



Basisinformatie over energie-infrastructuur

Opgesteld voor de Regionale Energie Strategieën



Netbeheer
Nederland



gasunie
transport services

Tennet

liander

ENEXIS
NETBEHEER

STEDIN^{NET}

enduris

coteq
NETBEHEER

DUURZAAM DICTUM
RENDO
NETWERKEN

Westland
energy solutions

Elaadnl

© 24 MEI 2019 Dit is een publicatie van Netbeheer Nederland.

Disclaimer:

De gegevens zijn met grote zorg samengesteld. Desondanks kunnen we niet garanderen dat de informatie overal volledig, juist en actueel is. Aan de gegevens kunnen geen rechten worden ontleend.

Het is derden toegestaan de informatie uit dit document te gebruiken, op voorwaarde dat Netbeheer Nederland als bron wordt vermeld.

1. Inleiding en samenvatting

De overgang naar een hernieuwbare energievoorziening is in volle gang. Op steeds meer daken en in weilanden liggen zonnepanelen. Ook komen er op veel plaatsen windparken. Bovendien komt elektrisch vervoer sterk op: er rijden steeds meer elektrische auto's en bussen. En gemeenten spreken de ambitie uit om van het aardgas af te gaan en over te stappen naar duurzame alternatieven voor warmte.

Elektriciteit, gas en warmte van hernieuwbare bronnen hebben alle drie een rol in de toekomstige energievoorziening. Dat komt doordat ze allemaal unieke eigenschappen hebben. Met de juiste mix kan hierdoor een hernieuwbare energievoorziening ontstaan die betaalbaar en betrouwbaar blijft.

Onze elektriciteits- en gasnetten gaan door de energietransitie ingrijpend veranderen. Zo moet het elektriciteitsnet in hoog tempo fors uitgebreid worden. Het is belangrijk dat we deze uitbreidingen samen efficiënt en slim ontwerpen. We betalen immers allemaal mee aan de kosten ervan. Ook neemt elektriciteitsinfrastructuur fysieke ruimte in, waardoor de inpassing in een dichtbevolkt land als Nederland

een uitdaging kan zijn. Door samen de noodzakelijke netuitbreidingen te ontwerpen, zorgen we voor een goede ruimtelijke inpassing. Met een optimale balans tussen maatschappelijk draagvlak, kosten en tempo van de uitbreidingen.

De energietransitie heeft ook grote gevolgen voor ons gasnet. In sommige wijken zal het gasnet verdwijnen, omdat we onze huizen op een andere manier gaan verwarmen en elektrisch gaan koken. Elders worden delen van het gasnet geschikt gemaakt voor duurzame gassen, zoals groen gas uit een vergistingsinstallatie. Ook lopen inmiddels diverse pilots met duurzame (groene) waterstof. Richting 2030 kunnen delen van het gasnet gebruikt gaan worden voor het transport van duurzame gassen.

Veranderingen in een regio staan niet op zichzelf, ze moeten op elkaar aansluiten. Dit vraagt om afstemming. Zoals over het transport van energie en de beschikbaarheid ervan over de dag en het jaar heen. De windkracht wisselt sterk en de zon schijnt niet altijd. Ook zijn er verschillen tussen regio's: niet elke regio produceert en verbruikt evenveel energie.

Hoe meer elektriciteit hernieuwbaar wordt geproduceerd, hoe groter de vraag naar opslag van energie wordt. Om dit landelijk goed te regelen, is regio-overstijgende afstemming nodig.

30 Nederlandse regio's gaan een [regionale energiestrategie \(RES\)](#) opstellen. Daarin staat welke maatregelen nodig zijn om de afspraken uit [het Klimaatakkoord](#) te realiseren. Door de grote veranderingen in de energie-infrastructuur is het belangrijk om de netbeheerders op tijd bij het opstellen van de RES te betrekken. Hun kennis over de energienetten helpt regio's om slimme keuzes te maken.

Waarom dit document?

Dit document legt uit hoe de energienetten werken en hoe ze veranderen door de energietransitie. In aanvulling op dit document is voor elke RES-regio een kort overzicht gemaakt met regiospecifieke kengetallen en kaarten met de elektriciteits- en/of gasnetten. Dit overzicht is op te vragen bij uw regionale netbeheerder.

Inhoudsopgave

Klik op de blauwe vlakken om snel naar een hoofdstuk te gaan

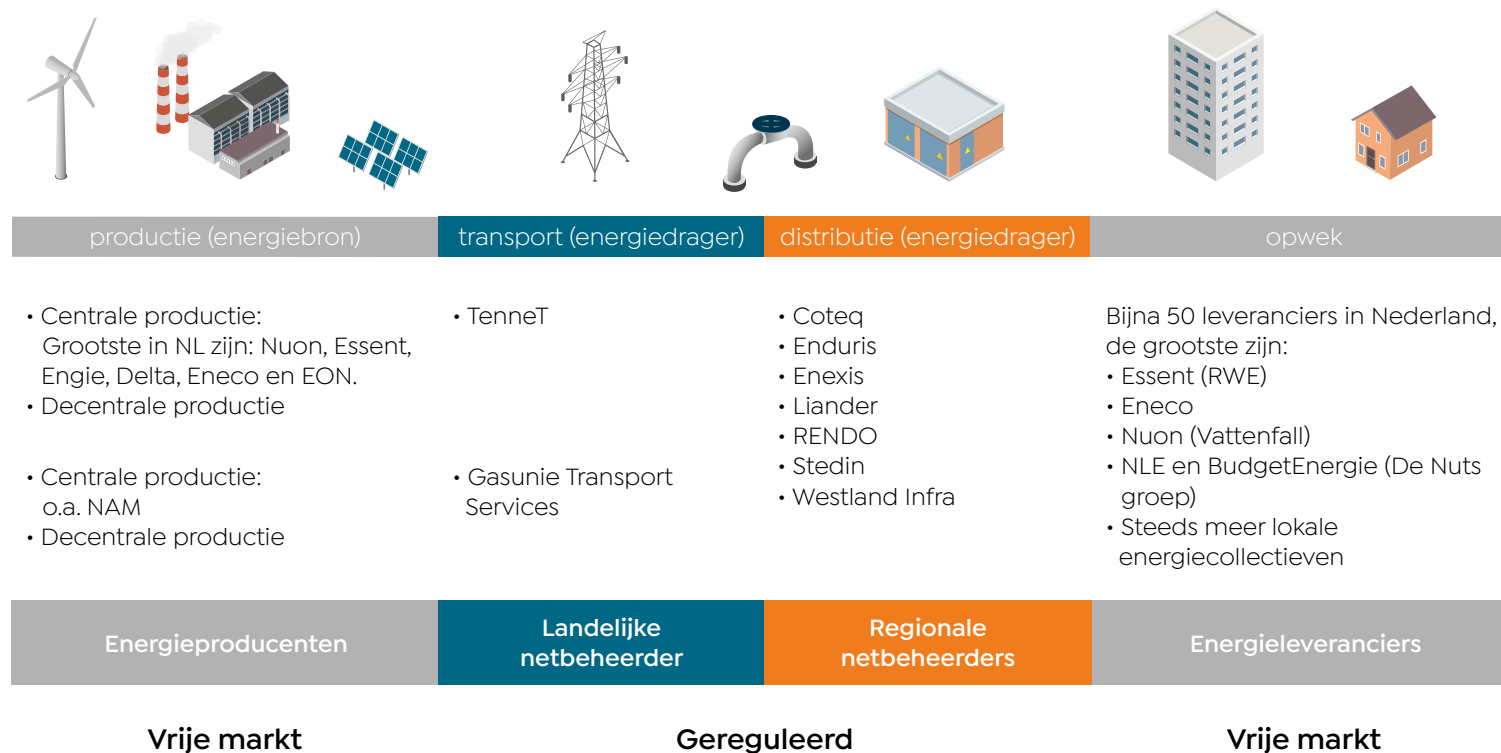




2

**Rollen in de
elektriciteits- en
gasmarkt**

2. Rollen in de elektriciteits- en gasmarkt



*Voor meer informatie over de Nederlandse elektriciteitsmarkt zie: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Nederlandseelektriciteitsmarkt>

Elektriciteits- en Gaswet

De Elektriciteitswet (1998) en Gaswet (2000) hebben de energiesector veranderd. Productie, handel en levering werden gescheiden van het beheer van de energienetten. Er kwamen landelijke netbeheerders voor gas (Gasunie) en elektriciteit (TenneT) en regionale netbeheerders voor lokale distributienetten. Consumenten mogen zelf hun energieleverancier kiezen.

Taken netbeheerder

Netbeheerders hebben publieke taken die in de wet zijn vastgelegd, waaronder:

- Het aansluiten van producenten en verbruikers op het elektriciteits- en gasnet en het transport voor hen uitvoeren. En zorgen voor non-discriminatoire toegang tot de netten, zodat de energiemarkt kan functioneren.
- Het beheren van de elektriciteits- en gasnetten met oog voor de veiligheid en het voorkomen van storingen en onderbrekingen (transportzekerheid).
- Op tijd en doelmatig (kostenefficiënt) investeren in uitbreidingen van het elektriciteits- en gasnet.
- Voor de landelijke netbeheerders: de taak om te zorgen voor de balans in het net (de balans tussen energievraag en -aanbod).

Netbeheerders werken in een gereguleerde markt. De Autoriteit Consument & Markt (ACM) houdt toezicht. De regionale netbeheerders werken allemaal in een eigen regio. Zij hebben binnen deze regio's geen concurrentie, omdat het te duur zou zijn om meerdere energienetten naast elkaar aan te leggen. Wel vergelijkt de ACM de prestaties van de netbeheerders, zodat netbeheerders efficiënt werken. Ook stelt de ACM maximumtarieven voor het transport van elektriciteit en gas vast.

Energietransitie verandert marktrollen

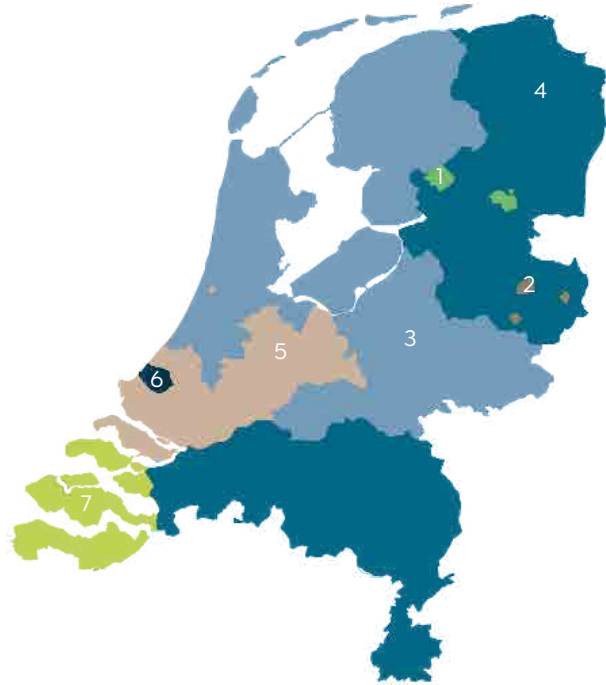
De energiemarkt verandert razendsnel door technische ontwikkelingen en de energietransitie. Dat biedt kansen voor innovatieve oplossingen waarbij marktrollen kunnen veranderen en nieuwe rollen kunnen ontstaan.

Een paar voorbeelden:

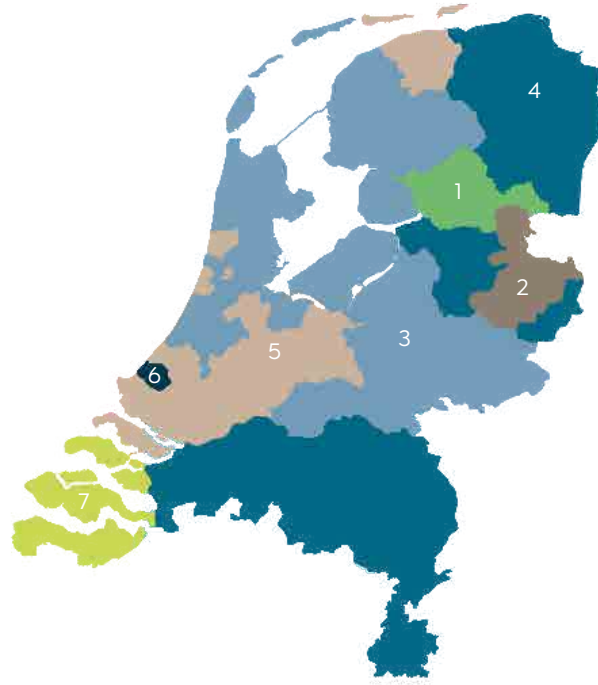
- Flexibiliteitsoplossingen die (grote) verschillen tussen elektriciteitsaanbod en -vraag kunnen opvangen. Denk aan datacentra, tuinders of zonneparken die op piekmomenten 'automatisch' (gestuurd) minder elektriciteit afnemen of opwekken. Partijen die deze flexibiliteitsoplossingen organiseren ('aggregators') zijn in opkomst.
- Er ontstaan kansen voor het (tijdelijk) opslaan van overtollige elektriciteit. Bijvoorbeeld uit windenergie. De markt voor energieopslag is volop in ontwikkeling.

