

RUIMTE KLIMAAT- FAKTOOR



Boris Hocks

Lieselotte Tolk

Rens Wijnakker

Dirk Sijmons

Pim Kupers

Thijs van Spaandonk

Gerjan Streng

Andy van den Dobbelsteen

Marco Vermeulen

Bram Willemse

Taco Kuijers

Sven Stremke

Dirk Oudes

10 JULI 2018

INHOUDSOPGAVE

	INLEIDING	5
1	RUIMTE	9
	1.1 OOG VOOR RUIMTELIJKE KWALITEIT	9
	1.2 ONTWIKKELING VAN EEN RUIMTELIJKE BRONNENSTRATEGIE	15
	1.3 DE OPGAVE BELEGGEN OP DE JUISTE SCHAAL	19
	1.4 HET RUIMTELIJKE TIJDPAD	21
	1.5 DWARSVERBANDEN TUSSEN DE TAFELS	24
2	MOBILITEIT	29
	2.1 RUIMTE EN DE MOBILITEITSTRANSITIE	29
	2.2 EEN NIEUWE BRANDSTOFKETEN	30
	2.3 CORRIDORS: INTERSTEDELIJKE EN INTERNATIONALE MOBILITEIT	39
	2.4 MOBILITEIT IN STAD EN REGIO	45
	2.5 DWARSVERBANDEN	51
	2.6 MOGELIJKE UITWERKINGEN VOOR DE VERVOLGFASE	52
3	LANDBOUW & LANDGEBRUIK	55
	3.1 SAMENVATTING	55
	3.2 INLEIDING	60
	3.3 MAATREGELEN UIT DE WERKGROEPEN	62
	3.4 LANDSCHAP ALS REGISSEUR	71
	3.5 PERSPECTIEF	88
	3.6 LANDBOUW EN LANDGEBRUIK EN HET KLIMAATVRAAGSTUK	91
	3.7 ZONNEPARKEN ALS VLIEGWIEL?	100
4	GEBOUWDE OMGEVING	107
	4.1 INLEIDING	107
	4.2 BRONNENSTRATEGIE	111
	4.3 DE RUIMTELIJKE CONSEQUENTIES VAN EEN CO ₂ -NEUTRALE GEBOUWDE OMGEVING	115
	4.4 EMBEDDED ENERGY VAN DE GEBOUWDE OMGEVING	122
	4.5 WIJKGERICHTE AANPAK	124

5	INDUSTRIE	131
5.1	POSITIONERING	131
5.2	DE OPGAVE	133
5.3	BESTAANDE INFRASTRUCTUUR	137
5.4	INDUSTRIE = CONVERSIE	142
5.5	LINEAIR NAAR CIRCULAIR	144
5.6	COMMUNICERENDE VATEN	156
5.7	CLUSTERS IN TRANSITIE	158
5.8	CIRCULAIR MAINFRAME	167
6	ELEKTRICITEIT	175
6.1	RUIMTE IN DE SECTORTAFEL ELEKTRICITEIT	175
6.2	TIJDELIJKE TAFEL SYSTEEM (TTS)	177
6.3	TIJDELIJKE TAFEL RUIMTE (TTR)	179
6.4	RUIMTELIJKE AGENDA VOOR HET NAJAAR	185
	COLOFON	187
	BIJLAGEN	189

INLEIDING

Ruimtelijk experts zijn vanaf het begin bij alle tafels betrokken. Met reden; het Klimaatakkoord komt neer op één van de grootste opgaven voor de ruimtelijke ordening van de komende decennia. De impact van de transitie op de fysieke leefomgeving is groot. Een duurzaam energiesysteem vergt meer ruimte dan een fossiel systeem, en er zullen lange tijd verschillende systemen naast elkaar bestaan. Duurzame energie is ook zichtbaarder: steden en landschappen zullen er door de transitie anders uit gaan zien. En ook de maatregelen voor CO₂ reductie in landbouw en landgebruik zijn zichtbaar in en hebben effect op onze omgeving. Dit betekent dat de transitie direct zichtbaar en voelbaar wordt in de leefomgeving van mensen.

Een goede ruimtelijke ordening van de klimaat- en energietransitie is cruciaal, boven en onder de grond, op land en op zee. Enerzijds om de transitie vorm te geven op een ruimtelijk goede manier: in balans met andere belangen in de ruimte, rekening houdend met de kwaliteit van de leefomgeving, en met draagvlak. En anderzijds ook om voldoende ruimte te vinden voor de transitie en deze te combineren met andere opgaven. Deze ruimte is in Nederland – waar iedere vierkante meter al een (of meerdere) bestemming(en) heeft – niet vanzelfsprekend. Een goede ruimtelijke aanpak van de transitie, inclusief het maken van (soms ingrijpende) ruimtelijke keuzes, is daarmee een noodzakelijke voorwaarde voor het behalen van de klimaatdoelstellingen.

In het proces naar het voorstel voor het klimaatakkoord op hoofdlijnen zijn de grootste ruimtelijke opgaven - en op welke manier ze invloed hebben op onze leefomgeving - verkend. In dit boek zijn de resultaten opgenomen van de verkenningen van de ruimtelijk specialisten die daarmee hebben bijgedragen aan de sectortafels van het Klimaatakkoord. Voor mobiliteit was Rens Wijnakker (*Fabrications*) de ruimtelijk specialist, voor Landbouw en Landgebruik zaten Dirk Sijmons en Pim Kupers (beide *H+N+S Landschapsarchitecten*) aan tafel. Voor de gebouwde omgeving was er een team van Gerjan Streng en Thijs van Spaandonk (*Bright | The Cloud Collective*) samen met Andy van de Dobbelsteen (*TU Delft*). Marco Vermeulen en Bram Willemse (beide *Studio Marco Vermeulen*) zaten bij de tafel Industrie. Voor de tafel elektriciteit bestond het team uit Taco Kuijers (*Generation.Energy*), Sven Stremke en Dirk Oudes (beide *Wageningen Universiteit*). Boris Hocks (*Generation.Energy*) bracht de input van de tafels samen in het Klimaatberaad, met inhoudelijke en procesondersteuning van Lieselotte Tolk (*APPM*).

Dit boek bevat (samenvattingen van) de eindrapporten die met het klimaatakkoord op hoofdlijnen beschikbaar zijn gekomen. De ruimtelijk ontwerpers hebben als onafhankelijke experts voor de sectortafels de ruimtelijke effecten van de beoogde maatregelen in beeld gebracht, en – met ruimtelijk ontwerp – laten zien hoe de klimaat- en energietransitie kan worden verbonden met andere maatschappelijke opgaven in de leefomgeving.

Verbindend thema ruimte

Met de uitkomsten van de sectorale tafels was het mogelijk interactie tussen de tafels te beschrijven. Deze interactie heeft eveneens ruimtelijke kenmerken en gevolgen. Waar in de hoofdstukken 2 tot en met 6 een beschrijving gegeven is van de opgaven per sectortafel (zie leeswijzer), is in hoofdstuk 1 aandacht voor de gedeelde opgaven, de interactie. Vanuit de combinatie van tafels en opgaven hebben de ruimtelijk specialisten hierin de overkoepelende punten van aandacht beschreven. De onafhankelijke ruimtelijke experts vragen in de uitwerking expliciet aandacht voor de volgende onderwerpen:

- *Oog voor Ruimtelijke kwaliteit* Ruimtelijke kwaliteit is meer dan mooi en lelijk. Ruimtelijke kwaliteit gaat over de kwaliteit van de leefomgeving en dat is meer dan een mooi ontworpen buitenruimte. In deze opgave bedoelen we met ruimtelijke kwaliteit de zorg voor leefbare steden en landschappen waarin de omvangrijke klimaat- en energieopgaven gecombineerd worden met verschillende andere functies en opgaven in de leefomgeving.

Advies:

[neem ruimtelijke kwaliteit vanaf het begin mee in de uitwerking van het Klimaatakkoord en beoordeel de keuzes en maatregelen ook op ruimtelijke kwaliteit.](#)

- *Ontwikkeling van een ruimtelijke (warmte) bronnenstrategie.* Het verkeerd benutten van bronnen kan grote ruimtelijke gevolgen hebben. Een bronnenstrategie bevat een overzicht van schaarse bronnen, met name warmte. Hoeveel energie is er ruimtelijk beschikbaar en welke vorm kan het beste op welke locatie worden ingezet? Wie heeft recht op het gebruik van welke -schaarse- bron? Het antwoord op deze vragen leidt tot een goed gefundeerd systeem. Dit vereist een goede ruimtelijke afweging van de vraag, de mogelijkheden voor alternatieven, en inzicht in het potentieel van de verschillende warmtebronnen op verschillende locaties. Op basis hiervan kan een samenhangende aanpak worden ontwikkeld waarmee de middelen optimaal worden ingezet. Om een goed en toekomst robuust ontwerp te maken moet bovendien rekening worden gehouden met de onzekerheden in de bronnen in de

toekomst. Om het gebruik van (rest)warmte te optimaliseren met meerdere partijen is ruimtelijke afstemming nodig.

Advies:

[maak een bronnenstrategie op nationale schaal, bestaand uit een samenhang van bronnenstrategieën op regionale en lokale schaal. Met daarin: afstemming van bronnen met de vraag, met inbegrip van de hele keten \(dus inclusief ruimtebeslag voor opwek, opslag, transport\).](#)

- *De opgave beleggen op de juiste schaal;* Wat is de juiste schaal om de klimaattransitie op te lossen, vorm te geven of in te passen? De uitkomsten van de tafels en het verbindende onderzoek ruimte laten zien dat er niet één juist schaal is. Op alle schalen spelen ruimtelijke opgaven en al deze verschillende schalen komen elkaar tegen wanneer we oplossingen inzichtelijk maken. De schaal waarop het vraagstuk wordt bekeken bepaalt voor een deel de oplossingsrichting die wordt gevonden. Bij een top-down benadering komen waarschijnlijk eerder grootschalige structuren boven, maar kunnen gebied specifieke kenmerken wegvallen. Bij een bottom-up benadering krijgt gedetailleerder maatwerk een plek, maar bestaat het risico dat dat er gebied overschrijdende verbanden gemist worden. De klimaattransitie is gebaat bij een aanpak die de voordelen van de verschillende schaalniveaus combineert. Met ruimte om regionaal de beste oplossingen te kiezen zonder dat op een hoger schaalniveau (nationaal) kansen worden gemist, of onnodig grote ruimte claims ontstaan.

Advies:

[Zorg voor een goede balans tussen de opgave in schaal. De opgave enkel neerleggen bij decentrale opgaven zonder context of richtinggevende waarde leidt mogelijk tot het niet halen van de doelstellingen, noch tot een goede ruimtelijke oplossing.](#)

- *Het ruimtelijk tijdspad*; De klimaattransitie is geen lineair proces. Ontwikkelingen liggen niet perfect achter elkaar in de tijd. Er zal sprake zijn van overgangperiodes waarin fossiele, duurzame en soms ook hybride systemen naast elkaar bestaan. Dit vraagt - bijvoorbeeld in havens - om extra ruimtereserveringen. Daarnaast is het nodig voor een geslaagde transitie richting 2050 al vóór 2030 de eerste fundamenten - zoals bijvoorbeeld grootschalige netuitbreidingen - te leggen voor de periode na 2030, en soms ook nú al systeemkeuzes te maken. Systeemkeuzes in de energielevering aan de industrie of keuzes in de aanleg voor warmte-infrastructuur. Als we deze beslissing nu niet nemen - en wijken in 2030 (deels) zijn overgegaan op *all-electric* - is de aanleg van een warmtenet daar mogelijk niet meer rendabel, terwijl het voor de 2050-doelen mogelijk wel nodig was geweest.

In de hoofdstukken twee tot en met zes zijn de resultaten van de ontwerpers per tafel opgenomen. Dit zijn samenvattingen van de rapporten die per sectortafel gemaakt zijn voor het thema ruimte in het Klimaatakkoord. De gehele rapporten komen later beschikbaar. Met in hoofdstuk 2: Mobiliteit, hoofdstuk 3: Landbouw en landgebruik, hoofdstuk 4: Gebouwde omgeving, hoofdstuk 5: Industrie en in hoofdstuk 6: Elektriciteit.

Advies:

[bezie alle maatregelen in het Klimaatakkoord niet alleen in het kader van de doelen voor 2030, maar ook voor 2050. Heb hierbij aandacht voor de ruimtelijke impact van het naast elkaar bestaan van verschillende systemen, het vastleggen van ruimtereserveringen, en het tijdig maken van systeemkeuzes.](#)

LEESWIJZER

In hoofdstuk 1: Ruimte worden de tafel overstijgende ruimtelijke onderwerpen beschreven. Dit zijn de tafel overstijgende ruimtelijke vraagstukken, en de dwarsverbanden tussen sectortafels. Ook worden adviezen beschreven voor het vervolg van de klimaattransitie. Hiervoor wordt in paragraaf 1.1 een beschrijving gegeven van de rol die ruimtelijke kwaliteit speelt in de klimaattransitie. Paragraaf 1.2 behandelt de noodzaak van een ruimtelijke uitwerking van een ruimtelijke bronnenstrategie. De relatie van schaal - van (inter) nationaal, tot lokaal wordt beschreven in paragraaf 1.3 waarna paragraaf 1.4 ingaat op het tijdspad en hoe de transitie op verschillende momenten in de tijd een andere ruimtelijke claim legt op Nederland. In 1.5 worden voor het vervolg van het klimaatakkoord en de klimaattransitie verbanden gelegd tussen de verschillende sectorale tafels.

RUIMTE



Ruimtelijk specialist:



GENERATION
ENERGY

Boris Hocks

Procesmanagement/
Ruimtelijk specialist:



management consultants

Lieselotte Tolk

RUIMTE

1.1 OOG VOOR RUIMTELIJKE KWALITEIT

1.1.1 WAT IS RUIMTELIJKE KWALITEIT

Ruimtelijke kwaliteit is meer dan mooi en lelijk. Ruimtelijke kwaliteit gaat over de kwaliteit van de leefomgeving en dat is meer dan een mooi ontworpen buitenruimte. In deze opgave bedoelen we met ruimtelijke kwaliteit de zorg voor leefbare steden en landschappen waarin de omvangrijke klimaat- en energieopgaven gecombineerd worden met verschillende andere functies en opgaven in de leefomgeving.

De energietransitie zal tot in de haarvaten van de samenleving voelbaar zijn. Door de decentrale opwekking van elektriciteit en de nieuwe manieren waarop we onze warmtevoorziening organiseren (warmtepompen, meer isolatie, warmtenetwerken) zal de infrastructuur van ons nieuwe energiesysteem veel ruimte vergen en in de leefomgeving zichtbaar zijn.

In ons dichtbevolkte land vraagt dat allereerst om een uitgekende ruimtelijke ordening in een

proces met alle betrokkenen om deze nieuwkomers te verbinden met de vele andere ruimtelijke aanspraken en met knellende vraagstukken rond bijvoorbeeld biodiversiteit. Maar om de energietransitie een betekenisvolle bijdrage te laten leveren aan ons gelaagde Nederlandse cultuurlandschap en onze steden is ook goed ontwerp een vereiste.

Ruimtelijke kwaliteit is een goede manier om mensen – positief – betrokken te krijgen bij de klimaattransitie. Een bewoner zal eerder geneigd zijn om in te stemmen met een verandering als het de kwaliteit ten goede komt en er betrokkenheid is bij de keuzes die in zijn of haar omgeving worden gemaakt. De resulterende ruimtelijke kwaliteit is daarom een smeermiddel voor het complexe proces en zorgt ook dat Nederland uiteindelijk trots is op zijn schonere, stillere en klimaatbestendige energiesysteem.

1.1.2 ONTWIKKELEN VAN NIEUWE LANDSCHAPPEN

Het maken van energielandschappen is vaak nog een inpassingsopgave. De nieuwe energiebronnen of opslag worden toegevoegd aan een al ontworpen of ontwikkeld landschap. Het is daarmee altijd een extra functie. Het is maar de vraag of ruimtelijke kwaliteit te verkrijgen is door enkel en nieuwe functie toe te voegen of in te passen op de plek waar het nog kan. In andere opgaven en gebieden is al veel ervaring opgedaan met het integreren van een opgave in plaats van het 'inpassen'. Ruimtelijke kwaliteit – zo blijkt uit bijvoorbeeld Ruimte voor de Rivier (zie hieronder)– ontstaat wanneer de kwantitatieve opgave en de kwalitatieve opgave samenkomen. Waar er geen sprake is van een inpassing maar een samenhangend ontwerp van functies en kwaliteiten. Er ontstaat dan een nieuw landschap waar energie een onderdeel van is, in plaats van een toevoeging.

1.1.3 UITDAGINGEN

De Nederlandse landschappen – stedelijk of landelijk – zijn al heel functioneel. Er is voor ieder gebied van Nederland al een functie beschreven, een gebruik bedacht en een vorm omschreven. De klimaattransitie begint niet met een leeg vel. Iedere aanpassing aan het landschap vereist dat we functies herzien en heroverwegen, het liefst gebeurt dat in samenhang.

Een opgave van deze omvang kent uiteraard weerstand. Logisch, zeker gezien de aantallen ingrepen en de oppervlakken die daarmee gemoeid zijn. Maar zeker ook omdat men veronderstelt dat we het enkel toevoegen aan het bestaande landschap en het enkel de kwaliteit van de huidige leefomgeving laten zakken. Een aanpak waar ruimte, ruimtelijke kwaliteit en het (functioneel) integreren van opgaven centraal staat kan veel van deze bezwaren wegnemen. Door te sturen op ruimtelijke kwaliteit kan inefficiënt ruimtegebruik voorkomen worden. Een goed functioneel ontwerp van een gebied zorgt ervoor dat ruimte zo optimaal mogelijk benut wordt. Dat functies die elkaar uitsluiten niet te dicht bij elkaar liggen of meervoudig ruimtegebruik vooraf bedacht wordt. Dit is niet alleen een kwaliteit die 'mooi' is, dit is met name een ruimtelijke kwaliteit die extra (indirecte) kosten beperkt.

1.1.4 EEN BLIJVENDE TRANSITIE VOOR DE TOEKOMST

De klimaattransitie is niet een transitie die we doormaken voor de komende jaren. De transitie heeft als doel Nederland – en de rest van de

wereld – een grotere klimaatopgave te besparen. De klimaattransitie is een lange termijn opgave. Ruimtelijke oplossingen voor deze transitie moeten daarom ook gericht zijn op de lange termijn. Het zijn veranderingen die we structureel brengen aan ons collectieve landschap. De ruimtelijke oplossing moet dan ook van een niveau zijn dat het die korte termijn ontstijgt. De nieuwe duurzame energie – productie, transport en opslag – zullen dus op een goede kwalitatieve manier onderdeel moeten worden van ons landschap. Dit geeft uiteindelijk een mooier en functioneler landschap, nu en na de transitie.

De keuze voor productievergroting in gebieden gaat ook over de keuzes die in de tijd gemaakt kunnen en moeten worden. De transitie is niet klaar in 10 jaar dus het nadenken over ruimte en ruimtelijke kwaliteit gaat ook verder dan die 10 jaar. Het maken van een voorstel voor het plaatsen van bijvoorbeeld 10 windturbines wordt een geheel andere als het onderdeel is van een grotere opgaven van 50 turbines op de lange termijn. Ruimtelijke kwaliteit is enkel te borgen wanneer de opgave als geheel beschouwd wordt, en niet in stukjes.

1.1.5 RECENTE ERVARINGEN MET HET SUCCESVOL TOEPASSEN VAN RUIMTELIJKE KWALITEIT

Recente grote ruimtelijke thema's en opgaven hebben laten zien dat goede ruimtelijke oplossingen en ontwerpen bijdragen aan de oplossing en aan het draagvlak. Bij het programma Ruimte voor de Rivier is actief ingezet op het aanjagen van gebiedsontwikkeling en het versterken van de ruimtelijke kwaliteit. Het succes van dit programma is mede te danken aan de structurele bijdrage die de veranderingen aan het gebied hebben geleverd: veilige rivieren verrijken het landschap (ruimtevoorderivier.nl). Het toevoegen van de doelstelling van ruimtelijke kwaliteit aan de waterveiligheidsdoelstelling droeg bij aan de mogelijkheden om bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak voor ingrijpende maatregelen te creëren en te borgen. De proces-architectuur van het programma zorgde voor mede-eigenaarschap bij de betrokken overheden en waterschappen. Hiermee is de realisatie van de waterveiligheidsdoelstelling vergemakkelijkt (Berenschot, 2018).

Ruimte voor de rivier liet zien dat veel van de bezwaren behandeld konden worden in de – langere – voorfase van het planproces. Waar het planproces in de aanloop langer duurde ging het in de ontwikkeling sneller, er waren minder bezwaarprocedures in de uitvoeringsfase



AFBEELDING 1: RUIMTE VOOR DE RIVIER

van het project. Dit kan als voorbeeld dienen voor de aanpak van het realiseren van de energiedoelstellingen. Deze oproep wordt ook gedaan vanuit de Internationale Architectuur biënnale Rotterdam (IABR) en de vereniging Deltametropool in het Pleidooi 2050.

1.1.6 RUIMTELIJKE KWALITEIT ALS EEN VAN DE AFWEGINGSKRITERIA

Ruimtelijke kwaliteit is een van de afwegingscriteria in het afwegingsproces van de klimaattransitie. Wanneer de ruimtelijke aspecten integraal worden meegenomen in de keuze en uitrol van de energietransitie maatregelen versterkt dit de opgave. De opgave omtrent de inpassing van de transitie en de eventuele transformatie van landschappen – stedelijk of ruraal – kan niet gezien worden als een invuloefening die van bovenaf op te leggen is. De zeer technische oplossingen voor de productie van duurzame energie zijn niet automatisch de elementen die een kwalitatief landschap maken; esthetisch nog functioneel.

Hoewel de feitelijke oppervlakte van de Nederlandse industrie relatief klein is, is de ruimtelijke impact van de industrie groot. Er zal dus bij de keuzes binnen de industrieclusters ook gekeken moeten worden naar de ruimtelijke impact van (systeem)keuzes buiten de industrieclusters zelf. Denk hierbij aan de ruimtelijke impact van het transporteren van elektronen (uitbreiding of verzwaring elektriciteitsnetwerk) of moleculen per pijpleiding (aanleg en veiligheidscontouren).

1.1.7 EEN GEBIEDSGERICHTE AANPAK VOOR RUIMTELIJKE KWALITEIT

Een gebiedsgerichte aanpak speelt een belangrijke rol voor het ontwerpen van functionele energie landschappen. Het streven naar een gebiedsgerichte aanpak wordt benoemd bij de elektriciteitstafel, de mobiliteitstafel en bij landbouw en landgebruik.

Een gebiedsgerichte aanpak vereist wel dat er gebiedsgerichte keuzes gemaakt worden. Ruimtelijke kwaliteit gaat ook over water, luchtkwaliteit, geluid, landgebruik; veel meer dan simpelweg mooi of lelijk. Een integrale gebiedsaanpak heeft in principe alles in zich om de ruimtelijke kwaliteit van een gebied te vergroten. Er kunnen koppelingen gemaakt worden tussen het nieuwe energiesysteem en (kwalitatieve) kenmerken van gebied. Hierin kan onderscheid worden gemaakt in de potentie in relatie tot de ruimtelijke kwaliteit voor verschillende gebieden in Nederland.

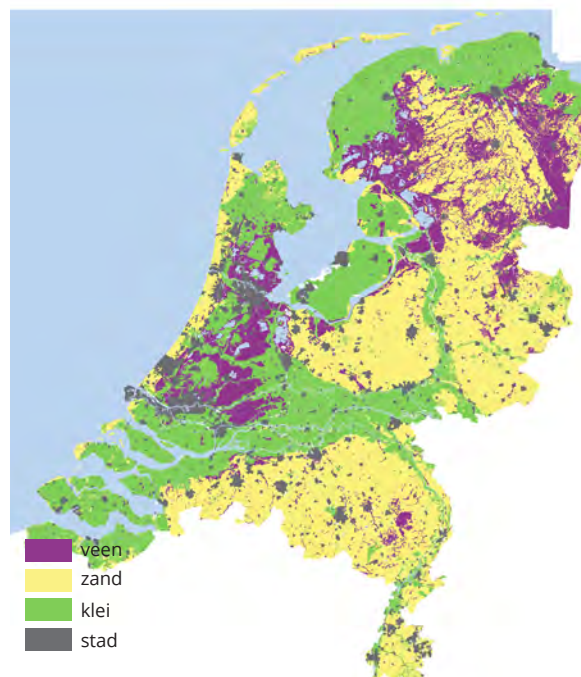
Lokale overheden zijn verantwoordelijk voor uitwerking van de maatregelen in de fysieke leefomgeving. Voor de regionale uitwerkingen voor vooral de opgave voor elektriciteit op land (locaties en netwerken) en de warmtetransitie in de gebouwde omgeving. Zij maken ook de doorvertaling naar provinciale en gemeentelijke omgevingsvisies, omgevingsverordeningen en omgevingsplannen.

Het verkennen van de gebiedsgerichte aanpak en de koppelingen vanuit het gebied kan bijvoorbeeld aansluiten bij de verschillende landschapstypen die bij de landbouw tafel worden geformuleerd voor klei, veen, zand en stad. Deze koppelingen gaan onder andere over het leggen van een relatie tussen productie en bodemtype: de juiste teelt op de juiste ondergrond. Deze kunnen verder worden uitgebreid met andere gebiedskenmerken en functies tot samenhangende landschappen. Dit vergt soms wel een omslag in het denken, het is tegenovergesteld aan sommige huidige landbouw keuzes, zoals benoemd op de landbouwtafel. Hoewel de klimaattransitie vraagt om veel meer duurzame energie zal niet alles in een gebiedsgerichte aanpak gericht (moeten) zijn op productievergroting. Wanneer we ruimtelijke kwaliteit serieus nemen kan het voorkomen dat in sommige gebieden productie kleiner wordt terwijl het in andere groter wordt, maar met behoud – of vergroting – van ruimtelijke kwaliteit afhankelijk van de specifieke kenmerken van een gebied. Een aandachtspunt is daarom dat de opgave voor de regionale opgave wordt gespecificeerd met niet alleen een energie/broeikasgas opgave, maar ook met een opgave voor ruimtelijke kwaliteit, bijvoorbeeld in analogie met de dubbeldoelstelling van Ruimte voor de Rivier.

1.1.8 FINANCIËLE AFWEGINGEN OM RUIMTELIJKE KWALITEIT TE BEVORDEREN

Tot nu toe is subsidie verstrekt om de onrendabele top van de energieproductie af te dekken. Met de huidige ontwikkeling van techniek en markt is dit in de toekomst steeds beperkter noodzakelijk. Dit opent de weg om gericht om gebiedskwaliteit meer centraal te stellen als voorwaarde voor ontwikkeling. Bijvoorbeeld via het stellen van ruimtelijke eisen. Daarnaast kan ook gedacht worden aan gerichte investeringen indien opgaven gecombineerd worden.

Anderzijds is het nodig om de totale maatschappelijke kosten te reduceren. Naast kosten voor opwek gaat het om kosten voor infrastructuur en ruimtelijke inpassing. Slimme ruimtelijke keuzes dragen hier aan bij. Zo krijgen maatregelen die bijdragen aan een goede ruimtelijke kwaliteit de ruimte. Dit betekent bijvoorbeeld dat zon op dak net zo aantrekkelijk, makkelijk toepasbaar of zelfs laagdrempeliger wordt als zon op landbouwgronden, en dat niet alleen de huidige aansluitingen op hoogspanningsnetten leidend zijn voor ruimtelijke keuzes (voor verdere informatie over dit voorbeeld zie hoofdstuk 3: landbouw en landgebruik).



AFBEELDING 2: INDELING VAN NEDERLAND IN VERSCHILLENDE LANDSCHAPSTYPEN (LANDBOUW & LANDGEBRUIKTAFEL)

1.1.9 GOVERNANCE ALS ONDERDEEL VAN EEN GEBIEDSGERICHTE AANPAK

Vanzelfsprekend vereist een gebiedsgerichte aanpak een goede uitwerking van ruimtelijke kwaliteit of ieder andere ruimtelijke opgave in de klimaattransitie een governance aanpak. Het vereist het betrekken van alle relevante partijen, een participatieve aanpak en omgevingsmanagement als integraal onderdeel van de uitvoeringsstrategie van het klimaatakkoord. Een aantal kenmerken van een gebiedsgerichte aanpak waar aan gedacht kan worden zijn:

Het gaat om een planmatige aanpak. Dat kan uitenlopen van simpele afspraken tussen een aantal grondeigenaren tot het maken van een integraal gezamenlijk plan;

- Het verbindt verschillende gebruikers en ook verschillende belangen, het verbindt de klimaatopgave waar mogelijk met aanpalende maatschappelijke opgaven;
- De begrenzing, scope en de doelstellingen zijn tevoren duidelijk;
- Een (semi)overheid kan de regierol oppakken om voor democratische legitimatie te zorgen. Alleen dan kan er een evenwichtige weging van waarden plaatsvinden;
- Er moeten bindende afspraken met de actoren kunnen worden gemaakt om uitvoering van de klimaatdoelen te borgen.

Advies 'Oog voor Ruimtelijke Kwaliteit':

Geef ruimtelijke kwaliteit – en misschien breder de hele ruimtelijke opgave – een centrale plek in het ontwerp en de uitvoering. Hiervoor kan een dubbeldoelstelling worden geformuleerd zoals bij eerdere grote opgaves: beoordeel de keuzes en maatregelen ook op ruimtelijke kwaliteit. Ruimtelijke kwaliteit wordt hiermee een integraal onderdeel van het hele proces – van verkenning en strategievorming tot definitief ontwerp en uitvoering.

Maak het ruimtelijk ontwerp concreet in een gebiedsaanpak. Hierin krijgt het proces om multifunctionele energielandschappen te ontwerpen een plek. De governance hiervan kan dit najaar uitgewerkt worden waarmee het een plek krijgt in de ruimtelijke beleidsontwikkeling en planvorming. Het is zaak om naast de opgave voor elektriciteit en warmte ook specifiek te kijken hoe landgebruik, meekoppelkansen, de verbinding met andere opgaves en de koppelingen tussen landelijk en stedelijk gebied een plek krijgen in de regionale afwegingen. Voor het stedelijk gebied kan mogelijk in de wijkenaanpak een verbinding worden gevonden met de andere opgaves en de kansen die de klimaatopgave biedt om wijken ook op andere vlakken te versterken.

Als ruimte centraal staat dan is de vervolgstap om een inhoudelijke handreiking te ontwikkelen voor de gebiedsaanpak. Dit gebeurt op basis van gebiedskenmerken, mogelijke functiecombinaties en (generieke) ruimtelijke principes. Hiervoor kunnen de principes die zijn geformuleerd bij elektriciteit verder worden uitgewerkt, en kan worden aangesloten bij de gebiedskenmerken zoals voor landbouw en landgebruik al zijn verkend. Deze handreiking kan - wanneer deze wordt ontwikkeld in het najaar – de basis vormen voor de ruimtelijke kwaliteitsafwegingen in de regionale strategievorming. Een verdere verfijning kan in het vervolg plaatsvinden: ontwikkel werkenderwijs, we leren immers onderweg nog veel bij!

Vergunningen, financieringsvoorwaarden en manier waarop tenders worden geformuleerd hebben mogelijk grote invloed op ruimtelijke kwaliteit. Werk daarom in vervolg deze instrumenten ook met een ruimtelijke blik uit. Ontwikkel bijvoorbeeld een vergunningstelsel en financieringstelsel dat ruimtelijke kwaliteit bevordert en controleer bij het ontwikkelen op (onbedoelde) ruimtelijke effecten.

Kortom: verbind in de uitwerking de maatregelen met elkaar en met andere opgaves om de ruimtelijke kansen en beperkingen van specifieke combinaties inzichtelijk te maken en uit te werken naar mogelijke oplossingen en instrumentering.

Voorbeelden:

Er zijn verschillende kansrijke combinaties te maken tussen de klimaat- en energietransitie en andere opgaven. Bijvoorbeeld: Functieverandering in de landbouw – zoals de juiste teelt op de juiste grond, bebossing en vernatting – kan worden geholpen door duurzame energieproductie. Of energieopslag en/of netverzwaring (als gevolg van elektriciteit van gebouwde omgeving, mobiliteit en industrie) gecombineerd met andere (stedelijke) opgaven. Een aandachtspunt hierbij is ook dat alle opties voor duurzame energieopwekking los van elkaar zijn doorgerekend, maar dat de ruimtelijke gevolgen van specifieke combinaties nog niet helder zijn.

Voorbeeld: Integrale gebiedsontwikkeling

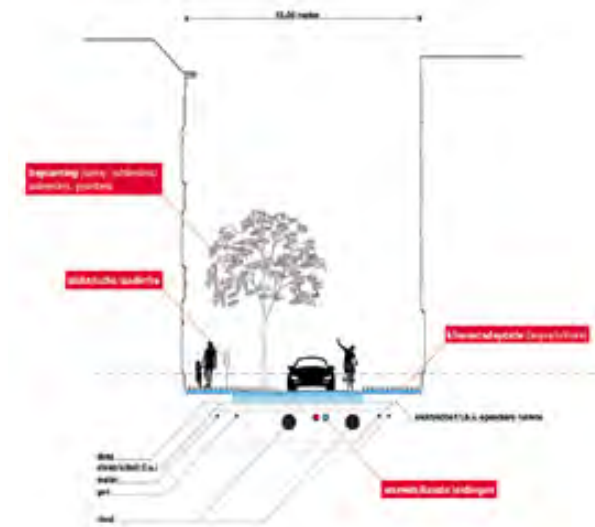
Binnen gebiedsontwikkelingen kunnen andere ruimtelijke opgaven zoals nieuwbouw conflicteren met ruimteclaims van. Dit vraagt om een integrale gebiedsontwikkeling waarbij meerdere (toekomstige) functies zo goed mogelijk worden gecombineerd. De gecombineerde ontwikkeling van bijvoorbeeld stadsuitbreiding en de energietransitie voorkomt dat hindercirkels in de toekomst beperkend zijn voor gewenste stedelijke groei in een gebied.



AFBEELDING 3: BEPERKINGEN RONDOM EEN WINDTURBINE

Voorbeeld: Andere ruimteclaims

In de gebouwde omgeving komen verschillende verduurzamingsopgaven samen. Denk aan: klimaatadaptatie, vergroening, luchtkwaliteit, gezondheid en de energietransitie. In de ruimte, op verschillende schaalniveaus (huis, blok, straat, buurt, wijk, stad, regio, land, ...) kan de inpassing ervan tot conflicten leiden. Al deze opgaven hebben hun eigen systeemlogica, levensduur, onderhoud, stakeholders en (gebrek aan) ruimtelijke kwaliteit. Voorkomen moet worden dat voor elke ingreep de straat open moet. Met aandacht voor ruimtelijke kwaliteit kunnen conflicten aan de voorkant worden voorkomen. Een goed integraal ontwerp kan bovendien bijdragen aan het vinden van meekoppelkansen en risico's wegnemen.



AFBEELDING 4: VERSCHILLENDE OPGAVEN KOMEN BIJ ELKAAR IN HET STRAATBEELD

Voorbeeld: Koppelen aan andere opgaven

Het samenbrengen en op elkaar betrekken van oplossingsrichtingen en kansen maakt afzonderlijke opgaven opeens kansrijk. Er kan 'werk met werk' gemaakt worden. Het betreft zowel een ruimtelijke en financiële koppeling, maar ook koppelingen met de klimaatopgave, biodiversiteit, klimaat adaptatie en de wateropgave. De opbrengsten uit de opwekking van hernieuwbare energie, met name wind en zon kunnen het mogelijk maken om de landbouw te extensiveren of compensatie te verzorgen als het water wordt opgezet om bodemdaling en broeikasgasuitstoot tegen te gaan. Opbrengsten uit zonneparken kunnen als aanjagers van verduurzaming en biodiversiteitstoename worden toegepast wanneer meerdere doelstellingen – en financiële stromen – worden gecombineerd.



AFBEELDING 5: : VOORBEELD ZONNEAKKER EN NATUURONTWIKKELING: AANGEVEN INITIATIEF EN BEELD: GROENFONDS BRABANT I.S.M. OVERMORGEN EN H+N+S LANDSCHAPSARCHITECTEN

1.2 ONTWIKKELING VAN EEN RUIMTELIJKE BRONNENSTRATEGIE

1.2.1 RUIMTELIJKE WARMTE BRONNENSTRATEGIE

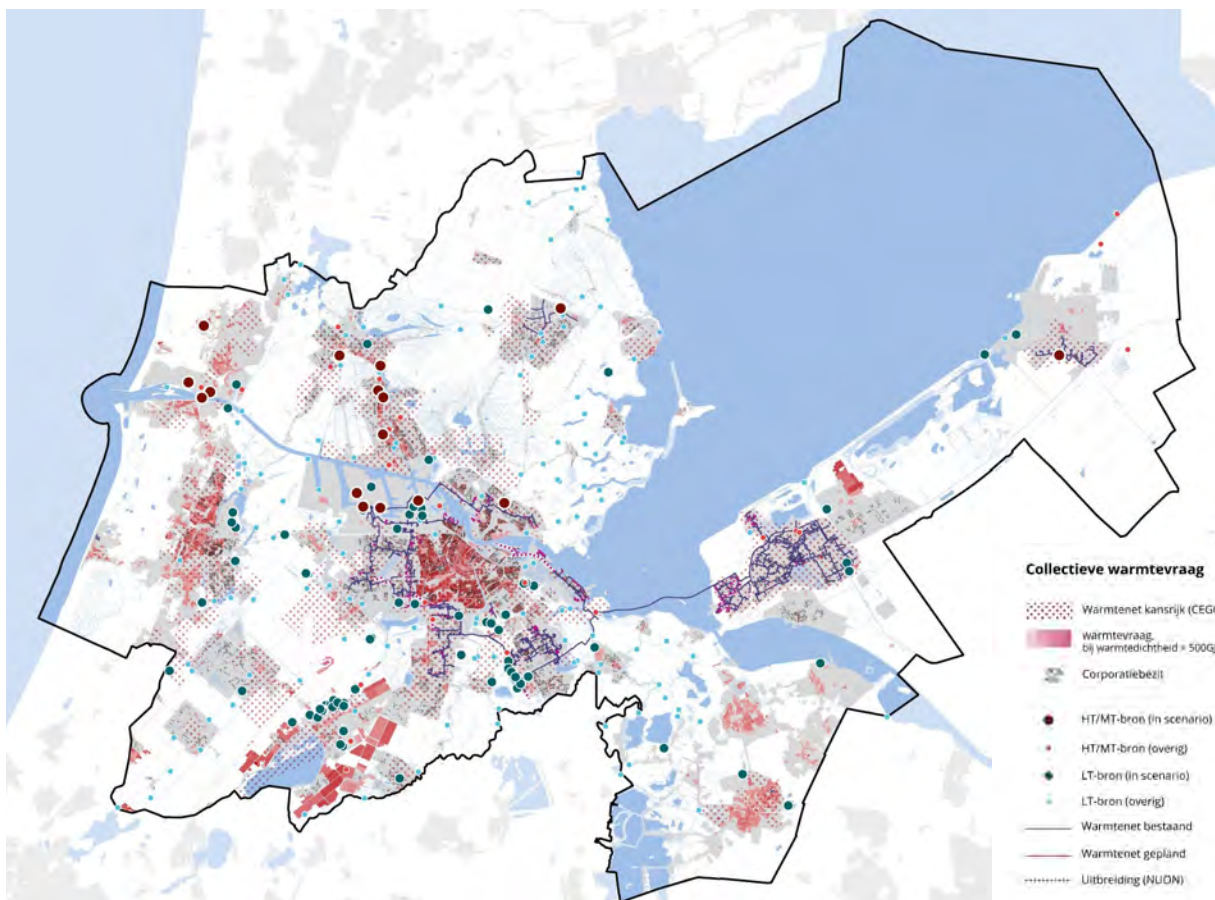
Hoeveel energie is er ruimtelijk beschikbaar en welke vorm kan het beste op welke locatie worden ingezet? Wie heeft recht op het gebruik van welke -schaarse- bron? Deze vragen vormen de basis vormen voor een goed gefundeerd systeem. Het is belangrijk om de beschikbaarheid van de verschillende bronnen op de verschillende locaties helder in beeld te hebben. Op basis hiervan kan een samenhangende aanpak worden ontwikkeld waarmee de middelen optimaal worden ingezet.

