wordt voor stroom afkomstig uit hernieuwbare bronnen uitgegaan van een verwaarloosbare CO<sub>2</sub>-emissie, dus 0 g CO<sub>2</sub>/kWh.

#### *Leveringsmix*

De stroometikettering geeft ook een standaardwaarde voor de *leveringsmix*. Dit is de gewogen optelsom van de handelsmix en geleverde hernieuwbare energie. Voor het aandeel geleverde hernieuwbare energie wordt daarbij uitgegaan van de gebruikte, al dan niet geïmporteerde, GvO's (bron: [www.certiq.nl](http://www.certiq.nl)). De vergroening van de elektriciteit komt dus pas aan de orde op het moment van levering, wanneer bij de stroom tevens een GvO wordt geleverd. Voor 2010 lag op deze basis de CO<sub>2</sub>-emissie van de leveringsmix op 332 g CO<sub>2</sub>/kWh.

#### **Emissies in de keten**

De CO<sub>2</sub>-emissies/kWh die opgevoerd worden op het stroometiket zijn enkel de puntbronemissies (de combustionfase, oftewel verbrandingsemisies).

Er is geen rekening gehouden met de emissies die vrijkomen bij de winning en het transport van de grondstoffen (de pre-combustionfase).

Tabel 6 geeft hiervan een indicatie. Deze is gebaseerd op een recente studie naar de externe kosten en baten van elektriciteitsproductie (CE Delft, 2010).

Tabel 8 Verhouding CO<sub>2</sub>-emissies pre-combustion en combustion voor elektriciteit

	Pre-combution	Combustion
Aardgas	2,5%	97,5%
Aardgas-WKK	2,5%	97,5%
Kolen	1,5%	98,5%
Stookolie	0,5%	99,5%

Hoewel de pre-combustion van elektriciteit slechts een klein onderdeel van de totale emissies is adviseren wij om ook deze emissies mee te nemen omdat deze in dezelfde ordegrrootte liggen als de ketenemissies van duurzame elektriciteit. Genoemde factoren zijn overigens sterk indicatief, want ze zijn afhankelijk van factoren als herkomst van de brandstof, samenstelling en wijze van winning, etc.



Meenemen van de pre-combustion-emissies in de gemiddelde raming uit de Nederlandse handelsmix van 446 g CO<sub>2</sub>/kWh leidt tot een aangepaste waarde van 455 g CO<sub>2</sub>/kWh.

Bij duurzame elektriciteit zijn er ook ketenemissies. Deze hangen af van de bron en ook van eventuele ketenemissies (bijv. van de productie van een windturbine). Met name bij biomassa spelen ketenemissies een heel belangrijke rol, maar het precieze effect hangt heel erg af van het type biomassa dat ingezet wordt. Tabel 9 geeft een overzicht van de ketenemissies van hernieuwbare elektriciteit uit wind, zon, water<sup>7</sup> en biomassa.

Tabel 9 Ketenemissies hernieuwbare elektriciteit

Type	Kg CO <sub>2</sub> /kWh (2010)
Wind (off-shore)	0,014
Wind (land)	0,011
Zon	0,079
Water (Nederland, rivier)	0,004
Water (Noorwegen, reservoir)	0,006
Biomassa	0,001-0,144 (typisch) -0,136 (best case) 2,036 (worst case)

Zoals aangegeven in Tabel 9 is de spreiding van de emissies van elektriciteit uit *biomassa* erg groot. Deze grote verschillen ontstaan omdat er heel veel verschillende soorten biomassa bestaan. Sommige biomassa is een restproduct (zoals bijvoorbeeld houtafval of aardappelafval) en doorgaans wordt maar een klein deel van de ketenemissies aan dit restproduct toegerekend<sup>8</sup>. Zulke reststromen leveren over het algemeen een lage CO<sub>2</sub>-emissie per kWh op. Bij biomassastromen die speciaal voor energieproductie worden geteeld, worden alle CO<sub>2</sub>-emissies over de hele keten aan de energieproductie toegerekend, waardoor ze vaak een hogere CO<sub>2</sub>-emissie per kWh hebben. Ook het land van herkomst is van belang. Om een inschatting te kunnen maken van de ketenemissies van elektriciteit uit biomassa is het daarom noodzakelijk te weten welk soort biomassa is gebruikt (zie bijv. CML, 2008).

### 3.2 Additionaliteit groene stroom

In 2008 is er in de media veel negatieve publiciteit over groene stroom geweest. Kernpunt van de kritiek was dat inkoop van groene stroom niet leidt tot extra 'groene' opwekkingscapaciteit, omdat het merendeel van de GvO's afkomstig is van waterkrachtcentrales in het buitenland, die vaak al jarenlang en in het buitenland bestaan<sup>9</sup>. In dat geval heeft overstappen op groene stroom dus geen CO<sub>2</sub>-reductie tot gevolg (zie onderstaand tekstkader).

In Nederland gebruiken drie miljoen huishoudens groene stroom; dat is bijna 40% van de huishoudens. Verreweg de meeste daarvan betalen niets meer dan zij voor grijze stroom zouden betalen. Desondanks gaan de klanten ervan uit dat zij een bijdrage leveren aan het verduurzamen van de energievoorziening en veronderstellen zij dat hun groene

<sup>7</sup> Er is onderscheid gemaakt tussen waterkracht uit Nederland en waterkracht uit Noorwegen omdat een groot deel van geïmporteerde GvO's afkomstig is van Noorse waterkracht.

<sup>8</sup> Het merendeel van de emissies wordt immers aan het hoofdproduct toegerekend.

<sup>9</sup> Het probleem is dus niet zozeer dat de groene stroom niet groen is, maar dat extra inkoop van groene stroom niet leidt tot het bouwen van extra 'groene' opwekkingscapaciteit, omdat het aantal GvO's dat met de huidige 'groene' opwekkingscapaciteit geproduceerd wordt een stuk groter is dan de huidige vraag naar GvO's.



stroomgebruik leidt tot een toename van de productie van duurzame elektriciteit. Dat blijkt nog niet of nauwelijks het geval. De belangrijkste oorzaak daarvan is dat 'groene stroom' een typisch Nederlands product is. In weinig andere landen wordt groene stroom als apart product verkocht. In landen waar groene stroom geen apart product is, worden wel GvO's afgegeven voor de duurzame elektriciteit die er wordt geproduceerd. Omdat deze GvO's daar geen waarde hebben kunnen ze worden verkocht aan afnemers in Nederland. Veel 'grijze stroom' wordt hier 'groen verklaard' door er GvO's uit andere landen aan te koppelen. Dat gebeurt voor een groot deel van de groene stroom die in Nederland wordt geleverd. Meer vraag naar groene stroom leidt dus op de korte termijn vooral tot meer aankoop van GvO's op de internationale markt waar een overschot aan GvO's is. De vraag leidt niet, op de korte termijn tot het plaatsen van meer productievermogen. De duurzame elektriciteit die wel in Nederland wordt geproduceerd komt voor een groot deel uit installaties die met behulp van subsidies zijn gerealiseerd.

De belangrijkste drijvende krachten om meer duurzaam productievermogen in Nederland te realiseren is dus niet de consumentenvraag. In de visie van CE Delft zijn de twee belangrijkste drijvende krachten:

- 'Grootschalige' systemen: Doelstellingen ten aanzien van hernieuwbare energie van de wetgever (nationaal/EU) zorgen voor subsidieregimes en regelgeving door overheden. In Nederland is dat nu een 'SDE+'-stimuleringsregeling en mogelijk een leveranciersverplichting als de doelstellingen niet gehaald worden.
- 'Eigen productie': Bedrijven en consumenten investeren vaak in PV-zonnecellen of zonnewarmte uit ideële overwegingen en zonder subsidie: maatschappelijk verantwoord ondernemen, eigen verantwoordelijkheid nemen, zekerheid over de energiekosten. Doorgaans zijn dit kleinschaliger systemen, maar het kan in potentie ook grootschaliger.

### 3.3 CO<sub>2</sub>-uitstoot datacenters

Het energiegebruik van de Nederlandse datacenters, zoals berekend in het vorige hoofdstuk, vertaalt zich naar een CO<sub>2</sub>-uitstoot omdat de gebruikte elektriciteit veelal fossiel is opgewekt. Hierbij houden we, gelet op de additionaliteitsdiscussie, geen rekening met compensatieschema's van de uitstoot en ook niet met ingekochte groene elektriciteit op basis van GvO's. We rekenen daarom met het CO<sub>2</sub>-kental van de Nederlandse handelsmix.