Regio-indeling netbeheerders

Elektriciteit



Gas



- | | |
|------------|-------------------|
| 1. RENDO | 5. Stedin |
| 2. Coteq | 6. Westland Infra |
| 3. Liander | 7. Enduris |
| 4. Enexis | |



3

Introductie op elektriciteitsnetten

De historie van ons elektriciteitsnet

eind 19e eeuw

Installatiebedrijven ontwikkelen eerste kleine elektriciteitsnetten en -centrales voor openbare verlichting en fabrieken.



begin 20e eeuw



Gemeenten worden actief en elektriciteitsverbruik groeit snel.

Waar aan particuliere initiatieven leidt tot grote verschillen in tarieven en kwaliteit. De landelijke overheid grijpt in en er komen grote gemeentelijke en provinciale elektriciteitsbedrijven.



jaren '80 '90

Fusies gemeentelijke en provinciale elektriciteitsbedrijven.



20e en 21e eeuw

Sinds de jaren '90 neemt decentrale, hernieuwbare elektriciteitsproductie toe. Ook zijn energienetten internationaal steeds meer aan elkaar gekoppeld.



Het Nederlandse elektriciteitsnet

Het elektriciteitsnet transporteert elektriciteit uit een Nederlandse elektriciteitscentrale, hernieuwbare productie locatie of uit het buitenland naar de elektriciteitsaansluiting van een lokale eindgebruiker, zoals een huis of fabriek. Om dit mogelijk te maken, zijn alle elektriciteitsnetten op lokaal, regionaal en landelijk niveau met elkaar verbonden tot één gekoppeld elektriciteitsnet.

Hoe hoger het spanningsniveau van een stuk elektriciteitsnet, hoe groter het vermogen dat getransporteerd kan worden. De hoogspanningsnetten hebben daarom een transportfunctie en de laagspanningsnetten een distributiefunctie. Daar tussen zit een overgangsgebied met tussenspanning- en middenspanning.

Het elektriciteitsnet is zó ontworpen dat de gevolgen van een storing zo klein mogelijk zijn. Een storing kan bijvoorbeeld ontstaan door een defect in een kabel of station. Maar ook door een externe oorzaak, zoals schade aan een kabel door graafwerkzaamheden. Om stroomonderbrekingen door storingen te voorkomen, leggen de netbeheerders bepaalde onderdelen van het elektriciteitsnet dubbel aan. Dit noemen we 'redundantie'. Omdat het effect van een storing in een hoogspanningsnet groot kan zijn, worden hier vaker onderdelen dubbel aangelegd dan in de laagspanningsnetten. Mede hierdoor is het aantal storingen dat leidt tot een stroomonderbreking op hoogspanningsniveau veel kleiner dan op laagspanningsniveau. De mate van redundantie varieert dus per spanningsniveau en is het resultaat van een kosten-batenafweging.

Kerncijfers Nederlandse elektriciteitsnet



ruim 310.000 km kabel



ruim 8 miljoen eindgebruikers



huidig elektriciteitsverbruik: 120 miljard kWh
(=120 TWh) per jaar *

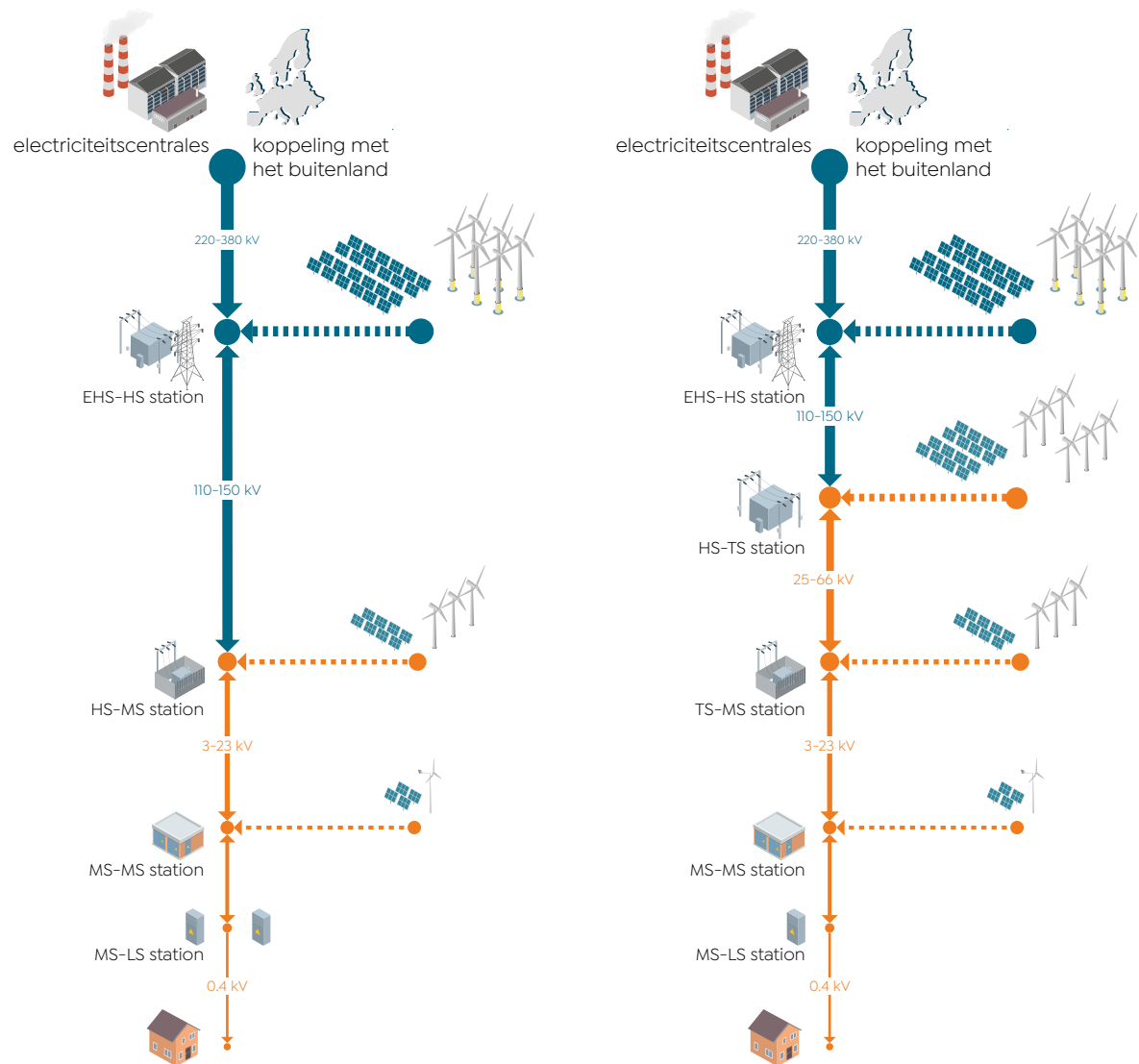
* <https://longreads.cbs.nl/trends18/economie/cijfers/energie/>

Wat wordt waar aangesloten?

Elektriciteit uit elektriciteitscentrales en het buitenland wordt via bovengrondse lijnen en ondergrondse kabels naar energie-afnemers getransporteerd. Op verschillende plekken in het net wordt elektriciteit omgezet naar lagere spanningsniveau's. Dit gebeurt in stations. Op sommige locaties in Nederland wordt elektriciteit op hoogspanning direct omgezet naar middenspanning (linker figuur). Op andere plekken zit er nog een spanningsniveau tussen, de zogenoemde tussenspanning (rechter figuur). Dit verschil is historisch ontstaan. Hernieuwbare elektriciteit uit zon of wind kan op al deze stations worden aangesloten.

* de toewijzing van windmolens en zonneweides aan de plaats in het net is indicatief

EHS = Extra Hoogspanning
HS = Hoogspanning
TS = Tussenspanning
MS = Middenspanning
LS = Laagspanning



Typen elektriciteitsstations

EHS-HS station (van 220-380 naar 110-150 kV)



Enkele per regio

Zon: >75 ha, >75 MW
Wind: x stuks van >3 MW

HS-MS station (van 110-150 naar 3-23 kV)



4-6 aan randen stad (HS-MS of TS-MS)

Zon: 4-49 ha, ong 4-49 MW
Wind: <4 stuks van 3 MW

MS-MS station (3-23kV)



20 voor de wijken in de stad

Zon: 1-3 ha, ong 1-3 MW
Wind: 1 stuk van <1 MW

HS-TS station (van 110-150 naar 25-66 kV)



Niet altijd aanwezig. Enkele meer dan EHS-HS station

Zon: 50-75 ha, ong 50-75 MW
Wind: <25 stuks van 3 MW

TS-MS station (van 25-66 naar 3-23 kV)



4-6 aan randen stad (HS-MS of TS-MS)

Zon: 4-49 ha, 4-49 MW
Wind: <4 stuks van 3 MW

MS-LS station (van 10-23 naar 0.4 kV)



500, meerdere per wijk




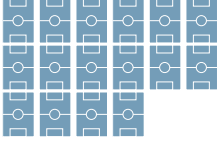






















gemiddeld aantal stations per regio



gemiddeld aantal stations in een doorsnee stad van 100.000 inwoners

* de toewijzing van windmolens en zonneweides aan de plaats in het net is indicatief





















Wat kost een station in ruimte, tijd en geld?

stations	ruimtebeslag	doorlooptijd	kosten in €, excl grond
EHS/HS station Vermogen: >500 MVA 	 40.000 - 100.000 m ²	 7 - 10 jaar	 > 100.000.000
HS/TS station Vermogen: 100-300 MVA 	 15.000 - 45.000 m ²	 5 - 7 jaar	 > 25.000.000
HS/MS station Vermogen: 100-300 MVA 	 15.000 - 40.000 m ²	 5 - 7 jaar	 > 25.000.000
TS/MS station Vermogen: 20-100 MVA 	 2.000 - 10.000 m ²	 2,5 - 5 jaar	 1.500.000 - 10.000.000
MS station Vermogen: 10-40 MVA 	 200 - 4.000 m ²	 2,5 - 3 jaar	 1.300.000 - 6.500.000
MS/LS station Vermogen: 0,2-1 MVA 	 10 - 35 m ²	 0,5 - 1 jaar	 35.000 - 250.000

Aandachtspunten bij de kengetallen

- Het aangegeven ruimtebeslag, de doorlooptijd en de kosten zijn indicatief en bedoeld voor de beeldvorming.
- Doorlooptijden geven een indicatie van de realisatietijd. Gemeenten en provincies kunnen hun procedures zo inrichten dat doorlooptijden korter of langer worden. Dat geldt ook voor vergunningen van derden, zoals Waterschappen, ProRail, etc. In het algemeen geldt dat in stedelijk gebied de doorlooptijden aanzienlijk langer zijn dan in landelijk gebied. Als er naast een nieuwe installatie ook nieuwe kabeltracés nodig zijn, dan kunnen doorlooptijden langer worden.
- Ook het aansluiten van een relatief klein project kan ertoe leiden dat op een andere plek (dieper) in het elektriciteitsnet aanpassingen moeten worden gedaan. Deze zijn niet meegenomen in de kengetallen.
- Investerings in elektriciteitsnetten worden verdeeld over iedereen met een aansluiting en worden via de periodieke tarieven betaald (vastrecht en transporttarief). Een deel van de aansluitkosten komt terecht bij de aanvrager. De kengetallen houden hier geen rekening mee; alleen de initiële investeringskosten in de elektriciteitsinfrastructuur worden genoemd.
- In het kader van veiligheid worden minimumafstanden gehanteerd tot installaties, lijnen en kabels. Lijnen, kabels en stations moeten daardoor vaak op een minimumafstand liggen van bijvoorbeeld woningen. Deze afstanden zijn niet meegenomen in dit overzicht.