Bij elektriciteit is de ruimtelijke beschikbaarheid van de verschillende bronnen (wind op land, wind op zee etc.) specifiek onderzocht. Voor warmte heeft dit nog niet zo duidelijk een plek in het proces, maar is dit wel belangrijk in de afwegingen voor een goede en efficiënte klimaattransitie. Daarom is het aan te raden om een ruimtelijke (warmte) bronnenstrategie te ontwikkelen, waarin vraag en aanbod en de afstemming tussen verschillende partijen ruimtelijk wordt gemaakt.

1.2.2 WAT HOUDT EEN BRONNENSTRATEGIE IN

Een goede benutting van warmte bronnen vraagt onder andere om een goede ruimtelijke afweging waar welke bron wordt ingezet. Hierbij moet rekening worden gehouden met de doorkijk naar 2050. Zodat de maatregelen op de korte termijn op het pad richting de gewenste lange termijn liggen. Met een lange termijn strategie wordt voorkomen dat laaghangend fruit wordt geoogst op een manier dat de opgaven in de toekomst groter wordt. Dit vraagt om een goede ruimtelijke afweging van de vraag, de mogelijkheden voor alternatieven, en het potentieel van de verschillende warmtebronnen op verschillende locaties. Om een goed en toekomst robuust ontwerp te maken moet bovendien rekening worden gehouden met de onzekerheden in de bronnen in de toekomst. Om het gebruik van (rest)warmte te optimaliseren met meerdere partijen is ruimtelijke afstemming nodig.

Een ruimtelijke bronnenstrategie geeft inzicht in de vereisten van gebruik en opwekking, de onderlinge afhankelijkheden en gevolgen van keuzes. Het kan een samenhangend systeem vormen voor warmte en biomassaclaims van de verschillende sectoren. Op de verbinden de tafel ruimte ging



AFBEELDING 6: OP BASIS VAN BOUWJAAR/TYPE, WARMTEVRAAG PER BOUWBLOK, CEGOIA-RESULTATEN, WARMTEVRAAGDICHTHEID, INFRASTRUCTUUR EN CORPORATIEBEZIT ZIJN ONDERSTAANDE GEBIEDEN GESCHIKT VOOR COLLECTIEVE WARMTE

het veelal om de ruimtelijke gevolgen van een bronnenstrategie, maar een bronnenstrategie heeft ook een kostenaspect en gaat over het behouden aan efficiëntie. Een bronnenstrategie bevat een overzicht van de ruimtelijke verdeling van schaarse warmtebronnen, criteria op grond waarvan wel of niet voor gebruik/toepassing van die bron gekozen zou kunnen worden; en concrete stappen die gezet moeten worden om te zorgen dat deze criteria in de praktijk zullen worden toegepast. Een bronnenstrategie bevat een ruimtelijke afstemming van bronnen met de vraag, met inbegrip van de hele keten (dus inclusief ruimtebeslag voor opwek, opslag, transport) en de mogelijkheid van cascadering. Mogelijke ruimtelijke restricties en risico's zoals de relatie met drinkwater voorraden moet in de ruimtelijke bronnenstrategie expliciet worden gemaakt. Zo wordt er efficiënt omgegaan met de ruimte en kan een robuust systeem worden gecreëerd.

Het ruimtelijk optimaliseren van de ketens beperkt bovendien verliezen. Het laat zien waar we systemen zoals warmtenetten toe kunnen voegen zodat ze de meeste toegevoegde waarde hebben, ruimtelijk, energetische en financieel. Hiervoor moet de afweging worden gebaseerd op de ruimtelijke variatie in bebouwing, op de ruimtelijke beschikbaarheid van verschillende bronnen én op de ruimtelijke ketens van gebruikers dit kunnen worden gevormd. Dit biedt helderheid voor investeringskeuzes voor collectieve of individuele oplossingen en geeft het inzicht in de beschikbare mogelijkheden om de ambities voor 2030 én 2050 effectief te halen.

1.2.3 IMPLICIETE KEUZES

De keuzes die te maken zijn gaan over het type bron, de afstand tot de plek waar de energie gebruikt wordt en de alternatieven die voorhanden zijn. Daarbij wordt de keuze tussen restwarmte, duurzaam opgewekte warmte of elektriciteit vaak impliciet gemaakt. Impliciete keuzes kunnen voortkomen uit incentives die worden gecreëerd door normering en het verduurzamen op basis van mutatiemomenten of technisch onderhoud. Wanneer bijvoorbeeld zodra woningen leegkomen deze wordt aangepakt en voorzien van warmtepompen, kan dit later de keuze voor een warmtenet tegengaan. Hiermee wordt impliciet de systeemkeuze op wijkniveau bepaald door het renovatieprincipe. Een impliciete keuze kan bovendien leiden tot een toename van de elektriciteitsvraag met mogelijke netverzwaring in de toekomst. Het ruimtelijk effect ligt daarmee in de transformatorhuisjes en een – mogelijke – toename aan hoogspanningsverbindingen.

1.2.4 VAN WIE IS DE WARMTE

Om antwoord te geven op de vraag 'van wie is de warmte' moeten heldere spelregels worden ontwikkeld. Hiermee moet worden voorkomen dat *wie het eerst komt, wie het eerst maalt* later zorgt voor grotere ruimteclaims / kosten. Het formuleren van criteria voor het toedelen van de schaarse bronnen is daarbij een belangrijke stap.

Voorbeeld: Van wie is de warmte?

De lage temperatuur restwarmte van een regionaal industriecluster kan maar 1x worden gebruikt. Er zijn drie gegadigden: een slecht geïsoleerd kantorengedebied, een kassencomplex en een woonwijk. De eigenaar van de kantoren besluit te investeren in een warmtenet en benut alle restwarmte. Het principe 'wie het eerst komt, wie het eerst maalt' gaat hier dan op, waardoor de alternatieven niet optimaal worden benut en kansen op andere locaties worden gemist. Voor de woonwijk moet een (elektrisch) alternatief gevonden worden, net als voor de glastuinbouw. Hier bestaat een kans dat de financiële keuze van de eerste partij grote financiële en ruimtelijke gevolgen oplevert voor de andere twee; netverzwaring en alternatieve warmte-infrastructuur.

1.2.5 ONZEKERHEID IN BESCHIKBAARHEID BRONNEN

Een belangrijke complicerende factor is dat de beschikbaarheid van warmtebronnen voor een deel nog met onzekerheid zijn omgeven. In tegenstelling tot elektriciteit waar met de meeste belangrijke bronnen waar op wordt ingezet al ervaring is met de grootschalige toepassing. De bronnen die kunnen worden ingezet voor de warmtevoorziening zijn nog volop in ontwikkeling. Geothermie en aquathermie zijn nog niet uitontwikkeld. In het klimaatakkoord wordt ingezet op pilots om deze verder te ontwikkelen en wordt gepleit voor een het verder in kaart brengen van de potentie van geothermie. Daarnaast neemt de beschikbaarheid van restwarmte -juist door duurzaamheidsdoelen- in de toekomst waarschijnlijk af. Door een steeds meer circulaire economie neemt de beschikbaarheid van restafval voor AVI's af, de restwarmte van industrie kan door optimalisatie van het productieproces veranderen.

Daarom is het aan raden om een adaptieve aanpak te ontwikkelen, bijvoorbeeld in analogie met de aanpak in het Deltaprogramma. Ruimtelijk onzekerheden en kansen moeten een integraal onderdeel worden van de aanpak. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het reserveren van ruimte gereserveerd voor bijvoorbeeld energie uit oppervlaktewater, geothermie en WKO installaties. Met een ruimte reservering zowel boven als onder de grond, zodat deze kunnen worden ingepast als er meer zekerheid is over de verschillende potenties.

1.2.6 BIOMASSA ALS BRON LEIDT TOE EEN EXTRA RUIMTECLAIM

Bezien we de bronnenstrategie echter nog op een groter schaalniveau dan vergt ook de inzet van biomassa aandacht: het inlandse aanbod is schaars en het ruimtebeslag van import is aanzienlijk. Om te kunnen voorzien in 250 PJ aan biomassa zijn minimaal 500 Panamax klasse schepen nodig – jaarlijks – voor de aanvoer van deze biomassa. Mogelijk ligt hier een ruimtevraag. Dan moet de biomassa – tijdelijk – opgeslagen worden. Met een ruimtebeslag dat ruim 4x groter is dan kolen legt het een forse claim op de opslagcapaciteit van het havencomplex. Hiermee wordt niet gesteld dat dit onmogelijk is, voor zo'n uitspraak is meer onderzoek nodig, maar het laat zien dat de keuze voor biomassa wel een grote ruimtelijke opgave met zich meebrengt. Zeker omdat deze materialen niet alleen in de haven gebruikt worden maar door heel Nederland verplaats moeten worden.

Daarnaast is er de grote ruimteclaim voor productie in het buitenland. Daarbij is de directe ruimteclaim van belang, maar worden ook (grote) effecten verwacht op een grotere schaal dan alleen het areaal waarop biomassa wordt geproduceerd (ecologische effecten, lokale klimaateffecten, regionale waterbeschikbaarheid, robuustheid voor klimaatverandering, broeikasgas uitstoot, concurrentie met voedselproductie etc). In een goede bronnenstrategie moeten deze effecten van biomassa in het binnen- en buitenland integraal worden meegenomen in de afwegingen.

1.2.7 EEN SAMENGESTELDE MIX MET RUIMTELIJKE VARIATIE

Omdat geen van deze bronnen toereikend is voor om de volledige warmte te bedienen - bijvoorbeeld van geothermie wordt verwacht dat het kan gaan voldoen aan 14% van de totale warmtevraag - zal een slimme mix moeten worden gekozen. Dit is bij uitstek ook een ruimtelijk vraagstuk. De vraag, de mogelijke vraagreductie en het potentiële warmteaanbod zijn ongelijk verdeeld in Nederland en vormen daarmee een ruimtelijke onderlegger onder de variatie in meest optimale strategie voor de energietransitie.

Aangezien warmte zich relatief slecht laat transporteren is de regionale schaal de aangewezen schaal om afwegingen te maken. Aandachtspunt zijn wel de mogelijke randeffecten (waarbij een bron op de rand van een regio mogelijk beter aan een vrager in de buur regio kan worden toegekend, of waarbij oplossingen over de rand van een regio plaatsvinden). Om bovenregionale kansen niet te missen is voor warmte afstemming tussen de regio's nodig.

Daarnaast is ook een bovenregionale coördinatie aan te raden. Een bronnenstrategie bevat ook een afstemming van bronnen met de vraag, met inbegrip van de hele keten (dus inclusief ruimtebeslag voor opwek, opslag, transport). Zo kan door systeemkeuzen voor zowel de bebouwde omgeving, de transportsector en de industrie onderling af te stemmen de industrie fungeren als leverancier van CO₂-vrije warmte, en een integrale afweging worden gemaakt met betrekking tot bijvoorbeeld biomassa. Zo wordt er efficiënt omgegaan met de ruimte en kan een robuust systeem worden gecreëerd. Deze integrale afweging vraagt naast de regionale afwegingen ook een ruimtelijke bronnenstrategie op nationaal niveau.

1.2.8 BENOEMD WARMTE KADER

De ruimtelijke afweging tussen verschillende alternatieven voor de reductie van de warmtevraag in de stad (een warmtenet, all-electric, hybride ketel) heeft een duidelijke plaats gekregen in het akkoord. Deze afweging wordt in de wijkgerichte aanpak gemaakt. Hiervoor wordt een afwegingsleidraad ontwikkeld waarin de gevolgen voor keuzes per wijk op basis van objectieve data in beeld worden gebracht.

Daarnaast is gespecificeerd dat in de regionale Energiestrategieën de regionale samenhang van keuzes - bijvoorbeeld de inzet van warmtebronnen in de regio - zal worden vastgelegd. De afwegingsleidraad en alle relevante technische en organisatorische kennis wordt per energieregio beheerd en aangeboden door het Expertise Centrum Warmte. Daarnaast is warmte gespecificeerd als een van de onderwerpen waarvan de onderlinge afhankelijkheid zo groot is, dat feitelijk sprake is van een gezamenlijke opgave. Hiervoor wordt een programmatische aanpak over sectoren heen als meest aangewezen aanpak genoemd.

Aandachtspunt is dat een goede bronnenstrategie een goede afstemming tussen de ruimtelijke verdeling van de vraag en het aanbod vereist. De uitwerking van de RES – waarin de inzet van warmtebronnen wordt uitgewerkt- is gepland in 2019. De wijkeraanpak –waarin de verandering in de vraag door keuze voor een warmtenet of (all-) electric wordt gemaakt- volgt chronologisch gezien, deze staat op de agenda voor 2021. Om desalniettemin een iteratief proces te creëren is een goede ruimtelijk uitwerking van het onderdeel 'Potentie energiebesparing in de regio' ook voor warmte aan te raden.

Advies 'Ontwikkeling van een ruimtelijke bronnenstrategie':

Ontwikkel een duidelijk ruimtelijk afwegingskader dat beschrijft welke bron waarvoor wordt ingezet. In de bronnenstrategie moeten in ieder geval de volgen de thema's opgenomen worden: de afstemming van beschikbare bronnen met de vraag (met inbegrip van de hele keten) en de mogelijke ruimtelijke consequenties van keuzes binnen de bronnenstrategie.

Maak een ruimtelijk instrumentarium voor de afwegingen om de (warmte)bronnen zo effectief mogelijk in te zetten. Hierin worden onder andere de volgende onderdelen uitgewerkt:

- Inzicht in de (potentiele) beschikbaarheid van verschillende bronnen op de verschillende locaties. Met algemeen beschikbare data op nationaal niveau. Maak de regionale verfijning onderdeel van het regionale proces zodat de lokale afwegingen op basis van de per gebied specifieke kenmerken kunnen worden gemaakt.
- Heldere spelregels 'van wie is de warmte'; ontwikkel afwegingscriteria waarmee een prioritering kan worden gemaakt op welke locatie welke warmtebron wordt ingezet. Maak hiervoor een vertaling van de ruimtelijk afwegingscriteria zoals voor elektriciteit zijn geformuleerd specifiek voor warmte.
- Ruimtelijke principes voor een ketenbenadering en effectieve cascadering tussen (onder andere) industrie, glastuinbouw en gebouwde omgeving effectieve cascadering. Werk in het najaar landschappen uit die als voorbeeld kunnen dienen voor de ketenbenadering en werk deze verder uit als onderdeel van het leerproces in de regio.
- Inzicht in de ruimtelijk onzekerheden en kansen voor verschillende warmtebronnen. Ontwikkel in de komende periode een handreiking hoe adaptieve keuzes kunnen worden gemaakt in het licht van de onzekere ontwikkelingen in bijvoorbeeld geothermie, aquathermie en restwarmte. Dit kan onderdeel worden van de afwegingsleidraad die wordt ontwikkeld voor de wijkenaanpak.

Om het gebruik van (rest)warmte te optimaliseren met meerdere partijen is bovendien ruimtelijke afstemming nodig. Hiervoor moet de governance verder ontwikkeld worden in het najaar. Werk de bronnenstrategie daarbij uit met een duidelijke samenhang tussen afwegingen van lokaal tot (inter)nationaal niveau. Beleg hierbij een mogelijke 'onbalans' in de bronnenstrategie op nationale schaal, en kijk ook naar de effecten over de landsgrenzen heen naar de ruimtelijke effecten van het importeren van biomassa en eventueel elektriciteit.

De voorgestelde programmatische aanpak warmte en het Expertise Centrum Warmte lijken, samen met ruimtelijk specialisten, de aangewezen plekken om met de afwegingen voor een goede ruimtelijke bronnenstrategie te beginnen.

1.3 DE OPGAVE BELEGGEN OP DE JUISTE SCHAAL

Wat is de juiste schaal om de klimaattransitie op te lossen, vorm te geven of in te passen? De uitkomsten van de tafels en het verbindende onderzoek ruimte laten zien dat er niet één juist schaal is. Wat duidelijk wordt is dat niet iedere opgave op dezelfde schaal opgelost kan worden. Al deze verschillende schalen komen elkaar echter wel tegen wanneer we oplossingen inzichtelijk maken. In een gebiedsgerichte aanpak zal het daardoor zelden gebeuren dat de opgaven en consequenties zich exact aan de begrenzing van dat gebied of die regio zullen houden. Er zal – net als bij andere grote thema's in de ruimtelijke ordening – altijd een uitwisseling tussen schalen zijn.

Maar dat wil niet zeggen dat er geen uitspraken mogelijk zijn, dat er geen 'ideale' schaal is voor een bepaald type opgave. Het gaat om het zoeken van een juiste balans tussen de schaal waarop de oplossingen geformuleerd kan worden. Verschillende ruimtelijke schalen brengen verschillende dilemma's met zich mee. Zodra wordt ingezoomd naar deze kleinere schaalniveaus komt er een aantal complexiteiten bij die niet gelden op het nationale schaalniveau. Andersom geldt hetzelfde; keuzes in een regio kunnen een systeemverandering of afweging op een hoger schaalniveau vereisen of zelfs afdwingen. Om deze een goede invulling te geven moet er nu al worden nagedacht over hoe de opgave in het klimaatakkoord wordt geformuleerd. De formulering zal zo moeten zijn dat er ruimte is om regionaal de beste oplossingen te kiezen zonder dat op een hoger schaalniveau (nationaal) kansen worden gemist, of onnodig grote ruimte claims ontstaan voor een stabiel elektriciteitsnet en bijbehorende opslag.

Ruimtelijke gevolgen van een top down, bottom up of mixed aanpak

De recente discussies over wind op land, de inrichting van regionale energie strategieën veel voorbeelden uit het Deltaprogramma en de nieuwe MIRT aanpak laten zien wat de verschillen zijn tussen een top down of bottom up benadering en wat de gevolgen voor draagvlak zijn. Minstens zo interessant zijn de ruimtelijke gevolgen van de verschillende sturingsvormen. Welk ruimtelijk resultaat levert de keuze voor een van de sturingsvormen. Het voert te ver om een complete analyse te maken van alle sturingsvormen, daarom is gekozen om drie uitersten te beschrijven: Top Down, Bottom Up en een gecombineerde aansturing.

De Top Down aanpak kan uitgelegd worden als een directieve aanpak die van en hogere overheid een lagere overheid of actor stuurt. Het kan gaan om bijvoorbeeld rijkskeuzes of inpassingsplannen. Van een top down aanpak kan zelden echt maatwerk verwacht worden, noch gaat het om een integraal ontwerp waarin partijen participeren. Kansen zoals beschreven bij Ruimtelijke Kwaliteit worden niet gehaald. Het gestelde doel wordt wel bereikt. Maar mogelijk met veel tijdrovende bezwaarprocedures. Bottom Up vertrekt met draagvlak. Er wordt vanuit de kleine schaal gezocht naar een goed te integreren plan. Veelal is er veel kennis van het gebied, de gevoeligheden en actoren waardoor de inpassing zorgvuldiger gepland of berekend wordt. Het gebrek aan afstand kan er toe leiden dat hele 'voorzichtige' keuzes gemaakt worden. Urgentie voor een opgave die gebied overstijgend is wordt wel gevoeld en ervaren, maar wanneer er ruimte voor gevonden moet worden wint soms de 'voorzichtige' keuze. Het ontbreken van een duidelijke opgave, die concreter is dan 49% reductie in 2030, lijkt daarvoor een vereiste. De ruimtelijke opgave vraagt om een kader.

De gecombineerde aanpak vereist meer afstemming maar geeft wel een duidelijkere ruimtelijke opgave waarin de voordelen van een top down en bottom up aanpak gecombineerd kunnen worden. Een ruimtelijke aanpak van onderop leidt tot inzicht in de ruimtelijke effecten van de klimaattransitie terwijl een opgavebeschrijving of toetsing de grenzen of ambities scherp zet. Deze aanpak biedt ook een antwoord op opgaven die niet bottom up opgelost kunnen worden zoals systeemveranderingen of structurerende keuzes op boven regionaal niveau.

De laatste aanpak biedt de grootste kans op een integrale ruimtelijke aanpak, waarbij op alle schalen ruimte en kosten worden bespaard, ten bate van ruimtelijke kwaliteit en energieproductie. Dit betekent wel dat op alle schaalniveaus keuzes moeten worden gemaakt die elkaar aanvullen en helpen.

Een voorbeeld waarbij een gecombineerde aanpak meerwaarde heeft komt van de elektriciteitstafel. Daar is de ambitie beschreven om de stroom van de Noordzee te benutten voor de industriële clusters langs de kust. Deze ambitie gaat uit van het ruimtelijke principe dat opgewekte energie dicht bij de bron gebruikt moet worden. Dit bespaart een complexe en kostbare ruimtelijke claim voor het transporteren van stroom. Deze ruimtelijk keuze is logisch als op nationaal schaalniveau wordt gekeken. Een dergelijke grootschalige structuur zal

echter waarschijnlijk niet uit een bottom up aanpak in bijvoorbeeld een regio komen, terwijl de keuze veel positieve gevolgen heeft. Voorbeelden van andere grootschalige structuren zijn warmtenetten, opslag, netinfrastructuur voor elektriciteit en een 'circulair mainframe' zoals beschreven bij de tafel industrie.

1.3.1 MOGELIJKHEDEN VOOR OPTIMALISATIE

Door in het planproces schaal en invloedseffecten vooraf mee te nemen in een ruimtelijke uitwerking ontstaan meer mogelijkheden voor optimalisatie. Optimalisatie van de gehele keten brengt niet alleen het mogelijk ruimtebeslag terug, het sluit ook aan bij de eerder beschreven opgaven van ruimtelijke kwaliteit. Wanneer we de gehele keten beschouwen, in plaats van enkel opwek, het netwerk en het gebruik als losse opgaven kunnen functies – en daarmee ruimtebeslag – beter gecombineerd worden. Het gevolg is dat we efficiënter omgaan met de schaarse ruimte. Maatregelen zijn zo in te passen dat ze aansluiten bij de lokale mogelijkheden en wensen vanuit het gebied.

Vanzelfsprekend vraagt ieder landschap – stedelijk of landelijk – om een andere aanpak. In ieder van deze landschappen zijn de effecten van de klimaattransitie daarmee anders. Schaaleardeffecten moeten daarmee steeds in een gebied beschouwd worden en de oplossingen zijn daarmee vaak maatwerk. Maatwerk waarvan een groot deel van de bouwstenen echter wel bestaat uit generieke elementen en herhaalbare strategieën over de verschillende gebieden heen.

Daarnaast vraagt een goede invulling van de schaal mogelijk dat de criteria op het juiste schaalniveau uniform worden geformuleerd, zodat ze kunnen bijdragen aan een efficiënte uitrol van de energietransitie. Nu verschillen beperkingen en voorschriften voor duurzame energieproductie nog per provincie of gemeente.

1.3.2 TECHNIEKNEUTRAAL

Het uitgangspunt om in een gebiedsgerichte aanpak de keuzes 'techniekneutraal' te maken is logisch, zo ligt veel van de oplossingskracht bij de decentrale overheden. Een techniek neutrale aanpak – waarbij niet van bovenaf een keuze voor een oplossing wordt beschreven – kan leiden tot keuzes grotere ruimtelijke effecten hebben op de grotere schaal. Wanneer in een gebied gekozen zou worden voor enkel zonnestroomproductie ontstaat een opgave voor opslag en netverzwaring op een bovenregionaal niveau. De ruimtelijke gevolgen van zulke ingrepen zijn ook beschreven in de *factsheets* die bij de tafel Elektriciteit ontwikkeld zijn. Gelijktijdig zijn er bij de tafel Gebouwde Omgeving ook uitspraken gedaan over het creëren van een gelijk speelveld voor de ontwikkeling van opslag (en productie) op gebouw en wijkniveau. De technische neutraliteit kan daarmee niet zonder een goede ruimtelijke afweging op lokaal en (boven)regionaal niveau.

Om antwoord te geven op deze schaal en sturingsvragen beschreef de tafel elektriciteit dat in de ruimtelijke uitwerking van de doelstellingen (in de REKS, NOVI, POVI en GOVI) de energie-infrastructuur als essentieel element wordt opgenomen, inclusief een planmatige uitrol van deze infrastructuur.

Advies 'De opgave beleggen op de juiste schaal':

Zorg voor een goede balans tussen de verschillende ruimtelijke schalen. Leg de opgave daarbij niet enkel neer bij decentrale overheden maar zorg voor duidelijke context en richtinggevende waarde zodat de doelstellingen op nationaal niveau effectief kunnen worden behaald. De voordelen van een bottom-up en top-down aanpak kunnen hiermee worden gecombineerd. Zoek daarbij een optimum tussen lokale vrijheid en nationale efficiëntie. Bijvoorbeeld:

- *Identificeer kleinschalige decentrale kansen en grootschalige structuren;*
- *Richt een afstemmingsproces tussen de verschillende schalen in. Dit kan bijvoorbeeld door de nationale opgaven niet alleen aan het eind van het regionale proces te toetsen. Maak de afwegingen in de verdeelsystematiek tussen grootschalig en kleinschalig oplossingen onderdeel van het leerproces.*
- *Formuleer de juiste eenheden in de (decentrale) opgave. Hiermee worden richtinggevende kaders aangereikt met ruimte voor flexibiliteit in de regionale uitwerking. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan indicatieve opgaves op basis van de gebiedseigenschappen.*

Wanneer dit iteratieve proces tussen de nationale en regionale schaal in het najaar wordt vormgegeven vormt dit de basis voor een goede afstemming tussen de kansen en uitdagingen op de verschillende schaalniveaus.

1.4 HET RUIMTELIJKE TIJDPAD

In de klimaattransitie hebben ook het tijdspad en de keuzes die hierin gemaakt worden ruimtelijke gevolgen. Op deze keuzes hebben we nog invloed en deze zullen in het afwegingskader naar 2030 én 2050 meegenomen moeten worden.

1.4.1 SYSTEEM KEUZES

Voor een geslaagde transitie richting 2050 is het nodig om al vóór 2030 de eerste fundamenteën – zoals bijvoorbeeld grootschalige netuitbreidingen – te leggen voor de periode na 2030, en soms ook nú al systeemkeuzes te maken. Hierbij kan gedacht worden aan systeemkeuzes in de energielevering aan de industrie of keuzes in de aanleg voor warmte-infrastructuur. Als we deze beslissing nu niet nemen kan dat mogelijk zorgen voor een vergroting van de ruimtelijke opgave. Bijvoorbeeld als wijken in 2030 (deels) zijn overgegaan op *all-electric* – is de aanleg van een warmtenet daar mogelijk niet meer rendabel, terwijl het voor de 2050-doelen mogelijk wel de beste oplossing was geweest.

1.4.2 TOEKOMSTIGE ONTWIKKELINGEN IN DE RUIMTEVRAAG

Parallel aan de klimaattransitie lopen tussen nu en 2050 meer opgaven. Zo zoeken we nog ruimte voor 1.000.000 woningen, worden bedrijventerreinen en logistieke centra opgezet en blijft de vraag naar mobiliteit toenemen. Al deze functies vragen ook extra ruimte. In het vormgeven en plannen van de klimaattransitie moet dan ook rekening gehouden worden met die groei. Deels omdat ze dezelfde ruimte claimen en deels omdat we moeten voorsorteren op ontwikkelingen. Dit voorkomt mogelijk dubbele investeringen in infrastructuur en ruimtelijke conflicten op weg naar 2050.

1.4.3 OVERGANGSSYSTEMEN

Om de transitie kostenefficiënt en haalbaar te maken kan het zijn dat we tijdelijke oplossingen implementeren of overgangssystemen inzetten. Te denken is aan hybride warmtepompen die zowel het gasnet als het elektrisch systeem gebruiken of biomassa als tussenoplossing voor de mobiliteit. In beide gevallen vereist het meer of op zijn minst een andere ruimteclaim dan de huidige. Een hybride warmtesysteem vereist dat het gasnet in stand gehouden moet worden – voor groen of grijs gas – naast een toename van de elektriciteitsvraag. Beide vormen daarmee een ruimtelijke opgave.

Naast het gasnet en elektriciteitssysteem voor verwarming wordt voor verwarming ingezet op

warmtenetten. De beschikbare warmtebronnen hiervoor zullen in de tijd verschuiven. Er zijn bijvoorbeeld met verbindingen naar de industrie voor restwarmte mogelijk. Deze industrie kan op termijn kiezen voor andere productieprocessen waardoor de warmte elders vandaan moten komen. De afschrijftermijn van verschillende technieken bepaalt daarnaast hoe snel veranderingen kunnen gaan. Bijvoorbeeld voor een zonneweide die nu wordt aangelegd kan op termijn een andere bestemming worden gekozen als er dan wordt ingezet op andere oplossingen. Veel van de huidige zonnevelden kennen na een periode van 15-20 jaar zelfs een sloopverplichting. De keuzes op korte termijn zijn daarmee dus niet noodzakelijkerwijs de definitieve oplossingen. In het ontwerp moet daarom niet alleen rekening worden gehouden met de energielandschappen van morgen, maar ook met de (post-) energielandschappen van de toekomst.

1.4.4 PARALLEL RUIMTEGEBRUIK

De klimaattransitie is dus geen lineair proces; ontwikkelingen liggen niet perfect achter elkaar in de tijd. Er zal sprake zijn van overgangperiodes waarin fossiele, duurzame en soms ook hybride systemen naast elkaar bestaan. Dit vraagt ook bijvoorbeeld in havens en in de leidingstraten om extra ruimtereserveringen.

Omdat ook voor de industrie de nieuwe energiedragers niet in een keer volledig beschikbaar zullen zijn, zal er – naast het bestaande gasnetwerk – deels nieuwe infrastructuur gebouwd moeten worden. Soms kan hier de 'oude' gasinfrastructuur voor hergebruikt worden, maar vaak zal deze infrastructuur nog in gebruik zijn. De nieuwe infrastructuur zal vaak in te passen zijn in bestaande leidingstraten en naast bestaande infrastructuur. In sommige gevallen leidt het tot een nieuwe ruimteclaim met bijbehorende nieuwe beperkingen die (deels tijdelijk) een plek moet krijgen.

Een toenemend gebruik van biomassa brengt bijvoorbeeld een ruimtelijke claim met zich mee die voor een deel (tijdelijk) zal samenvallen met de ruimtelijke claim van fossiele brandstoffen. Niet alleen de biomassa legt namelijk een ruimteclaim op bijvoorbeeld het industrieel havengebied, er zal op korte termijn ook opslag blijven voor kolen, gas en andere brandstoffen. Bovendien wordt er ook in dit gebied elektriciteit van de Noordzee aan land gebracht, gebufferd, geconverteerd en doorgevoerd.

Het gevolg van de klimaattransitie kan daarmee zijn dat de haven (tijdelijk) in omvang moet groeien, er



AFBEELDING 7: OMDAT NOG NIET EXACT DUIDELIJK WELKE VORM VAN BIOMASSA BENUT ZAL WORDEN IS HET LASTIG EXACTE UITSPRAKEN TE DOEN. DE BESCHREVEN TIJDELIJKE OPLOSSING VAN BIOMASSA LIGT TUSSEN DE 250 EN 500 PJ EQUIVALENT AAN BIOMASSA. INDIEN DIT INGEVOERD WORDT IN BULK DAN GAAT HET OM MINIMAAL 250 TOT 500 PANAMAX KLASSE SCHEPEN MET ELK 60.000 DWT AAN BIOMASSA. DEZE BEREKENING IS EEN INDICATIE VAN DE OPGAVE MAAR LAAT ZIEN HOE OMVANGRIJK DE STROOM ZAL ZIJN. DEZE BIOMASSA ZAL – DEELS – WORDEN OPGESLAGEN IN HET HAVENINDUSTRIEEL COMPLEX, HIERVOOR IS 240-480 HA NODIG WANNEER WE UITGAAN VAN HOUTPELLETS.

meer oppervlakte moet komen voor de opslag en verwerking van nieuwe energie. Mocht er gekozen worden voor overslag dan zal deze ruimte elders in Nederland gevonden moeten worden en zullen de transportstromen over water, weg en rail ruimtelijk geacommodeerd moeten worden. Er mag worden aangenomen dat kolen, olie en gas op termijn een steeds kleinere rol spelen in het havengebied, al zullende Nederlandse havens altijd de toegang zijn voor Europa. Daarom is een deel van deze ruimtelijke opgaven tijdelijk, maar wel van belang om een plek te geven in de planning en de ruimtelijke afwegingen van de klimaattransitie.

1.4.5 ONTWERPEND ONDERZOEK

Ontwerpend onderzoek kan een bijdrage leveren aan het Klimaatakkoord en de Klimaattransitie. Hierbij is het van belang om te realiseren dat ontwerpend onderzoek geen ontwerpen is. Ontwerpend onderzoek is een onderzoeksmethode waarin de methoden en technieken van het ontwerpproces worden ingezet om een – vaak – ruimtelijke opgave op te lossen. Het inzetten van het ontwerpproces kan de gevolgen en kansen van verschillende scenario's of keuzes snel inzichtelijk maken. Hiermee kunnen gevolgen in de tijd,

kostenkeuzes of andere afwegingen snel naast elkaar getoond worden. Omdat het ontwerpend onderzoek meerdere aspecten meeneemt – zoals kosten en andere keuzes – kunnen ook deze gewogen worden. Het integreren van veel verschillende input, verschillende thema's worden ruimtelijk inzichtelijk, op de specifieke locatie waarde opgave over gaat.

Veel ervaring met ontwerpend onderzoek is opgedaan in het Deltaprogramma, het MIRT, en veel opgaven van het rijk, provincie en gemeenten. Ook in het Klimaatakkoord is door de ruimtelijk specialisten veel ontwerpend onderzoek uitgevoerd, dit boek bevat daarvan een reeks aan voorbeelden. De omvang van de opgave, de snelheid waarmee we de transitie vormen willen en moeten geven, maar zeker ook omdat het een ruimtelijke opgave betreft vereist ontwerpend onderzoek. Ontwerpend onderzoek zet niet direct ruimte als centraal thema neer, maar laat wel zien wat ruimtelijk gevolgen zijn van keuzes die impliciet of expliciet gemaakt worden. In het vervolg van het Klimaatakkoord – en daarna in de gebiedsgerichte aanpak en RES - zou het dan ook logisch zijn deze manier van werken te omarmen.

Advies 'Het Ruimtelijke Tijdpad':

Ontwikkel een ruimtelijk beeld waarin de maatregelen in het Klimaatakkoord niet alleen in het kader van de doelen voor 2030, maar ook voor 2050 worden gezien. De ruimtelijke impact van het naast elkaar bestaan van verschillende systemen, de benodigde ruimtereserveringen en het tijdig maken van systeemkeuzes zijn hier belangrijke onderdelen in.

Ontwikkel in de komende maanden een beeld van verschillende energie(transitie)landschappen. Geef daarin ook een doorkijk naar de contouren van het Nederland van 2050. Hierin worden ook ruimtelijke ontwikkelingen van andere opgaves weergegeven. Dit vormt de basis om in het verdere proces (met de betrokken partijen) verder uit te werken hoe de keuzes op korte termijn een basis kunnen vormen voor geslaagde (post-)energielandschappen nu en in van 2050.

Plan bovendien ook het tijdsverloop en de bijbehorende veranderingen van de ruimtelijke claims in de komende 30 jaar. Bouw een tijdslijn van de verschillende ambities en ruimteclaims. Ontwikkel in de komende maanden daarmee de eerste schetsen van plekken waar mogelijk groot (parallel) ruimtegebruik optreedt en waar knelpunten te verwachten zijn, op nationaal, regionaal en lokaal niveau. Met deze vorm van ontwerpend onderzoek aan de voorkant van het proces, kunnen knelpunten later in het proces worden geïdentificeerd en tijdig aangepakt. Zorg er daarbij voor dat het inzichtelijk maken van ruimtelijke gevolgen niet wordt uitgelegd als een beperking, maar juist als een noodzakelijke stap richting effectieve implementatie.

De ambitie om voor alle regio's in Nederland voor 2019 een aanpak voor de klimaattransitie af te hebben kan anders botsen met bijvoorbeeld de capaciteit van ondersteunende bureaus (ruimtelijk specialisten) of gemeenteraden die op de rem trappen in deze omvangrijke, complexe en veel veranderende opgave. Ondanks dat 2030 dichtbij is, zeker als het gaat om processen in de ruimtelijke ordening, is het wel noodzakelijk de tijd te nemen om de gebiedsgerichte aanpak te oefenen, te testen en aan te passen.

