

# Energietrends 2016





3	<b>Woord vooraf</b>
4	<b>Inleiding</b>
6	<b>Consumenten</b>
26	<b>Bedrijven</b>
42	<b>Handelaren</b>
58	<b>Netbeheerders</b>
70	<b>Producenten</b>
88	<b>Bijlagen</b>

Voor u ligt Energietrends 2016, de gezamenlijke uitgave van ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland. De drie organisaties willen met deze publicatie voorzien in de groeiende behoefte aan informatie over alles wat samenhangt met de energievoorziening. In Energietrends 2016 staan cijfers en ontwikkelingen in een handzaam overzicht en in samenhang gepresenteerd. Deze publicatie beoogt daarmee een bijdrage te leveren aan de kennis en bewustwording van het onderwerp energie. Energietrends biedt informatie over energiegebruik door consumenten en bedrijven, geeft inzage in de internationale energiehandel en –productie en biedt inzicht in de ontwikkelingen van de energienetten. Het cijfermateriaal is waar mogelijk voorzien van een feitelijke interpretatie om u te voorzien van evenwichtige informatie. Het is aan u - of u nu beleidsmaker bent op het terrein van energie of anderszins geïnteresseerd in de energievoorziening - om op basis van deze informatie een beeld te krijgen van de energievoorziening in Nederland.

Mocht u suggesties willen doen voor verbeteringen en aanvullingen, dan zijn die natuurlijk altijd welkom via [energietrends@ecn.nl](mailto:energietrends@ecn.nl). Verder maken we u er graag op attent dat de meest recente versie van deze Energietrends en de drie vorige edities zijn te vinden op [www.energietrends.info](http://www.energietrends.info). We hopen dat Energietrends uw beeld van energie verrijkt.

September 2016



*© Informatie uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch met bronvermelding van ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland. Dit boek is met zorg samengesteld. ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland aanvaarden echter geen aansprakelijkheid voor de gevolgen van eventueel in deze publicatie voorkomende onjuistheden.*

# Het energiesysteem verduurzaamt

De energievoorziening in Nederland wordt steeds duurzamer, mede dankzij het Energieakkoord. Steeds meer partijen gaan met de energietransitie aan de slag. De eerste oudere kolencentrales zijn inmiddels gesloten, productie uit wind en zon nemen toe. De inzet is dat de gestelde doelen daardoor gehaald zullen worden. Toch is ook duidelijk dat er meer nodig is om klimaatverandering tegen te gaan: een belangrijke stap is het klimaatakkoord in Parijs, waarmee mondiaal de ambitie is vastgelegd de opwarming te beperken tot 2 graden en te streven naar niet meer dan 1,5 graad. Voor Nederland is de uitspraak in de Urgenda-zaak van minstens zo groot belang. De CO<sub>2</sub>-uitstoot moet volgens die uitspraak in 2020 al met 25% zijn gedaald ten opzichte van 1990. Tegelijkertijd zal Nederland als gevolg van de terugloop van de aardgaswinning veel sneller dan voorzien op zoek moeten gaan naar alternatieven voor de warmtevoorziening. Al deze ontwikkelingen maken de energietransitie tot een nog omvangrijker taak.

→ Lees verder op pag. 12



## Lagere energieprijzen goed voor de portemonnee, maar slecht voor energiebesparing

Door een combinatie van factoren zijn de energieprijzen in Nederland laag. De economie groeit al sinds de crisis van 2008 in een lager tempo. Mede daardoor is er een overcapaciteit aan elektriciteitsproductievermogen. Door de lage kolenprijzen, relatief hoge gasprijzen en lage prijzen voor emissierechten staat een groot deel van de gascentrales "in de mottenballen". De elektriciteit die in Duitsland wordt opgewekt met wind en zon heeft ook effect op de Nederlandse stroomprijzen door export van goedkope stroom naar Nederland als er een overschot is. Ook de olieprijs zijn de afgelopen tijd sterk gedaald doordat de productie de vraag overtreft. De lage energieprijzen zijn gunstig voor de portemonnee van huishoudens en bedrijven. Lage energieprijzen maken het nemen van energiebesparende maatregelen echter minder aantrekkelijk.

→ Lees verder op pag. 72



## Nederland steeds minder aardgasland

Dat aardgaswinning in Groningen tot aardbevingen leidt heeft een grote invloed op de gasvoorziening in Nederland. De minister heeft besloten de winning verder terug te schroeven. Dit zal tot lagere aardgasbaten voor de overheid leiden. Het roept de vraag op hoe we met een lagere gaswinning om moeten gaan. Naast het op peil houden van het aanbod door meer import kan de lagere winning een extra stimulans zijn om te besparen op het gasverbruik en zo de emissies van de broeikasgassen beperken. Eén van de mogelijkheden om te komen tot minder verbruik is door woningen niet meer op het aardgasnet aan te sluiten. Dat kan als een gebouw goed is geïsoleerd en wordt verwarmd met elektrische warmtepompen. Elektrisch koken is al eerder ingeburgerd, dus daar is gas al langer niet meer voor nodig. Stadsverwarming is ook een mogelijkheid, net als groen gas.

→ Lees verder op pag. 13



## Inpassing energietechnieken vergt draagvlak

Sommige vormen van hernieuwbare energie leiden tot weerstand, zoals de plaatsing van windparken op land of voor de kust. Andere mogelijke bijdragen aan broeikasgasemissiereductie zoals ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag, de inzet van biomassa of kernenergie wekken ook tegenstand op, zo ook de winning van schaliegas. Dat laat zien dat de energietransitie, die onder andere gepaard gaat met hernieuwbare opwektechnieken met een groot ruimtebeslag, een grote opgave is waarbij draagvlak in de samenleving van groot belang is. Het Energierapport dat begin 2016 is verschenen is dan ook gevolgd door een nationale energiedialoog. Een bijlage bij het Energierapport van onderzoeksbureau Motivaction laat overigens zien dat publieke opinie positief is over de verduurzaming, al wordt het aan het aandeel van duurzame bronnen wel veel hoger ingeschat dan feitelijk het geval is.

→ Lees verder op pag. 78



## Aandeel hernieuwbare energie groeit, lagere overheden hebben een belangrijke rol

De hoeveelheid zonnepanelen op daken blijft sterk groeien. Ook het aantal windturbines op land neemt toe. Het aandeel hernieuwbaar zal de komende jaren ook verder groeien door de inzet van biomassa en de aanleg van windparken op zee. Elektrische auto's, die een belangrijke rol kunnen spelen in het verduurzamen van de energievoorziening omdat een steeds groter deel van de elektriciteit uit hernieuwbare bron zal komen, blijven ook in aantal toenemen. Er zijn tal van lokale

<sup>1</sup> zie Rapport Overlegtafel Energievoorziening, o.a. te vinden op [www.netbeheernederland.nl](http://www.netbeheernederland.nl)

initiatieven zoals de Lokale Energiemonitor laat zien. Beleid op het gebied van de energietransitie wordt steeds meer regionaal en lokaal, mede door het Energieakkoord waarin de provincies en gemeenten medeondertekenaars waren. Op gemeentelijk en provinciaal niveau zijn vele projecten gaande, en beiden hebben hun verantwoordelijkheid voor het in goede banen leiden van de vaak ruimte-intensieve hernieuwbare energievoorziening.

### **Toename van zon en windenergie blijken nog steeds inpasbaar**

Door het toenemend aandeel flexibele productie van elektriciteit uit wind en zon wordt het steeds belangrijker goed om te kunnen gaan met dit wisselende aanbod. Dat verloopt vooralnog goed: het groeiende aandeel variabele bronnen leidt niet tot een lagere betrouwbaarheid van de elektriciteitslevering. Het opvangen van wisselend aanbod kan onder meer door de conventionele productie uit kolen en gas mee te laten bewegen. Andere mogelijkheden zijn het verhogen van de capaciteit van distributienetwerken binnen Nederland, het verhogen van transportcapaciteit met het buitenland, de vraag naar elektriciteit mee laten bewegen met het aanbod en opslag van elektriciteit. Er lopen proefprojecten voor opslag van elektriciteit in elektrische auto's waarbij de auto ook elektriciteit terug kan leveren aan het net. Het kan financieel voordelig zijn om in extreme gevallen een klein deel van de opgewekte elektriciteit niet te benutten. Slimme meters kunnen, naast het bieden van inzicht in het energieverbruik, een rol spelen in het reageren op actuele energieprijzen. De opgave is om vanuit maatschappelijk perspectief de optimale mix van maatregelen te nemen om de fluctuaties aan te kunnen. Wat hiervoor mogelijk en nodig is wordt op dit moment door de betrokken partijen onderzocht.<sup>1</sup>

### **Bereiken doelen Energieakkoord blijft de inzet**

Een deel van de doelen van het Energieakkoord dat in 2013 is gesloten is binnen bereik: het besparingstempo, de hoeveelheid netto werkgelegenheid en het aandeel hernieuwbare energie van 16% in 2023. Het doel voor het aandeel hernieuwbare energie van 14% in 2020 wordt volgens de doorrekeningen met het aanvankelijke maatregelenpakket niet gehaald. In reactie hierop zijn eind 2015 aanvullende afspraken gemaakt. Die afspraken gaan over het tijdig halen van de doelen voor windenergie op land en stimuleringsmaatregelen voor hernieuwbare warmte. Ook het doel van 100 PJ extra besparing is haalbaar maar wordt met de huidige maatregelen nog niet ingevuld. De Energieakkoord-partners blijven maatregelen treffen om de doelen van 2020 te halen. Zo wordt in het najaar van 2016 mogelijk besloten tot de invoering van een besparingsimpuls of -verplichting. De doelen voor hernieuwbare energie in 2020 en de 100 PJ besparing komen daarmee wellicht in zicht.

### **Hoe verder na Parijs?**

In december 2015 is het internationale klimaatverdrag gesloten. Voor het eerst hebben bijna alle landen toezeggingen gedaan over hun bijdrage aan het verminderen van broeikasgasemissies. Ook de twee landen met de meeste uitstoot, de Verenigde Staten en China, hebben toezeggingen gedaan. Het verdrag is een grote stap voorwaarts voor het mondiale klimaatbeleid. In de Europese Unie zal het akkoord van Parijs invloed hebben op de herziening van richtlijnen voor energiebesparing en hernieuwbare energie en de doelen voor 2030. De energiedialoog gaat over het Nederlandse energiebeleid na 2023, het laatste jaar waarvoor het Energieakkoord doelen heeft gesteld, en op dat beleid zal het akkoord van Parijs ook van invloed zijn.

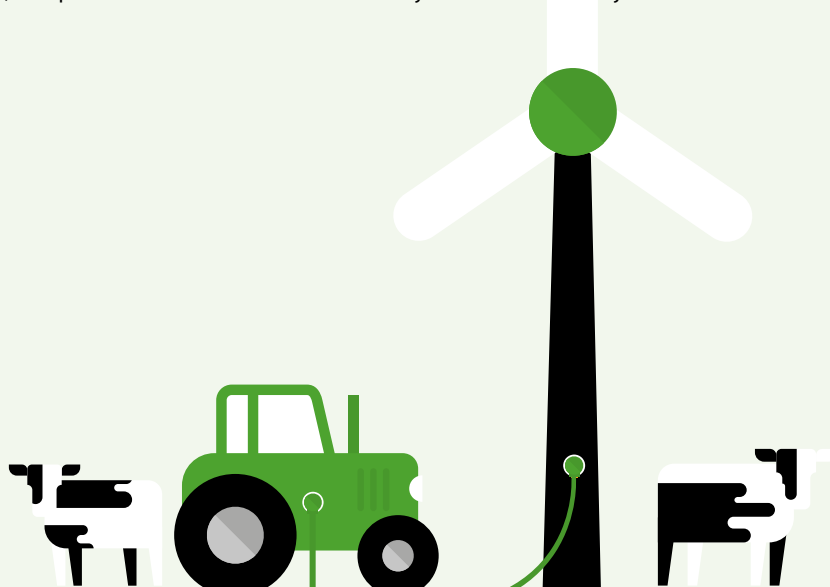
→ Lees verder op pag. 67



→ Lees verder op pag. 78



→ Lees verder op pag. 83



# 1 CONSUMENTEN



## Gasverbruik neemt af, stroomgebruik sinds 2013 ook

De Nederlandse huishoudens gebruiken steeds minder gas (in 2015 gemiddeld 1432 m<sup>3</sup>). Dat is het gevolg van beter geïsoleerde woningen en efficiëntere verwarmingsketels. Ook elektrische apparaten worden steeds efficiënter. Het stroomverbruik lag de laatste jaren rond de 3250 kWh en daalt sinds 2012 richting 3000 kWh (in 2015 gemiddeld 2966 kWh). Auto's worden zuiniger. Het brandstofverbruik is nu lager ondanks meer verreden kilometers dan in 2000.

Bron: CBS

### Kerncijfers huishoudens (Bron: RVO)

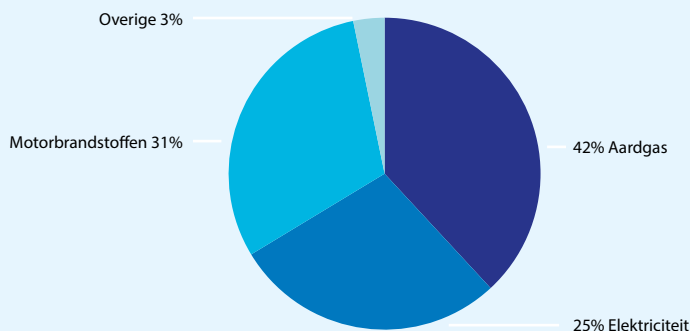
	2000	2015	Eenheid	Verandering 2015/2000
aantal inwoners per 1 januari	15.863.950	16.900.726		6,5%
aantal huishoudens per 1 januari	6.801.000	7.665.000		12,7%
aantal personen per huishouden	2,3	2,2		-5,5%
verbruik aardgas per huishouden	1900	1432	m <sup>3</sup>	-24,6%
verbruik elektriciteit per huishouden	3103	2966	kWh	-4,4%
verbruik motorbrandstoffen per huishouden	1067	964	liter benzine/diesel/LPG	-9,7%

## Het grootste energieverbruik zit nog steeds in aardgas

De belangrijkste energiedragers voor een huishouden zijn aardgas, motorbrandstof en elektriciteit. Het gebruik van hout, huisbrandolie, kolen en stadsverwarming samen is minder dan 3% van het totaal. Bij elektriciteit is uitgegaan van de hoeveelheid brandstoffen die nodig is om de elektriciteit op te wekken. Het aandeel motorbrandstoffen betreft de gemiddelde getankte hoeveelheid in Nederland voor alle personenauto's, ook bedrijfsauto's. Het indirecte gebruik van energie, bijvoorbeeld voor voedselproductie of vliegreizen, zit niet in deze grafiek verwerkt. Het directe energieverbruik van huishoudens is ruim een vijfde van het totale Nederlandse gas- en elektriciteitsverbruik.

Bron: CBS

### Direct energieverbruik gemiddeld huishouden in 2014 (totaal: 104 GJ per gemiddeld huishouden)

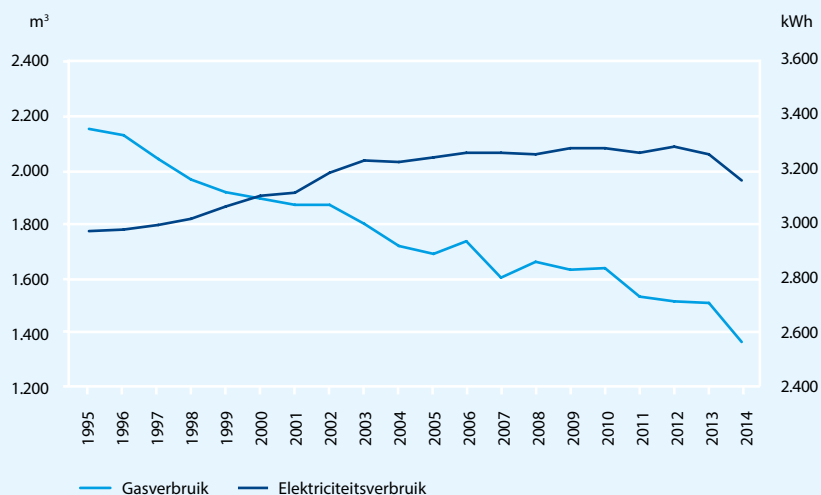


## Elektriciteitsverbruik daalt na stabiele periode

Het aardgasverbruik daalt al 20 jaar, terwijl het elektriciteitsgebruik tot 2005 juist duidelijk toenam en daarna lange tijd langzaam steeg. Vanaf 2012 is er een daling van het elektriciteitsverbruik te zien, waarschijnlijk door een groter aandeel zuinigere apparaten en verlichting. Alle huishoudens samen zijn verantwoordelijk voor bijna een kwart van het totale elektriciteitsverbruik en ongeveer een kwart van het totale gasverbruik in Nederland.

Bron: CBS

### Gemiddeld verbruik van gas en elektriciteit per huishouden

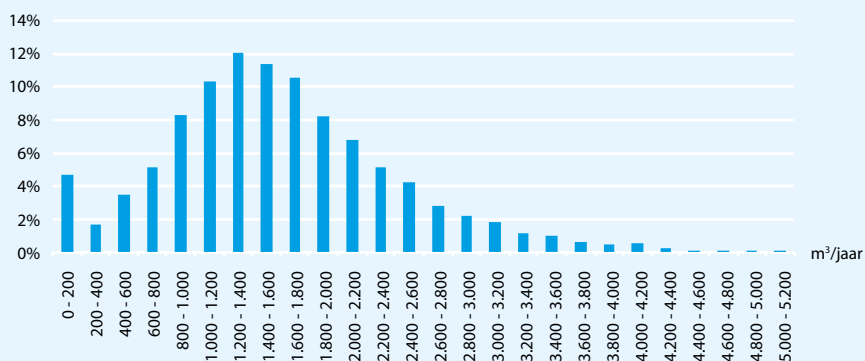


## Grote verschillen in energieverbruik per huishouden

De spreiding van energieverbruik over huishoudens is aanzienlijk, zowel bij gas als bij elektriciteit. Belangrijke factoren zijn gezinsgrootte, woninggrootte, apparaatbezit, isolatiegraad en gedrag.

Bron: HOME

### Spreiding gasverbruik





### Spreiding elektriciteitsverbruik

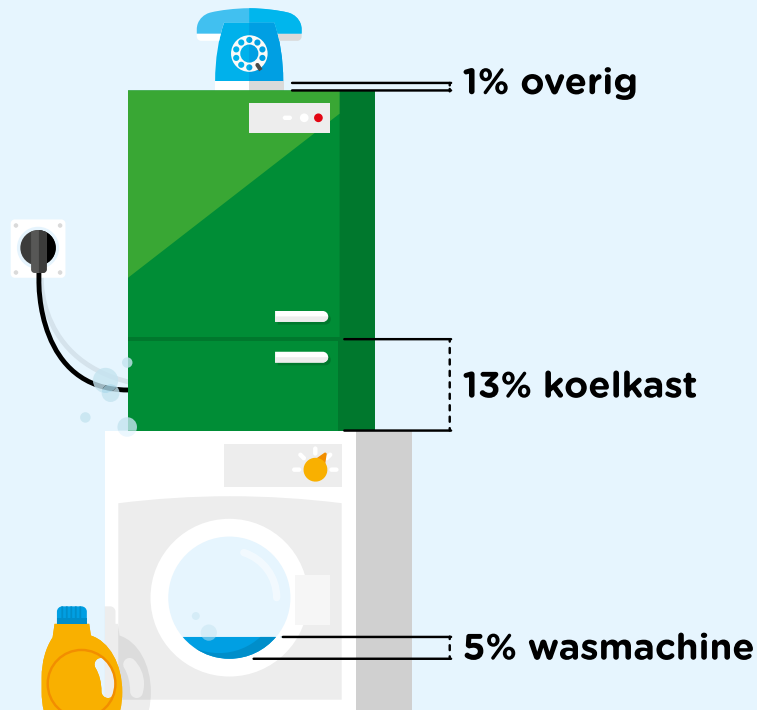
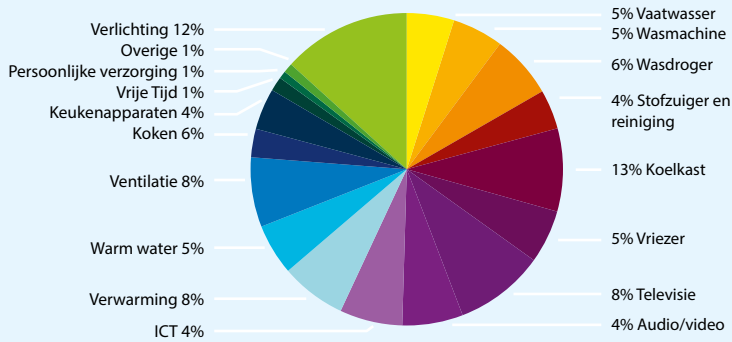


### Het verbruik van elektriciteit is sterk versnipperd

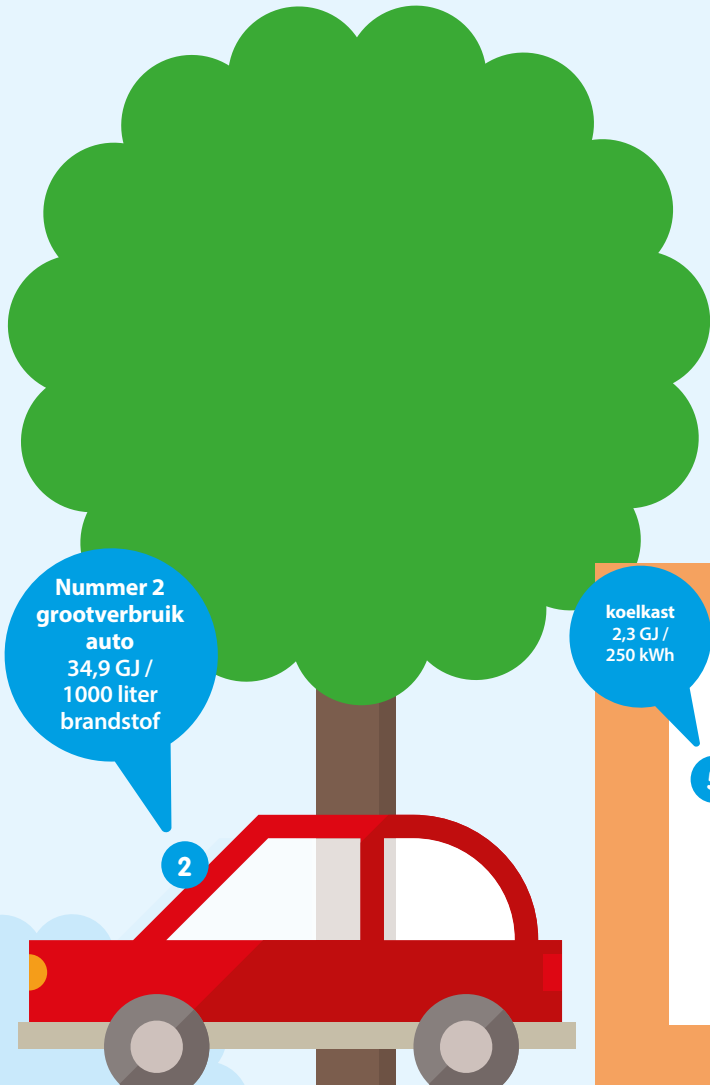
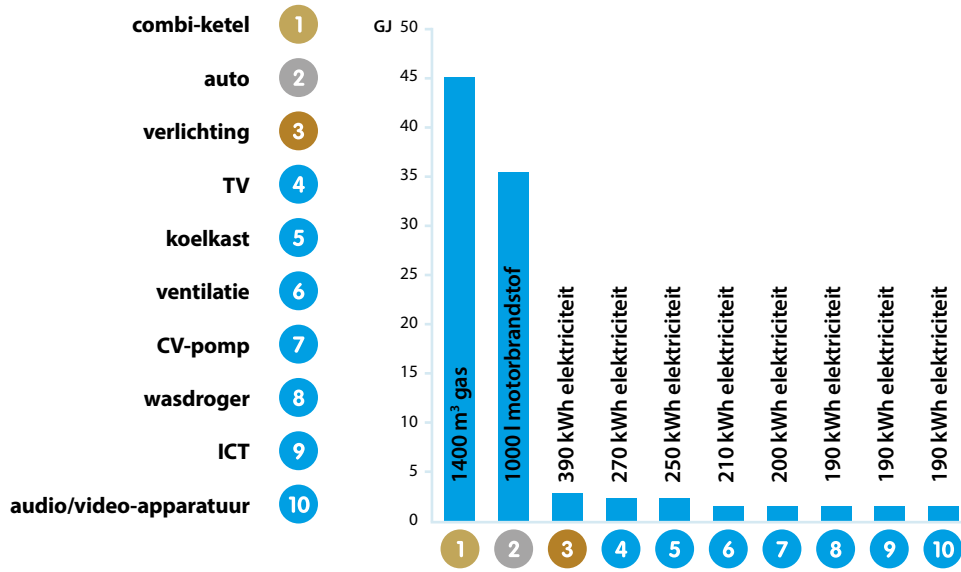
De koelkast, vriezer, TV, wasdroger en wasmachine zijn de apparaten met het grootste verbruik. Daarnaast is er een veelheid aan apparaten met lage verbruiken. Ook voor ICT, audio/video en verlichting is het aandeel in het energieverbruik aanzienlijk; de verbruiken van de diverse losse apparaten zijn bij elkaar opgeteld.

Bron: HOME

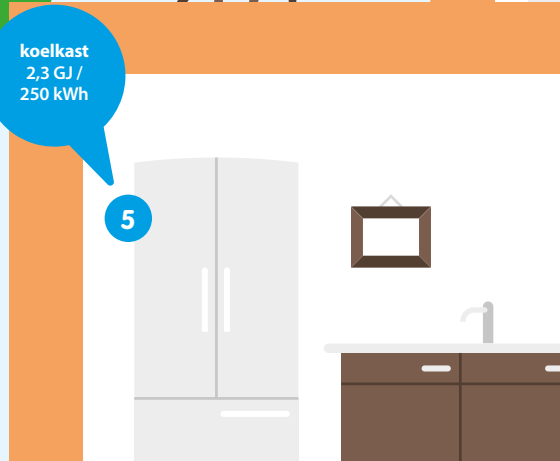
### Verdeling elektriciteitsgebruik van apparaten



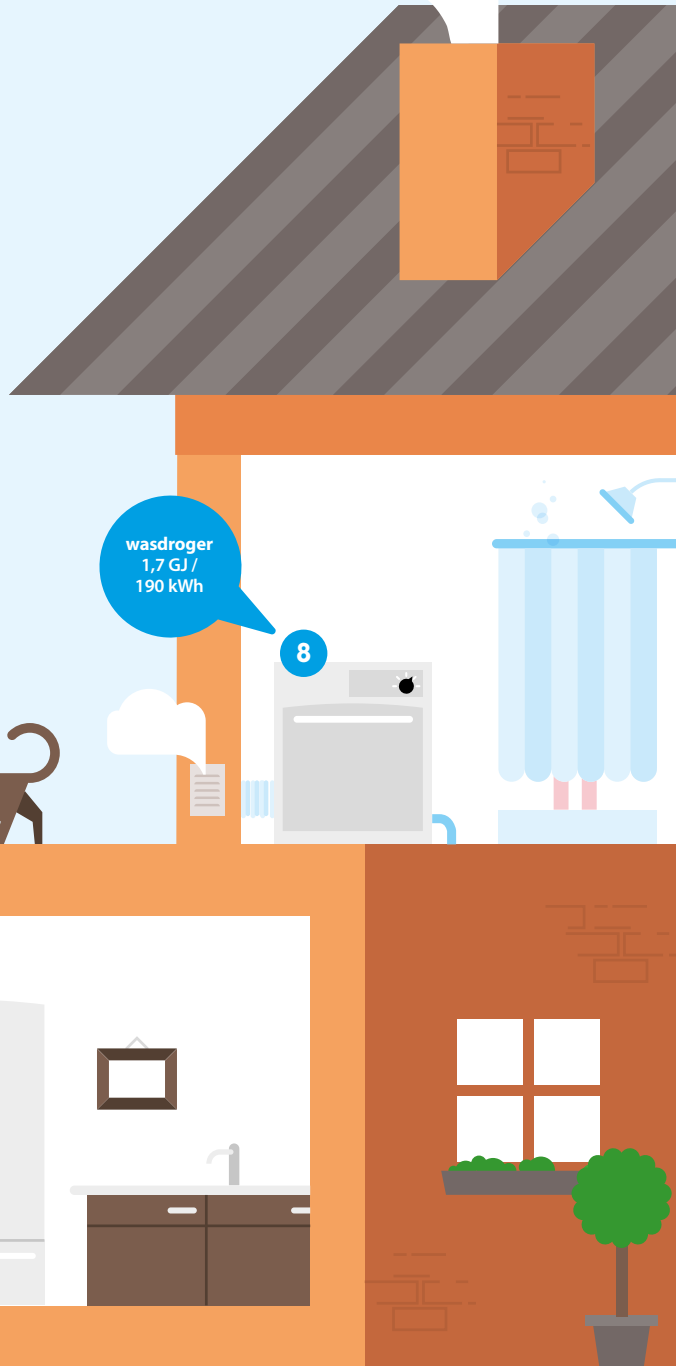
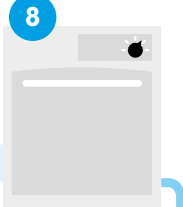
# TOP 10 ENERGIEVERBRUIKERS HUISHOUDENS



koelkast  
2,3 GJ /  
250 kWh



wasdroger  
1,7 GJ /  
190 kWh



# ENERGIE IN ONS HUISHOUDEN

In elk huis zijn heel wat apparaten aanwezig, vooral elektrische. De grootste energieverbruiker van een huishouden werkt echter op gas: de combiketel, het apparaat dat zowel warmte voor de centrale verwarming als warm water levert. Van de verbruikte energie is 80% voor ruimteverwarming en 20% voor warm water.

De auto is nummer twee. Samen gebruiken ze driekwart van de energie van een gemiddeld huishouden. Daarna volgen op afstand diverse elektriciteitstoepassingen. Om het energieverbruik te kunnen vergelijken zijn kubieke meters gas en liters motorbrandstof teruggerekend naar hun energie-inhoud in gigajoule (GJ), kilowatturen zijn teruggerekend naar de benodigde energie in gigajoule die nodig is voor productie ervan.

Bij punt 3 t/m 10 gaat het om een zuivere omrekening van eenheden.

1 watt = 1 joule per seconde (J/s)

1 megawattuur =  $1 \times 1000.000 \times \text{J/s} \times 3600 \text{ s}$  (toelichting bij dat laatste: er zitten  $(60 \times 60) = 3600$  seconden in 1 uur.)  
=  $1.000.000 \times 3.600 \text{ J}$   
= 3,6 GJ

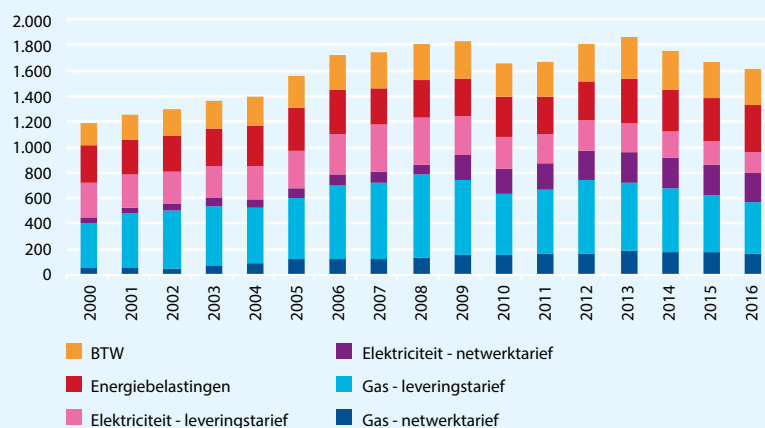


## De energierekening daalt

Na een stijging van de energierekening gedurende enkele jaren daalt de rekening weer. De gas- en elektriciteitsrekening voor een gemiddeld huishouden bedraagt in 2016 €1.600 euro. Recente dalingen zijn vooral het gevolg van lagere leveringsprijzen voor gas en elektriciteit.

Bron: Agentschap NL, ECN

### Energie rekening gemiddeld huishouden

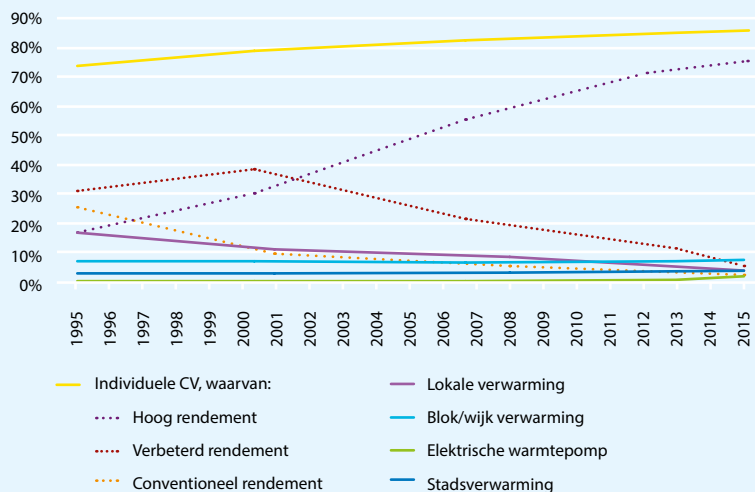


## De HR-ketel is de standaard, warmtenetten worden uitgebreid, warmtepompen komen op

In Nederland heeft zo'n 85% van de huishoudens centrale verwarming op aardgas. Verwarming door losse kachels (lokale verwarming) neemt steeds verder af. In appartementencomplexen wordt steeds vaker blokverwarming vervangen door individuele CV-ketels. In een aantal steden in Nederland vindt warmtelevering plaats vanuit een warmtenet (ook stadsverwarming genoemd, zie blz. 23 en 80). Deze warmtenetten worden nog steeds uitgebreid. Gemiddeld 16% van de nieuwbouwwoningen wordt aangesloten op een warmtenet. Vooral in de laatste 10 jaar zijn oudere typen CV-ketels vervangen door moderne hoogrendements-ketels (HR). Inmiddels is 89% van de CV-ketels een HR-ketel. Ook worden steeds vaker elektrische warmtepompen toegepast, vooral in nieuwbouwwoningen. In 2015 werden al meer dan 100.000 woningen verwarmd met een warmtepomp. Dat is ongeveer 1,5%, maar het aantal warmtepompen stijgt met gemiddeld 30% per jaar.

Bron: HOME, WoON, KWR

### Verwarmingstypen in huishoudens



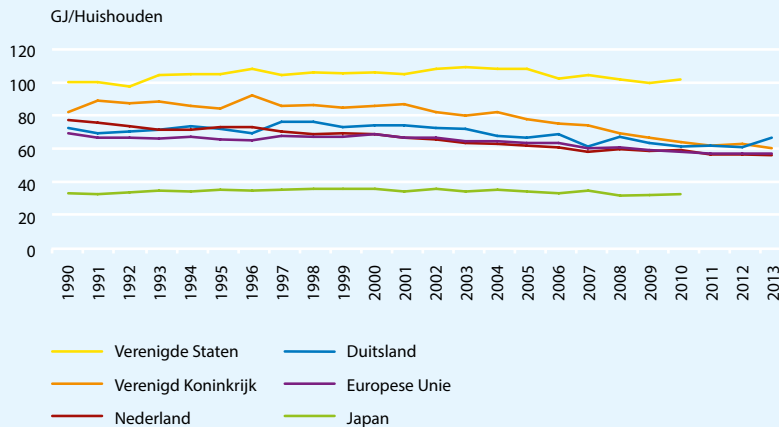
## Europees energieverbruik per huishouden daalt

Het gemiddelde huishoudelijk energiegebruik van ons omringende Europese landen ligt opvallend dicht bij elkaar. Nederlandse huishoudens volgen het Europese gemiddelde. Al jaren daalt ons huishoudelijk energieverbruik gestaag.

Japan, dat vergelijkbaar is met Europa qua inkomen en klimaat, bewijst dat het energieverbruik nog veel lager kan. De vergelijking met de VS en Japan illustreert het belang van culturele verschillen in huishoudelijk energiegebruik.