Wat kost een verbinding in ruimte, tijd en geld?

verbindingen	tracébreedte	doorlooptijd	kosten in €/m
lijn EHS/HS 	 ± 100 m	 7 - 10 jaar	 5.000 - 10.000
kabelcircuit HS 	 ± 10 m	 5 - 7 jaar	 1.000 - 5.000
kabelcircuit TS 	 ± 10 m	 1 - 3 jaar	 300 - 1.000
kabelcircuit MS 	 1 - 10 m	 0,5 - 3 jaar	 100 - 400
kabelcircuit LS 	 ± 1 m	 0,5 - 1 jaar	 70 - 150

Aandachtspunten bij de kengetallen

- Het aangegeven ruimtebeslag, de doorlooptijd en de kosten zijn indicatief en bedoeld voor de beeldvorming.
- Doorlooptijden geven een indicatie van de realisatietijd. Gemeenten en provincies kunnen hun procedures zo inrichten dat doorlooptijden korter of langer worden. Dat geldt ook voor vergunningen van derden, zoals Waterschappen, ProRail, etc. In het algemeen geldt dat in stedelijk gebied de doorlooptijden aanzienlijk langer zijn dan in landelijk gebied. Als er naast een nieuwe installatie ook nieuwe kabeltracés nodig zijn, dan kunnen doorlooptijden langer worden.
- Ook het aansluiten van een relatief klein project kan ertoe leiden dat op een andere plek (dieper) in het elektriciteitsnet aanpassingen moeten worden gedaan. Deze zijn niet meegenomen in de kengetallen.
- Investerings in elektriciteitsnetten worden verdeeld over iedereen met een aansluiting en worden via de periodieke tarieven betaald (vastrecht en transporttarief). Een deel van de aansluitkosten komt terecht bij de aanvrager. De kengetallen houden hier geen rekening mee; alleen de initiële investeringskosten in de elektriciteitsinfrastructuur worden genoemd.
- In het kader van veiligheid worden minimumafstanden gehanteerd tot installaties, lijnen en kabels. Lijnen, kabels en stations moeten daardoor vaak op een minimumafstand liggen van bijvoorbeeld woningen. Deze afstanden zijn niet meegenomen in dit overzicht.

Gevolgen van de energietransitie

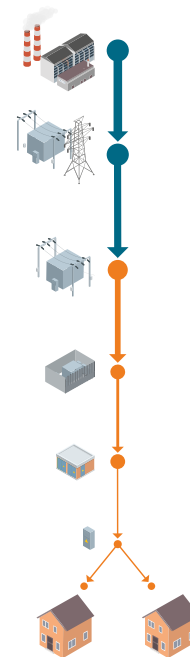
Van centrale naar steeds meer decentrale energieproductie.

Transport- en distributienetten zijn aangelegd om elektriciteit van grote, centrale productiecentrales te transporteren naar fabrieken en huishoudens. Door hernieuwbare productie verandert dit: elektriciteit kan nu ook op andere plekken in het net worden geproduceerd. De richting waarin elektriciteit wordt getransporteerd draait daardoor deels om.

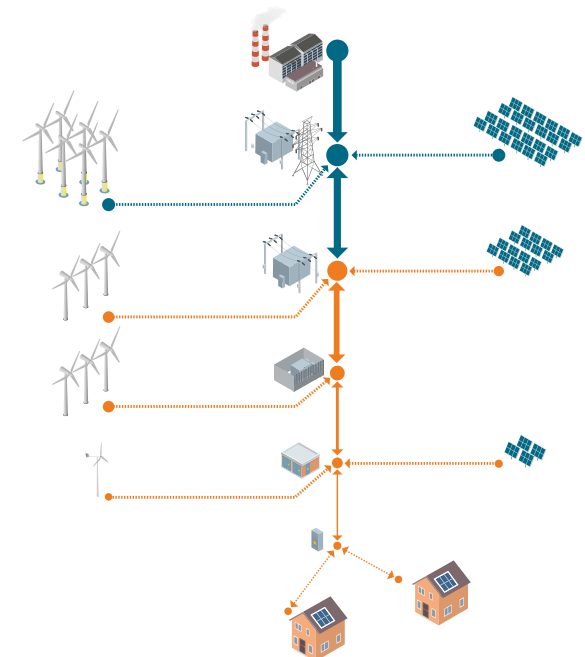
Gevolg:

- Elektriciteitsproductie vaker afhankelijk van weersomstandigheden (zon en wind).
- Meer invoeding op distributienetten, die daar oorspronkelijk niet voor zijn aangelegd.
- Vraag naar energie-infrastructuur in landelijk gebied stijgt, onder andere door decentrale elektriciteitsproductie. In landelijk gebied zijn de netten van oorsprong 'dun', omdat er altijd weinig elektriciteitsafname was.
- Vraag en aanbod afstemmen wordt dynamischer door opslag en [smart grids](#).

Centrale elektriciteitsproductie



Centrale en decentrale elektriciteitsproductie



■ landelijke netbeheerder
■ regionale netbeheerder

Gevolgen van de energietransitie

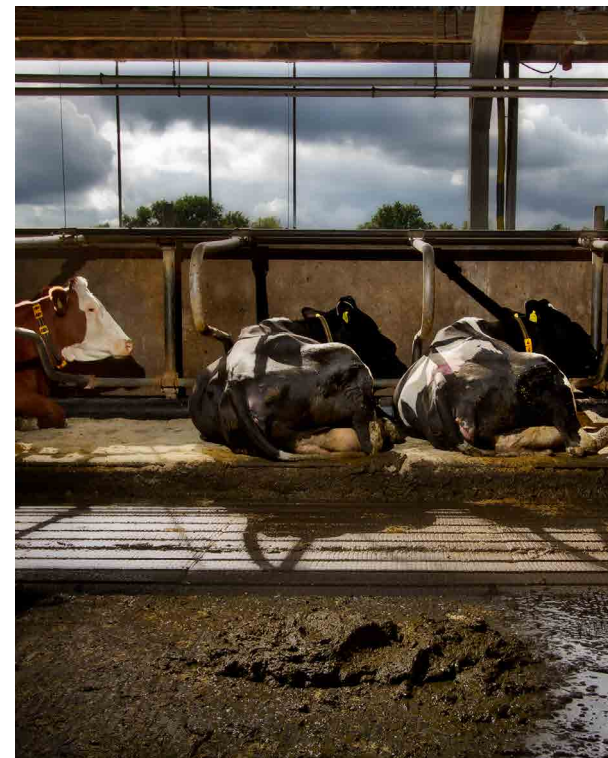
Groeiende vraag naar transportcapaciteit door decentrale elektriciteitsproductie in landelijk gebied.

De vraag naar energie-infrastructuur in landelijk gebied stijgt, onder andere door decentrale elektriciteitsproductie. In landelijke regio's zijn de elektriciteitsnetten van oorsprong 'dun': er wonen weinig mensen en de netten zijn ooit aangelegd om bijvoorbeeld agrarische bedrijven van stroom te voorzien. Daarbij ging het om lage vermogens met een goed te voorspellen groei in de tijd.

Maar juist in deze gebieden groeit de vraag naar vermogen de afgelopen jaren sterk, door elektriciteitsproductie van snel te realiseren zonneparken bijvoorbeeld. Het vermogen dat nodig is om deze elektriciteit te transporteren, is vergelijkbaar met de elektriciteitsvraag van een middelgrote stad. In steeds meer gebieden is de groei zo groot dat de transportcapaciteit van de elektriciteitsnetten overschreden dreigt te worden. De snelheid waarmee deze transportcapaciteit kan worden uitgebreid, wordt daarmee bepalend voor het kunnen aansluiten van nieuwe productielocaties. Daar komt bij dat er in

Nederland een tekort is aan technisch personeel om de uitbreidingswerkzaamheden uit te voeren.

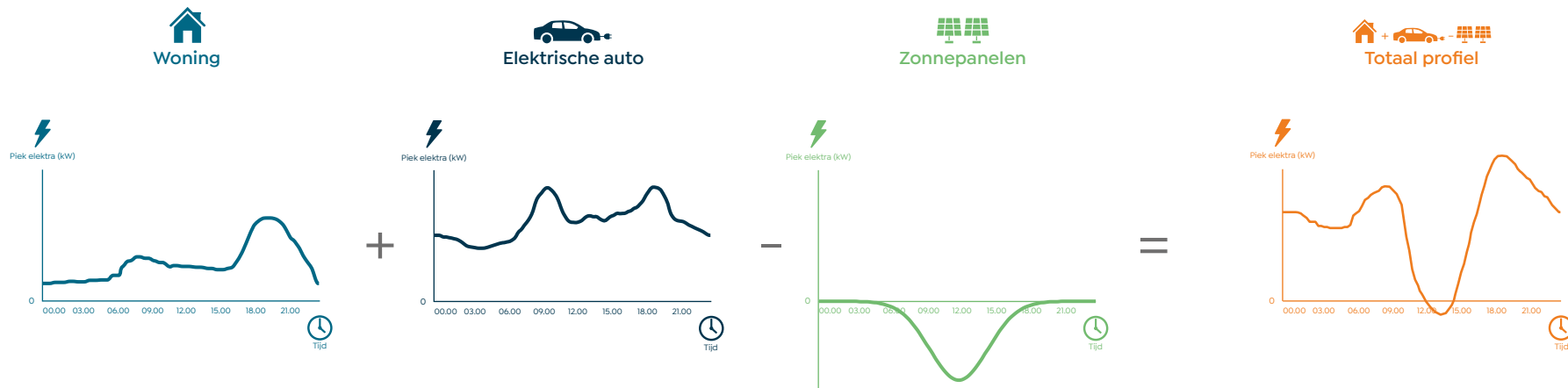
De structurele oplossing voor inpassing van decentrale productie ligt in het uitbreiden van het hoogspanningsnet én van het middenspanningsnet. Daarom werken de netbeheerders samen aan passende oplossingen. Uitbreidingen van het hoogspanningsnet zijn langdurige processen, die soms tot wel meer dan tien jaar duren. Om korte termijn-problemen het hoofd te kunnen bieden, zoeken de netbeheerders samen met betrokkenen naar oplossingen waarbij slimmer gebruik wordt gemaakt van de bestaande energienetten. Daarbij wordt geanticipeerd op verwachte wijzigingen in wet- en regelgeving. De energieinfrastructuur-uitdagingen onderstrepen het belang van het voeren van regie in de regionale energiestrategieën op het aanwijzen van productielocaties in combinatie met (de ruimte die nodig is voor) de infrastructuur.



Gevolgen van de energietransitie

Infrastructuur moet rekening houden met maximale vermogenspiek.

Gemiddelde belastingprofielen (op een zomerse dag) van woning, elektrische auto en zonnepanelen



Bij de aanleg van het elektriciteitsnet wordt rekening gehouden met de maximale vermogenspiek. Deze piek ligt over het algemeen tussen 17.00 uur en 20.00 uur. Mensen komen dan thuis en zetten lampen, vaatwasser, wasmachine, tv, etc. aan. De piek voor het laden van een elektrische auto ligt deels in de ochtend en deels in de avond. Dit zijn de momenten waarop

mensen aankomen op hun werk en, aan het eind van de dag, weer thuiskomen. De piek van zonnepanelen is overdag en is 'negatief', omdat er dan volop elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net. De gemiddelde dagprofielen op deze pagina kunnen sterk afwijken door het jaar heen. Netbeheerders moeten ook met deze jaarprofielen rekening houden.

Gevolgen van de energietransitie

Elektriciteitsnet kan niet zonder meer distributiefunctie gasnet overnemen.











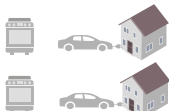







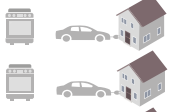







In de winter is het koud en verwarmen we onze huizen en kantoren. Op dit moment gebruiken we vooral ons gasnet en aardgas om aan deze seizoenspiek in warmtevraag te voldoen. Door duurzame warmtealternatieven op elektriciteit verandert dit: het elektriciteitsnet gaat een deel van deze piek in warmtevraag opvangen.

In 2017 leverde het gasnet een piekvraag van 100 tot 110 GW. Op een koude dag tijdens een strenge winter kan deze piekvraag nog hoger zijn. Het elektriciteitsnet kan deze capaciteit niet leveren. Als een woning all-electric gaat, zijn daarom aanvullende maatregelen nodig om de energievraag te verkleinen. Denk bijvoorbeeld aan uitgebreid isoleren en een efficiënte warmtepomp.