Neem in de planning van de regionale of gebiedsgerichte aanpak de beschikbaarheid van ondersteuning mee; zijn er - om in 2019 voor alle regio's een RES of gebiedsgerichte aanpak af te hebben - voldoende gekwalificeerde ruimtelijk specialisten beschikbaar, zowel binnen als buiten de overheden? Dit geldt mogelijk voor meer thematisch specialisten; ecologen, stedenbouwkundigen, netwerk specialisten, duurzaamheidsspecialisten etc.

1.5 DWARSVERBANDEN TUSSEN DE TAFELS

De klimaattransitie is geen lineair proces; Uit de ruimtelijke analyses van de ruimtelijk experts komt een aantal dwarsverbanden naar voren waarvoor in deze aanloop naar het klimaatakkoord verkenningen zijn gedaan. Hiervan zijn de resultaten opgenomen in de achterliggende delen. Alle dwarsverbanden zijn door de ruimtelijk specialisten ook aangedragen bij de respectievelijke tafels. Hieronder zijn de door de ontwerpers geselecteerde belangrijkste dwarsverbanden beschreven. Deze lijst is niet uitputtend, maar bevat de op dit moment geïdentificeerde dwarsverbanden die nader uitgewerkt moeten worden. Mogelijk is het aantal ruimtelijke verbanden tussen de tafels groter, dat is dan onderdeel van het vervolg. Maar het vormt een goede start voor de uitwerking van opgaven die tafel overstijgend zijn binnen het klimaatakkoord.

Voor deze onderwerpen kunnen in het vervolg van het Klimaatakkoord uitwerkingen worden gezocht. Wanneer vertrokken wordt vanuit het thema ruimte kunnen deze opgaven middels ontwerp onderzoek uitgewerkt worden. Ontwerp onderzoek verkend de verschillende mogelijkheden van scenario's met de methoden en technieken van het ontwerp, zonder dat er een ontwerp gemaakt wordt. Op deze manier kunnen de mogelijkheden en onmogelijkheden van de beschreven dwarsverbanden snel doorgrond worden. De uitkomsten vormen input voor de tafels. Een andere mogelijkheid legt het verband dichter bij de tafels door een 'bijzettafel' op te zetten. Een tijdelijke samenwerking van de betrokken tafels waarbij gelijktijdig op alle thema's een oplossing voor de opgave geschetst wordt. Dit gebeurde eerder bij de tafels industrie en elektriciteit. Van belang is wel dat de ruimtelijke opgave een rol krijgt in deze integratie. Deels omdat de methoden en technieken het proces kunnen versnellen maar zeker omdat het inzichtelijk maken van ruimtelijke effecten zeker in de gecombineerde opgaven van groot belang is voor draagvlak, financiering en landschappelijk- en efficiënt ruimtegebruik.

1.5.1 ELEKTRIFICATIE BIJ INDUSTRIE, MOBILITEIT EN GEBOUWDE OMGEVING LEIDT TOT EEN VERGROTING VAN DE ELEKTRICITEITSVRAAG

Industrie – Mobiliteit – Gebouwde Omgeving - Elektriciteit

Een duidelijk verband tussen de verschillende tafels is de elektrificatie. Bij mobiliteit wordt ingezet op elektrisch rijden, bij industrie is elektrificatie een belangrijk onderwerp en bij de gebouwde omgeving

wordt onder andere ingezet op elektrische oplossingen als alternatief voor verwarmen op gas. De elektriciteitsvraag neemt daarmee toe. Deze toename op basis van de ambities aan de andere tafels is samengebracht aan de elektriciteitstafel. Daarbij moet in de doorrekening duidelijk worden welke mate van elektrificatie verwacht wordt richting 2030.

Deze toename in gebruik kent zijn weerslag in opwek, opslag als transport. Dit vergroot de noodzaak voor goede ruimtelijke inpassing van opwek, opslag als transport. Maar ook het meewegen van de benodigde ruimte die nodig is om elektrificatie in de andere sectoren mogelijk te maken. Uit de eerste uitwerking van de opties van de elektriciteitstafel blijkt bijvoorbeeld dat bij de hogere ambities de uitrol van wind op zee in hogere mate begint te wringen met het huidige ecologische kader. Dit vraagt om verdere uitwerking van mogelijkheden voor functiecombinaties op zee en om verder keuzes met betrekking tot ruimtelijke restricties.

De toenemende elektriciteitsvraag zorgt ook voor extra netbelasting. Daarom is vanuit ruimtelijk perspectief benutting van aanbod uit wind op zee aan de kust gewenst om netuitbreiding verder landinwaarts te voorkomen (zie ook hoofdstuk 6). Logische aanlandingspunten voor de industriële clusters zijn in een eerste verkenning geïdentificeerd (hoofdstuk 5 industrie) en mogelijkheden voor elektriciteitsgebruik nabij de kust voor mobiliteit zijn verkend; bijvoorbeeld in de vorm van *super charger stations* (hoofdstuk 2 mobiliteit).

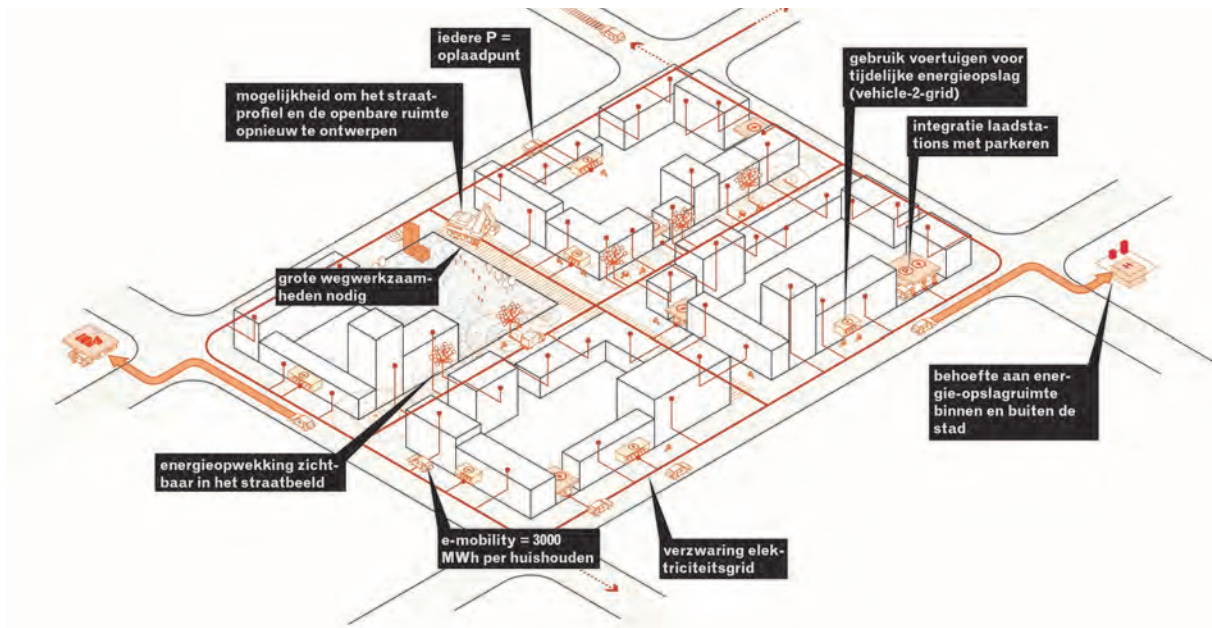
Op alle schalen, over alle tafels zullen de gevolgen van toename van elektrificatie inzichtelijk gemaakt worden. Hierin zijn met name de kansen die voorkomen uit de keuze om opwek en gebruik bij elkaar te brengen interessant; laten zien wat hier de ruimtelijke voordelen van zijn.

Zorg dat er afstemming is tussen de Nationale schaal, de netbeheerders en de regio's over de keuzes en de ruimtelijke gevolgen en kansen.

1.5.2 INDUSTRIE EN MOBILITEIT BIEDEN KANSEN VOOR ELEKTRICITEITSBUFFERING

Industrie – Mobiliteit – Elektriciteit

Een van de uitdagingen in het elektriciteitssysteem is het opvangen van de piek door opwekking en -piek door vraag. Zowel de industrie als elektrische auto's kunnen mogelijk een rol spelen in de buffering van de elektriciteit. De elektrische auto kan bijvoorbeeld een bufferfunctie vervullen in het elektriciteitsnet van de stad (*vehicle to grid*), terwijl in de industrie in de processen en infrastructuur ruimte kan worden gevonden.



AFBEELDING 8: IMPACT ELEKTRIFICATIE OP DE GEBOUWDE OMGEVING (TAFEL GEBOUWDE OMGEVING)

Omdat de industrie een grote energievragers is kunnen de processen mogelijk worden ingezet om de pieken in de opwekking op te vangen. Hiermee kan de industrie een opslag/buffer functie vervullen voor de elektriciteit. Daarnaast kan in de bestaande industriële infrastructuur waterstof bijvoorbeeld in de pijpen worden opgeslagen (*line stacking*). Voor de uitwerking zie hoofdstuk 5 industrie. Met één elektrische auto kan in potentie voor meerdere huizen het pieken en dalen in het netwerk in balans brengen. Dit is een grote potentie, maar op dit moment is het nog niet aantrekkelijk om het extra laden en ontladen van de elektrische auto batterij toe te passen omdat de garantie veelal is gedefinieerd naar het aantal laadbeurten. De potentie om de koppeling tussen elektriciteit (in de gebouwde omgeving) en mobiliteit verder te ontwikkelen is uitgewerkt in hoofdstuk 2 mobiliteit.

1.5.3 VERBINDING TUSSEN DE ENERGIETRANSITIE EN DE LANDBOUWTRANSITIE

Elektriciteit – Landbouw en Landgebruik

Een ruimtelijke afwegingen tussen de tafels is of de elektriciteitsopwekking in de stad en/of in het landelijk gebied plaatsvindt. Waar de elektriciteitsmaatregelen het beste kunnen worden gerealiseerd is afhankelijk van de gebiedskenmerken. Een verkeerde inpassing energiemaatregelen zoals zonnepanelen kan negatieve effecten op het gebied, de broeikasgasuitstoot en/of de ecologie hebben. Wanneer goed ingezet kunnen de landbouw- en de energietransitie elkaar juist

versterken. Denk daarbij aan wind-bossen of het inzetten van zonnepanelen op plaatsen waar minder ontwaterd wordt.

Daarom is het de moeite waard om een goede verbinding tussen de maatregelen voor elektriciteit en landbouw en landgebruik te maken. Voorbeelden hiervan zijn uitgewerkt en ingebracht aan de landbouw en landgebruik tafel (zie hoofdstuk 3 landbouw en landgebruik). Daarnaast zijn de opties voor elektriciteitsopwekking in de stad verkend (zie hoofdstuk 6 elektriciteit en hoofdstuk 4 gebouwde omgeving). Een vergunningsstelsel dat een goede ruimtelijke aanpak voor zonneparken stimuleert is besproken aan de landbouw en landgebruik tafel. Kansrijke businesscases vragen om verdere uitwerking in het vervolg van het proces. Wanneer dit goed wordt ingericht kunnen de negatieve ecologische en landschappelijke effecten worden beperkt en kunnen zonneparken en windmolens zoveel mogelijk als vliegwiel werken voor duurzame ontwikkelingen in de stad en in de landbouw.

1.5.4 WARMTEKETENS KUNNEN LEIDEN TOT EEN KOPPELING TUSSEN ALLE SECTOREN

Industrie – Landbouw en Landgebruik - Mobiliteit – Gebouwde Omgeving - Elektriciteit

De koppeling tussen industriële restwarmte, glastuinbouw en de verwarming van de gebouwde omgeving heeft een ruimtelijke component. Denk hierbij aan de afweging tussen de locatie waar voor welke warmtebron wordt gekozen, de



AFBEELDING 9: VOORBEELD VAN BOUWTRANSPORT VIA HET WATER

identificatie van locaties waar cascadering mogelijk is, en de ruimtelijke besparing voor alternatieven die kan worden gerealiseerd als de warmteketens goed worden vorm gegeven. Daarnaast heeft deze opgave een directe relatie tot ruimtelijke afwegingen voor elektriciteit omdat de keuze voor warmtenetten of warmtepompen op een bepaalde locatie.

Dit is verder uitgewerkt in hoofdstuk 1.2 bronnenstrategie. De eerste verkenningen zijn ingebracht aan de gebouwde omgeving tafel waar het is erkend als een belangrijk onderwerp om verder uit te werken (hoofdstuk 4 gebouwde omgeving gebouwde omgeving). Om het gebruik van (rest)warmte te optimaliseren met meerdere partijen is ruimtelijke afstemming nodig (hoofdstuk 5 industrie). Bovendien kan de uitrol van warmtenetten bijvoorbeeld worden gecombineerd met andere ambities in de infrastructuur, zodat de schop maar een keer de grond in hoeft. Zo kunnen de tracés voor warmtenetten en fietssnelwegen mogelijk overlap hebben (hoofdstuk 2 mobiliteit).

1.5.5 BIOMASSA BIJ MOBILITEIT, GEBOUWDE OMGEVING EN INDUSTRIE LEIDT TOT EEN OPGETELDE RUIMTECLAIM

Mobiliteit – Gebouwde Omgeving – Industrie

Bij sectoren mobiliteit, gebouwde omgeving en industrie wordt het gebruik van biomassa benoemd. De vraag naar biomassa uit de

verschillende sectoren telt bij elkaar op en leidt tot een totale ruimteclaim voor productie, transport en opslag.

In Nederland zal transport en opslag ruimte vragen (zie hoofdstuk 1.2, bronnenstrategie voor een voorbeeld) en aangezien een groot deel van de productie in het buitenland zal plaatsvinden wordt er hiermee een grote ruimteclaim buiten Nederland gecreëerd (hoofdstuk 3 landbouw en landgebruik). Een optimalisatie van de biomassa inzet in de gebouwde omgeving ruimtelijk worden afgewogen, waarbij met name biomassa wordt gebruikt op afgelegen kleinschalige locaties en daar waar lokaal biomassa beschikbaar is (hoofdstuk 4 gebouwde omgeving). Om het transport van biomassa te optimaliseren kan bijvoorbeeld worden gekozen voor vulstations voor vrachtwagens die op biogas rijden in het havengebied (zie hoofdstuk 2 mobiliteit; voor locatie gebonden tanken worden pilots opgezet door de markt).

1.5.6 SLIMME BOUWLOGISTIEK IN DE GEBOUWDE OMGEVING

Gebouwde Omgeving – Mobiliteit – Elektriciteit

Er komt een grote bouwopgave aan, door nieuwbouw van 1 miljoen woningen en de implementatie van maatregelen voor de klimaattransitie in de bestaande gebouwde omgeving ca 8 miljoen gebouwen. Dit leidt onder andere tot een toename van het bouwverkeer

en daarmee de ruimtevrage van de mobiliteit. Naast de toename van het wegverkeer, heeft dit invloed op de stedelijke ruimte. Goede isolatie is bijvoorbeeld nodig in wijken waar nu al gebrek aan parkeerruimte is. Door de verbouwoopgave gaat dit nog verder toenemen. De bouwlogistiek met containers en het transport van bouwondernemers zorgt daarmee voor een druk op de stedelijke mobiliteit. Deze wordt nog versterkt doordat wegen moeten worden afgesloten voor bijvoorbeeld aanpassingen in het elektriciteitsnet.

Deze opgave vraagt om een goede ruimtelijke bouwplanning en een nieuwe vorm van organisatie. Daarbij kan worden gedacht aan nieuwe vormen van het transport van bouwmaterialen (bijvoorbeeld over water). Ook kan bijvoorbeeld met *time slots* worden gewerkt waarbij bijvoorbeeld tussen de spitsuren in kan worden geparkeerd door bouwverkeer. Dit is ingebracht aan de mobiliteitstafel door de topsector logistiek. Voor een eerste uitwerking zie hoofdstuk 2 van mobiliteit. Het belang van deze koppeling tussen de opgave in de gebouwde omgeving en de mobiliteit is erkend. Dit moet in de komende periode verder concreet worden uitgewerkt, met een combinatie van technologische ontwikkelingen (slimme sturing van parkeer zones) en organisatie.

1.5.7 NIEUWBOUW IN RELATIE TOT HINDERZONES EN BROEIKASGASUITSTOOT

Gebouwde Omgeving – Elektriciteit – Landbouw en Landgebruik

De ambities voor toekomstige ontwikkelingen van nieuwbouw, elektriciteitsopwekking en landgebruik veranderingen hebben mogelijk overlappende ruimteclaims. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan hindercirkels rondom windmolens die toegestaan de afstand tot gebouwen bepalen, en aan stadsuitbreidingen die via het grondwaterbeheer invloed hebben op de broeikasgas uitstoot uit de bodem.

Daarom is een goede ruimtelijke planning nodig die ook een doorkijk naar de toekomst geeft. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een per gebied specifieke aanpak (zie hoofdstuk 3 landbouw en landgebruik). Ruimtelijk kan bijvoorbeeld worden bekeken wat de beste locaties voor nieuwbouw zijn, waarbij als afwegingscriterium rekening wordt gehouden met de mogelijke beschikbaarheid van warmte (deel hoofdstuk 4 gebouwde omgeving), elektriciteitsproductie en het mogelijk het verlies van bufferend vermogen van de bodem (hoofdstuk 3 landbouw en landgebruik).

1.5.8 BOUWEN EN ISOLEREN MET BIOBASED MATERIALEN (HOUTBOUW, LISDODDE VOOR ISOLATIE)

Gebouwde Omgeving – Landbouw en Landgebruik

Tussen de gebouwde omgeving en landbouw en landgebruik is er koppeling in de vorm van het bouwen met *bio based* materialen. In het geval van houtbouw is er een koppeling tussen de gebouwde omgeving en de deeltafel bomen, bos en natuur van landbouw en landgebruik. Daarnaast ligt er een mogelijke koppeling tussen de isolatie opgave in de gebouwde omgeving en de natte teelten die worden onderzocht om de uitstoot van broeikasgassen uit het veenweide gebied te beperken. Hierbij kan onder andere worden gedacht aan de potentie van lisdodde.

Om hier een eerste inzicht in te geven is voor de nieuwbouw een eerste verkenning gedaan over de hoeveelheid hout en het bijbehorende benodigde areaal voor boomteelt dat nodig is om de nieuwbouwoopgave in hout uit te voeren. Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 4, gebouwde omgeving. De eerste berekeningen laten zien dat dit kansrijk is en dat houtbouw een substantiële bijdrage kan leveren aan de CO₂ reductie opgave. De koppeling met houtbouw kan bovendien de businesscase van CO₂-vastlegging door middel van bebossing versterken. Vergelijkbaar kan de koppeling met de isolatieopgaven in de gebouwde omgeving een goede afzetmarkt voor de natte teelt van isolatiegewassen betekenen.

Het bouwen met andere materialen is daarom een interessante combinatie om verder uit te werken. Aan de gebouwde omgeving tafel is het verkennen van de CO₂ neutralere bouw als innovatie opgenomen. Hoe dit wordt vormgegeven heeft verdere uitwerking nodig. Daarbij kan (bijvoorbeeld in de vorm van pilots) worden gekeken of interessante business cases ervoor kunnen zorgen dat de markt dit oppakt, of dat extra stimulering nodig is. Daarnaast moet een goede functieafweging worden gemaakt, bijvoorbeeld in gebiedsprocessen en in relatie tot de ambities voor het landelijk gebied.

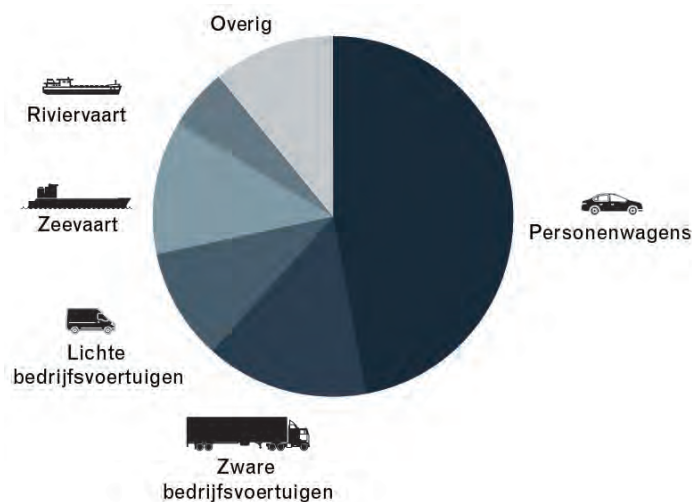
2

SAMENVATTING VAN HET EINDRAPPORT

Ruimtelijk specialist:

FABRICations.
Rens Wijnakker

MOBILITEIT



AFBEELDING 1: HET GROOTSTE DEEL VAN ENERGIEGEBRUIK IN MOBILITEIT KOMT VAN PERSONENWAGENS

2.1 RUIMTE EN DE MOBILITEITSTRANSITIE

In Nederland is 1050km² in gebruik voor wegen, 90km² voor spoor en 150 km² voor vaarwegen¹. Op deze 5% van Nederland wordt een kwart (ca 500 PJ) van de Nederlandse energie gebruikt². Het mobiliteitslandschap is dus zeer energie-intensief. Het grootste deel van energiegebruik in mobiliteit zit in personenwagens, dit vertegenwoordigt bijna de helft van alle CO₂ uitstoot. De uitdagingen in de brandstoftransitie zijn het grootst bij vrachtverkeer, dit is de op één na grootste uitstoter, maar is lastig te verduurzamen. Voor lichte bedrijfsvoertuigen zijn de uitdagingen technisch vergelijkbaar met die voor personenwagens, maar het mobiliteitsgedrag (en dus de besparingspotentie) zijn anders. Riviervaart en zeevaart vormen een eigen uitdaging door de lange vervangingstijd van schepen.

De energietransitie binnen de mobiliteitssector vindt echter niet alleen plaats onder de motorkap. Ten eerste moet ca een derde van de CO₂ besparing komen van gedragsverandering. Voor het deel wat overblijft, moet de energie ergens duurzaam opgewekt worden, en laad- en vulgelegenheden krijgen een andere verschijningsvorm dan het traditionele tankstation. Ook is het – omdat actieradius een beperkende factor is – aantrekkelijk om efficiëntere, kleinere vormen van mobiliteit (Light Electric Vehicles) in te zetten voor korte

afstanden. Het mobiliteitslandschap zal zich dus op een andere manier gaan manifesteren.

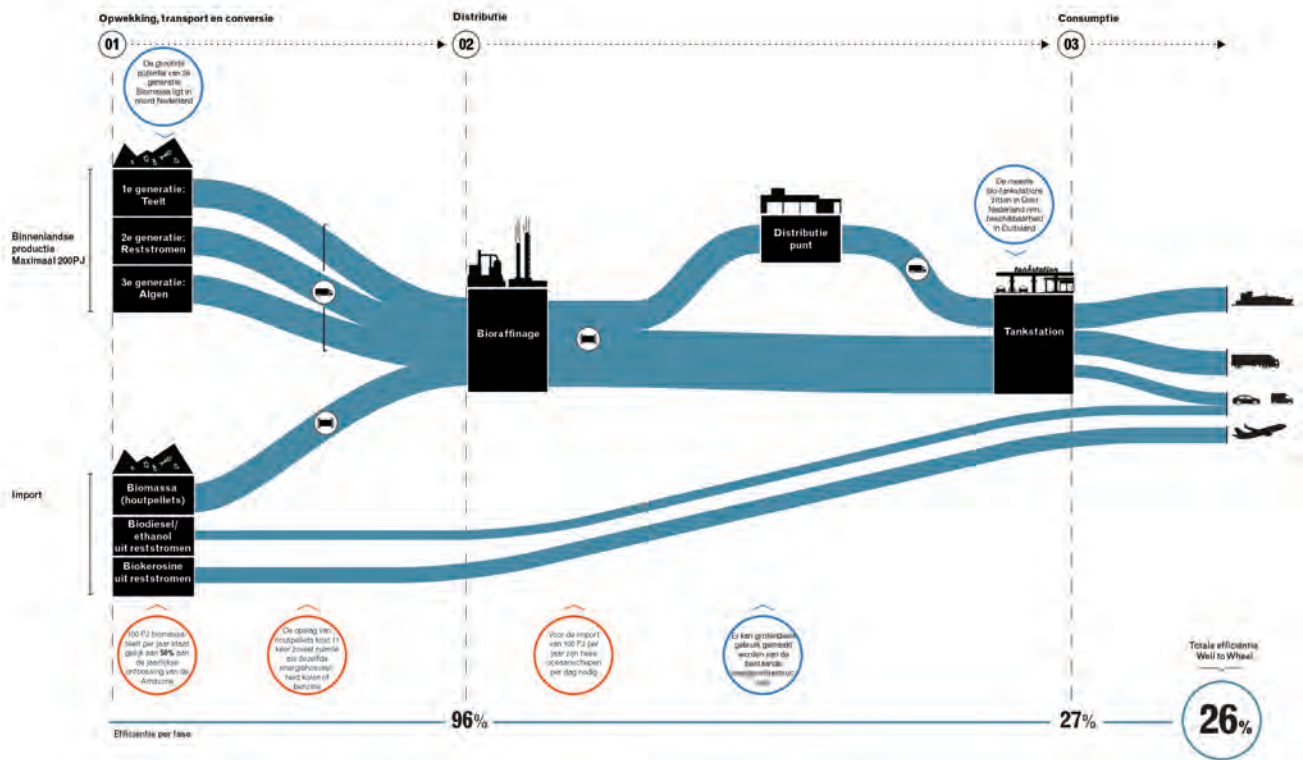
Ruimte is binnen de energietransitie als geheel zowel instrument – slimme ruimtelijke ordening en ontwerp kan zorgen voor minder CO₂ uitstoot, bijvoorbeeld door een bijdrage te leveren in de reductie van mobiliteit - als beperkende factor, waar het bijvoorbeeld gaat om de beschikbaarheid van ruimte voor opwekking of laadinfrastructuur.

Vanuit ruimte en mobiliteit zijn drie thema's interessant:

- De gevolgen van de brandstoftransitie op de keten en benodigde opwekking van verschillende brandstofscenario's;
- De ruimtelijke verandering van de interstedelijke en internationale verbindingen: de transportcorridors, en de energievoorziening die hier nodig is;
- De binnenstedelijke en regionale bewegingen, waar sturing op gedrag veel invloed heeft en waar de inpassing van energie-infrastructuur een uitdaging is.

Biomassa

Bio LNG, Bio Ethanol, Biodiesel



AFBEELDING 2: OVERZICHT BIOBRANDSTOFKETEN VOOR MOBILITEIT

2.2 EEN NIEUWE BRANDSTOFKETEN

2.2.1 VERANDERENDE ENERGIEVRAAG, NIEUWE VORMEN VAN LAADINFRASTRUCTUUR

De indirecte ruimtelijke consequenties door opwekking voor diverse brandstofscenario's zijn groot en divers. Inzicht in deze verschillen helpt om meer haalbare keuzes te maken binnen de energietransitie als geheel. In het akkoord wordt zwaar ingezet op bio-based brandstoffen in 2030, en batterij-elektrisch vervoer. Scenario's voor 2050 spreken van een veel sterkere elektrificatie, een doorbraak van waterstof of een beperkte beschikbaarheid van biobrandstoffen i.v.m. de vraag in de industrie. **Omdat biobrandstoffen een andere herkomst hebben dan duurzame elektriciteit, en omdat de conversieverliezen tussen diverse elektrische aandrijflijnen sterk verschillen, loopt de benodigde opwekkingsvraag daarom sterk uiteen,** en daarmee de indirecte ruimtelijke impact of de benodigde import. Dit kan betekenen dat er bijvoorbeeld op korte termijn meer ruimte nodig is voor biomassaproductie (al dan niet in het buitenland), terwijl het areaal t.b.v. mobiliteit later weer afneemt. De komende paragrafen geven inzicht in de biobrandstof-, batterij-elektrische- en waterstof keten om inzicht te krijgen in de directe en indirecte ruimtelijke veranderingen.

2.2.2 RUIMTELIJKE VERANDERINGEN IN DE KETEN

Biobrandstoffen

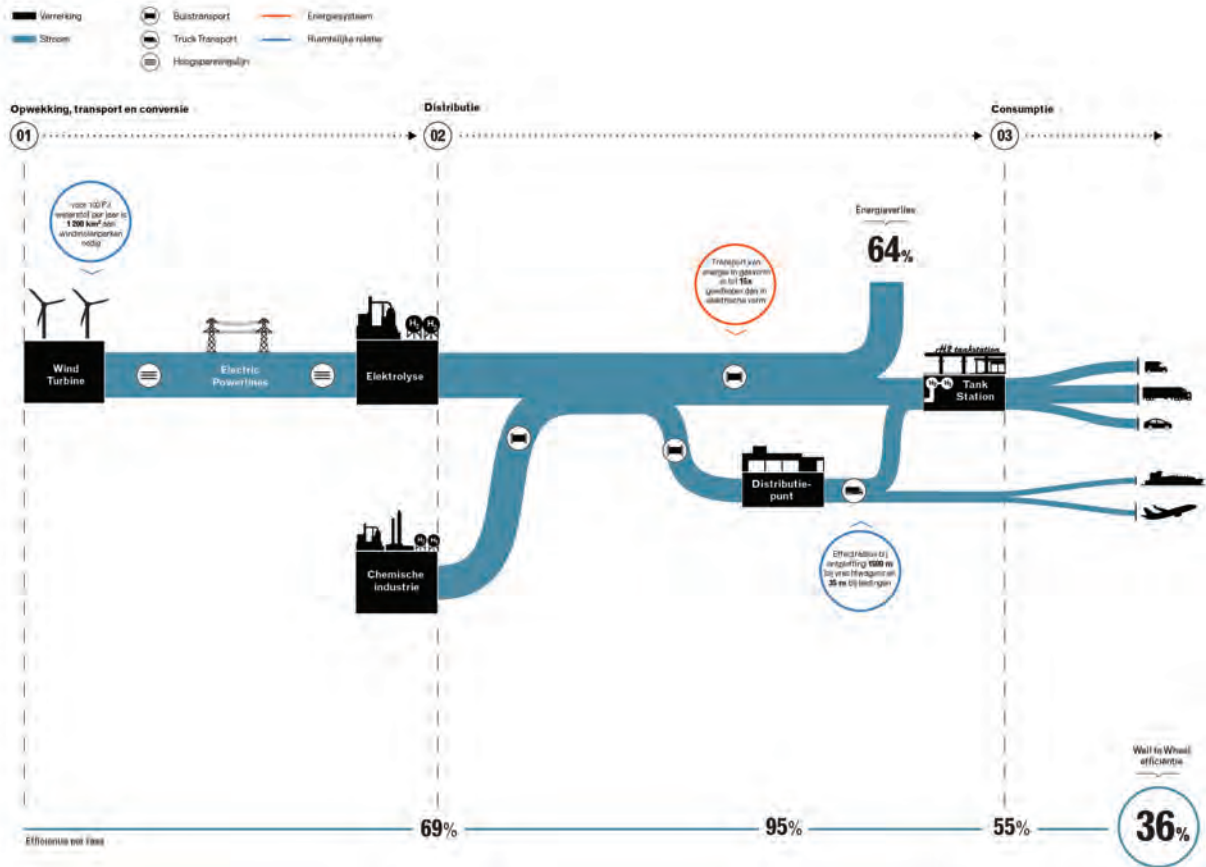
Onzichtbare ruimteclaim

Biobrandstoffen zijn vergelijkbaar met fossiele brandstoffen. Dat wil zeggen, het zijn in feite conventionele brandstoffen zoals methaan, propaan, diesel en ethanol (benzine) maar dan opgewekt uit plantaardig materiaal. De oorsprong in plantaardig materiaal betekent dan ook dat biobrandstoffen verbouwd moeten worden of opgewekt dienen te worden uit organisch afval. Vooral in het eerste geval, cultivatie, betekent dit dat er een significante ruimtelijke impact is van biobrandstoffen: **100 PJ biobrandstoffen in 2030, zou betekenen dat een gebied ter grootte van de provincies Noord-Holland en Utrecht (+- 4.000 km²) in Nederland of ergens anders ter wereld zal moeten worden ingericht voor cultivatie.** Dit gaat ten koste van voedselproductie of natuurgebied. De mogelijkheid van productie op zee (derde generatie biobrandstoffen) is veelbelovend, maar staat nog in de kinderschoenen.

Groter ruimtebeslag distributieketen

Naast de cultivatie van biomassa, heeft ook het transport van biomassa een groot ruimtelijk effect.

Waterstof



AFBEELDING 3: OVERZICHT WATERSTOFKETEN VOOR MOBILITEIT

De bio-based keten kent grofweg twee momenten van transport: van cultivatie naar raffinage en van raffinage naar de brandstoftank. Het transport van raffinage naar de brandstoftank is vergelijkbaar aan ons huidige brandstofsysteem: biobrandstoffen kunnen door middel van bestaande leidingen en tankvrachtwagens vervoerd worden. Omdat biomassa een veel lagere energiedichtheid heeft dan ruwe olie, zou het transport van cultivatie naar raffinage echter een groot ruimtelijk effect hebben. **De geambeerde hoeveelheid biobrandstoffen zou bijvoorbeeld betekenen er dagelijks gemiddeld circa 4.000 vrachtwagens of twee oceanschepen vol met biomassa naar raffinaderijen transporteren.** Ook opslag kost veel meer ruimte: een bepaalde hoeveelheid energie aan houtsnippers neemt 11 keer meer ruimte in als dezelfde hoeveelheid energie aan benzine. Een groot deel van de opslag en import van biomassa zal plaatsvinden in Bioport Rotterdam.

Weinig verandering in eindgebruik

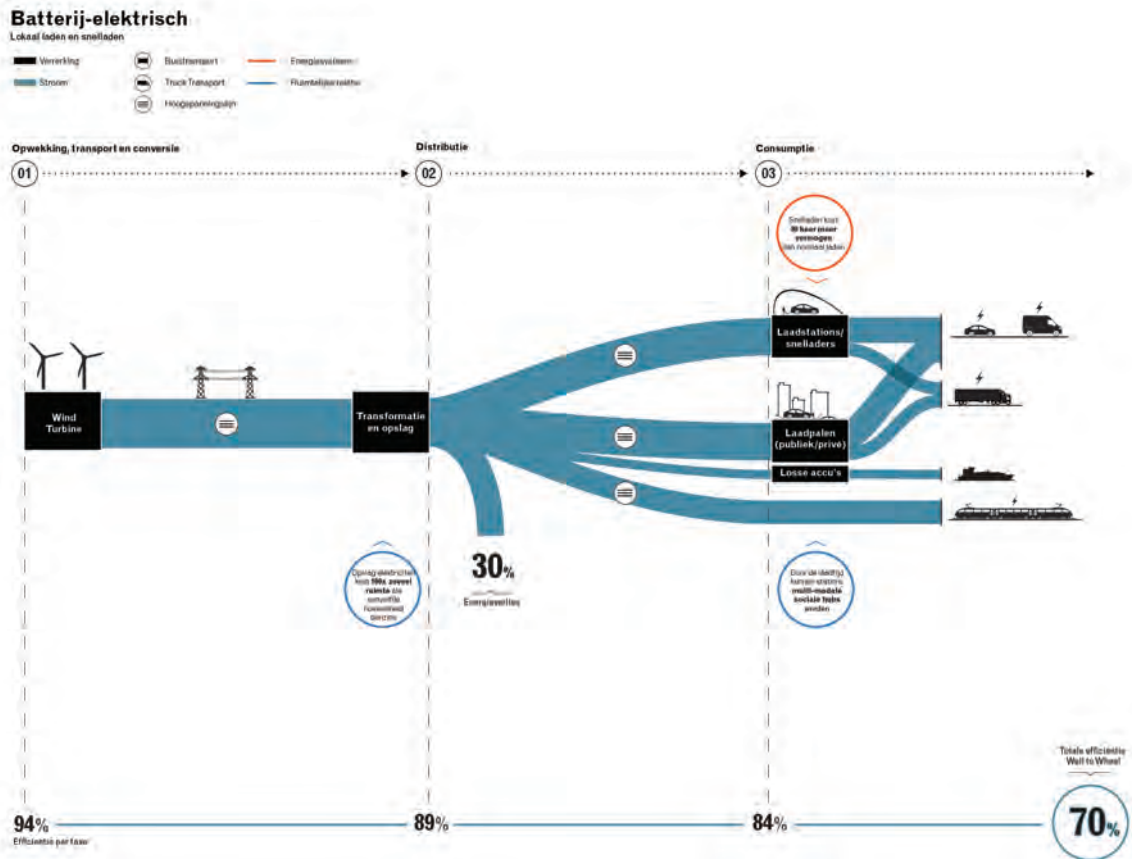
Doordat biobrandstoffen op moleculair niveau vrijwel hetzelfde zijn als fossiele brandstoffen, kunnen ze worden gemengd met conventionele brandstoffen. Vloeibare biobrandstoffen, zoals biodiesel en bio ethanol, kunnen respectievelijk bijgemengd worden met fossiele diesel en benzine, en hetzelfde geldt voor biogassen. De verwachting is dat het percentage bijmenging van

biobrandstoffen in 2030 tussen de 10 en 15% zal liggen. Logischerwijs is het gevolg van bijmenging dat de huidige tankinfrastructuur niet hoeft worden aangepast voor de toepassing van biobrandstoffen.

Wel moet een kanttekening geplaatst worden bij de distributie van Bio-LNG. Hier geldt namelijk een grotere veiligheidsafstand³, en zal vullen buiten de bebouwde kom plaats moeten vinden. Omdat de voorziene gebruikers van Bio-LNG vooral zwaar vrachtverkeer en scheepvaart zijn, zulle de consequenties hiervan echter niet groot zijn.

Betere luchtkwaliteit

Bijmenging van biobrandstoffen heeft – los van het ruimtebeslag van opwekking - geen grote ruimtelijke tot gevolg in het eindgebruik, maar het levert ook weinig verbetering op voor de leefomgeving. Er zal echter wel verandering zijn voor zware bedrijfsvoertuigen en scheepvaart die van diesel en stookolie overstappen op Bio-LNG. In de NEV van 2017 wordt gesteld dat Bio-LNG zich vooral goed leent voor vervoersmiddelen met hoge kilometrages (meer dan 100.000 km op jaarbasis) en lange afstanden per rit, zoals zwaar wegtransport, binnenvaart en zeevaart⁴. Door de lange levensduur van schepen en scheepsmotoren, gaat de brandstoftransitie hier erg langzaam. **In steden aan de grote rivieren, zoals Rotterdam en Nijmegen, wordt de uitstoot van de scheepvaart**



AFBEELDING 4: OVERZICHT ELEKTRICITEITSKETEN VOOR BATTERIJ-ELEKTRISCHE MOBILITEIT

een steeds bepalendere factor in de totale luchtkwaliteit, vrachtverkeer wordt immers veel sneller schoner. Er wordt nu vaak ingezet op transport over water i.v.m. de lagere milieu impact, maar vanwege de traagheid van de transitie zal op lange termijn transport over water misschien niet meer de meest milieuvriendelijke vorm zijn.