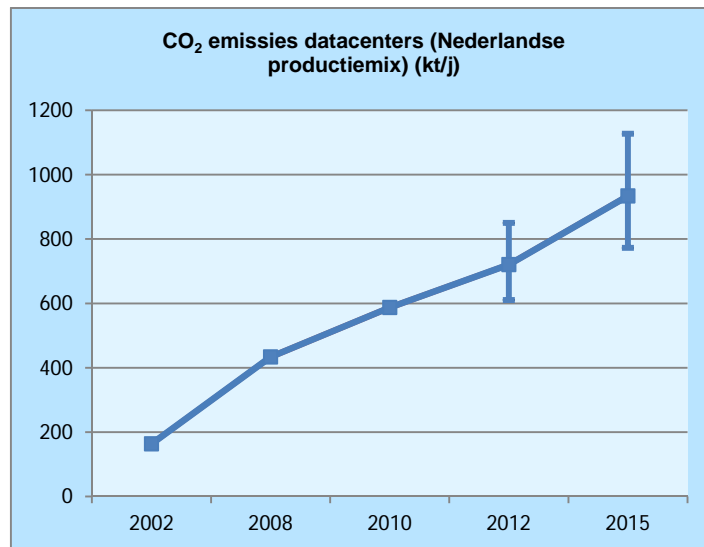
De voor 2012-2015 te verwachten CO<sub>2</sub>-uitstoot die gepaard gaat met het energieverbruik van de Nederlandse datacenters, is weergegeven in Tabel 10 en Figuur 4. Ter vergelijking is ook de uitstoot opgenomen gepaard gaand met het energieverbruik uit Tebodin (2009).

Tabel 10 CO<sub>2</sub>-uitstoot gemoeid met de datacentersector (kton CO<sub>2</sub> per jaar)

	2002	2008	2010	2012	2015
CO <sub>2</sub> -uitstoot Nederlandse datacenters	160	430	590	720 (±15%)	930 (± 20%)



Figuur 4 Ontwikkelingen uitstoot CO<sub>2</sub> gemoeid met Nederlandse datacenters (kton/jaar)



Figuur 4 laat zien dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot een constante stijging doormaakt vanaf 2002, en dat deze ontwikkeling zich waarschijnlijk zal doorzetten. Ter vergelijking, 720 kton CO<sub>2</sub> staat gelijk aan de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het elektriciteit- en gasgebruik van ruim 160.000 huishoudens.







# 4 Inkoop groene stroom

In dit hoofdstuk kijken we naar de mogelijkheden om het overblijvende energiegebruik te vergroenen. Een flink aantal datacenters maakt bijvoorbeeld al gebruik van groene stroom. Een ander alternatief is gebruikmaken van compensatieschema's, er zijn ook een aantal bedrijven die dit doen. In Paragraaf 4.2 zullen we kijken naar wat de CO<sub>2</sub>-effecten zijn van het overstappen op groene stroom, en in Paragraaf 4.3 naar de effecten van CO<sub>2</sub>-compensatie-schema's. Als eerste geven we nu weer welke datacenters al groene stroom kopen, voor zover bekend uit openbare bronnen.

## 4.1 Datacenters die nu reeds groene stroom inkopen

Van de grootste datacenterbedrijven is gescreend of ze groene stroom afnemen. Het doel hiervan is te herleiden van hoeveel % van de datacenterbedrijven herleid kan worden dat ze al groene stroom afnemen. De resultaten van de screening zijn in Tabel 11 weergegeven.

Tabel 11 Gescreende datacenterbedrijven

Leverancier	Totale datavloer oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Groene stroom*	Bron**
Global Switch	25.000	Ja	W
Getronics	25.000	Ja	W
TCN	24.400	Nee/ geen gegevens	DCG, W
Telecity	14.000	Nee/ geen gegevens	DCG, W
Rabobank	12.500	Ja, 73%, NL	W
Easynet	10.000	Compensatie	W
Evoswitch	10.000	Ja	W
Atos Origin	10.000***	Ja	W
Level3	10.000	Nee	DCG, W
Interxion	9.000	Ja	W
Switch	8.000	Ja	W
BT	7.900	Ja	W
euNetworks	6.000	Nee/ geen gegevens	DCG, W
Equinix	5.600	Ja	W
Interconnect	3.725	Nee/ geen gegevens	DCG, W
ShubergPhilis	2.800	Nee/ geen gegevens	DCG, W
Terremark	2.700	Ja	W
Cyberbunker	1.600	Nee/ geen gegevens	W
Databarn	1.600	Nee/ geen gegevens	DCG
Interoute	1.500	Ja	W
Tele2		Nee/ geen gegevens	DCG, W

\* Ja betekent: koopt in voor eigen gebruik en biedt het met minimaal als optie aan klanten aan.

\*\* Code literatuurbronnen : DCG = DataCentrumGids.nl, W = website datacenterbedrijf zelf. Zie literatuurlijst, onder 'Websites datacenterbedrijven'

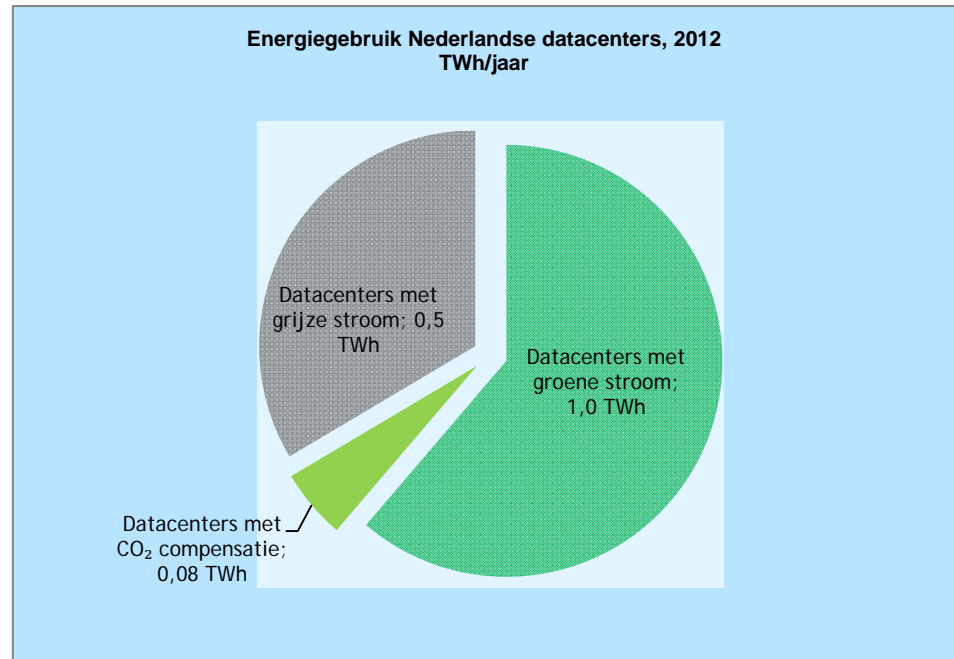
\*\* Stelpost - geen gegevens bekend over de vloeroppervlakte.

Het bovenstaande overzicht kan gebruikt worden om een (naar rato van de datavloeroppervlakte) gewogen percentage te berekenen van de inkoop van groene stroom door datacenters (door datacenters waarvan herleid kan worden dat ze kennelijk groene stroom inkopen). Als we de gewogen



percentages van toepassing verklaren op alle datacenters<sup>10</sup> ontstaat de indeling weergegeven in Figuur 5. Het is echter mogelijk dat dit een te optimistisch beeld geeft omdat het mogelijk is dat datacenters claimen dat ze groene stroom afnemen, terwijl ze dat feitelijk alleen als een optie aan afnemers aanbieden. Dit biedt geen garantie dat alle afnemers in de praktijk ook voor de optie kiezen. Aan de andere kant is het ook goed mogelijk dat datacenters niet vermelden dat ze groene stroom afnemen, maar dit wel doen.

Figuur 5 Overzicht gebruik groene stroom door Nederlandse datacenters



Noot: In de figuur is de screening uit Tabel 11 (wel groene stroom / CO<sub>2</sub>-compensatie / geen groene stroom of geen gegevens) gebruikt om het totale stroomverbruik van alle datacenters te classificeren. Geen groene stroom/geen gegevens is hierbij als grijze stroom geteld.

#### 4.2 Opties voor groene stroom en CO<sub>2</sub>-compensatie

Zoals aangegeven in de inleiding, leidt afname van groene stroom niet automatisch tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie. Rond het overstappen op groene stroom spelen de volgende onderzoeksvragen:

- Wat zijn de CO<sub>2</sub>-effecten, nu en in de toekomst, als de Nederlandse datacenters overstappen op groene stroom/Nederlandse groene stroom?
- Wat zijn de effecten op het aandeel hernieuwbare energie in Nederland als alle datacentra kiezen voor groene stroom?
- Wat zijn de economische effecten voor datacenters van het afnemen van groene stroom?