Gevolgen van de energietransitie

Impact van verschillende scenario's op het elektriciteitsnet.

huidig	naar			infrastructuur	
	aandeel zonnepanelen	aandeel elektrisch koken en opladen	warmtevoorziening	nu	in de toekomst
 <p>10.000 woningen</p>	 <p>gemiddeld</p>	 <p>gemiddeld</p>	 <p>100% warmtenet</p>	 <p>60 MS-LS stations</p>  <p>50 km LS-kabel 30 km MS-kabel</p>	 <p>2 - 15 extra MS-LS stations</p>  <p>5 - 15 km extra kabels</p>
 <p>10.000 woningen</p>	 <p>gemiddeld</p>	 <p>gemiddeld</p>	 <p>50% warmtenet, 50% elektrische warmtepomp</p>	 <p>60 MS-LS stations</p>  <p>50 km LS-kabel 30 km MS-kabel</p>	 <p>10 - 40 extra MS-LS stations</p>  <p>15 - 30 km extra kabels</p>
 <p>10.000 woningen</p>	 <p>hoog</p>	 <p>hoog</p>	 <p>100% elektrische warmtepomp</p>	 <p>60 MS-LS stations</p>  <p>50 km LS-kabel 30 km MS-kabel</p>	 <p>30 - 60 extra MS-LS stations</p>  <p>30 - 60 km extra kabels</p>



4

Inpassing van hernieuwbare
zonne- en windenergie

Ontwerpprincipes voor de inpassing van zonnepanelen en windmolens

De elektriciteitsnetten zijn historisch gegroeid. Centrale productielocaties werden verbonden met locaties waar elektriciteit werd afgenomen. Tegenwoordig worden ze meer en meer ingericht voor de invoeding van duurzaam geproduceerde elektriciteit uit zonnepanelen en windmolens. Daarbij gaat het meestal om:

- Zonnepanelen op daken van woningeigenaren, boerderijen en kantoren. Deze kunnen eenvoudig in te passen zijn, maar het kan ook een uitbreiding van het elektriciteitsnet nodig maken. Dit hangt altijd af van de specifieke situatie in de buurt van de aansluitlocatie. Zoals de verwachte hoeveelheid elektriciteit die ingevoerd gaat worden en de nog beschikbare netcapaciteit.
- Grootschalige productie door zonneweides en windparken. Voor inpassing van deze productie is vrijwel altijd een uitbreiding van het elektriciteitsnet nodig en vaak moet zo'n aanpassing relatief snel gerealiseerd worden. Het neerzetten van windmolenparken duurt meestal 5 tot 10 jaar, maar zonneweides kunnen in één tot drie jaar gerealiseerd zijn. Vroegtijdig afstemmen en plannen is daarom essentieel om knelpunten te voorkomen.

Ontwerpprincipes

Maak bij het inpassen van grootschalige hernieuwbare productie zo veel mogelijk gebruik van het bestaande elektriciteitsnet. Moet het elektriciteitsnet uitgebreid worden op de plek waar de hernieuwbare productie moet komen? Weeg dan de keuze voor de productielocatie en de noodzakelijke netaanpassing goed tegen elkaar af. Op de volgende pagina's worden hiervoor enkele ontwerpprincipes gegeven.

Er zijn andere technologische oplossingen beschikbaar voor de inpassing van hernieuwbare productie in het elektriciteitsnet. Denk bijvoorbeeld aan energieopslag, vraagsturing en het omzetten van elektriciteit in warmte of duurzame gassen. Daarnaast kan de behoefte aan netuitbreidingen getemperd worden door het afvlakken van productiepieken. Hierdoor kan over het jaar heen een groter productievermogen worden geleverd.



Basis ontwerpprincipes voor de inpassing van hernieuwbare productie

De energietransitie heeft grote impact op de energie-infrastructuur. Naast de groei van productie (zonnepanelen en wind) groeit ook de afname (elektrisch koken, verwarmen en rijden). Om de inpassing hiervan op de energie-infrastructuur mogelijk te maken is het noodzakelijk dat overheden en alle netbeheerders samen optrekken. De beschikbare capaciteit op het bestaande net is beperkt. Daar waar netuitbreidingen nodig zijn, is vaak sprake van maatwerk. Soms kan een uitbreiding stapsgewijs, soms is het efficiënter om in één keer een grotere netuitbreiding te doen, die voor langere tijd voldoende aansluitcapaciteit garandeert. Forse investeringen zijn nodig om in de toekomst grootschalige hernieuwbare productie te kunnen aansluiten. Daarbij moeten ook keuzes worden gemaakt die gaan over ruimtebeslag in een regio. Daarom is gezamenlijk optrekken bij ontwikkelingen van omgevingsplannen (bestemmingsplannen en verordeningen) en netuitbreidingen cruciaal.

Een aantal ontwerpprincipes voor de energie-infrastructuur zijn:

A. Zorg ervoor dat binnen een regio de afstand tussen afname (elektriciteitsvraag) en productielocaties zo klein mogelijk is.

Bovendien is het combineren van zonne- en windenergie op één locatie vaak gunstig.

B. Houd rekening met bestaande en geplande stations (en installaties). Hoe dichter een aansluiting bij een bestaand of nieuw station kan plaatsvinden, hoe lager de aansluitkosten. Ook kan de aansluiting dan meestal sneller gerealiseerd worden.

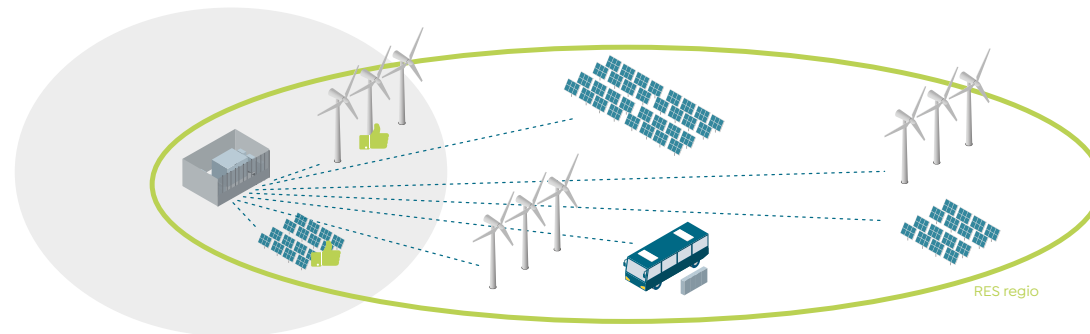
- Heeft een station nog capaciteit beschikbaar? Plaats een zonnepaneel en/of windpark dan zo dicht mogelijk bij het station.
- Heeft een station geen capaciteit meer over? Dan moet de netbeheerder het elektriciteitsnet

uitbreiden. Bespreek de mogelijkheden met uw netbeheerder.

- Hou rekening met de ruimte die energie-infrastructuur inneemt. Reserveer ruimte om bestaande of nieuwe stations in de toekomst uit te breiden.

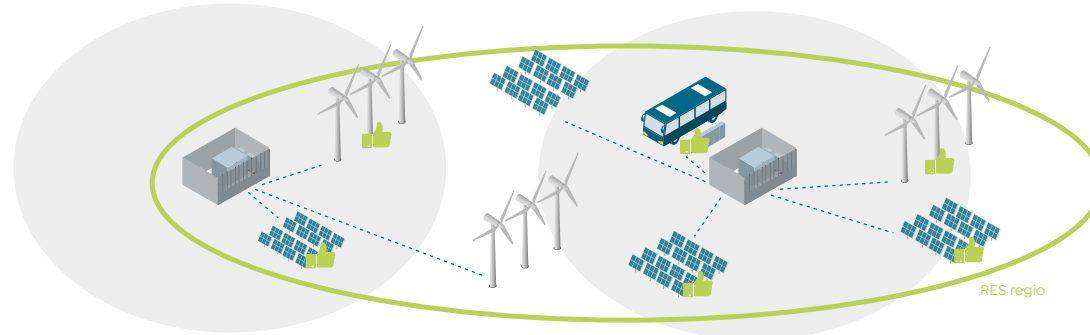
Ontwerpprincipe B1. aansluiten op bestaande en geplande stations met capaciteit

Zorg dat afstanden tot bestaande infrastructuur zo klein mogelijk zijn



Ontwerpprincipe B2. plaatsing nieuwe stations nabij/in zoekgebieden

Benut nieuw aan te leggen infrastructuur optimaal

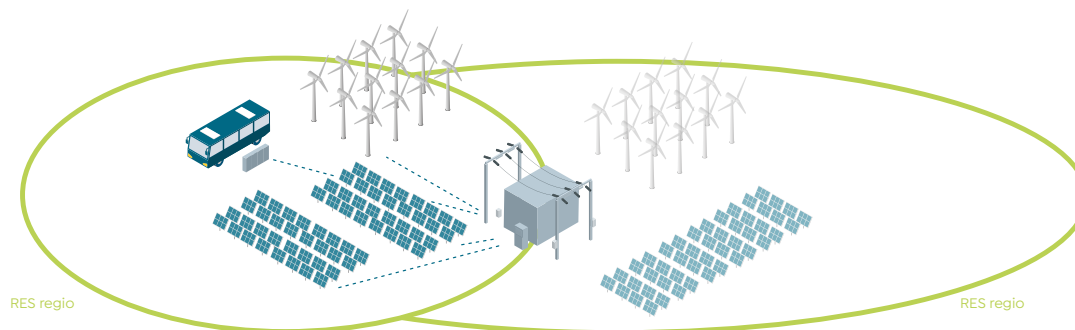


C. Concentreer aanvragen per RES-gebied of provincie, tot enkele grote initiatieven op één locatie.

- Zorg voor regie op de locatiekeuze van hernieuwbare productie en creëer waar mogelijk geografische clusters. Hierdoor kunnen netbeheerders de benodigde extra infrastructuur (kabels en stations) minimaliseren. Dat bespaart kosten en versnelt de doorlooptijd.
- Het zorgt bovendien voor een beter beheersbaar aanvraag- en uitvoeringstraject (bijv. wat grondwerkzaamheden, vergunnings- en bezwaarproces betreft).

Ontwerpprincipe C. concentratie van aanvragen tot enkele grote initiatieven

Door hernieuwbare productie regionaal te clusteren, kan een optimum gevonden worden tussen benodigde extra infrastructuur kosten en realisatietijd..





5

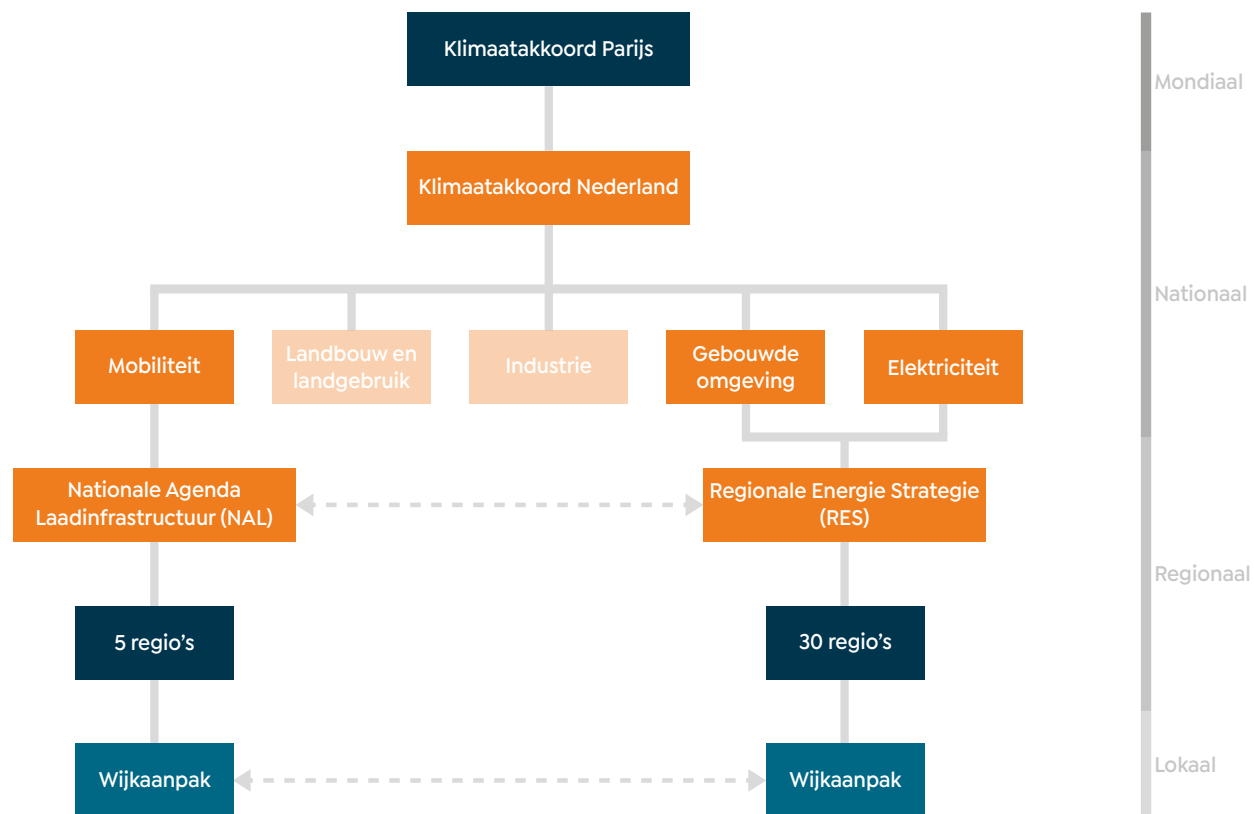
**Elektrisch rijden
en laadinfrastructuur**

De Nationale Agenda Laadinfrastructuur en de RES

De Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) is een bijlage van het Klimaatakkoord. Doel van de NAL is om ervoor te zorgen dat de laadinfrastructuur geen drempel vormt voor de uitrol van elektrisch vervoer.