Bron: Odyssee-indicators

## Energieverbruik huishoudens in diverse landen

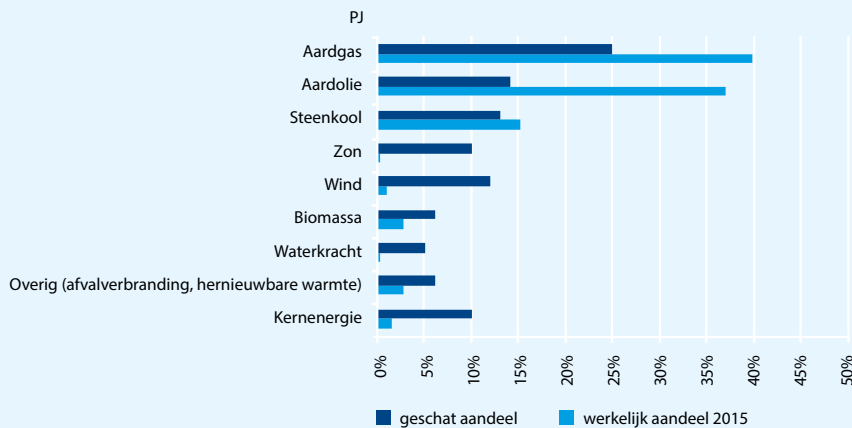


## Veel draagvlak voor duurzame energie

De Nederlander staat positief tegenover de verduurzaming van de energievoorziening. Zo blijkt uit publieksonderzoek naar het beeld dat Nederlanders hebben van de energievoorziening in Nederland en naar de voorkeuren die er zijn voor verschillende vormen van energie. Het blijkt dat de inzet van hernieuwbare energie sterk wordt overschat, het aandeel aardgas en steenkool wordt juist onderschat. Een meerderheid is volgens het onderzoek voor verdere verduurzaming van de energievoorziening.

Bron: Motivation, CBS

## Beeld van de energievoorziening



# ZO WERKT DE VRIJE ENERGIEMARKT

Er is de afgelopen tien jaar veel veranderd op het gebied van energie: de energiemarkt is geliberaliseerd. Er is inmiddels sprake van een volwassen vrije markt. In het diagram zijn de contractuele relaties aangegeven voor zowel gas als elektriciteit. De consument heeft alleen een financiële relatie met zijn energieleverancier. Om het administratief eenvoudig te houden brengt de leverancier bij consumenten ook de kosten voor netbeheer in rekening. Vanaf 1 augustus 2013 is het ook wettelijk niet meer toegestaan dat de netbeheerder netwerkkosten rechtstreeks in rekening brengt. De Autoriteit Consument en Markt (ACM) houdt toezicht op de energiemarkt.

## Toezichthouder

- Ziet toe op marktwerking
- Ziet erop toe dat groene stroom en groen gas ook duurzaam worden opgewekt
- Verleent vergunning aan leverancier om te leveren aan consumenten (zie blz. 86)

## Leverancier

- Levert gekozen product
- Produceert evt. zelf energie (centrale, windpark)
- Koopt in op groothandelsmarkt
- Koopt in van consument
- Stuur rekening voor leverings- en transportkosten
- Beantwoordt vragen over de energierekening
- Is verantwoordelijk voor opvragen meterstanden

## Netbeheerder

- Beheert het net (onderhoud, uitbreiding, vervanging)
- Beheert de meter (onderhoud, vervanging)
- Verhelpt storingen

STELT TRANSPORTTARIEF VAST

KAN LEVERINGSTARIEF AANPASSEN

## Consument

- Kiest leverancier en product
- Kan zelf energie produceren
- Meldt stroomstoringen aan netbeheerder via Nationaal Storingsnummer
- Vraagt indien gewenst om aanpassing aansluiting aan netbeheerder

BETAALT TRANSPORTKOSTEN

GAS

ELEKTRICITEIT

TRANSPORT  
OVEREENKOMST MET  
NETBEHEERDER

GAS

ELEKTRICITEIT

BETAALT ENERGIEREKENING

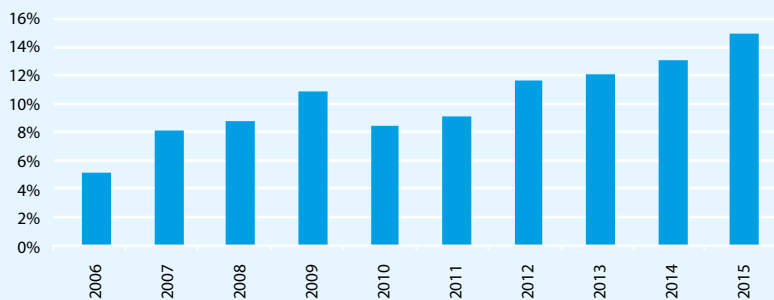
ENERGIECONTRACT  
MET LEVERANCIER

## 15% van de huishoudens wisselde in 2015 van energieleverancier

In 2015 is 15% van de Nederlandse huishoudens en bedrijven overgestapt naar een andere energieleverancier. In 2004 – het jaar waarin de energiemarkt geheel werd vrijgegeven lag het overstappercentage rond de 6%. Er is dus sprake van een aanzienlijke toename. Het overstappercentage is een belangrijke indicator voor de dynamiek in de markt. Het laat zien in hoeverre leveranciers erin slagen klanten over te halen over te stappen met aanbiedingen. Daarnaast proberen leveranciers ook hun bestaande klanten te behouden met aantrekkelijke aanbiedingen. Om het succes van marktwerking te meten is vooral de algemene klanttevredenheid van belang. Uit onderzoek van de Autoriteit Consument en Markt (ACM) blijkt dat consumenten in grote meerderheid tevreden zijn over de dienstverlening van de eigen energieleverancier.

Bron: EDSN, ACM

### Percentage overstappers energie

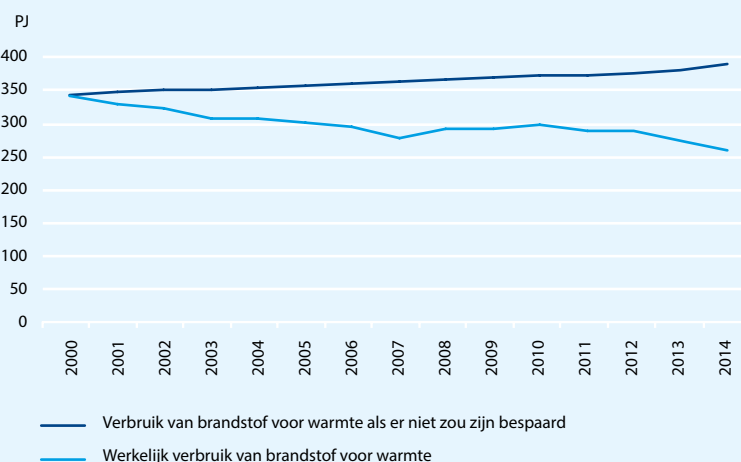


## Besparingstempo van verwarming herstelt zich

Het totale energieverbruik voor verwarming van huishoudens daalt al jaren, hoewel het aantal huishoudens is gegroeid. Tussen 2007 en 2010 stagneerde de besparing, maar vanaf 2010 herstelt het besparingstempo zich. De afname van energieverbruik is vooral het gevolg van energiebesparende maatregelen. Het gasgebruik in woningen is vooral afgenomen doordat CV-ketels zuiniger zijn geworden. Daarnaast worden woningen beter geïsoleerd. In de meeste woningen zijn deze maatregelen inmiddels toegepast. Grote elektrische apparaten zijn ook veel zuiniger geworden. Koelkasten en wasmachines bijvoorbeeld zijn tegenwoordig alleen nog maar verkrijgbaar met een A-label. Als er geen nieuwe besparingsopties komen zal het besparingstempo afnemen. De meeste woningen hebben inmiddels dubbel glas. Met moderner HR++ glas kan nog twee keer zoveel bespaard worden als met standaard dubbel glas. Dit type glas wordt ook steeds meer toegepast in bestaande woningen.

Bron: Odyssee-Mure

### Energiebesparing huishoudens, Nederland totaal



### Omgaan met minder aardgaswinning

Vanwege aardbevingen is de aardgaswinning in Groningen verminderd. Voorlopig blijft de totale gaswinning in Groningen en uit andere velden op land en op zee voldoende om aan de vraag en aan exportverplichtingen te voldoen, maar de winning van eigen gasvoorraden zal steeds verder teruglopen (zie blz. 72 – Gaswinning met de hand aan de kraan). Er zijn meerdere mogelijkheden om dat op te vangen. Meer importeren is daar één van. Op dit moment komt per pijpleiding meer dan de helft van het gas uit Noorwegen en daarnaast nog vooral uit Rusland en het Verenigd Koninkrijk. Import uit landen zonder verbinding per pijpleiding kan met schepen die vloeibaar aardgas vervoeren (LNG). In 2014 was dat nog maar 4% van de totale gasimport. Gas kan ook uit andere bronnen dan fossiele komen: biogas uit vergisting van allerlei biologische materialen of het omzetten van elektriciteit in eerst waterstof en vervolgens methaan (“power to gas”). Vooral de laatste optie is nog niet economisch rendabel. Naast het op peil houden van het gasaanbod kan ook het verbruik worden teruggebracht. Gas wordt voor een veelheid aan toepassingen gebruikt: verwarming van gebouwen en kassen, hoge-temperatuurwarmte voor industriële processen en als grondstof voor bijvoorbeeld kunstmestproductie. Het gebruik voor ruimteverwarming kan worden teruggebracht door betere isolatie. Dat heeft in het verleden al tot aanzienlijk minder gasvraag voor huishoudens geleid (zie blz. 7). Het vervangen van verwarming met gas door andere typen verwarming brengt de vraag nog verder terug. Stadsverwarming is vaak gasgestookt, maar kan ook warmte van afvalverbranding of industriële restwarmte leveren waarmee gas wordt uitgespaard. Goed geïsoleerde huizen kunnen worden verwarmd met elektrische warmtepompen. Met warmtepompen wordt zowel gasverbruik vermeden als energie bespaard. (zie ook blz. 22 - Gasloze woningen).

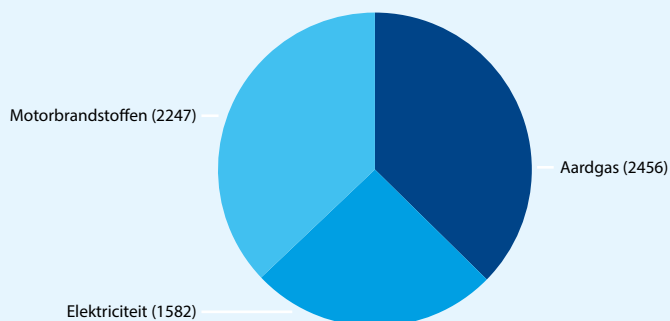
Bron: Eurostat

### Nog weinig CO<sub>2</sub>-arme energie

De CO<sub>2</sub>-uitstoot door het verbruik van gas, motorbrandstoffen en elektriciteit is nog steeds groot. Het grootste deel komt vrij bij verbranding van fossiele energie. Bij motorbrandstoffen is ongeveer 3% biobrandstof bijgemengd. Het aandeel biogas in het gasverbruik is nog klein: 0,9%. Elektriciteit heeft het grootste aandeel CO<sub>2</sub>-vrije productie: 11% hernieuwbare elektriciteit en 3-4% stroom uit kernenergie. Huishoudens leggen door groene stroom te kiezen een claim op de duurzame elektriciteitsproductie. 58% van de huishoudens had begin 2015 groene stroom, dat was ongeveer 112% van de duurzame elektriciteitsproductie in Nederland. Het tekort wordt in de vorm van groencertificaten geïmporteerd uit het buitenland. Door de ACM wordt er op toegezien dat tegenover al het groene stroomverbruik ook duurzame productie staat.

Bron: ACM, CBS

### CO<sub>2</sub>-uitstoot per gemiddeld huishouden per jaar 6284 kg



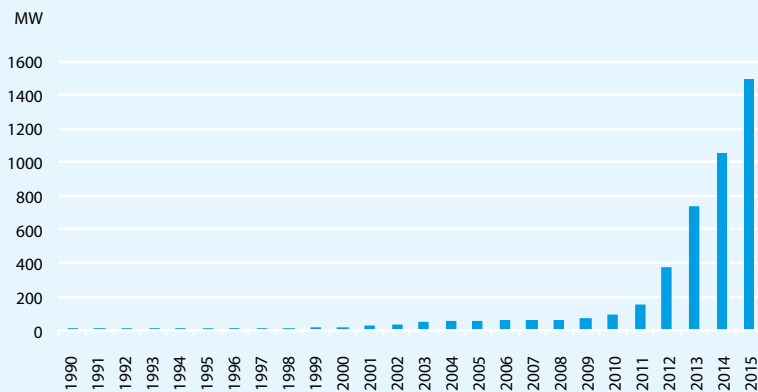


## Groei aantal huishoudens met zonnepanelen zet door

Het vermogen aan zonnepanelen bij huishoudens blijft sterk groeien. Uit cijfers van brancheorganisatie Netbeheer Nederland blijkt dat een totaal vermogen van 1407 megawatt is geregistreerd op 1 januari 2016. Dit omvat in totaal 299.765 huishoudens met zonnepanelen. In april 2014 was nog 651 megawatt geregistreerd met 162.422 zonnepaneelinstallaties. Het CBS rapporteert voor eind 2015 een totaal opgesteld vermogen, dus ook buiten huishoudens, van 1485 megawatt. Vooral collectieve projecten zorgen voor de groei. In de kaarten is te zien dat de verdeling van het aantal zonnepanelen per inwoner in verschillende delen van het land afwijkt van het totaal aantal panelen. In de Randstad is de hoeveelheid zonnepanelen hoog, maar per inwoner laag omdat veel minder woningen een eigen dak hebben. Een paneel heeft een vermogen van 250 watt. Het aantal varieert van 0,1 paneel per inwoner in stedelijke gebieden tot 7 per inwoner in Ameland, waar het gemiddelde flink wordt opgekrikt door het daar aanwezige zonnepark (6 MW, 23.000 panelen).

Bron: BS, Klimaatmonitor I&M

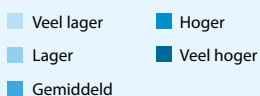
## Opgesteld vermogen zon-PV



## PV-panelen per inwoner per gemeente



## Geregistreerde PV-panelen per gemeente

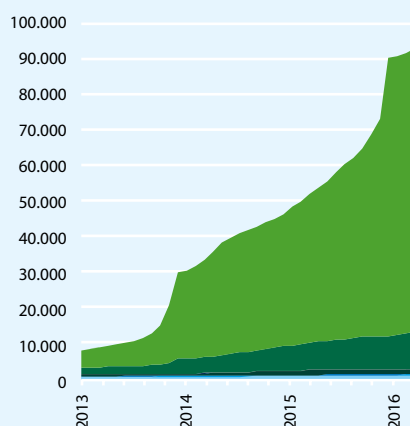


## Meer elektrische auto's

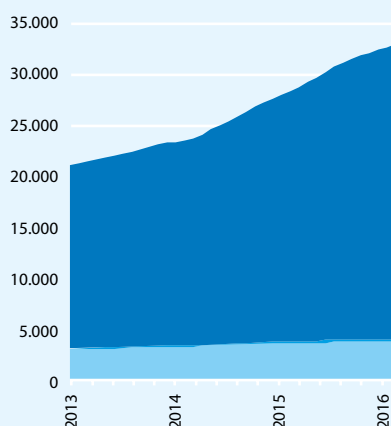
Het aantal elektrische auto's is de afgelopen jaren behoorlijk toegenomen. Aan het eind van het eerste kwartaal van 2016 waren er in totaal 92.933 voertuigen in Nederland geregistreerd (exclusief de 33.272 elektrische brom- en snorfietsen). De streefwaarden voor het aantal geregistreerde elektrische voertuigen volgens het Plan van aanpak 2011-2015 'Elektrisch rijden in de Versnelling' zijn in 2020 circa 200.000 en in 2025 een miljoen. In 2015 was 9,7% van alle nieuwe voertuigen (deels) elektrisch. Hiervoor waren aan het eind van het eerste kwartaal van 2016 7.761 publieke laadpalen beschikbaar en 12.732 semi-publieke laadpalen (beperkt openbaar toegankelijk).

Bron: RDW, RVO, BOVAG

### Aantal elektrische voertuigen met drie of meer wielen (exclusief volledig hybride voertuigen)

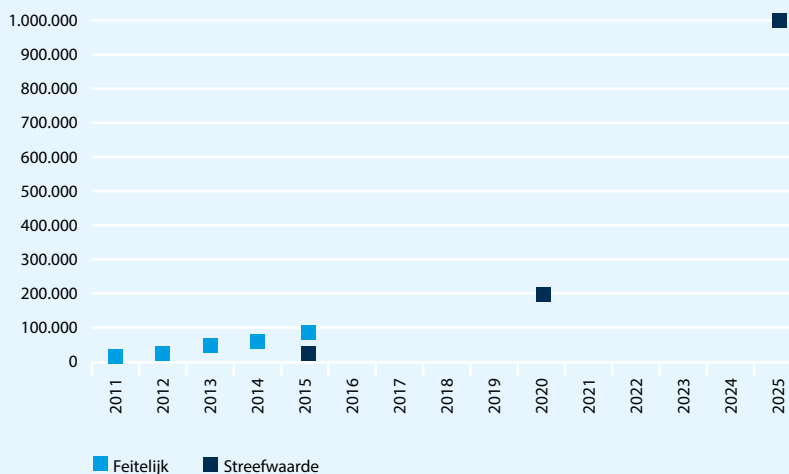


### Aantal elektrische tweewielers



- Personenauto (extended range, plugin hybrid, exclusief volledig hybride)
- Personenauto (volledig elektrisch)
- Bedrijfsauto > 3500 kg
- Bedrijfsauto < 3500 kg
- Bus (inclusief trolleybussen en een aantal hybride bussen)
- Motorfiets
- Quadricycles (vh driewielig)
- Snorfietsen
- Brommobielen
- Bromfietsen

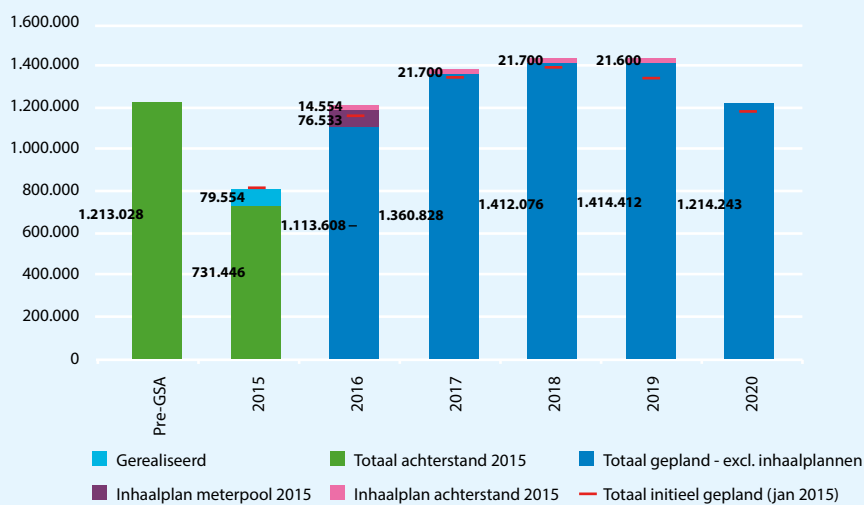
### Feitelijke aantallen en streefwaarden elektrische voertuigen met drie of meer wielen



## Al meer dan 2 miljoen adressen met een slimme meter in Nederland

De slimme meter is een nieuw type energiemeter in de meterkast. Deze vervangen de traditionele elektriciteit- en gasmeters. De slimme meter verstuurt meterstanden op een veilige manier automatisch naar de netbeheerder en op basis daarvan stuurt de leverancier een verbruiks- en kostenoverzicht. Dit gebeurt zes keer per jaar. Zelf meterstanden opnemen is dus niet meer nodig. Ook biedt de nieuwe meter beter inzicht in het energieverbruik. Via speciale producten en diensten, de zogenoemde energieverbruiksmanagers, kunnen mensen dagelijks hun eigen verbruiksgegevens inzien. Op die manier ontstaat meer inzicht in het energieverbruik en is het makkelijker om energie te besparen. Om de meetgegevens goed te beschermen, zijn privacyregels opgesteld voor het gebruik van de data. Onbevoegden krijgen geen inzicht in de meetgegevens. Inmiddels hebben de netbeheerders in Nederland al meer dan twee miljoen adressen voorzien van een slimme meter. Kijk op [www.slimmemeters.nl](http://www.slimmemeters.nl) voor meer informatie over de slimme meter.

### Aanbiedplanning slimme meter



### Slimme apps maken energiebesparing makkelijker

Energie besparen begint met inzicht in het verbruik. De slimme meter opent daarvoor de mogelijkheden. Er zijn talloze energieverbruiksmanagers op de markt die dat inzicht geven en energie besparen makkelijker maken. Afhankelijk van het systeem is het energieverbruik te volgen via een computer, tablet, smartphone of een apart display. De meeste energieverbruiksmanagers tonen het verbruik in overzichtelijke grafieken en tabellen. De energieverbruiksmanagers geven veelal ook tips over energiebesparing. De verwachting is dat het aanbod hiervan de komende jaren sterk uitbreidt. Een overzicht van het huidige marktaanbod van de slimme apps is te vinden op: [www.energieverbruiksmanagers.nl](http://www.energieverbruiksmanagers.nl).

Bron: Milieu Centraal



### Eén grote stroomstoring leidt tot toename aantal storingsminuten

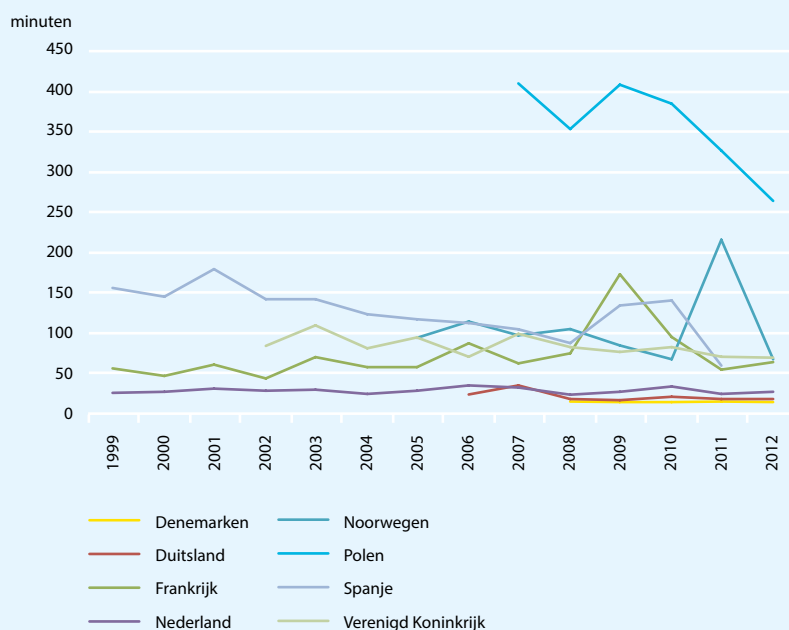
Een huishouden had in 2015 gemiddeld 32,9 minuten geen stroom als gevolg van een storing. Hiervan komen 12,2 minuten voor rekening van de grote stroomstoring van 27 maart 2015 in Noord-Holland en Flevoland door uitval in hoogspanningsstation Diemen. Hiermee is de jaarlijkse uitvalduur 29% hoger dan het vijfjaarlijks gemiddelde. Dat blijkt uit de jaarlijkse stroomstoringscijfers van brancheorganisatie Netbeheer Nederland. Het aantal elektriciteitsstoringen daalde in vergelijking met het vijfjaarlijks gemiddelde wel met 3%. Ook het gemiddeld aantal getroffen klanten per onderbreking nam af (-10%) evenals de gemiddelde onderbrekingsduur van een stroomstoring (-5%). Het aantal storingsminuten voor gas is met 2,15 minuten 34% beter dan in 2014. Het cijfer in dat jaar werd sterk beïnvloed door een grote gasstoring in Apeldoorn.

### De Nederlandse energienetten hebben een hoge betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de elektriciteitslevering in Nederland is hoog in vergelijking met andere landen, zo blijkt uit cijfers van Europese toezichhouders. De gemiddelde beschikbaarheid van elektriciteit over de afgelopen 14 jaar is 99,995%. In de meeste andere Europese landen is de stroomuitval per huishouden al gauw meer dan twee keer zo hoog als in Nederland. De afgelopen jaren had een huishouden in Frankrijk 71 minuten geen stroom en in Engeland bijna anderhalf uur.

Bron: Council of European Energy Regulators (ceer)

#### Internationale vergelijking stroomuitval

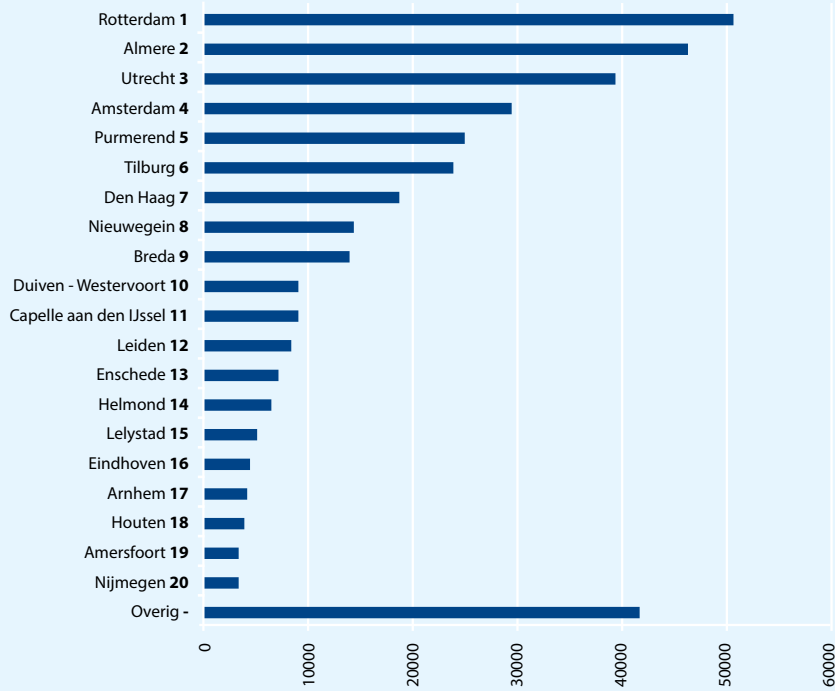


### Bijna 1 op de 20 woningen is aangesloten op een warmtenet

In 2015 waren er ongeveer 340.000 woningen aangesloten op een warmtenet. Dat is ongeveer 4,5% van het totaal aantal bewoonde woningen in Nederland. Slechts 16% van de woningen die zijn aangesloten op warmtenetten zijn gebouwd vóór 1982. Bijna 60% van de woningen aangesloten op warmtenetten zijn gebouwd na 1990. Doordat woningen aangesloten op warmtenetten recenter zijn gebouwd zijn deze woningen beter geïsoleerd. In woningen aangesloten op het warmtedistributienet wordt door 95% ook het warme water verwarmd met warmte uit het warmtenet, en wordt door 90% van de gezinnen elektriciteit gebruikt voor koken. De overige 10% gebruikt aardgas voor koken. Voor alle bewoonde woningen in Nederland geldt dat in 2015 78% van de gezinnen kookt op aardgas.

Bron: Basisonderzoek Warmte Kleinverbruik

Gemeenten met het hoogste aantal woningen met stadsverwarming



- tot 10.000 woningen
- tussen 10.000 en 25.000 woningen
- meer dan 25.000 woningen

## Gasloze woningen

Gasloze woningen, die verwarmd worden met elektriciteit, stadsverwarming of bijvoorbeeld geothermie, kunnen een belangrijke bijdrage leveren om het verbruik van Gronings aardgas en CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen. Op dit moment zijn bijna alle woningen in Nederland aangesloten op het gasnet. Vaak is in woningen die zijn aangesloten op een warmtenet toch ook nog een gasleiding aanwezig voor het koken. Bij collectieve systemen is de bron veelal gasgestookt en worden de woningen dus indirect verwarmd met gas. Bij gecombineerde opwekking met elektriciteit levert dat veel energiebesparing op. Op dit moment is slechts 6,3% van de woningen echt gasloos te noemen.

Verwarmingsbronnen	% woningen	Woningen met eigen gasaansluiting	Woningen zonder eigen gasaansluiting, maar indirect verwarmd met gas	Totaal Gasloos
<b>Individuele CV op aardgas</b>	82,1%	82,1%		
<b>Elektrische warmtepomp</b>	1,8%			1,8%
<b>Overige individuele CV niet op gas<sup>1</sup></b>	1,3%			1,3%
<b>Lokale verwarming op aardgas</b>	2,9%	2,9%		
<b>Lokale verwarming niet op aardgas<sup>2</sup></b>	0,3%			0,3%
<b>Blok- en wijkverwarming op aardgas</b>	6,0%	6,0% <sup>3</sup>		
<b>Blok- en wijkverwarming zonder aardgas<sup>4</sup></b>	1,1%			1,1%
<b>Stadsverwarming woningen met eigen aardgas aansluiting</b>	0,5%	0,5% <sup>5</sup>		
<b>Stadsverwarming aangesloten op gasketel/-centrale</b>	2,3%		2,3%	
<b>Stadsverwarming niet aangesloten op gasketel/-centrale</b>	1,6%			1,8%
<b>Alle woningen</b>	<b>100%</b>	<b>91,5%</b>	<b>2,3%</b>	<b>6,3%</b>

1 Centrale verwarming bijvoorbeeld op olie, biomassa ketel of elektrische luchtverwarming

2 Bijvoorbeeld houtkachels of haarden op propaangas

3 In woningen met blokverwarming is vaak ook een gasaansluiting voor koken

4 Bijvoorbeeld collectieve houtpelletketel of collectieve warmtepomp

5 10% van de stadsverwarmingswoningen heeft ook een gasaansluiting voor koken

Bron: Home 2015 en BWK 2015, Rosler & Niesink (2015), bewerking ECN

### Een woningen gasloos maken

Wel wordt er gezocht naar mogelijkheden om woningen gasloos te maken. Hiervoor zijn verschillende opties:

#### All-electric woningen

Projectontwikkelaars hebben voor nieuwe woningen al concepten ontwikkeld waarbij woningen volledig met elektrische warmtepompen worden verwarmd. Sinds een paar jaar worden deze concepten ook steeds meer in bestaande woningen toegepast. Om goed comfort te kunnen garanderen moeten all-electric woningen goed geïsoleerd en geventileerd zijn. Ombouw van bestaande woningen naar all-electric vraagt aanzienlijke investeringen.

### **Houtpelletketels**

Stoken op hout kan ook een manier zijn om zonder gas te verwarmen. Dit kan met een klassieke houtkachel, maar er zijn ook veel geavanceerdere systemen waarbij houtpellets (korrels samengeperst hout) automatisch worden aangevoerd. Dergelijke systemen worden in Nederland nog niet veel toegepast, maar zijn in Scandinavië en Oostenrijk al heel gewoon.

### **Verduurzamen van collectieve warmtelevering**

Het voordeel van collectieve verwarmingssystemen is dat door het vervangen van de warmtebron in één keer heel veel woningen gasloos worden. Bij blokverwarming in appartementen en wijken kan dit door collectieve warmtepompen, houtkachels of zelfs diepe aardwarmte te gebruiken als bron. Bij grote stadsverwarmingsnetten worden nieuwe warmtebronnen gezocht en gevonden. Zo wordt er aan gewerkt om steeds meer warmte uit afvalverbrandingsovens te halen in Amsterdam, Rotterdam en Nijmegen. En in Purmerend zijn in 2015 meer dan 24.000 woningen in één keer afgekoppeld van een gasketel welke vervangen is door een biomassaketel.

### **Geen gas of minder gas**

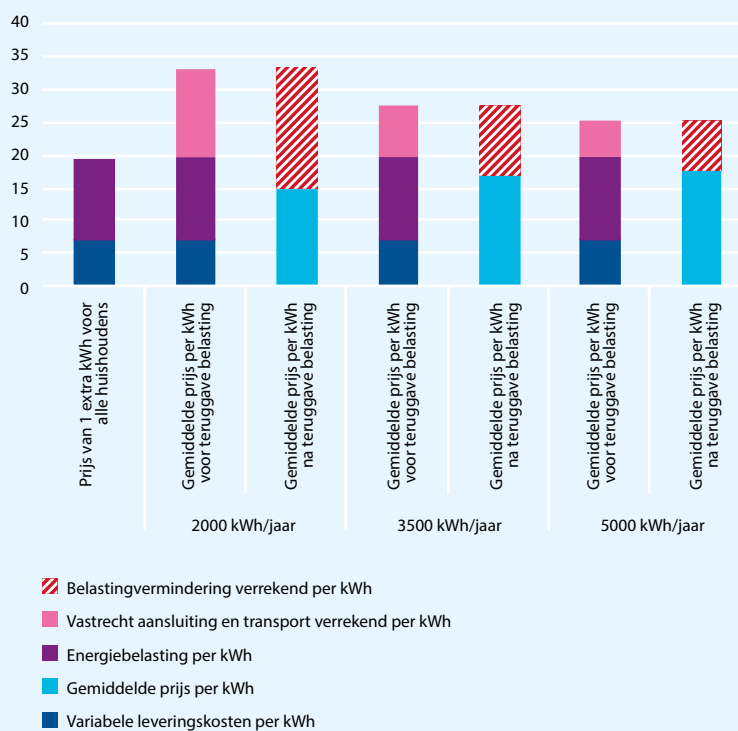
Naast deze concepten zijn er ook technische maatregelen die zorgen voor forse gasreductie, maar die niet leiden tot een volledig gasloze woning. Ketelfabrikanten brengen sinds kort CV-ketels op de markt die een elektrische warmtepomp combineren met een gasketel. Dit kan rond de 30% besparen op het gasverbruik. Zonneboilers kunnen een deel van het warme water leveren zodat minder gas nodig is, en houtkachels kunnen een deel van de woning verwarmen. De gasketel blijft dan gewoon in de woning voor koude momenten en voor het op temperatuur brengen van het warme water, maar gebruikt wel minder gas.

## Kleine verbruikers betalen meer voor gas en minder voor elektriciteit

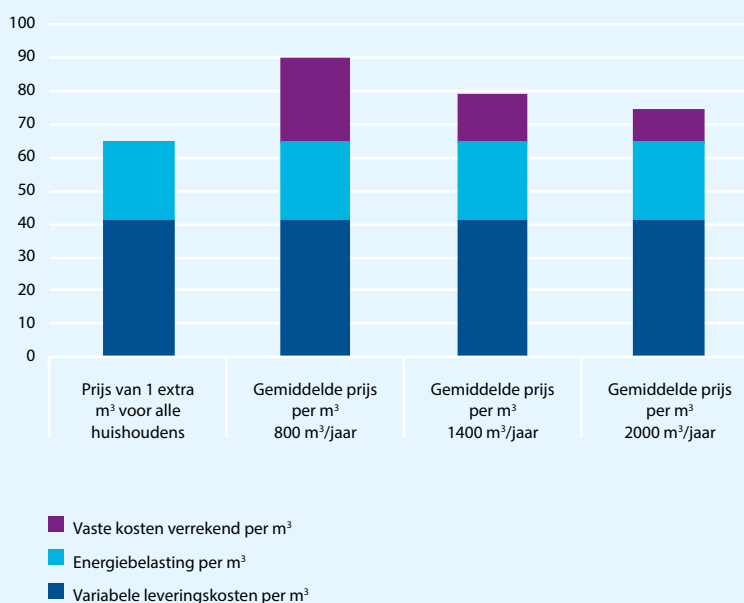
Energieprijzen voor huishoudens zijn opgebouwd uit vaste en variabele onderdelen. Vaste bedragen tellen harder door bij kleine gebruikers. De netbeheerder rekent een vast bedrag voor een aansluiting en transport. Daartegenover staat een vast bedrag aan vermindering van energiebelasting op de elektriciteitsrekening. De kosten voor een extra kilowattuur of m<sup>3</sup> zijn voor grote en kleine huishoudens hetzelfde.