Bio-LNG heeft een lagere energetische waarde dan biodiesel, maar een veel schonere verbranding, en kan daarmee een alternatief zijn voor de korte en middellange termijn. In de praktijk lijkt het er daarom op dat biobrandstoffen vooral een 'transitiebrandstof' zijn. De brandstoffen kunnen relatief eenvoudig worden toegepast in ons mobiliteitssysteem wegens de mogelijkheid tot bijmenging en het gebruik van bestaande tankinfrastructuur. Dit maakt dan ook dat ze geleidelijk kunnen worden ingezet in de transitie naar 100% duurzame brandstoffen, de inzet van verbrandingsmotoren kan op termijn weer afgebouwd worden.

Waterstof Elektrisch

Ruimtebeslag door conversieverliezen

CO₂ neutrale waterstof ontstaat in principe uit elektrolyse van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit, zoals van wind- of zonne energie. Er gaat echter veel energie verloren in de conversie

van elektriciteit naar waterstof. Een indicatieve rekensom laat zien dat er ongeveer 1.200 km² aan windturbine clusters benodigd is voor 100 PJ aan waterstof (op land). Dit is ongeveer een gebied ter grootte van het IJsselmeer en beduidend minder dan de ruimtevrage voor biomassa, maar veel meer dan de ruimtevrage voor elektriciteit voor eenzelfde hoeveelheid batterijvermogen.

Naast elektrolyse van waterstof, is het ook mogelijk om waterstof te hergebruiken uit industriële processen. Waterstofproductie vindt vooral plaats in industriële clusters aan zee, en ook van duurzaam opgewekte waterstof is te verwachten dat dit bij de aanlandpunten van windparken geproduceerd zal worden.⁵ Dit kan reden zijn om hier sneller wagenparken met waterstofmotoren in te zetten. Mobiliteit is echter niet de enige sector die waterstof als brandstof in wil zetten, vooral met industrie is de vraagconcurrentie groot. Het is nog onzeker of er op termijn voldoende waterstof beschikbaar is om een dominante rol in mobiliteit te spelen.

Veiligheid en beschikbaarheid belangrijke ruimtelijke factor in de distributieketen

In Nederland zijn op dit moment nog maar enkele waterstoftankstations in Nederland in bedrijf of gepland⁶. Ook binnen Europa is het aantal waterstoftankstations nog beperkt. Voor de opslag

van waterstof geldt een effectradius tot 35 meter, wat vergelijkbaar is aan de effectradius van biogas. Voor externe schade aan een tankwagen geldt een effect radius van tussen de 370 en 1.200 meter⁷. Ter illustratie, in de context van Rotterdam zou dit een afstand van het Centraal Station tot het Maritiem Museum betekenen, ofwel het gehele centrum van Rotterdam zou binnen de effectradius vallen bij een explosie in het centrum. Om die reden worden waterstof vulpunten op afstand van de bebouwde kom geplaatst. Door vulpunten nabij buisleidingen te plaatsen waar waterstofbuizen liggen, wordt transport over de weg beperkt. Het aantal leidingen is nu nog beperkt, in de toekomst is het vooral afhankelijk van hoe dominant waterstof in andere sectoren gaat worden of er een fijnmazig buizen netwerk aangelegd gaat worden.

Gebruik: weinig verandering

Een waterstof-elektrische aandrijflijn heeft een hogere efficiëntie dan verbrandingsmotoren. Daar staat tegenover dat waterstof een iets kleinere actieradius heeft dan fossiele brandstoffen. Het verschil in energiedichtheid is echter zo gering is dat waterstof zich nog steeds goed leent voor een deel van het zware transport en binnenvaart.

Ook wat betreft de tijd en de kosten van het vullen is het verschil met traditionele brandstoffen klein. De vultijd van waterstof bedraagt een paar minuten meer dan conventioneel tanken, en er zijn weinig veranderingen in rij- en tankgedrag te verwachten.

Batterij Elektrisch

Kleinste ruimteclaim voor opwekking, transport is duur

De laatste paar jaren is er een gestage groei van elektrische voertuigen op de Nederlandse wegen. Sinds 2010 zijn er ruim 125.000 elektrische voertuigen (waarvan 25.000 volledig batterij-elektrisch en de rest voornamelijk hybride) en 35.000 laadpunten bijgekomen.⁸ De ambitie is dat het aandeel elektrische auto's groeit naar 1,8 tot 2,8 miljoen in 2030 (batterij en waterstof).

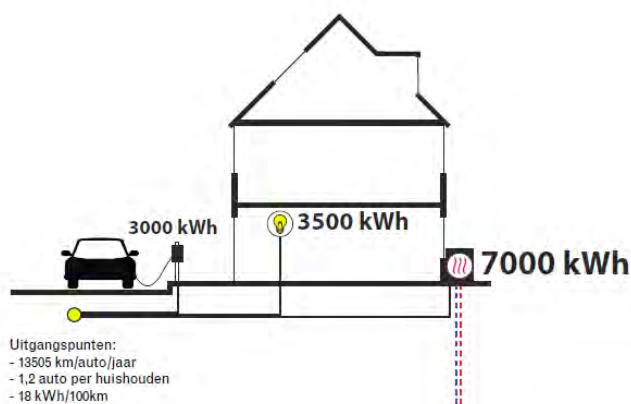
Net als bij waterstof-elektrische aandrijflijnen, zijn batterij-elektrische aandrijflijnen duurzaam mits de elektriciteit hernieuwbaar wordt opgewekt. Een verschil aan het begin van de keten met waterstof-elektrische aandrijflijnen is de hoeveelheid ruimte voor opwekking die nodig is voor dezelfde hoeveelheid kilometers. Dit komt doordat batterij-elektrische keten van productie tot aandrijving (Well-to-Wheel) bijna twee keer zo efficiënt zijn als de waterstof-elektrische keten⁹. Transport van elektriciteit is echter duur. Een transportleiding

kost tot 15x meer dan een gasleiding met dezelfde capaciteit.

Laden op straat: hoogspanning in de stad

Elektrisch laden is ten opzichte van andere vormen een decentrale vorm van laden: het kan in principe aan ieder stopcontact. De verwachting is dat met laden van batterij aangedreven auto's het straatbeeld gaat veranderen. Bedrijven en particulieren kunnen eigen laadinfrastructuur aanleggen, en in dichtere stedelijke weefsels is de kans groot dat iedere parkeerplek immers een laadplek wordt. Eén laadpaal per vijf auto's is het minimum, en de huidige ambities zijn 900 000 (semi-) publieke laadpalen in 2030, circa één laadpaal op drie elektrische auto's. Het lijkt echter voor de hand liggend dat in de iets verdere toekomst iedere parkeerplek een laadmogelijkheid heeft. Dit heeft een hoger gebruiksgemak: de eigenaar hoeft de auto niet te verplaatsen als de batterij vol is. Hiervoor is overigens op korte termijn een beleidsomslag nodig: de huidige laadpalen in de openbare ruimte onttrekken parkeerplaatsen, en dat is bij grotere groei niet meer vol te houden in het stedelijk weefsel.

De vraag is hoe groot de ruimtelijke impact hier van is. Gebaseerd op het huidige mobiliteitsgedrag van huishoudens, zal elektrisch rijden het jaarlijks elektriciteitsverbruik van een huishouden bijna verdubbelen (van circa 3500 kWh naar 6500 kWh) met het gebruik van elektrische auto's. Dit is één van de vele aspecten aan de energietransitie die elektriciteitsgebruik doen toenemen. Straten moeten dus op de schop om het elektriciteitsnet te verzwaren, er komen meer transistorhuisjes en er moet meer hoogspanning de stad in gebracht worden. Bestaande modellen laadpalen kunnen



AFBEELDING 5: HET ELEKTRICITEITSGEBRUIK VAN EEN HUISHOUDEN VERDUBBELT DOOR HET GEBRUIK VAN EEN ELEKTRISCHE AUTO. EEN WARMTEPOMP KOST POTENTIEEL NOG MEER ELEKTRICITEIT.

dominant in het straatbeeld zijn. De kans is echter groot dat er minder ruimte-intensieve laadpunten (bijvoorbeeld in de verharding van de parkeerplaats) komen, of zelfs draadloos laden. Dit is een toekomstige ontwerpogave.

Veranderend gedrag door snelladen

Naast laden bij de woning of bedrijf, worden er laadstations in het buitengebied gebouwd. De laadtijd bij snellaadstations gaat het mobiliteitsgedrag beïnvloeden. Waar benzine tanken ongeveer vijf minuten duurt, en gemakkelijk onderweg kan worden ondernomen, kan de laadtijd van een elektrische auto tot 9 uur duren. Snelladen duurt ca 30 minuten. De wachttijd bij snellaadplekken kan daarom als resultaat hebben dat (in combinatie met de lagere externe effecten van rijkswegen, zoals minder lawaai en fijnstof emissies) tot laadstations getransformeerde tankstations meer een verblijfsfunctie krijgen.

Een trend die momenteel gaande is, is dat naast standaard snellaadstations die een concessie hebben aan snelwegen, fabrikanten van elektrische auto's hun eigen laadinfrastructuur aanleggen. Dit gebeurt vaak op enige afstand van de snelweg, nabij afritten. De verwachting is dat er tot 2030 ca 1500 snellaadstations geplaatst gaan worden in Nederland¹⁰. **Er is daarom een risico op wildgroei van snellaadstations in het buitengebied op kleine afstand van afritten.** Dit kan behoorlijke consequenties hebben voor de ruimtelijke kwaliteit, de drukte op afritten en de energie-infrastructuur.

Zwaar verkeer: kansen voor rijdend laden

Voor zwaar verkeer zijn de uitdagingen voor het laden groter. Het is voor vrachtwagens niet aantrekkelijk om afhankelijk te zijn van lange laadtijden, omdat dit ten koste van de flexibiliteit van vrachtverkeer gaat. Dit terwijl er veel meer vermogen in een vrachtwagen gaat dan in een auto, vanwege de langere benodigde actieradius en het veel grotere gewicht: een vrachtwagen gebruikt meer dan 5x zo veel energie als een personenwagen. Om laadtijd te beperken wordt door fabrikanten ingezet op snelladen. De vrachtwagen die Tesla op de markt brengt zou ruim 600 kilometer kunnen rijden na een laadbeurt van 30 minuten. Een laadbeurt vraagt echter 1.600 kWh in dit halve uur; vergelijkbaar met de consumptie van een dorp van 3.000 á 4.000 huishoudens. Een snellaadstation vergt dus erg zware hoogspanningsinfrastructuur. Om deze reden is dynamisch (rijdend) laden voor vrachtverkeer aantrekkelijk, bijvoorbeeld met een pantograaf, sleepcontact of inductie. De weg zal dan een omgeving worden waar veel energie heen

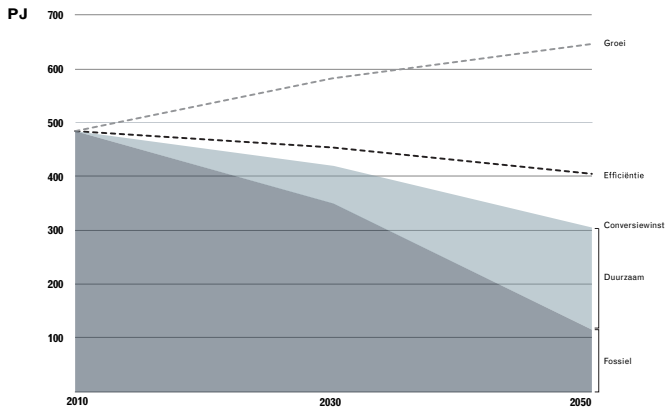
getransporteerd moet worden. In theorie heeft een vrachtwagen dan amper batterijen nodig, wat ook weer gewicht en dus energie bespaart. Dynamisch laden is op dit moment vooral aantrekkelijk voor vrachtwagens die vaak dezelfde route gebruiken, zodat de investering zich sneller terugverdient. Pilots zijn daarom logisch wanneer bedrijven betrokken worden die regelmatig een zelfde traject afleggen. Op iets langere termijn is het vooral aantrekkelijk om laadstroken aan te leggen op de drukste corridors, en dan op onderlinge afstanden van ca 40 kilometer. Uit bestaande benchmarks, zoals een buslijn in Zuid Korea, blijkt dit met de huidige stand van de techniek een realistische afstand. In de paragraaf interstedelijke mobiliteit gaan we dieper in op de mogelijkheden van dynamisch laden.

Vehicle 2 Grid: de auto als batterij

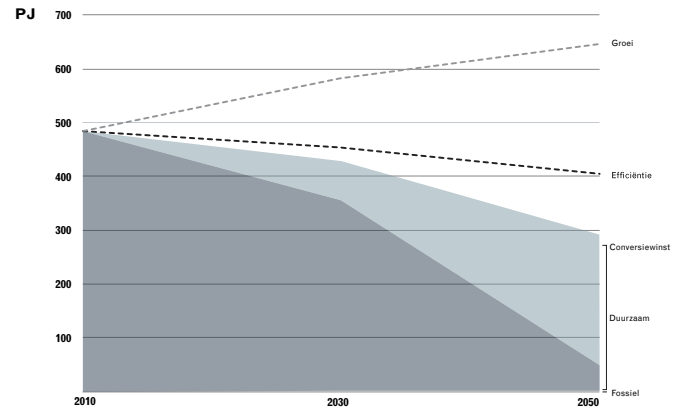
Momenteel zijn de meeste autobatterijen nog niet geschikt voor regelmatig laden en ontladen, maar in de energietransitie wordt veel verwacht van de bufferende rol die autobatterijen op het elektriciteitsnetwerk kunnen hebben. Een volgeladen elektrische auto heeft immers genoeg energie aan boord om een week lang een huishouden van elektriciteit te voorzien. Dit komt echter nooit voor, waardoor zelfs als de elektriciteitsvraag toeneemt, bijvoorbeeld voor verwarming, één auto daarom in principe genoeg energie kan bufferen voor meerdere huishoudens. Wanneer de gemiddelde capaciteit van een autobatterij 75 kWh is, rijd er in 2030 een opslagvermogen van ca 150 000 MWh rond, genoeg om alle huishoudens in Nederland bijna twee dagen lang van elektriciteit te voorzien. Voordat de techniek zo ver is, kan er al slim geladen worden: auto's laden op bij veel aanbod van hernieuwbare energie. Dit is echter vooral midden op de dag, wanneer veel auto's niet thuis staan. Het is in dat geval belangrijk dat er ook voldoende laadgelegenheden zijn bij werklocaties.

Het principe van V2G kan ook worden toegepast langs de Nederlandse snelwegen met laadfaciliteiten; door auto's op te laden kan opgewekte energie worden opgeslagen om de verschillen in vraag en aanbod te balanceren. Auto-accu's functioneren daarmee in feite niet alleen als energieopslag, maar ook energietransport van buiten het bebouwde gebied naar binnen het bebouwde gebied, waar het een balancerende rol kan hebben. Daarnaast is er een opkomst van laadstations met grote batterijen. Het bedrijf Alfen voorziet laadstations tegenwoordig van 40-voet containers met tot 2.055 kWh opslag capaciteit. Zo wordt de relatie tussen weg- en energie infrastructuur nog sterker.

Brandstofvisie met LEF, 2014



Klimaatakkoord, 2018



- Duurzame energie
- Fossiele brandstoffen
- Toename mobiliteit
- Reductie door efficiënte voertuigen

AFBEELDING 6: VERSCHIL TUSSEN DE AMBITIES UIT DE BRANDSTOFVISIE (2014) EN HET KLIMAATAKKOORD (2018)

2.2.3 BRANDSTOFSCENARIO'S EN HUN IMPACT

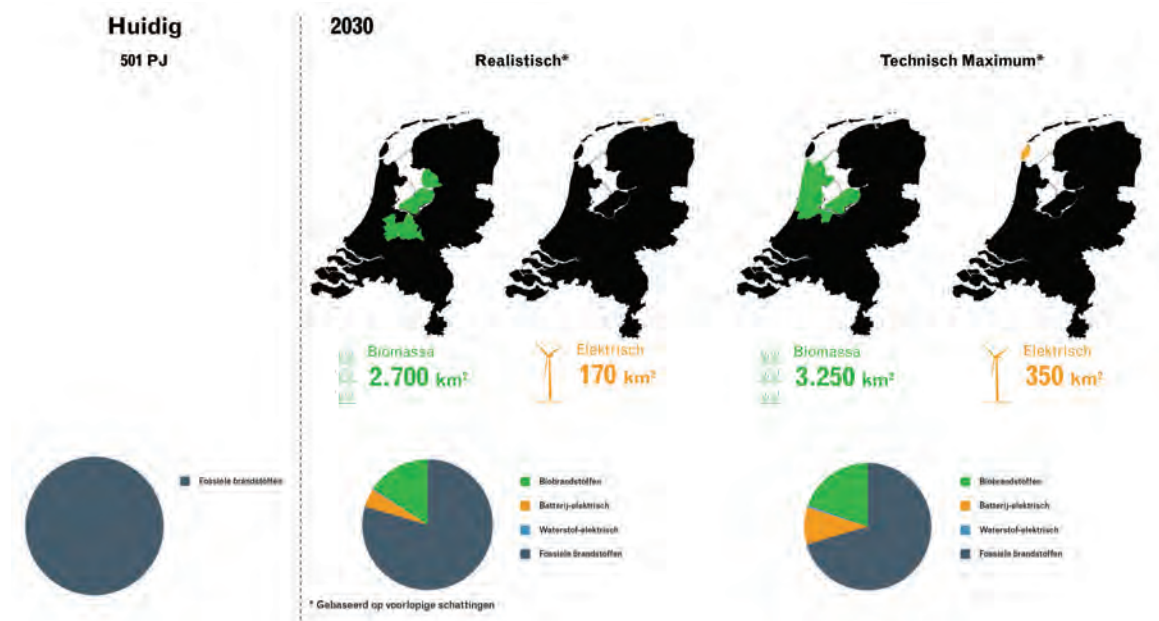
Van Brandstofvisie naar Klimaatakkoord

De Brandstofvisie met LEF¹⁴ is in 2014 opgesteld in het kader van het klimaatakkoord om gezamenlijk te komen tot een verduurzamingstraject van mobiliteit. Zij vormt – zowel organisatorisch als inhoudelijk – de basis voor de huidige afspraken die voorliggen in het klimaatakkoord 2018. De doelstelling van de Brandstofvisie was om tot een reductie te komen van 38 Mton CO₂ (2014) naar 25 Mton CO₂ in 2030 en 12,2 Mton CO₂ voor 2050. Ten

opzichte van 1990 is dit een reductie van 17% en 60%, respectievelijk.

In het klimaatakkoord wordt de brandstofvisie herzien om tot een reductie van 95% te komen in 2050. In deze visie wordt gesteld dat hiervoor 2 miljoen elektrische voertuigen benodigd zijn in 2030, waarvan 25 tot 40% met een waterstof-elektrische aandrijflijn. Ook de inzet van biobrandstoffen is verhoogd naar 100 PJ.

Deze doelstellingen zijn op hoofdlijnen getest door een kennisconsortium in twee scenario's voor



AFBEELDING 7: OVERZICHT VAN INDIRECT RUIMTEGEBRUIK T.B.V. OPWEKKING IN 2030 (INDICATIEF)

2030: een realistisch scenario en een technisch maximum scenario. Uit het realistische scenario komt ongeveer 70 PJ primaire energiebehoefte aan biobrandstoffen naar voren, terwijl het technisch maximum 81 PJ als haalbaar stelt. Voor elektrische aandrijflijnen wordt gesteld dat 20 PJ realistisch is, terwijl het technisch maximum ongeveer 40 PJ bedraagt. De inzet van waterstof blijft in beide scenario's minimaal (< 5 PJ) in 2030.

Ruimtelijk gezien betekent dit voor de opwek dat 170 km² aan windturbines en 2.700 km² aan biomassa cultivatie nodig is in het realistische scenario in 2030. Voor het technische scenario zou het gaan om 350 km² aan windturbines en 3.250 km² aan biomassa cultivatie.

Opwekkingsvraag in verschillende scenario's voor 2050

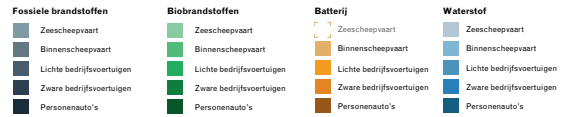
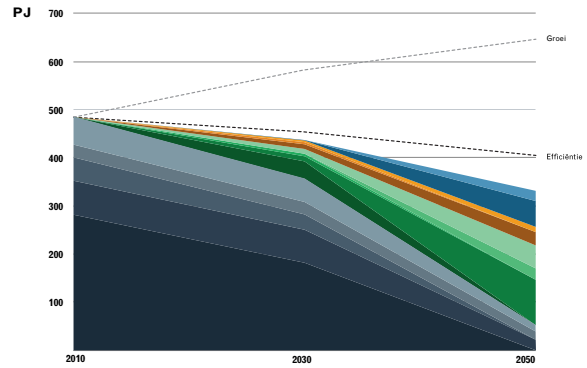
Na 2030 is het brandstofgebruik nog onzeker, maar er kunnen op basis van de huidige stand van de techniek schattingen van brandstofmixen gemaakt worden, en daarmee de mogelijke indirecte ruimteclaim. Om de bandbreedte te verkennen, zijn drie uiterste scenario's uiteengezet voor 2050 met ieder verschillende brandstofmixen. De getallen zijn indicatief en dienen om ruimtelijke effecten van verschillende brandstofmixen te illustreren.

Scenario 1: Biobrandstof-dominant

De achterliggende aanname van dit scenario is dat er ontoereikende technische vooruitgang van elektrische aandrijflijnen is om zwaar transport over lange afstanden te kunnen faciliteren. Energie infrastructuur in Nederland hoeft hiermee nauwelijks te veranderen. Dit scenario gaat uit van een volledige elektrificatie van personenauto's en lichte bedrijfsauto's, waarbij 50% waterstof-elektrisch en 50% batterij-elektrische aandrijflijnen is gehanteerd. **Voor zwaar bedrijfstransport en scheepvaart wordt uitgegaan van biobrandstoffen, waardoor het grootste deel van de primaire energiebehoefte biobrandstof is.**

Gezien biomassa cultivatie minder energie per vierkante kilometer produceert en biobrandstoffen een minder efficiënte verbranding hebben dan elektrische aandrijflijnen, benodigd dit scenario veruit de meeste ruimte voor de opwekking. In de berekening komt dit met 7.500 km² uit op een vijfde van het totale landoppervlak van Nederland.

Op basis van deze berekening kunnen drie uitspraken gedaan over de haalbaarheid van een biobrandstof-dominant mobiliteitssysteem. Ten



AFBEELDING 8: OVERZICHT ENERGIEGEBRUIK SCENARIO 1 – BIOBRANDSTOF DOMINANT

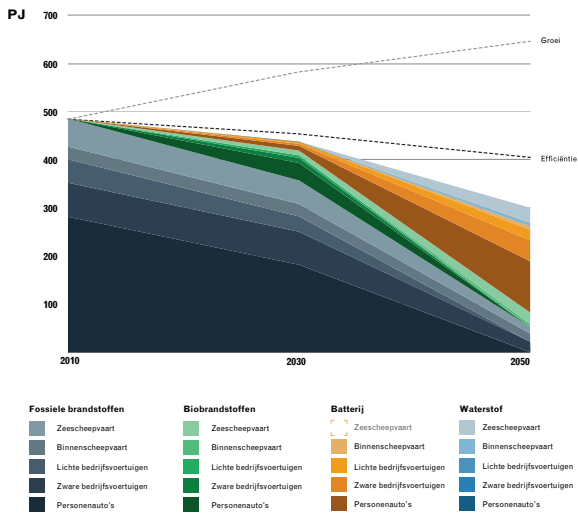
eerste zou dit scenario betekenen dat import van biomassa nodig is met als gevolg dat de ruimtelijke claim verplaatst wordt naar andere landen, zoals Brazilië of Canada, en dat de Nederlandse havens voller zullen worden. Bij binnenlandse productie betekent dit dat een groot deel van de biomassa op zee moet worden geproduceerd. Aquatische biomassa heeft een hogere productiedichtheid dan andere vormen van biomassa, met als gevolg dat uiteindelijk minder oppervlak benodigd is¹⁵. Maar ook op zee ligt al een grote ruimtelijke druk.

Een omgevingseffect van het biomassa-dominante scenario is dat er **nog steeds sprake is van lokale uitstoot van fijnstof en CO₂ op de (vaar-)wegen**, zeker wanneer er voor bijmenging gekozen wordt in plaats van de productie van Bio-LNG.

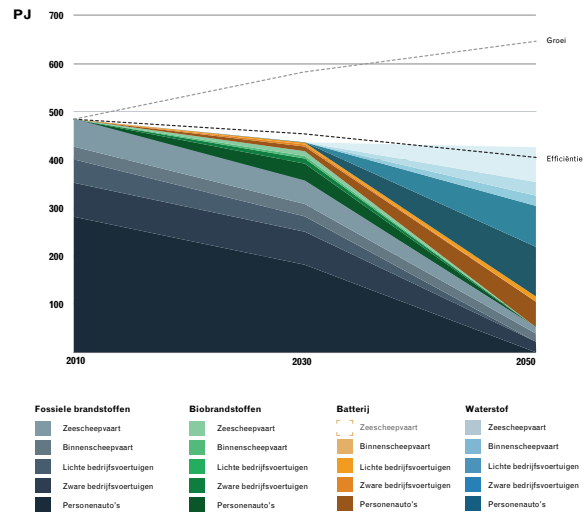
Scenario 2: Batterij-dominant

Uitgangspunt van dit scenario is dat de actieradius en laadtijd voor elektrisch vervoer zich meten aan de huidige standaard van brandstofmotoren. Dit is zeker voor zwaar wegverkeer en scheepvaart een uitdaging, maar de ontwikkelingen hierin gaan snel. Dit jaar wordt het eerste batterij-aangedreven binnenvaartschip in de vaart genomen. Dit scenario rekent met volledig batterij-elektrisch wegverkeer, en een mix van batterij, waterstof en biobrandstoffen voor scheepvaart.

Gezien de hoge efficiëntie van batterij-elektrisch vervoer zou dit een flinke afname van primaire energiebehoefte betekenen. Samen met het hogere opwekkingsvermogen van windturbines per vierkante kilometer ten opzichte van biomassa cultivatie, betekent dit een halvering van de benodigde ruimte voor energieopwekking ten opzichte van het biobrandstof-dominante scenario.



AFBEELDING 9: OVERZICHT ENERGIEGEBRUIK SCENARIO 2 – BATTERIJ DOMINANT



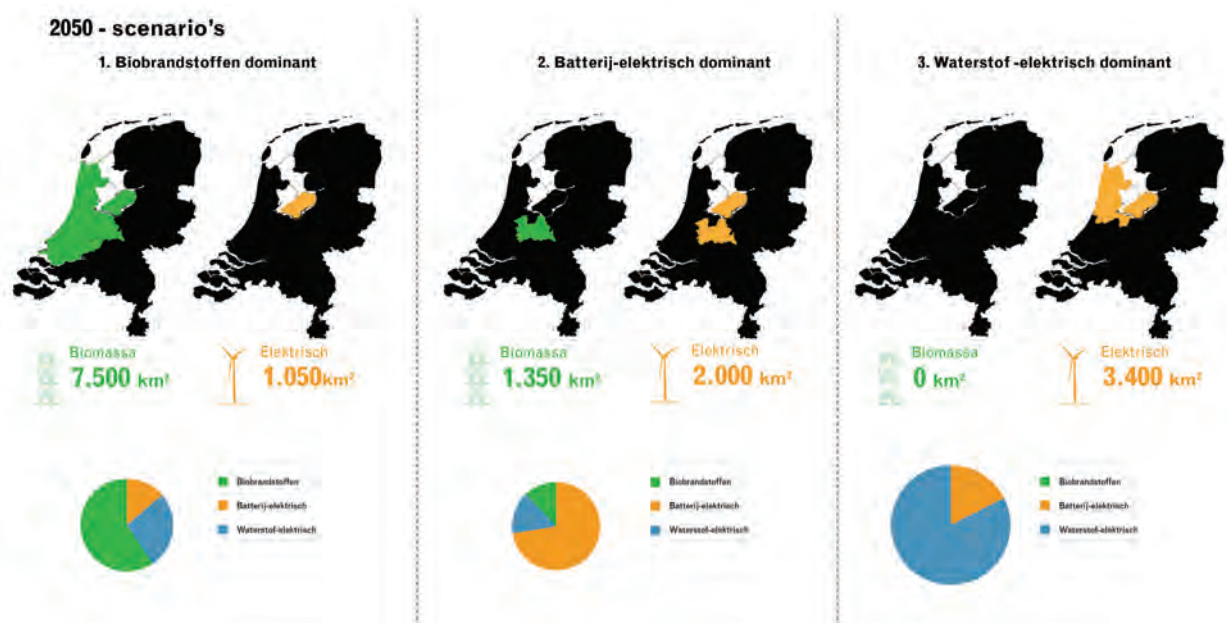
AFBEELDING 10: OVERZICHT ENERGIEGEBRUIK SCENARIO 3 – WATERSTOF DOMINANT

De grotere uitdagingen van dit scenario liggen vooral in de energiedistributie. 11 miljoen elektrische voertuigen betekent immers dat de capaciteit van het elektriciteitsnetwerk moet worden verhoogd. Het zou hier gaan om een equivalent van 10 miljoen extra huishoudens per jaar alleen voor personenauto's, uitgaande van een behoefte van 3.000 kWh per huishoudens per jaar voor mobiliteit.

Scenario 3: Waterstof-dominant/ volledig elektrisch
In dit scenario wordt uitgegaan van een succesvol uitgerolde waterstof infrastructuur en voldoende beschikbaarheid van waterstof als brandstof voor mobiliteit. Het scenario gaat uit van volledig geelektrificeerde mobiliteit. Hierbij werd uitgegaan van een verdeling van 50%

waterstof en 50% batterij-elektrische aandrijflijnen voor personenauto's en lichte bedrijfsauto's. Dit komt neer op 5 miljoen batterij-elektrische voertuigen en 5 miljoen waterstof-elektrische voertuigen in 2050. Binnenvaart en zware bedrijfsvoertuigen worden volledig aangedreven door waterstof, de zeescheepvaart blijft deels afhankelijk van biobrandstoffen.

Het ruimtebeslag voor de energieproductie lijkt in de eerste instantie niet veel af te wijken van het batterij-dominante scenario. Dit komt voornamelijk door de lagere efficiëntie van waterstof ten opzichte van batterij-elektrisch en het lagere ruimtebeslag voor de opwekking van biomassa elkaar opheffen. Wel is het directe ruimtebeslag van dit scenario



AFBEELDING 11: INDICATIE INDIRECT RUIMTEGEBRUIK T.B.V. OPWEKKING VOOR DE DRIE SCENARIO'S IN 2050

anders dan dat van het tweede scenario, zoals aangegeven in de ketenbeschrijvingen. Op het moment zijn er immers nog maar 3 waterstof tankstations en 27.000 laadpalen, hetgeen ver van toereikend is om 10 miljoen elektrische voertuigen te voorzien van energie.

Ruimtelijke impact 2050: conclusies

Ruimte is een beperkende factor voor de inpassing van biobrandstoffen: zowel in 2030 als in 2050 kan niet voldoende biobrandstof binnen de landsgrenzen geteeld worden om aan de vraag te voldoen.

Volledig batterij-elektrisch wegtransport heeft het laagste ruimtebeslag voor energieproductie. De ruimtelijke uitdagingen zitten hier echter in het inpassen van de laadinfrastructuur in het elektriciteitsnetwerk en op de wegen. Overigens is het ruimtebeslag ook hier nog flink.

Het waterstof-elektrische scenario toont aan dat de afweging tussen biobrandstoffen en waterstof voor zwaar wegtransport en scheepvaart afhangt van de toenemende WTW-efficiëntie van waterstof-elektrische aandrijflijnen – het ruimtebeslag voor productie ligt op dit moment echter al lager voor waterstof dan voor biobrandstoffen – en de inpassing van de tankinfrastructuur in de ruimte.

2.3 CORRIDORS: INTERSTEDELIJKE EN INTERNATIONALE MOBILITEIT

2.3.1 HET LANDSCHAP VAN DE TRANSPORTCORRIDOR

Nederland kent een aantal corridors, bundels van routes van diverse modaliteiten – weg, spoor, water en fietssnelweg - tussen economisch belangrijke gebieden. De energietransitie raakt op vier manieren aan de corridorlandschappen.

- Ten eerste spelen de bundels van transportstromen een rol in het verminderen van energiegebruik: het parallelle karakter maakt het mogelijk om steeds de meest optimale vervoersvorm te kiezen, en daarmee energie te besparen. Meer overslag- en overstappunten *punten landinwaarts* maken het potentieel aantrekkelijk om langere stukken met de trein, in plaats van de vrachtwagen, af te leggen.
- Ten tweede is het energiegebruik door mobiliteit op de corridors zelf groot, en rijdt en vaart er veel zwaar verkeer dat langere afstanden aflegt: precies het type modaliteiten dat lastig te verduurzamen is. Wanneer er een transitie van brandstofvormen heeft plaatsgevonden, zal het een grote uitdaging met ruimtelijke impact zijn *voldoende energie naar deze corridors te brengen*. Vervolgens is het *laden en vullen* ook aan de corridors een uitdaging met ruimtelijke gevolgen. Hier kan een relatie gezocht worden met bestaande energicorridors die nu via buisleidingen en 380KV leidingen lopen.
- Als derde gelden de corridors als *potentiële opwekkingslandschappen*. Er is rond de wegen, sporen en rivieren/kanalen vaak ruimte voor windturbines en zon, en het landschap heeft een infrastructureel karakter waar de opwekkingstoepassingen een passende plek kunnen vinden. Hiermee kan een bijdrage geleverd worden aan de energievraag van deze corridors.
- De opkomst van E-mobility maakt de actieradius van fietsen groter, en er ligt een grote opgave om niet alleen de auto en OV, maar *ook voor LEV's en elektrische fietsen infrastructuur aan te leggen tussen steden*.

Een laatste effect is kwalitatief: er zal door het verdwijnen van verbrandingsmotoren ook langs corridors sprake zijn van een verbetering van de luchtkwaliteit en vermindering van geluidsoverlast rond de corridors, die op sommige plekken intensiever ruimtegebruik met bijvoorbeeld bewoning beter mogelijk maakt.



AFBEELDING 12: PERSONENVERVOER (B) EN INTENSITEIT TRANSPORT (O) LATEN EEN VERSCHILLENDE PATROON ZIEN, EN DAARMEE EEN VERSCHILLENDE LOGICA VOOR DE UITROL VAN PILOTS.



Als je kijkt naar de intensiteit van corridors in Nederland, zijn de belangrijkste transportcorridors de bundels van Oost- naar West Nederland: de Betuwecorridor (A15, Waal, Betuweroute), de Brabantroute (o.a. A58, A67 en een aantal kanalen) en de route richting Antwerpen. De Regenboogroute (A12, spoor), de route richting Maastricht (A2, spoor) en de bundel snelwegen en sporen tussen Amsterdam, Den Haag en Rotterdam (HSL, A4, A44, A13) zijn de belangrijkste personencorridors. Dit levert een beeld op van lange oost-westverbindingen voor goederen, en voor personen een focus op de Randstad.

2.3.2 NIEUWE HUBS AAN STADSRANDEN EN CORRIDORS

De inzet van Zero Emissie-stadslogistiek, gebruik makend van LEV's, en het nog meer stimuleren van binnenvaart en trein betekent dat er overslagpunten nodig zijn om vracht over te zetten van de ene modaliteit naar de andere. Naast de bestaande overslagpunten langs de corridors (havens, industriegebieden) zullen hubs zullen daarom hun intrede doen aan de rand van stedelijke gebieden en op plekken waar meerdere soorten van infrastructuur – rivieren, snelwegen en spoor – dicht bij elkaar liggen.



AFBEELDING 14: MOGELIJKE LOCATIES VOOR WATERSTOFVULPUNTEN (BESTAAND EN NIEUW) WAAR BUISLEIDINGEN EN CORRIDORS ELKAAR KRUISEN (L-BOVEN), SNELLAADSTATIONS VOOR VRACHTVERKEER NABIJ TRANSFORMATORSTATIONS (R-BOVEN) EN LAADSTROKEN VAN 40KM LENGTE OP EEN ONDERLINGE AFSTAND VAN 40KM, EVENEENS NABIJ TRANSFORMATORSTATIONS (R-ONDER)

Er wordt veel gesproken over de combinatie van overslaghubs en laad- en vulpunten, maar de essentie van overslagpunten is juist dat het snel moet gaan terwijl normale vormen van laden tijdrovend zijn. Dit betekent dan ook dat dit vooral aantrekkelijk is als er zeer snel geladen kan worden, en de hubs dus dichtbij punten met een groot vermogen aan energie, zoals waterstofleidingen, geplaatst moeten worden.