Benut acties NAL direct in RES

In de RES worden gebouwde omgeving (warmte) en elektriciteit (hernieuwbare productie) meegenomen. Voor het bepalen van de impact van ontwikkelingen op de energie-infrastructuur is het van belang om ook mobiliteit mee te nemen. Het is effectief om activiteiten voor de NAL slim te combineren met de RES.



Wat betekent de Nationale Agenda Laadinfrastructuur voor een regio?

Regionale mobiliteitsplannen en regionale samenwerkingen

De NAL wordt voor provincies en gemeenten uitgewerkt in regionale mobiliteitsplannen. Daarin worden de lokale behoeften voor laadinfrastructuur opgenomen. De regio's zetten zich in ieder geval in om te komen tot een visie en beleid, een contract met een laadpaalexploitant en de uitrol van laadinfrastructuur. Iedere Nederlandse gemeente stelt uiterlijk eind 2020 een integrale visie vast op de ontwikkeling van laadinfrastructuur. Deze visie wordt steeds voor twee jaar opgesteld, met een zichttermijn van 10 tot 15 jaar. De visie is bij voorkeur in regionaal verband opgesteld en besteedt aandacht aan:

- Alle vormen van laadinfrastructuur, voor alle typen elektrische voertuigen (personenauto's, bussen, vrachtwagens).
- Alle vormen van laden: publiek, semi-publiek, laden op privéterrein en snelladen.
- Laden binnen en buiten de bebouwde kom.
- De te verwachte laadbehoefte, uitgedrukt in laadpunten en kilowatturen (kWh).
- Geschikte laadlocaties.
- Plaatsingsbeleid: bij voorkeur strategische plaatsing, dit betekent proactief.
- Het realiseren van strategische verkeersbesluiten.

Wat betekent dit voor een regio?

- Stel in NAL-regio-verband een capaciteitsplanning op, samen met de uitvoerende instanties (o.a. netbeheerder, laadpaalexploitant, aannemer etc.). Deze capaciteitsplanning houdt rekening met de uitrolplanning en werkzaamheden die nodig zijn voor de energietransitie.
- Maak beleidskeuzes: een laadpunt per auto plaatsen, of een laadplein per wijk?
- Reken uit hoeveel laadpunten er nodig zijn en hoeveel elektriciteitsverbruik (kWh) wordt verwacht.
- Leg laadlocaties vast voor alle typen elektrische vervoer: auto's, bussen, vrachtwagens en stadsdistributie.
- Werk regelgeving uit: wordt er per paal een verkeersbesluit genomen, of strategisch (proactief voor meerdere palen tegelijk)?
- Denk goed na over de verschillende laadinfrastructuur voor elektrische personenauto's, bussen en stadsdistributie. De regionale netbeheerder kan hierbij ondersteunen.
- Hou bij nieuwe aanbestedingen voor laadinfrastructuur rekening met het opnemen van de juiste criteria en specificaties. Zie hiervoor: <https://www.elaad.nl/services/> en <https://www.nklnederland.nl/nieuws/nieuweversie-basisset-afspraken-laadpaal-2018/>

Creëer ruimte voor innovaties

Daarnaast zijn er diverse innovatieve ontwikkelingen waar op termijn rekening mee gehouden kan worden, zoals Smart Charging, Vehicle-to-grid, open protocollen/open markten, cybersecurity. Door innovatieruimte te creëren kan de verduurzaming van mobiliteit worden versneld tegen de laagst mogelijke kosten.

Stichting ElaadNL en het Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur kunnen helpen

Stichting ElaadNL is het kennis- en innovatiecentrum van de netbeheerders voor elektrisch vervoer en laadinfrastructuur. Het Nationaal Kennisplatform Laadinfrastructuur (NKL) is het platform waar overheid, kennisinstellingen en bedrijfsleven samen werken aan het realiseren van een betaalbare openbare laadinfrastructuur. Beide organisaties wisselen kennis uit en geven op verzoek advies.

Mobiliteit heeft impact op klimaat en op infrastructuur

Mobiliteit en de klimaatdoelstelling

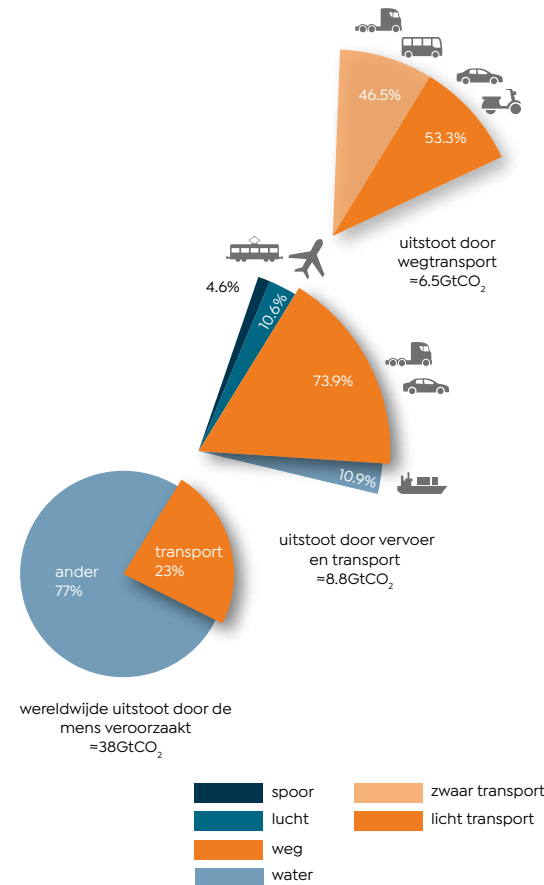
In het Klimaatakkoord staat dat er in 2050 geen voertuigen meer mogen zijn die CO₂ uitstoten. De overstap naar elektrisch rijden kan een belangrijke bijdrage leveren aan het halen van de CO₂-reductiedoelstellingen. Het aandeel elektrisch vervoer groeit hard. Daarom is het belangrijk om op tijd de juiste maatregelen te treffen.

Als iedereen 's avonds bij thuiskomst op hetzelfde moment zijn auto gaat opladen, betekent dit dat de capaciteit van het elektriciteitsnet vier keer zo groot moet worden. Oplossingen als 'smart charging' kunnen dit gedeeltelijk voorkomen. Dit betekent dat er wordt geladen als de vraag naar elektriciteit laag is en het aanbod hoog.

Niet-elektrische mobiliteitsalternatieven

Alternatieven voor batterij-elektrische voertuigen zijn auto's die rijden op duurzame gassen (groen gas en groene waterstof). Of op synthetische vloeibare brandstoffen, gemaakt met groene energie. Beide opties zijn op dit moment beperkt beschikbaar en de energetische ketenefficiëntie is laag. De verwachting is dat ze op termijn toegepast kunnen worden in nichesegmenten, zoals bij hulpverleningsvoertuigen en mobiele werktuigen. Voor personenvervoer is de batterij-elektrische auto goedkoper, efficiënter en steeds breder beschikbaar.

Grote bijdrage van de transportsector aan wereldwijde CO₂ uitstoot door de mens

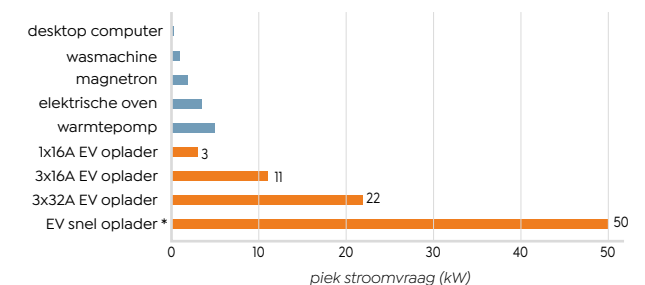


Bron: I&M, doelstellingen zero emissie transportsector (CO₂), 2017

Impact van mobiliteit op het elektriciteitsnetwerk

Het laden van een elektrische auto vraagt veel meer piekvermogen dan het huidige vermogen van apparaten in huis. Als er niet slim geladen wordt, is forse uitbreiding van het elektriciteitsnet nodig.

Piek in elektriciteitsvraag van verschillende soorten apparaten

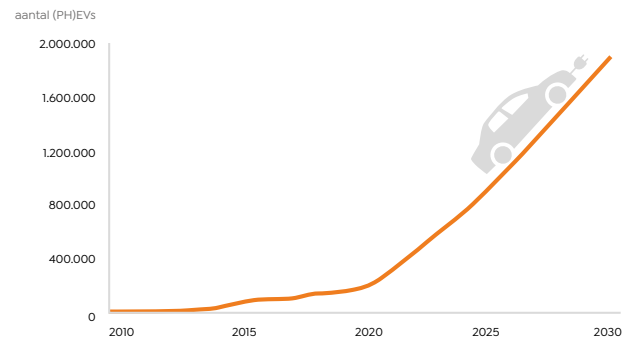


* EV snel oplader kan zelfs oplopen tot 350 kW

Bron: ELaadNL, 2018

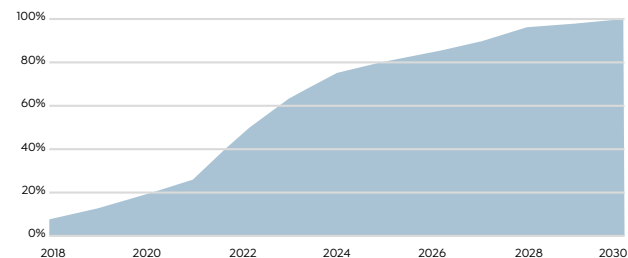
Groei van elektrisch vervoer

Verwachte groei elektrische auto's



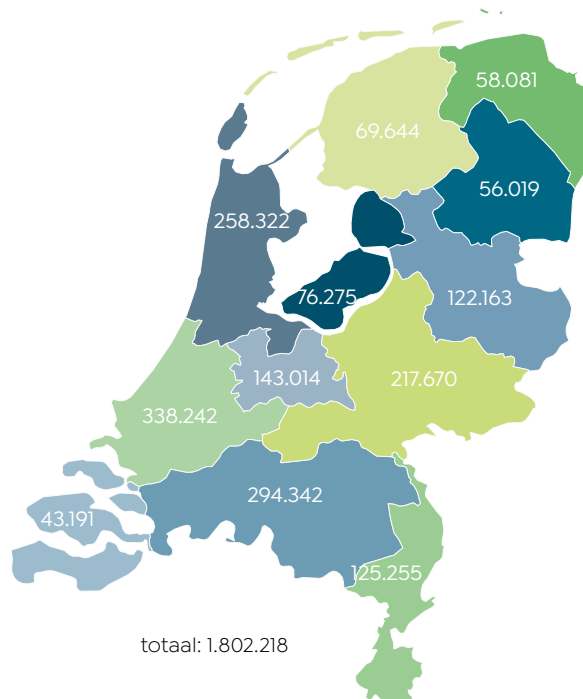
Bron: NAL 2018

Verwachte groei elektrische bussen



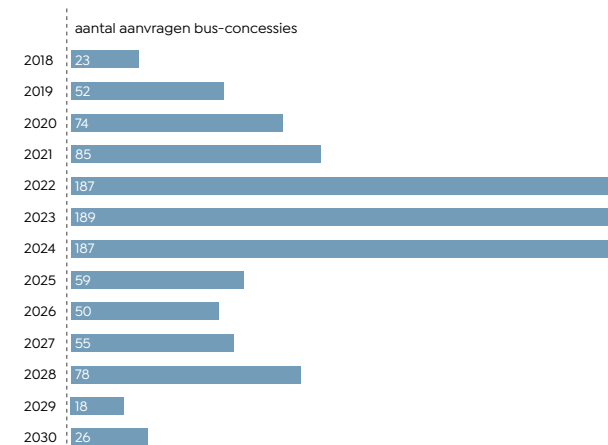
Bron: ElaadNL, 2018

Verwacht aantal laadpunten per provincie 2030



Bron: NAL 2018

Aflopende busconcessies, vertaald naar aantal aanvragen



Bron: ElaadNL, 2018

Op basis van de concessiekalender van de vervoersautoriteiten is een inschatting gemaakt van het aantal te realiseren grootverbruikaansluitingen. Deze aansluitingen zijn nodig om de elektrische bussen te kunnen opladen en hebben impact op het elektriciteitsnet en de publieke ruimte.