Bron: Agenschap NL

### Elektriciteitsprijopbouw 2016 in cent per kilowattuur, inclusief BTW



### Gasrijprijopbouw 2016 in cent per kubieke meter, inclusief BTW



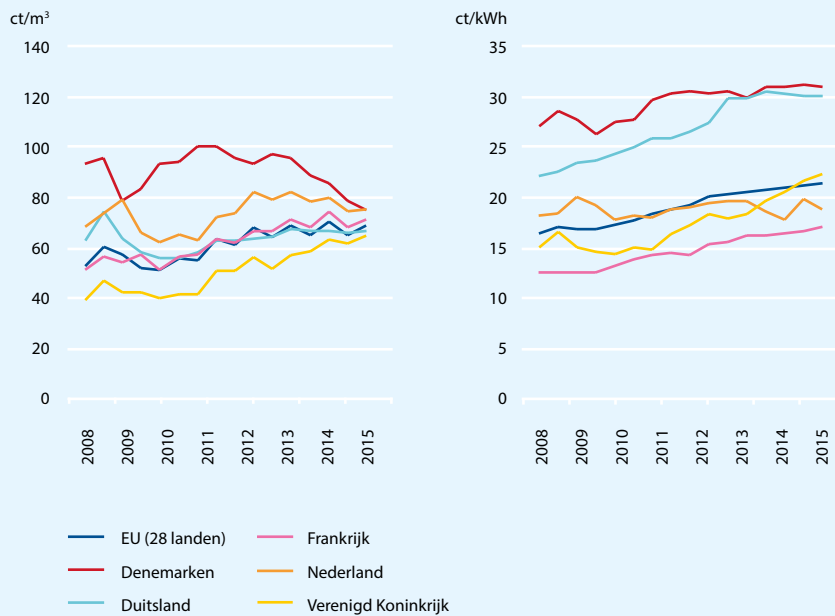


## Nederlandse huishoudens betalen veel voor aardgas vergeleken met buurlanden

Huishoudens in Nederland betalen veel voor gas ten opzichte van andere Europese landen. De verschillen zijn de laatste jaren wel kleiner geworden. De verschillen zijn vooral het gevolg van de energiebelasting. De Denen betaalden meer, maar zitten nu op het niveau van Nederland. De prijs voor elektriciteit zit in Nederland onder het Europees gemiddelde. Huishoudens in Duitsland en Denemarken betalen meer voor elektriciteit. Ook voor huishoudens in het Verenigd Koninkrijk is elektriciteit duurder geworden dan in Nederland. De prijzen in de grafiek zijn per half jaar beschikbaar. De vaste kosten zijn in de m<sup>3</sup>- en kWh-prijs verrekend.

Bron: Eurostat

### Gaskosten internationaal vergeleken (incl. BTW)      Elektriciteitskosten internationaal vergeleken (incl. BTW)



# 2 BEDRIJVEN



## Het grootste energieverbruik zit bij een beperkt aantal bedrijven

Het energiegebruik van bedrijven loopt sterk uiteen. De industrie is goed voor twee derde van het energiegebruik van bedrijven, terwijl de industrie nog geen 4% van het totaal aantal van de bedrijven betreft. Rond de helft van het energiegebruik in de industrie wordt gebruikt als grondstof (b.v. voor kunststofproductie) of hulpstof. De andere helft betreft het "echte" energiegebruik voor verhitting of elektriciteit. De grotere energiegebruikers in Nederland hebben afspraken over energiebesparing gemaakt met de overheid. Dat zijn meer dan duizend bedrijven, waarvan de meeste tot de industrie behoren. Samen dekken die zo'n 80% van het energiegebruik van alle industriële bedrijven (exclusief gebruik als grondstof, en exclusief elektriciteits- en warmteproducenten). Het zijn dus niet alleen de grootste bedrijven, maar vooral bedrijven die vanwege hun specifieke productieproces energie-intensief zijn. Veel van die duizend bedrijven behoren tot het MKB. Bedrijven verbruiken niet alleen energie, maar produceren die soms ook. Ze kunnen bijvoorbeeld elektriciteit produceren met een warmtekrachtinstallatie, of energierijke restproducten leveren. Een bijzondere categorie bedrijven zijn de energieproducenten. Daaronder vallen de olie- en gaswinning, de producenten van elektriciteit en warmte en de aardolieaffinaderijen. Die zetten energiedragers om in een andere vorm, waarbij ze ook een deel verbruiken. Energieproducenten komen aan de orde in hoofdstuk 5.

Bron: CBS, RVO

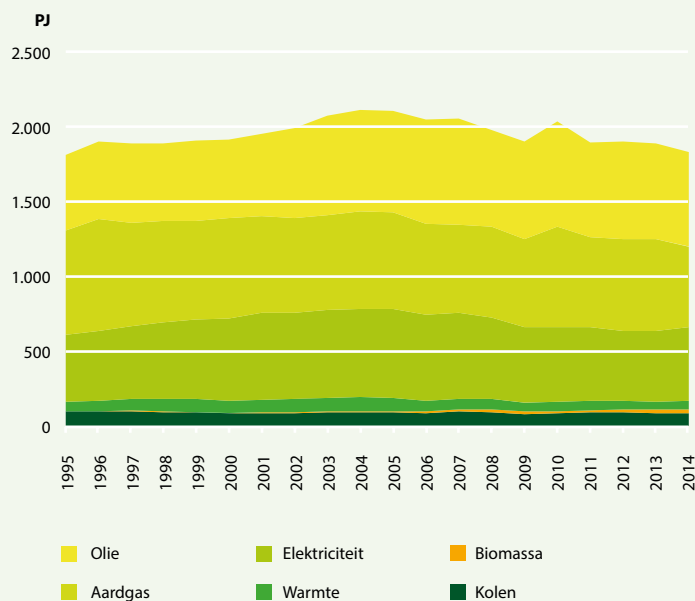
	Aantal	Energiegebruik (PJ)
	2016	2014
<b>Aantal bedrijven</b>	1.549.680	1.874
- waarvan eenmanszaak	1.200.485	
- Industrie	60.000	1.334
- waarvan MKB (<250 werknemers)	59.610	
- grote industriële bedrijven	390	
<b>Aantal bedrijven met meerjarenafpraak energiebesparing</b>	<b>ca. 1.100</b>	<b>830</b>

## De economie heeft grote invloed op energiegebruik van bedrijven

Het energiegebruik in bedrijven is na het tijdelijke dieptepunt in 2009 in 2010 mede door een koude winter weer aangetrokken, om vervolgens vanaf 2011 weer sterk te dalen door de aanhoudende economische stagnatie. Het oliegebruik in de chemische industrie blijft sinds 2008 wel op peil. Kolen worden in de industrie vooral toegepast voor staalproductie in hoogovens. Het gebruik voor transport is niet in deze grafiek verwerkt. Bij elektriciteit is uitgegaan van de gemiddelde hoeveelheid brandstoffen die nodig is om de elektriciteit op te wekken.

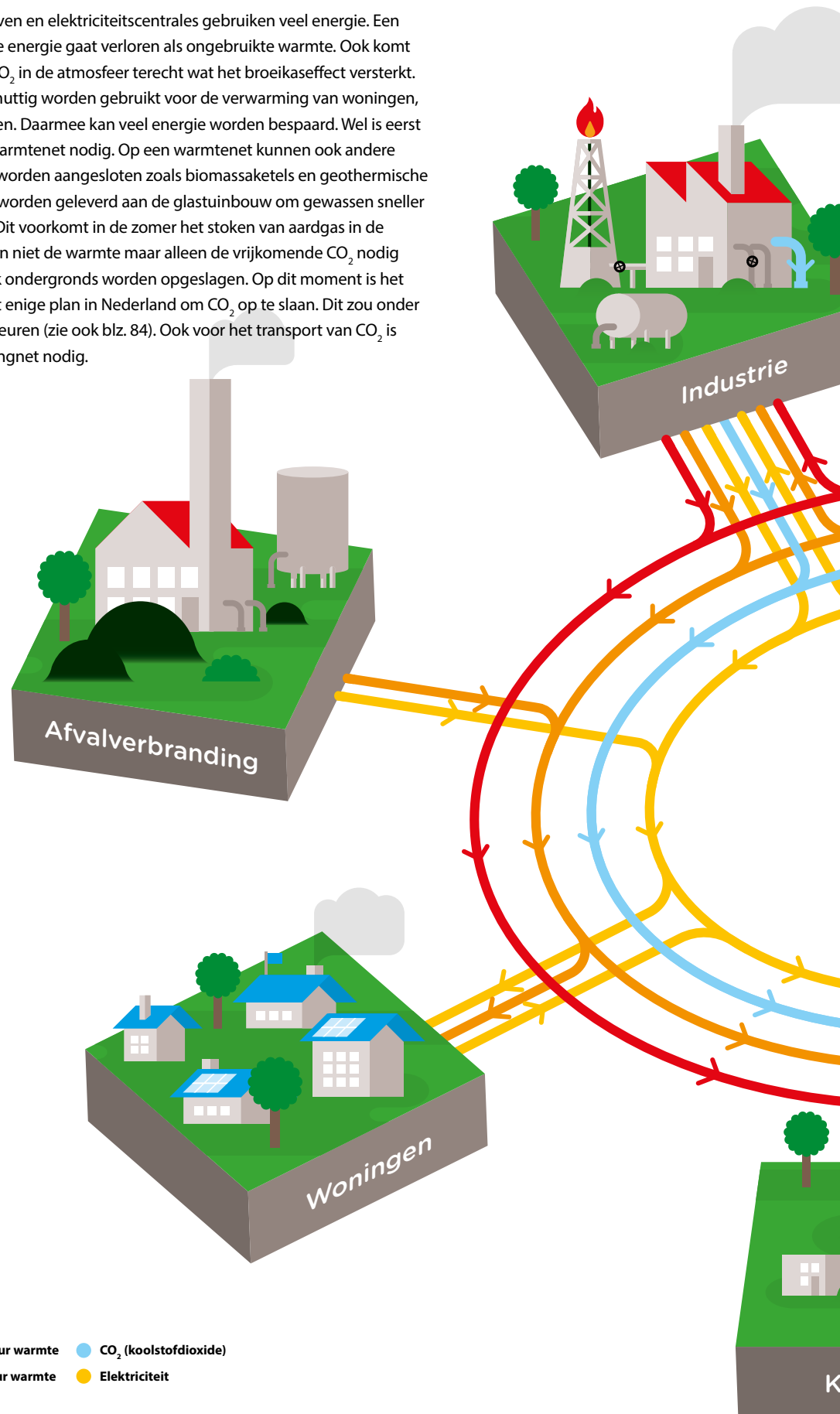
Bron: CBS

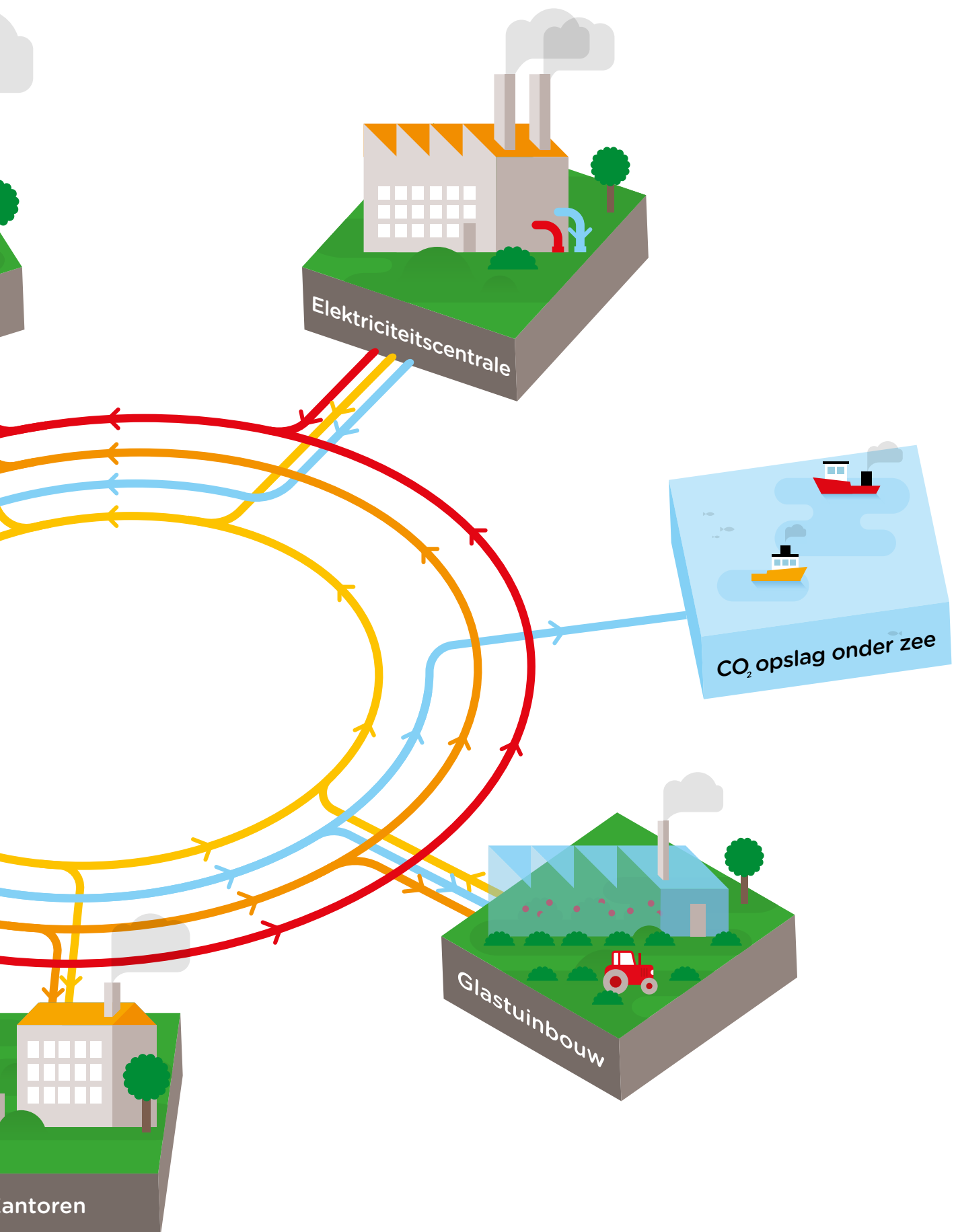
## Verbruiksentwikkeling per energiedrager in bedrijven



## NUTTIG GEBRUIK VAN RESTSTROMEN IN DE INDUSTRIE

Industriële bedrijven en elektriciteitscentrales gebruiken veel energie. Een groot deel van die energie gaat verloren als ongebruikte warmte. Ook komt bij verbranding CO<sub>2</sub> in de atmosfeer terecht wat het broeikaseffect versterkt. Restwarmte kan nuttig worden gebruikt voor de verwarming van woningen, kantoren en kassen. Daarmee kan veel energie worden bespaard. Wel is eerst aanleg van een warmtenet nodig. Op een warmtenet kunnen ook andere warmtebronnen worden aangesloten zoals biomassaketels en geothermische warmte. CO<sub>2</sub> kan worden geleverd aan de glastuinbouw om gewassen sneller te laten groeien. Dit voorkomt in de zomer het stoken van aardgas in de kassen, omdat dan niet de warmte maar alleen de vrijkomende CO<sub>2</sub> nodig is. De CO<sub>2</sub> kan ook ondergronds worden opgeslagen. Op dit moment is het ROAD-project het enige plan in Nederland om CO<sub>2</sub> op te slaan. Dit zou onder de Noordzee gebeuren (zie ook blz. 84). Ook voor het transport van CO<sub>2</sub> is een speciaal leidingnet nodig.



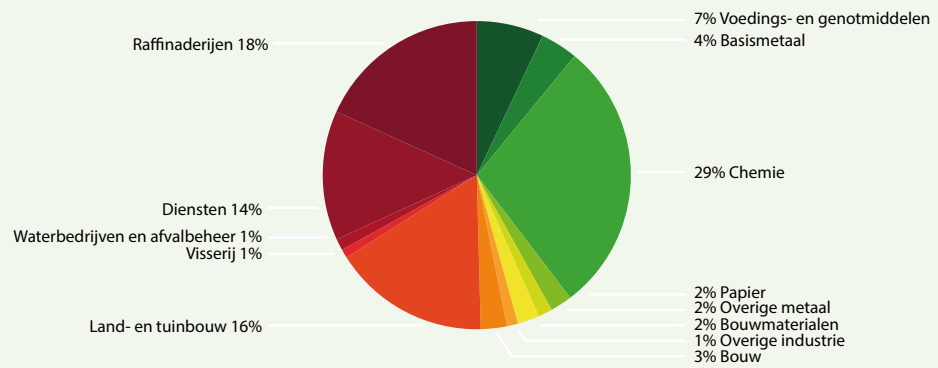


## Bedrijven in de chemie en landbouw zijn de grootste verbruikers

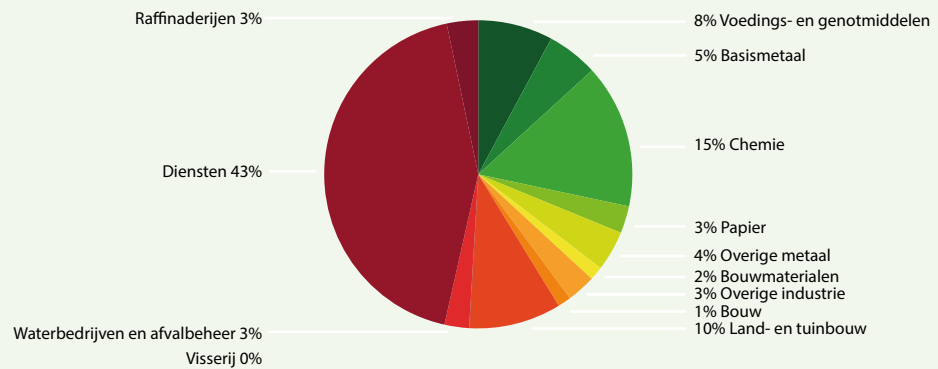
Bedrijven in de chemische basisindustrie en de glastuinbouw verbruiken de meeste energie. De dienstensector (inclusief handel en overheid) is als sector de grootste verbruiker. Deze sector omvat een groot aantal en een grote diversiteit aan bedrijven en omvat ongeveer driekwart van de nationale economie.

Bron: CBS

### Verdeling over sectoren van het verbruik van brandstoffen en warmte



### Verdeling over sectoren van het verbruik van elektriciteit

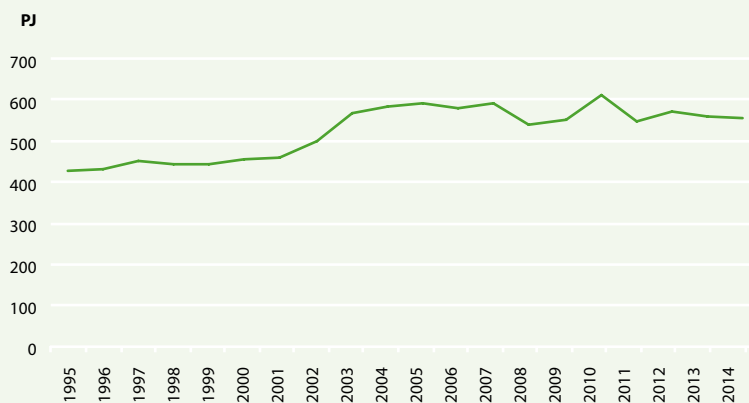


### Toepassing van energie als grondstof stijgt weer licht

In de meeste bedrijven wordt energie gebruikt op dezelfde manier als thuis: voor verwarming, verlichting en de computer. Maar het echt grote energiegebruik zit in de basisindustrie. Niet alleen voor verhitting in processen maar ook voor de productie van materialen: kunststoffen uit olieproducten, reductie van ijzererts tot ruw ijzer, productie van aluminium en chloor door electrolyse van zouten en omzetting van aardgas in ammoniak. Ongeveer een kwart van het Nederlandse energiegebruik wordt gebruikt voor het produceren van materialen. Dat is hoog vergeleken met andere landen omdat Nederland veel basisindustrie heeft. Het grondstofgebruik in de chemische industrie volgt na de terugval door de crisis in 2008 een licht stijgende trend.

bron: CBS

### Niet-energetisch gebruik in de chemische industrie



# ZO WERKT DE ENERGIEMARKT VOOR BEDRIJVEN

In het schema zijn de contractuele relaties die een bedrijf heeft met de diverse organisaties op de energiemarkt: de leverancier, de netbeheerder en het meetbedrijf. Anders dan consumenten hebben bedrijven met al deze organisaties ook een financiële relatie. Grote bedrijven kunnen overigens ook rechtstreeks inkopen op groothandelsmarkt. De ACM houdt toezicht op de energiemarkt.

## Toezichthouder

- Ziet toe op marktwerking, met name groothandelsmarkt
- Stelt transporttarieven netbeheerder vast

## Netbeheerder

- Beheert het net (onderhoud, uitbreiding, vervanging)
- Verhelpt storingen
- Stuur rekening voor transportkosten
- Kan ook optreden als meetbedrijf

## Leverancier

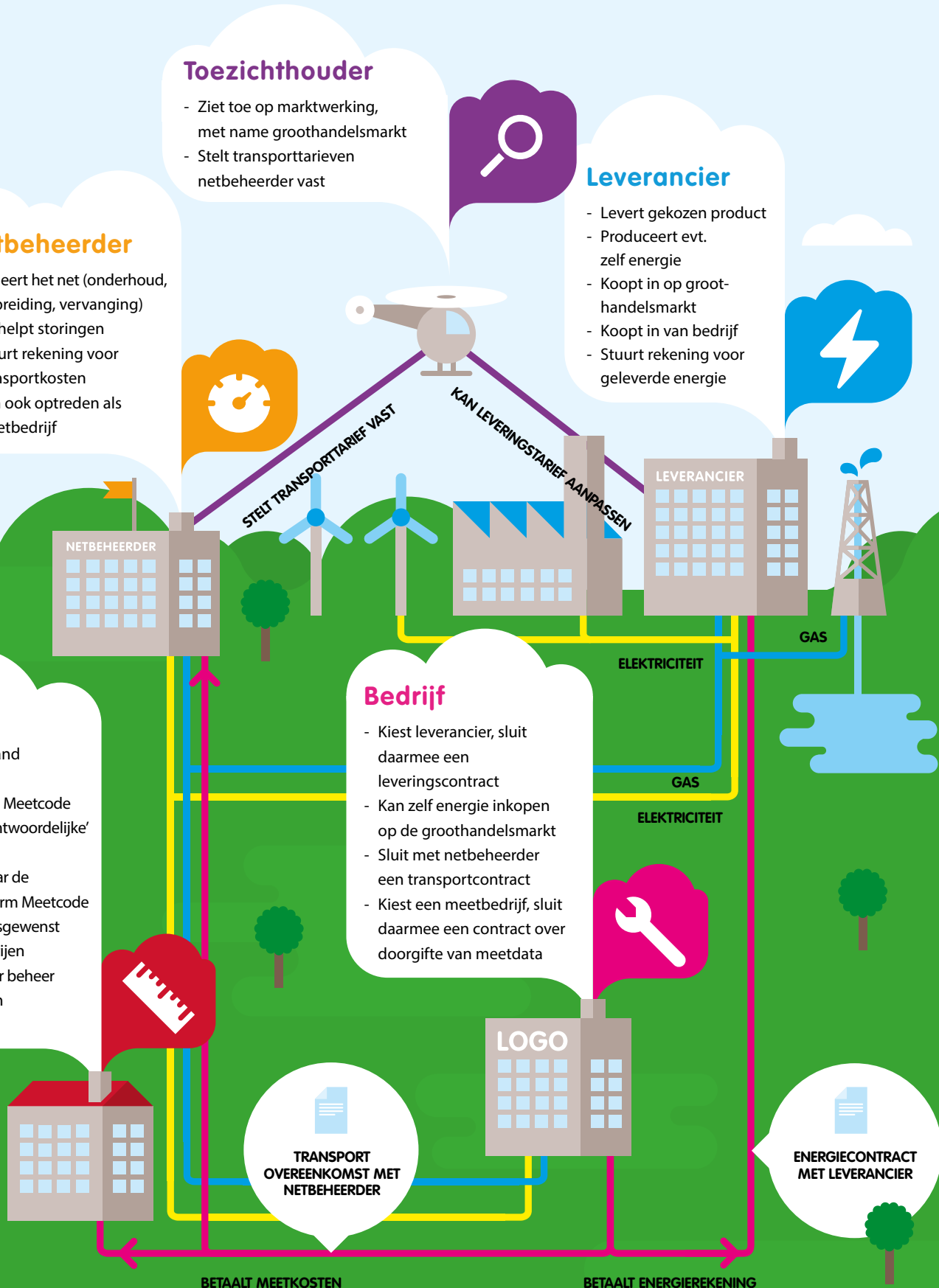
- Levert gekozen product
- Produceert evt. zelf energie
- Koopt in op groothandelsmarkt
- Koopt in van bedrijf
- Stuur rekening voor geleverde energie

## Meetbedrijf

- Beheert de op afstand afleesbare meter
- Voldoet aan eisen in Meetcode
- Is 'erkend meetverantwoordelijke' door TeneT
- Stuur meetdata naar de netbeheerder conform Meetcode
- Stuur meetdata desgewenst ook aan andere partijen
- Stuur rekening voor beheer meter en doorgeven meterstanden

## Bedrijf

- Kiest leverancier, sluit daarmee een leveringscontract
- Kan zelf energie inkopen op de groothandelsmarkt
- Sluit met netbeheerder een transportcontract
- Kiest een meetbedrijf, sluit daarmee een contract over doorgifte van meetdata





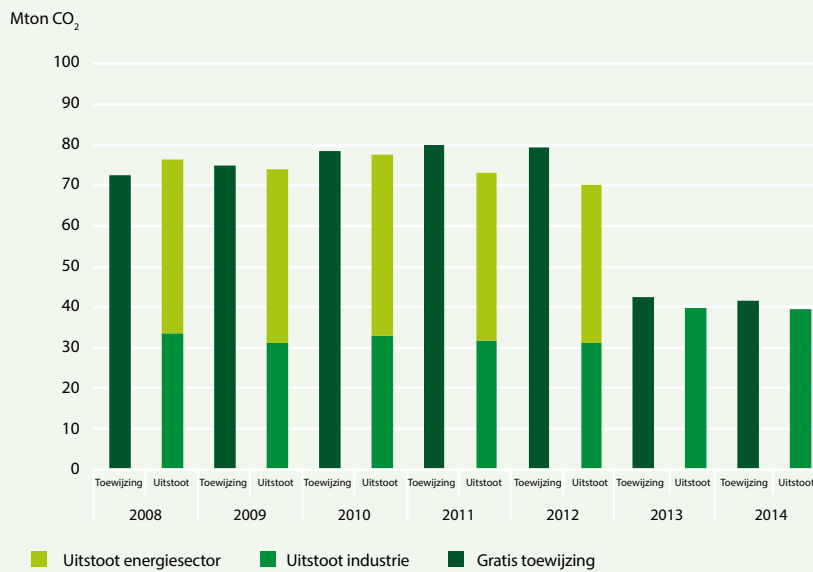
## Nog geen effect van emissiehandel

Ongeveer de helft van de Nederlandse uitstoot van CO<sub>2</sub> valt onder het Europese systeem van emissiehandel. De grotere industriële installaties en elektriciteitsproducenten vallen er verplicht onder. Samen mogen ze tot en met 2020 een vastgestelde maximum hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitstoten. De rechten om CO<sub>2</sub> uit te stoten zijn tot en met 2012 gratis uitgedeeld. Met ingang van 2013 zijn voor elektriciteitsproducenten geen gratis rechten meer beschikbaar gesteld. Voor industrie die wereldwijd moet concurreren zijn in afnemende mate de rechten nog gratis.

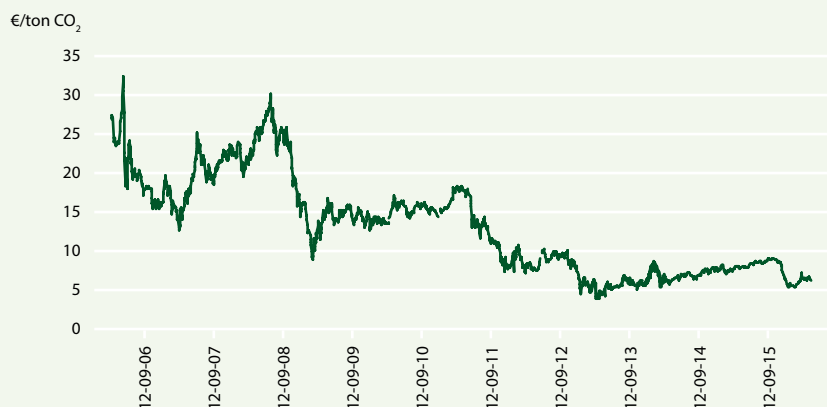
De prijs van de uitstootrechten bepaalt de mate waarin bedrijven hun uitstoot verminderen. Bij de vaststelling van het uitstootplafond werd gerekend op een prijs van 30 euro per ton CO<sub>2</sub>, medio 2016 bedraagt die prijs slechts 5 euro. Er zijn meer rechten toegewezen dan de bedrijven nodig hebben. Dit is het gevolg van de economische teruggang waardoor minder energie wordt verbruikt en dus ook minder CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten. De lage prijs maakt dat het ETS nog niet aanzet om in uitstootvermindering te investeren. De Europese Commissie wil daarom minder rechten op de markt brengen om de druk op het handelssysteem te verhogen, bijvoorbeeld door het instellen van een markt-stabiliteitsreserve. Die reserve moet de prijs stabiliseren door een deel van de rechten van de markt te halen, en die weer op de markt te brengen als het aanbod al te krap zou worden.

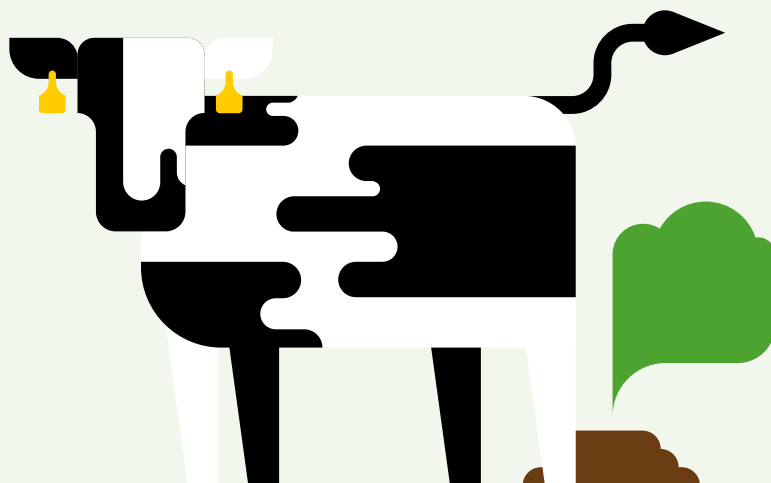
Bronnen: NEa, Point Carbon, ICE, investing.com

## Uitstoot door en toewijzing van gratis emissierechten aan de bronnen die onder emissiehandel vallen (na 2012 alleen de industrie)



## Prijs van CO<sub>2</sub>-emissierechten (Point Carbon, ICE, investing.com)





### Groen gas

Een belangrijke ontwikkeling om de gasvoorziening te verduurzamen is groen gas. Dat wordt geproduceerd uit zuiveringsslib, uit stortplaatsen en uit allerlei groenten-, fruit-, plantsoen- en tuinafval. Uit de landbouwsector, voedingsmiddelenindustrie, horeca en detailhandel komen ook veel restproducten. Het 'ruwe' biogas wordt met vergistings- of vergassingsinstallaties geproduceerd. Lokaal wordt hiermee duurzame elektriciteit gemaakt. De vrijkomende warmte kan echter vaak niet volledig worden benut. Ook als het gas geschikt gemaakt wordt als voertuigbrandstof is er lokaal vaak geen goede aansluiting tussen vraag en aanbod. Een andere optie is om het ruwe biogas (waarvan onder andere de verbrandingswaarde lager is dan die van aardgas) op te werken tot groen gas met dezelfde eigenschappen als aardgas. Daardoor kan het ingevoerd worden op het normale gasnet, bespaart het fossiele energie, en is het beschikbaar voor iedereen die een gasaansluiting heeft. De samenstelling moet daarvoor meestal aangepast worden. Op dit moment is het aanbod van groen gas relatief klein, maar het aandeel in de gasvoorziening neemt elk jaar toe.

De biogasproductie op stortplaatsen loopt al jaren terug. De afgelopen jaren zijn er echter weer nieuwe projecten bijgekomen. De productie van groen gas uit overig biogas stijgt daardoor sinds 2011 weer. In 2014 groeide de groen gasproductie met een derde tot ruim 60 miljoen m<sup>3</sup>. Dit komt overeen met ongeveer 1,5 promille van het totale aardgasverbruik in Nederland.

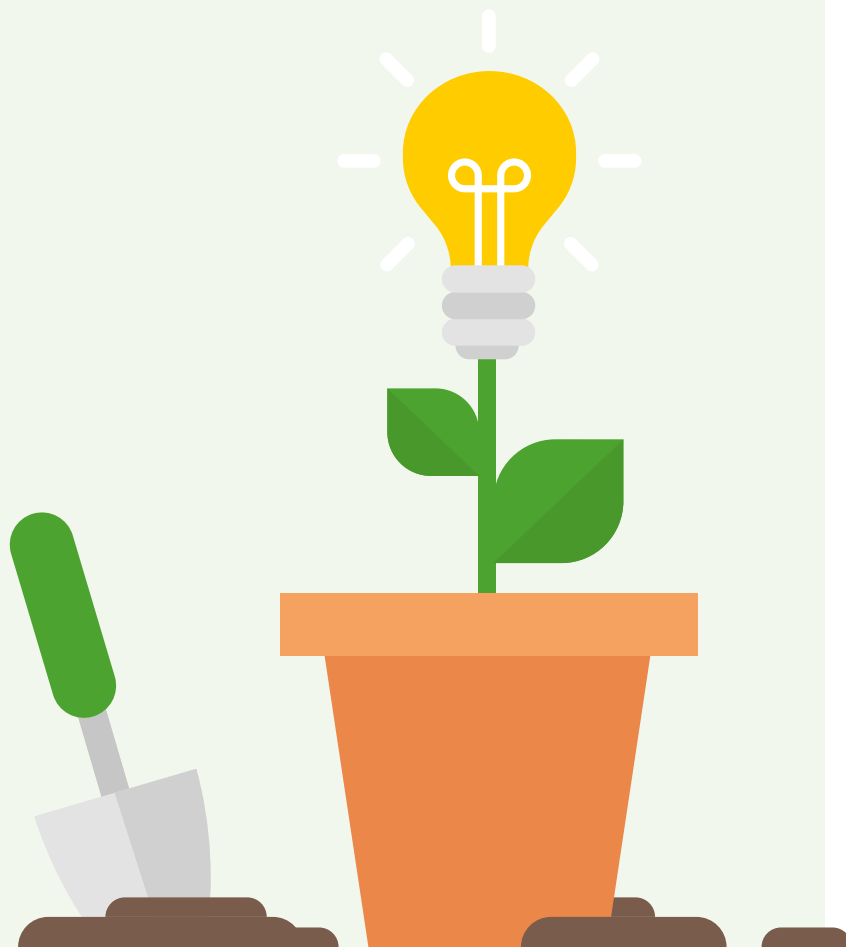
De groei in de productie van groen gas wordt gestimuleerd vanuit de subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE). Op 1 maart 2015 was 1,8 miljard euro toegezegd voor 71 groengasprojecten, goed voor een productie van ruim 300 miljoen m<sup>3</sup> groen gas per jaar, wanneer alle projecten gerealiseerd zouden worden. Daarmee kan de bijdrage stijgen naar bijna 1 procent van het binnenlands jaarverbruik. De bijdrage van groen gas via vergisting kan nog verder stijgen. De hoeveelheid beschikbare restproducten in Nederland kan minder dan 5% van het aardgasverbruik vervangen. Voor meer groen gas is import van biomassa nodig, waarmee in totaal ruim 5% groen gas haalbaar wordt.

*Bron: CBS*

### Biobased economy: biomassa optimaal gebruiken

De huidige economie is voor een belangrijk deel afhankelijk van fossiele grondstoffen. Verduurzaming is ook hier echter mogelijk volgens het principe van de 'biobased economy'. Hierin levert de zon de benodigde energie voor de productie van biomassa. De kunst is vervolgens dit waardevolle product zo goed mogelijk te gebruiken en in te zetten in hoogst mogelijke kwaliteit. Het gaat dan bijvoorbeeld om het extraheren van werkzame stoffen voor de farmaceutische of de cosmetische industrie, bijvoorbeeld met medicinale werking, actief als kleur-, geur- en smaakstof of als bestrijdingsmiddel. Van lagere kwaliteit, maar nog steeds hoger dan energieopwekking, zijn toepassingen te vinden in de chemische industrie, waar biomassa grondstof kan worden voor bulkchemicaliën, fijnchemicaliën en speciale additieven. Tenslotte zijn er de energiedragers: biobrandstoffen, elektriciteit en warmte. Deze cascadering vraagt een geheel nieuwe manier van samenwerken tussen bedrijven. De chemie haalt bijvoorbeeld eerst de kwalitatief hoogwaardige stoffen uit de biomassa. Het restproduct gaat naar bijvoorbeeld de papierindustrie, die de vezels eruit haalt voor papierproductie. Het restproduct kan worden gebruikt voor energieproductie.