2.3.3 ENERGIEVOORZIENING WEGCORRIDORS

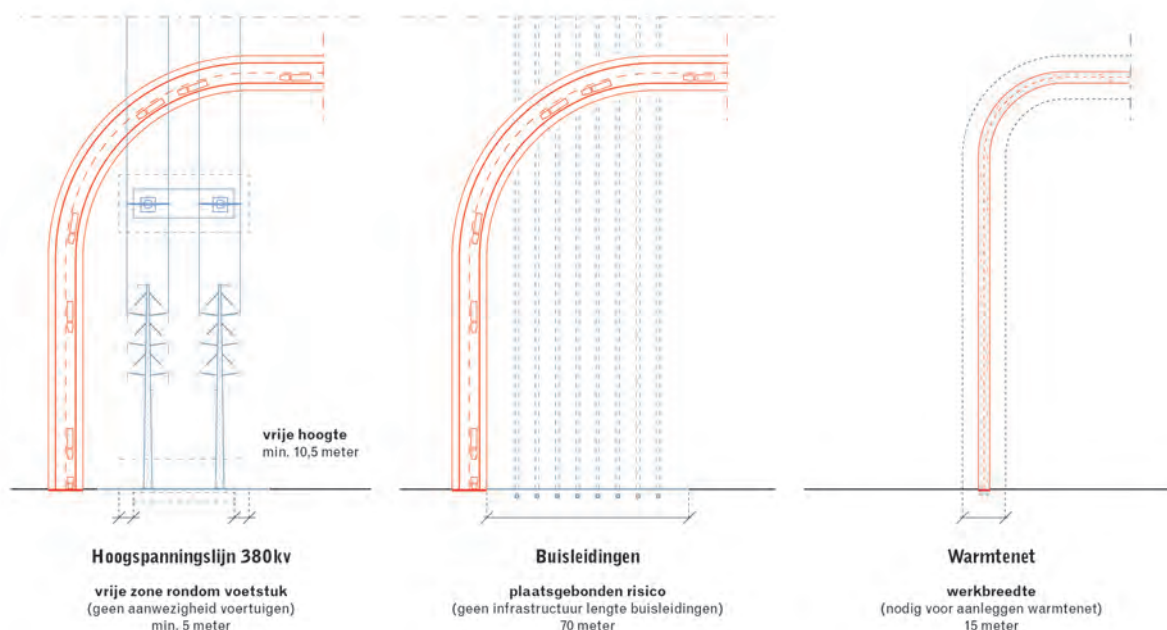
Locatiekeuze laadstations, laadstroken en vulpunten

In het kader van de energietransitie wordt volop nagedacht over de combinatie van energietransport en overig transport. De toename in volume van energiedragers, vooral van biomassa, zal een intensivering betekenen van energietransport over de weg. Het bestaande netwerk van buisleidingen kan ingezet worden voor gasvormige transporten (waterstof, biogas). Er is ruimte voor nieuwe buisleidingen gereserveerd¹⁶, en er lijkt verder nog genoeg ruimte vrij in bestaande buisleidingen om deze energiestromen een plek te geven, zeker als er gasleidingen vrijkomen op langere termijn. Bovendien is het in verband met veiligheidsafstanden niet evident om buisleidingen en corridors te bundelen. De locatie van de buisleidingen en transformatorstations is wel mogelijkwerwijs bepalend waar energie-intensieve

laadinfrastructuur gepland kan worden. Voor zowel rijdend laden als voor laadpunten is elektriciteit met een hoog vermogen nodig, en daarom is het handig dicht bij transformatorstations te zitten. Voor waterstof-vulpunten geldt dat nabijheid van buisleidingen transport van waterstof over de weg vermindert.

Een inventarisatie van deze punten geeft ook een aanzet voor logische inzet van brandstofvormen in mobiliteitsregio's. In zuid- en west Nederland is het makkelijker waterstof infrastructuur aan te leggen, terwijl energie voor laadstations ook in noord- en oost Nederland beschikbaar is.

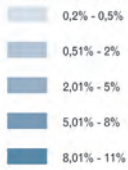
Overigens is het zo dat ook een groot deel van het vervoer met internationale bestemming gebruik kan maken van laadinfrastructuur in Nederland. De meeste logistieke voertuigen hebben hun bestemming namelijk vlak over de grens, richting het Ruhrgebied gebied en Antwerpen. Dit maakt het dan ook mogelijk om heen en weer te rijden op een volle (in Nederland ingenomen) lading, waardoor deze voertuigen niet afhankelijk hoeven te zijn van internationale afspraken op het gebied van duurzame brandstoffen.



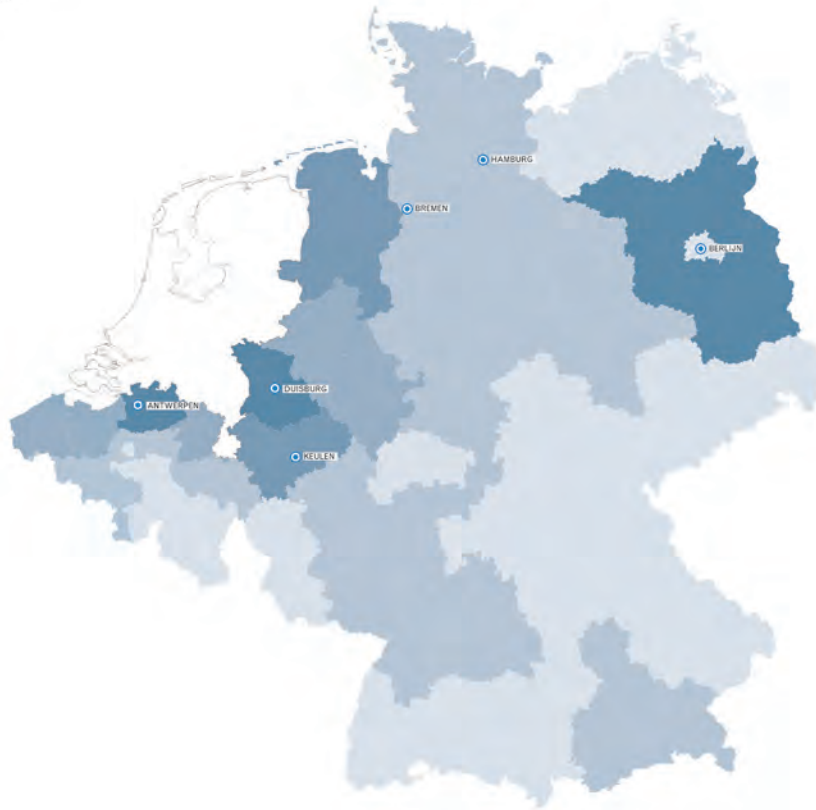
AFBEELDING 15: DE MOGELIJKE BUNDELING VAN INFRASTRUCTUUR EN BUISLEIDINGEN KAN OP KORTE AFSTAND VAN ELKAAR, MAAR ALLEEN BIJ WARMTE INFRASTRUCTUUR IS ER DAADWERKELIJK WINST TE HALEN OMDAT DIT OOK ONDER WEGINFRASTRUCTUUR AANGELEGD KAN WORDEN

LEGENDA

Aandeel goederen (in tonnen) via grensoverschrijdend wegverkeer



CBS, 2016d.



AFBEELDING 16: HET GROOTSTE DEEL VAN DE EXPORT VIA WEGTRANSPORT HEEFT EEN BESTEMMING DIRECT OVER DE GRENS

Snellaadpunten en rijdend laden: op weg naar pilots voor vrachtverkeer

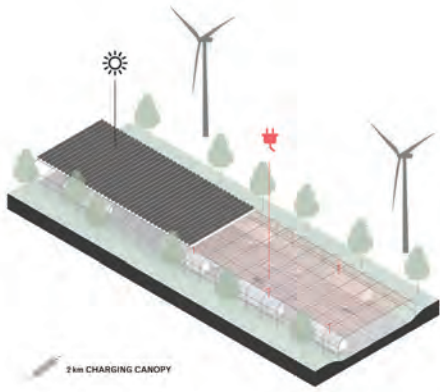
Voor batterij-elektrisch vervoer bestaat er een onderscheid tussen stationaire laadinfrastructuur, zoals laadpalen en laadstations, en infrastructuur voor rijdend laden, zoals laadstroken en pantografen. De 27.000 laadpalen in Nederland bevinden zich nu vooral in de woonkernen, terwijl de laadstations zich langs de snelweg bevinden.

Laadstroken bestaan nog niet in Nederland en pantografen worden alleen in Arnhem gebruikt voor openbaar vervoer. Dit kan echter zeer aantrekkelijk zijn, omdat dynamisch (rijdend) laden een kleiner batterijpakket vereist, waardoor voertuigen lichter zijn of meer goederen kunnen vervoeren. Zeker voor vrachtverkeer is dit aantrekkelijk. De aanleg van infrastructuur ten bate van rijdend laden is echter nog niet rendabel. Een pilot zou hier meer inzicht in kunnen geven, en is vooral rendabel als een bedrijf met groot wagenpark dat vaak van één weg gebruik maakt deel wil nemen.

2.3.4 CORRIDORS ALS OPWEKKINGSLANDSCHAP

Het plaatsen van opwekkingsinfrastructuur aan snelwegen wordt al serieus onderzocht. In potentie kan een groot deel van de Nederlandse energievraag opgewekt worden langs (rijks-) infrastructuur. Het infrastructuurlandschap van corridors leent zich voor grootschalige opwekking, en het komt al veel voor dat er langs snelwegen windturbines geplaatst worden. Deze plaatsing gebeurt nu vaak ad-hoc (gemeenten plaatsen hun 'dorpsmolen' langs de dichtstbijzijnde snelweg of kanaal), op termijn wordt energieopwekking zo echter een identiteitsdrager van de corridorlandschappen en is het logisch opwekking aan corridors als integrale ontwerpogave op te nemen.

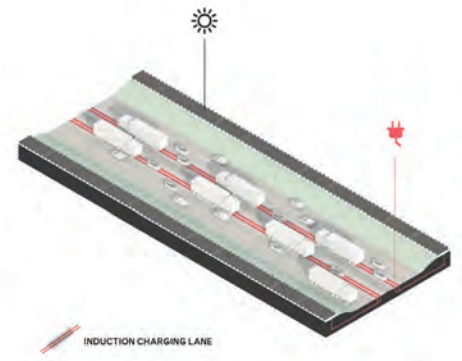
Er geldt nog een andere belangrijke koppeling tussen de energiec corridors en vervoerscorridors. Opslag en transport van duurzame energie is volgens de netbeheerders nog duurder dan de opwekking er van. *Daarom is nabijheid een belangrijke factor in de locatiekeuze voor opwekking en laadinfrastructuur.* Het is dus interessant om de combinatie van opwekking en laden te



Opwekking met wind en zon



Opwekking en elektrisch laden



Rijgend laden

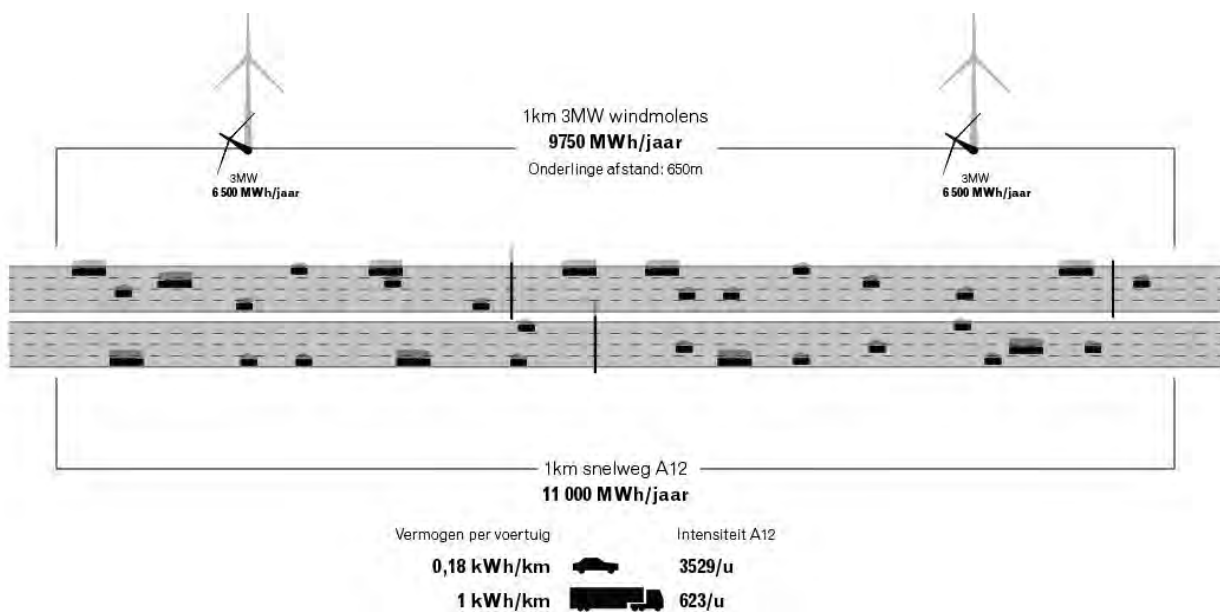
AFBEELDING 17: HET VERANDERENDE SNELWEGLANDSCHAP LANGS CORRIDORS

onderzoeken. Een eerste vingerroefening wijst uit dat wanneer het verkeer op de A12 elektrisch zou zijn, een rij 3 MW windmolens op 650 meter afstand van elkaar langs de hele lengte van de weg vrijwel een gelijke hoeveelheid energie opwekt als dat het verkeer op de snelweg gebruikt. Dit is natuurlijk een theoretische oefening, maar het zegt iets over de mogelijke significantie van opwekken en laden in elkaars nabijheid, zeker wanneer rijdend laden grootschalig toegepast gaat worden. Aanbod van energie (waterstof, elektriciteit) kan een even belangrijke vestigingsfactor worden voor laadinfrastructuur als de vraag vanuit de mobiliteitssector. Ook de rol van wegverkeer in het stabiliseren van het energienet (*vehicle-2-grid*) kent

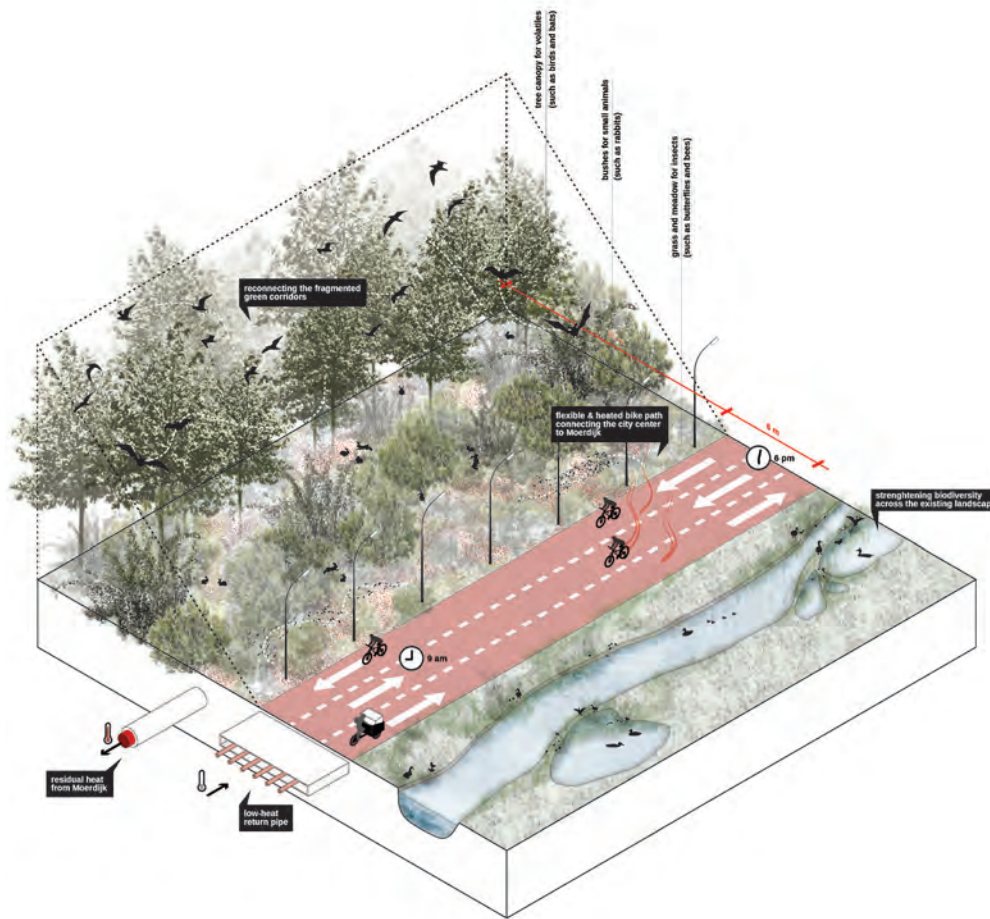
vanuit dit perspectief een ruimtelijke logica: wellicht is het bijvoorbeeld handig om in de buurt van aanlandingspunten van elektriciteit uit windparken op zee, meer laadplekken voor (zelfrijdende) auto's en vrachtwagens te plannen.

2.3.5 KOPPELKANS: REGIONALE FIETSNETWERKEN + WARMTE INFRASTRUCTUUR

De elektrische fiets en regionale fietsnetwerken zijn in opmars. Waar het nu mogelijk is om op comfortabele wijze 15 kilometer af te leggen met de elektrische fiets, zal dit in de toekomst toenemen naar 45 kilometer. Dit heeft als gevolg



AFBEELDING 18: EÉN KM SNELWEG GEBRUIKT ONGEVEER EVENVEEL ENERGIE ALS EEN RIJ WINDMOLENS LANGS DE SNELWEG OP KAN WEKKEN



AFBEELDING 20: MET DE KOPPELING VAN WARMTENETTEN EN FIETSSNELWEGEN KAN OOK HET FIETSPAD ONTDOOID WORDEN¹⁷

dat OV-stations een groter verzorgingsgebied zullen krijgen. Ook neemt interstedelijke mobiliteit toe, en wordt er gewerkt aan de uitrol van een netwerk van snelfietspaden. Of dit een ontlasting van het (snel)wegennetwerk, vermindering betekent van het ruimtebeslag voor parkeerfaciliteiten en een toenemende belasting van gedeelde vervoersmiddelen, zoals het OV en deelauto's, is nog onbekend.

Er liggen hier koppelkansen met de aanleg van regionale warmtenetten. Warmteleidingen zijn goed te combineren met weginfrastructuur en er is erg vaak overlap tussen geplande warmteverbindingen en snelfietsinfrastructuur. Hier kan werk met werk gemaakt worden, en het is zelfs mogelijk deze koppeling nog sterker te maken door de snelfietspaden in de winter ijsvrij te maken met warmtekoppeling aan het warmtenet.



AFBEELDING 19: MOGELIJKE KOPPELING FIETSSNELWEGEN EN WARMTELEIDINGEN

2.4 MOBILITEIT IN STAD EN REGIO

2.4.1 MOBILITEIT IN STAD EN REGIO

Veruit de meeste bewegingen zijn over korte afstanden. De gemiddelde autorit is bijvoorbeeld 19 kilometer lang¹⁸. Hoe korter de afstand, hoe vaker ook gekozen wordt voor mobiliteitsvormen die snel te verduurzamen zijn, zoals de fiets. In het klimaatakkoord worden binnen veel sub-sectorafels plannen gemaakt om voor deze korte afstanden CO₂ uitstoot te verminderen door gedragsverandering, ofwel door mobiliteitsgedrag (het aantal bewegingen en de afstand), ofwel door de keuze voor de vervoersmodus (meer OV, Mobility as a Service, Light Electric Vehicles, etc.).

Er is een groot verschil tussen mobiliteitsgedrag in stedelijk gebied en in het buitengebied. In het buitengebied worden over het algemeen langere afstanden afgelegd, en staat OV onder druk. Toch kan het slim inzetten van de belangrijkste trends in mobiliteit – deelmobiliteit, autonome mobiliteit en de opkomst van lichte elektrische voertuigen – in beide gebiedstypen en met eenzelfde instrumentarium leiden tot een vermindering van het energiegebruik in mobiliteit.

21% van de automobilititeit vindt plaats binnen de bebouwde kom, 79% erbuiten, waarvan 36% op lokale en provinciale wegen. Binnen de stad is ca 10-15% goederenvervoer. Daarbovenop komt nog bedrijfsmobiliteit, bijvoorbeeld bouwverkeer en servicediensten.

2.4.2 STADSLOGISTIEK

De transportsector stoot 8,7 Mton CO₂ uit per jaar, en meer dan de helft hiervan komt door binnenstedelijke logistiek. Wanneer goederen de stad bereiken, hebben ze vaak al 75 tot 350 kilometer afgelegd vanaf distributiecentra (waar de trucks vaak leeg weer naar terugrijden). Per vrachtwagen levert dit een uitstoot van 560 kilo CO₂ per dag op, en de emissies in steden zijn hoger doordat er veel energie verloren gaat aan afremmen en optrekken. Het overgrote deel van stadslogistiek bestaat uit bestelbusjes (ca 80%), een kleiner deel uit vrachtwagens. Er zit sterke groei in kleinere vormen van transport, zoals LEV's (Light Electric Vehicles), deze maken nu ongeveer 5-10% uit van het aandeel transport.

White-label stadsdistributie, waarbij goederenstromen van verschillende aanbieders aan de rand van de stad gebundeld worden, is in opkomst. Het bundelen levert minder lege

ruimte in busjes of vrachtwagens op, en door de kortere afstanden kan het aantrekkelijk zijn om verder te optimaliseren door het gebruik van kleinere, meer flexibele LEV's. Dit kan een reductie in emissies van 40% opleveren. Het is echter nog altijd lastig te implementeren. Voor bedrijven is het onaantrekkelijk om extra overslagmomenten in de keten te hebben, en de eigen wagens zijn bovendien een extra reclame uiting. Er wordt daarom geopperd om 'white-label' logistiek in bepaalde stadsdelen te verplichten

Directe impact energietransitie op stadslogistiek

Er wordt veel gesproken over de toenemende impact van E-commerce op logistiek (het bezorgen van pakketjes). Deze is nu echter slechts 3% en groeit tot maximaal 9% van de totale impact van logistiek in steden. De bouwsector is echter verantwoordelijk voor 44% van de CO₂ uitstoot in stedelijke logistiek. Juist de plekken waar de impact ruimtelijk en qua uitstoot het grootst is, in bestaande stadswijken, gaat deze nog verder toenemen als gevolg van de te verwachten renovaties om tot gasvrije wijken te komen. Deze druk – die vele jaren zeer hoog zal zijn – vraagt om oplossingen met betrekking tot parkeren, slimme verspreiding van verkeer gedurende de dag en nieuwe vormen van bouwlogistiek, bijvoorbeeld over water.

Gedragsverandering bij personenmobiliteit

De omgeving heeft invloed op het mobiliteitsgedrag van personen. De nabijheid van voorzieningen is medebepalend voor de keuze van vervoersmodus. Dit is de belangrijkste reden dat in het stedelijk gebied afgelegde afstanden per inwoner tot 6 km per dag korter zijn dan in het buitengebied.

Door de opkomst van elektrische fietsen verandert het gedrag. Mensen zijn bereid langere afstanden af te leggen met een e-bike, bijvoorbeeld voor woonwerkverkeer. Maar ook de verzorgingsgebieden van treinstations nemen toe om deze reden. Toch heeft de opkomst van E-bikes tot nu toe vooral een effect op fietsverkeer – een elektrische fiets wordt nog maar in geringe mate ingezet ter vervanging van de auto. Voor korte ritten is vooral het comfort van de auto het belangrijkste motief om deze te nemen in plaats van een fiets, dus de E-bike heeft vooral potentieel effect op iets langere afstanden (tot ca 40 km).

Uit eerdere studies blijkt dat bij binnenstedelijke vinexlocaties de mobiliteit 40% lager ligt dan in uitbreidingswijken. Wanneer de toekomstige



AFBEELDING 21: SUPERMARKTEN MET LOOPAFSTANDEN IN ALMERE EN AMSTERDAM WEST. EEN HOGERE DICHTHEID ZOU HET IN ALMERE MOGELIJK MAKEN MEER SUPERMARKTEN OP LOOPAFSTAND TE OPENEN.

woningbouwopgave op een slimme manier wordt ontworpen, kan dit een reductie van mobiliteit tot gevolg hebben van 10 tot 15 PJ.

Dit effect kan nog versterkt worden wanneer bestaande wijken worden verdicht en draagvlak ontstaat voor voorzieningen op loopafstand, waardoor niet alleen de bewoners van nieuwbouw, maar ook van bestaande bouw minder CO₂ uitstoten door mobiliteit. Dit is niet alleen een opgave op stedenbouwkundig niveau, maar ook op verkeerskundig niveau: voorkomen moet worden dat gebieden met een hoge dichtheid onbereikbaar worden.

2.4.3 NOOD AAN TOEKOMSTBESTENDIGE INTEGRALE MOBILITEITSPANNEN OP STADSNIVEAU

Ruimtelijke ontwikkeling en mobiliteitsinnovatie beïnvloeden elkaar. De in voorgaande paragraaf beschreven verschillen tussen logistiek en personenvervoer zijn groot, maar maken op hoofdlijnen voornamelijk gebruik van dezelfde infrastructuur: weg- en spoorinfrastructuur en overstappunten.

Trends die mobiliteitsgedrag veranderen

De belangrijkste trends die de mobiliteitstransitie kunnen versnellen en ruimtelijke impact hebben zijn:

Multimodale stads- en wijkhubs

Door de decentralisatie van logistiek (steeds meer richting woningen en bedrijven) wordt de overlap zelfs groter, en ontstaat de nood logistiek

en personenvervoer sterker als één thema te behandelen. Dit geldt ook voor de verschillende vervoersvormen. Door de opkomst van doel-specifieke voertuigen, Pedelecs en LEV's vervaagt de grens tussen fiets- en gemotoriseerd verkeer. De trends in mobiliteit hebben haar impact van mobiliteitsvisies voor de stad en buitengebied tot aan het straatprofiel. Beleid om mobiliteit te verduurzamen moet daarom integraal en in samenhang met ruimtelijk beleid gezien worden, zodat er ruimte is voor locatie specifieke oplossingen. Daarnaast zal gedragsverandering in de mobiliteitstransitie – want dat is waar we het nu voornamelijk over hebben – pas plaatsvinden als een deel hiervan afgedwongen wordt, bijvoorbeeld door middel van emissievrije zones.

Autonoom vervoer

De verwachte introductie van autonome voertuigen op de markt, en dan niet alleen zelfrijdende auto's, maar ook minder vergaande toepassingen als bijvoorbeeld Platooning op de snelweg, zal het brandstofverbruik in de logistieke sector verminderen en daarmee ook de behoefte aan oplaadstations / benzinstations langs de snelwegen. Een geautomatiseerde rit zal op middellange termijn de verbindingen binnen de regio vergemakkelijken, en op lange termijn ook dat in complexere infrastructuurweefsels. Parkeren kan op een andere manier georganiseerd worden, bijvoorbeeld aan de rand van de stad. Zo ontstaat ruimte voor dichtere stedelijke weefsels en groenere openbare ruimte. Met dynamische routing en slimme sensing kan congestie in steden verminderen, de verkeersveiligheid verhogen en de logistiek efficiënter worden. B2C-diensten zullen

toenemen, maar zullen minder bijdragen aan verkeerscongestie.

De kans bestaat echter dat al deze efficiëncyslagen leiden tot hypermobiliteit: de rit zelf wordt geen tijdsinvestering meer, waardoor de bereidheid om grote afstanden af te leggen groter wordt.

Lichte elektrische voertuigen (LEV's)

Naast de ontwerpuitdaging van laadinfrastructuur door de opkomst van elektrische mobiliteit, verandert het karakter van stedelijke mobiliteit hierdoor. Elektrische voertuigen zijn vaak kleiner en kunnen, indien autonoom, geparkeerd worden buiten de stad. Dit leidt in potentie tot een vermindering van de benodigde parkeerruimte in de stad.

De elektrische fiets – in vele vormen, snelheden en maten – maakt ook een opmars, onder andere door de hogere actieradius, en kan ingezet worden voor transport van zowel personen als goederen. Hierdoor hebben zij de potentie om ingezet te worden voor flexibele en gemengde straten. De elektrische fiets, in combinatie met regionale fietsnetwerken, zal eveneens leiden tot een groter verzorgingsgebied van treinstations en OV Knooppunten.

Voor bouwverkeer biedt elektrificatie de mogelijkheid voor een reorganisatie van de 'last-mile' naar een just-in-time systeem. Meerdere kleine voertuigen zullen immers meerdere malen per dag bouwmaterialen moeten afleveren en sloopmateriaal

moeten afvoeren. Een voordeel hiervan is echter dat er minder ruimte nodig is voor de opslag van materialen.

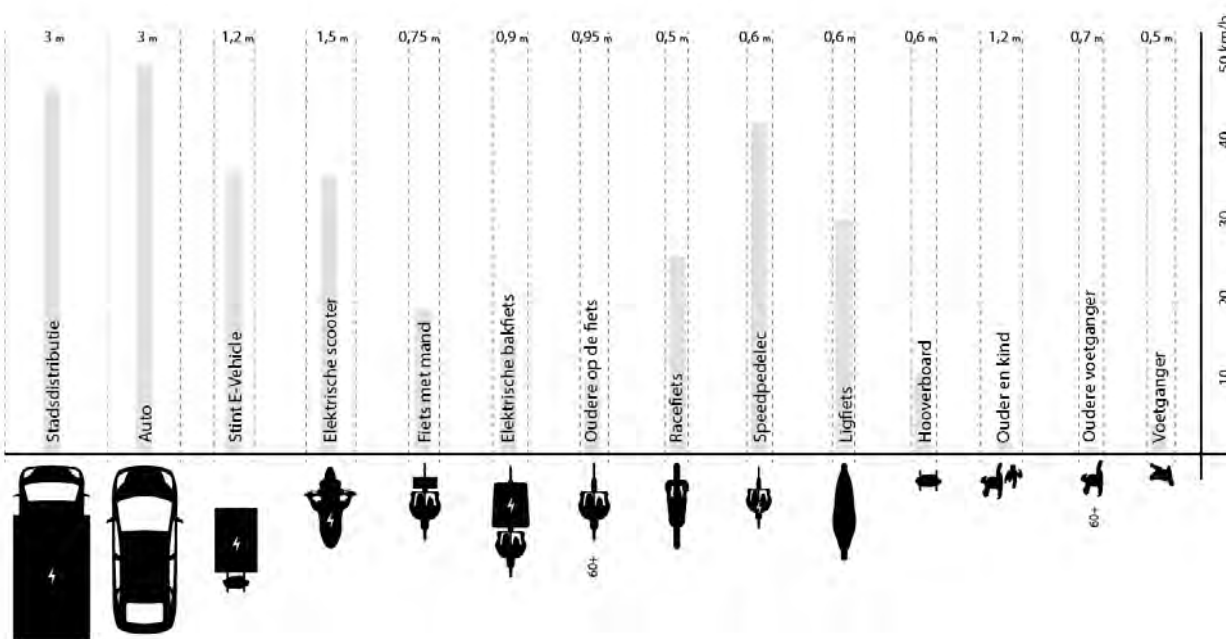
Interessant aan de opkomst van LEV's in relatie tot smart mobility is dat het mogelijk wordt om de toegang tot straten veel dynamischer te organiseren, bijvoorbeeld door tijdsgebonden toegang van straten te organiseren. Een straat kan in de spits alleen toegankelijk zijn voor fietsen en LEV's, terwijl overdag ook bouwverkeer en bezorgdiensten gebruik mogen maken van de weg. In het weekend kan dezelfde weg zelfs transformeren tot publieke ruimte met terrassen. Op deze manier wordt niet alleen het gebruik van LEV's, fietsers en voetgangers bevorderd, maar wordt ook een flinke kwaliteitsimpuls aan de stedelijke buitenruimte gegeven.

Mobility as a Service (MaaS)

Het uitgangspunt van MaaS is dat privé eigendom van voertuigen plaatsmaakt voor gedeelde voertuigen die langere afstanden met meerdere personen mogelijk maken. Door de afname van het bezit van auto's, komt er meer ruimte vrij voor verstedelijking en ontstaan er kansen voor de herontwikkeling van straatprofielen. MaaS zal concurreren met klein openbaar transport.

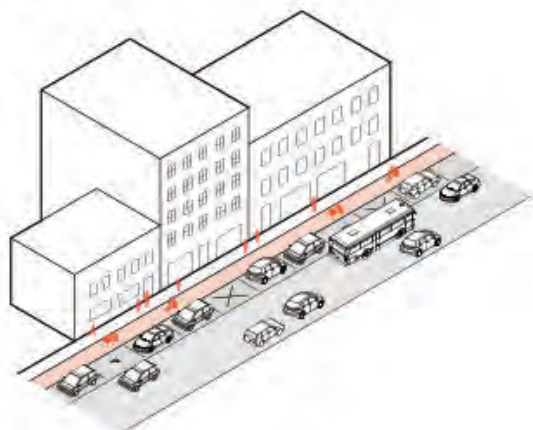
Het mobiliteitsplan: meer dan routes voor auto, fiets en voetganger

Deze vier trends veranderen het gezicht van de stad. Vervoer zal in het algemeen meer op maat zijn, waardoor de diversiteit aan voertuigen op

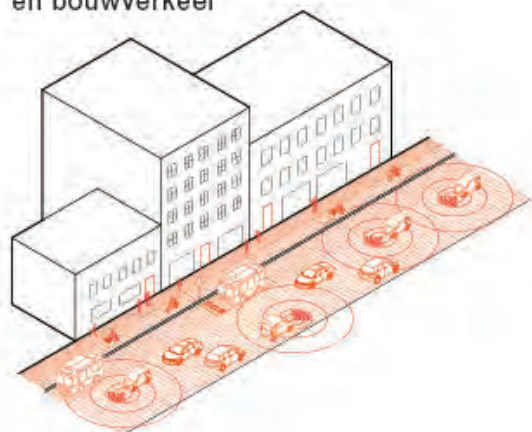


AFBEELDING 22: DE TOENAME VAN SPECIFIEKE VORMEN VAN MOBILITEIT LEIDT TOT MEER BEWEGINGEN EN VRAAGT OM PLANNINGS- EN INRICHTINGSMATREGELEN

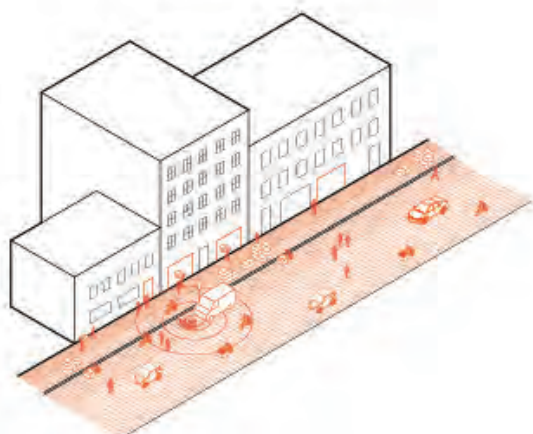
Huidige situatie:
Statisch profiel, fiets, auto en voetganger gescheiden



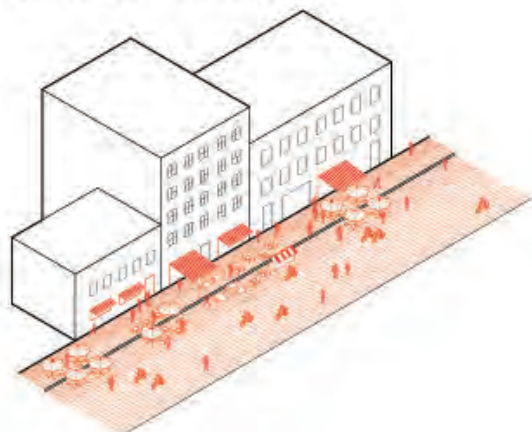
Buiten het spitsuur:
Ruimte voor bezorgdiensten en bouwverkeer



Spitsuur:
Fietsers en LEV's dominant



's Avonds en weekends:
Smal profiel voor fietsers, ruimte voor recreatie



AFBEELDING 23: MET SMART MOBILITY ONTSTAAT DE MOGELIJKHEID HET WEGPROFIEL VEEL DYNAMISCHER TE GEBRUIKEN. ZO WORDT TEGEMOET GEKOMEN AAN DE TOENEMENDE DIVERSITEIT VAN WEGVERKEER

de weg toeneemt evenals het aantal overstap/ overslagpunten in de stad. Dit vraagt om integrale planning van stedelijke circulatie, waarbij afgestapt wordt van de traditionele indeling Gemotoriseerd – fiets – voetganger op zowel netwerk- als straatniveau. De potentie om in stad en buitengebied te komen tot een oase van kwaliteitsruimte, zonder lawaai en uitstoot van fijnstof, zal niet plaatsvinden met stimuleringsmaatregelen alleen.

Een integrale gebiedsvisie voor de stad kan –op hoofdlijnen- bestaan uit:

- Een aantal hubs aan de rand van de stad voor de overslag van goederen en overstappen van mensen naar specifieke mobiliteitsvormen, bijvoorbeeld LEV's of vervoer over water.
- Een netwerk van wegen waarbij de profielen aangepast zijn voor een grotere diversiteit aan

mobiliteitsvormen. Hier kunnen voertuigen tijdsgebonden toegelaten worden.

- Het aanwijzen van voetganger vriendelijke wijken volgens het 'superblocks' concept, waarbij alleen LEV's en langzaam verkeer toegelaten worden tot bepaalde straten in woonwijken.
- Kleinere stadshubs aan de rand van deze voetganger-vriendelijke wijken die voorkomen dat de vele commerciële voertuigen deze wijken in hoeven te rijden.
- Ruimte voor het laden en stallen van LEV's

2.4.4 CONTEXTGERELATEERDE OPLOSSINGEN: WIJKAANPAK

De verschillen tussen stedelijk en landelijk gebied uiten zich in de mogelijke toepassing van een mobiliteitssysteem gebaseerd op minder energiegebruik. In het buitengebied ligt er een vraag om stromen slim te bundelen, zodat er



AFBEELDING 24: HET PRINCIPE VAN HUBS EN ROUTES VOOR LEV'S LEIDEN IN STAD EN BUITENGEBIED TOT ANDERE CONFIGURATIES.

beter gebruik van mobiliteit gemaakt wordt, een voorbeeld is OV op maat waarbij direct pakketjes rondgebracht worden. De bushalte is dan ook een pakketpunt. In steden gaat het meer om het slim gebruik maken van de beperkte ruimte die er beschikbaar is, bijvoorbeeld door kleinere voertuigen met kortere actieradius in te zetten. Een paar mobiliteitsconcepten kunnen – zowel in stad als buitengebied – een rol spelen in de transitie naar elektrisch aangedreven mobiliteit, en een vermindering van het aantal afgelegde kilometers.

Een verbonden netwerk van stadshubs

Door op strategische plekken aan de rand van de stad multimodale hubs aan te leggen (bij winkelcentra, werkgebieden, bestaande knooppunten) en hierbij een netwerk te organiseren dat de integratie tussen distributie en eindgebruiker versterkt (dus niet alleen b2b maar ook b2c routes), wordt het aantrekkelijker om de meest duurzame vervoersvorm te kiezen op stadsniveau. Distributeurs kunnen hier overslaan op White-label transportvormen. Een voorbeeld is de e-loop in Rotterdam, waarbij vrijwel de hele stad in minder dan 1km vanaf deze loop te bereiken is. Deze route mogen geen auto's komen, waardoor zij als filter dient voor duurzame mobiliteit en tegelijkertijd als verbinder voor stadslogistiek.