Type laadpunten (1)

Om elektrische voertuigen te kunnen opladen, zijn verschillende soorten laadpunten nodig.

Laadpunten achter de meter



- Privé-oplaadpunten die op eigen terrein worden gerealiseerd, achter een bestaande elektriciteitsaansluiting. Zoals op een oprit of bij/in een garage van een woonhuis. Het gaat om oplaadpunten die niet beschikbaar zijn voor derden.
- Laadpunten in de openbare ruimte zonder eigen netaansluiting. Deze laadpunten zijn 'achter de meter' aangesloten op de binnenhuisinstallatie van bijvoorbeeld een woning in de buurt. We noemen dit 'Verlengd Private Aansluitingen'.

Publieke laadpunten



Dit zijn laadpunten in de openbare ruimte met een eigen netaansluiting. Iedereen met een elektrische auto kan deze laadpunten gebruiken.

Semi-publieke laadpunten

Dit zijn laadpunten op privéterrein die een deel van de dag gebruikt kunnen worden door iedereen met een elektrische auto. Denk aan laadpunten bij kantoren waar 's nachts de slagboom dicht is. Of laadpunten in parkeergarages die tijdens openingstijden gebruikt kunnen worden.

Laadpleinen

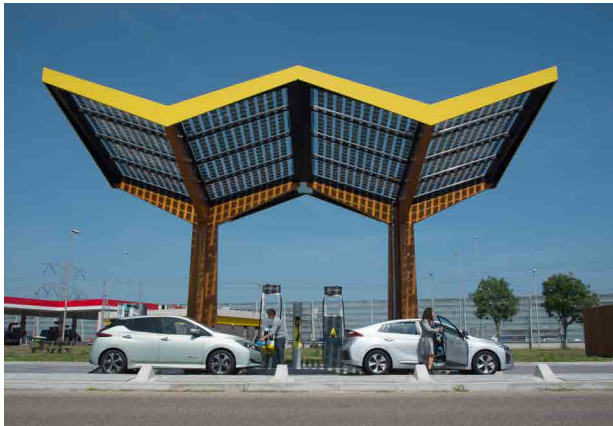


Laadpleinen zijn steeds vaker onderdeel van de mix van laadvoorzieningen voor elektrisch rijden. Een laadplein bestaat uit meer dan twee laadpunten voor elektrische voertuigen, die niet afzonderlijk op het net zijn aangesloten en samen één voeding hebben. Meestal zijn het publieke of semi-publieke laadpunten. Laadpleinen zijn er in verschillende verschijningsvormen. De keuze voor een type laadplein is afhankelijk van de situatie.

Type laadpunten (2)

Om elektrische voertuigen te kunnen opladen, zijn verschillende soorten laadpunten nodig.

Snelladers



Op bovenstaande foto's zijn laadpunten te zien voor elektrische auto's, bussen of vrachtwagens die geschikt zijn voor het opladen met een vermogen van 50 kW of meer. Of een auto kan snelladen, hangt af van de accu en het batterijmanagementsysteem in de auto. Laadoplossingen voor verschillende voertuigen (multimodaal laden) voorkomt onnodig

Laadpunten voor bussen/vrachtwagens



veel aansluitingen op plekken waar de capaciteit van het elektriciteitsnet beperkt is. Denk aan knoop- of keerpunten waar bussen worden bijgeladen. Als op dit soort plekken ook elektrische vrachtwagens of stadsdistributievoertuigen geladen kunnen worden bespaart dit bovendien ruimte.

Laadpunten voor bussen/vrachtwagens







6

Introdunctie op
gasnetten

De historie van ons gasnet

begin 19^e eeuw



Eerste gasfabrieken en -netten voor openbare verlichting en verwarming.

half 19^e eeuw

Gemeenten (vooral grote steden) bouwen gasfabrieken voor stadsgas. Dit gas bestaat onder andere uit waterstof. Deze fabrieken blijven tot na de 2de wereldoorlog in bedrijf.



vanaf 1948

Nadat vanaf 1948 in Drenthe en Overijssel gas wordt gevonden, stoppen de gemeentelijke gasbedrijven hun productie en wordt de focus verlegd naar distributie. Dorpen en landelijk gebied hebben dan vaak nog geen gas.



vanaf 1959

De vondst van de gasbel in Slochteren (Groningen) in 1959 leidt tot distributie in heel Nederland. Losse netten worden aan elkaar gekoppeld. Hierdoor zijn er nog veel verschillen in bijvoorbeeld drukniveaus van de gasnetten.



Het Nederlandse gasnet

Het hoofdtransportleidingennet vervoert gas uit Nederlandse aardgasvelden en internationale verbindingen door heel Nederland. Dit netwerk vertakt zich in regionale transportleidingen- en distributienetten.

Bijzonder aan het Nederlandse hoofdtransportleidingnet is dat het uit twee gescheiden netwerken bestaat: het ene netwerk transporteert alleen laagcalorisch gas, het andere netwerk alleen hoogcalorisch gas. Deze situatie is ontstaan omdat het aardgasveld onder Groningen laagcalorisch gas bevat. Geïmporteerd gas uit Noorwegen heeft een hogere calorische waarde. De calorische waarde is een maat voor de energie-inhoud van gas: hoe hoger deze waarde, hoe meer energie 1 m³ aardgas bevat.

Op een aantal plekken in Nederland kan van hoogcalorisch gas laagcalorisch gas gemaakt worden. Dit gebeurt door het bijmengen van stikstof. Dat is nodig omdat onze CV-ketels en gasfornuizen gemaakt zijn voor laagcalorisch gas.

De gasleidingen vormen samen een netwerk, waardoor er altijd meerdere routes zijn naar een gebruiker. Wordt een deel van het net afgesloten voor bijvoorbeeld onderhoud? Dan stroomt het gas via een andere route naar de eindbestemming. Mede daardoor heeft het gasnet een hoge betrouwbaarheid. De regionale netbeheerders hebben een gasvervangingsprogramma om leidingen te vernieuwen. Zo wordt de veiligheid en betrouwbaarheid ook in de toekomst gewaarborgd.

Kerncijfers Nederlandse gasnet



ruim 136.000 km gasleidingen



ruim 7 miljoen eindgebruikers

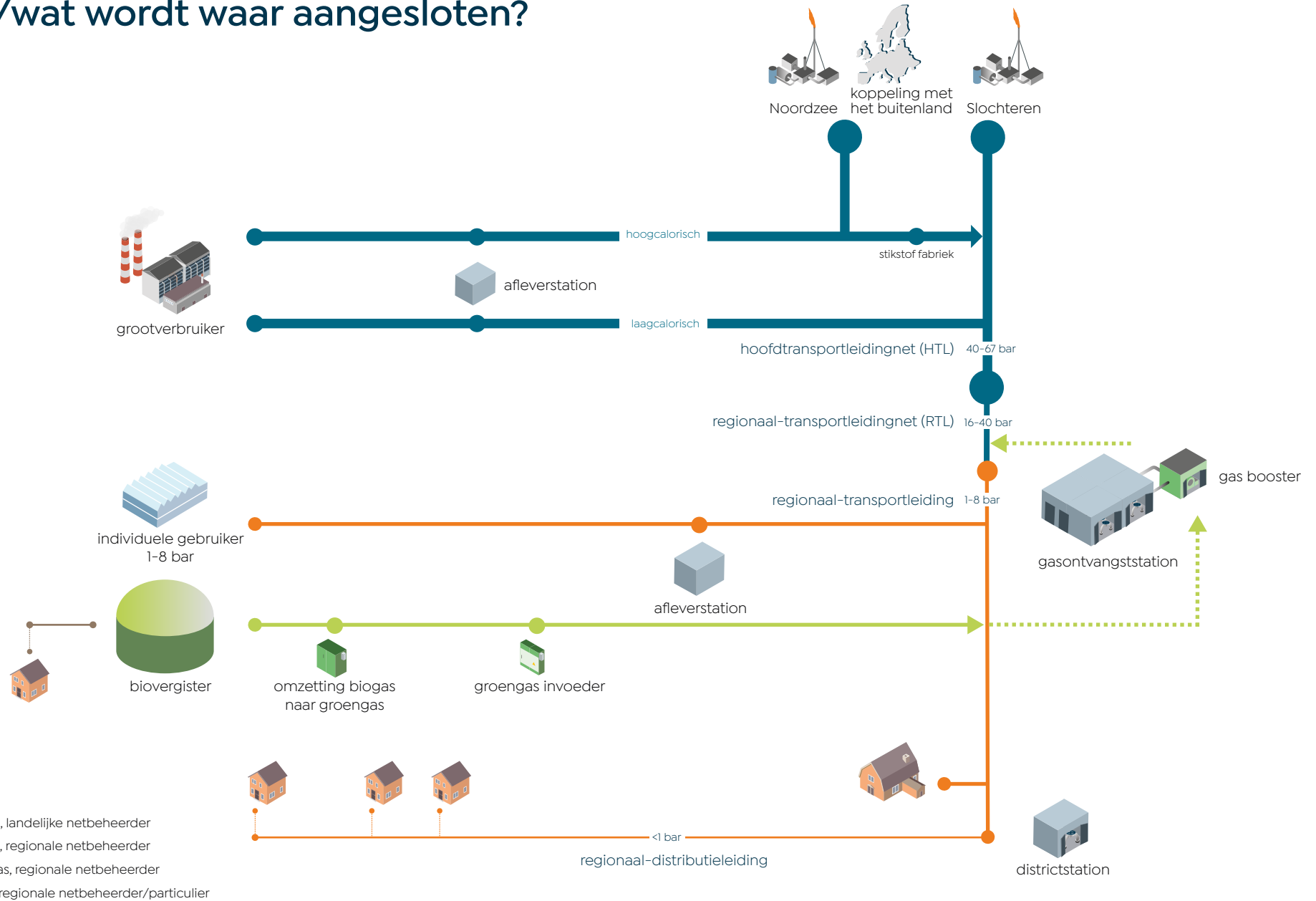


37 miljard m³ nationaal gasverbruik per jaar



95% van de huishoudens heeft gasaansluiting


Wie/wat wordt waar aangesloten?



Typen gasstations


Gasontvangstation (van 50 naar 8 bar)



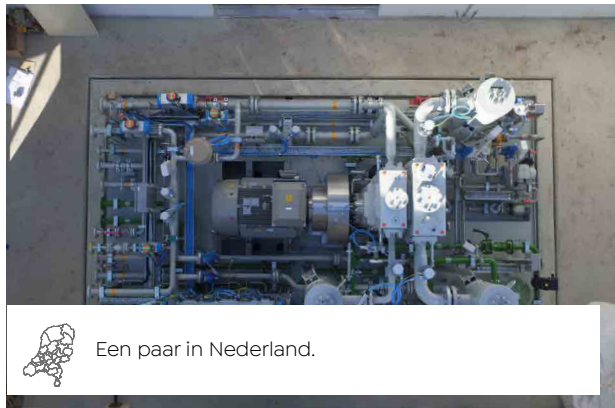
 Ongeveer 3 per stad.
Meestal 1 voor meerdere gemeenten.


