



ENERGIETRANSITIE EN LEEFOMGEVING

maart 2018

Inhoudsopgave

Scope	4
Management samenvatting	6
Ambities op het gebied van duurzame energie in Nederland anno 2018	8
Prioriteiten in de Nederlandse energie transitie	22
Het Petaplan binnen de energie transitie	36
Conclusies & Aanbevelingen	50



Overzicht van land in beheer van Rijkswaterstaat (oranje) en Prorail (groen)
Bron: ministerie I&M

Scope

In 2017 heeft het College van Rijksadviseurs de volgende adviesvraag ontvangen van Rijkswaterstaat, Prorail en het Rijksvastgoedbedrijf:

“Hoe kunnen we op een ruimtelijk verantwoorde manier zon- en windenergie opwekken op het areaal (binnen de nationale grenzen) van ProRail en Rijkswaterstaat?”

Daarbij zoeken zij antwoorden op de volgende sub-vragen:

- Ruimtelijk advies over wat er realistisch- en ambitieus zou kunnen op Rijkswaterstaat en ProRail areaal (landelijk schaalniveau).
- Specifiek ruimtelijk advies op de zes pilotprojecten. Alle zes pilotprojecten hebben een ander type locatie en andere stakeholders die op veel meer plekken in Nederland voorkomen (prototypische projecten op lokaal schaalniveau)
- Advies op kansen en wenselijkheid van de ingreep gezien vanuit een integraal breder perspectief dan alleen de beschikbaarheid van ruimte op die plek; koppelingen met andere schaalniveaus, functies, opgaven en met de omgeving.

Voor de beantwoording van deze vragen is in samenwerking met het CRA een plan van aanpak opgesteld met centraal daarin een drietal workshops met Rijkswaterstaat, het Rijksvastgoedbedrijf en Prorail.

Er is hierbij gelijktijdig op zowel het lokale als het nationale schaalniveau gewerkt. Middels een verdieping van de pilots is gezocht naar de ruimtelijke kansen en beperkingen. Het gaat daarbij niet alleen om de kansen voor opwekpotentie van energie uit wind en zon, maar met name om de kansen met betrekking tot landschappelijke inpassing, ruimtelijke kwaliteit en maatschappelijk draagvlak.

Nog een stap verder uitzoomend, is bovendien onderzocht in hoeverre zaken als energiebesparing, warmte, opslag en transport een rol in het Petaplan kunnen hebben. Koppelingen met ecologische en economische kringlopen zullen ten slotte bijdragen om de onderzoeksvraag zinvol te beantwoorden binnen de complexe context waarbinnen de energietransitie van Nederland zich voordoet.

Dit rapport vormt een weergave van enerzijds de ontwikkelingen op het gebied van de energietransitie op de schaal van Nederland. Anderzijds worden het Petaplan en een zestal specifieke pilot projecten beschreven. Deze beide componenten tezamen vormen de basis voor een aantal concrete aanbevelingen aan het samenwerkingsverband Petaplan.



Infographic 'Groene netten' / Petaplan.
Bron: ministerie I&M

Management Samenvatting



Aan de vooravond van het Energie en klimaatakkoord is het belangrijk om de ontwikkelingen die onder de vlag van het energie akkoord van 2013 zijn uitgevoerd te evalueren. Energieprojecten die momenteel in uitvoering zijn in Nederland zijn over het algemeen kleinschalig en versnipperd; de 129 verschillende wind-op-land projecten zijn hiervoor exemplarisch. Doorgaan op deze weg betekent verrommeling van het landschap. Het formuleren van een onderbouwde visie op de ruimtelijke betekenis van de energietransitie op het landschap is dan ook noodzakelijk. Het is zondermeer belangrijk energieopwekking te verduurzamen, maar voor een beleid van 'elke MW is er één' zijn ons landschap en onze leefomgeving te waardevol.

Daarbij komt dat draagvlak en enthousiasme voor verduurzaming gekoesterd moeten worden. Het is zaak om deze positieve energie te kanaliseren zodat negatieve baten t.a.v. andere maatschappelijke criteria (zoals aantasting landschap en achteruitgang ecologie) voorkomen worden. Dit betekent dat er zorgvuldig afwegingen gemaakt moeten worden over hoe en waar we energieopwekking in het landschap ontwikkelen en waar we ruimte laten voor leegte. Daarbij is het voor een integrale aanpak essentieel om projectgrenzen te doorbreken; synergie ontstaat niet uit een aanpak van energieneutrale eilanden. Denk dus alleen in termen van energieneutraliteit op nationale schaal (en groter).

Voor die nationale schaal kunnen op basis van vigerend beleid en de kenmerken van de Nederlandse energiemarkt een zestal onderwerpen worden gedefinieerd die prioriteit hebben:

- Directe eliminatie van broeikasgassen
- Energiebesparing
- Maximale inzet wind op zee
- Grootschalige concentratie wind op land
- Zonne-energie geïntegreerd in gebouwde omgeving
- Collectieve warmte

Het Petaplan richt zich vooralsnog op de uitrol van zonne-energie. De pilots zijn dan ook vrij behoudend: er worden geen technologisch baanbrekende innovaties op het gebied van energieopwekking, distributie, conversie, opslag en warmte toegepast. Dit terwijl juist bij het aanjagen van (risicovolle) innovatie een belangrijke kans ligt voor de overheid. Wanneer beschouwd als 'inpassingspilot' zijn de meeste projecten kleinschalig. Ze beperken zich tot het eigen grondgebied en zijn gebaseerd op de toevalligheidsplanologie van het energienet. Het IJsselmeer springt eruit als een pilot waar een integrale koppeling met overige ruimtelijke opgaven wordt gemaakt. Voor toekomstige pilots kan de inzet van een multicriteria-analyse helpen bij het definiëren van leerdoelen en het maken van integrale afwegingen.

Om de kansen van samenwerking en ondernemerschap binnen het Petaplan niet verloren te laten gaan en toch onbedoelde verrommeling van het landschap te voorkomen, is verbreding van de scope noodzakelijk. We pleiten er dan ook voor om deze samenwerking nadrukkelijk in de context van de brede nationale opgave te plaatsen. Het verleggen van de aandacht naar opgaven die beter aansluiten bij de potentie van het invloedsgebied van de Petaplan partijen maakt dat deze alliantie enorm waardevol kan zijn voor Nederland:

- Besparing: Petajoules aan energiebesparing
- Warmte: Petajoules aan thermische energie
- Niet-energetisch: meer dan Petajoules
- Elektriciteit: Petajoules opwekking op land onder strikte voorwaarden



Ambities op het gebied van duurzame energie in Nederland anno 2018

Iedereen is van goede wil

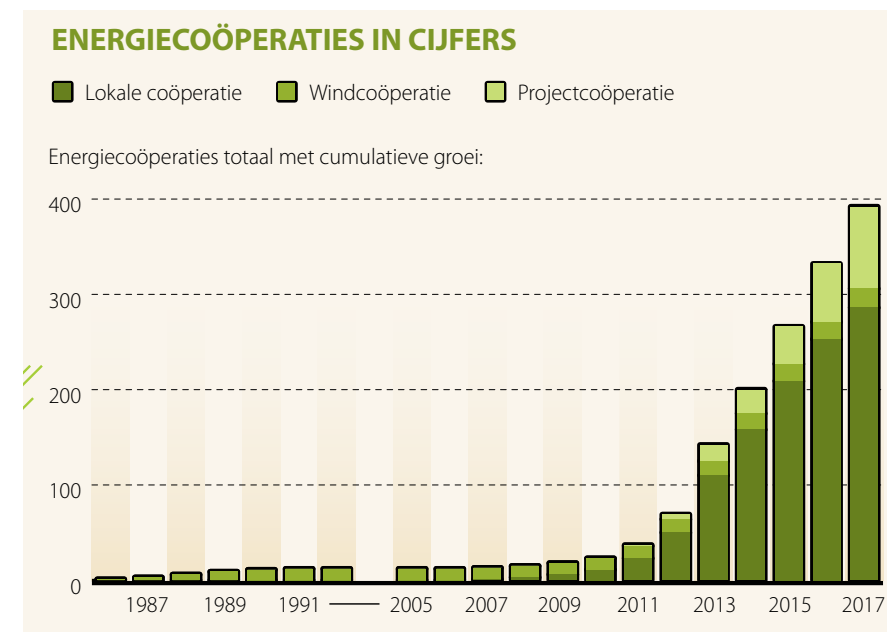
Anno 2018 is er zowel binnen de politiek als de Nederlandse samenleving een breed gedragen gevoel van urgentie voor verduurzaming. Ongeacht het feit dat er wel degelijk verzet is tegen specifieke energieprojecten, is het momentum gekanteld ten opzichte van de afgelopen jaren.

Er is, alles bij elkaar opgeteld, dan ook een enorm enthousiasme om 'iets' met energie te gaan doen bij particulieren, energie-coöperaties, bedrijven en de overheid. Subsidies zoals de SDE+ worden de afgelopen jaren dan ook structureel overtekend en de aanwezigheid van verschillende vormen van duurzame energieopwekking is op veel plaatsen in Nederland de nieuwe norm.

Opvallend is dat in tal van publicaties energieopwekking wordt gekoppeld aan het energiegebruik van een gebruiker, gebied of een andere (arbitrale) systeemgrens. We lijken dan ook hard op weg naar een land van energieneutrale eilanden.

“Circa 80% van de Nederlanders staat positief tegenover het verduurzamen van de energievoorziening in Nederland en men ziet het ook als belangrijk en noodzakelijk voor de toekomst.”

Bron: Motivaction, Monitor Energie 1-meting, 2017



Bron: HIER klimaatbureau, Lokale Energie Monitor 2017

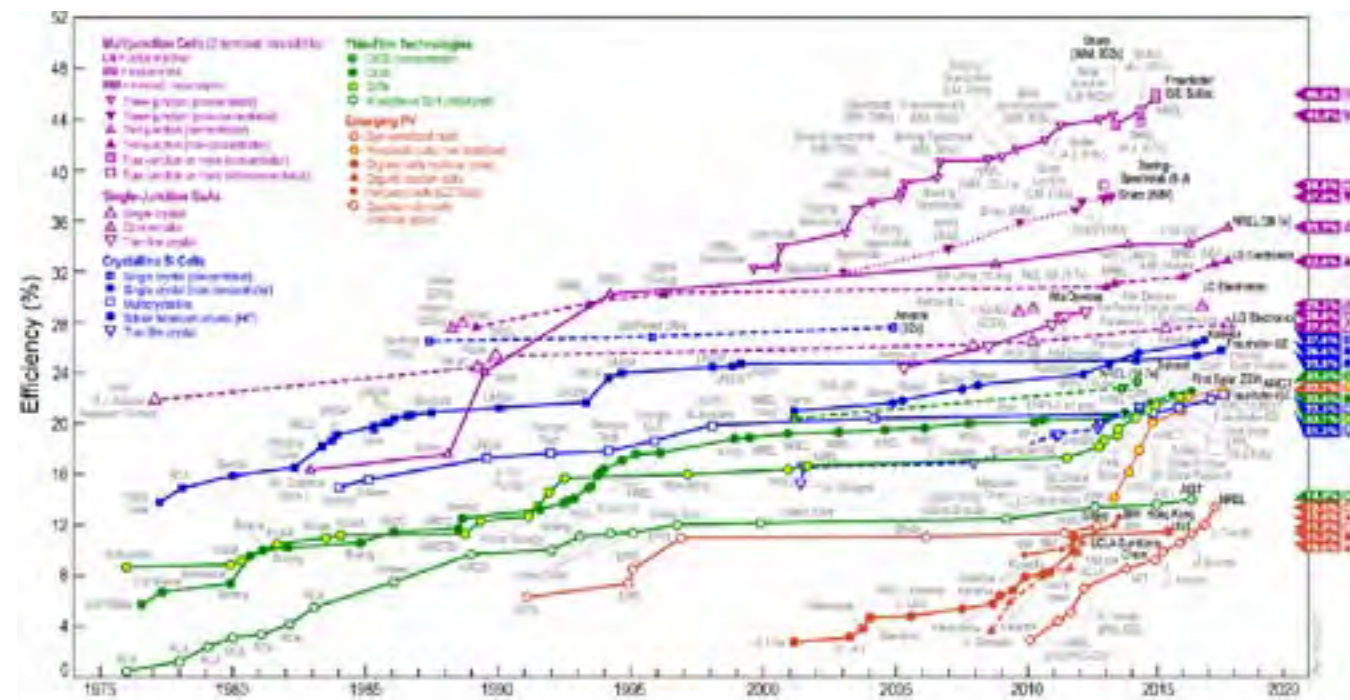
“In Nederland groeit het aantal lokale energie coöperaties opvallend snel. Enthousiaste burgers, ondernemers en overheden verenigen zich steeds meer in duurzame energieprojecten.”

Bron: RVO, nov. 2017

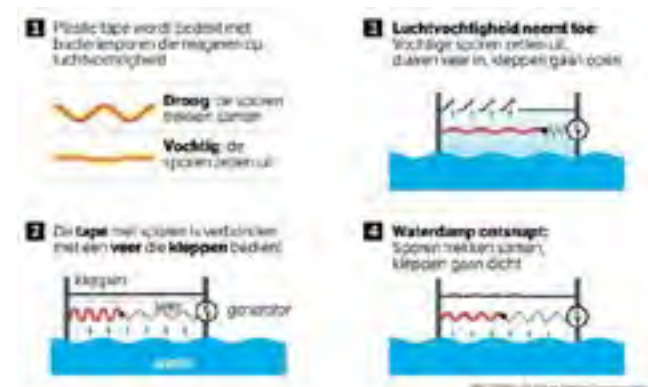
Iedereen wil (op eigen domein) energieneutraal worden



Bron: websites RVO, Rijkswaterstaat en div. Nederlandse gemeenten, 2017



Ontwikkeling van de efficiëntie van zonnecellen
Bron: National Renewable Energy Laboratory, 2018



Verdampend water kan veel elektriciteit leveren

artikel verdampingsenergie
Bron: NRC Handelsblad, 26.09.2017



impressie waterstofmolen Wieringermeer
Bron: H2Platform, 19.10.2017



impressie golfbreker met geïntegreerde blue energy
Bron: waterstudio, 2015

Iedereen is bezig met energieopwekking, -conversie en -opslag

Het nog altijd toenemende wereldwijde energieverbruik, als één van de dragers van de wereldeconomie, is de aanjager van innovaties op het gebied van efficiënte energieconversie en -opslag. Nu het zowel sociaal-maatschappelijk als economisch onoverkomelijk is dat het fossiele systeem uitgefaseerd wordt is de zoektocht naar alle denkbare innovaties die daar een bijdrage aan kunnen leveren volledig losgebarsten, met continu doorbraken in alle richtingen.

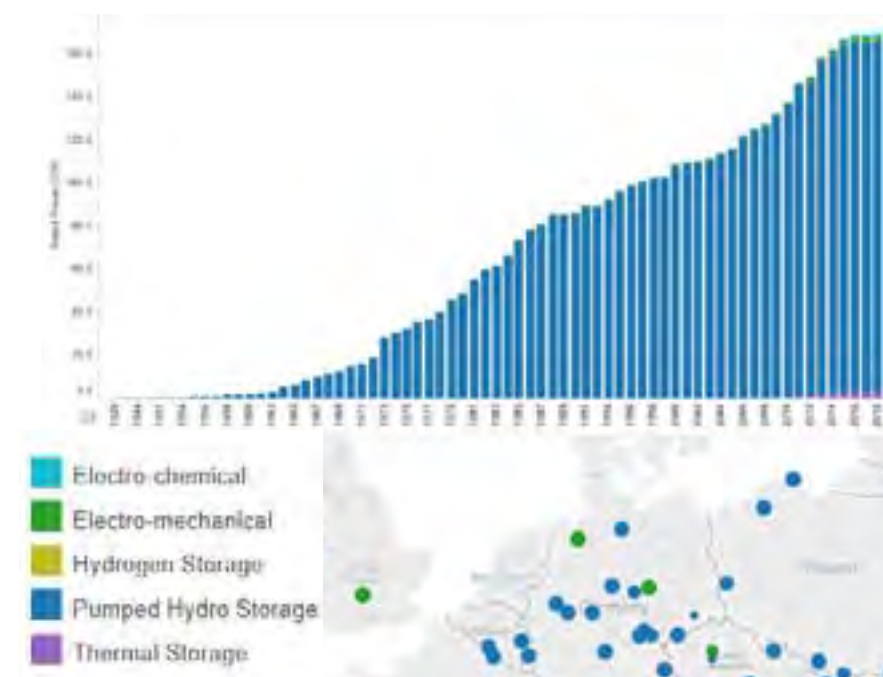
Het is nog onmogelijk om in te schatten welke (set van) technieken dominant zullen worden in het post-fossiele tijdperk. Van elke innovatie is de kans klein dat het dé oplossing zal vormen. Van alle innovaties samen is de kans evenzeer klein dat dé oplossing er niet tussen zit.