Om ervoor te zorgen dat er toch sprake is van extra productievermogen zonder subsidiegeld zouden er randvoorwaarden gesteld kunnen worden aan het type 'groene stroom'. Een kernpunt is hierbij dat bepaalde soorten GvO's niet geaccepteerd worden. Daardoor wordt de vraag naar andere soorten GvO's

<sup>10</sup> Het totaal van de top-20 telt op tot 190.000 m<sup>2</sup>; 70% van de bepaalde totale oppervlakte.

waarschijnlijk groter en dat kan mede leiden tot het realiseren van nieuw duurzaam vermogen. Hiervoor zijn verschillende varianten mogelijk. Een andere optie is compensatie van de CO<sub>2</sub>-emissies van het elektriciteitsgebruik door aanschaf van CO<sub>2</sub>-emissierechten.

Voor de inzet door bedrijven van HE bestaan in de markt verschillende routes. We onderscheiden:

1. 'Groene stroom'. Aankoop van hernieuwbare elektriciteit op basis van GvO's (garanties van oorsprong).
2. Aankoop van HE met Milieukeur (wind en zon).
3. (Gedeeltelijke) eigen opwekking van HE bij het bedrijf (soms met 'SDE+'-subsidie).
4. Compensatie door aankoop van CO<sub>2</sub>-emissierechten.

Deze routes hebben verschillende effecten op de CO<sub>2</sub>-emissie en de bijdrage aan verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening. Tegelijk verschillen ze ook in hun economische impact, zoals de toeslag op de elektriciteitsprijs en op de 'uitstraling' van de maatregel naar klanten en de samenleving.

### **1. Aankoop van groene stroom op basis van de standaard GvO**

De 'standaard'-variant is stroom die op de markt wordt gebracht als 'groene stroom', zonder verdere specificatie van herkomst. Deze stroom is gebaseerd op GvO-certificaten ('Garantie van Oorsprong'). Doorgaans zijn deze afkomstig van bronnen van hernieuwbare energie in het buitenland. Deze totale hoeveelheid in het buitenland geproduceerde elektriciteit uit hernieuwbare bronnen is aanzienlijk groter dan de maximale vraag in Nederland (nu ca. 20% van de elektriciteitsvraag). De vraag uit Nederland zet dan ook geen druk om te komen tot extra productiecapaciteit van hernieuwbare elektriciteit. Gezien het overschot aan GvO's op de huidige markt is de prijs zeer laag, de prijs fluctueert rond de € 0,35 per MWh (informatie RECS, 2012). Omdat een particuliere consument ongeveer 0,22 €/kWh (inclusief de belastingen) betaalt, is het kostprijs-verschil zeer gering. Groene stroom wordt daarom door veel partijen tegen dezelfde prijs aangeboden als grijze stroom.

### **2. Aankoop van Nederlandse groene stroom met Milieukeur (of gelijkwaardig)**

Deze variant betreft aanschaf van groene stroom uit specifieke Nederlandse bronnen van hernieuwbare energie. Dit betreft dan de elektriciteit uit zon en wind opgewekt in Nederland. Daarnaast, onder restricties waterkracht en biomassa (waterkrachtcentrales mogen niet ouder zijn dan vijf jaar en CO<sub>2</sub>-emissiereductie-eisen voor biomassa). De hoeveelheden HE die door deze bronnen worden opgewekt zijn veel kleiner dan in de eerste variant. Tevens is er een zekerheid dat de stroom afkomstig is van duurzame bronnen met relatief lage CO<sub>2</sub>-emissies, zoals wind en zon. In de praktijk geldt dat de opgewekte stroom wordt geproduceerd met steun van subsidie. Een indicatie van de kosten van het overstappen op groene stroom afkomstig van Nederlandse windmolens is te geven aan de hand van Windstroom van Eneco. Op dit moment bedraagt de meerprijs ongeveer 0,01 €/kWh. In het tekstkader werken we uit wat dit betekent voor een voorbeeld datacenter.



#### Rekenvoorbeeld groene windstroom voor een datacenter

We gaan uit van een datacenter met 1.000 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte en 5 miljoen kWh per jaar.

Stel het bedrijf betaalt een commodityprijs van 6,5 €/kWh en 1,13€/kWh energiebelasting (dit tarief ligt lager dan bij consumenten). Inclusief energiebelasting zijn de stroomkosten dan 7,63 €/kWh excl. BTW. Door over te stappen op windstroom zal de stroomprijs stijgen tot 8,55 €/kWh, een toename van de kosten met 12%.

Bij een stroomverbruik van 5 mln. kWh gaat het, op basis van de groene stroomkosten geldend in begin 2012, om meerkosten van € 46.000 per jaar.

Voor het datacenter is het de uitdaging ervoor te zorgen dat de afnemers bereid zijn de meerkosten mee te dragen, ook als de meerkosten mogelijk gaan stijgen. Voor dit bedrag wordt de carbon footprint gereduceerd, en dit heeft ook voor klanten van het datacenter een waarde.

### 3. Eigen productie van hernieuwbare elektriciteit

Een andere variant is dat een bedrijf zelf nieuw productievermogen voor opwekking van hernieuwbare realiseert, bijvoorbeeld op het eigen bedrijfsterrein, of via een investeringsfonds. Een sterke kant hiervan is dat het bedrijf duidelijk naar de omgeving een duurzaam profiel laat zien. Bedrijven zullen voor financiering van 'zelf opgewekte' duurzame elektriciteit doorgaans ook gebruik maken van de bestaande subsidieregelingen. Wel geldt echter dat de afhankelijkheid van ondersteuning van de overheid kleiner zal zijn dan wanneer alleen contractueel 'groene stroom' wordt afgenomen. Stel bijvoorbeeld dat een subsidieregeling wegvalt, dan zal een bedrijf dat een windturbine heeft gerealiseerd, deze toch blijven gebruiken voor de stroomvoorziening.

### 4. Compensatie door aankoop van CO<sub>2</sub>-emissierechten

Een alternatief voor groene stroom is het compenseren van de CO<sub>2</sub>-uitstoot of buiten EU-ETS landen CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren. Hier zijn verschillende systemen voor.

Een eerste variant betreft initiatieven waarbij organisaties hernieuwbare energie-opwekking of CO<sub>2</sub>-reductie in ontwikkelingslanden stimuleren onder bijvoorbeeld het Kyoto Clean Development Mechanism. CO<sub>2</sub>-rechten die hiermee gemoeid zijn (CER's - certified emission reductions) zijn verhandelbaar en hebben ongeveer dezelfde kostprijs als EU ETS-certificaten (EU Allowances's - EUA's).

Via het Hivos Klimaatfonds biedt Hivos deze vorm van klimaatcompensatie aan particulieren en bedrijven. De projecten hebben betrekking op kleinschalige hernieuwbare waterkracht, zonne-energie, zuinige houtfornuizen en biogas installaties, allemaal in ontwikkelingslanden.

Een andere mogelijkheid is compenseren door EU ETS-emissierechten in te kopen. Dit leidt tot een CO<sub>2</sub>-reductie in Europa binnen het vastgestelde en dalende plafond van het EU ETS. De Stichting Natuur & Milieu heeft voor dit doel een EUA-winkel geopend ([www.co2markt.nl](http://www.co2markt.nl)). De kosten van dit systeem hangen af van de prijsontwikkeling op het ETS.

Kosten van de verschillende opties voor klanten is uitgewerkt in het onderstaande tekstkader.



#### Rekenvoorbeeld meerkosten CO<sub>2</sub>-compensatie voor een datacenter

We gaan uit van een datacenter met 1.000 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte en 5 miljoen kWh per jaar. De CO<sub>2</sub>-emissies bedragen dan circa 2.300 ton per jaar. Het compenseren tegen € 11 per ton kost ongeveer € 25.000 per jaar, de stroomkosten worden hierdoor ca. 7% hoger (uitgaande van stroomkosten incl. belasting van 7,63 €ct/kWh).

#### Rekenvoorbeeld voor een klant van een datacenter

Voor een datacenterklant vallen de kosten van compensatie relatief veel gunstiger uit.

De verhuurprijzen van een datacenter zijn bijvoorbeeld:

- huur datacenterruimte: € 400 per maand, per rack (het bedrag is inclusief connectiviteit van 10 mbit/s);
- maximale stroomcapaciteit per rack: 16 KVA (dit is ongeveer 16 kW);
- stroomtarief dat aan klanten in rekening wordt gebracht: 15 €ct/kWh.

(Advertentie Datacenter Groningen).