Het probleem in de huidige economie is echter dat vooral de energetische toepassingen met beleid ondersteund worden, terwijl de toepassing van biomassa in hogere kwaliteiten niet van de grond komt. Volgens de visie van het Platform Groene Grondstoffen uit 2006 kan in 2030 30% van de fossiele grondstoffen vervangen worden door groene grondstoffen: 60% bij transportbrandstoffen, 25% bij de productie van chemicaliën en materialen, 17% voor warmte en 25% voor elektriciteit. In 2013 heeft het platform Groen Gas haar 'Langetermijnperspectief' in kaart gebracht, waarbij ze komt tot een maximum potentieel van 3,5 miljard kubieke meter groen gas in 2030. In het SER Energieakkoord (september 2013) is er in Pijler 2 ('Opschalen van hernieuwbare energieopwekking') speciale aandacht voor cascadering van biobased materialen.



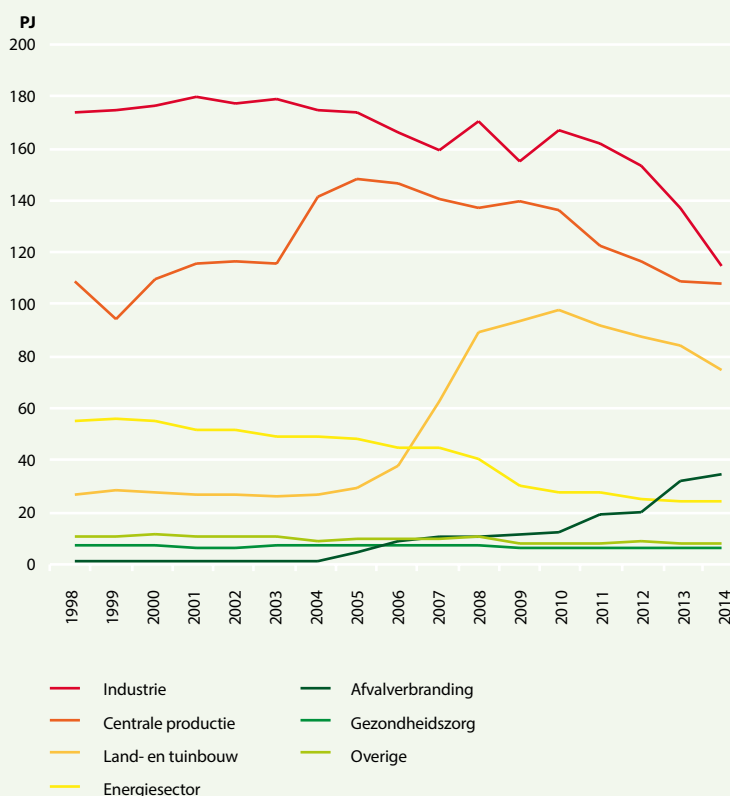
## Gecombineerd opwekken van elektriciteit en warmte concurreert met duurzame warmte

Nederland is samen met Finland, Denemarken en Letland koploper op het gebied van warmtekrachtkoppeling (WKK). Van de totale energieproductie door het Nederlandse elektriciteitsproductiepark is meer dan 30% nuttig gebruikte warmte. Dat bespaart energie vergeleken met de gescheiden opwekking van elektriciteit en warmte. In de glastuinbouw is WKK sinds 2006 sterk gegroeid. Daar wordt ook de elektriciteit gebruikt voor assimilatiebelichting en de CO<sub>2</sub>-uitstoot voor bemesting. Een groot deel van de intensieve glastuinbouw past WKK toe. Sinds 2010 neemt de productie door WKK in de glastuinbouw en in de centrale productie af, wat samenhangt met de hoge gasprijs en lage elektriciteitsprijs. In de grotere industrietoepassingen nam de besparing door WKK-installaties al langer geleidelijk af, en is die trend de laatste tijd versneld. Alleen bij de afvalverbranding neemt de energieproductie nog toe.

In de gebouwde omgeving zijn er nog veel mogelijkheden voor warmtelevering door WKK. Daarmee is veel energiebesparing mogelijk. Voor verdere verduurzaming van de warmtevoorziening is echter meer nodig. In plaats van aardgas kan groen gas worden toegepast in de WKK-installatie. Bodemwarmte en zonne-energie zijn alternatieve duurzame warmtebronnen.

bron: CBS

### Totaal opgewekte energie bij gecombineerde productie van elektriciteit en warmte



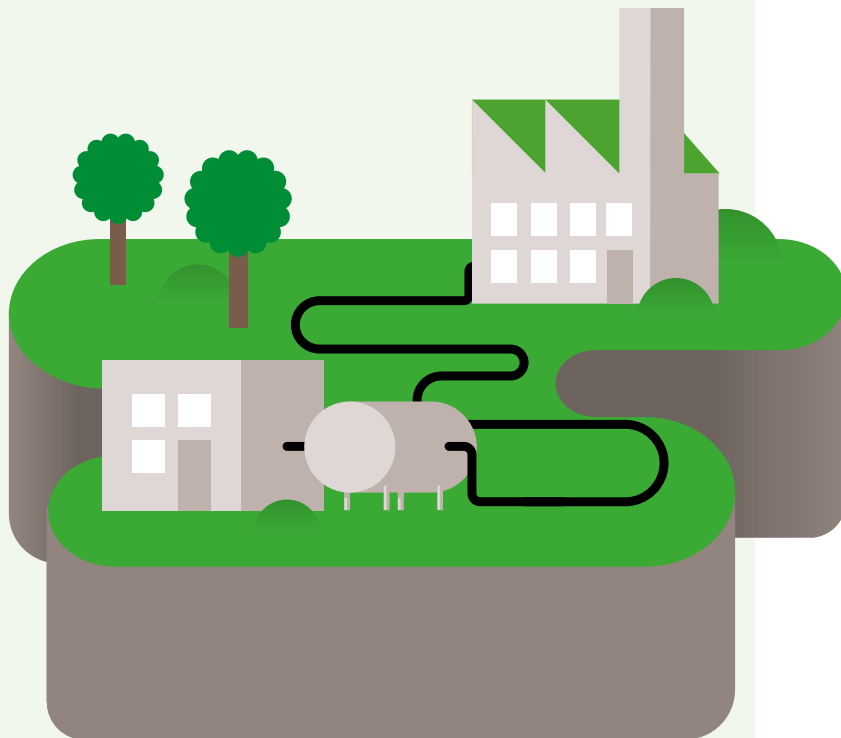
## Nieuwe afspraken om energiebesparingstempo in de industrie te stimuleren

Het energiebesparingstempo van de industrie houdt tot dusver gelijke tred met het gemiddelde besparingstempo in Nederland, gemiddeld 1,1 procent per jaar tussen 2000 en 2010. Dit besparingstempo is opgebouwd uit twee delen: besparing per jaar op het zogenaamde finale verbruik van energiedragers (zoals aardgas, steenkool, olie en elektriciteit), en besparing per jaar door inzet van warmtekrachtkoppeling (WKK). WKK levert een positieve bijdrage aan de energiebesparing omdat het gecombineerd opwekken van warmte en elektriciteit minder energie vergt dan het apart opwekken van dezelfde hoeveelheid warmte en elektriciteit. De laatste jaren levert WKK echter een negatieve bijdrage van 0,1% aan de besparing omdat de inzet afneemt. De besparing op finale energiedragers bedraagt 1,2%.

Volgens de Rekenkamer heeft het beleid om energiebesparing in de industrie te stimuleren, hoofdzakelijk middels convenanten, relatief weinig opgeleverd. Dat kwam doordat de maatregelen in de loop der tijd steeds minder verplichtend werden, doordat deelnemers aan de convenanten werden vrijgesteld van de energiebelasting op elektriciteit, en doordat de energiebesparingsverplichting niet gold voor bedrijven die deelnamen aan het Europese emissiehandelssysteem ETS. Er waren echter te veel emissierechten beschikbaar om tot energiebesparing aan te zetten (zie ook blz. 33).

In het kader van het Energieakkoord staat energiebesparing in de industrie weer in de belangstelling. Belangrijke beleidsinstrumenten die in deze context zijn genoemd zijn de verscherpte handhaving van de Wet Milieubeheer (die het treffen van alle maatregelen die zichzelf binnen vijf jaar terugverdienen voorschrijft), aanscherping van de convenanten en het opstellen van één-op-één afspraken met individuele bedrijven. Hiermee willen de Energieakkoord-partijen extra energiebesparing in de industrie realiseren in de periode tot 2020. Op dit moment vindt verdere uitwerking plaats.

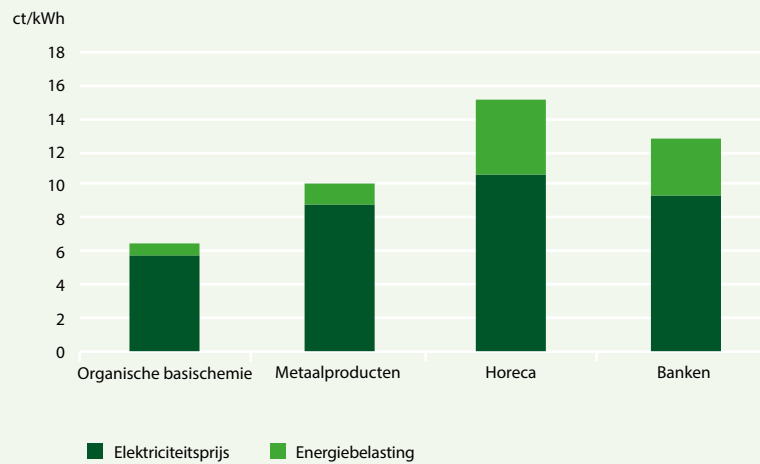
*Bron: Algemene Rekenkamer*



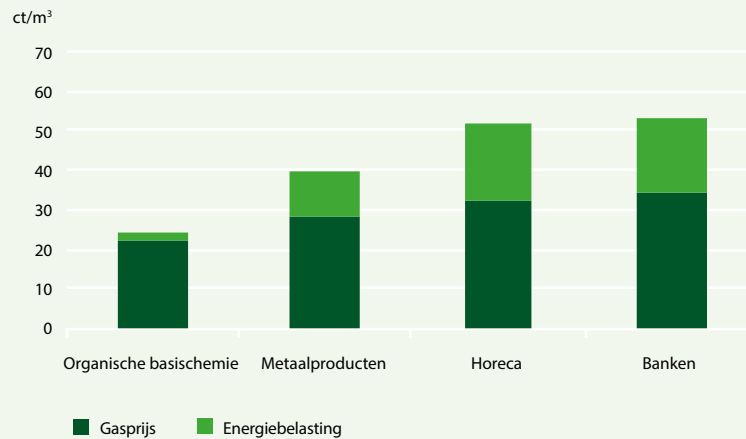
## De energieprijz voor bedrijven is sterk afhankelijk van hoeveelheid en verbruikspatroom

Bedrijven onderhandelen met energieleveranciers over de prijs voor elektriciteit en gas. Ook binnen sectoren kunnen daardoor verschillen ontstaan. In het algemeen geldt: hoe groter het verbruik en hoe constanter het gebruik van gas of elektriciteit, des te lager de prijs. In de grafiek zijn voorbeelden opgenomen die zijn gebaseerd op een representatief verbruik in de sector. In de energieprijz zitten naast de inkoopkosten ook de kosten voor transport en capaciteit. De energiebelasting wordt in rekening gebracht door de leverancier en afgedragen aan de fiscus. Dit is een schijventarief dat varieert van 25,168 tot 1,212 ct per m<sup>3</sup> en 10,07 ct tot 0,053 ct per kWh.

### Elektriciteitsprijzen bedrijven (excl. BTW)



### Gasprijzen bedrijven (excl. BTW)

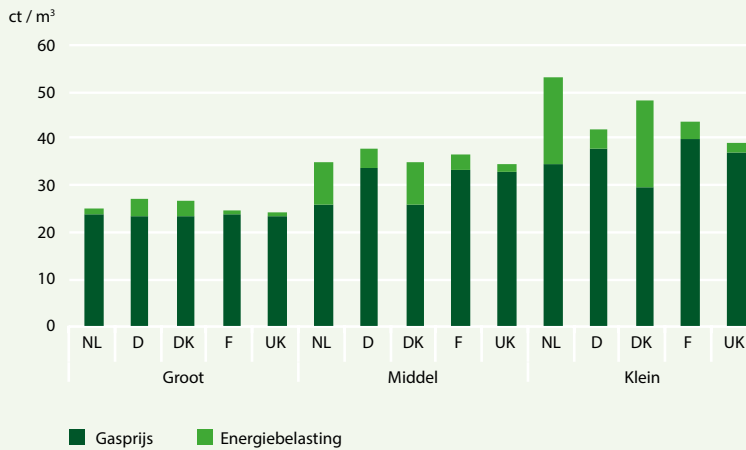


## Energieprijzen voor bedrijven verschillen tussen landen

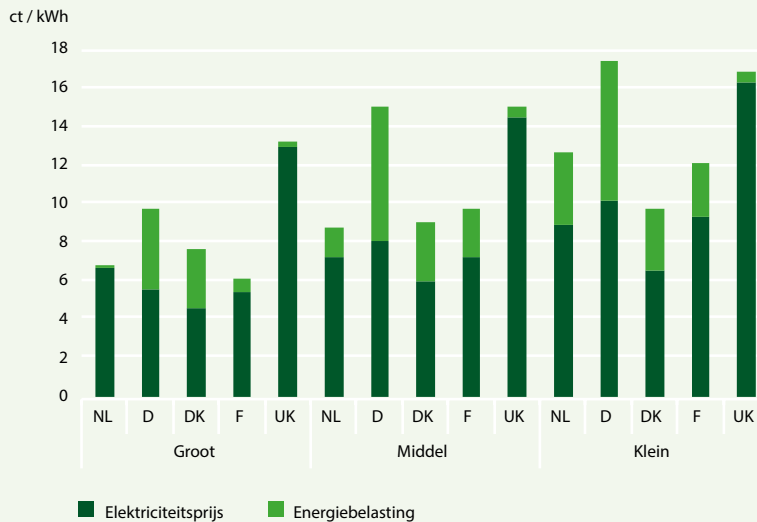
Ook in het buitenland betalen grotere afnemers minder voor energie dan kleine. In Frankrijk is elektriciteit goedkoop, in het Verenigd Koninkrijk gas. In Nederland en Denemarken is de energiebelasting op gas relatief hoog, bij elektriciteit springt Duitsland eruit door de toeslag voor hernieuwbare energie. Het internationaal vergelijken van energieprijzen of -kosten van bedrijven is lastig. Deze zijn afhankelijk van specifieke situaties, tarieven, heffingen en fiscale voordelen. Zo krijgen in Duitsland grote, internationaal concurrerende bedrijven vrijstelling voor het grootste deel van de hoge toeslag voor hernieuwbare energie op elektriciteit.

Bron: Eurostat

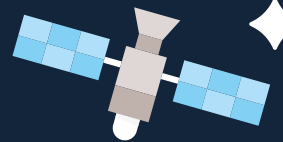
### Gasrijzen 2015 internationaal vergeleken (excl. BTW)



### Elektriciteitsprijzen 2015 bedrijven internationaal vergeleken (excl. BTW)



# 3 HANDELAREN



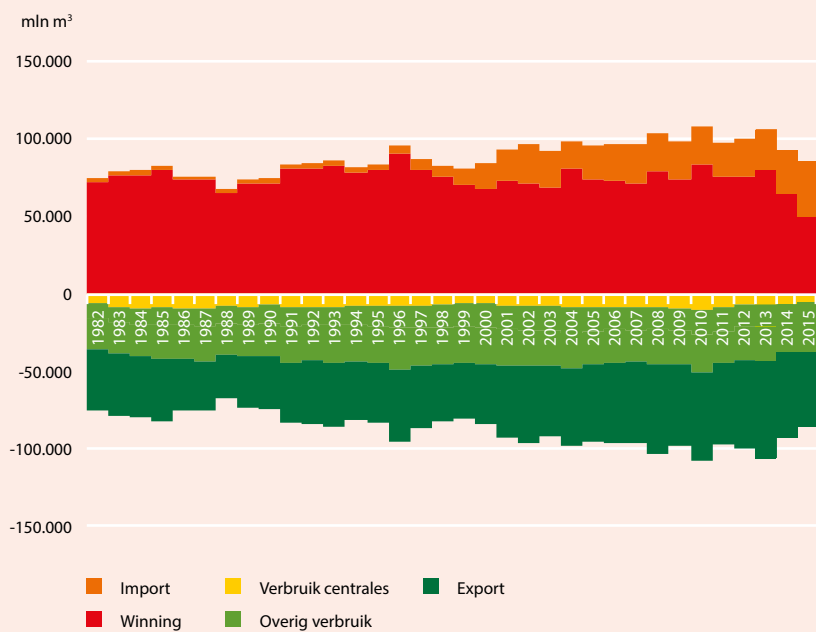


## Nederland is een handelsland voor energie

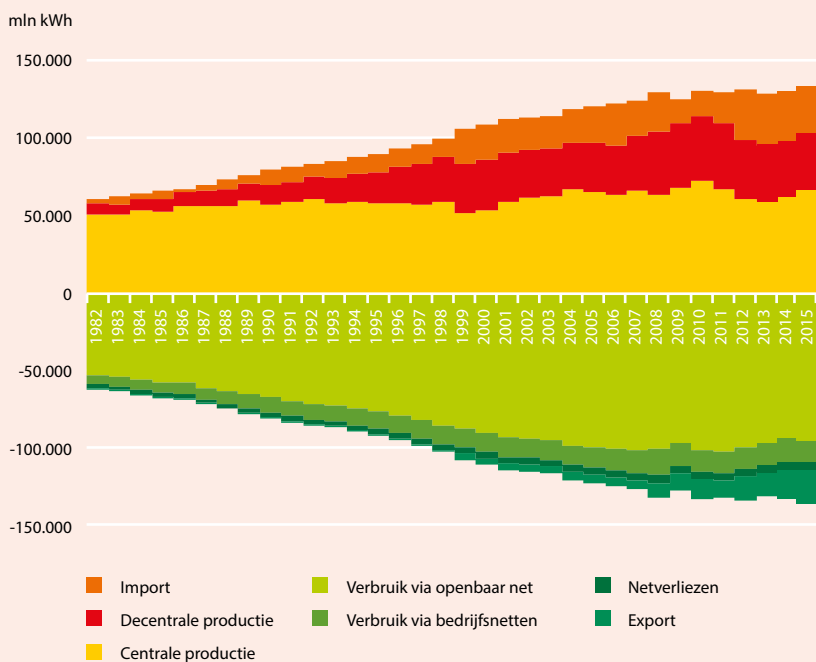
In de figuren zijn de Nederlandse energiebalansen van gas en elektriciteit over een langere periode weergegeven. Boven de streep staat de herkomst, onder de streep staat de bestemming. Import en export namen tot 2013 geleidelijk in betekenis toe. Bij gas zijn zowel de productie (door beperking van de gaswinning) als het verbruik teruggelopen. Toch blijft Nederland voorlopig per saldo een exportland van gas. Bij elektriciteit is de productie na een terugval tussen 2010 en 2013 weer bijna tot het niveau van 2010 gestegen en is de netto import teruggelopen.

Bron: CBS

### Aardgasbalans in de tijd



### Elektriciteitsbalans in de tijd

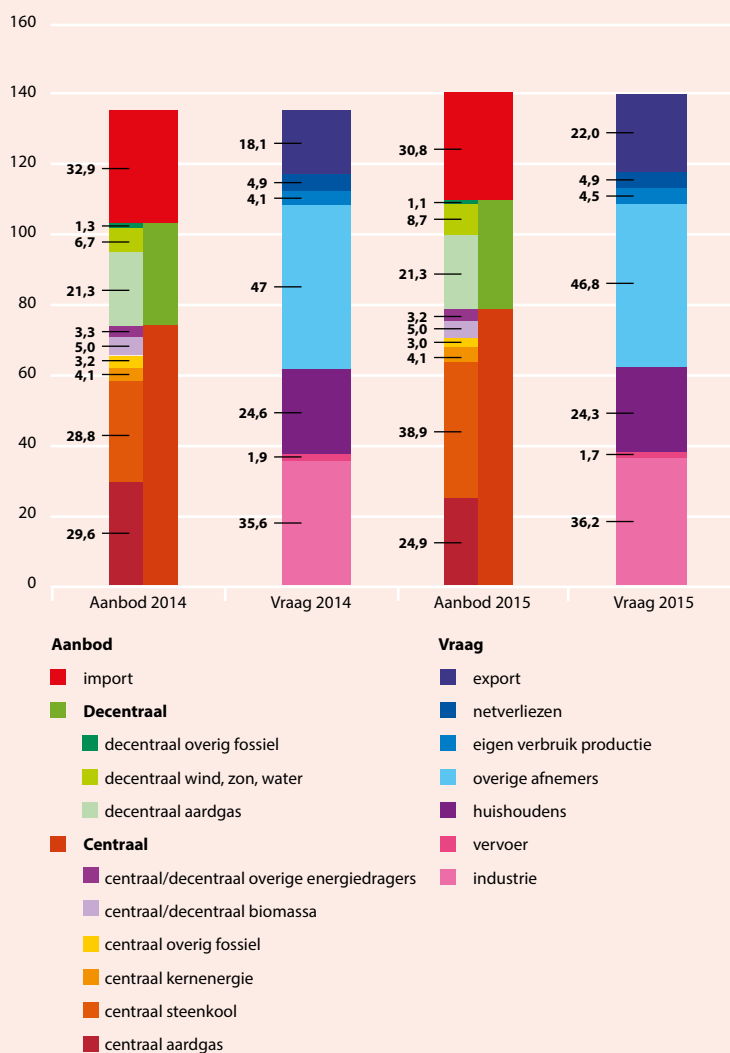


## Energiebalansen uitgesplitst

### Elektriciteit

Bij elektriciteit zijn er tussen 2014 en 2015 geen grote veranderingen in verbruik opgetreden; het verbruik bleef 109 miljard kWh. Bij de centrale elektriciteitsproductie was er een grote verschuiving van inzet van aardgas naar inzet van steenkool. De elektriciteitsproductie uit steenkool was in 2015 35% hoger dan in 2014. Het importsaldo is gedaald met 41%.

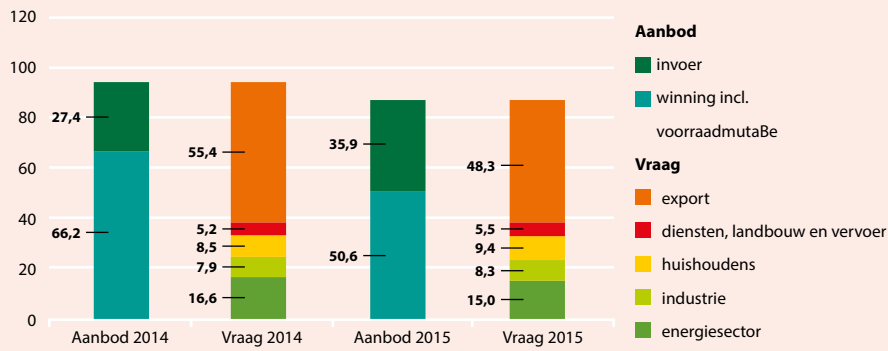
### Elektriciteit in miljard kWh



### Gas

De winning en de export van aardgas waren in 2015 duidelijk lager dan in 2014 door de beperking van de gaswinning in Groningen (zie ook blz. 72). De totale winning (inclusief veranderingen in de aardgasvoorraden) in Groningen en uit andere gasvelden daalde van 66,2 naar 50,6 miljard m<sup>3</sup> en de export daalde van 55,4 naar 48,3 miljard m<sup>3</sup>. Omdat het verbruik wel op peil bleef is er meer gas geïmporteerd: de import steeg van 27,4 naar 35,9 miljard m<sup>3</sup>. In de grafiek wordt met "energiesector" de elektriciteitsopwekking aangeduid, die maakt dus deel uit van de verbruikers van het gas.

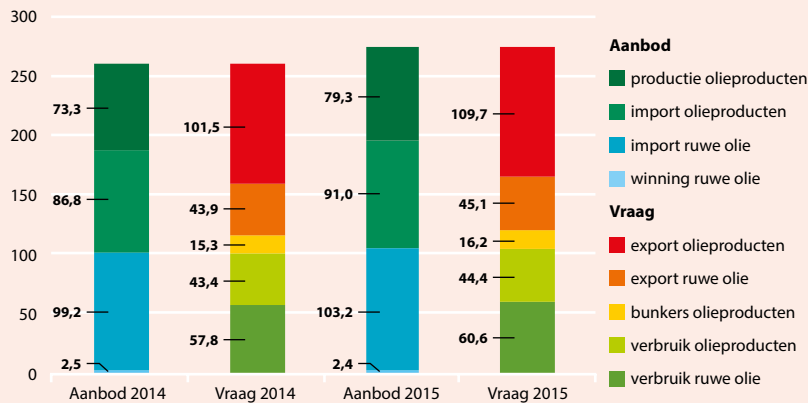
### Aardgas in miljard m<sup>3</sup>



### Olie

De oliebalans laat in 2015 een grotere omvang zien dan in 2014, deze verandering is vooral het gevolg van grotere im- en export. Ook de productie van olieproducten nam toe. De binnenlandse consumptie bleef ongeveer gelijk.

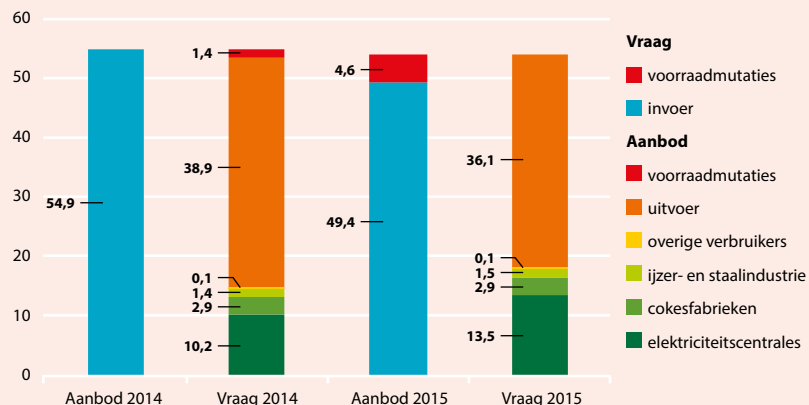
### Olie en olieproducten in miljard kg



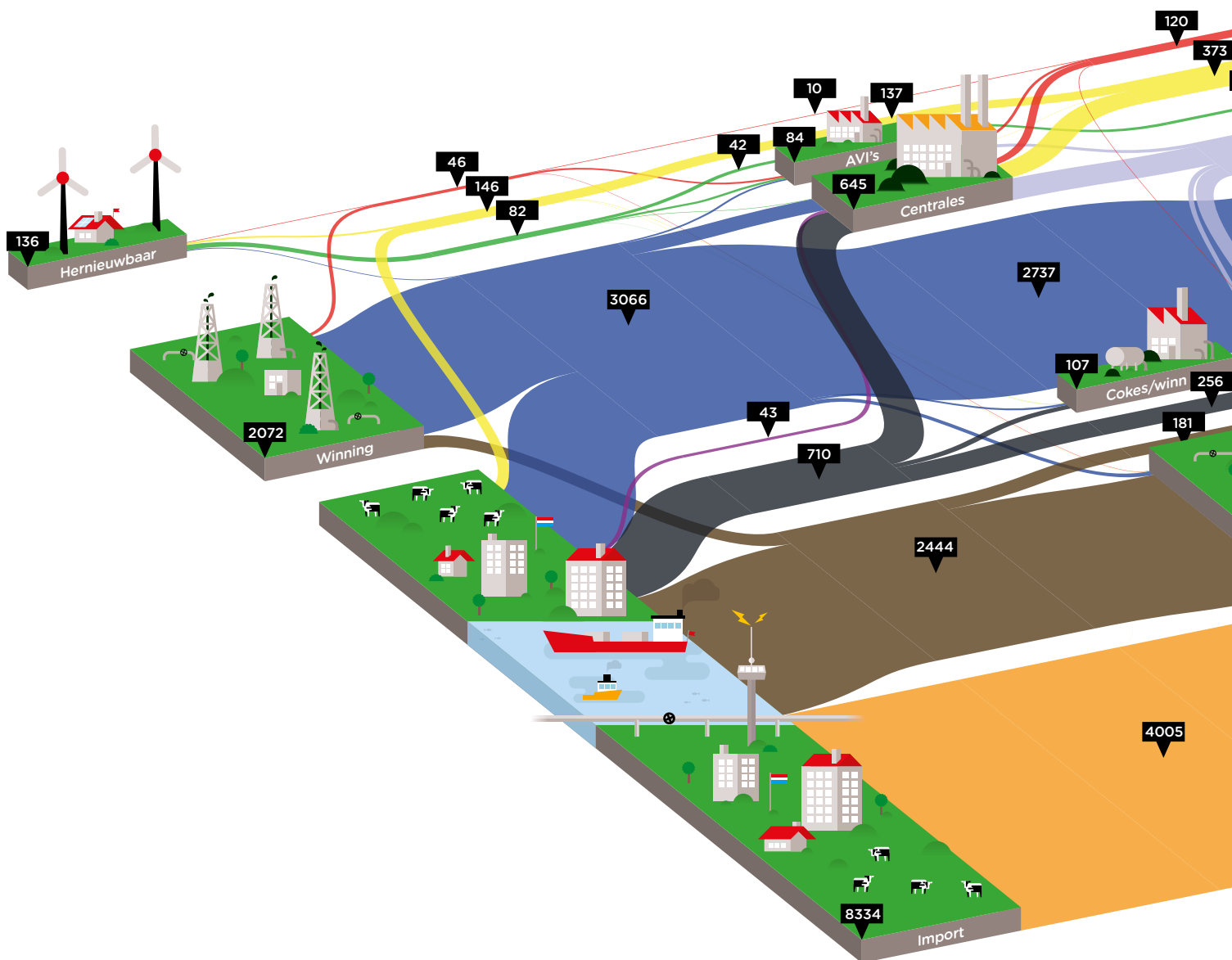
### Kolen

Bij de steenkoolbalans valt de sterk gestegen inzet bij de elektriciteitsproductie het meeste op. In 2015 werd er 32% meer steenkool ingezet bij centrales dan in 2014. De verwachting is dat de stijging van de kolencentrales van tijdelijke aard is; in 2015 en 2016 sluiten vijf kolencentrales zoals afgesproken in het Energieakkoord. Een deel van het aanbod was afkomstig uit kolenvoorraden. De export is afgenomen.

### Kolen in miljard kg



# ENERGIEHANDEL IS TWEE KEER GROTER DAN HET GEBRUIK IN NEDERLAND

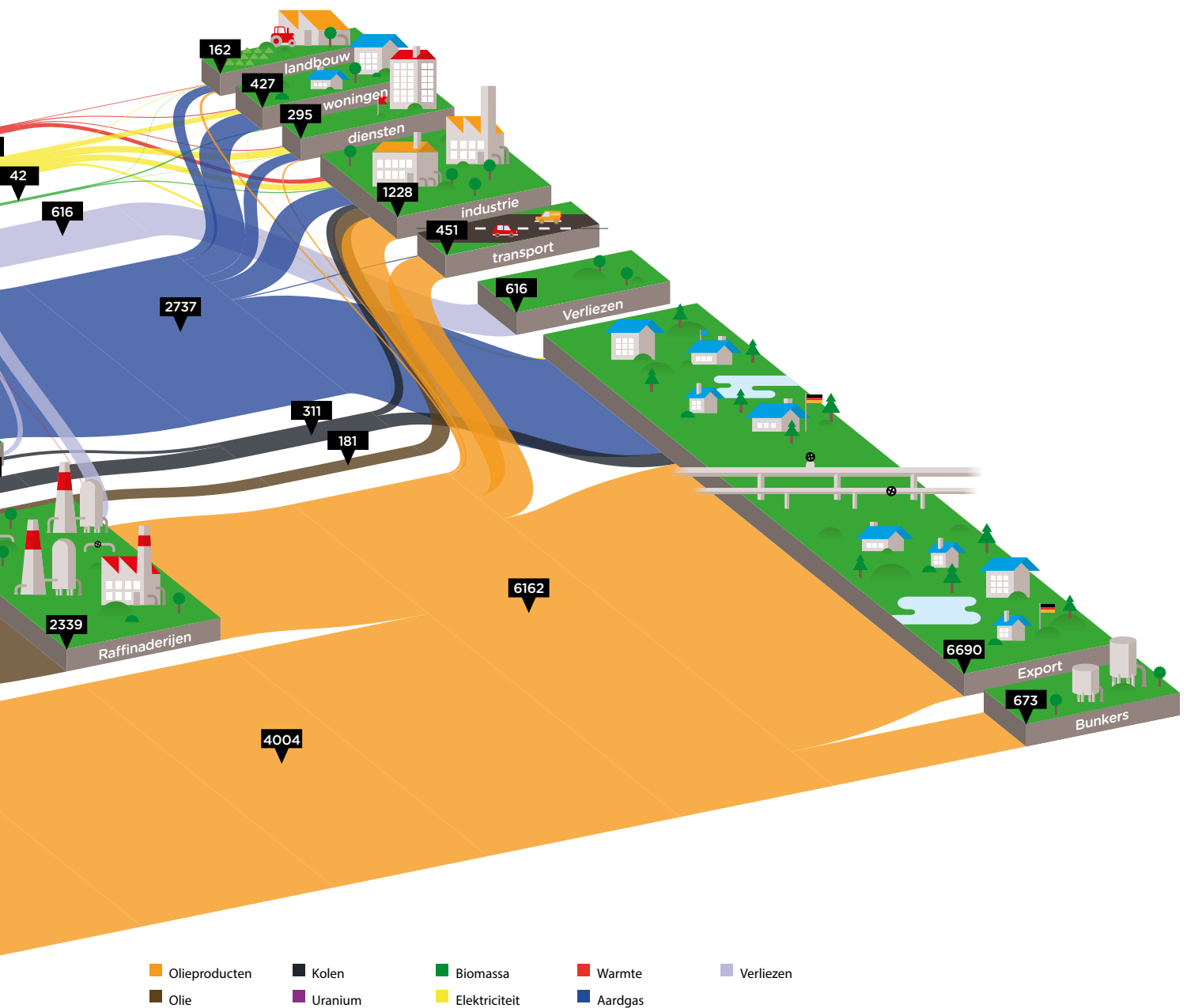


## Energiehandel is twee keer groter dan het gebruik in Nederland

In het diagram staan alle energiestromen die door Nederland gaan. De Rotterdamse haven is een groot handelsknooppunt van aardolie en olieproducten. De grote zeevaart en de internationale luchtvaart bunkeren veel brandstof in Nederland. Alleen dat is al meer dan het totale binnenlandse energiegebruik voor transport. Ook voor aardgas is Nederland een belangrijk knooppunt. De export van aardgas is groter dan het binnenlands verbruik.

De blokken in het midden geven de omzettingsprocessen van de energiebedrijven weer: aardolieraffinatie, elektriciteitscentrales, cokesfabrieken en afvalverbrandingsinstallaties (AVI's). De waarden in het diagram zijn uitgedrukt in petajoule. Voor elektriciteit is hier de energieinhoud van de elektriciteit en het verlies bij opwekking zichtbaar gemaakt.

bron: CBS



### Internationaal elektriciteitsnetwerk leidt tot meer handel

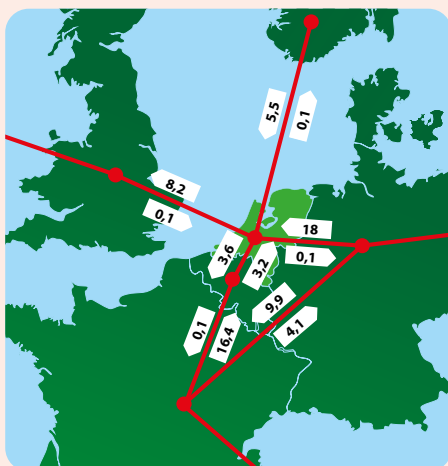
De figuren illustreren dat de day-ahead handelsstromen tussen de landen over het algemeen toenemen. Het totaal van alle stromen is in 2015 toegenomen ten opzichte van 2014. Dit hangt onder meer samen met de introductie van flow-based market coupling waardoor elektriciteitsverbindingen tussen landen beter kunnen worden benut.