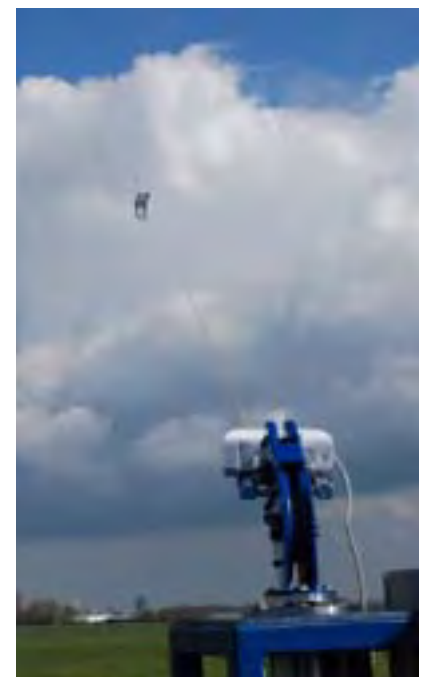
Flexibele, wasbare zonnecellen
Bron: Technisch weekblad, 26.09.2017



kites die rendement windturbines verhogen
Bron: TU Delta, 2011



Globale ontwikkeling van energie opslag
Bron: US Department of Energy, 2017

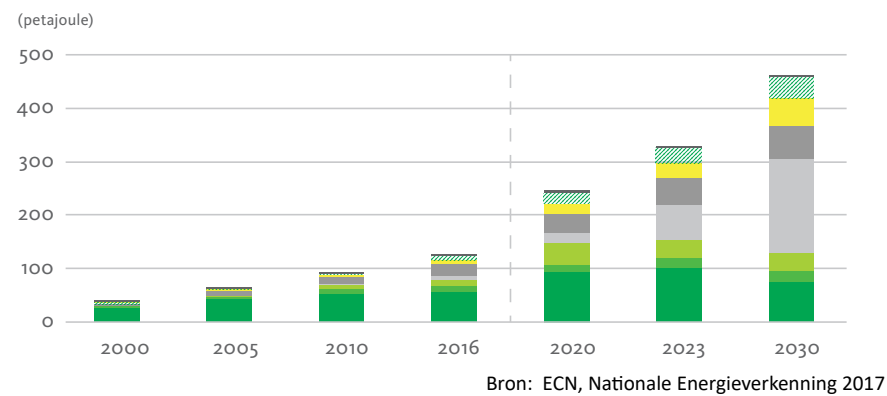
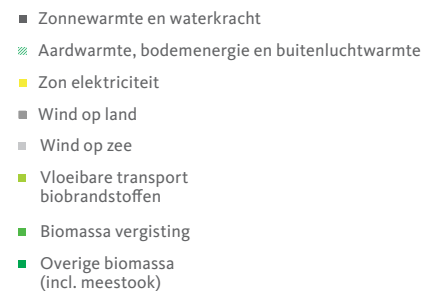


TU Delft Kite Wind Power Demo 2
Bron: Inhabitat, 2013

tot 2023 veel windenergie op land

Grootschalige productie van windenergie op land is nog redelijk recent in Nederland. Tussen 2000 en 2015 is het opgesteld vermogen aan windenergie verzesvoudigd naar ruim 3034 MW. Een groot deel hiervan is gerealiseerd door het (her)plaatsen van zwaardere windmolens; het aantal turbines is in diezelfde periode dan ook 'slechts' met 50% gegroeid.

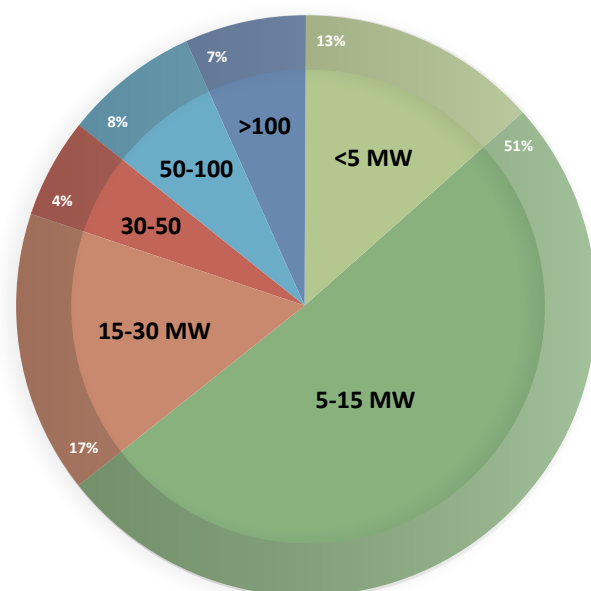
Vanuit de afspraken van het energie akkoord zal het opgesteld vermogen in 2020 nogmaals verdubbeld worden tot een totaal van 6000 MW. Aangezien veel repowering nu al heeft plaatsgevonden zal deze verdubbeling deze keer wel een navenant grote hoeveelheid nieuwe turbines betekenen.



Met het feit dat er voor de langere termijn geen specifieke ambities zijn vastgelegd en er geen inspanningsverplichtingen voor provinciale overheden bestaan aangaande windenergie na 2020, is de verwachting dat na doorgroei van het opgestelde vermogen wind op land in 2023 er nauwelijks verdere groei zal plaatsvinden.

Bron: ECN, Nationale Energieverkenning 2017

De 3000 MW extra wind vermogen van het Energie akkoord is verdeeld over 129 grote en kleine projecten en wordt voor 64% uitgevoerd in projecten kleiner dan 15 MW.



Windenergie projecten in uitvoering onder het energieakkoord
Bron: RVO Monitor Wind op Land, maart 2017

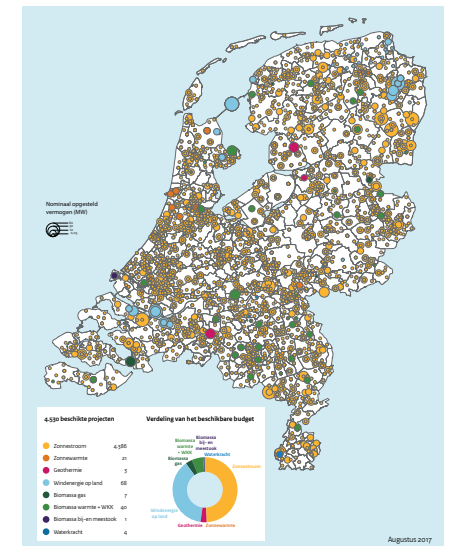
Zonne-energie opwekking komt overal

De markt voor Fotovoltaïsche panelen in Nederland is met een spectaculaire groei bezig. Tussen 2010 en 2014 is het opgesteld vermogen vertwaalfvoudigd; naar schatting hebben momenteel ruim 400.000 huishoudens zonnepanelen op hun dak en er spelen veel ontwikkelingen op het gebied van zonne-akkers.

In Nederland zijn in 2018 een totaal van 47 gerealiseerde zonne-projecten van meer dan 1 MW geïnstalleerd vermogen waarvoor SDE+ subsidie is ontvangen. Het project, Sunport Delfzijl, is momenteel met 30 Ha verreweg het grootste zonnepark in Nederland.

“In 2017 werd er 40% meer zonne-energie opgewekt dan in 2016.”

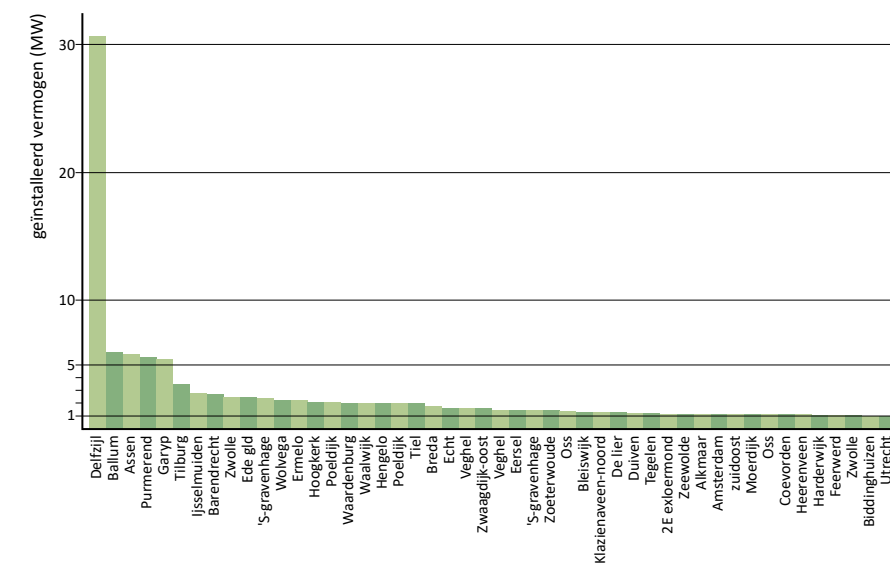
Bron: jaarcijfers van energieopwek.nl jan. 2018



overzicht SDE+ subsidies eerste
halfjaar 2017 waarvan 50% voor zon.
Bron: RVO, 2017



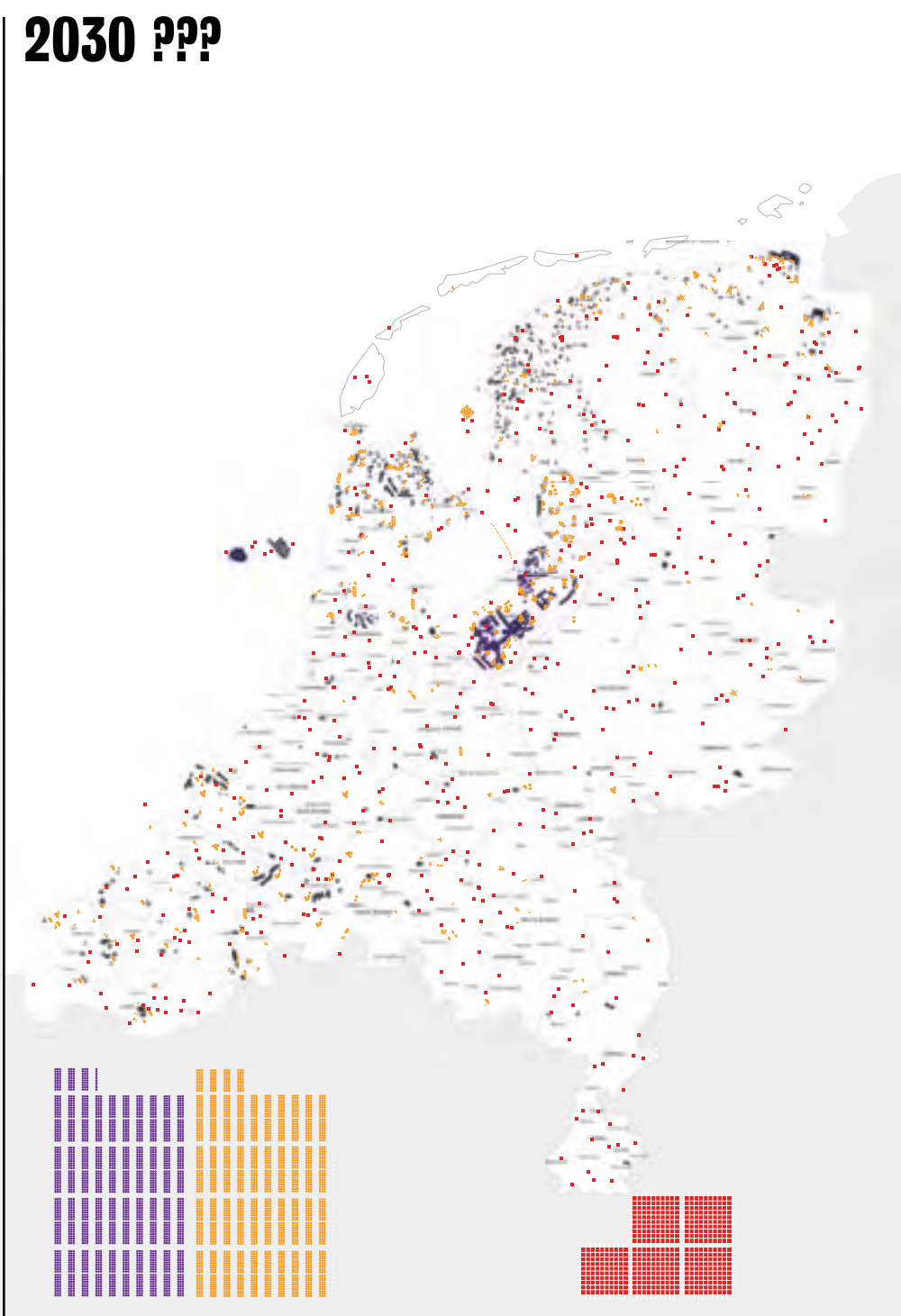
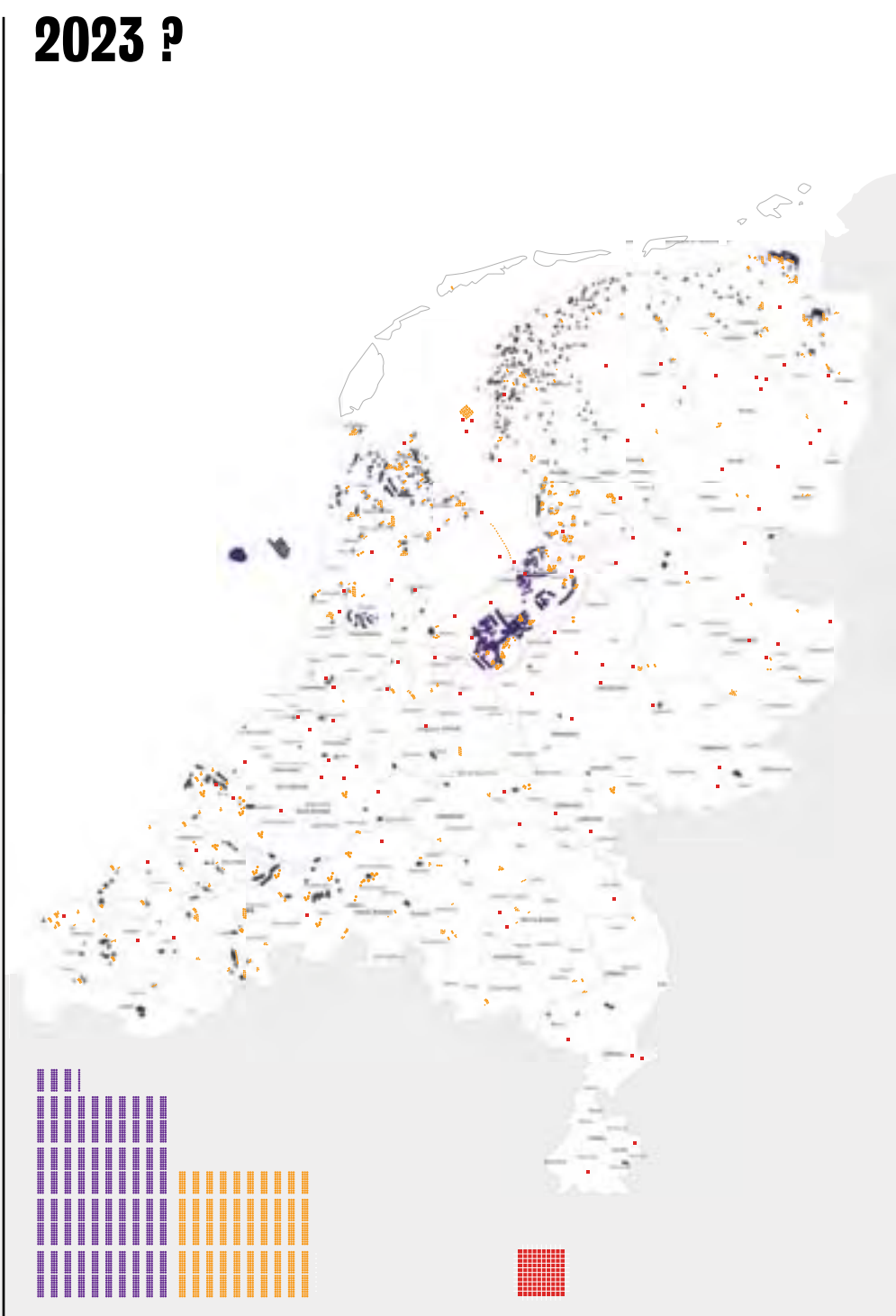
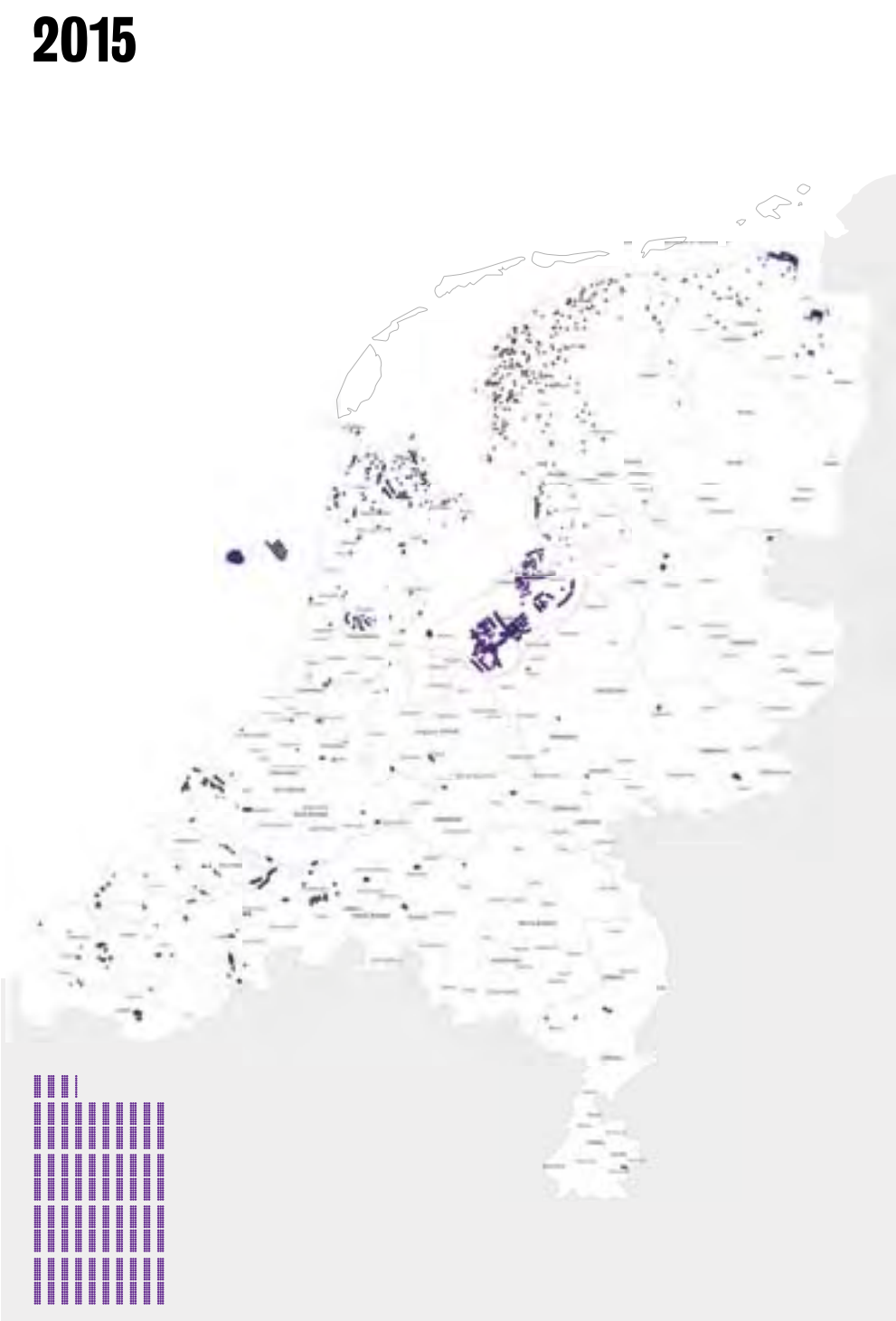
Bedrijfspannd met zonne-energie
Foto: Zonnegilde