Stel dat een klant een rack huurt en dat het rack vol zit met een totaal aan servers dat in totaal gemiddeld 3 kW verbruikt. Het jaarlijkse energiegebruik is dan 26.300 kWh met een stroomrekening van € 4.000, een goed deel van de totale jaarlijkse kosten (€ 8.800). De kosten van compensatie zijn dan € 130, ofwel meerkosten van 1,4% voor de ICT-gebruiker.

### 4.2.2 Langetermijneffecten overstappen alle datacenters op HE met Milieukeur

Wat zou het effect zijn als alle datacenters in Nederland overstappen op groene stroom die aan een kwaliteitsstandaard voldoet, bv. GvO's afkomstig van Nederlandse windenergie, en hiertoe afspraken maken met energieleveranciers?

Het effect op de vraag kan fors zijn: als alle datacenters overstappen op windstroom, dan zou dit een aanzienlijke 35% van het totaal aan windenergie bedragen. (De Nederlandse productie van hernieuwbare elektriciteit bedroeg 9,6% in 2011, dit was 3,8% uit windenergie en 5,6% uit biomassa. De windenergie werd dankzij exploitatiesubsidies opgewekt, de biomassa dankzij de biomassa meestookverplichting voor kolencentrales.)

Ook in de toekomst kan het aandeel van de datacenters ten opzichte van het totaal aan windstroom fors blijven. Het huidige kabinetsbeleid leidt tot maximaal 12% hernieuwbare energie in 2020 (PBL 2011), waarbij het kabinet inzet op een mix aan energiebronnen, waaronder ook windenergie. Stel dat het aandeel windenergie stijgt tot bijvoorbeeld 7% in 2015, dan zouden de datacenters ca. 25% van het totaal kunnen afnemen.

De effecten die deze vraag op het aanbod van windstroom zal hebben, zijn onzeker en kunnen niet becijferd worden zonder analyse van de gemaakte afspraken. In de praktijk hangen ze vooral samen met de hoeveelheid financiering voor HE projecten er afgesproken is, en de mate waarin die financieringsruimte ook benut wordt voor het realiseren van HE-capaciteit zonder overheidssubsidie. Naar mate er minder subsidie nodig is, zal het effect sterker zijn. De eerder genoemde interacties met het overheidsbeleid blijven van toepassing, naast de mogelijk belangrijke, maar niet te kwantificeren indirecte effecten.



### 4.3 Essentie van de opties

De essentie is dat veel landen de productie van Hernieuwbare Energie (HE) stimuleren met een verplichting of een subsidie en dat een systeem om HE te stimuleren door vraag naar HE te bevorderen voorlopig geen extra HE oplevert. De credits voor HE-projecten worden geleverd door die subsidiesystemen en niet door de klant die groene stroom afneemt, want dat kost merendeels niet meer dan vuile stroom, daaruit blijkt al dat de aankoop van die stroom geen extra impuls kan geven, want HE is minimaal 4 ct duurder dan vuile stroom (grote windturbines op land) en zelfs vaak veel meer (zon, wind op zee, bio-WK).

Volgens de stroometiketten hebben alle vormen van groene stroom een verwaarloosbare CO<sub>2</sub>-emissie. Er moet in de effectbeoordeling echter ook rekening gehouden worden met de vraag of de specifieke wijze van hernieuwbare energie leidt tot:

- structurele verlaging van de CO<sub>2</sub>-emissie;
- meer hernieuwbare energie in Nederland;
- meer zon- en windenergie in Nederland.

Doordat veel landen de productie van hernieuwbare energie stimuleren of verplichten levert extra stimulering van het eindgebruik geen extra bijdrage. Het grote overschot op de NW-Europese markt aan het aanbod van groene stroom (in de vorm van GvO-certificaten) zorgt niet voor extra CO<sub>2</sub>-reductie als deze GvO's worden geleverd aan klanten tegen een zeer geringe meerprijs. In Nederland wordt de hoeveelheid hernieuwbare energie voornamelijk bepaald door de hoeveelheid 'SDE+'-subsidie die wordt uitgekeerd en de meestookverplichting kolencentrales.

Alleen zorgen van extra productie van HE, naast en bovenop de al gesubsidieerde projecten, levert extra CO<sub>2</sub>-reductie en extra hernieuwbare opwekkingscapaciteit. De prijs hiervan is echter wel veel hoger dan de (bijna) gratis groene stroom, omdat in die gevallen de werkelijke extra kosten van hernieuwbare energie moeten worden betaald.

Aan de andere kant kan sprake zijn van indirecte effecten, waardoor opties op korte of langere termijn bijdragen aan verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening. Vanuit een grotere vraag naar groene stroom kan een politiek en maatschappelijk effect uitgaan, het maakt de interesse van consumenten en bedrijven in een verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening zichtbaar. In Tabel 12 zijn kwalitatief de effecten van diverse opties voor inzet van HE naast elkaar gezet.



Tabel 12 Effecten bijdrage opties verduurzaming elektriciteitsvoorziening

	HE o.b.v. GvO's	HE met Milieukeur	Eigen opwekking HE	Compensatie CO <sub>2</sub> -emissies
<i>Voorbeeld</i>	<i>Essent Groene stroom, Nuon Groen-stroom</i>	<i>Eneco Hollandse Wind, Greenchoice elektriciteit</i>	<i>Windmolenpark Heineken Zoeterwoude</i>	<i>Hivos Klimaatfonds, CO<sub>2</sub>-markt (SNM)</i>
Blijvend effect (los van subsidieregeling)	Nee	Nee	Ja	Ja
Stimulans voor hoger aandeel HE in elektriciteitsproductie, na 2020	Nee	Nee	Ja	Nee
Stimulans voor hoger aandeel wind en zon in totaal HE-productie	Nee	Mogelijk	Ja	Nee
Imago in de markt (koploper in MVO)	+/-	+	++	+
Bewustwording samenleving	+/-	+	++	+
Additionele kosten elektriciteitsgebruik (€ct/kWh)	0,1 €ct	0,9 €ct	Afhankelijk van technologie en subsidie, wind >4 ct, zon > 15 ct	0,5-1,0 €ct
Additionele product kosten (%)	0	3-4%	Afhankelijk van technologie en subsidie, wind >4 ct, zon >15 ct	2-4%



# 5 Optie voor vergroening: efficiency

## 5.1 Inleiding

Nederland is op ICT-gebied een koploperland. Innovaties mogelijk gemaakt door ICT vervullen een zeer belangrijke rol in het verduurzamen van andere sectoren, bijvoorbeeld 'slimme' elektriciteitsinfrastructuren maken een grotere inpassing van hernieuwbare energie mogelijk. Daarnaast lopen in Nederland veel initiatieven om de ICT-sector zelf groener te maken.



De ICT-branche is deelnemer geworden in het energie-efficiencyconvenant MJA-3 en heeft zich daarmee gecommitteerd zich in te spannen om een energie-efficiencyverbetering van 30% in de periode 2005-2020 te realiseren. Dit maakt energie-efficiency tot een belangrijk thema.

Een aantal ICT-ondernemingen zijn aangesloten bij het platform Green IT Amsterdam waarin ze samenwerken naar een duurzamer IT.

Een toenemend aantal datacenterbedrijven doet mee aan de *EU Code of Conduct for data centres*, dat best practices aanbeveelt gericht op energie-efficiënte inrichtingen van datacenters. Onder dit programma rapporteren de bedrijven hun energieverbruiken aan de EC.<sup>11</sup>

Ook al staat duurzaamheid op het radarbeeld van veel ICT-ondernemingen, helaas betekent dat niet dat de ICT nu al duurzaam is. Uit het Oracle-onderzoek naar datacenters van grote ondernemingen (Oracle, 2012) blijkt dat 30% van de datacentermanagers in de Benelux ofwel niet weten wat hun energierekening is (25%), ofwel geloven dat niemand binnen het bedrijf het weet (5%). Daarnaast heeft 37% van de managers geen officieel plan voor duurzaamheid en ICT. Deze data geven in ieder geval aan dat het werken met bijvoorbeeld energiezoorgsystemen nog geen gemeengoed is.

Er is dus nog veel potentieel om CO<sub>2</sub>-reductie te bewerkstelligen middels het verbeteren van de energie-efficiency. In dit laatste hoofdstuk becijferen we om hoeveel dit gaat.

## 5.2 Energie-efficiency-eisen gemeente Amsterdam

Amsterdam hanteert de volgende eisen voor een energie-efficiënte datacentersector:

- voor bestaande datacenters een EUE van 1,4;
- voor nieuwe datacenters een EUE van 1,3.