Districtstation / afleverstation (van 1-8 naar <1bar)



 1 per buurt, voedt 250-500 huishoudens.


Gas booster





 Een paar in Nederland.


Groen gas invoeder



 Een aantal per regio (voor landelijke regio's),
snelgroeiend.

 stations per regio

 stations in een doorsnee stad van
100.000 inwoners

 stations per buurt

Wat kost een station/leiding aan ruimte, tijd en geld?

onderdeel	doorlooptijd	kosten in €/m	onderdeel	ruimtebeslag	doorlooptijd	kosten in €, excl grond
regionale transportleiding vervangen druk 8, 4, 3, 1 bar	1 jaar	300 - 500	gasbooster druk: alle		1 jaar	60.000 - 100.000
regionale distributieleiding vervangen druk <1 bar	1 jaar	250 - 350	groengas invoeder druk: alle	20 x 60 cm	0,5 jaar	30.000 - 40.000
gasleiding verwijderen druk: alle		80 - 150	verwijderen gasontvangststation druk van 40 naar 8 bar		3 jaar	circa 100.000
			vervangen aflever- of districtstation druk van 8 naar 4, 3, 2, 0,1 bar	20 x 60 cm	0,5 jaar	20.000 - 35.000
			verwijderen aflever- of districtstation druk van 8 naar 4, 3, 2, 0,1 bar		0,5 jaar	7.300
			aanleg districtstation druk van 8 naar 4, 3, 2, 0,1 bar	20 x 60 cm	0,5 jaar	30.000 - 40.000
			verwijderen aansluiting (klein-verbruik) druk <1 bar			550

Zie ook aandachtspunten kengetallen op de volgende pagina.

Aandachtspunten bij de kengetallen

- Het aangegeven ruimtebeslag, de doorlooptijd en de kosten zijn indicatief en bedoeld voor de beeldvorming.
 - Doorlooptijden voor nieuwe stations of leidingen geven een indicatie van de realisatietijd. Gemeenten en provincies kunnen hun procedures zo inrichten dat doorlooptijden korter of langer worden. Dat geldt ook voor vergunningen van derden, zoals Waterschappen, ProRail, etc. In het algemeen geldt dat in stedelijk gebied de doorlooptijden aanzienlijk langer zijn dan in landelijk gebied.
 - Het kan zijn dat een nieuwe aansluiting, vervanging of verwijdering ook investeringen vergt elders in het net. Deze zijn niet meegenomen in de kengetallen.
 - Investeringen in het gasnet worden zo (kosten) efficiënt mogelijk gedaan. Aanpassingen in het transportnet van de landelijke netbeheerder kunnen duur zijn. Toch kan dit goedkoper zijn dan meerdere kleine aanpassingen in distributienetten van regionale netbeheerders. Investeringen in gasnetten worden verdeeld over iedereen met een aansluiting en worden via de periodieke tarieven betaald (vastrecht en transporttarief).
- Een deel van deze kosten komt terecht bij de aanvrager. De kengetallen houden hier geen rekening mee; alleen de initiële investeringskosten in de gasinfrastructuur worden genoemd.
- Gasnetten hebben een lange levensduur. Bij het vroegtijdig verwijderen van gasinfrastructuur komt het voor dat een deel versneld moet worden afgeschreven (desinvestering). Het verwijderen van gas-aansluitingen leidt er bovendien toe dat overgebleven kosten over steeds minder aansluitingen worden verdeeld. Hierdoor kunnen de kosten per aansluiting sterk stijgen.
 - Het verminderen van aardgasverbruik leidt niet in hetzelfde tempo tot minder investeringen in het gasnet. Volgens de huidige wet moet het gasnet (of delen daarvan) in stand worden gehouden totdat de laatste aansluiting, in bijvoorbeeld een woonwijk, wordt verwijderd.
 - In het kader van veiligheid worden minimumafstanden gehanteerd tot installaties en gasleidingen. Installaties en gasleidingen moeten daarom vaak op een minimumafstand liggen van bijvoorbeeld woningen. Deze afstanden zijn niet meegenomen in het overzicht op de vorige pagina.

Gevolgen van de energietransitie

Aardgas in de warmtevoorziening.

De Nederlandse overheid wil de CO₂-uitstoot in 2050 met 95% verminderen. Bij verbranding van aardgas komt CO₂ vrij. Daarom heeft de CO₂-doelstelling grote gevolgen voor het gebruik van aardgas voor bijvoorbeeld verwarming.

Aardgasverbruik in woningen terugdringen, kan bijvoorbeeld door:

- Woningen beter isoleren en gebruikmaken van een hybride warmtepomp, waardoor het aardgasverbruik daalt.
- Helemaal van het aardgas af door te kiezen voor:
 - Elektrische warmtepomp ('all electric').
 - Aansluiting op een warmtenet.
 - Verwarmen met duurzame gassen (biogas, groen gas, groen waterstofgas), eventueel in combinatie met een hybride warmtepomp.

Wordt er gebruik gemaakt van hernieuwbare bronnen voor de warmteproductie? Dan kun je spreken van een duurzaam alternatief. Denk aan duurzame gassen of het opwekken van elektriciteit voor all electric woningen met zonne- of windenergie. Hetzelfde geldt voor geothermie en warmte uit oppervlaktewater om warmtenetten te voeden.

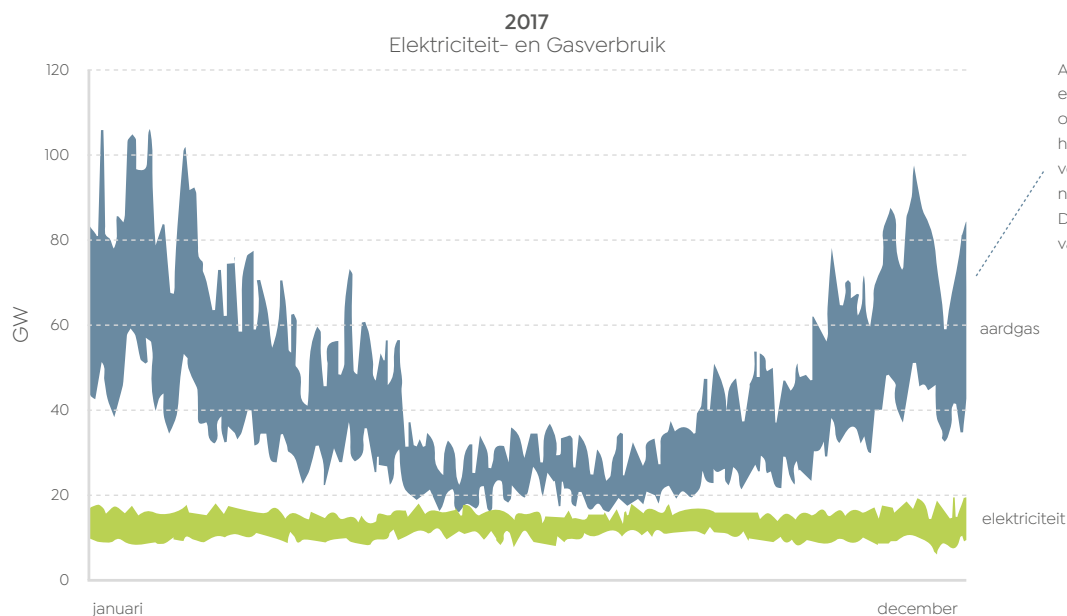
Elk alternatief om het aardgasverbruik terug te dringen, heeft impact op het elektriciteits- en gasnet. Daarom is het belangrijk dat de regionale netbeheerders op tijd betrokken worden bij de overstap naar een alternatieve warmtevoorziening.

Gevolgen van de energietransitie

Impact vermindering aardgasverbruik op elektriciteitsverbruik kan groot zijn als voor volledig elektrisch verwarmen wordt gekozen.

Deze grafiek is gebaseerd op het elektriciteits- en gasverbruik van 2017. Het gaat om het totale verbruik van alle sectoren samen (gebouwde omgeving, transport, landbouw en industrie). Het elektriciteitsverbruik is gelijkmatig over het jaar verdeeld. Voor gas is duidelijk te zien dat het verbruik in de winter (piekvraag) hoger is dan in de zomer. Dit seizoenspatroon komt vooral doordat de warmtevraag van de gebouwde omgeving in de winter hoog is.

In de toekomst gaat elektriciteit steeds meer in de warmtevraag voorzien, ook op piekmomenten. Om dit te kunnen opvangen, moet voldoende hernieuwbare elektriciteit worden opgewekt en geïmporteerd. Ook extra back-up-centrales zijn nodig, voor momenten dat het aanbod van (geïmporteerde) hernieuwbare elektriciteit te laag is.



Aardgas is een efficiënte energiedrager, een kubieke meter (m^3) aardgas bevat ongeveer 10 kWh energie. Als grote hoeveelheden woningen elektrisch verwarmd worden i.p.v. met aardgas neemt het elektrisch verbruik flink toe. Dan is in veel gevallen forse uitbreiding van de elektriciteitsnetten nodig.

Gevolgen van de energietransitie

Alternatieven voor aardgas.

Biogas

Biogas is een gasmengsel dat ontstaat uit vergisting van mest of andere organische afval- of restproducten. Biogas heeft een andere samenstelling en kwaliteit dan aardgas en wordt niet via de gereguleerde gasnetten van netbeheerders getransporteerd.

Groen gas

Groen gas is biogas dat wordt opgewerkt tot de kwaliteit van aardgas. Groen gas kan worden ingevoerd in de gasnetten van netbeheerders. De productie van groen gas is constant over het jaar, maar de vraag naar gas is in de zomer beperkt. Hierdoor kan de

lokale gasvraag soms te laag zijn om al het groene gas te kunnen afleveren. Een oplossing is het koppelen van lokale netten, waardoor er meer mogelijkheden ontstaan om vraag en aanbod te matchen. Een andere mogelijkheid is om tweerichtingsverkeer in het gasnet mogelijk te maken. Dit kan met groen gas-boosters, die het gas op hogere druk brengen zodat het ingevoerd kan worden op het transportnet. Via het transportnet kan het gas in heel Nederland worden afgezet. Op de lange termijn is het zelfs mogelijk om groen gas-overschotten op te slaan als strategische reserves, zoals nu ook met aardgas gebeurt. Zo'n opslagmogelijkheid is een groot voordeel, omdat je flexibel kunt inspelen

op verschillen tussen vraag en aanbod. Binnen de huidige wet mogen de regionale netbeheerders zelf geen gas opslaan. Het aandeel groen gas is nog bescheiden, zo'n 0,3 procent van het totale gasverbruik. De hoeveelheid neemt echter ieder jaar toe, in 2018 met elf procent tot meer dan 109 miljoen kub. Dit is voldoende om ruim 70.000 huishoudens een jaar lang van duurzaam gas te voorzien.



Op boerderij De Marke wordt groen gas geproduceerd.



Bio energie-installaties in Nederland

Bron: RVO <https://groengas.nl/kaart-bio-energie-installaties-nederland/>

Gevolgen van de energietransitie

Alternatieven voor aardgas.

Waterstof

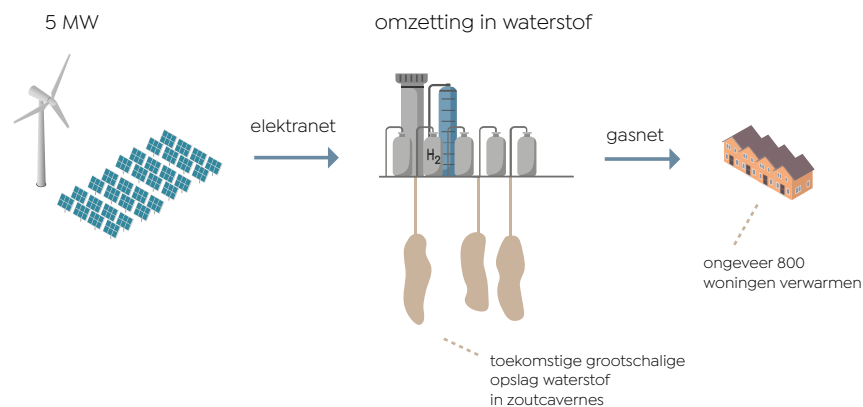
Groene waterstof wordt met duurzaam opgewekte elektriciteit via elektrolyse geproduceerd uit water. Grijs waterstof wordt via een chemische reactie geproduceerd uit fossiele brandstoffen. Blauwe waterstof wordt net als grijs waterstof geproduceerd. De vrijgekomen CO₂ wordt dan alleen opgeslagen, bijvoorbeeld in oude gasvelden. Omdat bij verbranding van waterstofgas alleen water vrijkomt en waterstof opgeslagen kan worden, is waterstof een energiedrager met grote potentie.