Locaties van zonneparken van 1MW geïnstalleerd vermogen en groter
Bron: RVO, SDE + Projecten in beheer april 2017



visualisatie van zonneparken
Bron: RVO, verkenning grondgebonden
zonneparken, 2015



wind

Bestaand:

2500 windturbines:
totaal 3000 MW
21,2 PJ/jr

Bron: data - CBS, Hernieuwbare Energie in Nederland 2016
kaart - windenergie-nieuws

wind

In uitvoering (energie akkoord):

+1500 windturbines:
~ **totaal 6000 MW**
~ **35 PJ/jr**

NB: opbrengsten indicatief, afhankelijk van omgevingsvariabelen.

zonn

Wanneer 25% van alle gemeentes akkoord zou gaan met zonne-akkers van 100 Ha:

+100 zonne-akkers:
~ **10.000 MW**
~ **20 PJ/jr**

Bron: ACRRES-Wageningen UR, (gem. 500 MWh/ha)

wind

Bij continuering wind op land na 2023 + repowering:

+2500 windturbines:
~ **totaal 8000 MW**
~ **50 PJ/jr**

NB: vermogen en opbrengsten indicatief, afhankelijk van omgevingsvariabelen.

zonn

Wanneer zonne-energie voor de landbouwsector nog lucratiever wordt t.o.v. akkerbouw:

+500 zonne-akkers:
~ **50.000 MW**
~ **100 PJ/jr**

Bron: ACRRES-Wageningen UR, (gem.500 MWh/ha)



Ziet Nederland er in
2050 zo uit...?

foto's en impressies van verschillende energieprojecten
in zowel Nederland als het buitenland



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Naar een duurzame en concurrerende economie

Naar een klimaatbestendige en klimaatneutrale samenleving

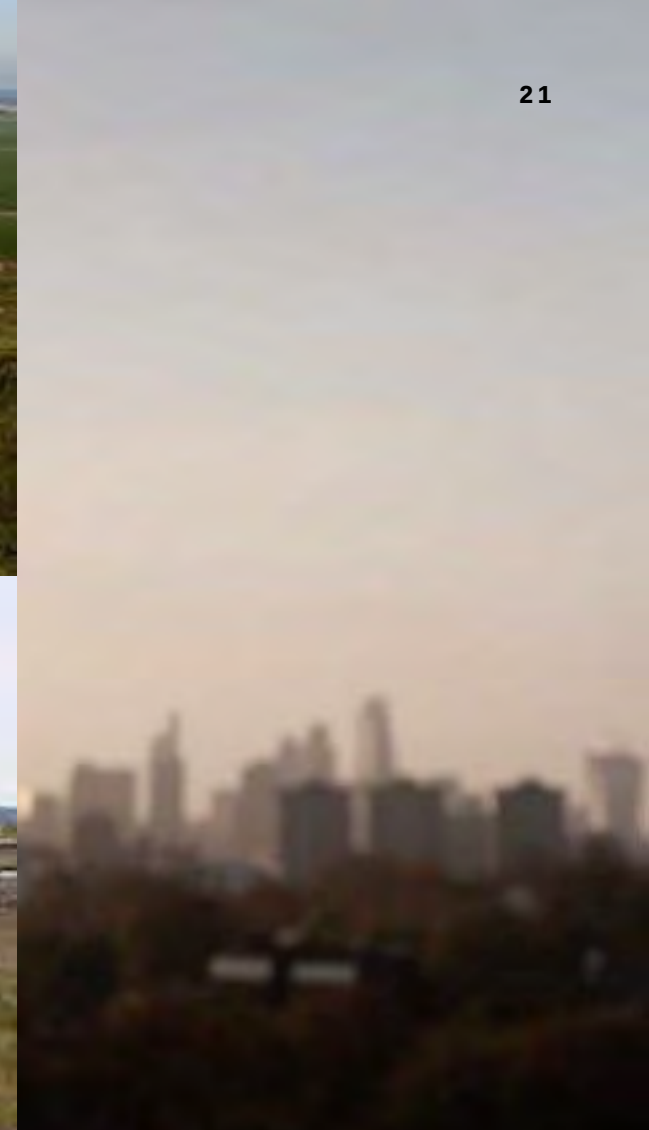
Naar een toekomstbestendige en bereikbare woon- en werkomgeving

Naar een waardevolle leefomgeving

De opgaven voor de
Nationale Omgevingsvisie



foto's van het Nederlandse (stads)landschap

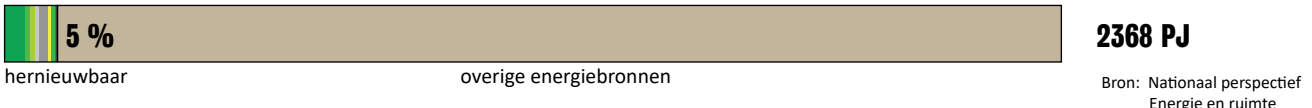


...terwijl er nog veel
meer ruimtelijke
ambities zijn buiten
energieopwekking



Prioriteiten in de Nederlandse energietransitie

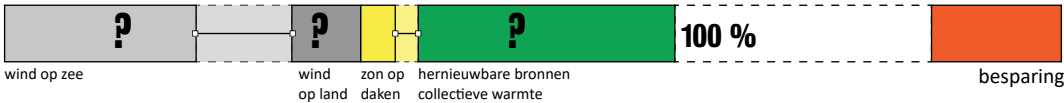
2015



2023



2050



Energie consumptie en productie

Wanneer de productie van duurzame energie afgezet wordt tegen het huidige energiegebruik in Nederland is het gemakkelijk om moedeloos te worden. Ook de afspraak van 16% duurzame energie in 2023 kan in eerste instantie nog de nadruk vestigen op hoe groot het aandeel is van de energie voorziening die nog op fossiele brandstoffen is gebaseerd. Het is dan ook goed hierbij een aantal kanttekeningen te maken om te benadrukken dat het niet zo is dat er na 2023 nog een verzesvoudiging van duurzame energieproductie nodig is.

Ten eerste is het belangrijk om het belang van energiebesparing te benadrukken. Het totaal aan primaire energiegebruik verlagen is op zichzelf al een effectieve methode om het probleem van de energie transitie te verkleinen. Het gaat daarbij om vraagreductie (voorkomen van verspilling) en efficiëntie (verhogen van arbeid per eenheid energie). Tegenover deze besparing op eindgebruik staat bovendien een nog veel grotere besparing op primaire energie die enkele malen hoger ligt. De fossiele energieketen is dusdanig inefficiënt dat er maar 12-20% over is van de oorspronkelijke energie inhoud van de gas, olie en kolen tegen de tijd dat de consument het als elektriciteit, gas, benzine of stoom gebruikt. Deze vermenigvuldigingsfactor maakt dat een totale besparing op primair energiegebruik van circa 30% als haalbaar scenario gezien moet worden.

“Door lek-, opwekkings-, transport-, conversie- en systeemverliezen in de fossiele opwekkingsketen wordt van alle opgewekte energie slechts 12-20% uiteindelijk in zinvolle arbeid omgezet. 1 PJ die wordt bespaard, scheelt dus 3-8 PJ aan opwekking.”

Bron: Nationaal perspectief Energie en ruimte, Dirk Sijmons et al, 2017

Het resterende nationale energiegebruik kan vervolgens op verschillende manieren onderverdeeld worden. Zo zijn er binnen verschillende studies uitgebreide analyses gedaan van energie gebruik naar functionaliteit (i.e. kracht en licht, mobiliteit etc.). Eén abstractieniveau hoger kunnen we een onderscheid naar energie in de vorm van elektriciteit en warmte maken. Dit onderscheid is met name van belang omdat het inzichtelijk maakt dat windturbines en zonnepanelen maar een deel van de uitdaging vormen. Uiteraard zou die warmtevraag (theoretisch) met elektriciteit kunnen worden opgelost, maar het ligt met de huidige stand van de techniek voor de hand om te zoeken naar andere, meer efficiënte oplossingen voor dat deel van de vraag.

De opgave van de energietransitie in Nederland zou al met al moeten worden begrepen als 1/3 besparing, 1/3 elektriciteit en 1/3 warmte. Maatregelen binnen elk van deze drie domeinen zijn volstrekt gelijkwaardig voor wat betreft de beoogde broeikasgas emissie reductie. De niet-energetische broeikasgassen vormen hierbij nog een laatste domein dat nog afzonderlijk zal worden behandeld.

Kans 1 | Directe eliminatie van broeikasgassen

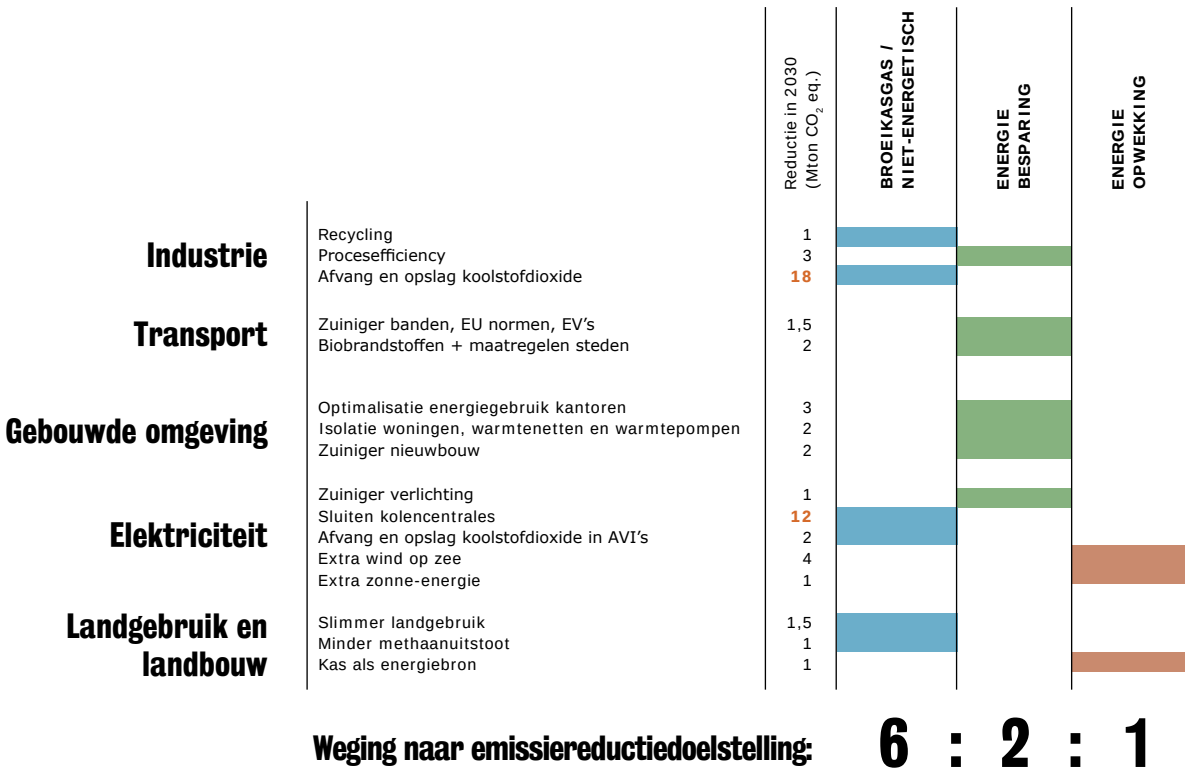
In het regeerakkoord van 2017 zijn de kaders geschetst voor beleid gericht op een emissiereductiedoelstelling van 49% in 2030. De indicatieve maatregelen die hierin zijn genoemd zijn grofweg in te delen in drie categorieën:

- directe eliminatie van broeikasgassen
- energiebesparing
- energieopwekking

Kijkend naar de begrootte reductie voor deze verschillende categorieën blijkt dat van directe eliminatie van broeikasgassen verreweg de grootste resultaten verwacht worden. Zo vormen de sluiting van de kolencentrales en de afvang en opslag van koolstofdioxide samen meer dan de helft van de reductie-opgave.