Voor de voorbeelduitwerking in Rotterdam ligt er – dankzij de overlap met het warmtenet - de kans om met (rest)warmte deze route ijsvrij te houden. Dit is een extra mogelijke koppeling tussen de energie- en de mobiliteitstransitie.

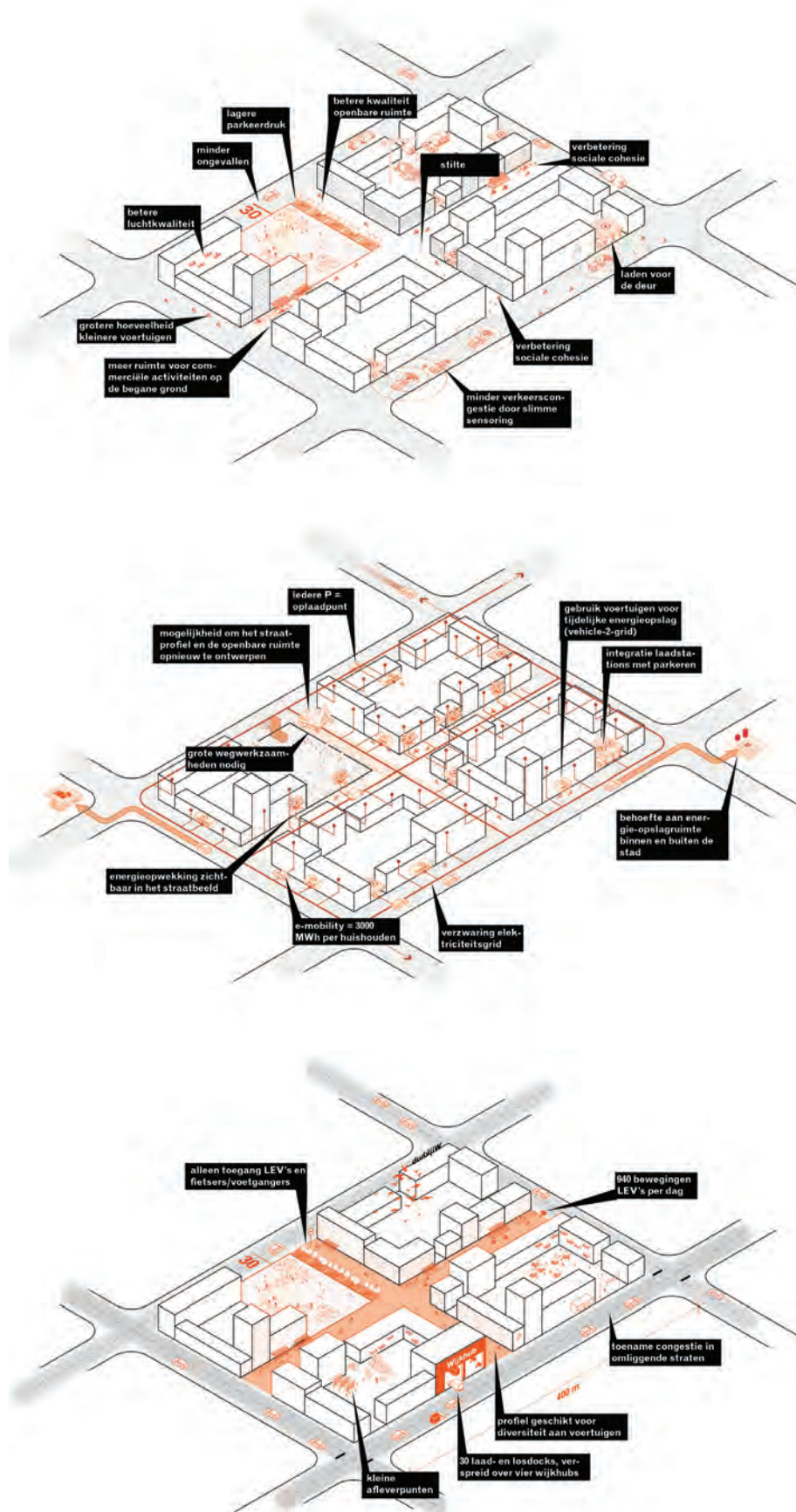
Superblock met wijk- of dorps hubs

Naast een aanpak op stadsniveau, is voor iedere wijk of omgeving een gebiedsspecifieke aanpak mogelijk die de overstap naar LEV's, fiets en te voet versnelt. Door binnen de stad gedifferentieerde routes voor elke vervoerswijze tot stand te brengen, ontstaat een nieuw systeem

van stadsblokken en dus een nieuw distributie- en circulatiesysteem. Dit concept, het zogenaamde 'Superblock', omvat geen fysieke interventie in de bestaande infrastructuur; veranderingen in het netwerk worden georganiseerd door beleid op wijkniveau. Het concept van het Superblock is ontwikkeld voor de bouwblokken van Cerda's grid in Barcelona, en momenteel wordt onderzocht of dit principe toegepast kan worden in stadswijken in Nederland²⁴. Vooral 19e-eeuwse stadswijken met veel functiemenging lijken geschikt, maar de principes kunnen ook toegepast worden op andere wijktypes. Binnen een cluster van bouwblokken – gezamenlijk een superblock – wordt gemotoriseerd verkeer niet meer toegelaten. Leveranties aan winkels en andere diensten moeten gebruik maken van LEV's, of hun goederen aan de rand van het blok via een wijkhub overslaan op 'white label' LEV's (voertuigen die niet van één specifieke leverancier zijn) die in de wijk rondrijden.

Met de toepassing van het superblock zal dus meer ruimte in het profiel ontstaan voor voetgangers en ander zacht verkeer. Wel moet er ruimte – in de bouwblokken – gereserveerd worden voor laad- en losdokken om pakketjes af te leveren en goederen over te slaan naar LEV's. Dit is een opgave die alleen ingevuld kan worden op basis van beschikbaarheid van ruimte, het is daarom lastig om in zeer dicht bebouwde wijken het concept direct in te voeren.

In andere wijktypen kan voor maatwerk gekozen worden, bijvoorbeeld als de wijk goed bereikbaar is via het water. Voor het buitengebied ligt er de optie een dorp als één 'superblock' te beschouwen, met dorps hubs waar vanuit de omgeving wordt bediend.



AFBEELDING 25: TOENAME VAN DE STEDELIJKE KWALITEIT DOOR HET GEBRUIK VAN LEV'S EN ELEKTRIFICATIE (BOVEN), DE EFFECTEN VAN ELEKTRIFICATIE OP HET NETWORK (MIDDEN) EN DE TOEPASSING VAN 'SUPERBLOCKS' (BOVEN)

2.5 DWARSVERBANDEN

2.5.1 GEBOUWDE OMGEVING

Mobiliteitsgedrag in relatie tot de dichtheidsopgave in de gebouwde omgeving

De potentie van een meer compacte stedenbouw en inbreiding levert niet alleen een besparing op van energiegebruik in mobiliteit. Er kan op materialen bespaard worden doordat er minder isolatie nodig is om nul-op-de-meter woningen te realiseren. Daarnaast blijft door compact bouwen meer ruimte over voor energieopwekking in het buitengebied, waar het op een efficiëntere manier kan gebeuren dan in de gebouwde omgeving.

Bouwlogistiek in wijken waar de uitdaging het grootst is

Bouwlogistiek maakt nu in steden 40% van de totale logistiek uit. De grote renovatieopgave die er aan komt om woningen geschikt te maken voor lage-temperatuurverwarming en energieopwekking, vindt vooral plaats in wijken waar de verkeersdruk al erg hoog is. Juist in deze wijken zal het bouwverkeer enorm toenemen, zowel de parkeerdruk als de druk op de weg i.v.m. leveranties groeit.

Werk met werk: koppeling aanleg regionale warmtenetten met snelfietsinfrastructuur

De aanleg van warmteleidingen is op veel locaties in Nederland gepland tussen locaties die ook grote potentie hebben als fietssnelweg. Dit is niet gek, want begin en eindpunt (stedelijk gebied) zijn voor fietsers en warmtenetten hetzelfde, evenals een realistische afstand (ca 40/50 km) voor warmteleidingen en fietssnelwegen. Er kan zelfs gebruik gemaakt worden van de warmte infrastructuur om fietspaden ijsvrij te houden.

Minder externe effecten verkeer = meer kansen voor verdichting en multifunctioneel ruimtegebruik

Doordat geluidsoverlast en uitstoot van verkeer vermindert, en doordat voertuigen kleiner en lichter worden, ontstaan in steden kansen voor beter gebruik van de openbare ruimte. Ook kan op termijn wellicht dicht bij drukke wegen gebouwd worden, omdat geluidsnormen sneller gehaald worden.

2.5.2 ELEKTRICITEIT

Grote verschillen landgebruik door variatie in brandstofmix

Welke brandstofvorm dominant gaat worden (en óf er een dominant gaat worden) is nog onbekend. De verschillende mogelijke mixen hebben enorme impact op de ruimtevrage voor opwekking: bij dominantie van waterstof is erg veel opwekking van elektriciteit nodig, terwijl bij een dominantie van biobrandstoffen een zeer grote oppervlakte nodig is voor biomassateelt, aangezien de reststromen in Nederland niet voldoende zijn voor de vraag.

Vehicle 2 Grid kan een (nog) grotere rol spelen in de balancering van het net

De potentie van auto's met een batterijpakket is erg groot. Bij slimme inzet van deze capaciteit kunnen accu's ingezet worden om energie de woonwijk in te brengen, bijvoorbeeld door overdag op het werk te laden, of bij snelladers buiten de stad. Zo kan in potentie bespaard worden op laadinfrastructuur in de bebouwde omgeving.

2.5.3 LANDBOUW EN LANDGEBRUIK

Maatwerk in het buitengebied

De laadinfrastructuur zal in het buitengebied relatief weinig impact hebben. Wat wel om aandacht vraagt is de opgave voor gedragsverandering, en de ruimtelijke ingrediënten die hierbij komen kijken. In het stedelijke gebied is hier volop aandacht voor, maar ook in het buitengebied liggen kansen mobiliteit te verminderen. Vooral het koppelen van stromen (bijvoorbeeld goederen en OV) levert kansen op. Een mogelijk veiligheidsrisico ontstaat doordat op buitenwegen de maximumsnelheid hoger is, waardoor het voor LEV's risicovoller is gebruik te maken van de openbare weg.

2.5.4 INDUSTRIE

Bundeling vervoerscorridors met energicorridors

Aan grote infrastructurele corridors ontstaat een puntvraag met groot vermogen op laad- en vullocaties. Door deze slim in te plannen in relatie tot bestaande en nieuwe industriële corridors, kan bespaard worden op de aanleg van energie infrastructuur. Kartering hiervan wijst uit dat er een logica ontstaat voor een regionale brandstofmix, doordat in het zuidwesten meer waterstof aanwezig zal zijn, terwijl elektriciteit meer verspreid door het land wordt getransporteerd.

2.6 MOGELIJKE UITWERKINGEN VOOR DE VERVOLGFASE

2.6.1 NATIONALE VERKENNING LAADINFRASTRUCTUUR

Er is rudimentair kennis opgedaan m.b.t. plaatsingsstrategieën voor laadinfrastructuur in stad en buitengebied. Over de consequenties en kansen is nog veel onbekend, en door pilots aan de markt over te laten zijn ontwikkelingen deels afhankelijk van toevaligheid. De relatie tussen energie-infrastructuur en mobiliteitsinfrastructuur is zowel in fijnmazige gebieden (wijken) als op corridors sterk en beschikbaarheid van energie-infrastructuur kan bepalend zijn voor laadmogelijkheden, zeker wanneer zwaar verkeer geëlektrificeerd wordt of overgaat op waterstof.

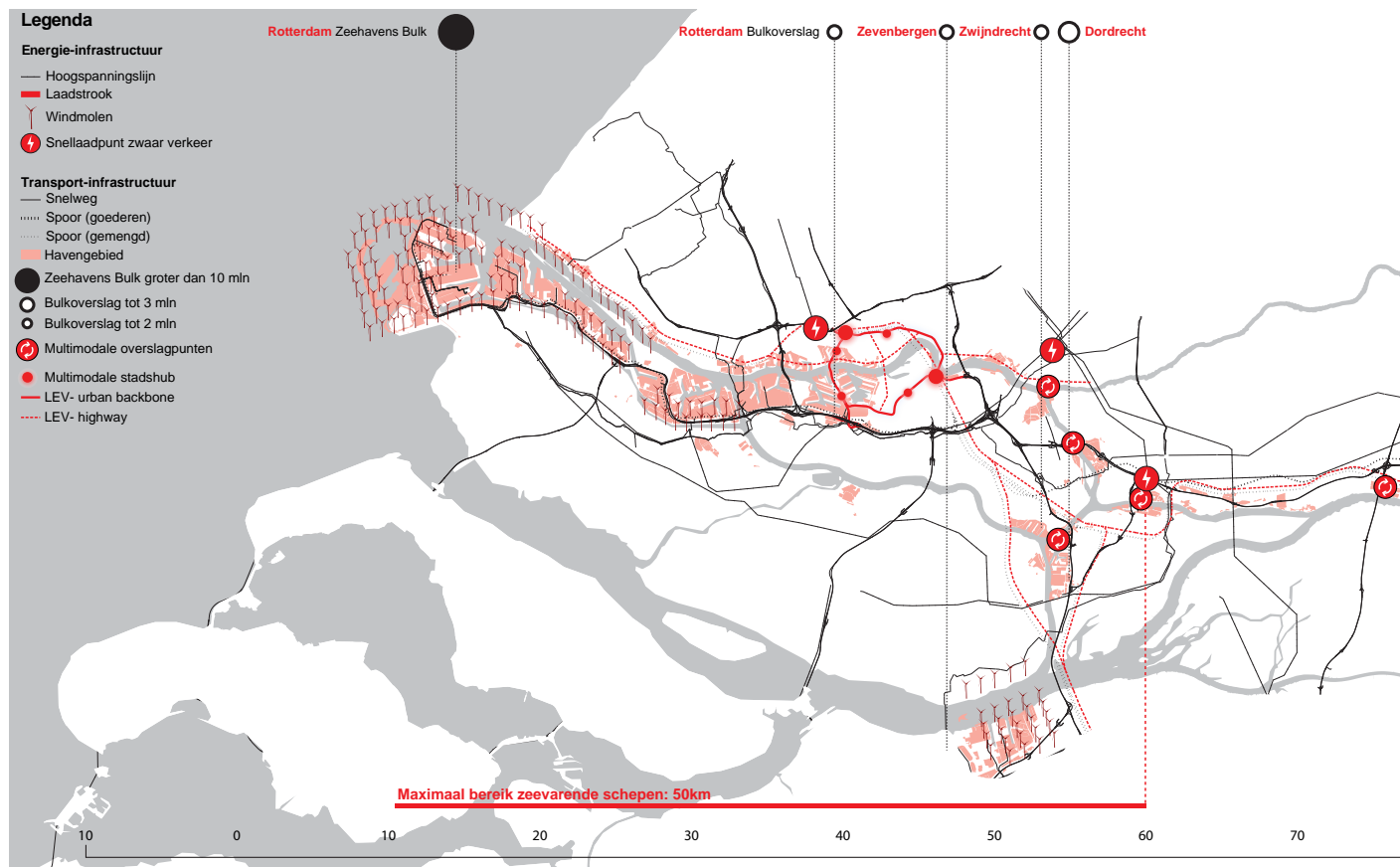
2.6.2 RUIMTELIJKE VISIE CORRIDORLANDSCHAP

Uit de verkenningen blijkt dat de corridors die door Nederland lopen, bundels van weg, trein en waterinfrastructuur, eigen karakteristieken hebben die het best integraal bekeken kunnen worden m.b.t. de energietransitie. De corridors zijn een potentieel opwekkingslandschap, spelen een rol in de modal shift voor langere afstanden en er zijn speciale uitdagingen m.b.t. de laadvoorzieningen,

omdat de gebruikers vaak zwaar verkeer (vrachtverkeer, scheepvaart) zijn. Nu zie je al dat individuele regio's snelweg- en rivieromgevingen zien als geschikte gebieden om energie op te wekken. Door dit integraal aan te pakken, wordt voorkomen dat een corridor een samenraapsel van ad-hoc beslissingen is.

2.6.3 PILOT INTEGRAAL EN TOEKOMSTGERICHT VERKEERSPLAN STEDELIJK GEBIED EN LANDELIJK GEBIED

Binnen de mobiliteitstafel is vanuit verschillende (sub-)tafels aandacht voor de opkomst van LEV's, gedragssturing, etc.; vooral in stedelijk gebied. Tegelijkertijd verandert het mobiliteitslandschap flink, bijvoorbeeld door de toename van e-commerce, LEV's, bouwverkeer in de stad,.... Dit terwijl de meeste gemeentes en regio's met mobiliteits-/circulatieplannen werken die gebaseerd zijn op de indeling OV-Auto-Fiets-Voetganger. Nieuwe ontwikkelingen (bijvoorbeeld Mobility as a Service) worden via aparte programma's verkend en gestimuleerd. Rekening houdend met de mobiliteitstransitie – en dan dus niet alleen in relatie tot energie – ontstaat de nood aan een herformulering van het instrument verkeersplan, dat (vervoers-)regio's in kunnen zetten om de bereikbaarheid in goede banen te leiden, maar ook



AFBEELDING 26: VOORBEELD VAN DE MOGELIJKE TRANSFORMATIE VAN HET CORRIDORLANDSCHAP. DE BETUWE-CORRIDOR KAN GAAN TRANSFORMEREN NAAR EEN ENERGIELANDSCHAP WAAR OPWEKKING, LADEN EN SLIMME MOBILITEIT HET BEELD BEPALEN, ZOWEL IN ALS TUSSEN DE STEDEN.

om gedrag te sturen en zo een energiebesparing te bewerkstelligen.

Hier zit een infrastructureel aspect aan (routing van het groeiende spectrum aan modaliteiten, knooppunten/hubs, hoe ziet 'de nieuwe straat' er uit), maar ook een sturingsaspect (tijdsgebonden toegang voor bepaalde voertuigtypen, emissiezones, wet- en regelgeving in het algemeen) en een energieaspect (laadinfrastructuur, Vehicle 2Grid). Ook de precieze uitwerking van verschillende typen hubs (een term die vaak valt maar weinig concreet wordt) moet gedaan worden.

Een pilot voor bijvoorbeeld één stad en één buitengebied zal nieuwe inzichten opleveren voor gemeentelijk instrumentarium, maar moet ook getest worden op wet- en regelgeving vanuit het rijk (die bijvoorbeeld het bundelen van bepaalde stromen lastig maakt) en moet uiteindelijk tot een advies leiden m.b.t. de opname van dit type plannen in de diverse typen omgevingsvisies die in de nabije toekomst opgesteld gaan worden.

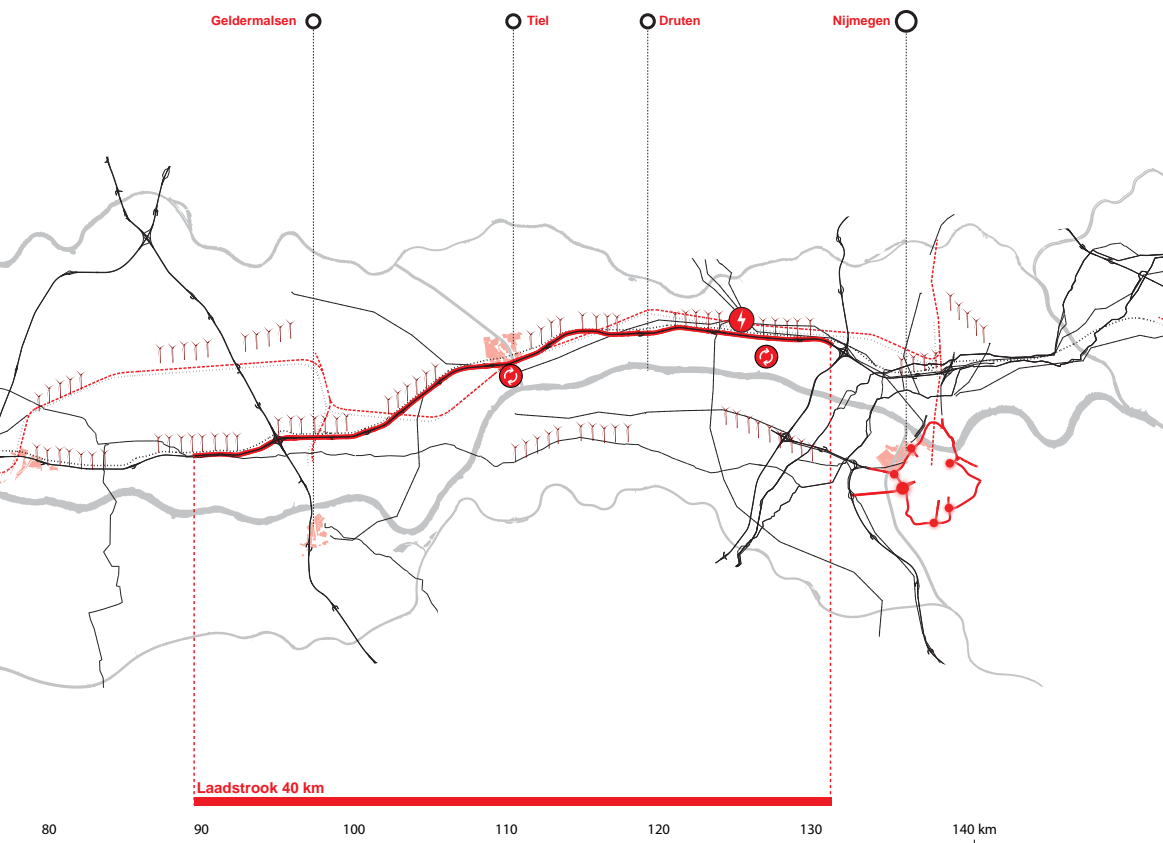
2.6.4 PILOT WARMTESNELWEG

Eén van de meest evidente koppelingen tussen de aanleg van weginfrastructuur en mobiliteitsinfrastructuur is die tussen fiets- (en

LEV-) snelwegen en warmte infrastructuur. Dit komt omdat warme infra qua veiligheid en andere praktische zaken goed te koppelen is met fiets infra, zeker als ook restwarmte gebruikt wordt om de e-snelwegen te ontdooien. Daarnaast zijn de eindpunten van warmte- en fietssnelwegen vaak vergelijkbaar, tussen twee kernen op een afstand die goed met een elektrische fiets af te leggen is (en voor warmte binnen de marge van transportverlies valt): ca 40-50 km.

2.6.5 VERKENNING DE AUTO ALS BALANS: PILOT VEHICLE 2 GRID EN SLIM LADEN

De ontwikkelingen hierin gaan (op technologisch gebied) snel. Er is echter ook een ruimtelijk raakvlak, auto's staan namelijk niet steeds op dezelfde plek, maar rijden rond. Wanneer voertuigen een rol spelen in het balanceren van het netwerk, worden zij tegelijkertijd transporteurs van energie. Waar is het handig om te laden (overdag, als de zon schijnt en voertuigen bij het werk staan? Of aan huis waar auto's langer stil staan?), waar is het handig om te balanceren? Is er een rol voor snellaadstations buiten de stad, zodat voertuigen elektriciteit de stad in kunnen brengen?



LANDBOUW & LANDGEEBRUIK

Ruimtelijk specialisten:

H+N+
S+ +

Dirk Sijmons
Pim Kupers

3

**SAMENVATTING
VAN HET
EINDRAPPORT**

LANDBOUW & LANDGEBRUIK

3.1 SAMENVATTING

De sectortafel Landbouw en Landgebruik heeft een onderscheidende opdracht ten opzichte van de andere sectortafels. Een groot deel van de emissies uit landbouw en landgebruik zijn namelijk te relateren aan uitstoot van broeikasgassen door dieren, mest, bodem en vegetatie en maar een klein deel door fossiele brandstoffen (denk aan verwarming van de glastuinbouw of diesel voor de tractoren). De klimaatproblematiek vergt een optimalisatie van deze – op zich natuurlijke – ‘stofwisselingsprocessen’ van ons cultuurlandschap. Dat wordt ook al duidelijk in de wijze waarop de reductietaakstelling voor deze sector van 3,5Mton in 2030 is opgebouwd, waarbij energiemaatregelen 1,0 Mton reductie moeten opleveren en 2,5 Mton reductie en additioneel nog 1,7 Mton door mest- en landgebruiksmaatregelen te nemen.

3.1.1 GEBIEDSMAATREGELLEN

In onze rapportage over de ruimtelijke aspecten van de klimaatopgave voor landbouw en landgebruik tonen wij dat naast de generieke maatregelen die op bedrijfsniveau uitkristalliseren, maatregelen gebiedspecifiek kunnen zijn. De geografische diversiteit van Nederland bepaalt mede waar

welke maatregelen effectief zijn en andersom zijn er maatregelen die de verschijning van het Nederlandse landschap in beperkte of zelfs grote mate zullen veranderen.

Een deel van de maatregelen die de werkgroepen op hun ‘fiches’ hebben geformuleerd hebben wij daarom gekarakteriseerd als ‘gebiedsmaatregelen’. Het is een verzamelcategorie van maatregelen die:

- specifiek zijn – in de zin dat ze in zekere mate gebonden zijn aan bepaalde landschappen of zelfs specifieke plekken binnen dat landschap;
- en niet op het niveau van een enkel bedrijf kunnen worden uitgevoerd, dus afspraken tussen meerdere grondeigenaren nodig maken (boeren, terrein beherende organisaties en andere eigenaren);
- en dus vragen om een collectief arrangement, een afsprakenkader of plan, om afgestemd met elkaar en met andere belanghebbenden, tot uitvoering te kunnen komen.

3.1.2 LEEFBAAR NEDERLAND

We moeten ons bij deze gebiedsmaatregelen realiseren dat de landschappen niet slechts een passief achterdoek vormen voor het er op projecteren van klimaatmaatregelen maar dat het landschap met zijn vele verschillende karakteristieken, waarden en betekenissen ook als 'regisseur' en scherprechter kan optreden. Een regisseur die bepaalt waar de betreffende maatregelen het meeste of het beste klimaateffect sorteren en waar je er maar beter niet aan kunt beginnen. Een leefbaar landschap is niet alleen de basis voor het welbevinden van de bewoners en een belangrijke vestigingsfactor, het is ook straks de sleutel tot de maatschappelijke acceptatie van alle veranderingsprocessen die de energie-transitie in gang zal zetten.

3.1.3 HET GEBIEDSPERSPECTIEF

Door een gebiedsperspectief te hanteren ligt ook de koppeling met andere opgaves die lokaal spelen in de rede. Te denken valt aan de wateropgave, de problematiek rond biodiversiteit, de bodemkwaliteit, drinkwaterbescherming, stikstof via de PAS, et cetera. Het mes snijdt hier aan twee kanten. De klimaatperformance kan door werk met werk maken of mee-koppelen met andere belangen aanzienlijk worden verbeterd. Ook kunnen de klimaatmaatregelen een welkome impuls geven aan andere, soms moeizaam lopende, gebiedsprocessen. Dit lijkt het nodeloos gecompliceerd te maken en een koppeling is niet altijd mogelijk maar het wat breder kijken dan de CO₂ doelen alleen kan belangrijke maatschappelijke meerwaarde opleveren die, zeker als ook nog oog is voor de ruimtelijke kwaliteit, uiteindelijk de processen rond de klimaatopgave ook soepeler kunnen laten verlopen.

3.1.4 DE ROL VAN ZONNEPARKEN

Een specifieke functiecombinatie die in het licht van het klimaatakkoord van wezenlijk belang is zijn de zonneparken in het buitengebied. Er is een hagelstorm van aanvragen op gang aan het komen – met name in de nabijheid van koppelstations – die duidelijk maakt dat deze manier van uitrol door projectontwikkelaars is ontdekt en de lastiger locaties, in en om de stad, daarmee op het tweede plan dreigen te komen. Er ontstaat steeds meer maatschappelijke weerstand ondanks de zeer zorgvuldige planprocessen en inpassingsvoorstellen wat mogelijk kan leiden tot eindeloze vertraging en daarmee onhaalbare doelen. Dit kan worden opgelost door de ontwikkeling van zonneparken in het buitengebied

net zo moeilijk (of makkelijk) te maken als de ontwikkeling van panelen op bebouwing en laagwaardige terreinen. Dat zou kunnen door een afromingsregeling die via fondsvorming ten goede komt aan omwonenden of de moeilijkere lokaties. Ook kan het meervoudig ruimtegebruik van een zonneparken afdwingbaar gemaakt worden door nadere vereisten aan de opstelling van de panelen. Met deze constructie wordt het mogelijk om andere gebiedsdoelstellingen, zoals de klimaatmaatregelen, mede te realiseren. Zo kan het zonnepark het aanvullende stuk financiering vormen die maatregelen nu vaak ontberen. Dat vraagt om een fijnregeling tussen de SDE+ en de vergunningsvoorwaarden die nader uitgewerkt moet worden. Om een optimale inpassing te borgen kan ook het aanwezig zijn van een gebiedsplan in de vergunning-voorwaarden worden opgenomen.

3.1.5 HET FIJN-REGELEN VIA AFSPRAKEN EN ORDENING

Hoe kunnen deze gebiedsmaatregelen nu geplaatst worden in de omvangrijke opgave waarvoor landbouw en landgebruik zich gesteld zien bij het halen van de klimaatdoelen in 2050? Je kunt stellen dat de opgave voor een deel door technische optimalisaties van allerlei aard op bedrijfsniveau gerealiseerd zullen worden. De gebiedsmaatregelen zijn vaak gecompliceerder omdat meerdere belangen en partijen worden geraakt of gediend, maar zijn wel essentieel om de CO₂ doelstellingen te kunnen halen. Gebiedsmaatregelen, beginnend bij de veenweidegebieden, zullen daarom steeds meer nadruk krijgen. Met andere woorden, landbouw en landgebruik zullen hun klimaatperformance moeten gaan optimaliseren door het fijn-regelen van de ruimtelijke ordening op regionaal en lokaal niveau. Dit om de uitstoot van broeikasgassen nog verder terug te dringen en optimaal gebruik te maken van de potenties van vastlegging van koolstof in bodems, planten en bossen om uiteindelijk op een elegante manier de doelen van 2050 te halen.

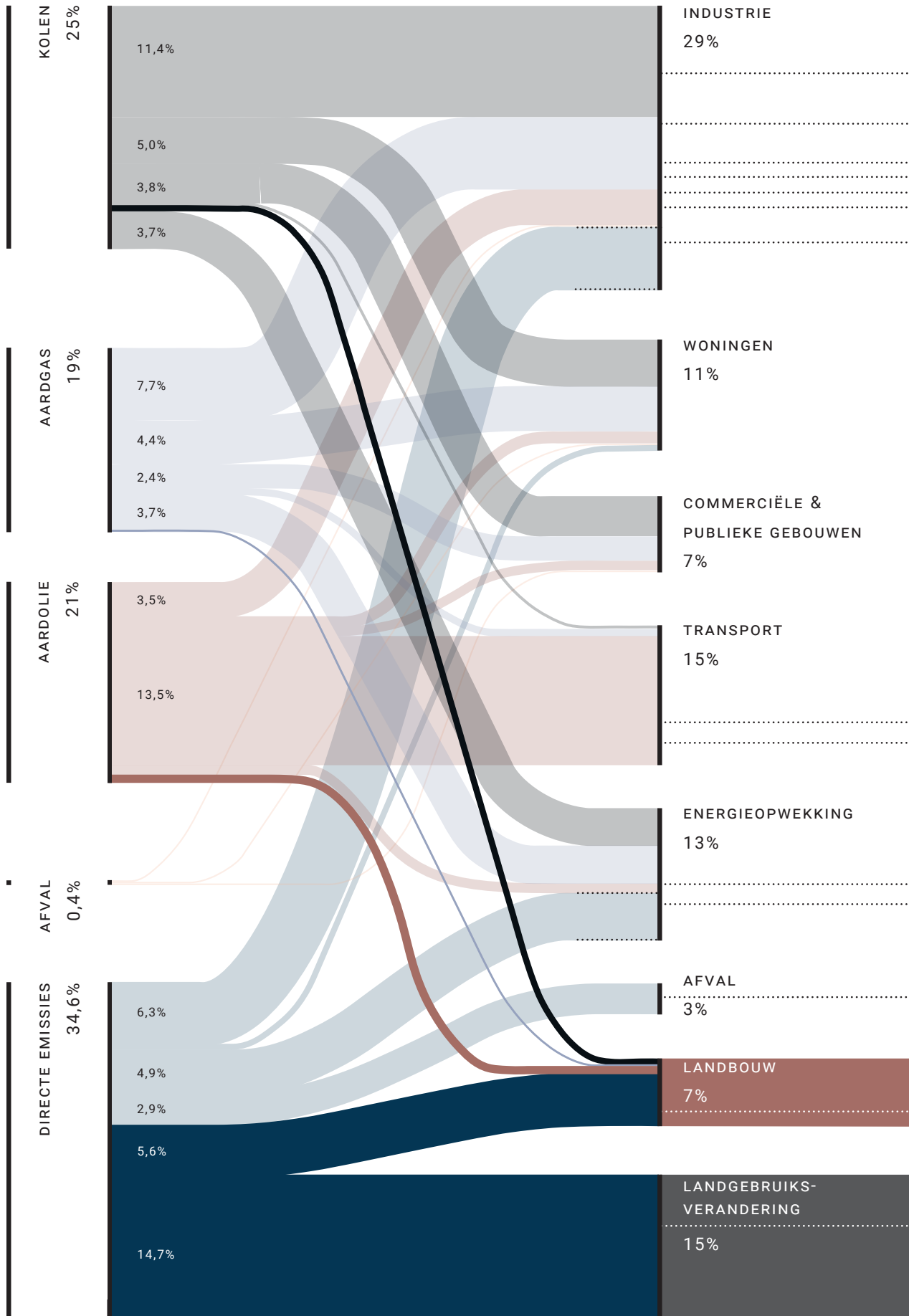
Dat zal moeten gebeuren in gebiedsprocessen die maatwerk kunnen leveren voor elk landschapstype. In dergelijke gebiedsprocessen kunnen dan ook de belangrijke, maar vaak onderbelichte, klimaatgevolgen van de veranderingen in landgebruik, van akkerbouw naar stad, van bos naar heide, van weide naar akker, et cetera worden meegewogen. Voor een aantal gebieden en voor een aantal thema's zou, mede aan de hand van ons ruimtelijke onderzoek, reeds kunnen worden voorgesorteerd met de gebiedsmaatregelen.

Hoe deze gebiedsprocessen uiteindelijk worden ingevuld valt buiten het bestek van onze rapportage. Wij blijven nu even buiten de discussie of dit de POVI, GOVI, Gebiedscommissies, REKS of RES, dan wel een andere planfiguur zou moeten zijn. Wij kunnen wel een aantal kenmerken van het noodzakelijke (bestuurs)arrangement opsommen waaraan zo'n gebiedsproces moet voldoen:

- Het gaat om een planmatige aanpak. Dat kan uiteenlopen van simpele afspraken tussen een aantal grondeigenaren tot het maken van een integraal gezamenlijk plan;
- Het verbindt verschillende gebruikers en ook verschillende belangen, het verbindt de klimaatopgave waar mogelijk met aanpalende maatschappelijke opgaven;
- De begrenzing, scope en de doelstellingen zijn tevoren duidelijk;
- Een (semi)overheid kan de regierol oppakken om voor democratische legitimatie te zorgen. Alleen dan kan er een evenwichtige weging van waarden plaatsvinden;
- Er moeten bindende afspraken met de actoren kunnen worden gemaakt om uitvoering van de klimaatdoelen te borgen

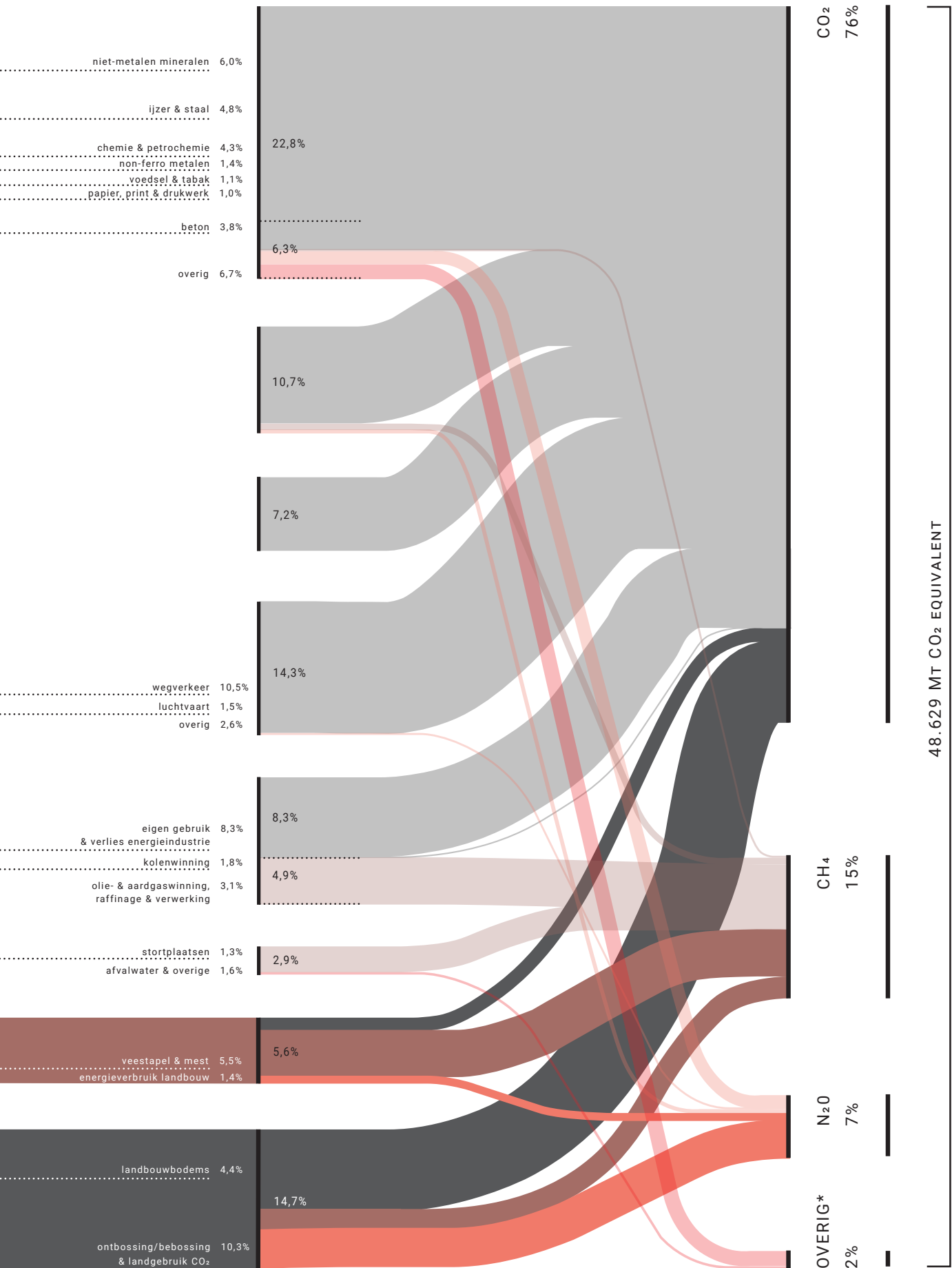
BRON

SECTOR



*koolwaterstoffen, fluorkoolstof & SF₆

BROEIKASGAS



3.2 INLEIDING

3.2.1 DE REDUCTIEOPGAVE

Wat de sectortafel Landbouw en Landgebruik onderscheid van de andere sectortafels is de directe wijze waarop landbouw, landgebruik en veranderingen in landgebruik zich verstaan tot de klimaatproblematiek. Bij de andere tafels loopt dat volledig via de band van de energietransitie. Onze sector heeft uiteraard ook te maken met het geleidelijke afscheid van fossiele brandstoffen (denk aan verwarming van de glastuinbouw of diesel voor de tractoren) maar toch is verreweg het grootste deel van de klimaatopgave bij landbouw en landgebruik terug te voeren aan het 'in- en uitademen' van ons landschap en onze gedomesticeerde dieren. Dit blijkt ook uit onderstaande emissiegrafiek voor Nederland waarbij de twee linker staven, die betrekking hebben op het landschap en gedomesticeerde dieren twee keer zo groot zijn als het energieverbruik voor de agrosector en glastuin in Nederland. De meest rechter staaf laat zien wat de Nederlandse landbouw aan emissies in het buitenland genereert. Ook hierin is het landgebruik (en met name landgebruiksverandering) de bovenliggende partij.