Energie-efficiënte datacenters is een kernproject van de gemeente Amsterdam, programma 'Klimaat en Energie'. Recent heeft de Dienst Milieu- en Bouwtoezicht van de gemeente Amsterdam een notitie uitgebracht over de ruimte die er nog is om bij de datacenters het energiegebruik te reduceren, samen met aanknopingspunten voor handhaving door het gemeentelijke milieutoezicht (Dienst Milieu en Bouwtoezicht (DMB), 2012).

<sup>11</sup> [http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby\\_initiative\\_data\\_centers.htm](http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/html/standby_initiative_data_centers.htm)





Het rapport geeft aan dat de energie-efficiency van de 35 datacenters in Amsterdam niet het gewenste niveau haalt: 60% van de datacenters heeft een EUE van meer dan 1,8. Het is aannemelijk dat dit beeld landelijk niet anders is.

De gemeente Amsterdam overweegt nu de eis voor de nieuwbouw van datacenters aan te scherpen, omdat voor nieuwbouw datacenters in de Nederlandse klimatologische omstandigheden een EUE van 1,1 of geringer ook mogelijk is.

Datacenters kunnen gehouden worden aan het verbeteren van energie-efficiency: bedrijven zijn onder de Wm-vergunning verplicht om energie-besparende maatregelen met een eenvoudige terugverdientijd van < 5 jaar te implementeren. Het rapport van DMB geeft hier handvatten voor.

### 5.3 Reductiepotentieel energie-efficiency

In Hoofdstuk 2 is uitgegaan van een voor Nederland gemiddelde EUE van 1,6. We becijferen het reductiepotentieel onder de aanname dat de gemiddelde EUE voor bestaande datacenters op 1,3 gebracht kan worden. Deze doelstelling is ambitieus maar geldig als:

- de ICT-branche de MJA-doelstellingen haalt voor bestaande faciliteiten;
- andere gemeenten de Amsterdamse efficiency-eisen overnemen, waardoor bestaande datacenters op EUE 1,4 komen;
- nieuwe datacenters significant zuiniger gebouwd worden dan EUE 1,3.

Het effect van deze maatregel is, ten opzichte van het totale geschatte elektriciteitsverbruik van 2012, een reductie van bijna 20%: 0,3 TWh (300 mln. kWh ± 50 mln. kWh). Dit is een zeer forse besparing, gelijk aan het elektriciteitsgebruik van ca. 85.000 huishoudens.

De CO<sub>2</sub>-uitstoot die hiermee voorkomt wordt is ca. 136 kt/j (± 23 kt).<sup>12</sup>

De efficiency winst in de ondersteunende faciliteiten laat nog onverlet dat er ook nog winst is te behalen door efficiëntere servers en efficiëntere software (programmeren).

Bij een forse inzet op energie-efficiency zal uiteindelijk op energie bespaard kunnen worden. Doordat er minder energie gebruikt wordt, ontstaat er op de energierekening ook ruimte om de opslag op de energierekening van 3-4 ct/kWh te betalen, waar HE projecten mee gefinancierd kunnen worden.

De datacentersector zal willen voorkomen dat er meer regelgeving van overheden komt, en wil ook een naam opbouwen als een sector waar hard gewerkt wordt aan vergroening en energie-efficiency. Daarom kan verwacht worden dat handhaving van de bestaande convenantafspraken en bestaande regelgeving een effectief middel is om de energie-efficiency te vergroten wat leidt tot een besparing die hier is weergegeven.

Voor het Hivos-programma 'Energie en Klimaat' is het een uitdaging om de sector aan te sporen tot méér en snellere stappen. Handvatten zijn de mogelijkheid van bedrijven om een voorbeeldfunctie te vervullen (koplopers), imagooversterking van de sector, maar ook samenwerking en gunstige contracten met energieleveranciers.

---

<sup>12</sup> Het gaat om CO<sub>2</sub>-uitstoot die goeddeels onder het ETS valt. De ETS-ruimte komt vrij en kan dus door anderen gebruikt worden. Dit zogenaamde waterbed-effect beschouwen we hier niet.

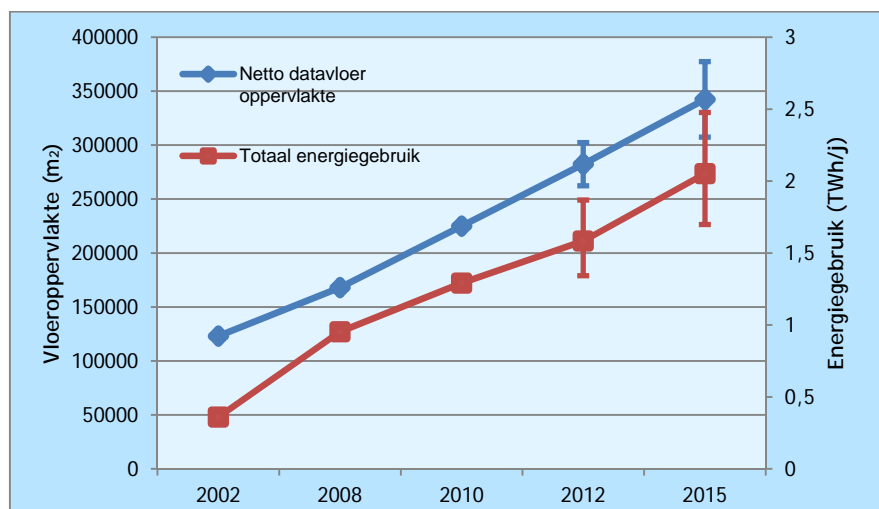


# 6 Conclusies en aanbevelingen

In dit rapport zijn het energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-emissies van de Nederlandse datacenters in kaart gebracht, met mogelijkheden om deze emissies te reduceren en wat de effecten daarvan zijn. De conclusies zijn:

1. Het energieverbruik van de Nederlandse datacenters zal naar verwachting in 2012 1,6 TWh bedragen ( $\pm 15\%$ ), oplopend tot 2,1 TWh in 2015 ( $\pm 20\%$ ). Figuur 6 laat deze ontwikkeling zien in relatie tot het historische energieverbruik. Hiermee zijn CO<sub>2</sub>-emissies gemoeid van 0,72 megaton in 2012 ( $\pm 15\%$ ) en 0,93 megaton in 2015 ( $\pm 20\%$ ). Het betreft CO<sub>2</sub>-emissies bij de opwekking van de elektriciteit. Deze cijfers zijn gebaseerd op een onveranderd CO<sub>2</sub>-kental voor de grijze stroom van het Nederlandse centrale en decentrale productievermogen. Deze berekende CO<sub>2</sub>-emissies zijn gelijk aan 0,8% van de huidige Nederlandse CO<sub>2</sub>-emissies en lopen op tot ca. 1,2% in 2015.

Figuur 6 Ontwikkeling energiegebruik en vloeroppervlakte Nederlandse datacenters



Bron: Tebodin (2009); CE (2012).

2. Voor de inzet door bedrijven van hernieuwbare elektriciteit (HE) bestaan in de markt verschillende routes. Daarnaast is het mogelijk om CO<sub>2</sub>-emissies van het energiegebruik te compenseren. We onderscheiden:
  - ‘Standaard groene stroom’: aankoop van HE op basis van GvO’s (Garanties van Oorsprong).
  - ‘Groene stroom met Milieukeur’: Aankoop van HE op basis van GvO’s met Milieukeur (wind en zon).
  - Eigen opwekking van HE bij/door het bedrijf (soms met ‘SDE+’-subsidie).
  - Compensatie van CO<sub>2</sub>-emissies of aankoop van CO<sub>2</sub>-emissierechten.Deze routes hebben verschillende effecten op de CO<sub>2</sub>-emissie en de bijdrage aan verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening. Tegelijk verschillen ze ook in hun economische impact, zoals de toeslag op de elektriciteitsprijs, en de ‘uitstraling’ van de maatregel naar klanten en de samenleving.