De inzet voor het energie- en klimaatakkoord van 2018 is een reductie van 49% in de uitstoot van broeikasgassen in 2030.

In februari 2018 is gestart met de gesprekken om te komen tot een nationaal klimaat- en energieakkoord. Als uitgangspunt geldt hierbij de doelstelling van 49 %-reductie in 2030. Een eventuele bijstelling van de opgave voor 2030 en mogelijke verschuivingen van de resultaten per maatregel worden verdisconteerd in dit akkoord.



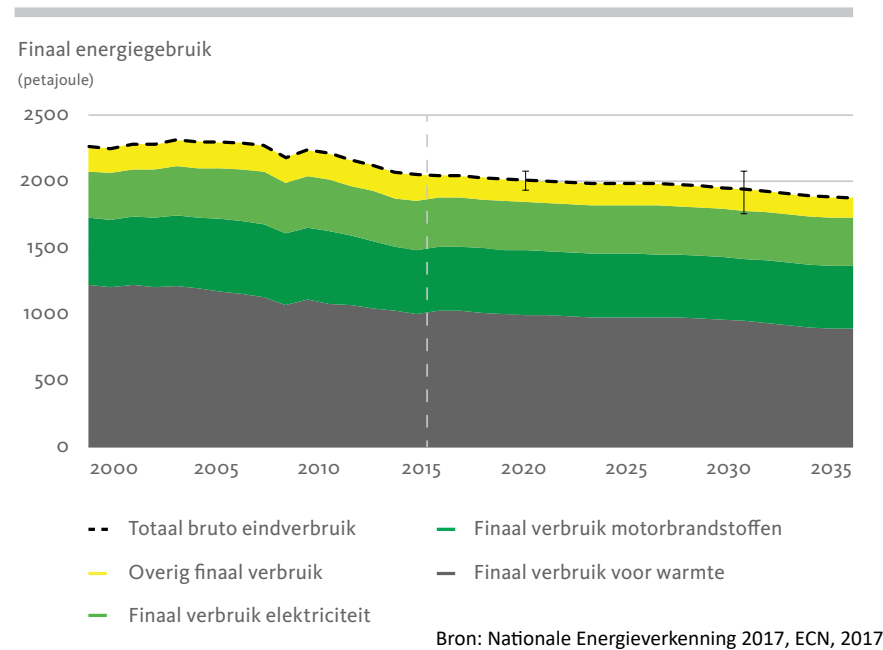
Indicatieve toedeling 49%-reductieopgave in 2030
Bron: Vertrouwen in de toekomst, regeerakkoord 2017-2021, okt. 2017

kans 2 | Energie besparing

Energiebesparing is de tweede categorie maatregelen die grote kansen biedt voor broeikasgasreductie. De focus ligt hierbij op het efficiënter gebruik van energie aan de gebruikszijde bij consumenten en bedrijven. Door de op de vorige pagina beschreven vermenigvuldigingsfactor wordt het effect van deze besparing enkele malen versterkt. Binnen domeinen als transport, industrie en de gebouwde omgeving zijn tal van oplossingen die bijdragen aan efficiënter en effectiever energieverbruik geboden.

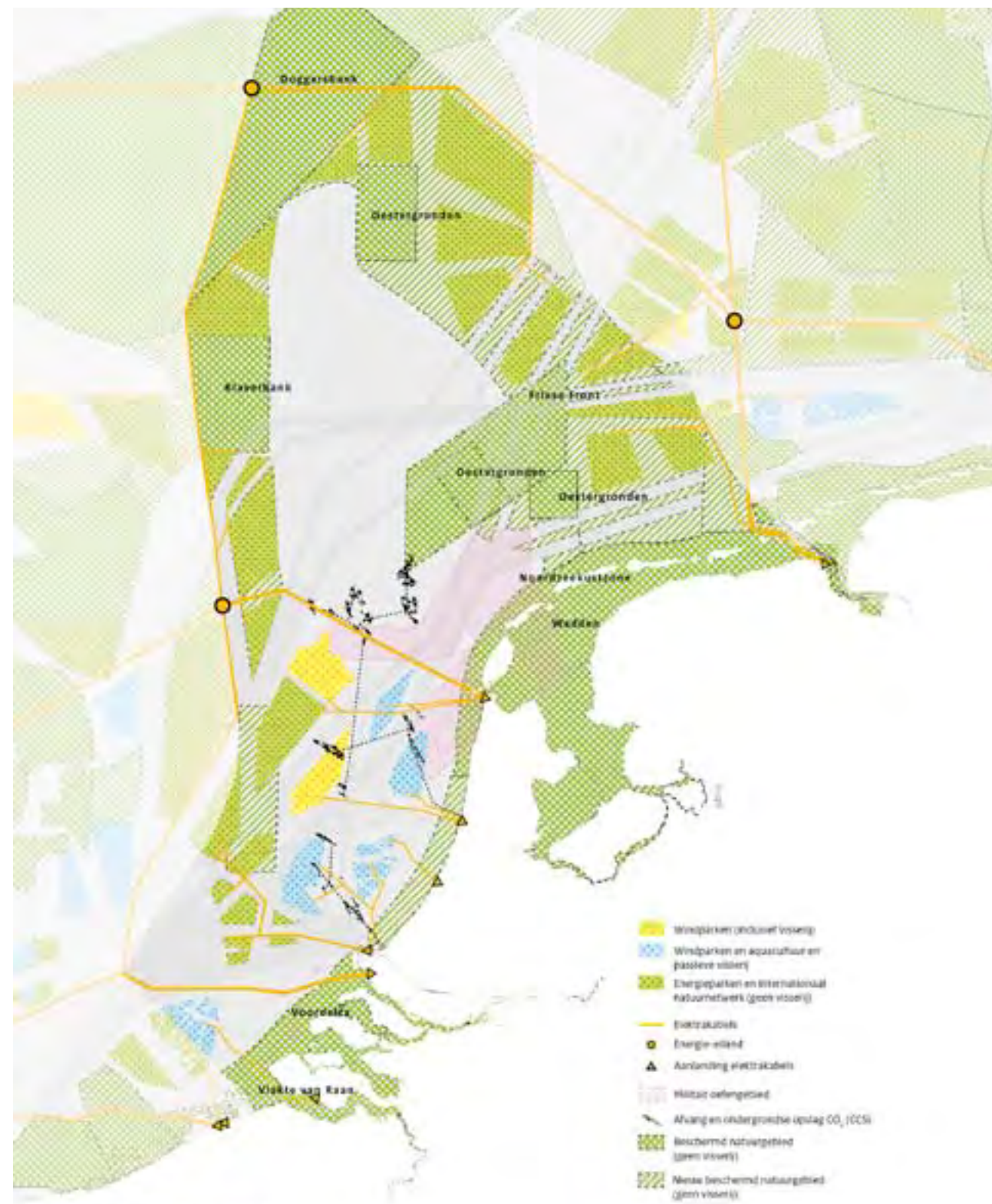
Ontwikkeling bruto finaal eindverbruik in de periode 2000-2035

Projectie bij voorgenomen beleid.



“De trend in het bruto eindverbruik is in de periode 2000-2015 omgebogen van stijgend naar dalend. Het eindverbruik lag daarmee, ondanks een stijging van het bbp met 19 procent ten opzichte van 2000, in 2015 op het laagste punt sinds de eeuwwisseling.”

Bron: Nationale Energieverkenning 2017, ECN, 2017



Opbrengst turbines

Turbine van 4 MW:
6,6 miljoen kWh

Turbine van 8 MW:
17,6 miljoen kWh

Bron: PBL, e.a., Wind op Zee - Economische aspecten, sep. 2016

impressie van hoog scenario 'Samen Duurzaam'
Bron: PBL, De toekomst van de Noordzee, jan. 2018

Kans 3 | maximale inzet wind op zee

De eerste Nederlandse windmolens op zee dateren van 2006; 10 jaar later waren er in totaal 289 windturbines op de Noordzee geplaatst. Toch leveren deze windturbines nu al meer dan een kwart van de elektriciteit van alle 2300 windturbines in Nederland, wat de enorme potentie van het grote aantal vollasturen op zee wel aangeeft. Tot aan 2023 wordt het opgesteld vermogen op zee meer dan verviervoudigd tot circa 4.500 MW. Positief voor de opschaalbaarheid daarna is dat een aantal van deze windparken zonder subsidie zullen worden gebouwd.

In verschillende studies is het potentieel van wind op zee uitvoerig onderzocht. Over de absoluut maximale energieopbrengst variëren de verschillende rapporten, maar vast staat dat er een zeer aanzienlijk deel van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening op de Noordzee kan worden gehuisvest. Het zal in de komende decennia de vraag worden in hoeverre de verschillende ruimteclaims op zee naast elkaar kunnen bestaan. Om dit inzichtelijk te maken is in een recente studie door het Planbureau voor de Leefomgeving inzichtelijk gemaakt dat voor een totaal opgesteld vermogen van 60.000 MW (bijvoorbeeld 20.000 turbines van 3MW) een ruimtebeslag van 17 tot 26 procent van het Nederlands Continentaal Plat benodigd is. Dat dit een enorm grote opgave zou zijn staat vast, maar tegelijkertijd moet het gezien de enorme ruimtedruk op land als zeer serieus scenario beschouwd worden.

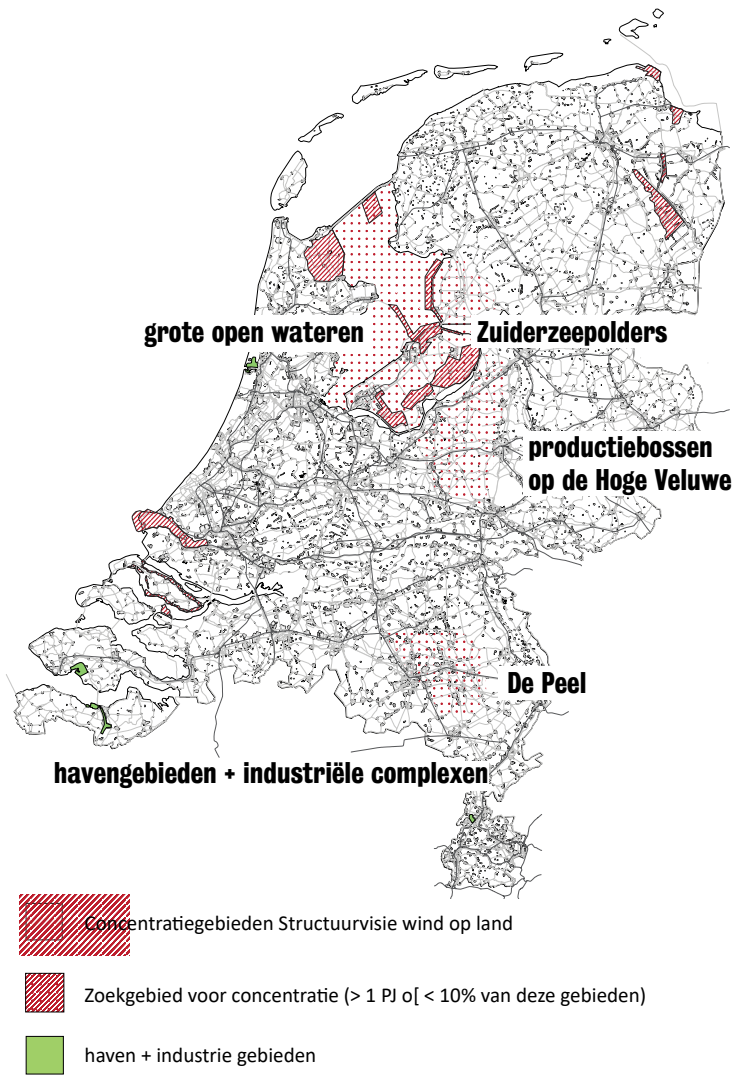
De effecten van windenergie op de Noordzee beperken zich niet alleen tot de zee. Allereerst is er natuurlijk sprake van een beperkte maar toch aanwezige zichtbaarheid van de nabije windparken in de kustzones. Van mogelijk groter effect zullen de nieuwe aanlandingen van elektriciteitsnetwerken zijn om al die windturbines op aan te laten sluiten. Een zorgvuldige plaatsing van deze hoogspanningstracees zal een moeilijke opgave zijn binnen het kustlandschap. De vraag of een alternatief zoals conversie naar waterstof niet wenselijker is zal zondermeer onderzocht moeten worden.



Gemini, het grootste offshore windpark van Nederland
Foto: RTLZ.nl, 08.05.2017

“Nederland is in feite al vol met ruimtegebruiksfuncties, en het inpassen van steeds grotere turbines leidt tot verandering van het Nederlandse landschap op te veel plaatsen (dit wordt wel ‘verrommeling’ genoemd).”

Bron: Structuurvisie Windenergie op land, Ministerie van I&M en EZ, 2014



Kans 4 | Grootschalige concentratie wind op land

In de structuurvisie ‘wind op land’ van 2015 is een ruimtelijk plan voor de doorgroei van windenergie in Nederland ontwikkeld voor de periode tot aan 2023. Naast het concretiseren van prestatie afspraken met de provincies is binnen deze visie een keuze gemaakt voor de bundeling van windenergie in een aantal concentratiegebieden waar “het ruimtelijk ontwerp van windturbineprojecten aansluit bij de hoofdkenmerken van het landschap”. Het concentreren van windparken op een aantal plaatsen is ruimtelijk gezien nagenoeg de enige optie om op andere plaatsen ruimte voor ‘leegte’ vrij te maken. Dit levert twee denkrichtingen op voor de periode na 2023:

Alternatief A: Uitbreiding van aantal concentratiegebieden?

Enerzijds zou gezocht kunnen worden naar het realiseren van aanvullende concentratie gebieden. De overwegingen die in de vorige structuurvisie gemaakt zijn, kunnen daarbij opnieuw gehanteerd worden, te weten:

- gebieden waar het relatief vaak en hard waait
- grootschalige cultuurlandschappen
- haven- en industriegebieden, grootschalige waterstaatswerken en andere hoofdinfrastructuur
- bevolkingsdichtheid die naar Nederlandse maatstaven laag is
- In deze gebieden “verhoudt de maatvoering van moderne grote windturbines zich gunstig tot de schaal van het landschap en wordt deze schaal niet ‘gedegradeerd’ tot bekrompen afmetingen”.

De eerste selectie concentratiegebieden zijn ontginnings- en inpolderingslandschappen, grote wateren en zeehavengebieden waar bovengenoemde afwegingen geoptimaliseerd konden worden. Bij een tweede selectie lijkt het onoverkomelijk dat de keuzes moeilijker zullen worden en de resulterende combinatie van factoren minder ideaal. Van een aantal ‘zoekgebieden’ in Nederland (zie kaart) zou in een vervolgstudie moeten worden onderzocht in hoeverre grootschalige windproductie mogelijk, wenselijk en acceptabel gemaakt kunnen worden.

Alternatief B: Optimalisatie concentratiegebieden?