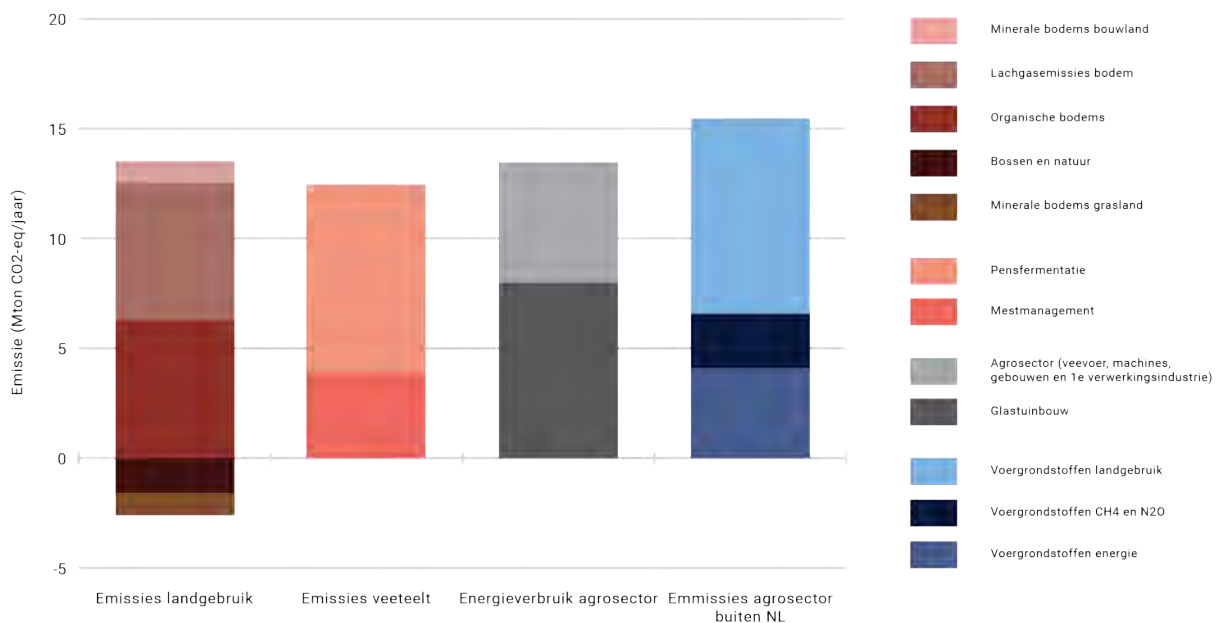
Een mondiale blik levert (zie volgende pagina) een beeld op waar in een oogopslag duidelijk wordt dat landbouw en landgebruik en de veranderingen van landgebruik, direct en indirect, tot de belangrijkste producenten van broeikasgassen worden gerekend. Landgebruik en landgebruiksverandering dragen bijvoorbeeld evenveel bij als het volledige mondiale transport, met name veroorzaakt door

de enorme kap van bossen. De oorzaken van deze boskap hoeven wij u uiteraard niet uit te leggen. Wat de landbouw doet en laat is dus van groot belang voor de opwarming van de aarde en de klimaatverandering die daarvan het gevolg is. Ook voor de Nederlandse landbouw, die tot de meest hoogproductieve en geïnternationaliseerde van de wereld behoort.

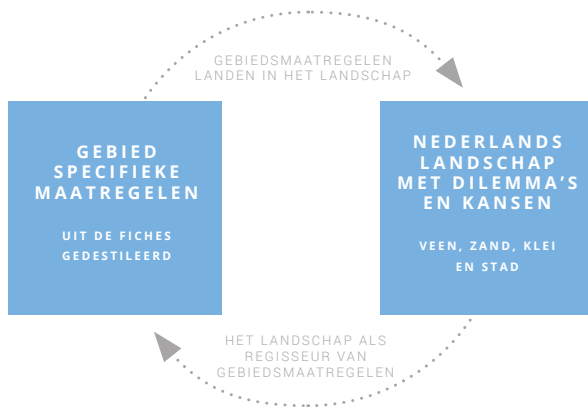
Het uitstoten van CO₂ maar ook de vastlegging daarvan, de productie van methaan en lachgas en de mogelijkheden voor de beperking daarvan. De klimaatproblematiek vergt een optimalisatie van deze – op zich natuurlijke – 'stofwisselingsprocessen' van ons cultuurlandschap. Dat wordt ook al duidelijk in de wijze waarop de reductietaakstelling voor deze sector van 3,5Mton in 2030 is opgebouwd, waarbij energiemaatregelen in de glastuinbouw 1,0 Mton reductie moeten opleveren en 2,5 Mton reductie en additioneel nog 1,7 Mton door mest- en landgebruiksmaatregelen te nemen.

3.2.2 DE OPZET VAN DE TAFELS

De sectortafel werd gevoed door acht werkgroepen die zich bogen over uiteenlopende onderwerpen die allemaal een bijdrage aan de taakstellende reductie konden leveren en een perspectief boden voor de doelen van 2050. Verduurzaming landbouw, Mest en Methaan in de veehouderij, Slimmer landgebruik: veenweidegebieden, Slimmer landgebruik : koolstof opslag in de bodem, Slimmer landgebruik: Bomen, Bos en Natuur, Voedingspatronen, en Innovatie.



AFBEELDING 2: CO₂ UITSTOOT LANDBOUW EN LANDGEBUUK 2016 AANGEPAST OP DIERAANTALLEN VAN 2017 (BEWERKING VAN GRAFIEK LESSCHEN - 2018)



AFBEELDING 3: 'DE WEDEKERIGHEID VAN HET LANDSCHAP' - ONTWIKKELING VERANDERT HET LANDSCHAP, LANDSCHAP STUURT OOK ONTWIKKELING.

De werkgroepen hebben een groot aantal mogelijke reductie-maatregelen geïdentificeerd. De meest kansrijke zijn in een geformatteerd fiche geformuleerd met zo mogelijk de bijbehorende afspraken met de betrokkenen en vertaald in een voorstel voor het hoofdlijnenakkoord. In dit voorstel zijn de acht werkgroepen losgelaten en uitgeschreven onder 5 pijlers:

1. landbouw
2. landgebruik
3. energie
4. klimaatvriendelijkere voedselconsumptie
5. innovatieagenda

Ruimte is, naast Arbeidsmarkt en Scholing, als een van de doorsnijdende thema's gedacht. Doorsnijdend door de thema's van de werkgroepen maar ook doorsnijdend door de vijf Sectortafels. Een maal per week kwamen vertegenwoordigers van de ontwerpteams van de verschillende sectortafels samen voor een onderling overleg en afstemming.

3.2.3 ONZE WERKWIJZE: GEBIEDS-MAATREGELEN EN LANDSCHAP, EEN WEDERKERIGE RELATIE

De werkgroepen van de sectortafel Landbouw & Landgebruik hebben een groot aantal mogelijke reductiemaatregelen geïdentificeerd. De meest kansrijke zijn in een geformatteerd fiche geformuleerd met zo mogelijk de bijbehorende afspraken met de betrokkenen.

Wij hebben deze fiches opgedeeld in generieke maatregelen en specifieke (gebieds)maatregelen. De laatste categorie is ruimtelijk relevant in de dubbele betekenis van het woord. Deze maatregelen zorgen mogelijk voor een zichtbare transformatie van specifieke gebieden en omgekeerd zijn ze object voor ruimtelijke ordening

en ontwerp: specifieke ruimtelijke kenmerken zorgen voor een optimale situering, aanhechting en inpassing van deze gebiedsmaatregelen.

De door de werkgroepen geïdentificeerde gebiedsmaatregelen zullen op grotere en kleinere schaal uiteindelijk in het gelaagde Nederlandse landschap tot uitvoering komen en zichtbaar worden. Dat is geen kwestie van willekeur. In de allereerste plaats zijn de onderscheiden landschapstypen een soort selecteur welke gebiedsmaatregelen daar kansrijk zijn. De verschillen binnen de landschapstypen zorgen voor het verder ruimtelijk uitsorteren van de gebiedsmaatregelen. We moeten ons bij deze gebiedsmaatregelen realiseren dat de landschappen niet slechts een passief achterdoek vormen voor het projecteren van klimaatmaatregelen maar dat het landschap met zijn vele verschillende karakteristieken, waarden en betekenissen ook als 'regisseur' en scherpreecher kan optreden. Een regisseur die bepaalt waar de betreffende maatregelen het meeste of het beste klimaateffect sorteren en waar je er maar beter niet aan kunt beginnen. De gebiedsmaatregelen en het landschap hebben, met andere woorden een wederkerige relatie.

3.2.4 LEESWIJZER

De eerste stap in het proces voor ons was het ordenen van alle mogelijke maatregelen zoals geformatteerd in de fiches. Hiervoor is in de eerste plaats onderscheid gemaakt in generieke maatregelen en gebiedsspecifieke maatregelen en in de tweede plaats in maatregelen die uitvoerbaar zijn met een voortzetting van het landgebruik en maatregelen die een verandering van het landgebruik met zich meebrengen. Dit wordt in paragraaf 3.3 - Maatregelen uit de Groepen - nader uitgelegd.

Lopende de gesprekken zijn een viertal abstracte 'systeemoorsneden' van Nederlandse landschappen gemaakt waar de belangrijkste ruimtelijke en systeemkenmerken in een beeld zichtbaar zijn. Daarna worden de gebiedsmaatregelen die gesuggereerd zijn door de werkgroepen gekoppeld aan de beste, meest effectieve of logische plekken in de stadslandschappen, kleilandschappen, zandlandschappen en veenlandschappen. Zie hiervoor paragraaf 3.4 - Landschap als Regisseur.

Op basis van deze ruimtelijke aspecten zijn eerste conclusies getrokken waar, hoe en met welk proces de maatregelen mogelijk gaan uitwerken in ons

diverse gelaagde en gewaardeerde Nederlandse landschap met als doel de kwaliteit en werking hoog te houden. Door deze 'casting' worden ook de contouren zichtbaar van de mogelijkheden die deze ruimtelijke fijnregeling aan landbouw en landgebruik biedt om de lange termijn klimaatdoelen te halen en Nederland leefbaar voor de toekomst te houden. Hierin wordt ook kort geschetst op welke wijze zonne-energie hier een bijdrage aan zou kunnen leveren. Zie hiervoor paragraaf 3.5 - Perspectief.

3.2.5 NETWERK

H+N+S Landschapsarchitecten is gevraagd om ruimtelijke expertise in te brengen in deze sectortafel. In overleg met de voorzitter, Pieter van Geel en met het secretariaat van de sectortafel - Martijn Root en Nikolai Bloem - hebben we een koers voor onze werkzaamheden uitgezet. Wij hebben die verder ingevuld door literatuurstudie en gesprekken. Gesprekken met voorzitters en leden van de meest ruimtelijk relevante werkgroepen die handelden over slimmer landgebruik: over de Veenweidegebieden, over koolstofopslag in bodems en de werkgroep die zich boog over de bijdrage door bos, natuur en bomen. Ook is een gesprek gevoerd met de secretaris van de werkgroep Verduurzamen van de landbouw. Verdieping en inspiratie werd toegevoegd door twee gesprekken bij prof. Rogier Schulte en dr. JanPeter Lesschen van de WUR waarbij ook Martijn Root aanschoof. We danken al onze gesprekspartners en de leden van de sectortafel die in de plenaire vergaderingen feedback gaven op ons werk.

3.3 MAATREGELLEN UIT DE WERKGROEPEN

3.3.1 BEOOGDE MAATREGELLEN UIT DE WERKGROEPEN

De werkgroepen van de sectortafel landbouw en landgebruik hebben een rijke oogst opgeleverd aan maatregelen die (kunnen) worden ingezet om de klimaatdoelen voor deze sector te halen. In deze rapportage over de ruimtelijke aspecten van de klimaatopgave voor landbouw en landgebruik tonen wij dat naast de generieke maatregelen die op bedrijfsniveau uitkristalliseren, maatregelen gebiedsspecifiek kunnen zijn. De geografische diversiteit bepaalt mede waar welke maatregelen effectief zijn en andersom zijn er maatregelen die de verschijning van het Nederlandse landschap in beperkte of zelfs grote mate zullen veranderen.

Niet alle aangedragen maatregelen - zoals deze in de fiches terecht zijn gekomen - zijn gebiedsspecifieke maatregelen. Zo zal de

'koplappersregeling voor de glastuinbouw' geen wezenlijke impact hebben op het landgebruik in Nederland en ook maatregelen uit de pijler 'voedselconsumptie' zullen niet tot zichtbare transformaties van ons gewaardeerde buitengebied leiden.

In deze paragraaf worden alle maatregelen uit de fiches geordend en ingedeeld op twee niveaus. Vervolgens worden ze gepresenteerd in zogeheten 'tegels'. Deze tegels passeren de revue aan de aan van de pijlers waar deze onder weggeschreven zijn in het voorstel voor het hoofdlijnenakkoord van de sectortafel landbouw en landgebruik.

3.3.2 1: GENERIEK- OF GEBIEDSSPECIFIEK

Generieke maatregelen hebben betrekking op maatregelen die enerzijds inspelen op de bedrijfsvoering en opstallen (zoals schuren, mestopslagen of stallen) of de keten als geheel en zijn niet geografisch gebonden. Dit zijn monitorings / financiële / technische maatregelen die algemeen geldend zijn voor (een deel van) de agrariers en landgebruikers in Nederland. De generieke maatregelen worden in deze studie niet meegenomen.

Een deel van de maatregelen die de werkgroepen op hun 'fiches' hebben geformuleerd hebben wij gekarakteriseerd als 'gebiedsspecifiek'. Het is een verzamelcategorie van maatregelen die:

- specifiek zijn – in de zin dat ze in zekere mate gebonden zijn aan bepaalde landschappen of zelfs specifieke plekken binnen dat landschap;
- en niet op het niveau van een enkel bedrijf kunnen worden uitgevoerd, dus afspraken tussen meerdere grondeigenaren nodig maken (boeren, terrein behorende organisaties en andere eigenaren);
- en dus vragen om een collectief arrangement, een afsprakenkader of plan, om afgestemd met elkaar en met andere belanghebbenden, tot uitvoering te kunnen komen.

We moeten ons bij deze gebiedsmaatregelen realiseren dat de landschappen niet slechts een passief achterdoek vormen voor het er op projecteren van klimaatmaatregelen maar dat het landschap met zijn vele verschillende karakteristieken, waarden en betekenissen ook als 'regisseur' en scherprechter kan optreden. Een regisseur die bepaalt waar de betreffende maatregelen het meeste of het beste klimaateffect sorteren en waar je er maar beter niet aan kunt beginnen. Een leefbaar landschap is niet alleen de basis voor het welbevinden van de bewoners en

een belangrijke vestigingsfactor, het is ook straks de sleutel tot de maatschappelijke acceptatie van alle veranderingsprocessen die de energie-transitie in gang zal zetten. De gebiedsspecifieke maatregelen staan daarom centraal in onze studie en zijn hieronder in niveau nauwkeuriger opgedeeld.

3.3.3 2: VOORTZETTING VAN HET HUIDIG GEBRUIK OF VERANDEREND GEBRUIK

Gebiedsspecifieke maatregelen die in ons Nederlandse landschap aangewend of uitgewerkt gaan worden zullen gevolgen hebben voor het gebruik van het landschap. De mate waarin dit tot een zichtbare transformatie van de fysieke verschijning leidt (en daarmee identiteit of waardering) hangt hier mede mee samen. Enerzijds zijn er maatregelen die toegepast kunnen worden met voortzetting van het huidige gebruik. Door optimalisaties van landgebruik of landbewerking of door klimaatslimmer beheer kan de CO₂ uitstoot worden gereduceerd of zelfs een vastlegging van koolstof worden bewerkstelligd. De set maatregelen of de aanpak verschilt echter per landschapstelsel waardoor ze dus gebiedsspecifiek zijn. Daarnaast vragen sommige maatregelen een afstemming tussen meerdere partijen, bijvoorbeeld wanneer ontwateringsregimes in peilvakken worden aangepast.

Anderzijds zijn er maatregelen die beperkt of rigoreus tot ander gebruik van het landschap leiden en daarmee leiden tot een significante CO₂ reductie of vastlegging. Verandering van gebruik leidt overigens niet automatisch tot een grote verandering van verschijningsvorm. Zo is het omzetten van tijdelijk grasland in permanent grasland wel een gebruiksverandering, maar het ruimtelijke gevolg (de verschuivingen van met name maisproductie) heeft een minimale impact op de fysieke verschijning en beleving van het landschap. Dit in contrast met het realiseren van grote arealen nieuw bos wat wel tot een zichtbare andere inrichting leidt.

3.3.4 TEGELS

Alle gebiedsspecifieke maatregelen zijn voorzien van een visualisatie in de vorm van een isometrie die wij tegel hebben genoemd. Deze tegels zijn een abstracte verbeelding van de daadwerkelijke maatregel en dient puur ter illustratie. Ook zijn de maatregelen die vertaald zijn in een tegel niet de enige maatregelen. Ze zijn exemplarisch en niet uitputtend. In een aantal gevallen zijn meerdere maatregelen samengenomen in één tegel vanwege de leesbaarheid of is een tegel terug te voeren tot meerdere werkgroepen en pijlers.

Aan alle specifieke maatregelen waar CO₂ getallen per hectare per jaar voor bekend zijn hebben we een CO₂ emissiereductie of vastleggingsindicatie toegevoegd aan de tegel. Hiervoor hebben we een schaal geïntroduceerd omdat het daadwerkelijke getal afhankelijk is van de specifieke plek en omvang waar het gaat plaatsvinden. De schaal geeft wel een indicatie wat de impact van maatregelen ten opzichte van elkaar is.

We maken onderscheid tussen emissiereductie wat inhoudt dat de maatregel de huidige emissie niet volledig stopt, maar wel reduceert, en tussen vastlegging. In sommige gevallen heeft een maatregel zowel een emissie reductie schaal als een vastleggingschaal. Dat betekent dat de emissie volledig wordt gestopt en de maatregel zelfs een netto vastlegging bewerkstelligd. Dit is bijvoorbeeld het geval bij enkele veenmaatregelen die tot aangroei (en dus vastlegging) van veen of biomassa leiden.

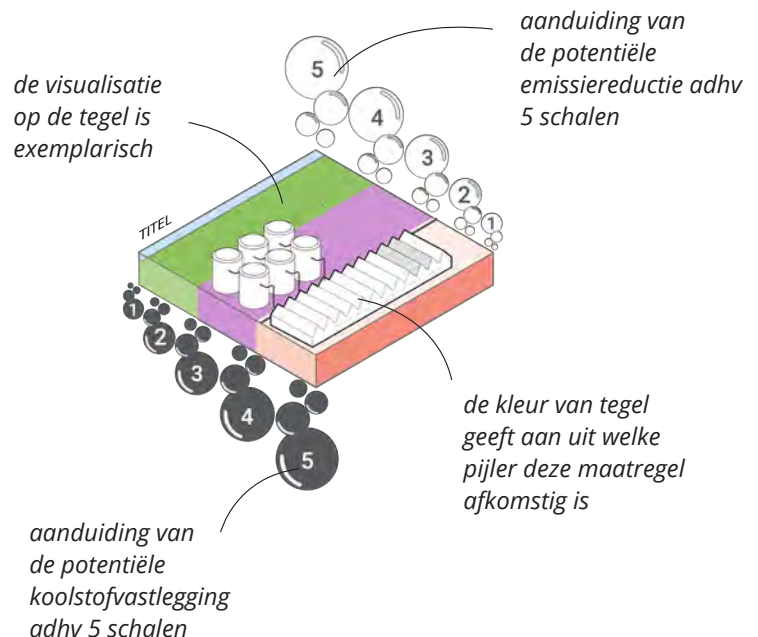
We hanteren de volgende schaal:

vastlegging

- vastlegging schaal1: 1-2 ton CO₂/ha/j
- vastlegging schaal2: 2-5 ton CO₂/ha/j
- vastlegging schaal3: 5-10 ton CO₂/ha/j
- vastlegging schaal4: 10-20 ton CO₂/ha/j
- vastlegging schaal 5: > 20 ton CO₂/ha/j

Emissiereductie

- Emmissiereductie schaal1: 1-2 ton CO₂/ha/j
- Emmissiereductie schaal2: 2-5 ton CO₂/ha/j
- Emmissiereductie schaal3: 5-10 ton CO₂/ha/j
- Emmissiereductie schaal4: 10-20 CO₂/ha/j
- Emmissiereductie schaal5: > 20 ton CO₂/ha/j



3.3.5 GEBIEDSMAATREGELEN PIJLER 1: LANDBOUW

Pijler 1 heeft betrekking op de werkgroepen Minder Methaanuitstoot Mestopslagen en Verduurzaming Landbouw.

Generiek:

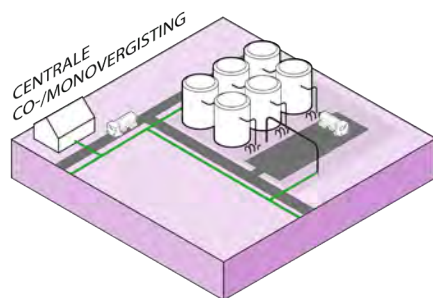
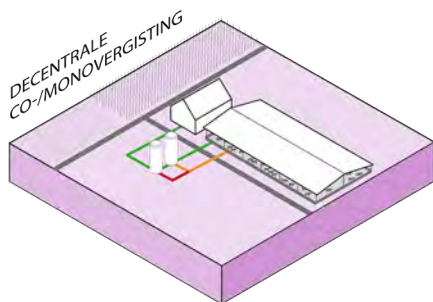
De voorgestelde maatregelen binnen deze pijler zijn breed en hebben bijvoorbeeld betrekking op het reduceren van de methaanuitstoot (bijvoorbeeld de verbetering van stallen en opslag) en maatregelen voor de diverse vormen van veeteelt. Ook deze maatregelen zijn algemeen toepasbaar (zoals de broeikasgasmonitor).

Gebiedsspecifiek met voortzetting gebruik

Gebiedsspecifieke maatregelen binnen de pijler landbouw bestaan uit een pakket van maatregelen die overlap hebben met pijler 2 (landgebruik). Denk bijvoorbeeld aan het aanpassen van grondbewerking in graslanden ten behoeve van de veeteelt. Al deze maatregelen worden in pijler 2 meegenomen.

Gebiedsspecifiek met verandering gebruik

(mono)mestvergisting van met name varkensmest is wel een maatregel met een ruimtelijke impact die afstemming vraagt in een gebied. Dit heeft immers effecten op milieucirkels en vraagt in sommige gevallen aanpassing van bestemmingsplannen.



3.3.6 GEBIEDSMAATREGELEN PIJLER 2: LANDGEBRUIK

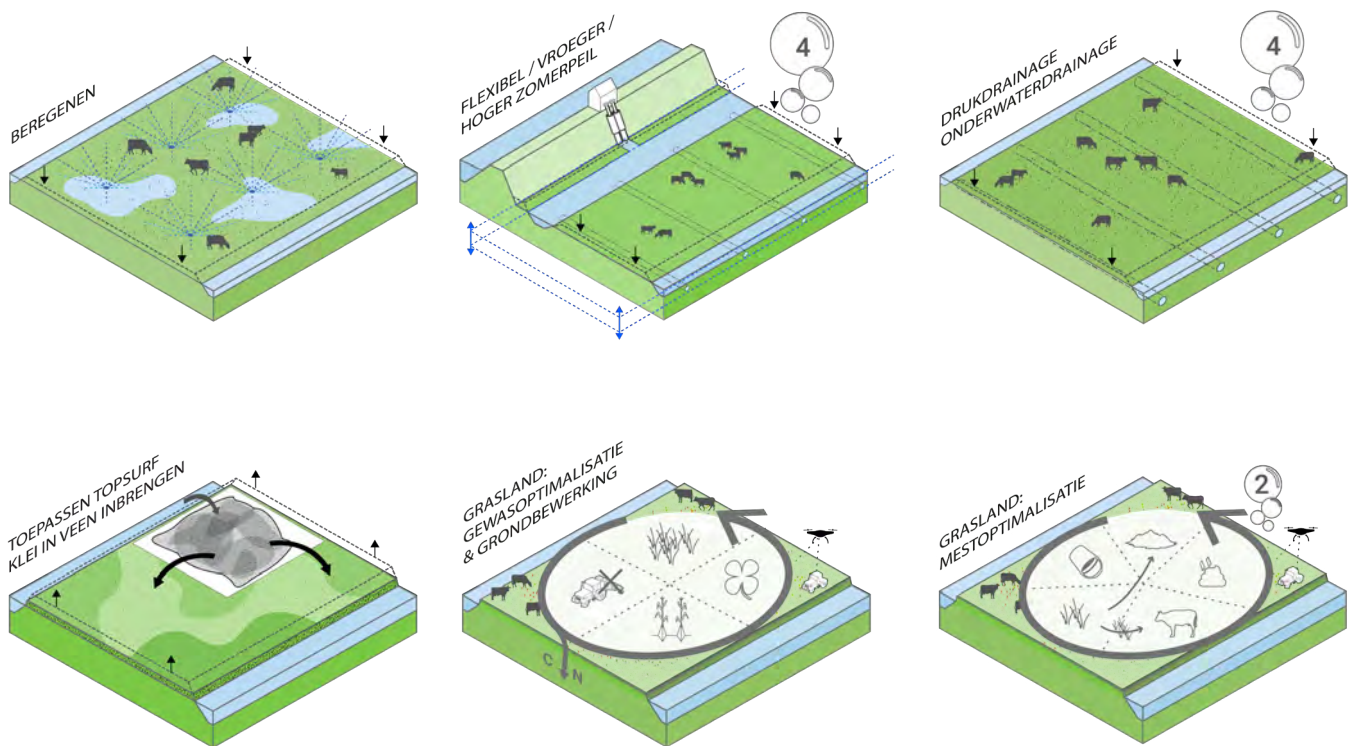
Pijler 2 heeft betrekking op de drie thema's gericht op slimmer landgebruik: (1) veenweidegebieden en graslanden; (2) akkerbouw; en (3) bomen, bos en natuur.

Generiek:

Alle maatregelen zoals die in de fiches terecht zijn gekomen hebben betrekking op specifieke locaties in Nederland. Er zijn daarom geen generieke maatregelen in deze pijler

Gebiedsspecifiek met voortzetting gebruik

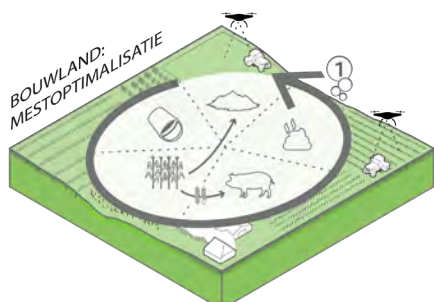
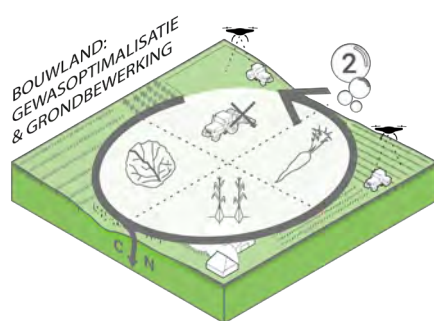
Maatregelen met voortzetting van het huidige gebruik gaan vooral over het (door techniek) optimaliseren van het huidige gebruik, het klimaatslim beheren van huidige (natuur)functies of uitbreiding van bestaande landschapsspecifieke kenmerken zoals houtwallen of kleine bosjes op overhoeken.



1. veenweidegebieden en graslanden

Deze gebiedsmaatregelen draaien aan de ene kant om maatregelen die de emissies door ontwatering van veengebieden moeten terugdringen. Deze maatregelen hebben als effect dat de oxidatie van veen wordt geremd en daarmee de jaarlijkse uitstoot wordt verminderd en de bodemdaling ook afneemt. Hiermee gaat het verlies van veen minder snel dan in de huidige situatie. Anderszijds hebben deze maatregelen betrekking op de grondbewerking en soortensamenstelling en bemesting van graslanden. Dit laatste is in twee

overkoepelende tegels samengebracht omdat dit gaat over een pakket aan maatregelen om koolstof in het grasland zelf op te slaan waarin de keuzevrijheid van de agrarier centraal staat. Het pakket aan maatregelen zal echter wel per landschap gaan verschillen. Een grasland op veen is immers anders dan een grasland op moerige grond, klei of zand. Dergelijke maatregelen sorteren voor op de robotisering en precisielandbouw van de toekomst waarbij door nauwkeurige (remote sensing)metingen aansturing van voertuigen, bemesting, maaieregimes, soortensamenstelling, bewatering of onkruidbestrijding plaatsvindt.

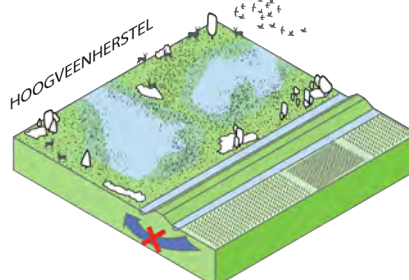
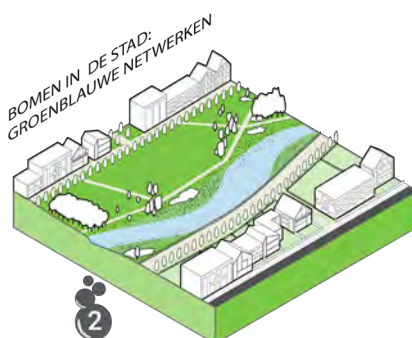
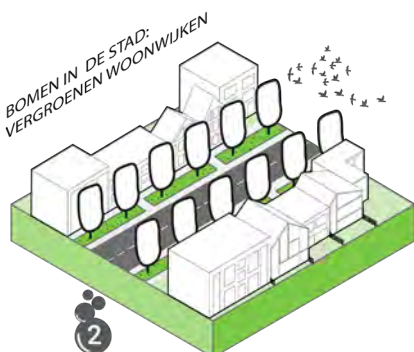
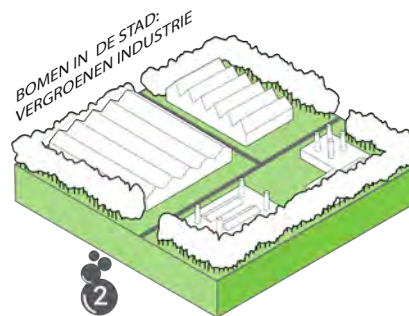
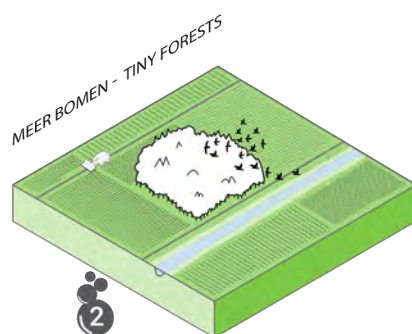
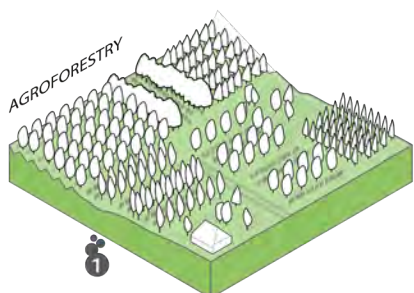
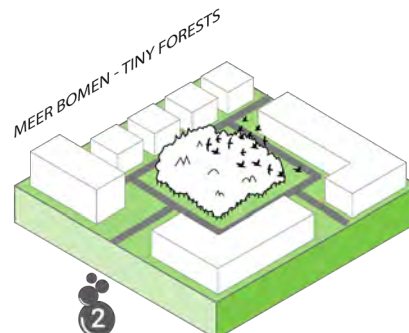
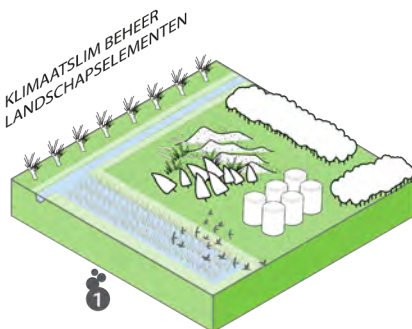
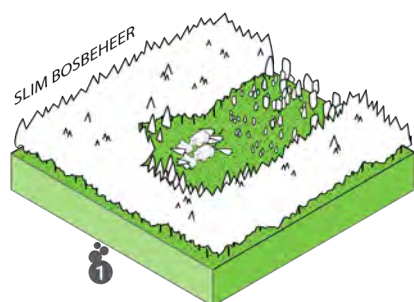
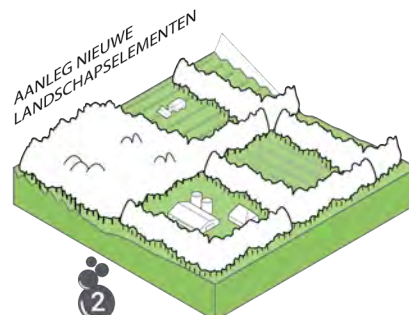
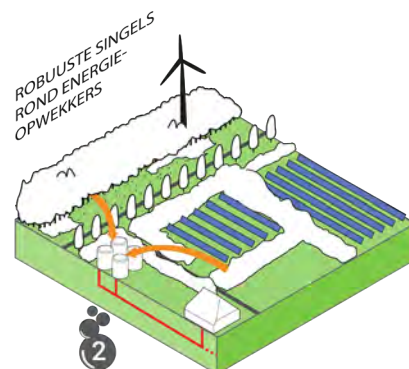
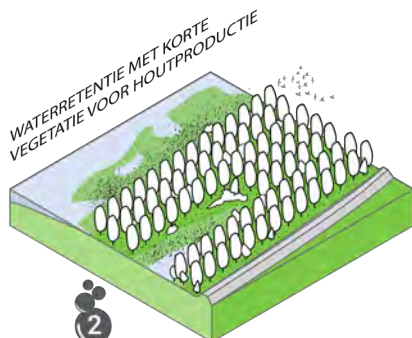
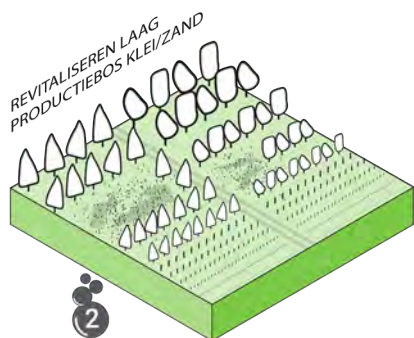


2. akkerbouw

Deze gebiedsmaatregelen gaan in op het optimaliseren van het huidige gebruik als akkerbouw en hebben betrekking op optimalisaties in gewasrotaties en aanpassingen in de grondbewerking (bijvoorbeeld beperking diepploegen, het toepassen van vanggewassen of slimme gewasrotaties) en het optimaliseren van bemesting (zoals bemesting door inmengen van organisch stof of het verwerken van compost) met als doel om zoveel mogelijk koolstof in de bodem op te slaan of afbraak van koolstof te voorkomen. Maatregelen over grondbewerking en gewasrotatie zijn in één tegel gevat, alsmede het optimaliseren van mest. Dergelijke maatregelen sorteren voor op de robotisering en precisielandbouw van de toekomst waarbij door nauwkeurige (remote sensing)metingen aansturing van voertuigen, bemesting, gewasrotaties, soortensamenstelling, bewatering of onkruidbestrijding plaatsvindt.

3. bomen, bos en natuur

Maatregelen met voortzetting van het huidige gebruik hebben enerzijds betrekking op het klimaatslim beheer van natuurgebieden en landschapselementen. Inbegrepen in het klimaatslim beheer is het zoeken naar nieuwe toepassingen van biomassa zodat geogste biomassa langer aan de cyclus wordt onttrokken, bijvoorbeeld in de vorm van bouwhout. Anderszijds hebben deze maatregelen betrekking op de uitbreiding van bestaande landschapselementen en bomen in zowel het buitengebied als de stad.