Nederland importeert in de regel uit Noorwegen (waterkracht) en Duitsland (laag geprijsde wind- en zonne-energie) en exporteert naar het Verenigd Koninkrijk. De handel met België varieert, de laatste twee jaren exporteerde Nederland.

In 2015 nam de import uit Noorwegen verder toe, net als de export naar het Verenigd Koninkrijk. De import uit Duitsland nam enigszins af vergeleken met 2014, mogelijk door de ingebruikname van drie kolencentrales in Nederland waardoor de Nederlandse en Duitse productieparken meer op elkaar gingen lijken. Naar België werd in 2015 veel meer geëxporteerd dan in 2014 vanwege geplande werkzaamheden aan zowel centrales als netinfrastructuur en door onverwachte uitval van centrales.

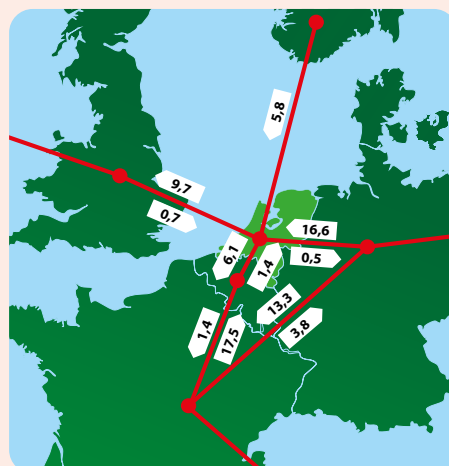
Bron: ENTSOE

### Commerciële elektriciteitsstromen in miljoen MWh in Noordwest-Europa in 2014



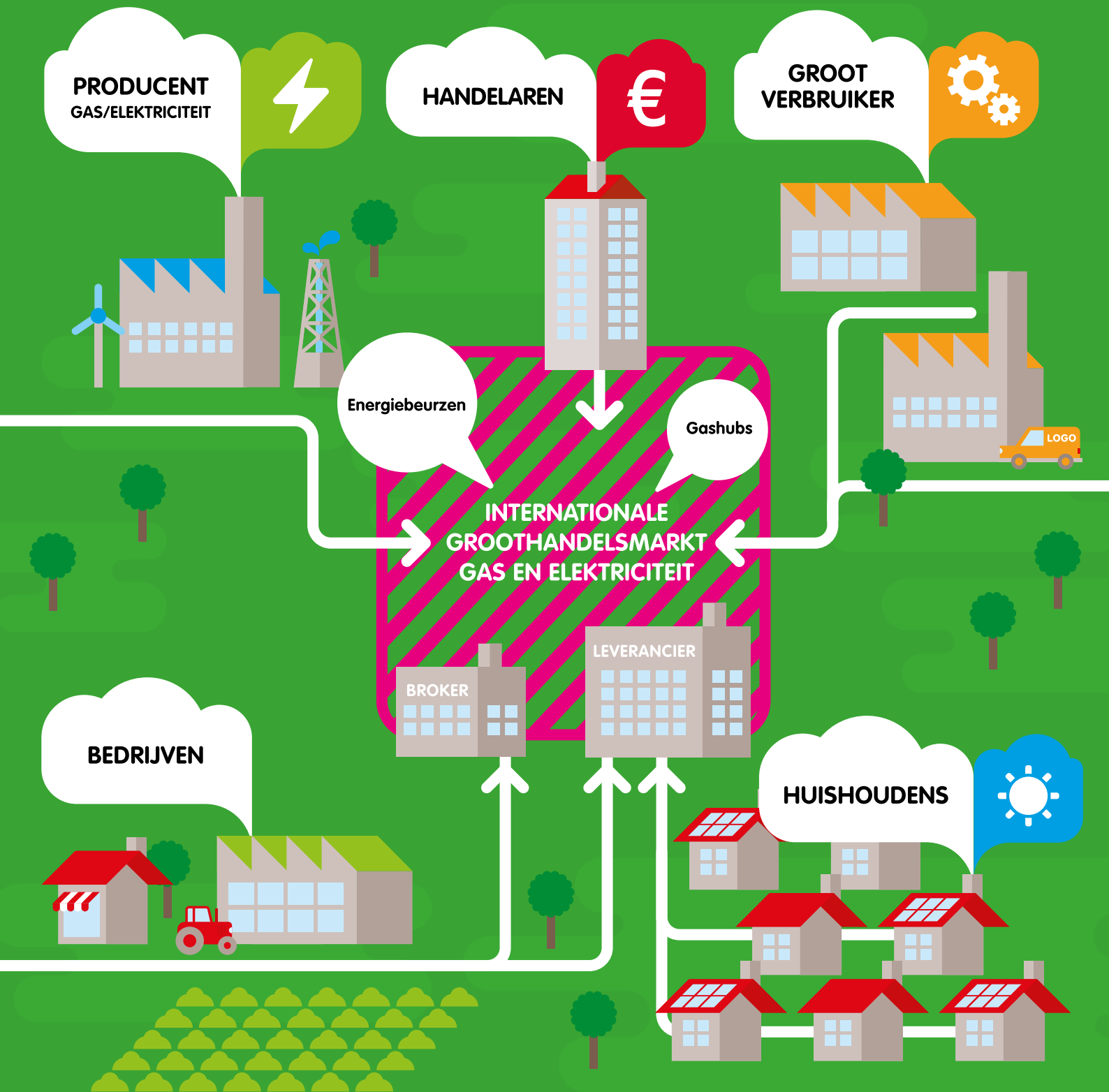
Bron: ENTSOE en TenneT (2015)

### Commerciële elektriciteitsstromen in miljoen MWh in Noordwest-Europa in 2015



# ZO WERKT DE GROOTHANDELSMARKT VOOR GAS EN ELEKTRICITEIT

Door de liberalisering van de energiemarkt is een groothandelsmarkt voor zowel gas als elektriciteit ontstaan. Belangrijke handelsplaatsen zijn energiebeurzen en 'gashubs'. Op de groothandelsmarkt zijn producenten, handelaren, leveranciers, brokers en grootverbruikers van energie actief. Leveranciers kopen op de groothandelsmarkt stroom en gas is voor hun klanten - huishoudens en bedrijven.



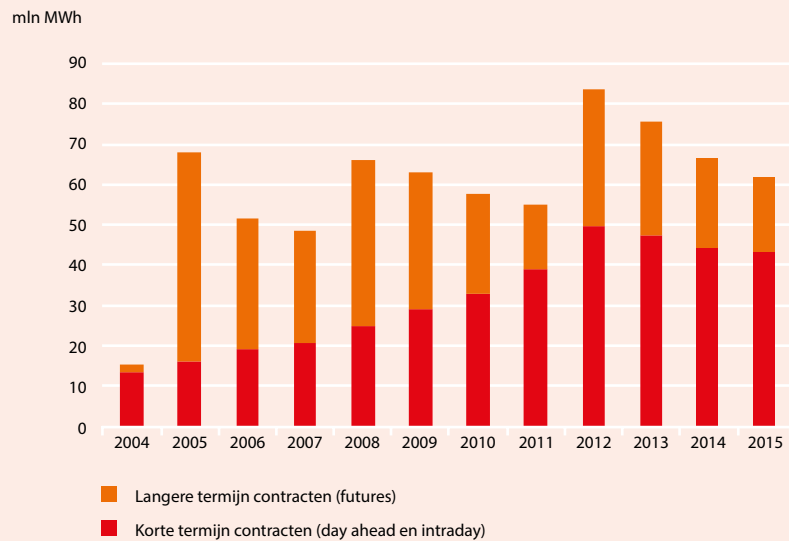
## Noordwest-Europese handel in gas en elektriciteit blijft groeien

De beurshandel in elektriciteit begon in 1999. Er zijn nu markten voor de korte termijn (day-ahead en intraday) en de lange termijn (ook wel 'futures' markten) gevestigd voor elektriciteit en gas. Inmiddels heeft de beurs ongeveer 400 leden uit 15 landen. Het handelsvolume op de korte termijnmarkt voor elektriciteit lag in 2015 op zo'n 43 miljoen MWh. Het volume van de futures wisselt sterk. Bij elkaar is het volume ongeveer 61 miljoen MWh in 2015. Ter vergelijking: dat is ruim de helft van het totale verbruik van Nederland.

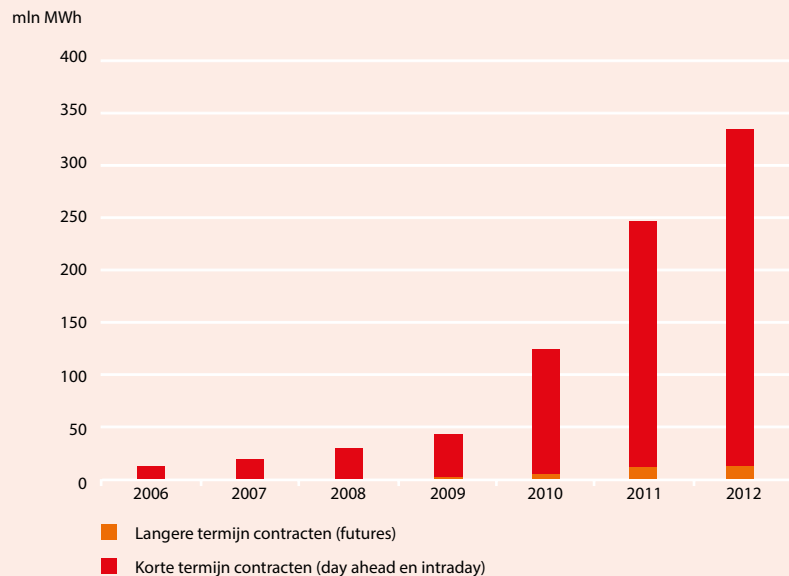
De gashandel stijgt nog sterk, tot meer dan 330 miljoen MWh (38 miljard m<sup>3</sup>) in 2012. Dat is bijna 90% van het totale gasverbruik van Nederland. Op de gasmarkt is de handel op langere termijn bepalend.

Bron: APX, ENDEX, ICE

### Handelsvolumes elektriciteit APX-ENDEX



### Handelsvolumes gas APX-ENDEX





## Integratie Europese groothandel elektriciteit vordert gestaag

De geïntegreerde handelsmarkt voor elektriciteit krijgt binnen Europa steeds meer vorm. De Nederlandse markt is voor de day-ahead markt onderdeel van een groter op delen geïntegreerd gebied. Voor de resterende delen van de markt werkt Nederland al wel samen met omliggende landen, maar zijn er nog stappen te zetten. Het uiteindelijke doel is er voor de verschillende handelstermijnen een consistente en geïntegreerde markt ontstaat. In onderstaande kaart is de stand van zaken weergegeven.

### Forwards

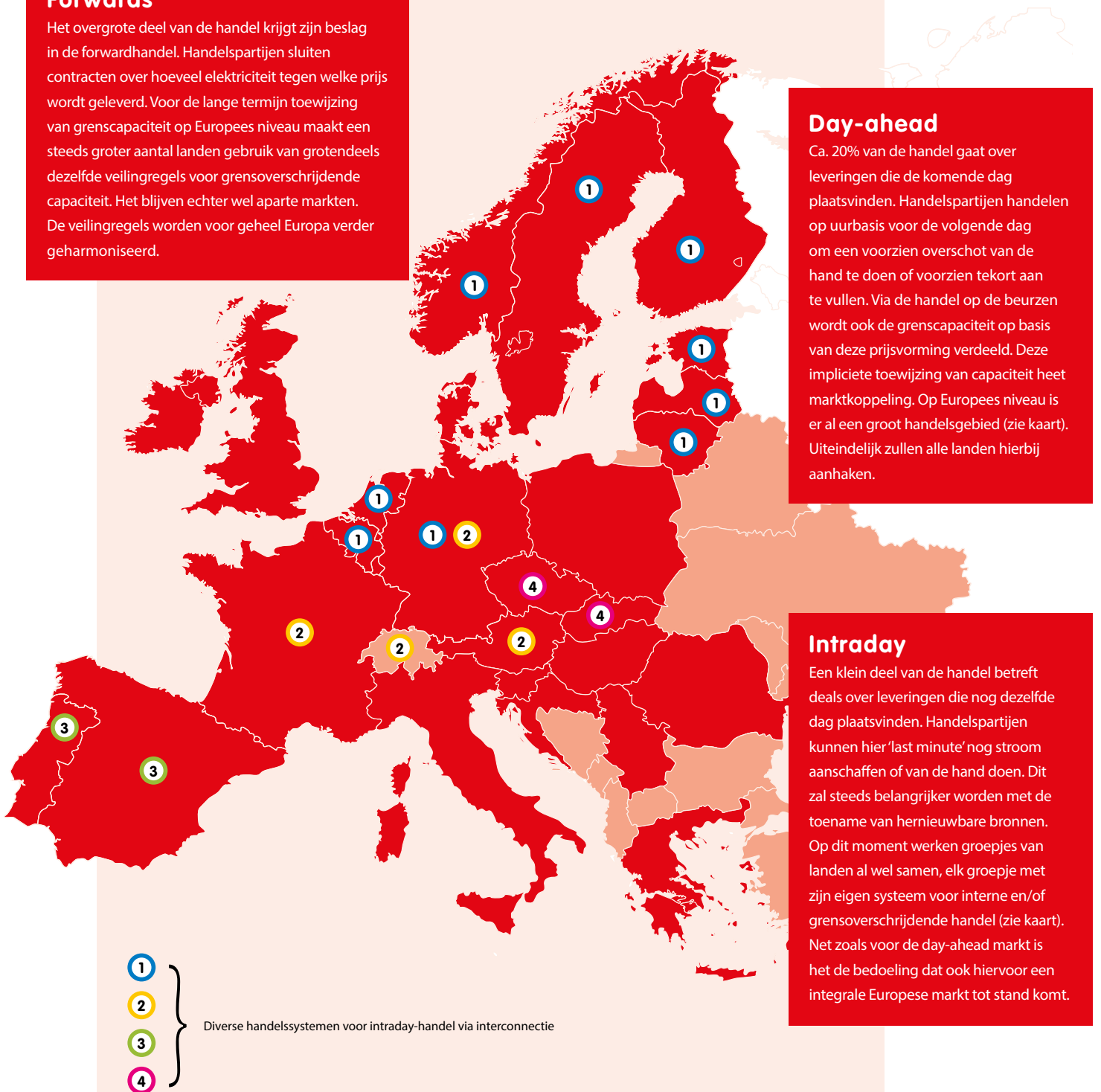
Het overgrote deel van de handel krijgt zijn beslag in de forwardhandel. Handelspartijen sluiten contracten over hoeveel elektriciteit tegen welke prijs wordt geleverd. Voor de lange termijn toewijzing van grenscapaciteit op Europees niveau maakt een steeds groter aantal landen gebruik van grotendeels dezelfde veilingregels voor grensoverschrijdende capaciteit. Het blijven echter wel aparte markten. De veilingregels worden voor geheel Europa verder geharmoniseerd.

### Day-ahead

Ca. 20% van de handel gaat over leveringen die de komende dag plaatsvinden. Handelspartijen handelen op uurbasis voor de volgende dag om een voorzien overschot van de hand te doen of voorzien tekort aan te vullen. Via de handel op de beurzen wordt ook de grenscapaciteit op basis van deze prijsvorming verdeeld. Deze impliciete toewijzing van capaciteit heet marktkoppeling. Op Europees niveau is er al een groot handelsgebied (zie kaart). Uiteindelijk zullen alle landen hierbij aanhaken.

### Intraday

Een klein deel van de handel betreft deals over leveringen die nog dezelfde dag plaatsvinden. Handelspartijen kunnen hier 'last minute' nog stroom aanschaffen of van de hand doen. Dit zal steeds belangrijker worden met de toename van hernieuwbare bronnen. Op dit moment werken groepjes van landen al wel samen, elk groepje met zijn eigen systeem voor interne en/of grensoverschrijdende handel (zie kaart). Net zoals voor de day-ahead markt is het de bedoeling dat ook hiervoor een integrale Europese markt tot stand komt.

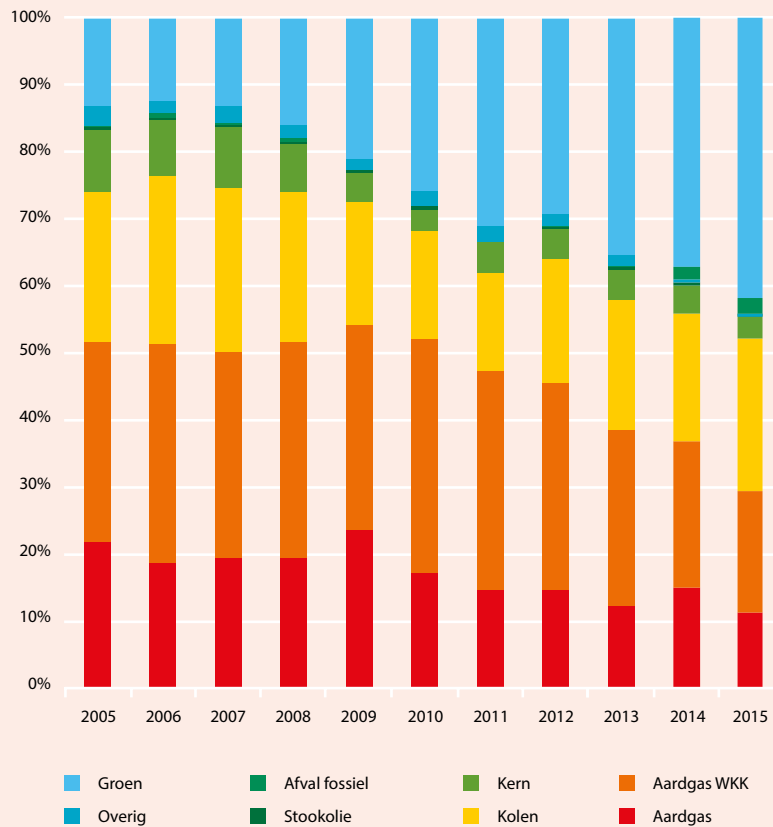


## Meer dan 40% van de geleverde stroom is groen

Sinds 2005 publiceren energieleveranciers jaarlijks een stroometiket. Het etiket geeft aan uit welke bronnen de geleverde stroom afkomstig is: de leveringsmix. De leveringsmix wijkt af van de brandstofmix van de productie in Nederland omdat im- en export hier ook deel van uitmaken. Het aandeel groen in de leveringsmix is aanzienlijk hoger (in 2015: 42%) dan het aandeel groen in Nederlandse brandstofmix (in 2015, genormaliseerd: 11,1%). Veel certificaten voor groene stroom ('garanties van oorsprong') worden geïmporteerd. Ook het aandeel kernenergie verschilt van jaar tot jaar. Tot en met 2008 vond veel import van kernstroom plaats. De laatste jaren is het aandeel ervan in de leveringsmix gelijk aan het aandeel in de brandstofmix, circa 5%. Het aandeel aardgas is in de leveringsmix (29%) minder dominant dan in de brandstofmix (45%). In de leveringsmix wordt het aardgas dat wordt ingezet voor WKK apart vermeld. Het aandeel kolen in de leveringsmix is gestegen tot 23%.

Bron: CE, CertiQ, CBS

### Leveringsmix van 2005 t/m 2015



## Garantie van oorsprong

### Producenten

Groene stroom wordt opgewekt met wind, zon, water of biomassa. Ook geïmporteerde, duurzame elektriciteit kan worden aangemerkt als groen. De producenten krijgen groencertificaten (ook wel: Garanties van Oorsprong) van CertiQ, een dochter van de landelijke netbeheerder TenneT, als zij kunnen aantonen dat de stroom daadwerkelijk op duurzame wijze is opgewekt.

### Subsidie

De overheid zorgt voor de toekenning en uitbetaling van subsidies aan producenten van groene stroom in Nederland.

### Elektriciteitshandel

De geproduceerde stroom wordt op de gewone elektriciteitsmarkt verhandeld tussen producenten, handelaren en leveranciers.

### Certificatenhandel

CertiQ controleert of de groene stroom daadwerkelijk op duurzame wijze is opgewekt en geeft hiervoor groencertificaten af. Deze zijn tussen marktpartijen verhandelbaar.

### Leveranciers

Een leverancier koopt stroom op de elektriciteitsmarkt en certificaten op de certificatenmarkt. Hij houdt een boekhouding bij van ingekochte en verkochte certificaten via CertiQ. De leverancier gebruikt de certificaten als bewijs van de levering van groene stroom.

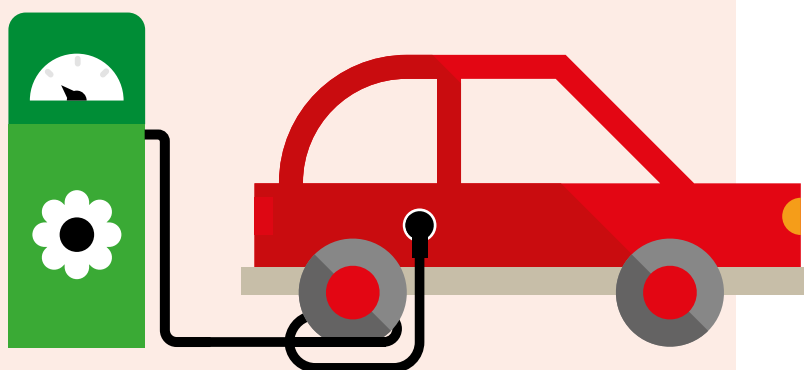
### Klanten

Klanten die kiezen voor groene stroom, hebben de garantie dat hun groene stroom daadwerkelijk op duurzame wijze is opgewekt.

## Groei in import biomassa en export biobrandstoffen

Afvalverbrandingsinstallaties hebben het grootste aandeel in benutting van biomassa voor energiedoeleinden. In 2014 werd 40,6 PJ aan primair energieverbruik uit biogeen afval (19,0 PJ bruto eindverbruik) gewonnen. Voor internationale biomassahandel is, naast de houtpellets, ook vloeibare biomassa voor transport (biodiesel en bioethanol) van belang. De haven van Rotterdam vormt daarbij een belangrijke hub voor invoer en wederuitvoer. In 2014 was de Nederlandse productie van biodiesel 1,7 miljard kg (bij een totaal geïnstalleerde productiecapaciteit in biodieselfabrieken van 2,2 miljard kg). Dat is veel meer dan het binnenlands verbruik (0,28 miljard kg). Een groot deel van de geproduceerde biodiesel gaat dan ook naar het buitenland. Ook voor biobenzine geldt dat de productie (0,5 miljard kg) in 2013 veel groter is dan het verbruik (0,20 miljard kg in 2014.) Deze fabrieken draaien niet op volle capaciteit, wat te maken heeft met veranderend beleid voor biobrandstoffen en concurrentie van biodieselfabrieken buiten Europa. Toch steeg de totale productiecapaciteit van de Nederlandse biodieselfabrieken in 2014 van 2,0 naar 2,2 miljard kg. Een aanzienlijk deel van de biodiesel wordt geproduceerd op basis van afvalstromen; voor het overige deel wordt de grondstof, bijvoorbeeld plantaardige olie of oliezaden, vrijwel volledig geïmporteerd.

Bron: CBS, *Hernieuwbare energie in Nederland 2014*

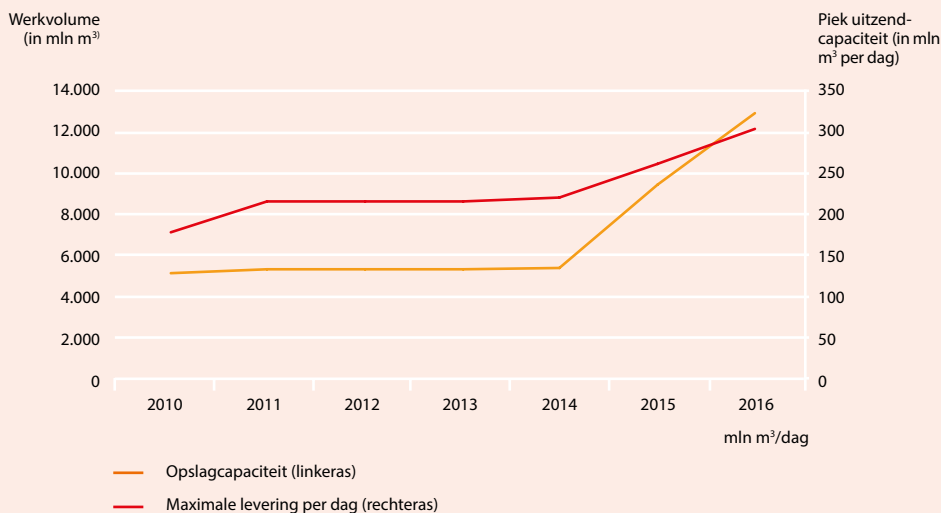


## Nederlandse gasopslagcapaciteit neemt toe

Gasopslag is een beproefde technologie die al tientallen jaren over de hele wereld wordt toegepast. Hierbij wordt aardgas tijdelijk opgevangen in oude gas- of olievelden, zoutcavernes of aquifers (watervoerende lagen). Het opslaan van gas is nodig om eindverbruikers op elk gewenst moment van gas te voorzien. De vraag naar gas wisselt door de tijd heen, bijvoorbeeld tussen zomer en winter. Gasopslag is de meest geschikte manier om dit soort wisselingen op te vangen. Verder verruimt gasopslag de mogelijkheden voor handel in gas. Daarnaast kan opslag er voor zorgen dat onderbrekingen in de aanvoer van gas niet direct leiden tot onderbrekingen in de levering aan eindverbruikers. In de afgelopen jaren is er extra opslagcapaciteit gerealiseerd nabij Zuidwending en in de Bergermeer bij Alkmaar.

Bron: Gas Infrastructure Europe

## Gasopslag in Nederland



## Groothandelsprijen elektriciteit en gas fluctueren minder sterk

In de figuur zijn de verschillen tussen de korte termijn contracten (APX) en de langere termijn vooral in eerdere jaren heel duidelijk. In 2009 leidde de economische recessie tot een dalende vraag naar elektriciteit. Het gevolg was een prijsdaling bij korte termijn contracten, terwijl de eerder afgesloten lange termijncontracten gebaseerd waren op een hogere prijs. De laatste jaren is de korte-termijnprijs gedaald, maar blijft de year ahead-prijs op peil.

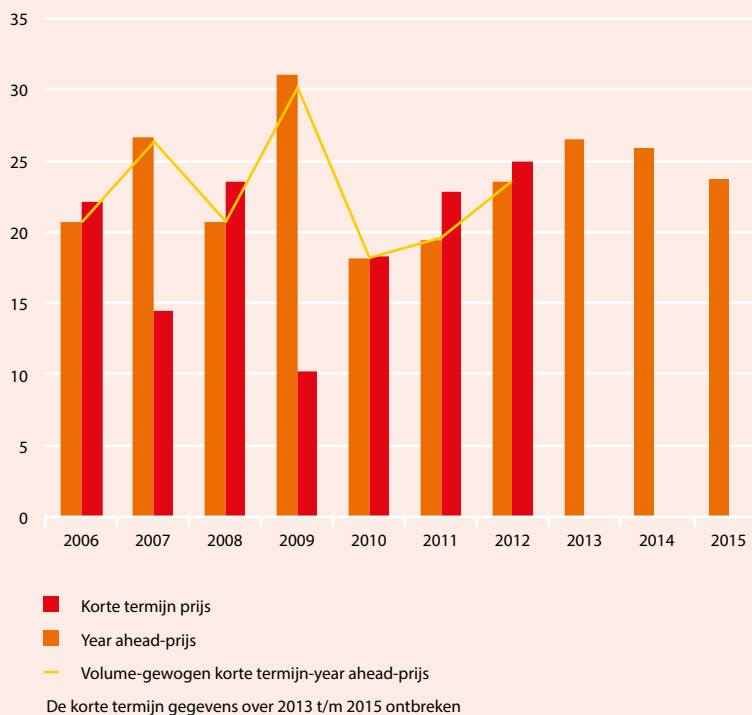
Bij de handelsprijzen voor aardgas waren grote schommelingen te zien. Nog sterker dan bij elektriciteit waren de ontwikkelingen van de prijzen bij de kortetermijncontracten en de langetermijncontracten tegenovergesteld. De gemiddelde prijs wordt hier echter grotendeels bepaald door de langetermijncontracten, vanwege het veel grotere handelsvolume daarvan.

Bron: APX, ENDEX, ICE

### Prijzen voor elektriciteit in euro/MWh



### Prijzen voor aardgas in euro/MWh



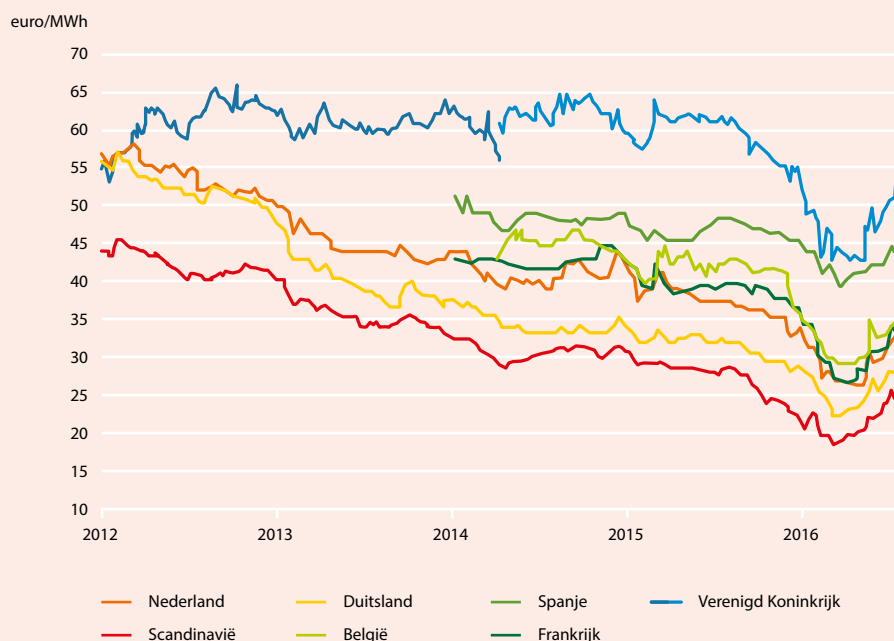
## Elektriciteitsprijzen in een aantal Europese landen

Voor Nederland zijn de ontwikkelingen rond de integratie van de Noordwest-Europese energiemarkten van groot belang. Deze wordt mogelijk gemaakt door een toenemend aantal fysieke verbindingen en daarmee grensoverschrijdende capaciteit tussen elektriciteitsnetten van de landen en door koppeling van elektriciteitsmarkten. In de jaren tot 2012 was er daarom sprake van convergentie van de elektriciteitsprijzen tussen de landen in Noordwest-Europa. Daarna liepen de prijzen echter uiteen, met name tussen enerzijds Duitsland, waar de prijzen verder daalden, en België en Nederland. De oorzaak van deze divergentie was de lage prijs in Duitsland als gevolg van een toenemend aandeel hernieuwbaar, de lage kolenprijzen en een niet voldoende toereikende handelscapaciteit. Vanaf begin 2014 zijn de groothandelsmarktprijzen in veel landen gedaald én namen de prijsverschillen tussen de landen weer af.

Vanaf mei 2015 is flow-based marktkoppeling in Centraal en West Europa ingevoerd, waardoor de beschikbare grensoverschrijdende handelscapaciteit is toegenomen. Dit draagt ook bij aan een verdere convergentie van de prijzen. Andere belangrijke redenen voor de prijsconvergentie tussen Duitsland en Nederland zijn de daling van de gasprijs – Nederland kent een relatief groot aandeel gasgestookte centrales – en een toename in 2014 in Nederland van de elektriciteitsproductie uit kolen. Ondanks de afname van het prijsverschil zijn de prijzen in Nederland nog steeds hoger dan die in Duitsland, waar prijzen laag blijven vanwege het substantiële aandeel hernieuwbaar en de laag blijvende kolenprijzen. De verbinding tussen de hoogspanningsnetwerken van Duitsland en Nederland wordt daardoor de meeste tijd volledig benut voor import vanuit Duitsland.

Bron: NEV 2015

## Elektriciteitsprijzen in een aantal Europese landen





# 4 NETBEHEERDERS





## Het Nederlandse energienet

In totaal ligt er ruim 400.000 kilometer aan kabels en leidingen in Nederland. De meeste kabels en leidingen liggen onder de grond. Daardoor zijn de netten minder gevoelig voor weersinvloeden.

Het elektriciteitsnet in Nederland bestaat uit een landelijk hoogspanningsnet dat wordt beheerd door TenneT. Dit elektriciteitsnet verbindt de regionale netten en de meeste elektriciteitscentrales met elkaar. Op middenspanningsniveau wordt de elektriciteit aan grootverbruikers geleverd en verder gedistribueerd naar de laagspanningsnetten, waarop huishoudens en kleinere zakelijke verbruikers zijn aangesloten. Dit laagspanningsnet is het meest fijnmazige elektriciteitsnet en is het grootst in omvang.

Het landelijke gasnet in Nederland wordt beheerd door Gasunie Transport Services (GTS). De regionale netten zijn op dit net aangesloten. Bij overdracht van het landelijke net op het regionale net wordt het van nature reukloze aardgas uit veiligheidsoverwegingen van de typische gaslucht voorzien. In overslagstations wordt de druk waaronder het transport plaatsvindt gereduceerd, waarna het gas naar de afnemers stroomt. In de woning wordt de druk met een huisdrukregelaar verder teruggebracht.

In de warmtenetten wordt water met een temperatuur van 100 graden getransporteerd. In zogenoemde onderstations wordt de warmte van het energienet aan de distributienetten overgedragen. De gezamenlijke lengte van de warmtenetten bedraagt circa 5000 km.