In elk van de concentratiegebieden uit de structuurvisie is ruimte aanwezig voor minimaal 100 MW windenergie. De keuze voor het op te stellen vermogen is uiteindelijk gebaseerd op gebied specifieke keuzes die te maken hebben met andere ruimtegebruiksfuncties en vaak ook met bestaande windturbines. Zoals uit onderstaand casus van de Wieringermeer blijkt, zou overwogen kunnen worden om in aangewezen concentratiegebieden sterker te sturen op opbrengstmaximalisatie, wat lokaal ten koste zal gaan van andere belangen. Het vrijspelen van ‘leegte’ op andere plaatsen staat daar wel als een zeer nadrukkelijke maatschappelijke waarde tegenover.

Ter illustratie: casus Wieringermeer

- | | |
|--------------|---|
| 2016 | 112 windturbines met een vermogen variërend tussen 0,6 en 2,5 MW voor een totaal effectief vermogen van circa 130 MW . |
| 2023 | extra 240 MW vermogen in de Wieringermeer. Hiermee komt het totaal in 2023 op 370 MW (in uitvoering). |
| 2040? | een opgesteld vermogen van maximaal 850 MW is technisch mogelijk; zie kaart met 260 turbines van 3,3 MW. |

Bron: Bosch & van Rijn, Windstats.nl jan 2018

Bron: RVO Monitor Wind op Land, maart 2017

Bron ruimtebeslag: Posad, Energie en klimaat een ruimtelijke verkenning, nov 2017

Kans 5 | Zon geïntegreerd op gebouwde omgeving

Bekeken van bovenaf bestaat de gehele gebouwde omgeving in Nederland uit circa 650 km² aan dak. Net als overal spelen ook op daken concurrerende ruimteclaims, maar alle onderzoeken die hiernaar gedaan zijn tonen unaniem aan dat er een grote potentie aan zonne-energie te winnen valt op daken en als aanvullende maatregel soms ook op gevels.

Eenzijds blijft de cel-efficiëntie van zonnepanelen stijgen. Anderzijds is vanuit netwerkbeheer de vraag om meer evenredige verspreiding van opwekking gedurende de dag steeds groter omdat de capaciteit van distributienetten in wijken onvoldoende dreigen te worden om de piek van zomermiddag productie aan te kunnen. Deze twee factoren samen maken dat ook daken op oriëntaties die vroeger niet geschikt geacht werden steeds interessanter wordt om zonne-energie toe te passen.

Stations, rail-gebonden gebouwen en de 12 miljoen m² BVO aan gebouwen onder beheer van het Rijksvastgoedbedrijf bieden dan ook grote kansen voor verduurzaming door het rijk zelf.



Dak van station Rotterdam Centraal, bron: prorail.nl

“In veel gevallen zullen de zonnepanelen zichtbaar zijn. In al die gevallen zullen de zonnepanelen zodanig geplaatst moeten worden, dat ze niet alleen voldoende rendement opleveren, maar ook esthetisch een acceptabel beeld in de stationsomgeving opleveren.”

bron: richtlijn esthetische inpassing van zonnepanelen (op overkappingen) op stations, Prorail, 2016

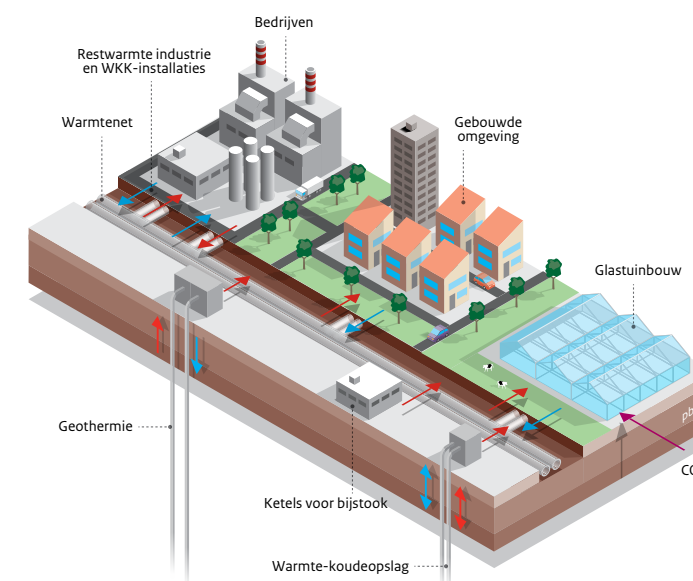
Kans 6 | Collectieve warmte

Gezien het grote aandeel van de component ‘warmte’ in de totale energievraag van Nederland is een heroverweging van de manier waarop we warmte gebruiken en distribueren een enorme kans. De problemen met gaswinning in het noorden van het land zullen hier de komende jaren waarschijnlijk een katalyserende rol bij spelen.

Aan de vraagzijde zijn de enorme industriële warmtevraag (zeer hoge temperatuur) en de warmtevraag in de gebouwde omgeving (variërend tussen hoge en lage temperatuur) de belangrijkste uitdagingen.

Aan de aanbodzijde zijn er meerdere alternatieven voor aardgas voor de gebouwde omgeving, waaronder all-electric maatregelen (warmtepomp en zonnepanelen) en ‘groen’ gas en/of waterstof via het bestaande gasnet. Daarnaast lijken de ontwikkelingen op het gebied van geothermie bijzonder hoopvol voor de lange termijn en zijn technieken die gebruik maken van restwarmte en omgevingswarmte nu al zeer kansrijk.

Bij het verduurzamen van de warmtevraag staat de mogelijke transitie naar netwerken om thermische energie te delen centraal. Warmtenetten vormen nu nog een zeer beperkt deel van de bestaande energie infrastructuur in Nederland en worden in de huidige markt vaak niet als economisch haalbaar geacht. Reden hiervoor is de concurrentie met bestaande (gas) infrastructuur in combinatie met het ‘Niet Meer Dan Anders’ kostenprincipe. Nieuwe warmtenetten hebben echter de potentie om maximaal bij te dragen aan broeikasgasreductie wanneer ze in een open systeem gevoed worden door meerdere (rest)warmtebronnen. Op termijn zou geothermie hierbij ingefaseerd kunnen worden. Het regisseren van de verschillende warmtebronnen gedurende de transitieperiode zal hierbij van groot belang zijn.



Bron: PBL, Toekomstbeeld Klimaatneutrale warmtenetten in Nederland, 2017

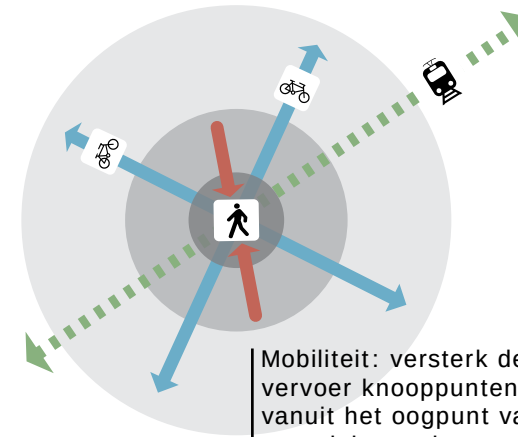
Integratie met andere opgaven



Woningbouwopgave: van uitdijen naar verdichten



Energieopwekking: integreer zonne-energie in de gebouwde omgeving



Mobiliteit: versterk de openbaar vervoer knooppunten, ook vanuit het oogpunt van energiebesparing



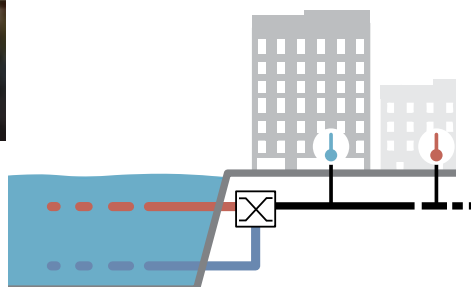
Biodiversiteit: zorg voor versterking van ecologische verbindingen



Bespaar: verduurzaam de gebouwde omgeving



Warmte: gasloos verwarmen door benutting van de aanwezige omgevingswarmte



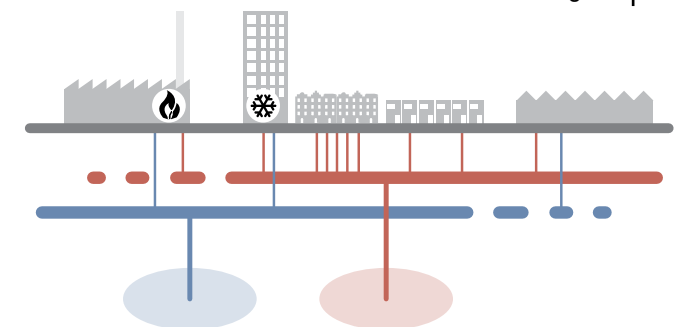
Innoveer: wordt de launching customer van waterstof in de scheepvaart



Mobiliteit: robuuste langzaam vervoersnetwerken helpen lokaal autoverkeer te voorkomen

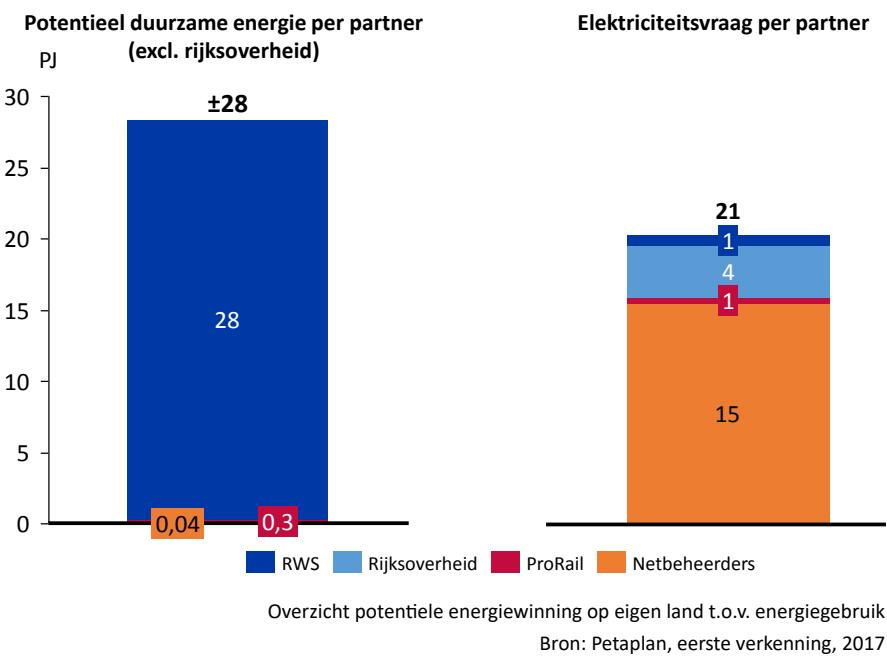


circulair: koppel industriële 'afval' warmte aan lokale warmtevragers





Het Petaplan binnen de energie transitie



Petaplan en pilots

Het Petaplan is geïnitieerd met het doel een scenario op te stellen waarin het rijk en de infrabeheerders duurzame energieopwekking op grondgebieden van de overheid kunnen organiseren om zo het eigen energiegebruik te vergroenen. “Het Petaplan behelst niet alleen het blootleggen van kansrijke duurzame energieprojecten, maar is ook de opmaat naar optimaal benutten van areaal in Nederland en een intelligente manier om dit te realiseren.”

De impact van de infrabeheerders (RWS, Prorail, Stedin, Enexis & Liander) is met een gezamenlijk energiegebruik van 17 PJ energiegebruik significant te noemen. Het platform Groene Netten is in 2014 ontstaan om verantwoordelijkheid te nemen voor deze impact en als infrabeheerders gezamenlijk een versnelling te brengen in de verduurzaming van de eigen operatie en de maatschappij.

Doel van de samenwerking is het voorkomen van onnodige net-investeringen resulterend in een potentiële verlaging van de gesocialiseerde aansluitkosten.

Lange termijn doelstelling Petaplan

Om de doelstelling van het Petaplan te realiseren, zal er vanaf 2020 jaarlijks minimaal 2,3 PJ moeten worden opgewekt, oftewel elk jaar circa 300MW aan energie-opwekkingsvermogen worden gerealiseerd. Dit is vergelijkbaar met 100 windmolens (a 3MW) of 700 voetbalvelden met zonnepanelen (a 0,4MW per veld) per jaar.

Pilots

Het starten van pilotprojecten, betrekken van stakeholders en het inrichten van een project organisatie zijn de opmaat voor het opschalen van het Petaplan. Deze pilots worden gebruikt om de ruimtelijke kansen voor duurzame energieopwekking te onderzoeken. De pilots zijn verschillende locatietypen van het rijksareaal die op veel meer plekken in Nederland voorkomen. Door in te zoomen op deze pilots is in een intensief traject een scala aan ruimtelijke vragen onderzocht. Het doel hierbij was om algemene lessen en principes voor Nederland te onderzoeken.

Petaplan pilot

De Slufter

Algemeen

Op baggerdepot de Slufter op de Rotterdamse Maasvlakte worden een aantal proefopstellingen van drijvende zonnepanelen getest. Deze proefinstallaties van verschillende fabrikanten bestaan uit vloten waarop zonnepanelen zijn gemonteerd. Een jaar lang worden de panelen blootgesteld aan weer en wind om het effect van de drijvende systemen inzichtelijk te maken.

- Status project: monitoring testopstelling
- Oppervlakte / aantal: 250 ha / maximaal 500.000 zonnepanelen
- Energiebron: zon
- Opbrengst: 0,6 PJ / jaar

Rondom het baggerdepot staan sinds 2003 windturbines. Repowering van deze bestaande turbines en plaatsing van nieuwe turbines is onderdeel van deze pilot.

- Status project: planfase (voorziene start exploitatie 2018)
- Oppervlakte / aantal: 44
- Energiebron: wind
- Opbrengst: 2,3 PJ / jaar

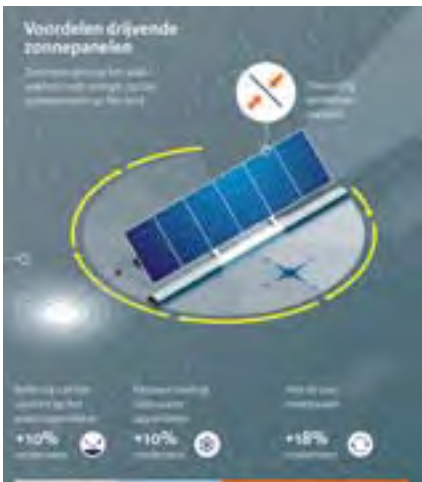
Proces

Rijkswaterstaat werkt voor deze testinnovatie samen met Havenbedrijf Rotterdam en leveranciers Sunfloat, Wattco, Texel4Trading en Sunprojects.

In 2016 is een proef met 120 drijvende zonnepanelen op de Slufter uitgevoerd. Deze proef heeft een vervolg gekregen per mei 2017; ondernemingen testen verschillende systemen voor drijvende zonnepanelen op de Slufter. Deze vervolgpilot duurt een jaar. Een belangrijk doel van de proef is informatie op te halen over de condities waaronder een groot wateroppervlak, zoals het baggerdepot, geschikt is voor een grootschalig drijvend zonnepark.