3. De varianten groene stroom op basis van GvO's leiden niet tot extra opwekking van HE en daarmee ook niet tot CO<sub>2</sub>-emissiereductie, ook niet bij groene stroom van het Milieukeurmerk. De reden is dat veel landen in Europa de productie van HE stimuleren met een verplichting of een subsidie, en dat een systeem om HE te stimuleren door vraag naar HE te bevorderen voorlopig geen extra HE oplevert zo lang de subsidies en verplichtingen er zijn. De zeer geringe meerprijs ten opzichte van grijze stroom is de reden dat er geen impuls voor extra opwekking uit voortvloeit. De prijs van GvO's zou zeer significant moeten stijgen en dan ook bestendig op een dergelijk hoog niveau moeten blijven, voordat er sprake is van een eventuele prikkel.
4. Wel kan een hoge marktvaart naar HE o.b.v. de GvO's van een hogere kwaliteit (Milieukeur) mogelijk een impuls geven om binnen het pakket van de 'SDE+'-regeling te komen tot een verschuiving naar duurzame vormen van elektriciteitsproductie, zoals wind en zon in vergelijking tot biomassa. Als alle datacenters overstappen op Nederlandse windstroom, dan zou dit een aanzienlijke 35% van het totaal aan windenergie bedragen. Men kan alleen niet stellen dat dit leidt tot een hoger aandeel hernieuwbare energie na 2020 zolang de prijs voor de GvO's zo laag is als nu, en de projecten nog steeds primair op basis van subsidie gerealiseerd worden.
5. Fysieke realisatie van opwekking van hernieuwbare elektriciteit, bijvoorbeeld op de locaties van de datacenters of via een gezamenlijk investeringsfonds, los van de al gesubsidieerde projecten, levert extra CO<sub>2</sub>-reductie en extra hernieuwbare energie op. De meerprijs hiervan is echter wel veel hoger dan die van groene stroom (haast verwaarloosbaar), omdat in dit geval de werkelijke extra kosten van hernieuwbare energieopties door het bedrijf moeten worden betaald. Een voordeel van de laatste vorm is wel tevens dat een bedrijf zich er sterk mee kan profileren richting klanten, en dat dit een bredere uitstraling zal hebben in de samenleving.
6. Compensatie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot die gemoeid is met het energiegebruik vormt een realistisch en voordelig alternatief om de negatieve effecten van het energiegebruik op klimaatverandering te compenseren. Er is dan alleen geen direct effect op het aandeel hernieuwbare energie in Nederland.
7. Naast dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot door de inkoop van vormen van groene stroom en compensatiemaatregelen gereduceerd kan worden, is er heel veel mogelijk door energie te besparen. Als de Energy Use Effectiveness (EUE) van de datacenters tot gemiddeld 1,3 te verbeteren is, levert dat ten opzichte van 2012 per jaar 0,3 TWh aan energiebesparing op, 20% van het verbruik in 2010. Dit is gelijk aan het elektriciteitsgebruik van ongeveer 85.000 huishoudens. Het potentieel aan CO<sub>2</sub>-besparing uit energie-efficiency bedraagt ongeveer 0,14 megaton per jaar, verder toenemend naar mate het energiegebruik van de sector groeit.<sup>13</sup> De gemeente Amsterdam is voornemens om in het kader van milieuvergunningen en milieucontroles bovengenoemde efficiency als eis op te leggen aan de datacenters.

Een overzicht van de mogelijkheden om het energiegebruik te vergroenen is weergegeven in Tabel 13.

---

<sup>13</sup> Het gaat om CO<sub>2</sub>-uitstoot die goeddeels onder het ETS valt. De ETS-ruimte komt vrij en kan dus door anderen gebruikt worden. Dit zogenaamde waterbed-effect beschouwen we hier niet.



Tabel 13 Effecten bijdrage opties verduurzaming elektriciteitsvoorziening

	HE o.b.v. GvO's	HE met Milieukeur	Eigen opwekking HE	Compensatie CO <sub>2</sub> -emissies
<i>Voorbeeld</i>	<i>Essent Groene stroom, Nuon Groen-stroom</i>	<i>Eneco Hollandse Wind, Greenchoice elektriciteit</i>	<i>Windmolenpark Heineken Zoeterwoude</i>	<i>Hivos Klimaatfonds, CO<sub>2</sub>-markt (SNM)</i>
Blijvend effect (los van subsidieregeling)	Nee	Nee	Ja	Ja
Stimulans voor hoger aandeel HE in elektriciteitsproductie, na 2020	Nee	Nee	Ja	Nee
Stimulans voor hoger aandeel wind en zon in totaal HE-productie	Nee	Mogelijk	Ja	Nee
Imago in de markt (koploper in MVO)	+/-	+	++	+
Bewustwording samenleving	+/-	+	++	+
Additionele kosten elektriciteitsgebruik (€ct/kWh)	0,1 €ct	0,9 €ct	Afhankelijk van technologie en subsidie, wind >4 ct, zon > 15 ct	0,5-1,0 €ct
Additionele product kosten (%)	0	3-4%	Afhankelijk van technologie en subsidie, wind >4 ct, zon >15 ct	2-4%

**Advies CE Delft:**

- De datacenters zijn een sector met een zeer hoog energiegebruik, en daarmee een forse indirecte emissie van CO<sub>2</sub>. Daarbij geldt dat het energiegebruik fors groeit. Om deze redenen is het zeer aan te bevelen om met deze sector in gesprek te gaan over vergroening van het energiegebruik en vermindering van de CO<sub>2</sub>-emissies.
- In de benadering van de bedrijven is het daarbij zaak om zowel in te zetten op energiebesparing, als inzet van duurzame energie. Dit is in lijn met de zgn. Trias Energetica (eerst zoveel mogelijk energie besparen, en dan het resterende deel vergroenen).
- Als handvat voor realisatie van energiebesparende of energie-efficiency vergrotende maatregelen is het zaak om aan te sluiten bij de initiatieven van de gemeente Amsterdam. Het potentieel om zo energie uit te sparen is groot, en een substantiële en blijvende verlaging van de CO<sub>2</sub>-emissies is mogelijk.
- Neem bij het beschouwen van opties voor 'vergroening' van de stroomvoorziening zowel de economische impact (kostprijsverhoging) als de impact op de duurzaamheid van de elektriciteitsvoorziening mee.
- Beweeg de datacenters om zelf te gaan investeren (al dan niet door middel van fondsen) in hernieuwbare energie.
- Als alternatief voor 'vergroening' van stroomvoorziening, kan ook gedacht worden aan CO<sub>2</sub>-compensatie van de uitstoot. Opties als het Hivos Klimaatfonds of het opkopen van CO<sub>2</sub>-emissierechten uit het EU ETS zijn voor bedrijven relatief goedkope mogelijkheden voor substantiële CO<sub>2</sub>-emissiereductie.





# Literatuur

## **Agentschap NL, 2011**

Duurzaam koelen van datacenters - het mes snijdt aan twee kanten

Utrecht: Agentschap NL, november 2011

Online beschikbaar:

<http://www.agentschapnl.nl/content/brochure-duurzaam-koelen-van-datacenters>

## **Beco, 2011**

L. van Rossum, J. van Capellen, S. Hegger, A. van der Flier, L. van der Kamp  
Ketenmaatregelen in de ICT-sector

Online beschikbaar:

<http://www.agentschapnl.nl/content/ketenmaatregelen-de-ict-sector-mja>

## **Buiddesk, 2011**

H. Schneider, P.J. Steenbergen, S. Hardenbol, M. Logemann  
Marktstudie CO<sub>2</sub>-besparingpotentieel ESCo's in utiliteitsbouw  
Delft : Buiddesk Benelux B.V., 2011

## **CE Delft, 2010**

D. Bennink, F. Rooijers, H. Croezen, F. de Jong, A. Markowska  
VME Energy Transition Strategy : External Costs and Benefits of Electricity  
Generation

Delft : CE Delft, 2010

## **CE Delft, 2011**

M. Bles, L. Wieters

Achtergrondgegevens stroometikettering 2010

Delft : CE Delft, 2011

## **Datacentrumgids, 2012**

Datacentrum Overzicht: Website

Online: <http://www.datacentrumgids.nl/overzicht>

## **Dienst Milieu en Bouwtoezicht, 2012**

P. Teunissen, E.G.M. Lambregts

Energiebesparing bij datacenters - Wet milieubeheer en overige instrumenten

Amsterdam : gemeente Amsterdam, 2012

## **Gentevoort, 2012**

V. van Gentevoort

NL-IX

Persoonlijke mededeling, februari 2012

## **Kelfkens, 2011**

Trends in virtualisatie in kaart

Online: Automatiseringsgids, 22 juli 2011

<http://www.automatiseringgids.nl/achtergrond/2011/29/trends-in-virtualisatie-in-kaart>



**Keuzer, 2011**

R. Keijzer

Het rekencentrum verlaat de onderneming

Online: Automatiseringgids, 1 april 2011

<http://www.automatiseringgids.nl/achtergrond/2011/13/het-rekencentrum-verlaat-de-onderneming>

**Landman, 2011**

B. Landman

Managed Hosting in Nederland

Online beschikbaar via website:

<http://www.ame.nl/ProduktDetail.asp?id=1975>

**Longbottom**

C. Longbottom

QuoCirca

Persoonlijke mededeling, februari 2012.