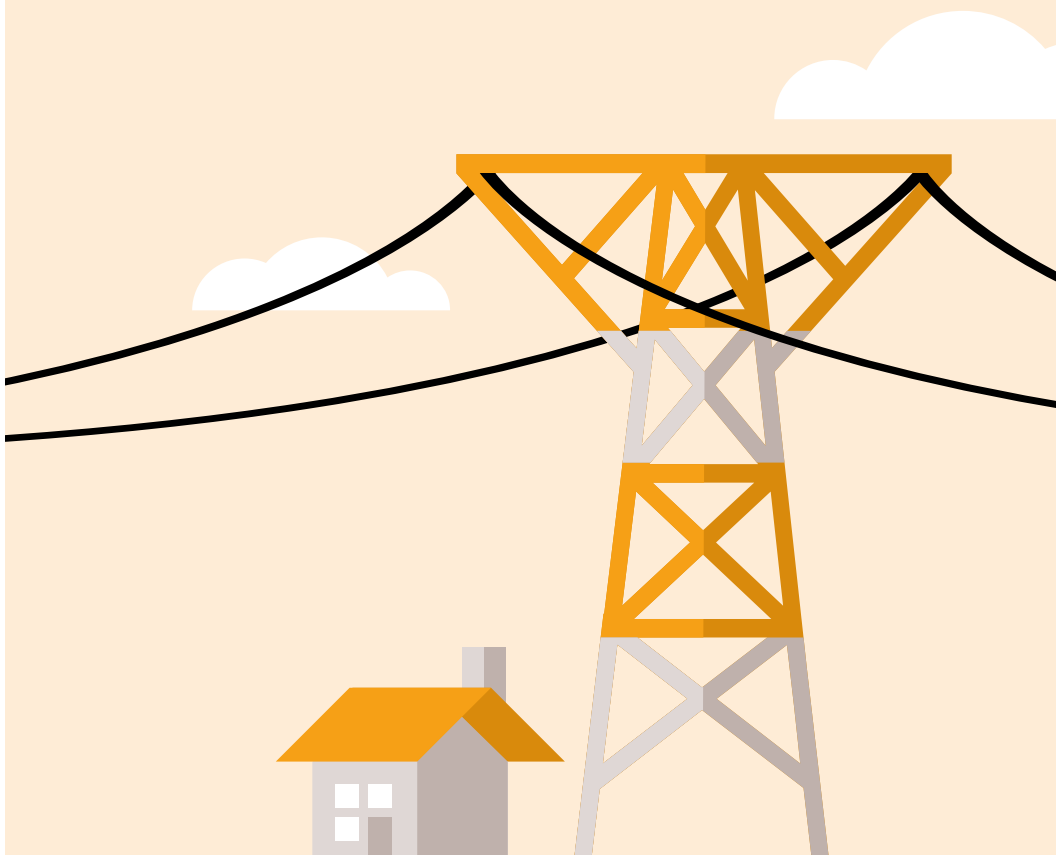
Bron: GTS

### Netgegevens Elektriciteit

	Netlengte (km)	Aangeslotenen
Totaal	339.586	8.104.275

### Netgegevens Gas

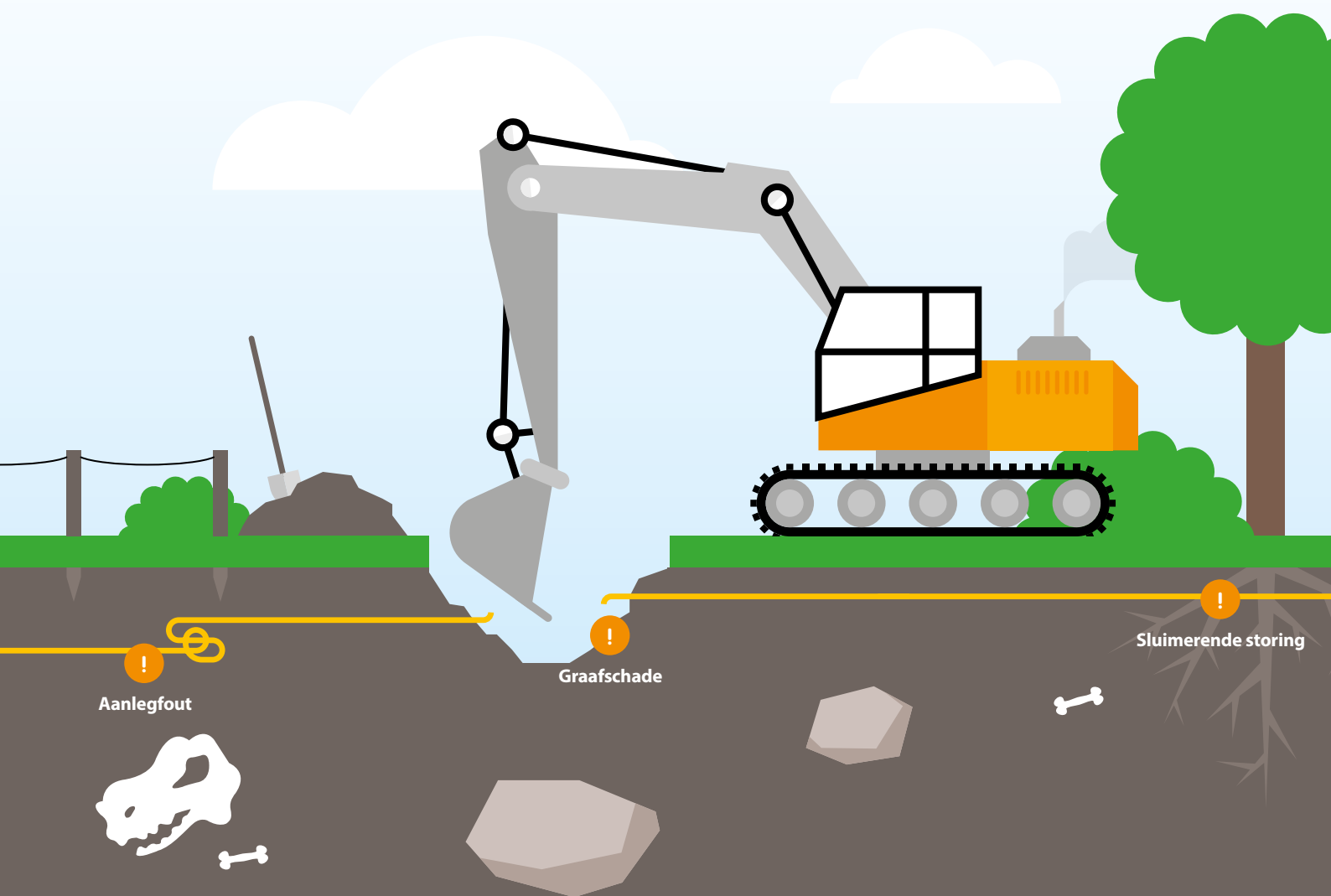
	hoofdleiding lengte (km)	Aangeslotenen
Totaal	136.534	7.195.532



# OORZAKEN VAN GAS- EN

## GRAAFWERK BELANGRIJKE STORINGSOORZAAK

Het Nederlandse energienet is één van de meest betrouwbare netten van Europa. De belangrijkste oorzaak van gas- en stroomstoringen is nog steeds graafschade. Op het gasnet ligt dit percentage op 21%. Op het laagspanningsnet zijn 4.331 (26%) van de in totaal 16.932 stroomstoringen hierdoor veroorzaakt. Een sluimerende storing en veroudering / slijtage zijn andere belangrijke oorzaken. Sluimerende storingen worden vaak veroorzaakt door graafschades die in het verleden zijn opgetreden, maar pas later tot een storing leiden. Op het hele energienet is overigens wel een daling van het aandeel graafschades in de storingen te zien. Dit is te danken aan de structurele gezamenlijke aandacht van alle partijen in de afgelopen jaren voor het voorkomen van graafschade.



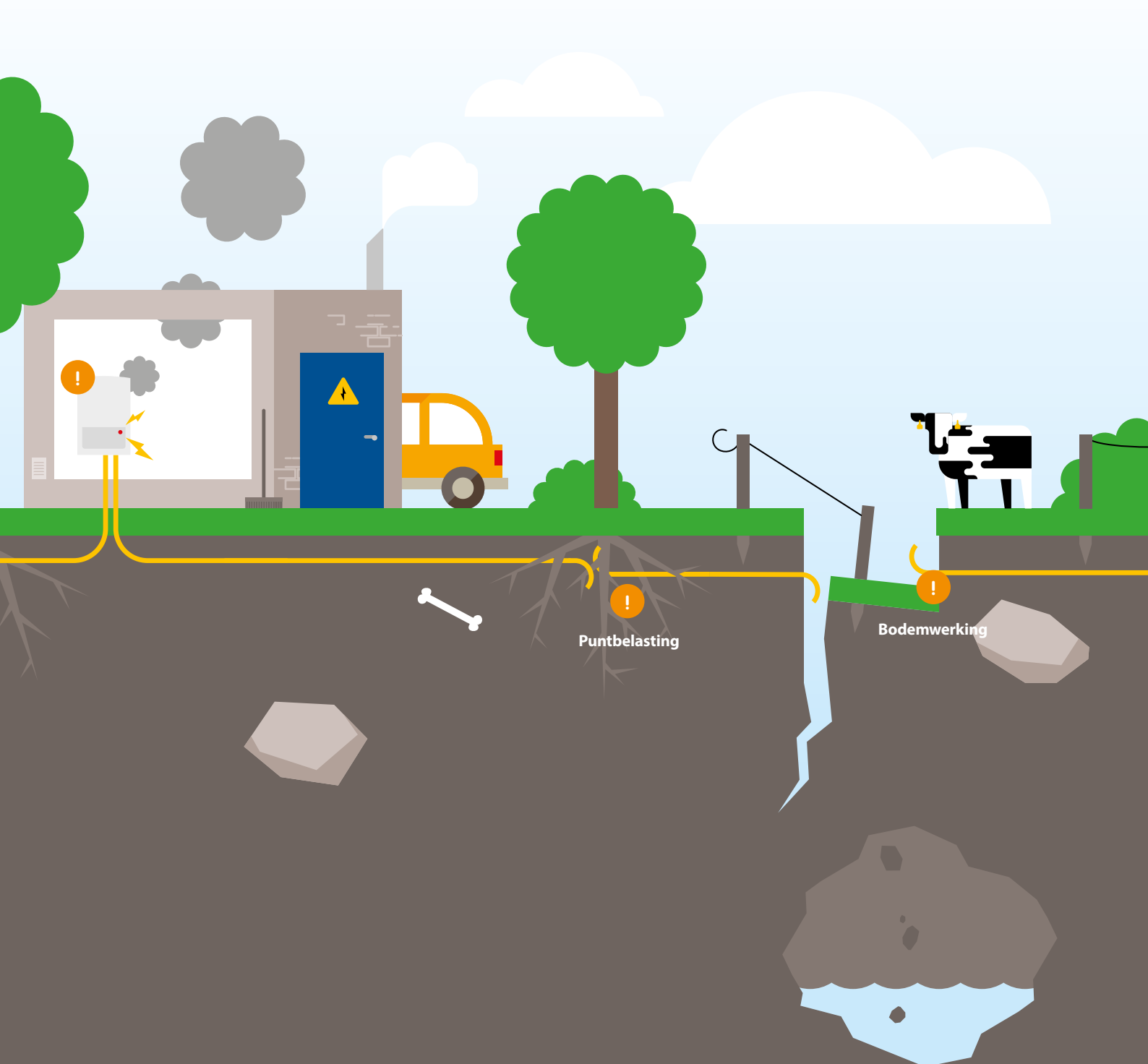
# STROOMSTORINGEN

## Storingsoorzaken gasnet in 2015

- 1 30% Veroudering
- 2 21% Graafschade
- 3 16% Bodemwerking
- 4 12% Aanlegfout
- 5 11% Onbekend
- 6 5% Puntbelasting

## Storingsoorzaken laagspanningsnet in 2015

- 1 26% Graafschade
- 2 22% Sluimerende storing
- 3 9% Veroudering/slijtage
- 4 20% Onbekend ondanks onderzoek
- 5 6% Inwendig defect
- 6 3% Overbelasting



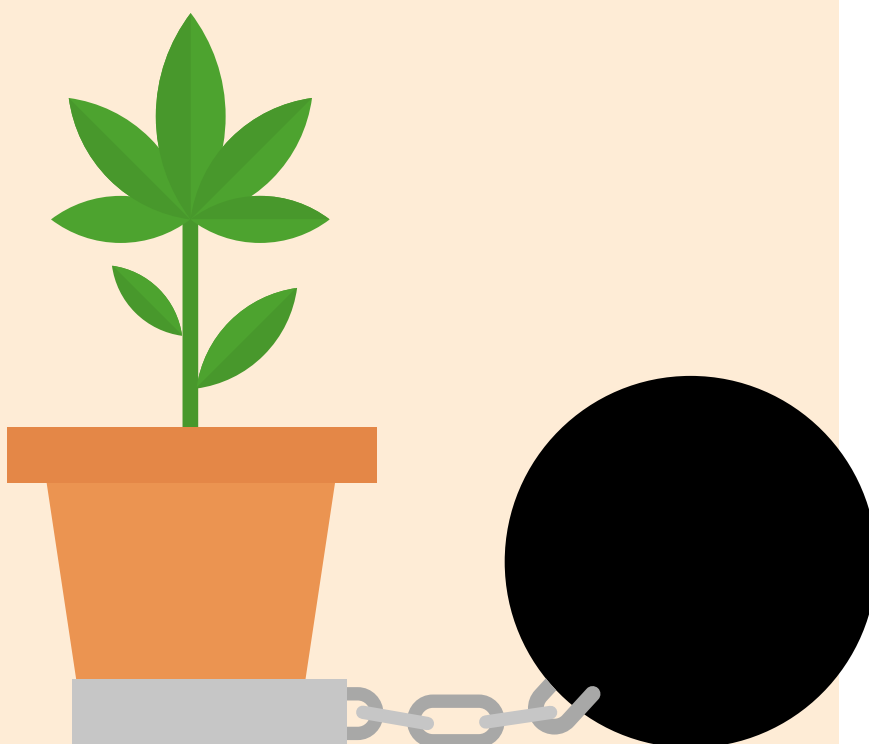
## Vaker hennepplantages in woonomgeving

In 2015 zijn 4.500 hennepkwekerijen opgerold waar sprake was van energiediefstal. Bij de in 2015 opgerolde hennepkwekerijen is voor 139 miljoen kWh aan elektriciteit gestolen, iets minder dan de 147 miljoen kWh in 2014. Naar schatting wordt in totaal jaarlijks bijna een miljard kWh door hennepkwekerijen illegaal afgenomen. Dat is evenveel energie als alle huishoudens in de stad Den Haag in één jaar verbruiken. Hennepkwekerijen veroorzaken grote veiligheidsrisico's. Regelmatig ontstaan branden als gevolg van ondeskundig aangelegde installaties. De netbeheerders doen er om die reden alles aan om energiediefstal tegen te gaan.

Het aantal hennepkwekerijen dat jaarlijks wordt opgerold ligt al jaren tussen de 4.500 en de 5.000 stuks. Waar voorheen hennepkwekerijen werden aangetroffen in afgelegen loodsen in het buitengebied, worden ze steeds vaker aangetroffen in woongebieden. Het komt tegenwoordig eigenlijk overal voor. Van rijtjeshuizen tot flats, van villa's tot industrieterreinen. Hennepplantages in woonhuizen gaan gepaard met directe veiligheidsrisico's voor de omwonenden vanwege de verhoogde kans op brand. Wekelijks rolt de politie zo'n 100 hennepkwekerijen op. Netbeheerders zorgen ervoor dat gevaarlijke situaties met energie op die locaties worden opgelost.

### Elke klant betaalt jaarlijks 3 euro mee aan energiediefstal

De marktwaarde van de gestolen energie bedraagt bijna 200 miljoen euro. Hiervan is 70 miljoen euro het nettoverlies van de netbeheerders dat deels aan de consument en deels aan grootverbruikers wordt doorberekend. Ondanks dat de schade van de vastgestelde energiediefstal door de netbeheerders in rekening wordt gebracht bij de veroorzakers betalen huishoudens elk jaar 3 euro mee aan deze vorm van diefstal. In de overige 130 miljoen euro zit onder meer misgelopen BTW en energiebelastingen voor de overheid.





**Veel projecten en proeftuinen voor transitie naar duurzaam energiesysteem**

Op het kennisplatform **Energiekaart** vindt u Nederlandse projecten, proeftuinen en onderzoeken die bijdragen aan de transitie naar een duurzaam energiesysteem in Nederland. Op deze pagina staan de projecten waarin opslag een rol speelt.

- |  |   |
|--|---|
| 1 Sustainable quick charger powered by the sun, Breukelen      | 14 Power to Gas, Farmsum  |
| 2 Duurzaam Ameland Power 2 Gas, Ameland                        | 15 RaakPro Bio P2G, Utrecht                                       |
| 3 E-Harbours, Zaanstad   | 16 Smart Grid in Balans, Lelystad                                 |
| 4 Ecovat Netbalanceringsysteem, Uden                           | 17 Standard Grids, Smart Homes, een ideale combinatie, Eindhoven  |
| 5 Electrical Vehicle supported PV Smart Grid, Oosterhout       | 18 Storage integrated Multi agent controlled Smartgrid, Amsterdam |
| 6 Elektrisch vervoer en decentraal energie opwekken, Eindhoven | 19 Switch2SmartGrids, Meppel                                      |
| 7 Gaspipeline voor waterstof, Hoek                             | 20 Systeemintegratie en de rol van energieopslag, Utrecht         |
| 8 Goese Proeftuin: Nieuwbouwwijk met warmtenet, Goes           | 21 Varende Warmte Opslag, Ede                                     |
| 9 High Tech Campus: world's smartest grid!, Den Bosch          | 22 WarmCO <sub>2</sub> hergebruik warmte, Sluiskil                |
| 10 Lombok Smart Solar Charging, Utrecht                        | 23 Warmterivier, Den Haag   |
| 11 MijnWater: thermisch warmtenetwerk, Heerlen                 | 24 Warmtestad, Groningen  |
| 12 Merits thermische batterij, Duiven                          | 25 Oplaadstations voor elektrische auto's met ReloadIT, Zaanstad  |
| 13 Pilot Smart Storage, Den Bosch                              |   |

Deze lijst is zeker niet compleet en wordt dagelijks aangevuld. Op de **Energiekaart** vindt u ook over veel andere energie gerelateerde onderwerpen projecten, proeftuinen en onderzoeken. Ga naar [www.energiekaart.net](http://www.energiekaart.net) om de interactieve kaart te bekijken waarop nog veel meer informatie te vinden is.

Informatie over de beschikbaarheid van duurzame elektriciteit wordt naar de units voor lokale optimalisatie gestuurd

Duurzame elektriciteit. variabel aanbod zonne- en windenergie.

Lokale optimalisatie van productie en vraag

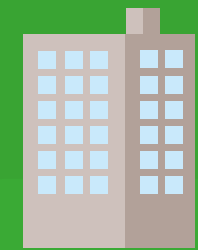
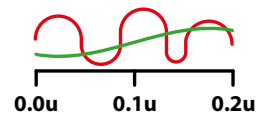
Hoge prijs als de klant direct en maximaal energie geleverd wil hebben, lage prijs als de gewenste hoeveelheid energie flexibel mag worden geleverd over een langere periode

Lokale optimalisatie van productie en vraag

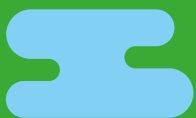
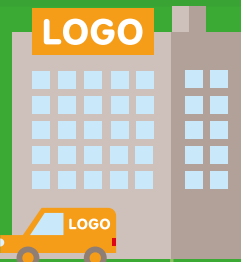
slim laden en/of opslaan

Opladen in de woonwijk

Energievraag van huishouden



Elektrische auto opladen bij kantoor



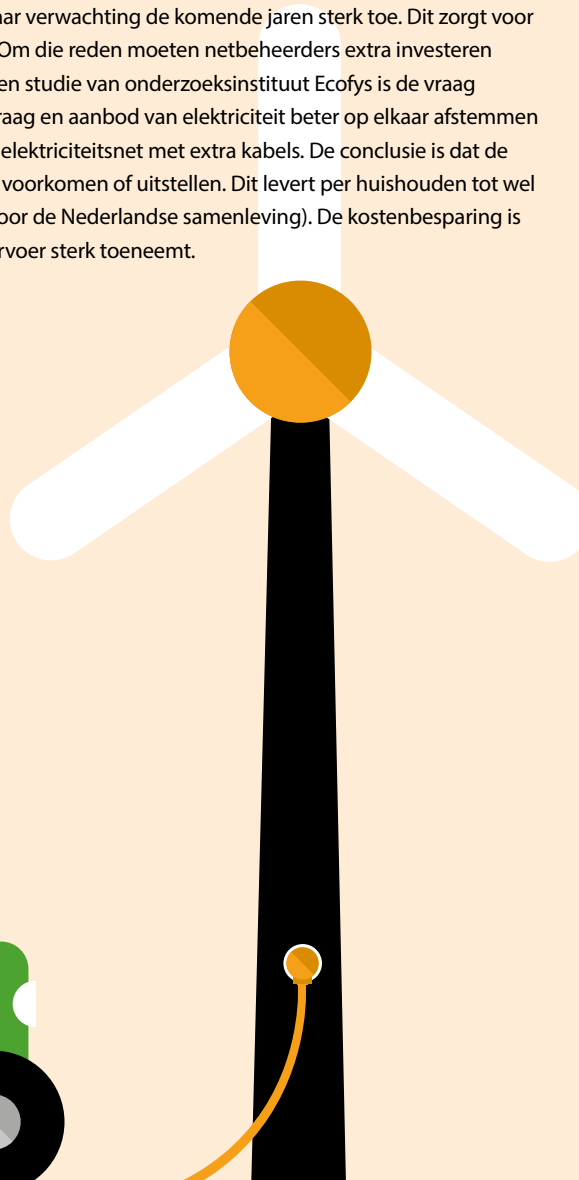
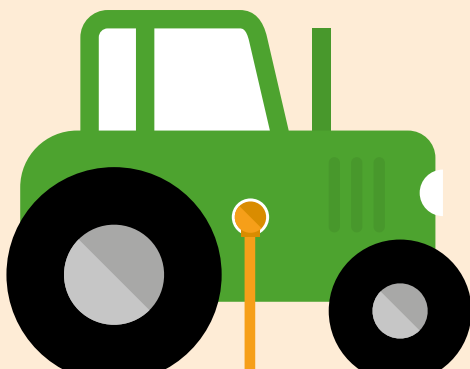
### Netten worden intelligenter

Smart grids – ook wel ‘intelligente netten’ genoemd – zijn volop in ontwikkeling. Het is eigenlijk de communicatie-infrastructuur die het mogelijk maakt om netten en aansluitingen flexibeler te maken. De netbeheerders staan voor de taak om het energienet om te bouwen naar een net waarop tweerichtingsverkeer mogelijk is. Kleinschalige opwekking kan dan beter worden ingepast.

Een toenemend deel van de elektriciteit wordt decentraal geproduceerd, bijvoorbeeld met kleinschalige windparken, zonnepanelen en warmtekrachtkoppeling. De vraag naar elektriciteit neemt nog steeds toe en de toename van duurzame energie leidt tot grotere pieken. Ook het vraagpatroon van elektriciteit kan in smart grids worden beïnvloed, bijvoorbeeld bij het opladen van elektrische auto's of inschakelen van apparaten. Daardoor kan de belasting van het net beperkt blijven, is minder verzwaring nodig en kunnen prijsvoordelen worden gerealiseerd. Intelligente netten dragen ertoe bij dat vraag en aanbod van energie beter op elkaar worden afgestemd en dat efficiënter gebruik wordt gemaakt van het energienet. De aanleg van smart grids leidt tot lagere prijzen voor consumenten en bedrijfsleven. Dit wordt geconcludeerd uit een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) die door CE Delft en KEMA is verricht in opdracht van de Rijksoverheid. In vrijwel elk toekomstscenario dat is bekeken leveren smart grids maatschappelijke winst op. Dat komt door de gedragsaanpassingen van gebruikers als gevolg van variabele energietarieven en door kostenbesparing in de netaanleg en elektriciteitsproductie. Uit de recent gestarte proeftuinen voor intelligente netten moet duidelijk worden hoe consumenten in werkelijkheid reageren op tijdafhankelijke prijsprikkels.

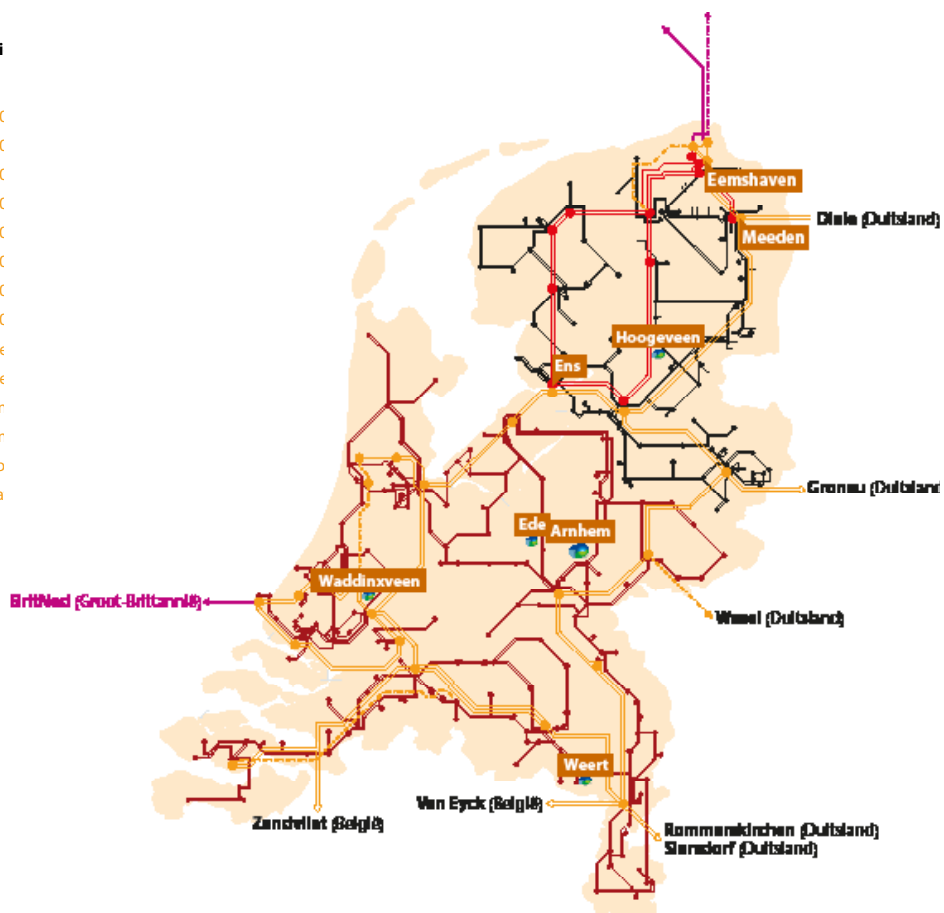
### Slimmere benutting van bestaand elektriciteitsnet bespaart geld

We staan aan de vooravond van een versnelling van de energietransitie. Het aantal zonnepanelen, warmtepompen en elektrische auto's neemt naar verwachting de komende jaren sterk toe. Dit zorgt voor een grotere belasting van het elektriciteitsnet. Om die reden moeten netbeheerders extra investeren in het vergroten van de netwerkcapaciteit. In een studie van onderzoeksinstituut Ecofys is de vraag beantwoord of slimme flexibiliteitsopties die vraag en aanbod van elektriciteit beter op elkaar afstemmen een alternatief zijn voor het verzwaren van het elektriciteitsnet met extra kabels. De conclusie is dat de inzet van flexibiliteitsopties netverzwaring kan voorkomen of uitstellen. Dit levert per huishouden tot wel 120 euro per jaar op (dus bijna 1 miljard euro voor de Nederlandse samenleving). De kostenbesparing is het grootst in het scenario waarin elektrisch vervoer sterk toeneemt.



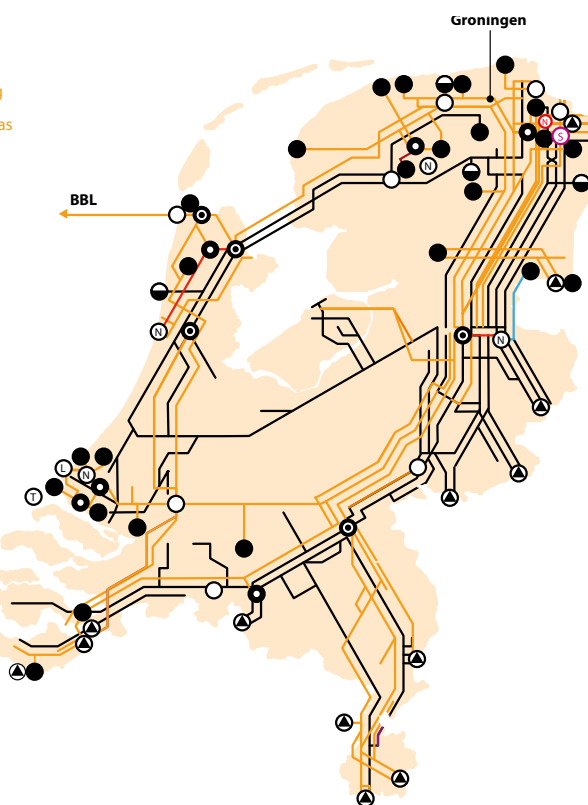
### Het elektri

- 38C
- - -●- - - 38C
- ▶— 38C
- - -▶- - - 38C
- 22C
- 15C
- 11C
- - -●- - - 11C
- ▶— Zee
- - -▶- - - Zee
- Ter
- - -●- - - Ter
- Pro
- Sta



### Het gasnet van Nederland

- Voedingsstation(s) [entry-punten]
- ⊙ Compressor- en mengstation
- Compressorstation
- Mengstation
- ▲ Exportstation
- Installatie ondergrondse opslag
- Ⓛ Installatie voor vloeibaar aardgas
- Ⓝ Stikstofinjectie
- Ⓣ LNG-terminal
- Leiding – Groningen-gas
- Leiding – hoogcalorisch gas
- Leiding – laagcalorisch gas
- Leiding – ontzwaveld gas
- Leiding – stikstof
- Hoogcalorisch gas
- Ⓝ Luchtscheidingsinstallatie
- Ⓢ Stikstofbuffer

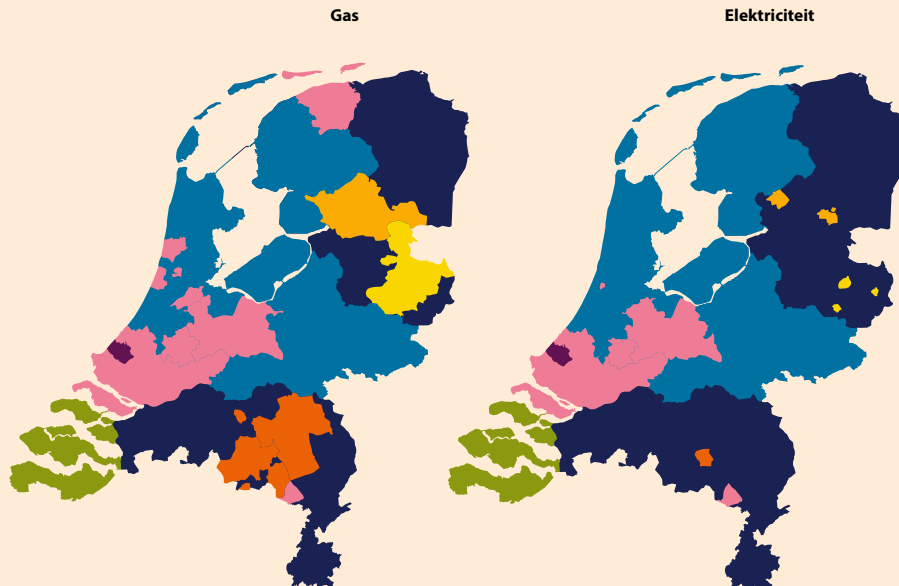












## Markt draagt bij aan balans in het energienet

De netbeheerder zorgt ervoor dat het elektriciteitsnet steeds op voldoende spanning blijft en het gasnet op voldoende druk. Continu houdt de netbeheerder bij of de invoeding en het gebruik met elkaar in evenwicht zijn. De netbeheerder moet dus weten wanneer invoeding en gebruik sterk gaan veranderen. Zonodig grijpt de netbeheerder in door extra capaciteit te contracteren of gebruik af te schakelen. Omdat er steeds meer internationale verbindingen en meer marktpartijen komen wordt deze taak ingewikkelder, maar de mogelijkheden om te stabiliseren worden ook groter. Op het elektriciteitsnet wordt in de toekomst meer wisselende wind- en zonne-energie ingevoerd. De fluctuaties kunnen dan over een groter gebied worden opgevangen. In de gasinfrastructuur wordt meer gebruik gemaakt van import, gasaanvoer via schepen en gasopslag. Dat is nodig omdat de flexibiliteit van het Groningenveld afneemt. Het opvangen van fluctuaties (balancering) kost geld. In Europa ontwikkelt zich nu een markt voor balancering. Producenten kunnen aanbieden om capaciteit aan of uit te zetten, grote afnemers kunnen tijdelijk hun verbruik stopzetten. Netbeheerders betalen voor de gunstigste oplossing.

## Netbeheerdersgebieden van Nederland



Netbeheerder	Aansluitingen Gas	Aansluitingen Elektriciteit
 Cogas Infra en Beheer B.V.	138.989	52.930
 Enduris B.V.	189.423	211.262
 Edinet*	399.927	108.591
 Enexis B.V.	2.074.234	2.647.300
 Liander N.V.	2.243.915	2.938.787
 Rendo Netbeheer B.V.	103.341	31.974
 Stedin B.V.	1.947.767	2.055.520
 Westland Infra Netbeheer B.V.	52.930	55.745
TenneT TSO B.V.**		
Gasunie Transport Services***	1.100	
Totaal	7.151.626	8.102.109

\* Per 1 januari 2017 geïntegreerd in Enexis B.V.

\*\* Landelijk netbeheerder elektriciteit

\*\*\* Landelijk netbeheerder gas

### Introductie flexibiliteit bij consumenten

Met de opkomst van duurzame energie uit zon en wind worden de dagelijkse prijsverschillen van energie groter. Daarnaast nemen de pieken op het elektriciteitsnet toe bij een groot aandeel zonne- en windenergie. Om ervoor te zorgen dat consumenten hiervan profiteren en om misinvesteringen van netbeheerders in de capaciteit van het energienet te vermijden, zijn dynamische tarieven een oplossing. Consumenten met een slimme meter kunnen daar momenteel op kleine schaal van profiteren in een proef in Amersfoort met uurwaarden voor elektriciteit en dagwaarden voor gas. Wie handig gebruik maakt van het goedkoopste moment om energie te gebruiken, kan besparen. Voor een gemiddeld huishouden kan het te behalen voordeel oplopen tot enkele tientjes per jaar.

De slimme meter die de netbeheerders de komende jaren aan alle klanten zullen aanbieden, maakt het mogelijk om energie per uur of straks zelfs per kwartier af te rekenen. Vanaf 2017 is het voor enkele honderdduizenden huishoudens mogelijk om van dynamische prijzen gebruik te maken.

### Congestie management voorlopig niet meer nodig

In 2014 is met de ingebruikname van de Zuidring van de Randstad 380 kV verbinding (Maasvlakte – Bleiswijk) het congestie management in Zuid-Holland beëindigd. De verwachting van TenneT is ook dat er geen nieuwe structurele transportproblemen zullen plaatsvinden. Een andere plaats in het Nederlandse elektriciteitsnet met kans op congestie was Noord-Nederland, met name op de verbinding van Eemshaven met de noordkant van de landelijke 380 kV ring (van Diemen via Lelystad, Ens en Zwolle tot aan Hengelo). Door de tragere groei van nieuw productievermogen, de vertraging van de aanleg van nieuwe verbindingen met het buitenland, en het feit dat oudere centrales uit de markt worden verdrongen door nieuwere centrales zodat elektriciteitsstromen wijzigen, kan bestaande infrastructuur nog een tijdje in de transportvraag voorzien. Landelijk netbeheerder TenneT heeft daarmee meer tijd om het landelijk hoogspanningsnet voor te bereiden op grotere transportvraag door het net te verzwaren. Toepassing van congestie management binnen Nederland is voorlopig niet structureel meer nodig.

### Door duurzaam opwekken staat opslag steeds meer in de belangstelling

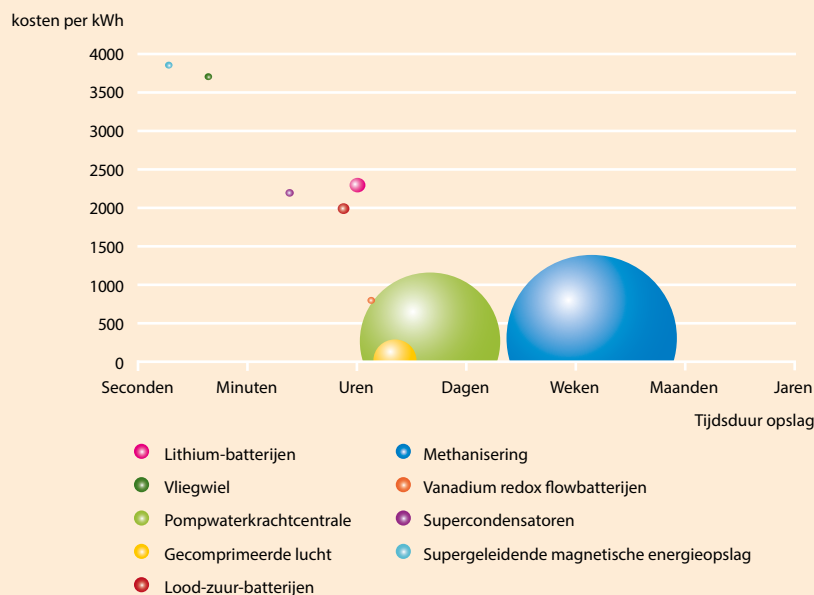
Steeds meer consumenten en bedrijven wekken zelf energie op. Daarbij is de productie afhankelijk van het weer, de tijd van de dag en het seizoen. De vraagpatronen van consumenten en bedrijven worden weer door andere invloeden bepaald. Er is dus meer aandacht nodig voor het lokaal op elkaar afstemmen van vraag en aanbod. Daar zijn meerdere mogelijkheden voor: vraagrespons in combinatie met variabele prijzen, zodat bij veel aanbod de prijzen laag zijn en het aantrekkelijker wordt om veel te gebruiken bij veel aanbod, im- en exporteren van elektriciteit, het flexibel maken van productieprocessen in de industrie zodat naast brandstoffen ook elektriciteit kan worden ingezet voor warmteproductie of voor een chemisch proces, in extreme gevallen "curtailment" (het weggooien van overschotten). En ten slotte natuurlijk elektriciteitsopslag.