Lessons learned

- monitoring van energie opbrengst en operationele aspecten is gaande
- mogelijke combinatie met zon op vuilstort naastgelegen Van Gansewinkel
- mogelijke koppeling met elektriciteitsvraag lokale industrie
- versterking integrale benadering (bijv. aanlegstekker TenneT)



Petaplan pilot

IJsselmeer 2050

Algemeen

De Verkenning Energietransitie IJsselmeergebied is uitgewerkt langs de lijnen van 3 denkrichtingen om de verschillende ruimteclaims op het gebied op een zinvolle manier te kunnen onderzoeken:

Scenario 1 | aansluiting op karakteristieken

- In dit scenario is er bewust gekozen om vooral in te zetten op de kusten en het water zoveel mogelijk open te laten.
- totaal geprojecteerd vermogen: 37 PJ
 - drijvende eilanden voor zonne-energie
 - windenergie alleen langs 'harde' kusten om het onderscheid tussen de verschillende kustlijnen te versterken.
 - veel van de gekozen energiebronnen zijn laag bij de grond of onderwater (geothermie)

Scenario 2 | optimaal meekoppelen

- Dit scenario bevat een integrale benadering waarbij voor de verschillende ingrepen wordt gekeken hoe deze het beste aansluiten op de andere opgaves in het gebied zoals recreatie, ecologie en drinkwater.
- totaal geprojecteerd vermogen: 68 PJ
 - juist het water wordt benut voor energie- opwekking en de kusten 'leeg' gehouden
 - een serie van eilanden in het water zorgen voor energieopwekking, natuurbeleving en vismigratieroutes

Scenario 3 | economisch duurzaam

- In dit scenario ligt de focus bij het economisch zo optimaal mogelijk inpassen van de energie-opwekking.
- totaal geprojecteerd vermogen: 67 PJ
 - bestaande of geplande parken worden gemaximaliseerd
 - grootschalige geothermie dichtbij de stedelijke gebieden
 - Afsluitdijk als icoon voor windenergie en blue-energy en Houtribdijk als zonnedijk aangezet met extra energie ingrepen.
- Status project: verkenning met als doel om tot een energievisie voor het IJsselmeer te komen (concept rapport)
 - Oppervlakte / aantal: 1.800 km² +
 - Energiebron: zon, wind, blue-energy, stromingsenergie, biomassa en geo
 - Opbrengst: scenario's variëren van 37 to 68 PJ / jaar

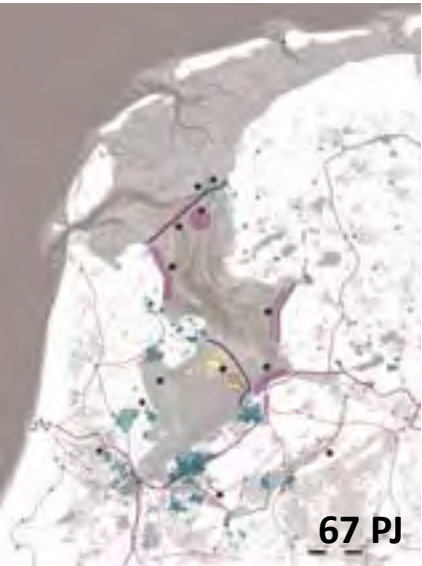
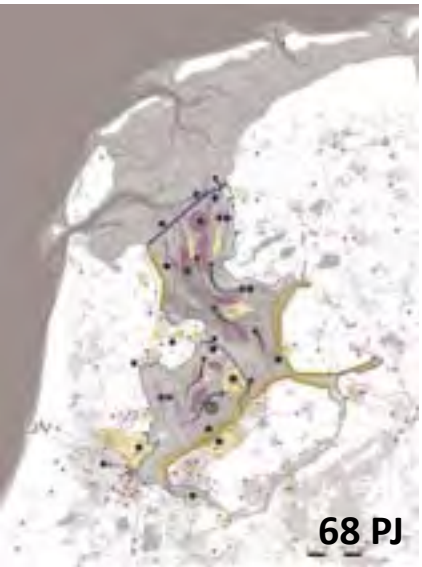
Proces

Deze studie, beelden en bijbehorende ateliers zijn uitgevoerd door Posad in samenwerking met Ecofys in gezamenlijke opdracht van het Ministerie voor Infrastructuur en Milieu.

In 2015 is het rijk een proces gestart om samen met betrokkenen in het IJsselmeergebied toe te werken naar een gezamenlijke gebiedsagenda 2050. Ambities, opgaven en ideeën op het vlak van waterveiligheid, zoetwatervoorziening, natuurontwikkeling, cultuurhistorie, visserij, duurzame energie, recreatie en agricultuur kunnen op die manier verbonden worden. Doel van de agenda is: een duidelijke koers voor het gebied, meer samenhang tussen projecten, en betere samenwerking in uitvoering en kennisontwikkeling. In ateliers is overleg gevoerd met een brede groep stakeholders: beleidsmakers, netwerkbeheerders, technisch specialisten, belangenverenigingen, ecologen en andere experts.

Lessons learned

- er liggen enorme kansen om in het IJsselmeer een deel van de nationale energie opgave op te wekken wellicht daarmee andere gebieden wat te ontlasten.
- om tegelijkertijd de waarde van het gebied intact te houden worden met name slimme functiecombinaties met energie opwekking, economische, recreatieve en/of ecologische meerwaarde als kansrijk gezien.
- naast koppelkansen in gebruik van ruimte en infrastructuur, zijn er ook kansen voor het dubbel gebruik van verschillende infrastructuren.



Petaplan pilot

Zonneroute A37

Algemeen



Een herkenbaar en samenhangend snelwegnetwerk staat centraal binnen de visie van Rijkswaterstaat. Doel is altijd een aantrekkelijk wegbeeld met karakteristieke landschappen, opvallende gebouwen en markante iconen mogelijk te maken. Vanuit het idee dat de ruimte rondom het wegennetwerk veel ruimte bied om duurzaam zonne-energie op te wekken is een onderzoek opgestart naar de mogelijke inpassing van deze nieuwe functie aan de hand van een voorbeeld rijksweg. De A37 (Drenthe) is om een aantal redenen een ideale casus voor dit onderzoek:

- ruimte opzet met brede middenbermen en buitenbermen over grote lengtes
- oriëntatie oost-west
- geen verbredingen of andere grote ingrepen zijn gepland in de komende 15 jaar



Er is voor gekozen om 3 (landschapsarchitecten)bureaus dezelfde opdracht te geven. De vraagstelling is om een ruimtelijk concept te ontwikkelen voor zonneakkers op de A37. Het accent ligt daarbij op het doen van ontwerpend onderzoek om zo tot inspirerende ideeën te komen voor het opwekken van een substantiële hoeveelheid energie, met de wens om een icoon in (Noord) Nederland te realiseren.

- Status project: verkenning - ontwerpend onderzoek
- Aantal: maximaal 970.000 zonnepanelen
- Energiebron: zon
- Opbrengst: maximaal 0,9 PJ / jaar

Proces

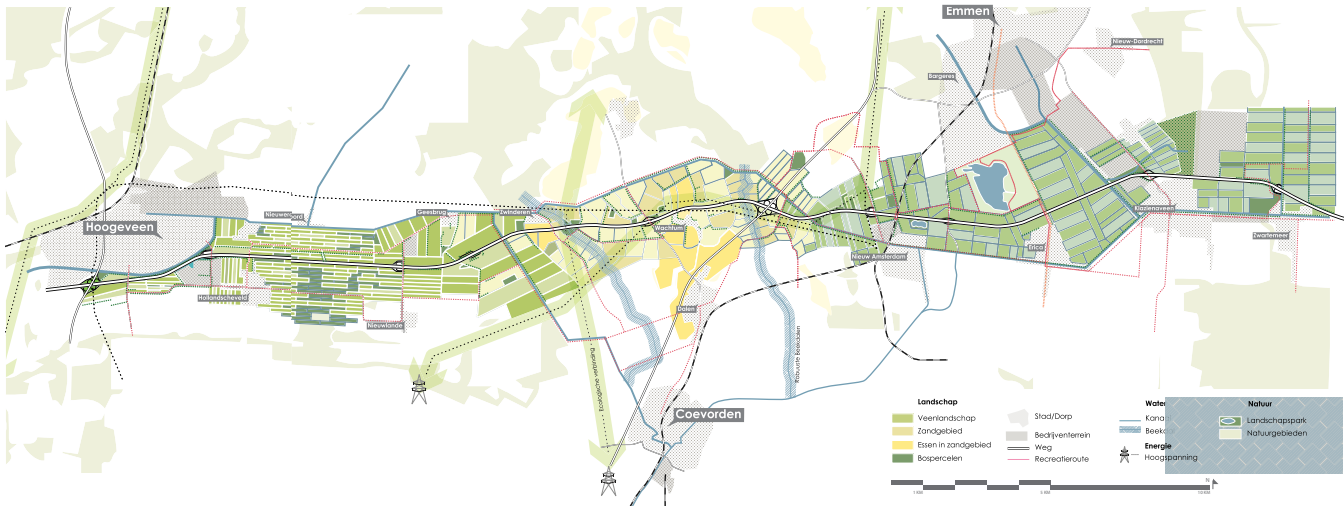
Zonne-route A37 is in een ontwerpend onderzoek uitgevoerd door IAA, studio Marco Vermeulen en Posad in opdracht van Rijkswaterstaat.

In september 2016 zijn de drie voorstellen gepresenteerd. In mei 2017 is vervolgens opdracht gegeven voor een vervolg van ontwerpend onderzoek naar een ruimtelijk concept binnen specifieke randvoorwaarden en aandachtspunten. Deze ruimtelijke concepten worden momenteel ontwikkeld door dezelfde drie bureau's, begin december zullen deze opgeleverd worden.



Lessons learned

- Omliggende gemeenten hebben nu al interesse getoond in de mogelijkheden tot participatie in de energieopbrengst.
- Zaken als Beheer en Onderhoud, Natuur en Landschap, RAMSHEEP analyse, veiligheid en beveiliging worden momenteel uitgewerkt.
- De impact van zonnepanelen op de bermecologie verdient nader onderzoek - geen zonlicht zal de fauna op den duur volledig aantasten met mogelijke gevolgen voor de stabiliteit van de bodem van de bermen.



Petaplan pilot

Rail gebonden gebouwen

Algemeen

ProRail beheert een groot aantal railgebonden gebouwen: 260 onderstations, 113 schakelstations en 1000 relaishuizen. De dakoppervlaktes van deze gebouwen kunnen worden benut voor het leveren van elektriciteit middels zonne-energie. Eventueel komen ook de geveloppervlakken hiervoor in aanmerking dankzij het feit dat veel van deze gebouwtjes volledig vrijstaand zijn.



Onderstaande kengetallen zijn gebaseerd op een inschatting dat 35% van de rail gebonden gebouwen geschiktgemaakt kunnen worden.

- Status project: voorverkenning
- Oppervlakte
 - Geldermalsen: 285 m² / maximaal 67 panelen
 - totaal: 8.162 m² (441 objecten)
- Energiebron: zon
- Opbrengst totaal: 0,004 PJ/ jr (= 1.100 MWh / jr)



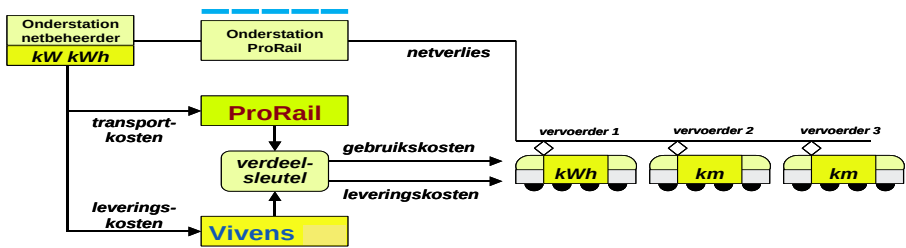
Proces

Dit onderzoek is geïnitieerd door ProRail. Het project is in voorverkenningfase. Er zijn nog veel vragen omtrent de mogelijkheden, risico's en rendabiliteit. Zowel planning als locatietoewijzingen zijn nog in ontwikkeling. De twee bovengenoemde locaties bieden potentie, maar zijn nog niet definitief.



Lessons learned

- Is het rendabel om op relatief kleine dak oppervlaktes energie op te wekken?
- Hoe kan de opgewekte energie het beste worden benut? Levering aan de bovenleiding of terug levering aan regionale netbeheerder?
- Zijn de uitkomsten voor ProRail vergelijkbaar met Technische ruimtes van RWS en netbeheerders?
- Welke risico beperkende maatregelen moeten worden genomen bij deze kritische gebouwen?
- Zijn de uitkomsten voor ProRail vergelijkbaar met Technische ruimtes van RWS en netbeheerders?



Petaplan pilot

Knooppunt Deil

Algemeen

Windpark Deil is door provincie Gelderland en gemeente Geldermalsen geïnitieerd. De verschillende opties voor een windpark bij knooppunt Deil zijn in een MER. vergeleken en daar is als beste variant uit gekomen om een lijn van 11 windmolens te plaatsen ten zuiden van de A15 aan weerszijden van de A2. Deze variant ligt momenteel voor aan de gemeenteraad.

Door de ontwikkeling van het project windpark Deil ontstaan er koppelkansen om meer duurzame energie te ontwikkelen ter plaatse van het knooppunt. Gezien het grote aandeel van RWS en Prorail tezamen is de casus Zonnepark knooppunt Deil ontstaan. Het plan voor zonnepark Deil bevindt zich in de verkenningsfase. In de eerste instatie is voor het zonnepark alleen naar de zone rond de snelwegen gekeken en is de spoorlijnen buiten scope gehouden, echter liggen op deze locatie wel extra kansen die benut kunnen worden waardoor de scope onlangs is uitgebreid.

Windpark

- Status project: bestemmingsplan wijziging + besluitvorming
- Oppervlakte / aantal: 11 turbines
- Energiebron: wind
- Opbrengst: 1,25 - 1,5 PJ/jr

Zonnepark

- Status project: voorverkenning
- Oppervlakte / aantal: zoekgebied - 216 000 m² maximaal
- Energiebron: zon
- Opbrengst: max. 0.14 PJ

Proces

Ingenieursbureau TAUW werkt in opdracht van Prorail en RWS aan uitwerking van zonnepark Deil. De MER voor Windpark Deil is uitgevoerd door Bosch & van Rijn.

Gedurende de afgelopen zomer is het initiatief genomen tot het maken van een plan van aanpak voor het zonnepark. Voor het project “Zonnepark Deil” is voorgesteld om de verkenning te doen met behulp van de Omgevingswijzer. Een projectmanager is ondertussen aangesteld.

Lessons learned

Gedurende de afgelopen zomer is het initiatief genomen tot het maken van een plan van aanpak voor het zonnepark. Voor het project “Zonnepark Deil” is voorgesteld om de verkenning te doen met behulp van de Omgevingswijzer. Een projectmanager is ondertussen aangesteld.

- Belangrijk onderdeel van de pilot is het visualiseren van verschillende opties omdat mensen zich vaak nog niet goed kunnen voorstellen hoe een energieproject er daadwerkelijk uit ziet.



Petaplan pilot

Energielandschap A16

Algemeen

In opdracht van het rijk is de provincie Noord-Brabant bezig met het realiseren van 200 MW nieuwe windenergie. In uitwerking hierop is een convenant gesloten met de vier gemeenten en het bedrijfsleven om 100 MW te realiseren in de zone rond de A16. De procedures hiervoor worden momenteel doorlopen en start bouw staat gepland voor maart 2019.

Binnen dit proces is in 2016 door de provincie laten onderzoeken in welke mate de A16 zone ontwikkeld kan worden tot een energielandschap. Naast landschappelijk onderzoek voor de plaatsing van de windturbines zelf is hierin een visie ontwikkeld om deze zone te ontwikkelen tot etalage van duurzame energie. Zoals in het onderzoeksrapport gesteld wordt: kenmerk van een etalage is dat deze zich steeds vernieuwt en dat ‘the state of the art’ projecten worden getoond.

Wind energie

- Status project: provinciaal inpassingsplan + vergunningen
- Oppervlakte / aantal: 25-35 turbines
- Energiebron: wind
- Opbrengst: 1,25 - 1,5 PJ/jr

Overig energielandschap

- Status project: verkenning
- Oppervlakte / aantal: zoekgebieden:
 - Project met 5 Windturbines en 20 Ha zon
 - Project met 10+ Ha zon
 - Areeal ‘gewenst’ voor projecten derdenwind, zon en biomassa n.t.b.

Proces

De Energievisie A16 is ontwikkeld door Bosch en Slabbers in opdracht van de provincie Noord-Brabant. De MER voor het windpark is uitgevoerd door Bosch & van Rijn.