**National Institute of Building Sciences, 2009**

Whole Building Design Guide (WBDG)

Example program 'Fully' Closed Office

Online: [http://www.wbdg.org/design/office\\_st.php](http://www.wbdg.org/design/office_st.php)

**NL-IX, 2012**

Datacenters

Online beschikbaar via: <http://www.nl-ix.net/datacenters/>

**Niermeijer, 2012**

P. Niermeijer

RECS

Persoonlijk mededeling, februari 2012

**Oracle, 2011**

Oracle Next Generation Data Centre Index, report

Online:

<http://www.oracle.com/us/dm/next-generation-data-centre-402470.pdf>

**Oracle, 2012**

Oracle Next Generation Data Centre Index: Cycle 2, report

Online:

<http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@ocom/documents/webcontent/1507705.pdf>

**PBL, 2011**

PBL i.s.m ECN

Effecten van het kabinetsbeleid voor milieu en klimaat; verkenning voor de Motie-Halsema

S.I. : Planbureau voor de Leefomgeving, 2011

**Tebodin, 2009**

S. Clevers, P. Popma & M. Elderman

Energiemonitor ICT 2008, report

Den Haag : Tebodin Netherlands B.V., 2009

<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2009/10/14/energiemonitor-ict-2008.html>



### **The Green Grid, 2011**

Recommendations For Measuring and Reporting Overall Data Center Efficiency  
Version 2 : Measuring PUE for Data Centers (May 2011)

Online beschikbaar: <http://www.thegreengrid.org/library-and-tools.aspx>

### **TNO, 2011**

B. Spitzer, D. Worm, F. Bomhof, M. Bastiaans

Groene Clouds: wanneer en hoe?

Delft : TNO, 2011 (conceptversie)

### **Uptime Institute, 2011a**

Inaugural Uptime Institute annual data center industry survey: Fact sheet

Online beschikbaar: <http://gigaom2.files.wordpress.com/2011/06/inaugural-uptime-institute-annual-data-center-survey-fact-sheet.pdf>

### **Uptime Institute, 2011b**

K.G. Brill

The Invisible Crisis in the Data Center : The Economic Meltdown of Moore's law, white paper

Online beschikbaar:

[http://uptimeinstitute.org/wp\\_pdf/%28TUI3008%29Moore%27sLawWP\\_080107.pdf](http://uptimeinstitute.org/wp_pdf/%28TUI3008%29Moore%27sLawWP_080107.pdf)

### **Websites datacenterbedrijven, 2014**

Onderstaande websites zijn geraadpleegd t.b.v. de screening groene stroom:

#### **Global Switch**

<http://www.globalswitch.nl/over-ons/groene-initiatieven/>

#### **KPN Getronics**

<http://corporate.kpn.com/voor-nederland/energie/groene-stroom-is-bij-kpn-ook-echt-groen.htm>

#### **TCN**

<http://www.tcntelehouse.com/tcndatahotels/nl/environment.html>

#### **Telecity**

<http://www.telecitygroup.nl/ons-bedrijf/milieu.htm>

#### **Rabobank**

<http://www.computable.nl/artikel/nieuws/ictbranche/3323933/2379258/rabobank-opent-twindatacentrum-in-boxtel.html>

<http://bamtechniek.nl/projecten/datacenter-rabobank-te-boxtel>

[https://www.rabobank.com/nl/group/sustainability/duurzame\\_bedrijfsvoering.html](https://www.rabobank.com/nl/group/sustainability/duurzame_bedrijfsvoering.html)

#### **EasyNet**

<http://www.easynet.com/nl/nl/about/carbon-neutral.aspx?TertiaryNavID=704>

<http://www.easynet.com/nl/nl/about/our-customers.aspx?TertiaryNavID=705>

#### **EvoSwitch**

<http://www.evoswitch.com/nl/news-and-media/news-bulletin/groen-datacenter-als-usp-voor-resellers>

#### **Atos**

<http://nl.atos.net/content/dam/nl/documents/atos-co2-prestatieladder-nld-mil-0009-eep-20132016-f10.pdf>

#### **Level3**

<http://www.level3.com/en/about-us/company-information/corporate-social-responsibility/>

#### **Interxion**

<http://www.interxion.com/about-us/news/interxion-passes-50-milestone-for-provision-of-data-centre-power-from-renewable-energy-sources/>

<http://www.nieuwsbank.nl/inp/2008/07/01/V070.htm>

#### **Switch datacenters**

<http://www.switchdatacenters.com/nl/over-switch-datacenters/>





**BT**

[http://www.globalservices.bt.com/bnlx/nl/social\\_responsibility](http://www.globalservices.bt.com/bnlx/nl/social_responsibility)

**euNetworks**

<http://www.eunetworks.nl/> (zoekvenster: 0 hits op groen; green; of CO<sub>2</sub>)

**Equinix**

<http://www.equinix.nl/Search-Results> , zoeken op groene stroom

Newsletter 2012-02:

<http://www.equinix.nl/ss/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadername2=MDT-Type&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3DNewsletter+2012-2.pdf.pdf&blobheadervalue2=abinary%3B+charset%3DUTF-8&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1308110216079&ssbinary=true>

De newsletter vermeldt dat Equinix 100% groene stroom afneemt voor haar DC's.

**Interconnect**

<http://www.interconnect.nl/Datacenter/Datacenter-Den-Bosch/Specs>

<http://www.interconnect.nl/Datacenter/Datacenter-Eindhoven/Specs>

**ShubergPhilis**

<http://www.schubergphilis.com/?rel=1&s=Green> , verder geen hits gevonden op CO<sub>2</sub> en groen

**Terremark**

<http://www.schiphol.nl/B2B1/SchipholRealEstate1/Terremark1.htm>

**CyberBunker**

<http://www.cyberbunker.com/web/stay-online-policy.php>

**Databarn**

Geen website live bij het verschijnen van het rapport

Geen hits op groene stroom via Google

**Interoute**

<http://www.interoute.nl/about-us/corporate-social-responsibility>

**Tele2**

<https://www.tele2.nl/zakelijk/?s=groene+stroom> geen hits





# Bijlage A Lijst datacenters

Een lijst met datacenters en bekende vloeroppervlakten is hieronder weergegeven. De gegevens zijn ontleend aan Datacentrumgids (exportdatum 3 januari 2012).

Naam datacenter	Locatie	Vloeroppervlakte
Global Switch	Amsterdam	25.000
TCN Data Hotel Eemshaven	Eemshaven	18.800
Level3 Amsterdam	Amsterdam-Zuidoost	10.073
EvoSwitch	Haarlem	10.000
Getronics/KPN CyberCenter Oude Meer	Oude Meer	7.800
euNetworks	Amsterdam	6.000
Switch Datacenter Amsterdam	Amsterdam	6.000
Getronics/KPN CyberCenter Aalsmeer	Aalsmeer	5.500
Easynet DC Schiphol	Schiphol Rijk	5.000
Getronics/KPN CyberCenter Flevoland	Almere	5.000
TCN Data Hotel Groningen	Groningen	5.000
Interxion AMS-5	Schiphol Rijk	4.510
Equinix AM1	Amsterdam-Zuidoost	3.500
TelecityGroup Amsterdam Gyrocoopweg	Amsterdam	3.400
TelecityGroup Amsterdam Zuidoost	Amsterdam-Zuidoost	3.400
Interxion AMS-3	Schiphol Rijk	3.082
Interconnect - Eindhoven	Eindhoven	2.925
Schuberg Philis	Amsterdam	2.800
NAP of Amsterdam Terremark Schiphol	Schiphol	2.700
TelecityGroup Amsterdam Science Park	Amsterdam	2.200
Getronics/KPN Datacenter Amsterdam	Amsterdam-Zuidoost	1.900
Getronics/KPN CyberCenter Haarlem	Haarlem	1.800
Getronics/KPN Datacenter Apeldoorn	Apeldoorn	1.800
CyberBunker	Goes	1.600
Databarn 1	Amsterdam	1.600
Media Gateway	Hilversum	1.600
Previder PDC2	Hengelo	1.600
Equinix EN1	Enschede	1.500
Interoute Managed Services	Schiphol Rijk	1.500
ITB-Datacenter (DC Apeldoorn)	Apeldoorn	1.500
The Datacenter Group	Amsterdam	1.200
SmartDC	Rotterdam	1.100
Datahouse Spijkenisse	Amersfoort	1.000
Datahouse Spijkenisse	Amersfoort	1.000
Morphlix	Assen	1.000
Rekenhal	Groningen	1.000
Zernikeborg	Groningen	1.000
Dataplace Alblaserdam	Alblaserdam	912
Getronics/KPN Datacenter Lelystad	Lelystad	900
Interxion Hii-1	Hilversum	828
ECO2DC	Steenwijk	800
GYRO center DC-2 Amsterdam	Amsterdam	800