Ook netbeheerders volgen de ontwikkelingen rond opslag met veel belangstelling. De elektriciteitsstromen over het elektriciteitsnet veranderen als gevolg van meer lokale opwek. Er is steeds vaker tweerichtingsverkeer op het elektriciteitsnet. Bovendien ontstaan grotere pieken als gevolg van de extra vraag naar elektriciteit en door het volatiele aanbod van zon en wind. Deze pieken kunnen ervoor zorgen dat de huidige energienetten niet langer voldoen. Simpelweg verzwaren van de bestaande infrastructuur is niet langer aan de orde vanwege de hoge kosten en praktische bezwaren vanwege bijvoorbeeld opengebroken straten: het is van belang om de betrouwbaarheid van het net te waarborgen en tegelijkertijd de kosten van aanleg en beheer beperkt te houden. Om dit mogelijk te maken, kan de netbeheerder gebruik maken van opslagfaciliteiten die marktpartijen beschikbaar stellen. Daarmee kan netverzwaring worden voorkomen.

Er zijn diverse technieken voor elektriciteitsopslag. Accu's zijn bekend, net als opslag in stuwmeren door water omhoog te pompen, en meer recent is er aandacht voor power to gas waarbij elektriciteit wordt omgezet in waterstof en eventueel in een vervolgstap in methaan of ammoniak. Elke opslagtechniek heeft zijn eigen karakteristieken die hem meer of minder geschikt maken voor bepaalde toepassingen vanwege zijn capaciteit, tijdsduur van de opslag of kosten.

### Kosten, tijdsduur en capaciteit van opslagtechnieken (Bron: Hanzehogeschool Groningen)

De omvang van de bol is evenredig met de opslagcapaciteit



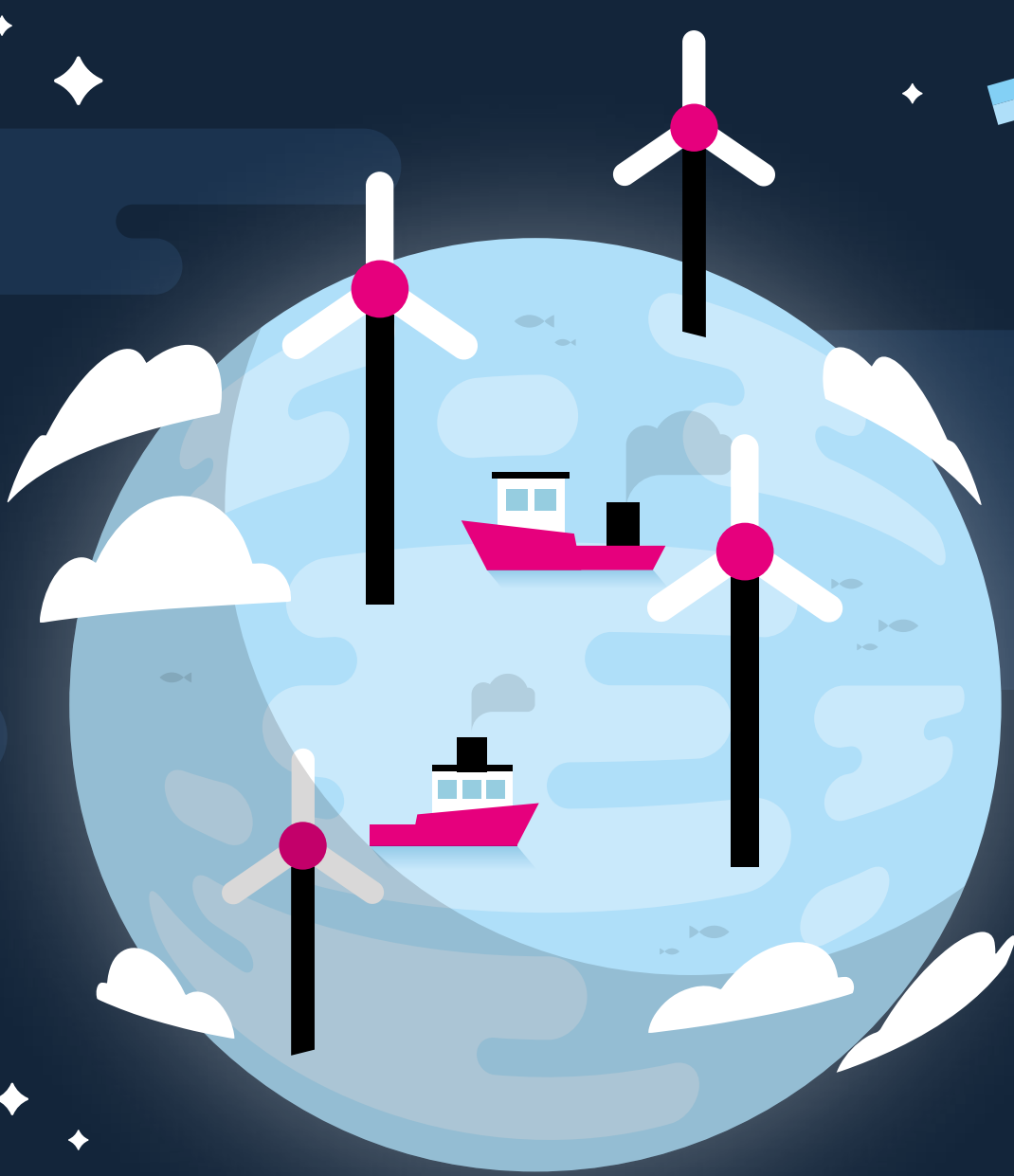
### Netbeheerders investeren 2 miljard euro per jaar

Een betrouwbare, betaalbare en duurzame energievoorziening vormt een belangrijke voorwaarde voor het functioneren van de samenleving. Bij de netbeheerders zijn in totaal ruim 17.000 FTE werkzaam om dit mogelijk te maken. De jaarlijkse investeringen in uitbreiding, vervanging en onderhoud van het Nederlandse energienet bedragen ruim twee miljard euro. Daarbij wordt onder meer geïnvesteerd in nieuwe technologie, zoals storingssensoren die het mogelijk maken om een storing sneller te lokaliseren en zo duur en omvang van een eventuele storing te verkleinen. Daarnaast willen de netbeheerders het energienet klaar maken voor de toekomst. Een toekomst waarin steeds meer duurzame energiebronnen zullen worden benut en de flexibiliteit van het net moet toenemen. Het Nederlandse energienet is één van de meest betrouwbare netten van Europa. Desondanks zijn storingen helaas nooit helemaal uit te sluiten.

### Investerings in het energienet (miljard euro per jaar)

	2014	2013	2012	2011	2010
<b>Elektriciteit</b>					
Uitbreiding	687	664	663	747	792
Vervanging	353	353	315	237	300
Onderhoud	310	372	344	309	300
	<b>1.350</b>	<b>1.390</b>	<b>1.322</b>	<b>1.294</b>	<b>1.392</b>
<b>Gas</b>					
Uitbreiding	277	294	354	441	763
Vervanging	576	584	482	404	352
Onderhoud	103	100	149	145	142
	<b>956</b>	<b>978</b>	<b>985</b>	<b>990</b>	<b>1.257</b>
<b>Totaal</b>					
Uitbreiding	964	958	1.017	1.189	1.555
Vervanging	929	938	797	642	572
Onderhoud	413	472	493	454	442
	<b>2.306</b>	<b>2.368</b>	<b>2.307</b>	<b>2.284</b>	<b>2.569</b>

# 5 PRODUCENTEN

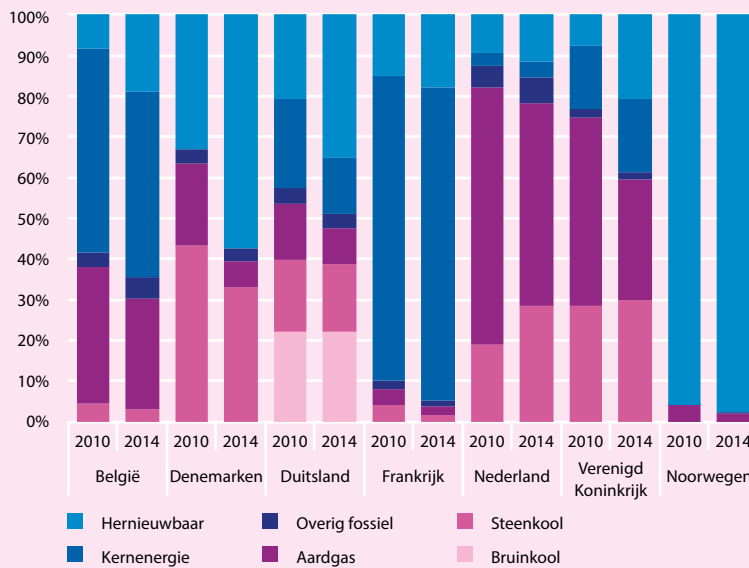


## Brandstofmix voor elektriciteit varieert sterk in de naburige landen

De samenstelling van de brandstofmix van de elektriciteitscentrales in de omliggende landen zijn het gevolg van de historisch gegroeide situaties en natuurlijke omstandigheden. Landen als Frankrijk en België hebben gekozen voor kernenergie als de belangrijkste opwekkingsmethode. Noorwegen, Duitsland en Frankrijk hebben waterkracht. Nederland, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk beschikken over eigen voorraden fossiele brandstoffen. De grote en groeiende hoeveelheid hernieuwbare productie in Duitsland is vooral het gevolg van stimuleringsbeleid. De herkomst van de ingekochte elektriciteit in een land kan echter steeds meer afwijken van de brandstofinzet van de centrales in een land. Leveranciers betrekken hun elektriciteit van de gehele Noord-West-Europese markt.

Bron: Eurostat

### Brandstofmix elektriciteitsproductie

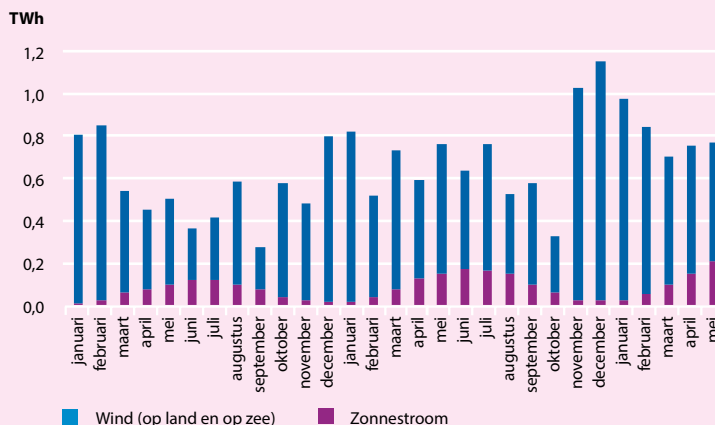


## Elektriciteitsproductie uit wind en zon

Dat productiecapaciteit van wind- en zonne-stroom in Nederland toeneemt is te zien aan de geleidelijk groter wordende productie. Het duidelijkst is de groei van zonnestroom te zien; de pieken in de zomer worden steeds hoger. De productie van wind- en zonne-energie is daarbij natuurlijk ook afhankelijk van het aantal zonne-uren en de windkracht. Dit valt het meest op bij wind. Wind en zon vullen elkaar over de loop van het jaar goed aan: in de herfst en de winter, als de zon weinig schijnt, waait het harder, zodat de variatie in de elektriciteitsproductie wordt gedempt.

Bron: EnTranCe, TenneT

### Seizoensfluctuaties van elektriciteitsproductie uit wind en zon (januari 2014 tot mei 2016)



# WINDENERGIE OP DE NOORDZEE VOLOP IN ONTWIKKELING

Nederland wekt nu 5,6% duurzame energie op. Dat moet minstens 14% zijn in 2020 en 16% in 2023, zo is afgesproken in het Energieakkoord. Een fors deel van deze duurzame energie komt straks van windparken op de Noordzee: in 2023 zal er zo'n 4500 megawatt (MW) aan opgesteld vermogen staan. De jaarlijkse opbrengst staat gelijk aan het elektriciteitsverbruik van vijf miljoen huishoudens. Op dit moment heeft Nederland drie windparken op zee en is het tweeling-park Gemini in aanbouw, bij elkaar bijna 1000 MW. Tot 2023 zal er nog zo'n 3500 MW worden bijgebouwd. Daarvoor heeft het kabinet een aantal gebieden in de Noordzee aangewezen. Het kabinet is als eerste gestart met de ontwikkeling van de locaties voor de kust van Zeeland (Borssele: 1400 MW). De locaties voor de kust van Zuid-Holland (1400 MW) en Noord-Holland (700 MW) volgen daarna.

## Beperkt aantal gebieden aangewezen

In plaats van meerdere kleine windparken is er gekozen voor een beperkt aantal gebieden waar een groot aantal windmolens komt te staan. Dit is goedkoper en zo blijft er ruimte over voor andere gebruikers van de Noordzee. TenneT verzorgt de aansluiting van de gebieden op het hoogspanningsnet. TenneT plaatst daarvoor vijf gestandaardiseerde offshore platforms waarop per stuk 700 MW windvermogen kan worden aangesloten. Ook zorgt TenneT voor het leggen van leidingen van de platforms naar het vasteland. De meeste windmolens komen 22 km of verder uit de kust te staan. Bij twee gebieden voor de Zuid-Hollandse en Noord-Hollandse kust wordt echter een smalle strook windmolens dicht bij de kust toegevoegd, op 18,5 km afstand. Hierover loopt nog een procedure waarin het definitieve besluit nog genomen moet worden. Verder weg uit de kust gaat niet vanwege belangrijke scheepvaartroutes en de kosten van de langere kabels naar de kust. De andere aangewezen windgebieden verder uit de kust zijn vanwege de nu nog hoge bouw- en onderhoudskosten op dit moment geen optie.

## Kosten gaan omlaag

De kosten voor windenergie op zee zijn momenteel nog hoger dan die van 'grijze' energie. Vooral nog is windenergie op zee zonder subsidie van de overheid niet rendabel. Daarom geeft de overheid de komende 20 jaar subsidie aan windparkexploitanten. De rijksoverheid en de sector hebben afgesproken dat de kosten uiterlijk in 2020 moeten zijn gedaald met 40% t.o.v. 2010. Deze kostenreductie is haalbaar. Partijen die geïnteresseerd waren in de ontwikkeling van Borssele, konden via een tender bieden tot een maximum van 12,4 cent subsidie per kilowattuur. Het Deense bedrijf Dong Energy bracht het laagste bod uit met gemiddeld 7,27 cent per kilowattuur (exclusief aansluitingskosten voor TenneT van 1,4 cent per kilowattuur). Dit is 40% subsidie minder dan van te voren begroot.

Bronnen: NWEA, TenneT, Noordzeeloket, RVO, ministerie van EZ

Bestaand	Jaar van realisatie	Vermogen
Offshore Windpark Egmond aan Zee	2007	108 MW
Prinses Amalia Windpark	2008	120 MW
Windpark Luchterduinen	2015	130 MW
		<b>358 MW</b> +
<b>In aanbouw</b>		
Windpark Gemini	2017	600 MW
		<b>600 MW</b> +
<b>In ontwikkeling</b>		
Borssele	2019	700 MW
Borssele	2020	700 MW
Hollandse Kust Zuid	2021	700 MW
Hollandse Kust Zuid	2022	700 MW
Hollandse Kust Noord	2023	700 MW
		<b>3500 MW</b> +
<b>Totaal</b>		<b>4458 MW</b> +



**Windpark Gemini** (600 MW, HVC/CHP/Siemens/Van Oord, volledig in bedrijf in 2017)

- Windlocatie in gebruik
- Windlocatie in aanbouw
- Indicatief nettracé
- 12 mijlszone (22,2 km)
- Aanwijzing gebied in procedure
- Aangewezen gebied
- Aangewezen gebied, nog niet in ontwikkeling
- standaard offshore platform 700 MW
- indicatieve aanduiding bestaand windpark (zie ook blz. 76)

OT BRITANNIË

Hollandse Kust Noord (700 MW, tender 2019/realisatie 2023)

Offshore Windpark, Egmond aan Zee (108 MW, Nuon/Shell)

Windpark Luchterduinen, Noordwijk (130 MW, Eneco/Mitsubishi)

Prinses Amalia Windpark, IJmuiden (120 MW, Eneco)

Hollandse Kust Zuid (700 MW, tender 2017/realisatie 2021)

Hollandse Kust Zuid (700 MW, tender 2018/realisatie 2022)

NEDERLAND

Borssele (700 MW, tender 2016/realisatie 2020)

Borssele (700 MW, realisatie 2019 door Dong)

BELGIË

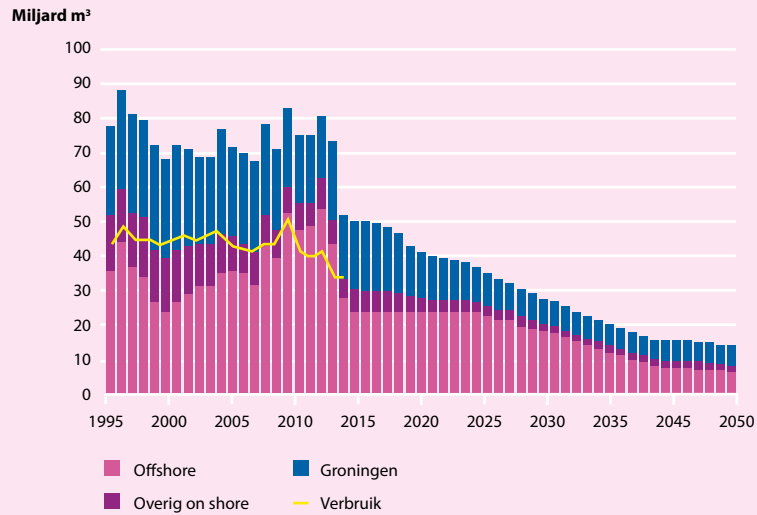


## Gaswinning met de hand aan de kraan

Vanwege de aardbevingen door de gaswinning in Groningen is de productie teruggeschroefd tot 24 miljard m<sup>3</sup> in 2016. In de huidige concept-winningsplannen blijft de productie de komende jaren 24 miljard m<sup>3</sup> per jaar. De winning uit andere velden op land en onder zee loopt terug door geleidelijke uitputting. Als het Nederlandse gasverbruik gelijk zou blijven moet er vanaf 2025 per saldo gas worden geïmporteerd. Besparing op het gasverbruik kan dat moment uitstellen.

Bron: TNO, NAM, Ministerie van Economische Zaken

## Ontwikkeling van de gaswinning en het historisch verbruik



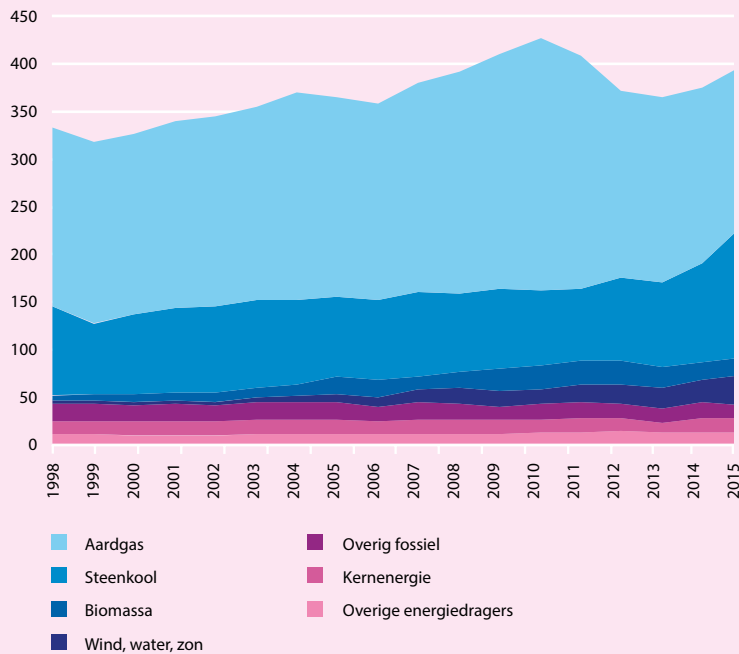


## Aandeel aardgas in elektriciteitsproductie daalt, aandeel steenkool stijgt

Aardgas neemt nog steeds een belangrijke plaats in bij elektriciteitsproductie in Nederland. Dat geldt zowel voor centrales als voor decentrale productie. In de vorige eeuw zijn veel warmtekrachtkoppelingsinstallaties (WKK) gerealiseerd, vooral bij de industrie. Warmtekrachtkoppeling produceerde tot 2009 steeds meer elektriciteit ten opzichte van warmte, en is flexibeler geworden. Daarmee kan beter worden ingespeeld op marktomstandigheden. Door de gestegen aardgasprijs, de lage kolenprijs, lage prijzen voor emissierechten en goedkope import van hernieuwbare elektriciteit uit Duitsland is de inzet van gas voor elektriciteitsproductie vanaf 2010 afgenomen. Ook het aandeel elektriciteit dat door WKK wordt geproduceerd is weer afgenomen ten opzichte van het aandeel warmte. Recenter zijn er voornamelijk efficiënte gascentrales bijgekomen, maar ook drie kolencentrales. De toename van de kolencapaciteit is duidelijk terug te zien in de brandstofmix. Deze toename is naar verwachting tijdelijk. In 2016 en 2017 worden vijf kolencentrales gesloten.

Bron: CBS

### Productie van elektriciteit per energiedrager

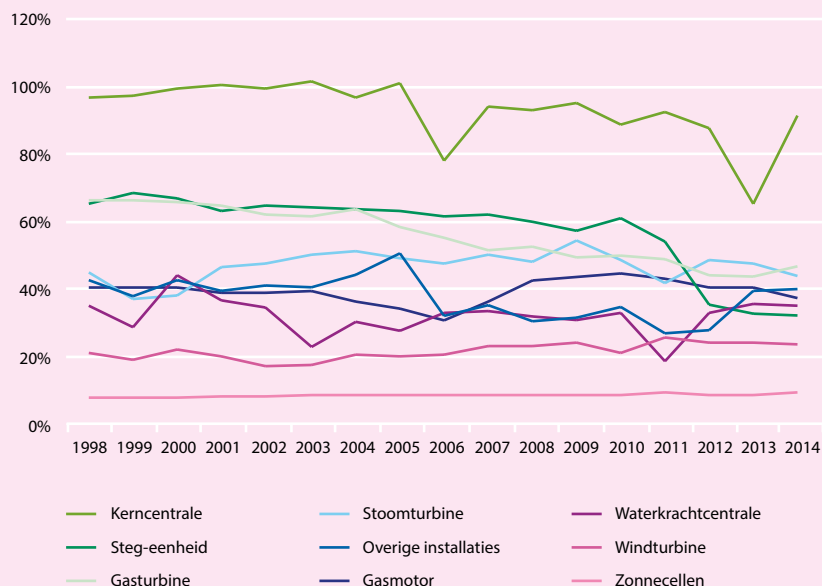


## Ontwikkeling vollasturen elektriciteitsproductie

Het percentage vollasturen geeft aan hoeveel elektriciteit is opgewekt ten opzichte van de theoretisch maximaal mogelijke hoeveelheid bij continu op vol vermogen produceren. De daling van de inzet van aardgas bij elektriciteitsopwekking is duidelijk terug te zien in de vollasturen per opwektechniek. De inzet van STEGs (Stoom- en Gascentrales met zowel een gas- als een stoomturbine), die een hoog rendement hebben, daalde van 60% in 2010 naar 31% in 2014. Ook de vollasturen van gasturbines daalden. Kolencentrales vallen onder de categorie stoomturbines, maar daar zitten ook gascentrales bij waardoor er geen duidelijke stijging zichtbaar wordt maar het niveau ongeveer gelijk blijft. Verder vallen de hoge vollasturen van de kerncentrale in Borssele op, en het feit dat de productie soms net boven de 100% uitkomt. De dip in 2006 valt samen met het hogere aantal technische storingen in dat jaar. In 2013 was de centrale een tijd niet in bedrijf wegens onderhoud en splijtstofwissel. De vollasturen van windturbines stegen geleidelijk naar rond de 23%. Zonnecellen leverden in Nederland ruim 8% van hun theoretisch maximum. Zonnecellen worden beperkt door hoe lang het licht is per dag en het weer. Ook zijn niet alle panelen optimaal georiënteerd ten opzichte van de zon.

Bron: CBS

## Ontwikkeling vollasturen elektriciteitsproductie

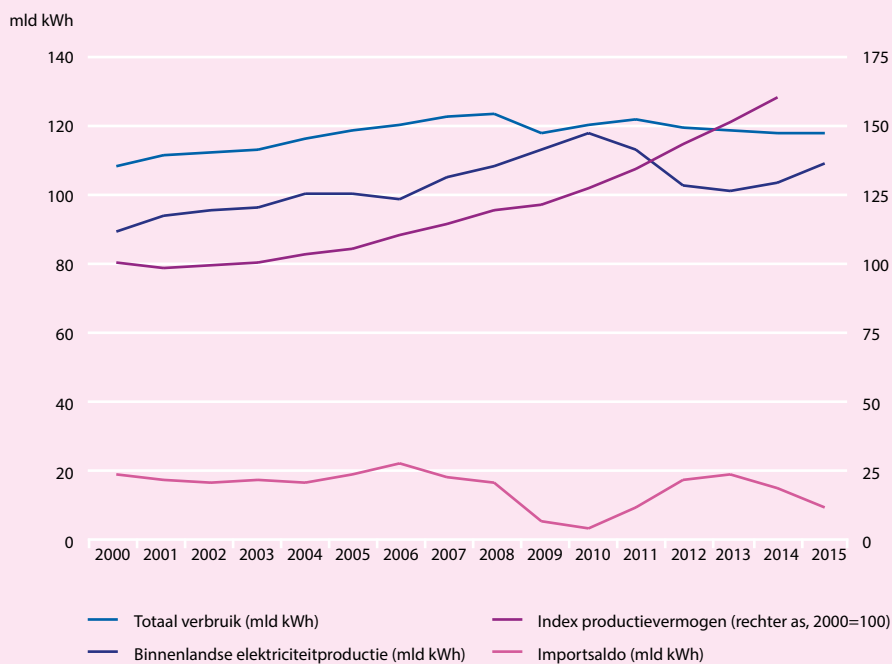


## Meer productievermogen, minder productie

Tot 2010 groeide het opgesteld vermogen voor elektriciteitsproductie ongeveer net zo snel als de daadwerkelijke totale productie van elektriciteit in Nederland. Deze groei was groter dan de groei van het binnenlandse verbruik; het importsaldo daalde in 2010 bijna tot 0. Na 2010 bleven er in hoog tempo centrales bijkomen terwijl het verbruik op een lager niveau stabiliseerde, als gevolg van de economische teruggang. Het gevolg is overcapaciteit. Het aanbod van goedkope elektriciteit uit Duitsland door een overschot aan hernieuwbare elektriciteit uit zon en wind heeft de overcapaciteit nog vergroot. De Nederlandse centrales produceren daardoor een kleiner deel van het binnenlands verbruik. De laatste twee jaar is de productie wel weer wat toegenomen en is het importsaldo afgenomen.

Bron: CBS

## Ontwikkeling productie en productievermogen



# DE PRODUCTIELOCATIES VAN NEDERLAND

In deze kaart zijn de elektriciteitscentrales en windparken weergegeven met een elektrisch vermogen van meer dan 60 MW. Ook nieuwbouwprojecten in aanbouw zijn aangegeven, inclusief het verwachte jaar van inbedrijfname.



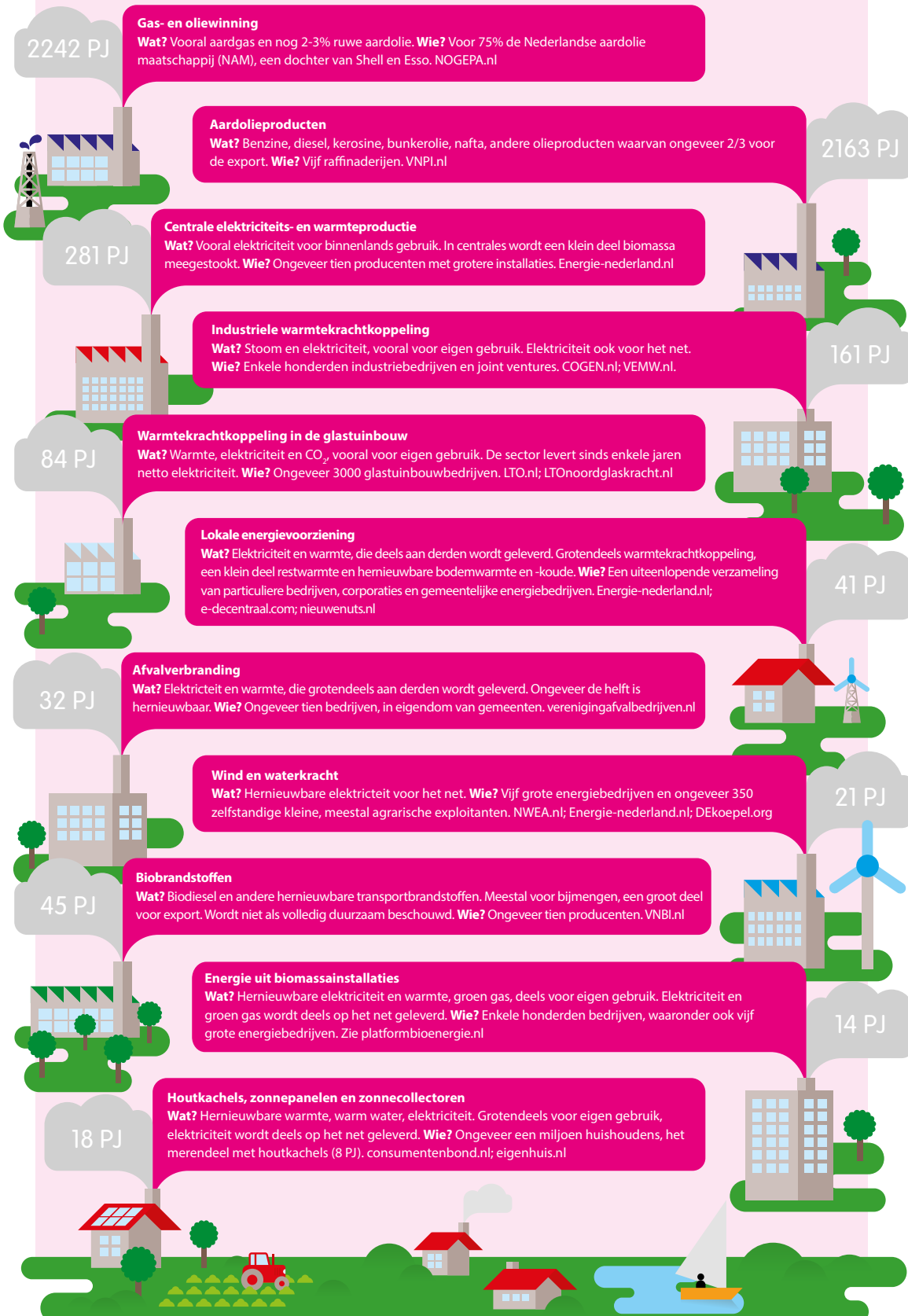
- Wind
- Gas
- Kolen
- Biomassa
- Uranium
- Afval

- 1** Langere tijd (1\* = gedeeltelijk) buiten bedrijf gesteld
- 2** Deze centrales voldoen niet aan milieueisen die gelden per 1 juli 2017, sluiting wordt verwacht

## "De" energiesector bestaat niet

De energieproducenten in Nederland zijn een bonte verzameling van grote en zeer kleine bedrijven, met heel verschillende producten en belangen. De schaalverschillen zijn enorm: tussen de productie door een groot energiebedrijf en een huishouden met zonnepanelen zit een factor 10 miljoen. Ook de mate waarin de productie hernieuwbaar is verschilt sterk.

Bron: CBS, cijfers voor 2014



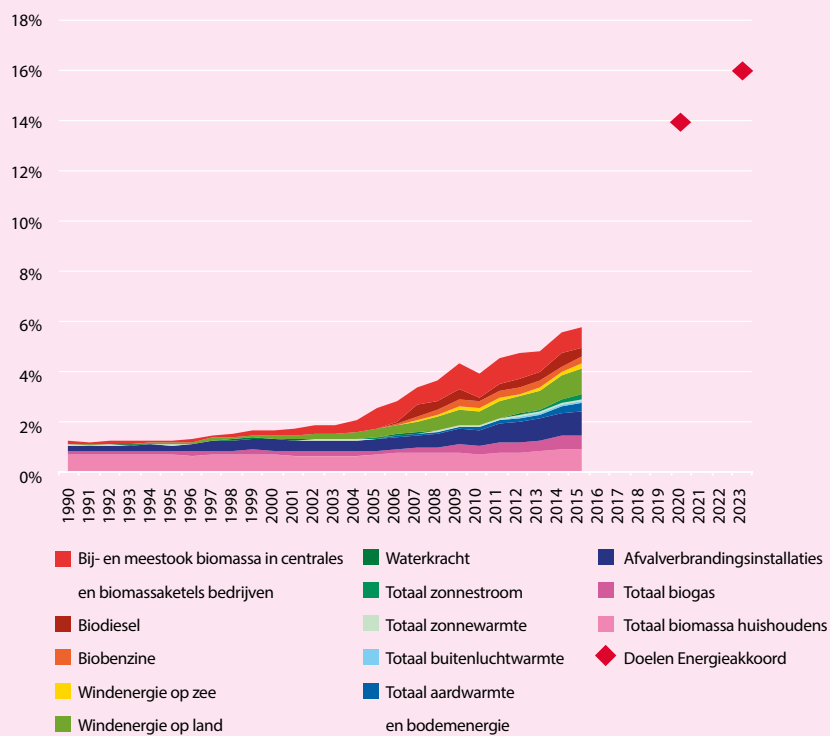
De hoeveelheden zijn uitgedrukt in Petajoule finale energie.

## Verduurzaming van de energievoorziening: elektriciteit loopt voorop

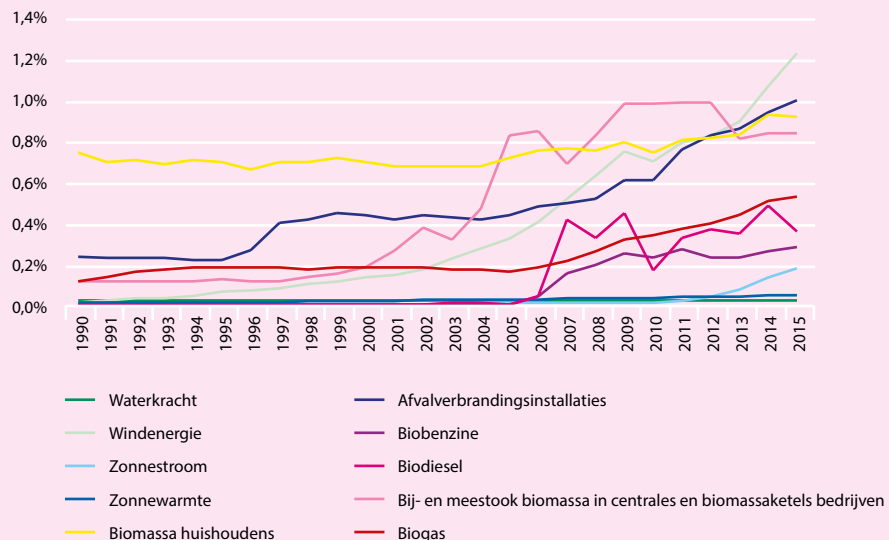
Het aandeel hernieuwbare energie in de elektriciteitsopwekking neemt gestaag toe, en bedroeg in 2015 11% van het verbruik. Ook het energiegebruik voor warmte, transport en materialenproductie kan worden verduurzaamd. Omdat de vraag naar elektriciteit ongeveer een vijfde van de totale energievraag bedraagt en de overige energievraag maar voor een klein deel duurzaam wordt opgewekt, komt het totale aandeel van hernieuwbare energie in Nederland uit op een lager aandeel van 5,8% in 2015. Naast elektriciteitsopwekking zijn de belangrijkste hernieuwbare toepassingen biobrandstoffen in transport en houtkachels bij huishoudens en bedrijven. Voor andere, meer innovatieve toepassingen is er nog een langere weg te gaan. Om 14% hernieuwbare energie in 2020 te realiseren is naar verwachting 35% duurzame productie van elektriciteit nodig.