Eind 2015 hebben Noord-brabant en verscheidene gemeenten een covenant gesloten als basis voor het traject van plaatsing van windturbines langs de A16. In oktober 2017 is uiteindelijk een voorkeursalternatief gekozen van de opstellingsvarianten in de MER. De ontwikkeling van windenergie is voor de provincie aanleiding om te onderzoeken of dit traject kan uitgroeien tot een energie landschap binnen een provinciaal inpassingsplan. Binnen dit kader is de rol van RWS die van vergunningverlener, omgevingsmanager en vastgoedbeheerder.

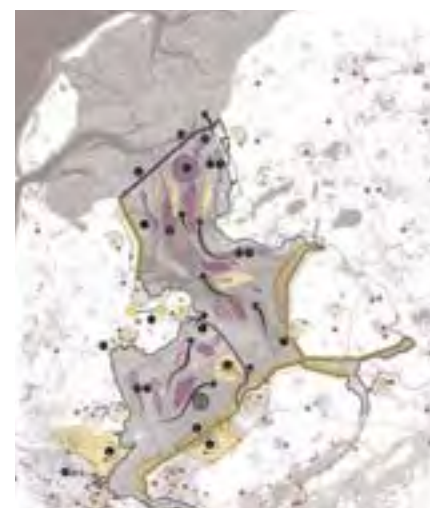
Lessons learned

- Rijkswaterstaat sluit aan bij proces van provincie - geen ontwerpende/inpassende rol
- Voor het vorm geven van sociale participatie (elk project moet 25% afstaan aan de omgeving) blijkt geen kant-en-klaar model beschikbaar
- de aanbestedingswet sluit niet goed aan bij de wijze waarop RWS projecten gunt





Impressies en foto's van pilotprojecten en technieken die daarin in de toekomst onderzocht worden.



Petaplan pilots | observaties

De pilots die nu binnen het Petaplan geschaard worden, zijn divers qua locatie, status en aanpak. Bij de meerderheid van de projecten ligt de focus op energieproductie binnen de grenzen van het eigen areaal. Dit is logisch gezien de uitgangspunten van het overkoepelende plan, zoals geschetst op pagina 39.

In dit traject van onderzoek en advisering zijn de pilots desalniettemin in een breder kader bekeken. Op de schaal van een land als Nederland, waar altijd conflicterende ruimteclaims spelen, is een enkelvoudige oplossing voor één opgave immers onvoldoende om daadwerkelijk een verbetering te kunnen zijn. Door vanaf het begin te onderzoeken in hoeverre binnen pilotprojecten de energie opgave gekoppeld kan worden aan de vele andere transitie waar Nederland voor staat kunnen voor Nederland als geheel waardevolle lessen geleerd worden. Vanuit dit perspectief zijn de onderstaande observaties gedaan richting de Petaplan partijen.

- Het is ontzettend goed dat er pilots zijn, daar kunnen dingen uitgetoetst worden waar Nederland van kan leren.
- Een experiment mag mislukken. De opzet moet zodanig zijn dat het maatschappelijk acceptabel is dat de proef mislukt: in kosten, omkeerbaarheid, tijd en moeite.
- De pilots zijn nu nog vrij behoudend: ze bevatten beperkte vernieuwingen; er worden immers voorsnog geen technologisch baanbrekende innovaties op het gebied van energieopwekking, -distributie, -conversie, -opslag en warmte toegepast. Ook is er in beperkte mate sprake van financiële en organisatorische innovaties.
- Een aantal van de projectlocaties zijn nu ingegeven door initiatieven van derden, en doordat daar 'toevallig' grond van het rijk ligt.
- Ondanks enkele pogingen voor meekoppeling wordt in alle pilots uiteindelijk alleen naar eigen grondgebied gekeken. Meekoppeling met lokale initiatieven, energiegebruikers en meervoudig ruimtegebruik is hierdoor (nog)niet gerealiseerd.
- Wanneer beschouwd als 'inpassingspilot' zijn de pilot projecten in absolute zin kleinschalig; op Nederlands schaal wegen de baten niet zondermeer op tegen de kosten.
- Binnen de verschillende pilots is een grote variatie aan schaal en scope. Het IJsselmeer springt eruit als een pilot waar niet alleen opwekking van elektriciteit een rol speelt, maar ook warmte en natuurontwikkeling.

De inzet van een multicriteria analyse kan helpen bij het maken van integrale afwegingen voor toekomstige pilots.

Opbrengsten / concentratie

- Is de energie opbrengst per hectare gemaximaliseerd?
- Zijn de voorwaarden voor netinpassing optimaal?
- Is de ROI van de investering, uitgedrukt in kosten per energie-eenheid, voldoende aantrekkelijk?

Synergie productie /gebruik omgeving (buiten rijkseigendom)

- Hefboomwerking: wordt de omgeving geprikkeld om mee te investeren in extra opwekkingscapaciteit?
- Is de locatie dichtbij voldoende afnemers?
- Participatie: wordt de omgeving de kans geboden om financieel te participeren / mee te profiteren?
- Is er sprake van optimale samenwerking met energieopwekking systemen van naburige exploitanten?

Innovatie / Techniek

- Wordt er vernieuwende technologie uitgetest?
- Is de levensduur van de energie-opwekkingsapparatuur optimaal afgestemd op de levensduur van het netwerk?

Inpassing / ruimtelijke kwaliteit / ecologie

- Landschappelijke impact: zijn de maat en schaal in overeenstemming met de karakteristieke kwaliteiten van het landschap?
- In hoeverre is er sprake van een ruimtelijke concentratie waardoor ruimte voor 'leegte' op andere plekken vrijgespeeld?
- Op een schaal die verloopt van optimale landschappelijke inbedding tot onachtzame situering: hoe wordt de energie-opwekking ervaren in het landschap?
- Is er sprake van integratie van transitie opgaven; zijn verschillende fysieke ingrepen in het landschap gecombineerd?

aanzet voor een multicriteria-analyse samengesteld tijdens de workshops met de Petaplan partijen

Petaplan pilots | leerdoelen

Het inzetten van pilots is een goed instrument om samenwerking en organisatievormen te testen en bovendien intensief te leren wat werkt (en wat niet). Het is daarbij belangrijk om een aantal zaken scherp te krijgen:

Wat voor pilots gaat het om?

Wordt binnen de pilots nieuwe technologie uitgetest of gaat het bijvoorbeeld om het verbinden van verschillende technieken?

Wat zijn de voorwaarden?

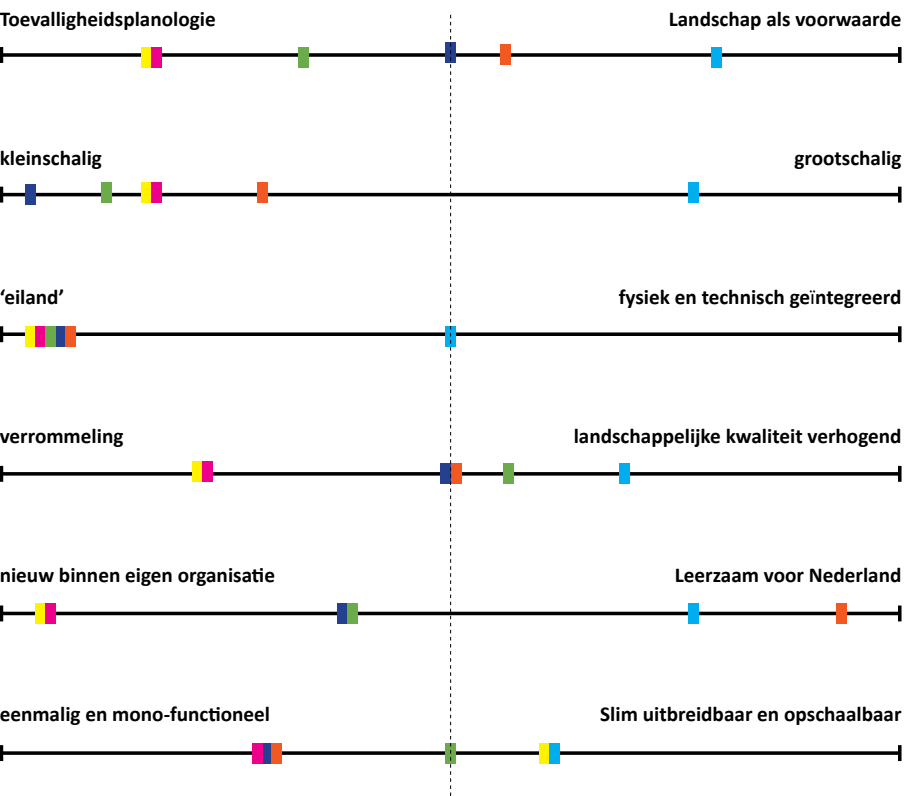
Zijn de pilots kort- of langdurig en is er een 'end-of-life' scenario? Mag het experiment falen of is er een laag risico profiel?

Wat is het doel van de pilots?

Wat wil je eigenlijk testen? Welke factoren zijn doorslaggevend voor het wel of niet slagen van de pilot? Wat is de betekenis van deze pilot voor toekomstige ontwikkelingen, met andere omstandigheden op andere locaties?

Voor de huidige zes pilots zijn deze definities in beperkte mate vastgelegd. Daarom is binnen een aantal workshops geprobeerd de stand van zaken op te maken. Ongeacht het oorspronkelijke leerdoel zijn de pilots langs de meetlat van een multicriteria-analyse gelegd om te bekijken in hoeverre er lessen uit getrokken kunnen worden voor Nederland. Meer nog dan een 'beoordeling' van bestaande projecten is deze exercitie met name gedaan om te onderzoeken of een multicriteria-analyse kan helpen bij het maken van keuzes in de toekomst.

- A16
- Deil
- IJsselmeer
- A37
- Railgebonden gebouwen
- Slufter



Locatie keuze

Schaal/Opbrengst

Integraal/meekoppeling

Inpassing

Innovatie

Toekomstwaarde



Conclusies & Aanbevelingen

Verbreding scope Petaplan noodzakelijk

Wanneer een pilot ingezet wordt om voor een beperkte tijdsduur een specifieke nieuwe techniek te testen op een plek waar omstandigheden en infrastructuur dit toestaan, dan is het legitiem om een eenzijdige focus prioriteit te geven boven vele andere overwegingen. Het Blue-energy project op de afsluitdijk (REDstack BV) is daar in zekere zin een voorbeeld van. Voor het type pilots dat tot nog toe binnen het Petaplan onderzocht wordt, zijn dit soort enkelvoudige oplossingen (voor één opgave) echter onvoldoende om daadwerkelijk een verbetering te kunnen zijn. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat vier van de zes pilots een langdurig (permanent) karakter hebben en evenzoveel pilots op zeer zichtbare plekken in het landschap geplaatst zijn. Om de bijzondere kansen van de samenwerking tussen de Petaplan partijen niet verloren te laten gaan, maar te voorkomen dat binnen dit verband de verrommeling van Nederland geen halt toe geroepen wordt, is verbreding van de scope noodzakelijk.

Besparing: Petajoules aan energie besparing

Alle organisaties die onderdeel uitmaken van het Petaplan zijn afzonderlijk bezig met energiebesparing en de eigen CO₂-footprint. Zoals in de verschillende workshops naar voren is gekomen, wordt er al veel gedaan qua besparing. Het zou goed zijn om ook dit onderwerp binnen de kaders van het samenwerkingsverband te trekken. Nederland is immers vooral gebaat bij slimme, organisatie- overschrijdende oplossingen voor de energie-transitie. Mobiliteit, zoals verder toegelicht op de volgende pagina's, is bij uitstek een onderwerp dat gezamenlijk effectief kan worden opgelost.

Warmte: Petajoules aan thermische energie

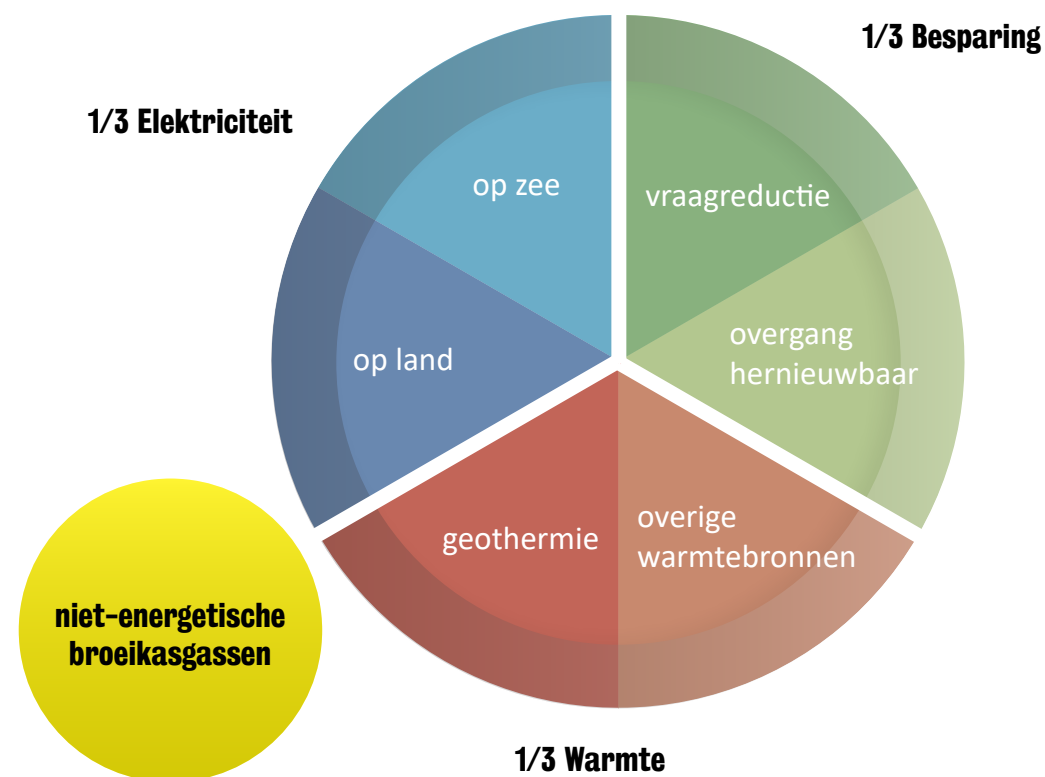
Het belang van innovatie op het gebied van thermische energie is enorm en juist daar ligt een kans voor overheidspartijen. Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) staat nadrukkelijk op de onderzoeksagenda van RWS al valt dat momenteel buiten het Petaplan programma. Omdat distributie van lage temperatuur warmte op dit moment door de markt vaak niet economisch haalbaar wordt geacht ligt hier een uitdaging voor de netwerkpartijen.

Niet-energetisch: meer dan Petajoules

De verschuiving van het 'energie akkoord' van 2013 naar het 'klimaat en energie akkoord' van 2018 maakt duidelijk dat de elektriciteitsopwekking die nu het Petaplan domineert een te krappe scope vormt. De grondpositie van het rijk leent zich (ook) voor tal van andere maatregelen die kunnen bijdragen aan de broeikasgasreductie. De maatschappelijke waarde die hiermee geleverd kan worden moet integraal meegenomen worden bij afwegingen over landgebruik.

Elektriciteit: Petajoules opwekking op land onder strikte voorwaarden

Aan energie-opwekking op land mogen (moeten) hoge eisen gesteld worden. Er kan geen sprake zijn van paniekvoetbal; voor een beleid van 'elke MW is er één' is ons landschap te waardevol. Het is dus zaak om de energie van alle deelnemende partijen te kanaliseren op pilots die écht een bijdrage leveren aan de energietransitie in Nederland. Dit kan gaan om grootschalige productie (op onzichtbare plekken), maar waarschijnlijker is dat de kansen liggen in het innemen van de rol als 'launching customer' van innovaties of het onderzoeken van maatschappelijke en organisatorische innovaties.



Overzicht van verschillende thema's en de globale waarde die ze vertegenwoordigen in de transitie naar een klimaatneutrale economie.