Op dit moment is groene waterstof nog niet in grote volumes beschikbaar. Het klimaatakkoord zet erop in dat waterstof die tot 2030 beschikbaar komt, ingezet wordt voor de verduurzaming van de industrie.

Wet- en regelgeving op het gebied van waterstof is nog in ontwikkeling. Uit verschillende onderzoeken blijkt dat het mogelijk is om de bestaande gasnetten in te zetten voor waterstof. Er is alleen nog weinig ervaring opgedaan met het transporteren van waterstofgas door aardgasleidingen. Hetzelfde geldt voor het gebruik van waterstofgas in cv-ketels en kooktoestellen in de woning. Daarom worden er praktijkproeven gedaan waarbij de mogelijkheden van waterstofgas worden getest en gedemonstreerd. Ook al is de rol van waterstof nog onzeker, deze proeven helpen de regionale netbeheerders om zich voor te bereiden op het transporteren van waterstof via de huidige gasnetten.

Het klimaatakkoord verwacht dat waterstof na 2030 ook een rol kan spelen in de gebouwde omgeving. Mede daarom wordt nu in diverse pilots de business case onderzocht voor het omzetten van hernieuwbare opgewekte elektriciteit naar waterstof. Voorbeelden zijn Hystock (bij de aardgasbuffer Zuidwending in de provincie Groningen), The Green Village (Delft), Rozenburg (Rotterdam) en een pilot in gemeente Hoogeveen.

Pilots waterstof voor gebouwde omgeving



Door een afnemende aardgasvraag kan een deel van het hoofdtransportleidingnet van Gasunie vrijgemaakt worden voor het transport van waterstof tussen de vijf industriële clusters. Het creëren van deze 'waterstof backbone' vraagt relatief beperkte investeringen. Gasunie heeft in het Klimaatakkoord van december 2018 aangeboden om deze backbone in 2030 te realiseren.





7

**Regionale
structuur warmte**

Regionale structuur warmte

De RES bevat ook een Regionale Structuur Warmte. Deze is van groot belang voor netbeheerders, door de invloed die warmtevoorzieningkeuzes kunnen hebben op de bestaande elektriciteits- en gasnetten. Als grote hoeveelheden woningen overstappen naar elektrisch verwarmen, dan kan dit leiden tot het versneld moeten afschrijven van gasnetten (desinvestering). Ook vraagt het vaak om forse uitbreidingen van de elektriciteitsnetten. Dit kan beperkt blijven als ervoor wordt gekozen om warmtebronnen in te zetten voor de warmtevoorziening. Een keuze voor de manier waarop huizen in de toekomst worden verwarmd, zal lokaal sterk verschillen. En hangt bijvoorbeeld af van de aanwezige warmtebronnen, de bebouwingsdichtheid en de mate waarin woningen te isoleren zijn. Omdat de consequenties voor de energie-infrastructuur groot kunnen zijn, is het van belang dat netbeheerders worden betrokken bij de oplossing.

De Regionale Structuur Warmte bevat volgens de handreiking RES van december 2018 tenminste een overzicht van:

- Alle huidige en toekomstige/potentiële warmtebronnen in de regio met bijbehorende beschikbaarheid, volumes, temperatuurniveaus, type bron (duurzaam ja/nee) en bronlocaties.
- De huidige en toekomstige warmtevraag in de

regio met de temperaturen die nodig zijn. Inclusief verbruikslocaties en afstanden tot de bronnen.

- Bestaande en geplande warmte-infrastructuur (o.a. warmtenetten met bijbehorende gegevens, zoals bedrijfstemperatuur en diameters van het warmtenet).

Regio's betrekken relevante stakeholders bij het opstellen van de Regionale Structuur Warmte, zoals:

- Beheerders van de warmte-, elektriciteits- en gasnetten.
- Afnemers van warmte.
- Potentiële investeerders.
- Eigenaren van warmtebronnen.
- Verwachte eindgebruikers.

Op basis van de beschikbare warmtebronnen, inclusief groen gas (warmteaanbod), en de verdeling van warmte in een gebied is het van belang om op tijd rekening te houden met regiogrens-overstijgend warmtetransport en uitwisseling van warmte, warmte-opslag en -buffering.

In stedelijke gebieden is de warmtevraag regelmatig geconcentreerd op een beperkt aantal locaties met verschillende temperatuurniveaus. Warmtebronnen zijn daarentegen vaak breder verspreid. Ook hebben deze warmtebronnen verschillende temperatuurniveaus.

Veel van de huidige grote warmtenetten liggen in stedelijke gebieden en worden gevoed door grote, hoge temperatuur-bronnen (bijv. een elektriciteitscentrale of afvalverbrander). Deze bronnen zijn niet altijd duurzaam. Via een regionaal warmtenet kunnen kleinere warmtebronnen en netwerken aan elkaar worden gekoppeld. Zo'n regionaal warmtenet kan dienen als verzamel- en balanceringsnet.

Hiermee:

- Kan alle beschikbare warmte zo veel mogelijk lokaal worden ingezet, waardoor minder elektrisch verwarmd hoeft te worden en het elektriciteitsnet wordt ontlast.
- Ontstaat robuustheid: als een warmtebron (tijdelijk) wegvalt, is er niet direct een probleem met de warmtelevering.
- Wordt het waarschijnlijk eenvoudiger warmtenetten met niet-duurzame bronnen in te ruilen voor warmtenetten met duurzame bronnen (zonder, of met een lagere, CO₂-uitstoot).

In de Regionale Structuur Warmte kan een regio de potentie voor een regionaal warmtenet onderzoeken en uitwerken.

Beschikbare warmtebronnen benutten

Voorbeelden van warmtebronnen zijn:

- Industriële restwarmte en warmte die vrijkomt bij verbranding van bijvoorbeeld afval.
- Geothermie, aardwarmte en zonnewarmte.
- Lage temperatuur-warmte uit diverse bronnen: datacenters, koeling, retourwarmte uit bijv. industriële processen.
- Warmte uit groengas of biogas.
- Warmte uit biomassa.
- Warmte uit oppervlakte-, afval- en drinkwater.



restwarmte industrie



geothermie



restwarmte waterzuivering



biomassaketel op lokaal (snoei)hout



restwarmte datacenter



bron: Unie van Waterschappen

thermische energie uit oppervlakte

Rollen in de warmtemarkt

De verwachting is dat warmtenetten een grotere rol gaan spelen in de Nederlandse energievoorziening. Op dit moment hebben netbeheerders nog geen wettelijke taak in de warmtemarkt. Er komen nu veel verschillende vormen van samenwerking voor. Meestal ligt transport, distributie en levering van warmte bij één partij.

Om investeringen in de aanleg en exploitatie van warmtenetten te ondersteunen, past de minister van Economische Zaken en Klimaat de Warmtewet per 1 januari 2022 aan. Doel is om de rollen en verantwoordelijkheden van publieke en private partijen beter vast te leggen. De marktordening voor warmtenetten moet bijdragen aan de realisatie van een betrouwbare, betaalbare en duurzame warmtemarkt.* Sommige netwerkbedrijven hebben dochterondernemingen opgericht die een rol spelen bij de aanleg en het beheer van warmtenetten. Of die een toekomstige rol hierin verkennen.

Meer informatie over warmtenetten is te vinden op <https://www.hierverwarmt.nl> en <https://www.milieucentraal.nl>.

*=Bron: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/02/14/kamerbrief-over-warmtewet-2.0>

Markttrollen bij het huidige warmtenet

	Aansluitingen (x1.000)	Bron	Transport	Distributie	Leverancier
Rotterdam Noord	53,1	AVR Uniper	Eneco	Eneco	Eneco
Rotterdam Zuid		AVR	Warmtebedrijf Rotterdam	Nuon, Eneco	Nuon, Eneco
Utrecht	52,8	Eneco	Eneco	Eneco	Eneco
Almere	49	Nuon	Nuon	Nuon	Nuon
Amer Warmtenet	32,5	RWE	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk
Purmerend	25,9	Stadsverwarming Purmerend	Stadsverwarming Purmerend	Stadsverwarming Purmerend	Stadsverwarming Purmerend
Amsterdam ZO	15,5	Nuon	Nuon, Eneco	Nuon, Eneco	Nuon, Eneco
Arnhem-Duiven	13,9	AVR	Nuon	Nuon	Nuon
Nijmegen		ARN BV	Firan	Nuon	Nuon
Ypenburg	10,1	Uniper	Eneco	Eneco	Eneco
Amsterdam NW	10	AEB	Nuon	Nuon	Nuon
Leiden	8,3	Uniper	Nuon	Nuon	Nuon
Helmond	6,4	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk
Enschede	6,3	Twence	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk
Den Haag	3,6	Uniper	Eneco	Eneco	Eneco
Alkmaar	1,5	HVC	HVC	HVC	HVC
Hengelo	0,6	AkzoNobel, Ennatuurlijk	Firan	Ennatuurlijk	Ennatuurlijk
Zaanstad	2,5	Engie, Bioforte	Firan, gemeente Zaanstad	Firan, gemeente Zaanstad	Engie
Ede	20	MPD Groene Energie	MPD Groene Energie	Nuon	Nuon
Almelo	0,9	Cogas	Cogas	Cogas	Cogas
Zwolle	0,3	Cogas	Cogas	Cogas	Cogas

•••••••• Het warmtenet in Rotterdam Zuid is een voorbeeld van TPA (Third Party Acces) voor leveranciers en bronnen.

•••••••• Het warmtenet in o.a. Almere en Utrecht is een vorm van een gesloten net.

•••••••• Het warmtenet van Zaanstad is een open net, alle rollen zijn volledig gescheiden.



8

**Netimpact van
de RES bepalen**

Stappenplan inpassing hernieuwbare energie

Om het regionale aanbod in de RES te vertalen naar de impact op de energienetten gebruiken de netbeheerders verschillende modellen. Om berekeningen te kunnen doen, is specifieke regionale informatie nodig van de regio. Ook de informatie van omliggende regio's is van belang.

Op basis van deze informatie berekent de netbeheerder de netimpact. Het is mogelijk om verschillende berekeningen te laten uitvoeren. Bijvoorbeeld voor meerdere scenario's, verdeling van hernieuwbare productie mogelijkheden (zon of wind) of geografische verdeling. Het resultaat wordt telkens weergegeven in:

- **Ruimtebeslag:** inzicht in hoeveel extra energie-infrastructuur nodig is en welk ruimtebeslag dit boven- en ondergronds heeft.
- **Tijdspad en impact:** een indicatie van de doorlooptijden, uitgedrukt in jaren en per fase: studie en planning, vergunningen, realisatie. En duiding van de locatie van extra infrastructuur (in stedelijk gebied en in buitengebied).
- **Kosten:** benodigde investeringen in elektriciteits- en gasnetten met een inschatting van vermeden kosten bij een betere planning/andere oplossingen.

Dit overzicht kan de regio gebruiken om keuzes in het RES-aanbod te optimaliseren. Dit proces vereist goede werkafspraken tussen de regio, een eventueel ingehuurd adviesbureau en de netbeheerders.

Neem contact op met uw regionale netbeheerder om proceswerkafspraken te maken over de berekening van de netimpact van uw regionale aanbod.

Proces netimpact RES bepalen



RES aanbod concreet maken

Om de energie-infrastructuur op tijd te kunnen uitbreiden, moet het RES-aanbod gedegen en gedetailleerd zijn uitgewerkt.

Het is belangrijk om de abstracte ambities samen concreet te maken. Netbeheerders hebben voldoende tijd nodig om de energie-infrastructuur uit te breiden. Uitbreidingen kunnen alleen worden gedaan als plannen concreet zijn. En de waarschijnlijkheid hoog is dat uitbreiding nodig is. Daarom adviseren we het volgende:

- Zorg dat de RES minimaal 10 jaar vooruitkijkt, met een doorkijk naar 2050.
- Kijk bij keuzes altijd naar de impact op het hele energiesysteem (elektriciteit, gas en warmte).
- Neem als vertrekpunt de volledige regionale energievraag, dus ook die van mobiliteit, industrie en landbouw.
- Het regionale aanbod moet een duidelijke doorvertaling zijn van het Klimaatakkoord naar de regio.