Bron: CBS

## Aandeel hernieuwbare energie uitgesplitst naar type



## Aandelen hernieuwbare energie per opwektype

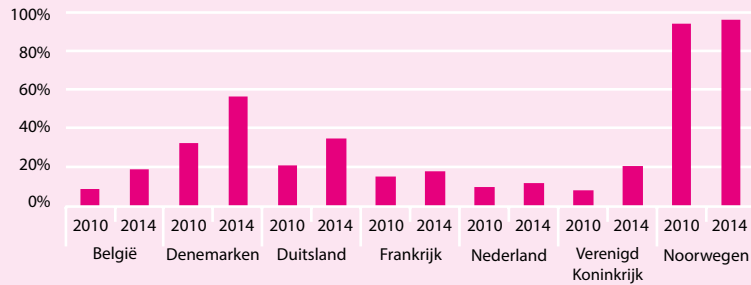


## Het aandeel hernieuwbare elektriciteit is in Nederland nog laag

Zowel het aandeel hernieuwbare energie als hernieuwbare elektriciteit is in Nederland bescheiden ten opzichte van buurlanden; dit komt onder meer door de beperkte mogelijkheden voor waterkracht in Nederland. Ook is het energieverbruik hoog vergeleken met het beschikbare landoppervlak. Voor biomassa en windenergie is de situatie in Nederland relatief gunstig.

Bron: Eurostat

### Aandeel hernieuwbare elektriciteit

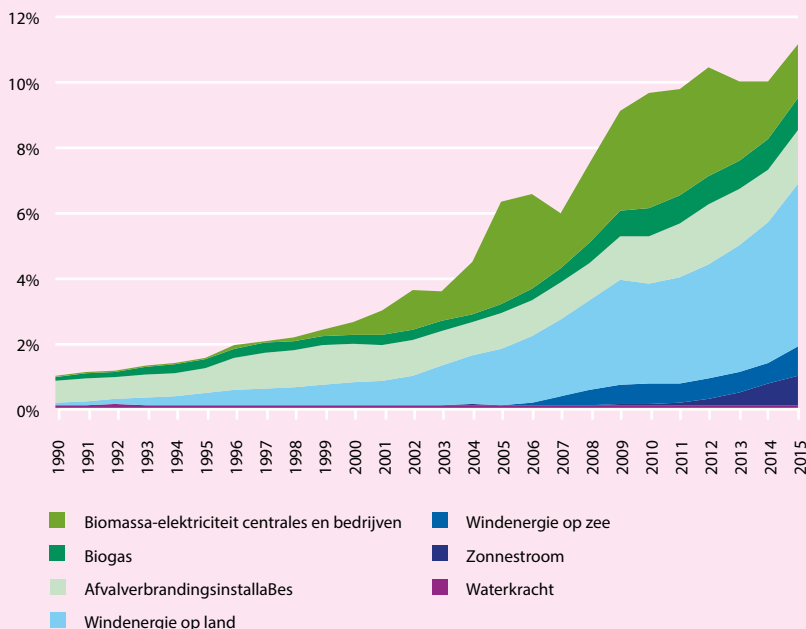


## Groei hernieuwbare elektriciteit uit variabele bronnen zet door

De laatste paar jaar is de productie van hernieuwbare elektriciteit minder sterk gegroeid. Dit was het gevolg van een terugvallende bijdrage van bij- en meestook van biomassa in centrales; de groei van elektriciteit uit wind en zon zet door. De groei van de productie van hernieuwbare elektriciteit is sterk afhankelijk van het stimuleringsbeleid. Daarnaast zijn er beperkingen in de mogelijkheden voor het uitbreiden van de productiecapaciteit. Bij windenergie zijn de beschikbare locaties op land een beperkende factor. Het bijstoken van biomassa in centrales kan niet onbeperkt. Ook zijn biomassa en afval niet onbeperkt beschikbaar. Toch zijn er nog voldoende uitbreidingsmogelijkheden om verdere groei mogelijk te maken. De beschikbare subsidie en eisen aan de duurzaamheid van biomassa zijn de oorzaak van het uitblijven van verdere groei ervan en zelfs een afname ten opzichte van 2012. Die afname is de verklaring van het dalende aandeel hernieuwbare elektriciteit in 2013. Zelf elektriciteit opwekken met zonnepanelen is in veel gevallen interessant voor huishoudens. De elektriciteitsproductie daarvan was lange tijd beperkt, maar neemt vanaf 2011 snel toe tot 0,93% in 2015.

Bron: CBS

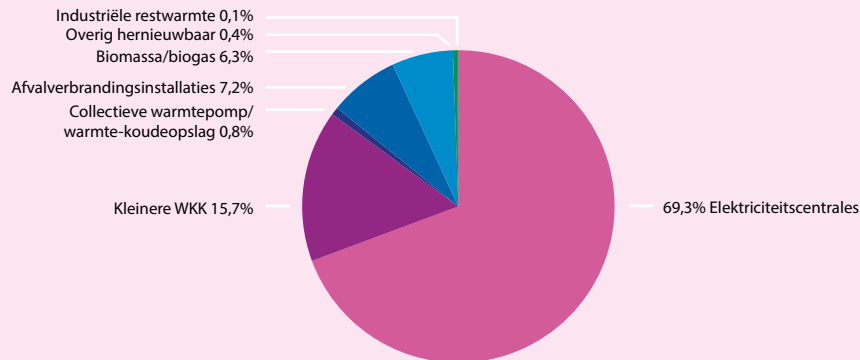
### Hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland als percentage van het totaal elektriciteitsverbruik



## De herkomst van geleverde warmte

Meer dan twee derde van de warmte die door stadsverwarmingsnetten wordt geleverd is afkomstig van elektriciteitscentrales. Meestal zijn dat centrales op aardgas. Maar ook de Amercentrale, die wordt gestookt met kolen en biomassa, levert warmte. Een zesde is afkomstig van kleinere warmtekrachtcentrales, en ook afvalverbrandingsinstallaties en de verbranding van biomassa leveren een flinke bijdrage. De overige bronnen zijn klein. Geothermie leverde in 2013 geen warmte aan huishoudens.

### De herkomst van warmte geleverd voor stadsverwarming in 2013

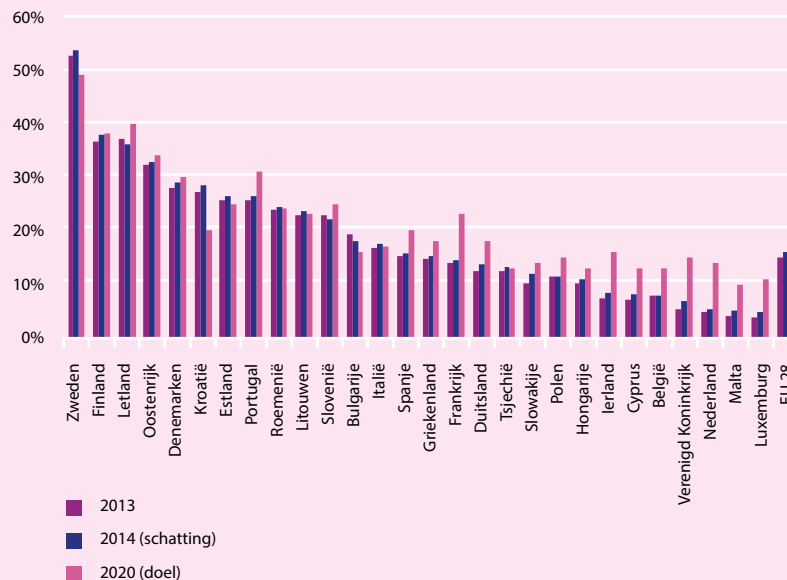


## Nederland heeft nog een inhaalslag te maken

Nederland staat onderin het lijstje met aandelen hernieuwbare energie per EU-lidstaat. In 2014 was het aandeel in Nederland 5,5%, alleen Malta en Luxemburg hadden een lager aandeel. Niet elk land heeft echter hetzelfde doel voor 2020, omdat er rekening is gehouden met verschillende omstandigheden in de verschillende landen. Nederland heeft in vergelijking een klein oppervlak, een hoog energiegebruik en zeer beperkte mogelijkheden voor waterkracht. Voor de EU als geheel is het doel 20% in 2020, maar voor Nederland is het 14%. Evenals Malta (10%) en Luxemburg (11%) hebben ook Tsjechië, Hongarije, Cyprus en België (allen 13%) een lagere doelstelling dan Nederland voor 2020. Negen landen hebben hun doelstelling voor 2020 inmiddels gerealiseerd. Nederland, Luxemburg en het Verenigd Koninkrijk zijn de landen die na 2014 nog meer dan de helft van hun doel moeten realiseren.

Bron: EurObserv'ER

### Aandelen hernieuwbare energie van EU-lidstaten





## Groei windenergie trekt aan

In de periode 1995 - 2015 is het windvermogen in Nederland toegenomen van 250 MW naar 3031 MW, een gemiddelde groei van 13% per jaar. In de periode 2001 - 2008 was het gemiddelde groeitempo met 22% per jaar het hoogst. Het potentieel voor windenergie in Nederland is nog niet uitgeput. Het Energieakkoord voor duurzame groei mikt op 6000 MW op land in 2020 en 4450 MW op zee in 2023. De provincie met het meeste windvermogen is Flevoland (1040 MW in 2015), gevolgd door Groningen (444 MW in 2015). In Groningen is het vermogen aan windenergie enorm toegenomen in de periode vanaf 2005 toen er nog maar 85 MW stond. Groningen, Friesland en Flevoland hebben vanaf 1995 steeds meer dan de helft geleverd van het totale windvermogen. De westelijke kustprovincies hebben tussen 30% en 40% bijgedragen. De bijdrage van de overige provincies is klein gebleven. Voor de Hollandse kust staat inmiddels 358 MW wind op zee.

### Groei van het opgesteld vermogen van windparken per provincie

#### 1995

NL: 250 MW

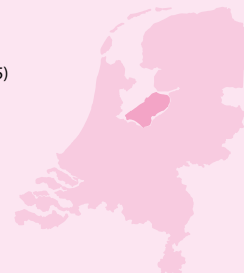
FL: 37 MW (15%)



#### 2000

NL: 447 MW (+12% p.j. vanaf 1995)

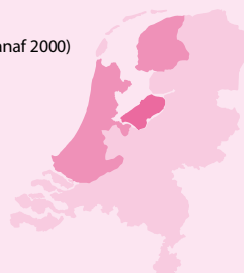
FL: 137 MW (31%)



#### 2005

NL: 1224 MW (+22% p.j. vanaf 2000)

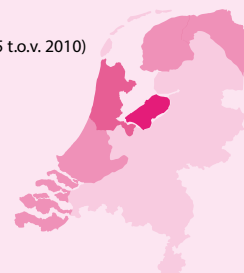
FL: 493 MW (40%)



#### 2015

NL: 3031 MW (+9% p.j. vanaf 2010 t.o.v. 2010)

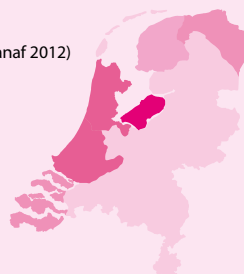
FL: 1040 MW (34%)



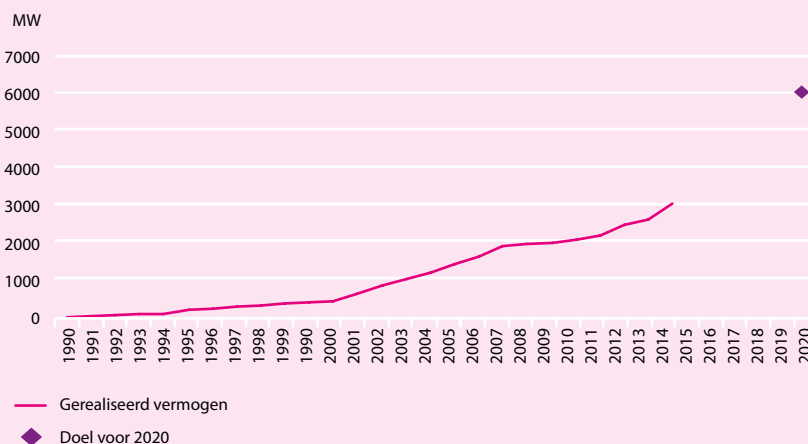
#### 2020

NL: 6001 MW (+13% p.j. vanaf 2012)

FL: 1390,5 MW (23%)



### Groei van het opgesteld vermogen wind op land



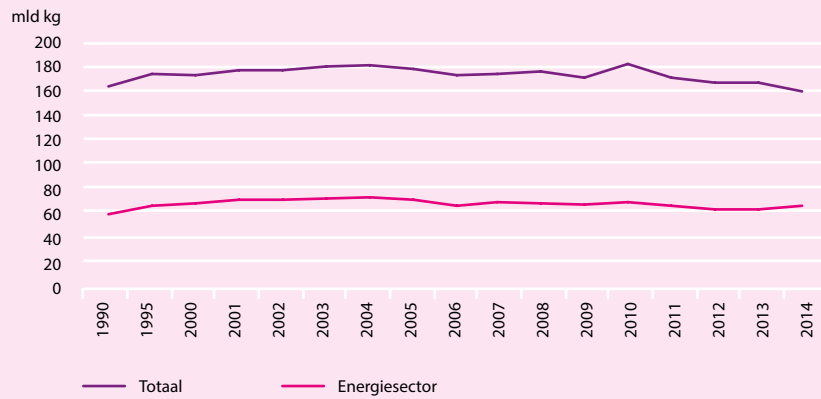
## CO<sub>2</sub>-uitstoot energiesector stabiel, luchtverontreiniging neemt af

Door efficiëntere en schonere productie-installaties is de energiesector erin geslaagd om de uitstoot van zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) aanzienlijk terug te dringen. De CO<sub>2</sub>-uitstoot hangt sterk samen met het gebruik van fossiele brandstoffen. Deze uitstoot groeit mee met de productie van elektriciteit en is ook afhankelijk van de gebruikte brandstof (gas heeft een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot per kWh dan kolen) en de efficiëntie van de centrale. De uitstoot kan evenwel alleen substantieel worden teruggedrongen door overschakeling op hernieuwbare bronnen, CO<sub>2</sub>-opslag of inzet van meer kernenergie.

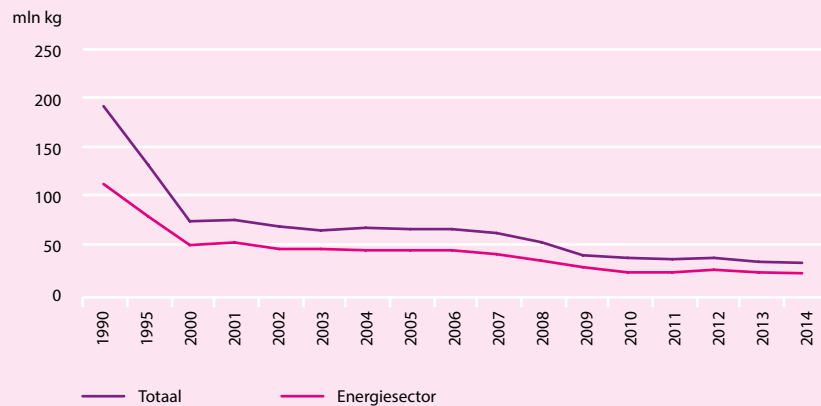
Bron: CBS

### Emissies energiesector

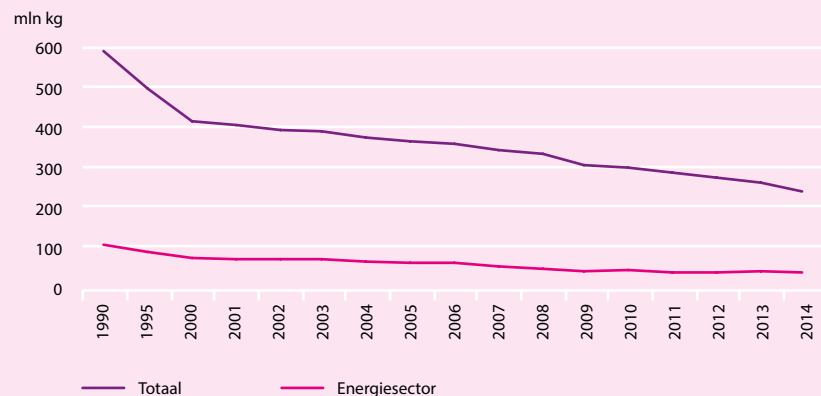
#### Uitstoot CO<sub>2</sub>



#### Uitstoot SO<sub>2</sub>



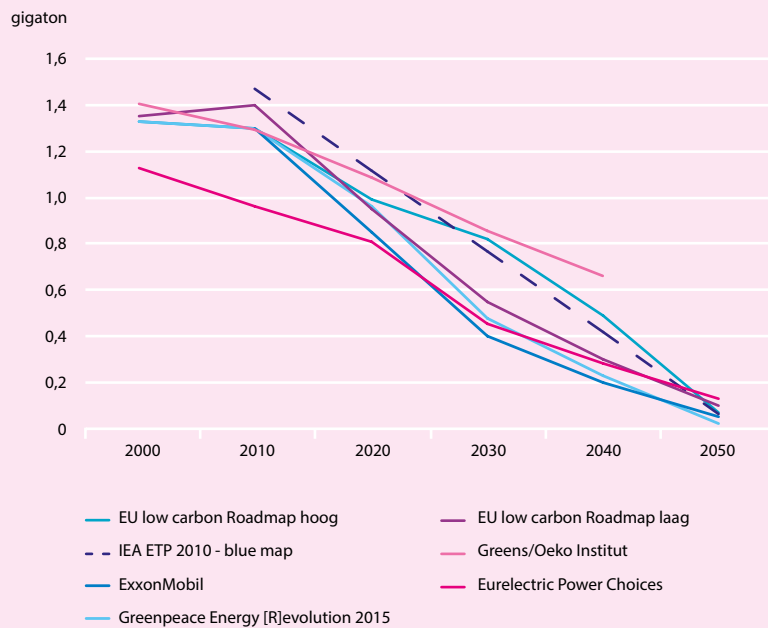
#### Uitstoot NO<sub>x</sub>



## Elektriciteitsproducenten gaan de CO<sub>2</sub>-uitstoot sterk verminderen

Zowel energiebedrijven als maatschappelijke organisaties en overheden maken langetermijnsenario's. De toekomstige elektriciteitsproductie in Europa is in veel studies verkend. Vrijwel alle studies achten het mogelijk dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot drastisch wordt verlaagd. Er is dus weinig twijfel dat in de elektriciteitsproductie grote veranderingen gaan plaatsvinden. Vergeleken met transport, industrie of de gebouwde omgeving zijn voor vermindering van uitstoot in de elektriciteitssector relatief veel bewezen technieken beschikbaar. Voor het halen van klimaatdoelen ligt het daarom voor de hand een groter beroep op de elektriciteitssector te doen dan op andere sectoren.

### Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-uitstoot in de EU volgens diverse scenario's



## Afvangen en opslaan van CO<sub>2</sub> komt nog niet van de grond

Om klimaatverandering te beperken is het voorkomen van CO<sub>2</sub>-uitstoot de beste benadering, maar dat is niet altijd goed mogelijk. In dat geval is Carbon Capture and Storage (CCS), het afvangen en opslaan van CO<sub>2</sub>, een mogelijke oplossing. Circa een derde van de uitgestoten CO<sub>2</sub> zou afgevangen en opgeslagen kunnen worden. Afvangen van CO<sub>2</sub> kan bij grote, geconcentreerde uitstootplekken zoals elektriciteitscentrales, maar ook bij raffinaderijen, staal-, cement- en ammoniakfabrieken. Daarmee wordt voorkomen dat het gas in de atmosfeer komt en bijdraagt aan het broeikaseffect.

Zowel onder land als onder de zee is er veel opslagcapaciteit. CO<sub>2</sub> kan worden opgeslagen in lege olie- of gasvelden, in kolenlagen of in diepe, watervoerende aardlagen (aquifers). De technologie van CCS is nog in ontwikkelingsfase. Wereldwijd zijn er verschillende demonstratie- en onderzoeksprojecten naar CCS. Commerciële toepassing is er nauwelijks. De grootste toepassing is die voor 'enhanced oil & gas recovery', waarbij afgevangen CO<sub>2</sub> in olie- en gasvelden wordt gepompt om de productie te vergroten.

In Europa ontbreekt de financiële prikkel om CO<sub>2</sub> op te slaan vanwege de lage CO<sub>2</sub>-prijs ten opzichte van de hoge en onzekere kosten voor CCS. CCS kan echter een belangrijke bijdrage leveren om de Europese doelen voor 2050 van 80% - 95% CO<sub>2</sub>-emissiereductie ten opzichte van 1990 te behalen. In veel processen kan CO<sub>2</sub>-uitstoot vermeden worden, maar er zijn ook processen waarbij er nog geen rendabele vervangende technologieën in beeld zijn. Kostenreductie, een hogere CO<sub>2</sub>-prijs en meer zekerheid over de gevolgen van de opslag van CO<sub>2</sub> zijn belangrijk om CCS op grote schaal toe te kunnen passen.

Enkele geplande projecten waarbij CO<sub>2</sub> onder land zou worden opgeslagen zijn in de afgelopen jaren gestuit op publieke weerstand en daardoor niet doorggegaan. In 2011 heeft de Nederlandse regering besloten de opslag van CO<sub>2</sub> onder land voorlopig ook niet toe te staan. Ook in ons omringende landen wordt vanwege de publieke opvattingen vooral opslag van CO<sub>2</sub> onder zee overwogen.

Een belangrijk demonstratieproject in Nederland is het Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject (ROAD). ROAD is een initiatief van Uniper Benelux (voorheen E.ON Benelux) en ENGIE Energie Nederland (voorheen GDF SUEZ Energie Nederland) waar vanuit het Rijk 150 miljoen Euro en vanuit de EU 180 miljoen Euro voor is gereserveerd. Vanaf 2015 wilde ROAD circa 1,1 miljoen ton CO<sub>2</sub> per jaar gaan afvangen van één van de nieuwe kolencentrale op de Maasvlakte (de MPP3). Het gaat om 90% afvang van ongeveer een kwart van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de centrale. De CO<sub>2</sub> zal worden opslagen in uitgeputte gasreservoirs onder de Noordzee. De financiering van het project staat echter onder druk als gevolg van de lage CO<sub>2</sub>-prijs. De verwachting is nu dat de afvang niet eerder dan in 2019 zal beginnen.

*Bron: road2020.nl, Global CCS Institute*

### Kosten van elektriciteitsopwekking zijn continu in beweging

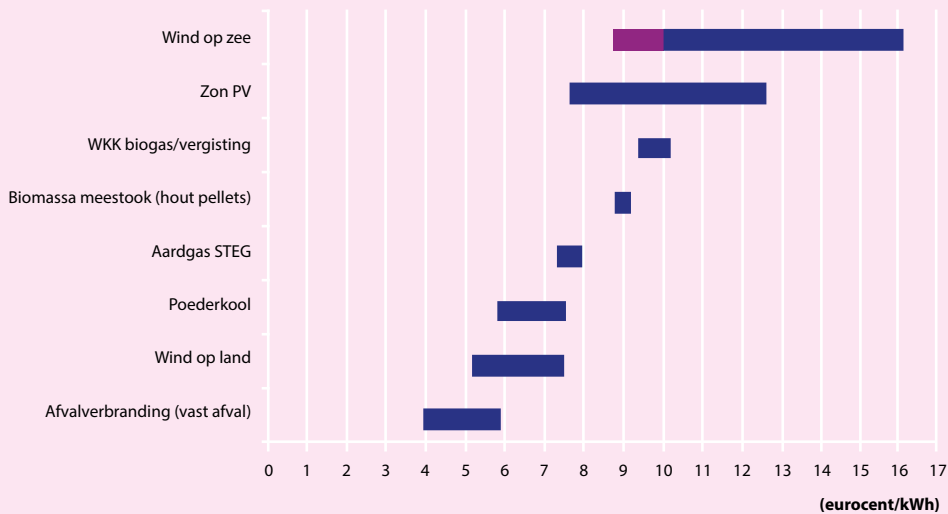
Voor een investeerder in elektriciteitsopwekking zijn de kosten van verschillende opwekmethoden onzeker. Grotere elektriciteitsproducenten hebben daarom een portfolio met verschillende technologieën. De investeringen zijn hoog en de levensduur van installaties is lang. De vergunningsprocedures en de bouwtijd zijn onzeker. Tijdens de exploitatie zijn er onzekerheden over de gas- en kolenprijzen en de invloed van energiebeleid. Vooral voor kolen- en gascentrales is de prijs van CO<sub>2</sub> uitstootrechten van invloed.

Door de economische recessie is de prijs van CO<sub>2</sub> uitstootrechten beduidend lager dan een aantal jaren geleden nog werd verwacht. Daardoor zijn kolencentrales in het voordeel ten opzichte van gascentrales. De gasprijzen zijn ook hoger dan verwacht. Bovendien is er meer concurrentie vanuit Duitsland vanwege de sterk toegenomen hernieuwbare opwekkingscapaciteit. De winstgevendheid van de Nederlandse gascentrales staat daardoor momenteel onder druk.

De kosten van elektriciteitsopwekking met zonnepanelen (PV) blijven dalen. De kostprijs per kWh voor een grotere installatie bedraagt inmiddels tussen de 7,5 en 12,5 cent. Ook de kostprijs voor wind op zee is gedaald: de prijs voor elektriciteit uit het Borssele windpark is inclusief verrekening van netwerkkosten 8,7 cent/kWh, de laagste tot nu voor elektriciteit uit wind op zee.

Bron: IEA, Ministerie van Economische Zaken (Wind op zee Borssele)

### Kosten voor grootschalige opwekking van elektriciteit



## Energiesoorten en energie-inhoud

Energiesoort	Toelichting	Energie-inhoud (GJ)
1 GJ	1 gigajoule (1 miljard joule)	1
1 PJ	1 petajoule	1.000.000
1 MWh	1 megawattuur (1.000 kilowattuur)	3,6
10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> gas (Groningen)	1.000 m <sup>3</sup> Gronings-aardgasequivalent bij een druk van 1,01325 bar en 0°C	35,17
10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> gas (Standaard)*	1.000 m <sup>3</sup> aardgas bij een druk van 1,01325 bar en 15°C (ISO-norm)	31,65
1 ton houtpellets	1.000 kg houtpellets biomassa	18
1 TSE	1.000 kg steenkolen-equivalent	24,5
1 TOE	1.000 kg olie-equivalent	42,7
1 m <sup>3</sup> benzine	1.000 liter benzine	33
1 m <sup>3</sup> diesel	1.000 liter dieselbenzine	35,7
1 m <sup>3</sup> LPG	1.000 liter LPG	24
1 m <sup>3</sup> motorbrandstof*	1.000 liter motorbrandstof, een gewogen gemiddelde van benzine, diesel en LPG	34,5

\*In Energietrends wordt bij het omrekenen naar GJ van deze waarde uitgegaan

## Voorvoegsels

<b>kilo (k)</b>	10 <sup>3</sup> = 1.000 (= duizend)
<b>mega (M)</b>	10 <sup>6</sup> = 1.000.000 (= miljoen)
<b>giga (G)</b>	10 <sup>9</sup> = 1.000.000.000 (= miljard)
<b>tera (T)</b>	10 <sup>12</sup> = 1.000.000.000.000
<b>peta (P)</b>	10 <sup>15</sup> = 1.000.000.000.000.000
<b>exa (E)</b>	10 <sup>18</sup> = 1.000.000.000.000.000.000

## Energieleveranciers met een vergunning voor levering kleinverbruik, 1 augustus 2016

Naam vergunninghouder	Website	Elektriciteit/Gas
Allure Energie B.V.	<a href="http://www.allure-energie.nl">www.allure-energie.nl</a>	-/-
Bergop Beheer B.V. (zonXnet)	<a href="http://www.zonxnet.nl">www.zonxnet.nl</a>	-/-
BudgetEnergie B.V.	<a href="http://www.budgetenergie.nl">www.budgetenergie.nl</a>	-/-
CEN B.V.	-	-/-
Chiriqui B.V.	<a href="http://www.chiriqui.nl">www.chiriqui.nl</a>	-/-
Coöperatieve Duurzame Energie Unie U.A.	<a href="http://www.duurzameenergieunie.nl">www.duurzameenergieunie.nl</a>	-/-
Coöperatieve vereniging NLD energie U.A.	<a href="http://www.noordelijklokaalduurzaam.nl">www.noordelijklokaalduurzaam.nl</a>	-/-
De Groene Stroomfabriek	<a href="http://www.degroenestroomfabriek.nl">www.degroenestroomfabriek.nl</a>	-/-
De Noordhollandse Energie Coöperatie	<a href="http://www.nhec.nl">www.nhec.nl</a>	-/-
De Vrije Energie Producent	<a href="http://www.devrijeenergieproducent.nl">www.devrijeenergieproducent.nl</a>	-/-
DELTA Comfort B.V.	<a href="http://www.delta.nl">www.delta.nl</a>	-/-
DGB Energie B.V.	<a href="http://www.dgbenergie.nl">www.dgbenergie.nl</a>	-/-
E.ON Benelux Levering B.V.	<a href="http://www.eon.nl">www.eon.nl</a>	-/-
Eneco Consumenten B.V.	<a href="http://www.eneco.nl">www.eneco.nl</a>	-/-
Eneco Zakelijk B.V.	<a href="http://www.eneco.nl">www.eneco.nl</a>	-/-
Energie der Nederlanden B.V. (Anode Energie)	<a href="http://www.anode.nl">www.anode.nl</a>	-/-

Naam vergunninghouder	Website	Elektriciteit/Gas
Energie:direct B.V.	www.energiesdirect.nl	•/•
ENGIE Energie Nederland N.V.	www.engie-energie.nl	•/•
ENGIE Nederland Retail B.V.	www.engie-energie.nl	•/•
ENGIE UnitedConsumers Energie B.V.	www.unitedconsumers.com/energie	•/•
Essent Energie Verkoop Nederland B.V.	www.essent.nl	•/•
Essent Retail Energie B.V.	www.essent.nl	•/•
FENOR B.V.	www.fenor.nl	•/•
Flexenergie B.V.	www.energieflex.nl	•/•
Gas Natural Europe	www.gasnaturalfenosa.nl	-/•
Gazprom Marketing & Trading Retail Ltd.	www.gazprom-mt.com	•/•
GP Groot energie B.V.	www.gpgrootenergie.nl	•/•
Greenfoot Energy B.V.	www.greenfoot.nl	•/•
Groene Energie Administratie B.V. (Greenchoice)	www.greenchoice.nl	•/•
Hezelaer Energy B.V.	www.hezelaer.nl	•/•
HLO Energie B.V. (Van Helder)	www.vanhelder.nl	•/•
Huismerk Energie N.V.	www.huismerkenergie.nl	•/•
HVC Energie B.V.	www.hvcgroep.nl	•/•
InEnergie Levering B.V.	www.inenergie.nl	•/•
Innova Energie B.V.	www.innovaenergie.nl	•/•
Kas Energie Nederland B.V.	www.kasenergie.nl	•/•
MAIN Energie B.V.	www.mainenergie.nl	•/•
N.V. Nuon Sales Nederland	www.nuon.nl	•/•
Naked Energy B.V.	www.naked-energy.nl	•/•
Nederlandse Energie Maatschappij B.V.	www.nle.nl	•/•
Nieuw Hollands Energiebedrijf B.V.	www.holland-energie.nl	•/•
NutsServices B.V.	www.nutsservices.nl	•/•
OXXIO Nederland B.V.	www.oxio.nl	•/•
Powerpeers B.V.	www.powerpeers.nl	•/•
Qurrent Nederland B.V.	www.qurrent.nl	•/•
Qwint B.V.	www.qwint.nl	•/•
Raedthuys Energie B.V.	www.raedthuys.nl	•/•
Robin Energie B.V.	www.robinenergie.nl	•/•
Scholt Energy Control B.V.	www.scholt.nl	•/•
SEPA Green Energy B.V.	www.sepagreen.nl	•/•
ServiceHouse B.V.	www.servicehouse.nl	•/•
Slim met Energie B.V. (NieuweStroom)	www.nieuwestroom.nl	•/•
Total Gas and Power Nederland	www.gas-power.total.nl	•/•
Vandebron Energie B.V.	www.vandebron.nl	•/•
Vrij Op Naam B.V.	www.vrijopnaam.nl	•/•

## Netbeheerders

Naam Netbeheerder	Website	Elektriciteit/Gas
Cogas Infra en Beheer B.V.	<a href="http://www.cogas.nl">www.cogas.nl</a>	•/•
Enduris B.V.	<a href="http://www.enduris.nl">www.enduris.nl</a>	•/•
Endinet	<a href="http://www.endinet.nl">www.endinet.nl</a>	•/•
Enexis B.V.	<a href="http://www.enexis.nl">www.enexis.nl</a>	•/•
Gasunie Transport Services	<a href="http://www.gasunietransportservices.nl">www.gasunietransportservices.nl</a>	-/•
Liander N.V.	<a href="http://www.liander.nl">www.liander.nl</a>	•/•
Rendo Netbeheer B.V.	<a href="http://www.rendo.nl">www.rendo.nl</a>	•/•
Stedin B.V.	<a href="http://www.stedin.net">www.stedin.net</a>	•/•
TenneT TSO B.V.	<a href="http://www.tennet.eu">www.tennet.eu</a>	•/-
Westland Infra Netbeheer B.V.	<a href="http://www.westlandinfra.nl">www.westlandinfra.nl</a>	•/•
Zebra Gasnetwerk B.V.	<a href="http://www.zebragasnetwerk.nl">www.zebragasnetwerk.nl</a>	-/•

## Productiebedrijven

Naam productiebedrijf	Website
AEB	<a href="http://www.aebamsterdam.nl">www.aebamsterdam.nl</a>
Akzo Nobel	<a href="http://www.akzonobel.com">www.akzonobel.com</a>
AVR	<a href="http://www.avr.nl">www.avr.nl</a>
Delta	<a href="http://www.delta.nl">www.delta.nl</a>
Elsta	<a href="http://www.elstacogen.nl">www.elstacogen.nl</a>
Eneco	<a href="http://www.eneco.nl">www.eneco.nl</a>
Enecogen*	<a href="http://www.enecogen.nl">www.enecogen.nl</a>
Engie	<a href="http://www.engie-energie.nl">www.engie-energie.nl</a>
EPZ	<a href="http://www.epz.nl">www.epz.nl</a>
Essent	<a href="http://www.essent.nl">www.essent.nl</a>
Gemini Windpark*	<a href="http://www.geminiwindpark.nl">www.geminiwindpark.nl</a>
HVC Energie	<a href="http://www.hvcgroep.nl">www.hvcgroep.nl</a>
Koepel Windpark Noordoost Polder*	<a href="http://www.windkoepelnop.nl">www.windkoepelnop.nl</a>
Nuon	<a href="http://www.nuon.nl">www.nuon.nl</a>
Offshore Windpark Egmond aan Zee*	<a href="http://www.noordzeewind.nl">www.noordzeewind.nl</a>
PerGen*	<a href="http://www.pergen.nl">www.pergen.nl</a>
Sloecentrale*	<a href="http://www.sloecentrale.nl">www.sloecentrale.nl</a>
Uniper	<a href="http://benelux.uniper.energy">benelux.uniper.energy</a>
Windpark Kreekraksluis*	<a href="http://www.windparkkreekraksluis.nl">www.windparkkreekraksluis.nl</a>

\* samenwerkingsverband





Kijk voor meer informatie op:  
[www.energietrends.info](http://www.energietrends.info)



**Energietrends**

Energietrends is een gezamenlijke uitgave van ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland.

**Redactie**

Joost Gerdes – ECN

Sjoerd Marbus – Energie-Nederland

Martijn Boelhouwer – Netbeheer Nederland

**Stuurgroep**

Jamilja van der Meulen – ECN

Janine Verweij – Energie-Nederland

André Jurjus – Netbeheer Nederland

**Vormgeving en illustraties**

Aandagt Reclame & Marketing

**Reacties**

energietrends@ecn.nl

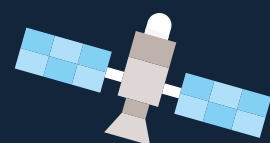
**Publicatienummer ECN**

**ECN-O--16-031.**

**september 2016**



© Informatie uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, elektronisch met bronvermelding van ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland. Dit boek is met zorg samengesteld. ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland aanvaarden echter geen aansprakelijkheid voor de gevolgen van eventueel in deze publicatie voorkomende onjuistheden.





Kijk voor meer informatie op:  
**[www.energietrends.info](http://www.energietrends.info)**