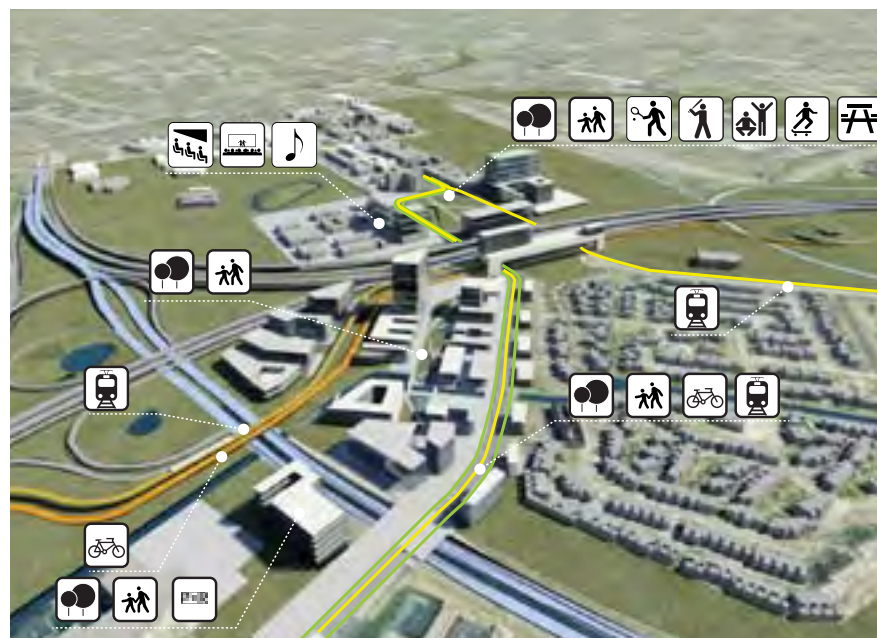
1 | Vraagreductie – mobiliteit

Het snelwegverkeer in Nederland verbruikt circa 400 PJ, tegenover een totaal energiegebruik door Rijkswaterstaat van 1 PJ (incl. scheepvaart).

RWS en Prorail kunnen dan ook een grote impact hebben door zich gezamenlijk in te zetten voor de reductie van de automobilititeit, zelfs wanneer dit een verhoging van het eigen energiegebruik tot gevolg heeft.

Hierbij kan o.a. gedacht worden aan:

- knooppuntontwikkeling - Transit Oriented Development
- sturen op wegnemen barrières voor langzaam verkeer (o.a. A20 Rotterdam)
- intensivering van railverkeer t.b.v. de verandering van de modal split (o.a. spoorboekloos rijden, verhoging voltage bovenleidingen)

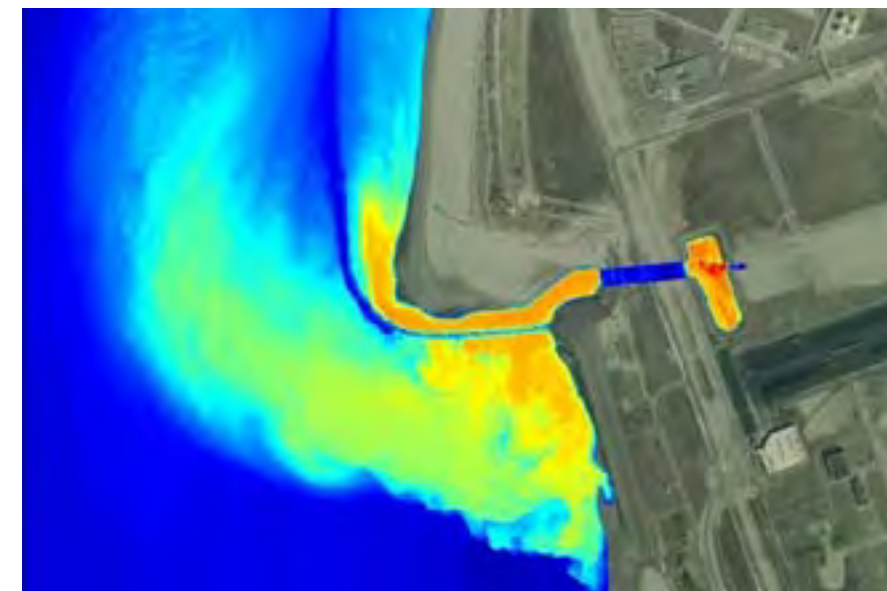
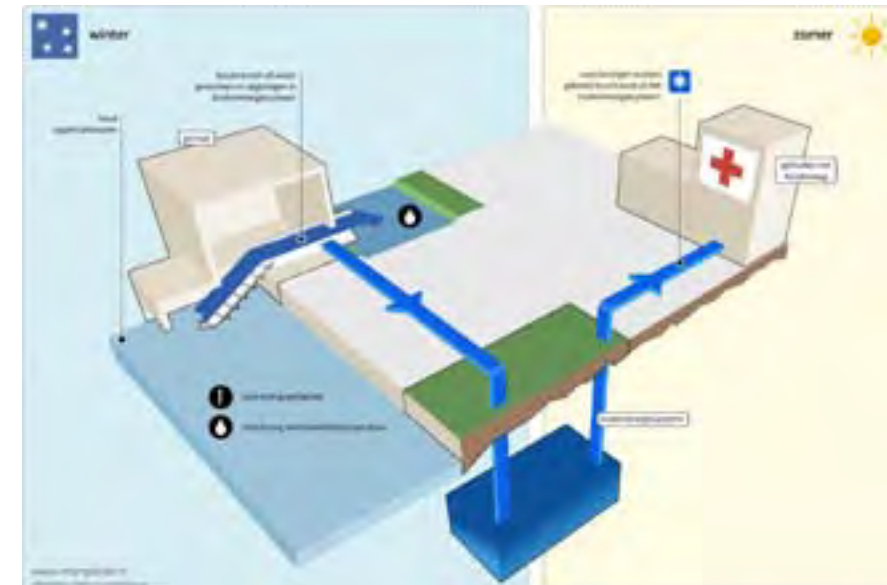


Knooppuntontwikkelingen bij Utrecht CS en station Uithof
Bron: VenhoevenCS

2 | Overige warmtebronnen

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) is het onttrekken van warmte en koude aan het oppervlaktewater. De potentie zit hem ofwel in het natuurlijk aanwezige temperatuurverschil tussen water en omgeving, ofwel in de aanwezigheid van een restwarmtebron, zoals de industrie. Deze warmte en koude zijn met name geschikt voor lage temperatuur verwarming (LTV) van goed-geïsoleerde gebouwen. Een groot voordeel van TEO is bovendien dat het een zeer beperkte ruimtelijke impact heeft. Er is mogelijk zelfs een positieve invloed op de omgeving; door warmte te winnen en koude terug te brengen in het oppervlaktewater, kan TEO bijdragen aan verkoeling en het verminderen van hittestress.

De technologie is volwassen en wordt momenteel binnen een aantal projecten op commerciële basis toegepast. Voor opschaling lijken er grote kansen te liggen in de samenwerking met de netwerkpartijen waarbij geschikte afnemers gezocht worden nabij geschikte winlocaties, zoals gemalen en waterlopen.



Schematische weergave thermische energie uit gemalen en warmtepotentieel nabij industrie
Bron: UvW, Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem, 2017

3 | Niet-energetische broeikasgas reductie

Er zijn twee typen landschap in Nederland die nadrukkelijk in aanmerking komen voor ontwikkelingen van niet-energetische aard.

Veengebieden

CO₂-uitstoot kan significant worden teruggedrongen door de vernatting van de veengebieden. De oxidatie van de veenpolder leidt nu nog tot een jaarlijkse uitstoot van 37 ton CO₂/Ha. Wanneer deze gebieden worden vernat, waarbij ruimte ontstaat voor veenregeneratie, kan per hectare jaarlijks juist 7 ton CO₂ worden gebonden. Grondposities in veenweidegebieden zijn daarmee uitermate geschikt voor een focus op niet-energetische broeikasgasreducties.

Bossen

Daarnaast wordt in Nederlandse bossen jaarlijks ca. 3,6 megaton CO₂ vanuit de atmosfeer langdurig vastgelegd. De bufferfunctie van deze opslag kan in de transitieperiode van groot belang zijn om de klimaatdoelen te bereiken en zodoende tijd te winnen voor de transitie naar een volledig klimaatneutrale economie.



Veenregeneratie en lanbouwtransitie
Bron: VenhoevenCS i.s.m. Bosch & Slabbers



Productiebos in Nederland
Foto: Hans van den Bos, Bosbeeld

4 | Energieopwekking op land

Veel projecten gericht op energieopwekking vormen een duurzame aantasting van het landschap. Aan inpassing moeten dan ook de hoogste esthetische eisen worden gesteld.

De karakteristieke lineaire, smalle vorm van de rijksgroonden langs (spoor) wegen leent zich niet goed voor grootschalige concentratie. Ingrepen op deze locaties hebben bovendien grote impact op het landschap en de beleving van dat landschap vanuit auto of trein.

Bij toepassing van zonnepanelen in de infrastructuur (schermen, wegvlakken, daken etc.) is dusdanige integratie mogelijk dat de techniek nauwelijks nog zichtbaar is. Niet-openbare plekken zoals baggerdepots en vuilstorten lenen zich daarentegen prima voor de uitrol van grootschalige energieopwekking waarbij opbrengstmaximalisatie centraal staat.



zonnepanelen op dak van 'Solar HSL Tunnel' bij Antwerpen
Foto: Solaripedia, 2011



Baggerdepot IJsseloog bij de Noord-Oost polder
Foto: Beeldbank Rijkswaterstaat



Circulaire economie vraagt om
klimaatneutrale logistiek

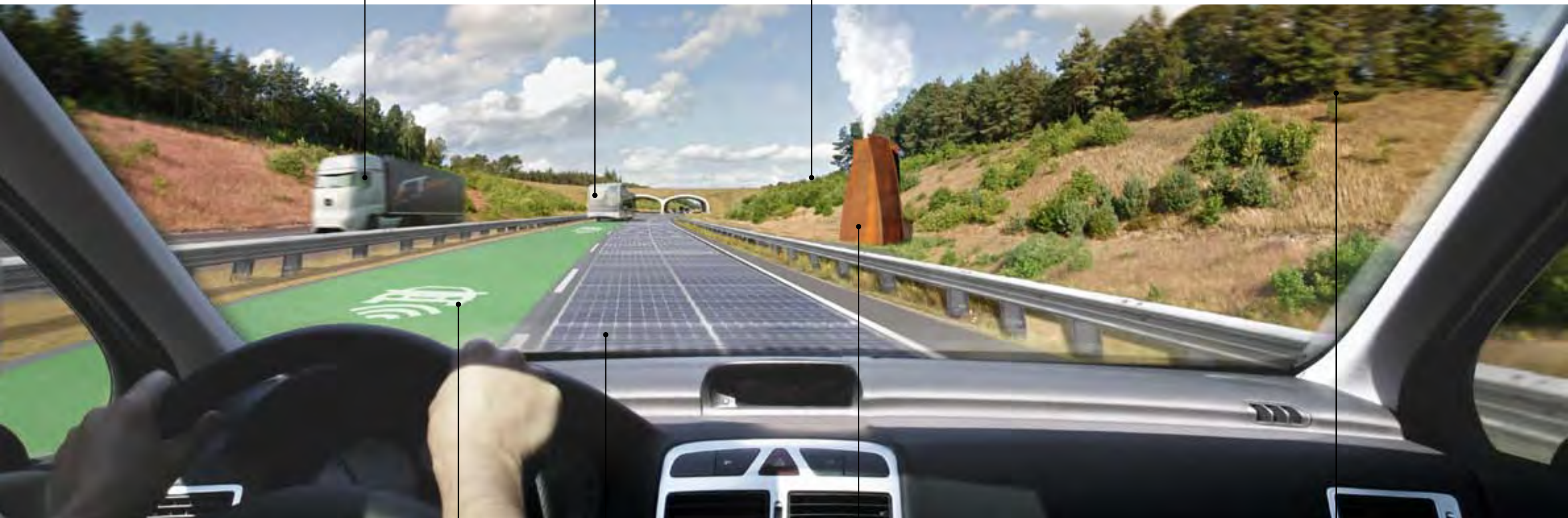


Mobiliteit: on-demand
zelfrijdend collectief
vervoer als schakel in de
mobiliteitstransitie



Biodiversiteit: versterking van ecologische netwerken

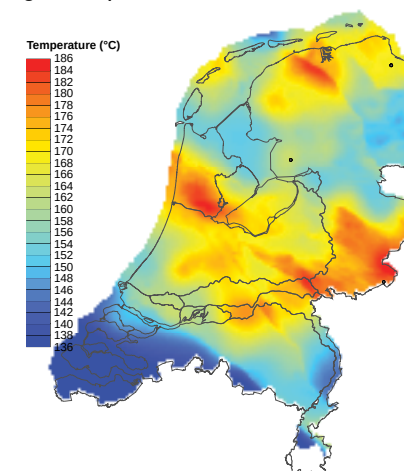
**Een
integrale
benadering
is nodig**



Energie-efficiëntie: inductief laden als
mogelijkheid voor directe afgifte van energie

Integratie van zonne
energie in bestaande
infrastructuur

warmte: geothermie als toekomstige bron
van hoge temperatuur warmte



Bosaanleg: landschap als
koolstofbuffer





Deelnemers workshops Petaplan

Onderstaande personen hebben hun kennis en expertise ingebracht tijdens één of meerdere van de workshops in de periode september 2017 t/m februari 2018. De vertegenwoordigende organisatie geeft, indien gewijzigd, de stand van zaken van maart 2018 weer.

- | | |
|---------------------------------|--|
| • Daan Zandbelt | College van Rijksadviseurs |
| • Berno Strootman | College van Rijksadviseurs |
| • Miriam Ram | College van Rijksadviseurs |
| • Hester Annema | College van Rijksadviseurs |
| • Rienke Groot | College van Rijksadviseurs |
| • Anne Kleine Staarman | Rijkswaterstaat |
| • Yge ten Kate | Rijkswaterstaat |
| • Inez 't hart | Rijkswaterstaat |
| • Rik Jonker | Rijkswaterstaat |
| • Henk Looijen | Rijkswaterstaat |
| • Marloes Bijlsma | Rijkswaterstaat |
| • Jan Willem de Jager | Rijkswaterstaat |
| • Kingson Wu | Rijkswaterstaat |
| • Alex Kamst | Rijkswaterstaat |
| • Gerbrand Naeff | Rijkswaterstaat |
| • Marianneke Creemers-Hazebroek | Rijkswaterstaat |
| • Lukas Meursing | Rijkswaterstaat |
| • Tara Dekker | Rijksvastgoedbedrijf |
| • Peter Oosterloo | Rijksvastgoedbedrijf |
| • Tess Bakker | Ministerie van Economische Zaken en Klimaat |
| • Jan Timmerman | Ministerie van Economische Zaken en Klimaat |
| • Willem Roeterdink | Ministerie van Economische Zaken en Klimaat |
| • Rene Goverde | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |
| • Pieter den Besten | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |
| • Peter Kiela | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |
| • Sandra Konijn | Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |
| • Elien Wierenga | Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties |
| • Gerrie Fenten | Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties |
| • Jos van den Hende | Bureau Spoorbouwmeester |
| • Tycho Wijnans | Stedin |
| • Henk Schimmel | Enexis |
| • Robin Schipper | Prorail |
| • Lianne Saes | Alliander |
| • Herman Meeuwissen | Alliander |
| • Stef Aerts | Alliander |
| • Jeroen Scheepmaker | Ecofys |
| • Juriaan van Tilburg | Ecofys |
| • Frank Stroeken | Terra Incognita |
| • Nicole van Stigt | Tauw |
| • Ton Venhoeven | Venhoeven CS |
| • Hermen Jansen | Venhoeven CS |



Deze verkenning is uitgevoerd in opdracht van:
College van Rijksadviseurs

Verkenning, ontwerpend onderzoek en samenstelling:
VenhoevenCS architecture+urbanism
Hoogte Kadijk 143F15
NL-1018BH Amsterdam
www.venhoevencs.nl
info@venhoevencs.nl
t +31 20 6228210

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met:
Hermen Jansen, architect
h.jansen@venhoevencs.nl

maart 2018

VenhoevenCS
architecture+urbanism