Naam datacenter	Locatie	Vloer-oppervlakte
Interconnect - 's-Hertogenbosch	's-Hertogenbosch	800
NBrIX	Tilburg	800
Getronics/KPN Datacenter Heerlen	Heerlen	750
Interxion AMS-2	Amsterdam	746
Serverius	Dronten	700
TDCA	Arnhem	675
TCN Data Hotel Hilversum	Hilversum	600
XS4ALL DC2	Amsterdam	600
Infopact	Rotterdam	520
Interxion AMS-1/AMS-4	Amsterdam	509
Digital Residence	Nijmegen	500
Equinix ZW1	Zwolle	500
Zelybron DC Breda	Breda	500
Datacenter Groningen B.V.	Zuidbroek	450
GrafiX NOC - Capelle a/d IJssel	Capelle a/d IJssel	450
ITB-Datacenter (DC Deventer)	Deventer	450
BIT-2A	Ede	400
BIT-2B	Ede	400
Datahouse Amersfoort	Amersfoort	400
Datahouse Den Haag	Den Haag	400
PLANT hosting & co-location	Amsterdam	400
Datahouse Alphen a/d Rijn	Alphen a/d Rijn	380
Datahouse Alphen a/d Rijn	Alphen a/d Rijn	380
DataCenter Fryslan 2	Leeuwarden	375
Claranet Benelux	Son	350
Datacenter Zuid BV	Roermond	300
Datacenter Zuid BV	Roermond	300
Datahouse Alkmaar	Alkmaar	300
Datahouse Alkmaar	Alkmaar	300
Eweka DC	Amsterdam	300
Global-e Datacenter BV	Rijen	300
ISP Services BV	Doetinchem	240
Alticom Alphen ad rijn	Alphen a/d Rijn	200
Alticom Goes	Goes	200
Alticom Hilversum	Hilversum	200
Alticom Lelystad	Lelystad	200
Alticom Loon op zand	Loon op Zand	200
Alticom Lopik	Lopikerkapel	200
Alticom Roermond	Roermond	200
Alticom Roosendaal	Roosendaal	200
Alticom Rotterdam	Rotterdam	200
Alticom Smilde	Hoogersmilde	200
Alticom Wormer	Wormer	200
BIT-1	Ede	200
Intermax - DC Schiecentrale	Rotterdam	200
Concepts ICT	Breda	175
ZeelandNet Zakelijk	Goes	156
InterBox Internet	Capelle a/d IJssel	150
dataregiocentre	Wormerveer	145
Computel Datacenter Gelderland	Apeldoorn	125
Intermax - DC Weena	Rotterdam	125
InterDC	Enschede	120



Naam datacenter	Locatie	Vloer-oppervlakte
Datacenter Dongen	Dongen	110
Superior DC-2	Helmond	100
Unilogic Networks	Sittard	100
Xema DC	Egmond aan Zee	100
Alticom Zwolle	ZWOLLE	70
DataCenter Fryslan 1	Leeuwarden	50
Superior DC-1	Helmond	50
TeDoc Web Management	Wolvega	50
Blue Star	Den Bosch	50
Intersquare	Venlo	40
Muller Networks	Coevorden	40
Goed koop hosting en meer!	Oegstgeest	10

Van de volgende datacenters zijn geen gegevens over vloeroppervlakten bekend, deze datacenters zijn afkomstig uit Datacentrumgids of de lijst van NL-IX.

Naam datacenter	Plaats
Tele2 (POP), Alkmaar	Alkmaar
Final Frontier, Almere	Almere
Mihos BV	Almere
Tele2 (POP), Amersfoort	Amersfoort
AMS-IX Office	Amsterdam
Atos Origin, Amsterdam	Amsterdam
BT Hempoint, Amsterdam	Amsterdam
Colt, Amsterdam	Amsterdam
Coolwave Carrier1, Amsterdam	Amsterdam
Equant, Amsterdam	Amsterdam
Global Crossing, Amsterdam	Amsterdam
KPN Getronics/Pink Roccade, Amsterdam	Amsterdam
Liander, Amsterdam	Amsterdam
Pink Roccade, Amsterdam	Amsterdam
RDC Datacentrum, Amsterdam	Amsterdam
Sorbie, Amsterdam	Amsterdam
Tele2 (Amsterdam-1), Amsterdam	Amsterdam
Tele2 (Amsterdam-2, Gyrocenter), Amsterdam	Amsterdam
UPC, Amsterdam	Amsterdam
Verizon AMS1, Amsterdam	Amsterdam
Verizon AMS2, Amsterdam	Amsterdam
Viatel, Amsterdam	Amsterdam
XB IDC	Amsterdam
Telecity AMS5, Amsterdam	Amsterdam Zuidoost
Solcon, Apeldoorn	Apeldoorn
Akzo Nobel, Arnhem	Arnhem
KPN Ah/Ah2, Arnhem	Arnhem
Tele2 (POP), Arnhem	Arnhem
Cofely, Beek	Beek
KPN Bd, Breda	Breda
Tele2 (POP), Breda	Breda
KPN Bunker, Bussum	Bussum
Datahouse Capelle, Capelle aan den IJssel	Capelle aan den IJssel



Naam datacenter	Plaats
KPN Capelle, Capelle aan den IJssel	Capelle aan den IJssel
Tele2, Den Bosch	Den Bosch/'s-Hertogenbosch
Casema GV18, Den Haag	Den Haag
Tele2 (POP), Deventer	Deventer
Match-IT, Dongen	Dongen
Solcon, Dronten	Dronten
Atos Origin, Eindhoven	Eindhoven
BT, Eindhoven	Eindhoven
EFX - Eindhoven Fiber Exchange, Eindhoven	Eindhoven
Tele2 (POP), Eindhoven	Eindhoven
Tele2 (POP), Enschede	Enschede
Getronics CS DSM, Geleen	Geleen
KPN HD, Groningen	Groningen
KPN Peizerweg, Groningen	Groningen
TCN SIG Mediacentrale - Groningen	Groningen
Tele2 (POP), Groningen	Groningen
Tele2 (POP), Haarlem	Haarlem
euNetworks, Halfweg	Halfweg
Gemeente Heerlen	Heerlen
KPN, Heerlen	Heerlen
Tele2 (POP), Heerlen	Heerlen
Planpro	Helmond
Planpro, Helmond	Helmond
Previder (Introweb) PDC1, Hengelo	Hengelo
Data Hotel Hilversum, Hilversum	Hilversum
Transpolis, Hoofddorp	Hoofddorp
Tennet, Vierverlaten	Hoogkerk
Tele2 (POP), Leeuwarden	Leeuwarden
Vodafone, Leidschenveen	Leidschenveen
CUC, Lelystad	Lelystad
Tennet, Lelystad	Lelystad
Tennet, Maasbracht	Maasbracht
EKC Limmel	Maastricht
Tele2 (POP), Maastricht	Maastricht
BT, Nieuwegein	Nieuwegein
Hosting	Nieuwkuijk
Tele2 (POP), Nijmegen	Nijmegen
BT, Oosterbeek	Oosterbeek
Tele2, Rijswijk/Den Haag	Rijswijk
Easynet DC Rotterdam	Rotterdam
Intradesk Datacenter, Rotterdam	Rotterdam
KPN RT1, Rotterdam	Rotterdam
KPN RT2 Waalhaven, Rotterdam	Rotterdam
R_iX	Rotterdam
Schiecentrale, Rotterdam	Rotterdam
Spaanse Kubus, Rotterdam	Rotterdam
Verizon, Rotterdam	Rotterdam
We-Dare	Rotterdam
World Port Center, Rotterdam	Rotterdam
Emango, Schinnen	Schinnen
Terremark, Amsterdam	Schiphol
Equant, Schiphol Rijk	Schiphol Rijk
Interoute, Schiphol Rijk	Schiphol Rijk



Naam datacenter	Plaats
Interoute, Soesterberg	Soest
Signet	Son
Vodafone, Eindhoven	Son
Nedzone, Steenbergen	Steenbergen
Tennet Louwsmeer, Tytjerk	Tytjerk
Casema, Utrecht	Utrecht
DCA, Utrecht	Utrecht
EuroFiber Nijverheidsweg, Utrecht	Utrecht
Eurofiber Zonnebaan, Utrecht	Utrecht
Tele2, Utrecht	Utrecht
Systemec Datacenter	Venlo
Tele2, Venlo	Venlo
BT, Zwolle	Zwolle
KPN, Zwolle	Zwolle
Tele2, Zwolle	Zwolle
ReliNed Cabine Culemborg, Culemborg	Culemborg