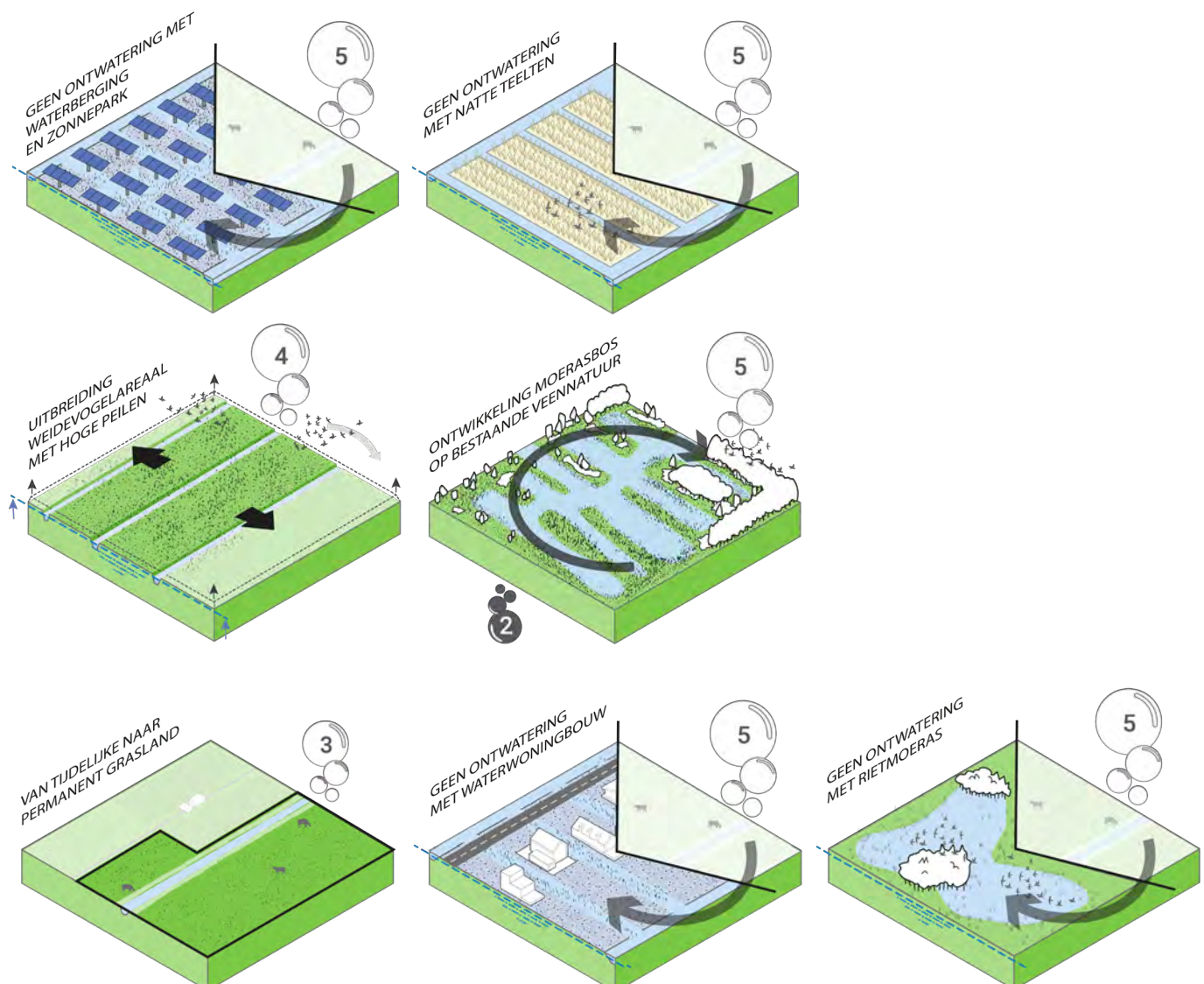


3.3.7 PIJLER 2: LANDGEBRUIK - GEBIEDSPECIFIEK MET VERANDERING GEBRUIK

Maatregelen met verandering van het huidige gebruik gaan enerzijds over funktiekoppelingen zoals agroforestry waarbij bestaand gebruik wordt gekoppeld aan nieuw gebruik of anderzijds over ingrijpende funktieveranderingen zoals de ontwikkeling van nieuw bos op bouwlanden of een stop op ontwatering van veengebieden met een transitie van grasland naar broekbos.

1. veenweidegebieden en graslanden

Met name maatregelen die bijdragen aan de volledige stop van emissies in veenweidegebieden door een stop op de ontwatering. Dit vraagt een gebruiksverandering naar natte teelten of andere functies. Maar ook binnen de graslanden op klei of zand kunnen gebruiksverandering bijdragen aan koolstofvastlegging.

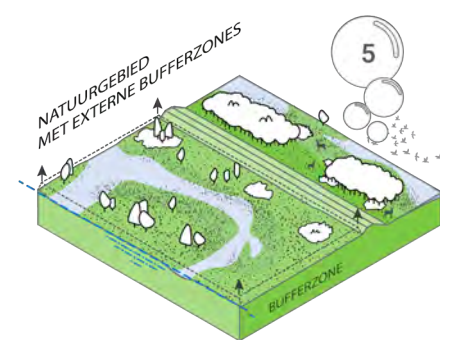
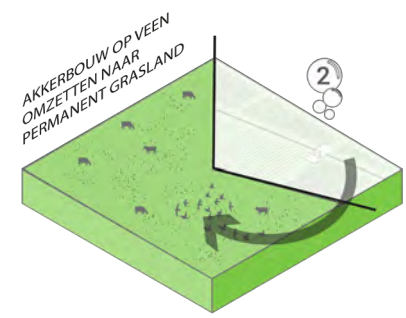
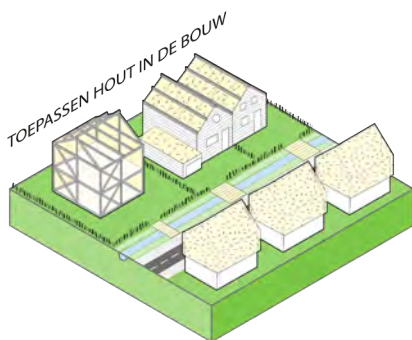
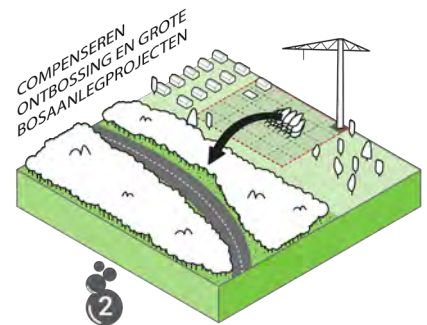
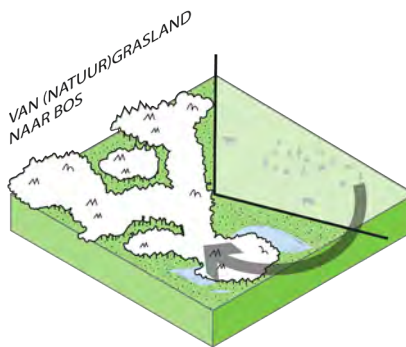
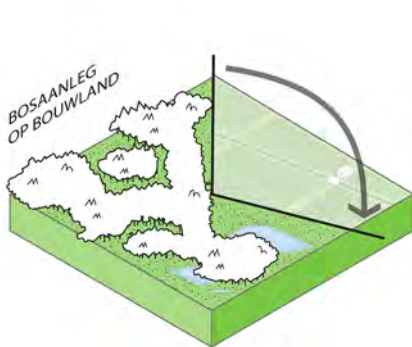
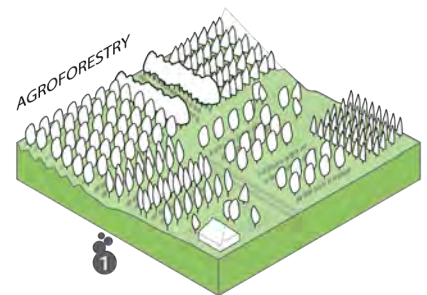
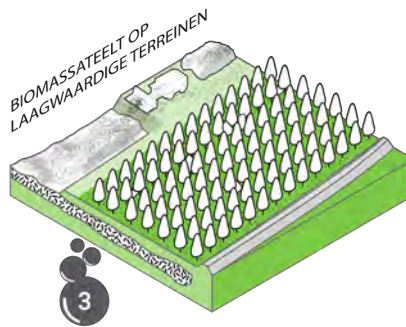


2. akkerbouw

Er zijn geen gebiedsmaatregelen die betrekking hebben op gebruiksverandering binnen de akkerbouw. Maatregelen die gaan over functieverandering van akkerbouw naar een andere functie zijn immers ondergebracht bij de maatregelen 'bomen, bos en natuur' (zie hieronder).

3. bomen, bos en natuur

Gebiedsmaatregelen met betrekking tot gebruiksverandering en bomen, bos en natuur zijn maatregelen voor buffering, transformatie en uitbreiding van natuurgebieden. Ook de toepassing van hout in de bouw is hieronder geschaard omdat dit ook een functieverandering betreft.



3.3.8 GEBIEDSMAATREGELN PIJLER 3: ENERGIE

Binnen de pijler Energie wordt onderscheid gemaakt tussen 'glastuinbouw', 'landbouwvoertuigen' en 'overige energiegerelateerde afspraken'. De fiches en daarmee ook onze studie heeft alleen betrekking op de glastuinbouw. Deze zijn hieronder weergegeven.

Generiek

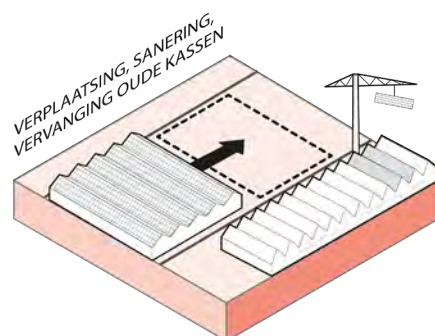
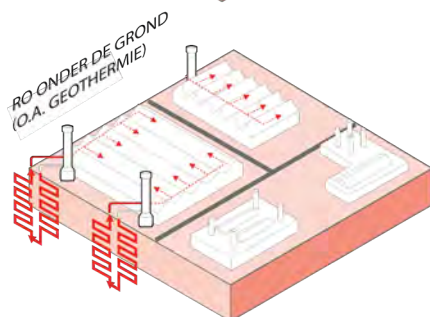
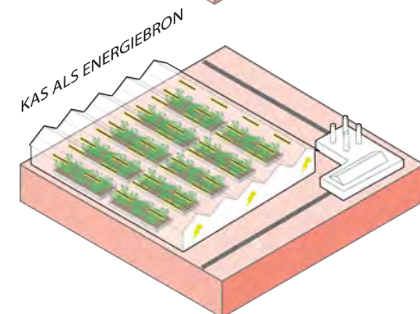
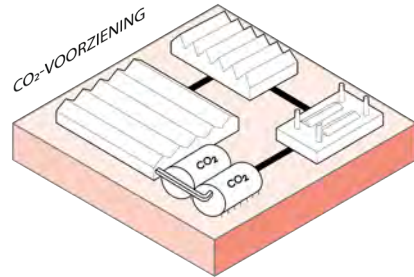
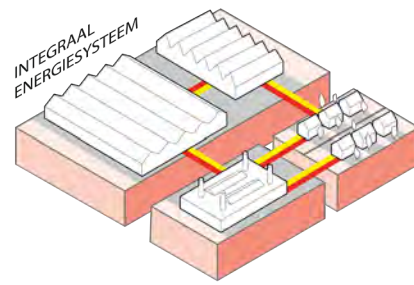
Binnen de glastuinbouw worden diverse generieke maatregelen genoemd. Denk aan voortzetting van innovatie-programma's of koplopersregelingen. Deze zijn niet in tegels gevat en algemeen toepasbaar.

Gebiedsspecifiek met voortzetting gebruik

Dit betreffen maatregelen die bijdragen om de glastuinbouw tot een energieneutrale sector te transformeren. De gebiedsspecifieke maatregelen gaan met name over de uitwisseling van energie, warmte en CO₂ waarbij ruimtelijke ordening (onder en boven de grond) in relatie tot bebouwde omgeving en industrie belangrijk is.

Gebiedsspecifiek met verandering gebruik

In principe zal de glastuinbouw aan gebruik niet veranderen. In een aantal gevallen is het wel mogelijk om via verplaatsing, sanering of vervanging de noodzakelijke verduurzaming te realiseren waarbij via ruimte voor ruimte regelingen bijvoorbeeld onrendabele glastuinbouw kan worden uitgeplaatst.



3.3.9 GEBIEDSMAATREGELLEN PIJLER 4: KLIMAATVRIENDELIJKERE VOEDSELCONSUMPTIE

Deze pijler draait om een gedragsverandering bij de Nederlandse consument om voedsel te nuttigen die klimaatvriendelijker is, wat onder andere samenhangt met de keuzes binnen een productgroep, het reduceren van de voedselverspilling, maar ook met de verhouding tussen dierlijke en plantaardige producten van 60:40 naar 40:60.

Generiek

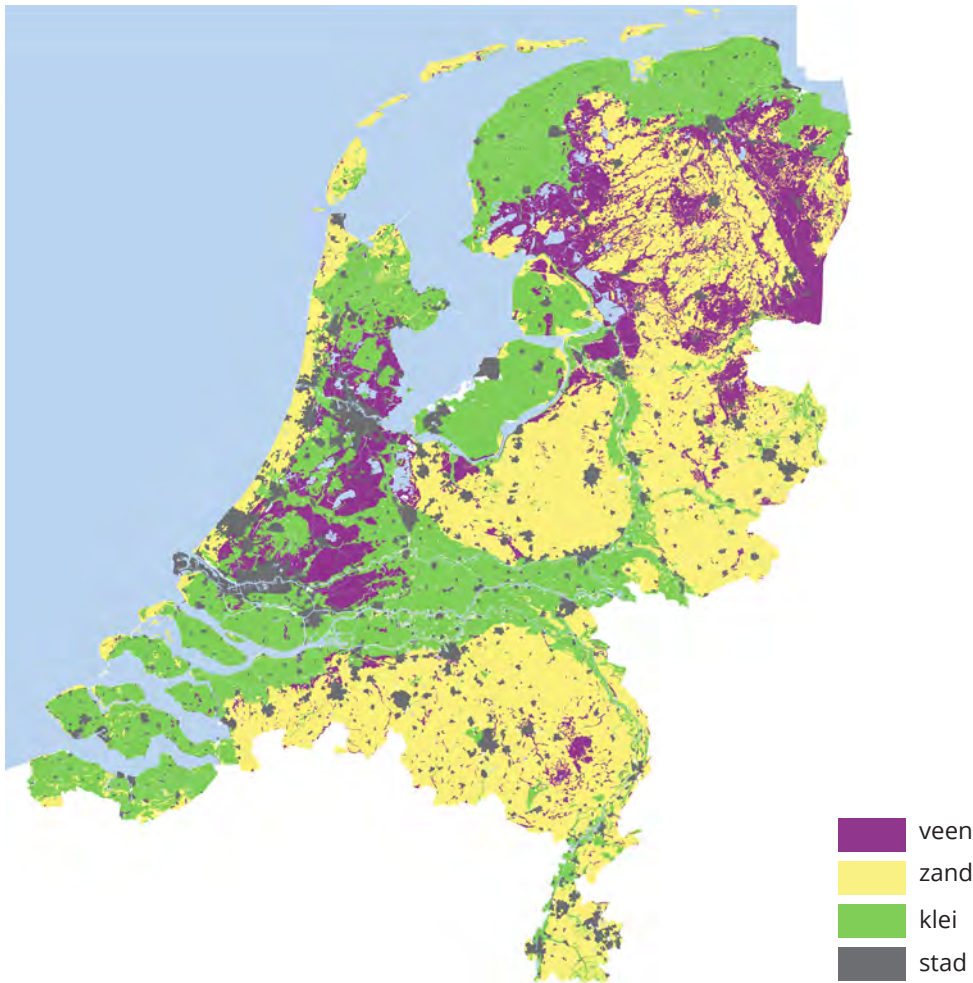
Deze pijler kent alleen generieke maatregelen. Bijvoorbeeld voorlichting, de rol van supermarkten in het aanbod van klimaatvriendelijke producten en het sturen van aanbiedingen, het terugdringen van voedselverspilling bij consumenten, supermarkten en horeca en het inzichtelijk maken van de carbon footprint in productgroepen.

3.3.10 GEBIEDSMAATREGELLEN PIJLER 5: INNOVATIEAGENDA

De laatste pijler geeft inzicht in de noodzakelijk innovatie die nodig is om de uiteindelijke doelstelling van 95% CO₂ reductie in 2050 te halen. Hiervoor zijn een aantal innovatiepaden uitgestippeld. Omdat het hier maatregelen betreffen die de onderzoeksagenda van bedrijven, instellingen en onderwijs bepalen zijn deze niet meegenomen in deze studie.

Opgemerkt dient te worden dat de innovatie uiteindelijk wel tot nieuwe maatregelen zal leiden die gebiedspecifiek zijn en tot verandering van gebruik kunnen leiden. Voorbeelden hierin zijn het innovatiespoor 2 waarin nieuwe wegen voor biomassa- en voedselproductie worden voorgesteld en innovatie in het optimaal gebruik van land en biomassa via de ruimtelijke ordening wordt geagendeerd.

Onze ruimtelijke rapportage sluit overigens af met een aantal innovatie-opgaves die vanuit het Nederlandse landschap noodzakelijk zijn om meer inzicht in de werking van gebiedsspecifieke maatregelen en meekoppelkansen te verschaffen.



AFBEELDING 4: DE VIER LANDSCHAPPEN VAN NEDERLAND

3.4 LANDSCHAP ALS REGISSEUR

In deze paragraaf worden de gebiedsmaatregelen uit de vorige paragraaf gelinkt aan plekken in de vier belangrijkste Nederlandse landschappen. Het veenlandschap, het zandlandschap en het kleilandschap verwijzen naar de dominante substraat met verschillende bodemvormingsprocessen en daardoor ook tot een andere ontginnings-, gebruiks- en bewoningsgeschiedenis hebben geleid. De vierde is het stadslandschap. Niet alleen een eigen categorie omdat ons land voor een niet onbelangrijk deel verstedelijkt is, maar ook omdat een aantal gebiedsmaatregelen echt aan deze stadslandschappelijke wereld zijn gebonden. Wij doen dat door principe-doorsnedes van de vier landschappen te tonen waarin de belangrijkste fenomenen en specifieke kenmerken zijn opgenomen. Uiteraard zijn voor de leesbaarheid de verhoudingen overdreven, maar het geeft een goed beeld van de diversiteit en gelaagdheid boven en onder het maaiveld.

Elke doorsnede wordt geïntroduceerd met een korte kenschets van het landschap en historie, de belangrijkste opgaves en de potentiële kansen die we op basis van de doorsnedes hebben geïdentificeerd.

Zwevend boven de doorsnedes zijn vervolgens mogelijke klimaatmaatregelen geprojecteerd, middels tegels zoals gepresenteerd in de vorige paragraaf. Deze maatregelen zijn onderverdeeld in de maatregelen met voortzetting van het huidige gebruik (VHG) en maatregelen met veranderend gebruik (MVG), ook zoals beschreven in de vorige paragraaf

De doorsnede met de tegels dient illustratief en beeldend te zijn en we willen niet de suggestie wekken dat we hiermee compleet zijn. Het laat niets meer en minder zien dan waar bepaalde exemplarische maatregelen mogelijk tot een uitwerking kunnen leiden. Boven de doorsnedes is dit middels een kort tekstje nader toegelicht.

3.4.1 SYSTEEM VAN HET VEENLANDSCHAP

Het laagveenlandschap van Nederland is op te delen in twee gebieden: het westelijk veensysteem in Noord en Zuid Holland en het noordelijk veensysteem grotendeels in Overijssel en Friesland. We maken dit onderscheid vanwege de verschillen in ontwateringsdiepte waarbij in het westelijk systeem een veel geringere ontwatering (30 tot 45 cm) is in vergelijking met het noordelijk systeem (tot wel 95 cm). Deze ontwateringen zorgen ervoor dat er jaarlijks 10 tot 35 ton CO₂ equivalent per hectare emitteert resulterend in een bodemdaling van enkele mm tot meer dan een cm per jaar.

De oorsprong van het noordelijk en westelijk systeem is grotendeel identiek waarbij de laagtes tussen de duinen en de hogere zandgronden door hoge waterstanden door rivieren en zeedoorbraken leidde tot veenvorming. De ontginning van deze veengebieden kwam in de middeleeuwen op gang waarbij eerst veen geschikt werd gemaakt voor akkerbouw en pas later grasland de dominante gebruiksvorm werd. Hiervoor werden wijken en sloten gegraven haaks op de ontginningsas. Diepe ontwatering met poldermolens was nodig om het veen bruikbaar te maken. Uiteraard had dit een enorme oxidatie en daarmee emissie van CO₂ lachgas tot gevolg. Je kunt stellen dat sinds de middeleeuwen een langzame veenbrand woedt waarbij ontwatering en oxidatie leidt tot kortstondig vrijkomen van mineralen die als nutriënten door gewassen worden opgenomen. Op deze manier zijn we in de afgelopen eeuwen al zo'n 5 a 6 meter veen kwijtgeraakt.

Ook de turfwinning had een enorme impact, niet alleen voor het uiterlijk van laag Nederland, ook voor de CO₂ huishouding. Hiermee is de emissie van veengronden niet van de laatste decenia, maar al eeuwen aan de gang. In de gebieden waar turf werd gewonnen ontstonden veenplassen die ook weer werden drooggemalen. Hier bleven de zeekleipolders achter met restanten veen in de ondergrond. Inmiddels zijn deze veenpakketten dusdanig dun dat wordt gesproken over moerige gronden. Ook op de flanken in de overgang tussen veengebieden en zand en kleigebieden worden deze moerige gronden aangetroffen.

Al deze ontwikkelingen hebben tot onderscheidende veentypes geleid, welke ook door het PBL zijn meegenomen in hun studies. Deze indeling is vertaald naar een abstracte doorsnede op de volgende pagina's. Het gaat om:

- moerige gronden (<40 cm veen)
- ondiepe veengebieden (40-80 cm veen)
- diepe veengebieden (>80 cm veen)

- (dik)zand op ondiep veen
- (dun)zand op diepveen
- (dik)klei op ondiep veen
- (dun)klei op diepveen

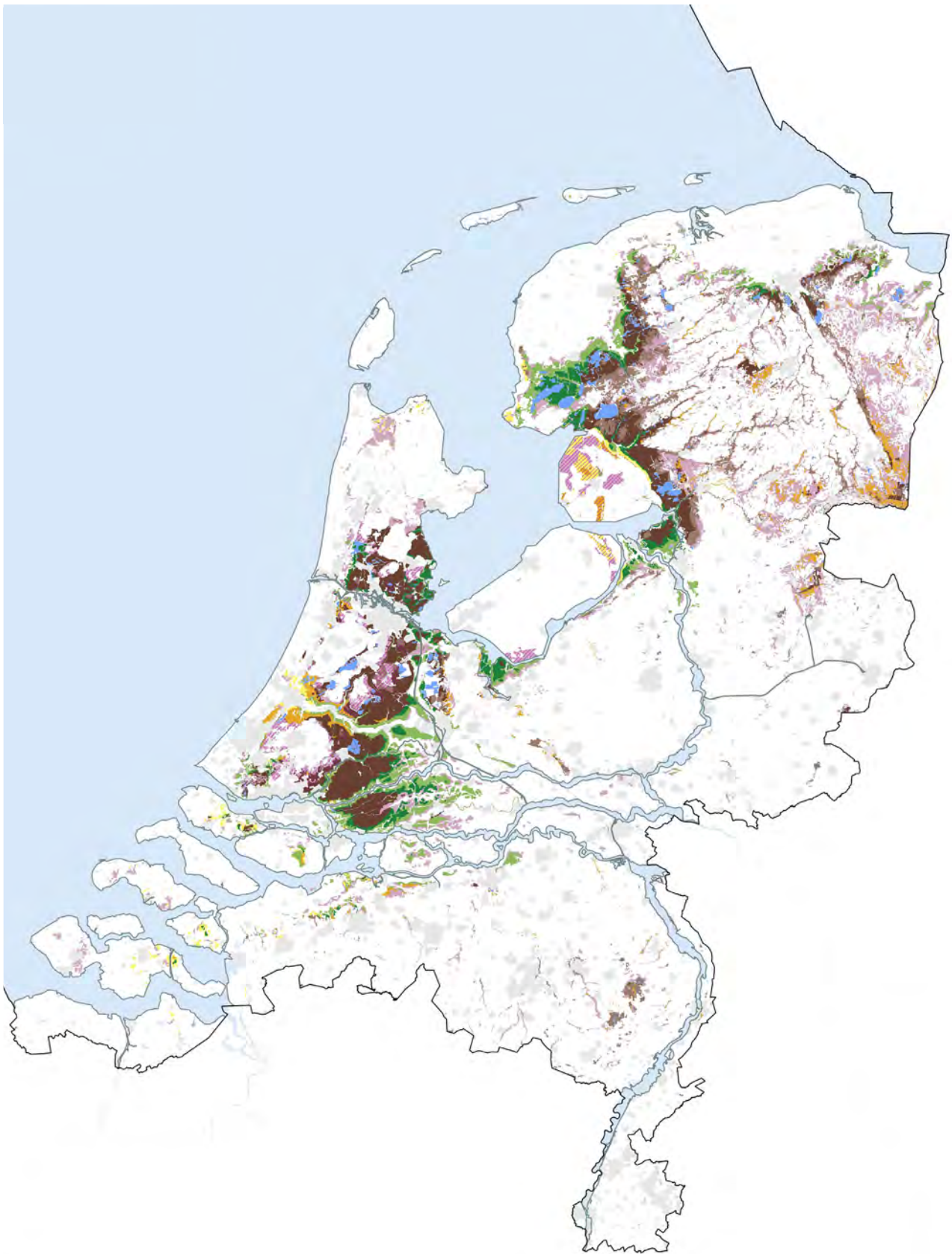
Specifieke opgaves:

- Door ontwatering van de diepere veengebieden wordt veel grondwater onttrokken. Dit grondwater is deels zeer zuiver grondwater van drinkwaterkwaliteit uit hogere stuwwallen of ruggen of hoger gelegen veen(natuur)plassen, anderzijds brak of zoutwater uit diepere kleilagen. Er is vervolgens ook weer zoetwater nodig om deze verzilting door te spoelen.
- Door ontwatering en inklinking ontstaan verzakkingen van kades, infrastructuur en bebouwing. Daarnaast zorgt waterfluctuatie voor rot aan houten funderingspalen die bij een constant waterpeil gebaat zijn.
- Ontwatering en oxidatie leiden uiteindelijk tot het verdwijnen van het veen waarbij een moerige (zurige) bodem of een mix van zand en keileem resten. Beide bodemsoorten zijn van geringere kwaliteit dan de veenbodems.
- Weidevogels, grotendeels afhankelijk van de veenweidegebieden staan onder druk met al jaren een teruggang in bijvoorbeeld de grutto of de veldleeuwrik.









Mogelijke klimaatkoppelingen:

De kansen in veengebieden liggen vooral op het vlak van het optimaliseren van het watersysteem en het versterken van de veenweide natuur. Door het opzetten van de grondwaterspiegel of het stoppen op ontwatering wordt niet alleen de veenoxidatie gestopt, maar wordt ook tegendruk voor zoute kwel ontwikkeld en voorkomen dat grondwater van drinkkwaliteit wordt opgepompt. In stedelijke gebieden betekent dit minder verzakking en rot van funderingen en wordt verdroging van nabijgelegen natuurgebieden en veenplassen grotendeels voorkomen.

Voor de verdere uitwerking van dit systeem en de volledige doorsnede wordt verwezen naar het document 'Ruimtelijke aspecten sectortafel Landbouw & Landgebruik'



Legenda

- | | |
|---|---|
|  droogmakerij met veenresten |  Klei op ondiepe veengrond |
|  Veenplassen |  Diepe veengrond |
| Veengronden (PBL) | |
|  Moerige grond (minder dan 40 cm veen) |  Ondiepe veengrond |
|  Zand op diepe veengrond |  Klei op diepe veengrond |

NOORDELIJK LAAGVEENSYSTEEM

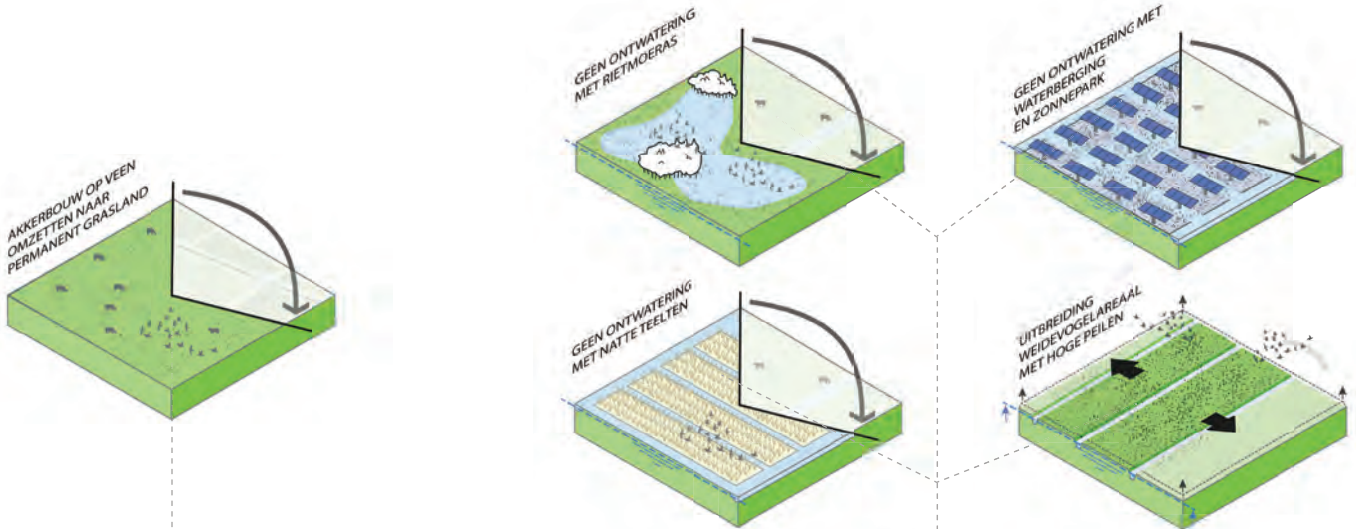
ONDIEP VEEN

VHG: Met technische maatregelen en optimalisaties van grasland beheer kan de uitstoot van CO₂ deels worden teruggedrongen, maar niet gestopt. Op termijn betekent dit uitoxideren van de ondiepe venen en dus verlies aan waardevol veenweideareaal.

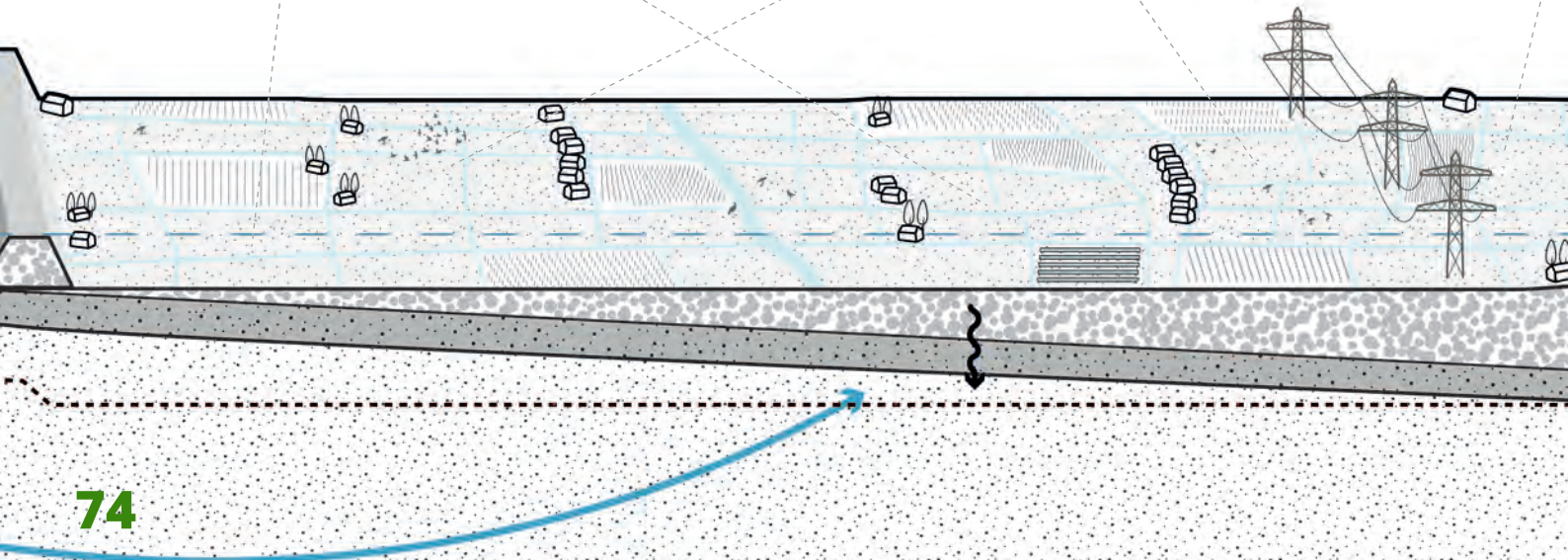
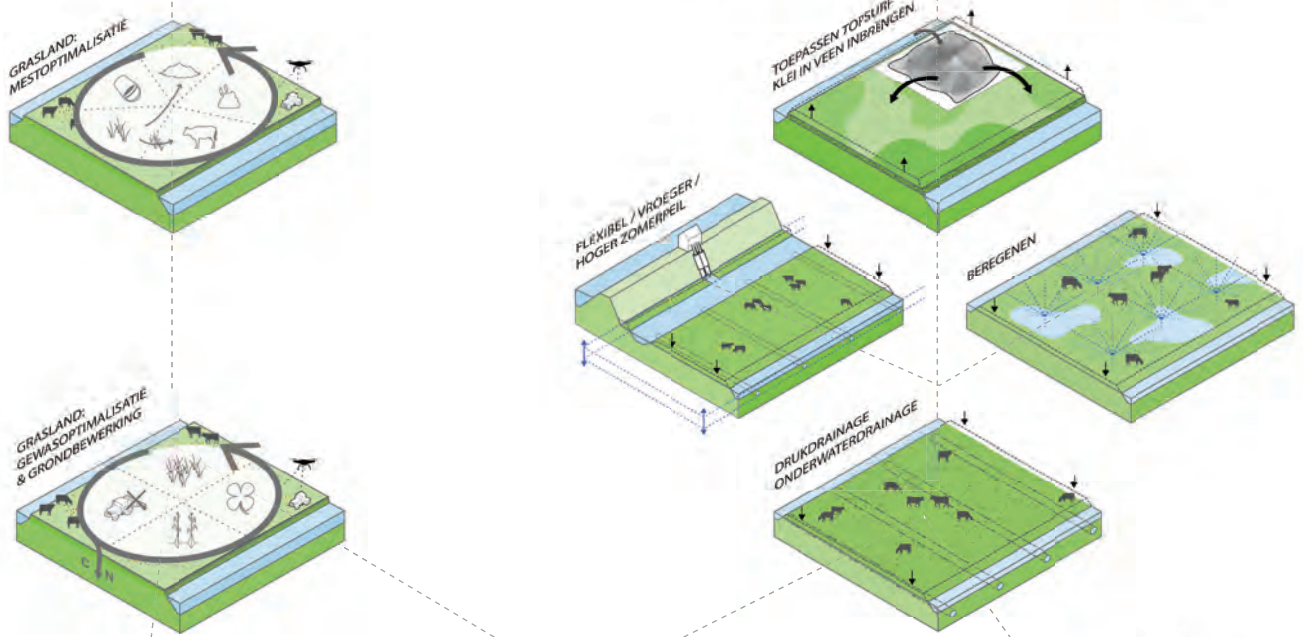
MVG: Alternatief is het stoppen van ontwatering en overschakeling naar natte teelten, rietmoeras

of waterberging. Hiermee kunnen ook de weidevogelarealen worden uitgebreid en wordt tegendruk geboden aan zoute kwel of wordt voorkomen dat waardevol goede kwaliteit grondwater wordt uitgepompt.

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK



MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



ONDIEP VEEN / DIEP VEEN

VHG: In veenweide natuur kan door klimaatslimmer beheer meer koolstof worden vastgehouden.

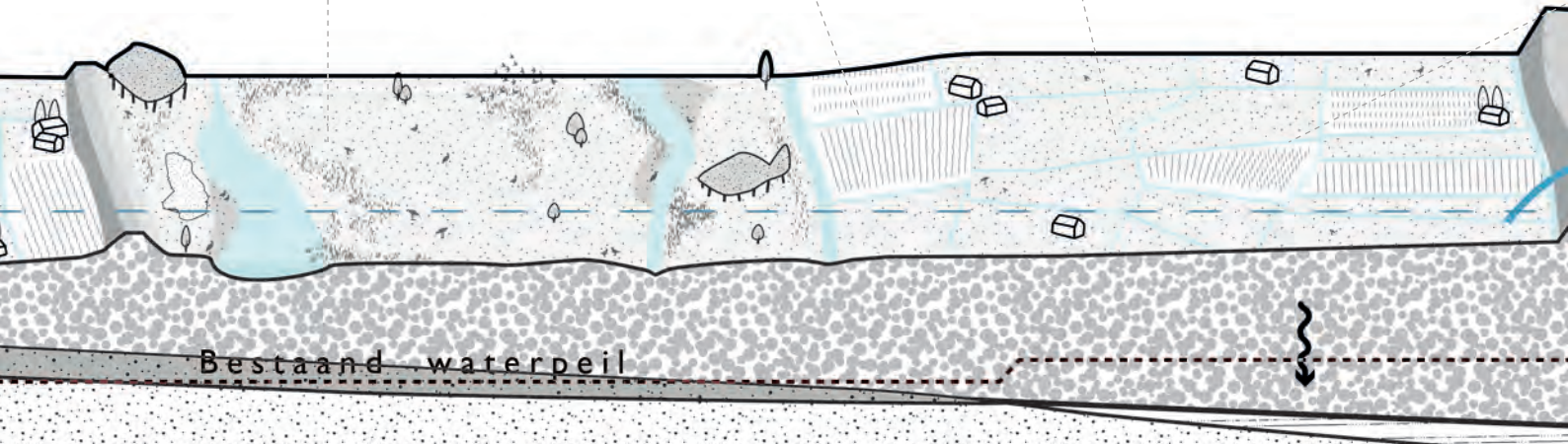
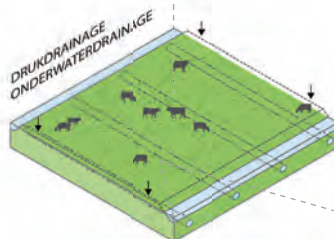
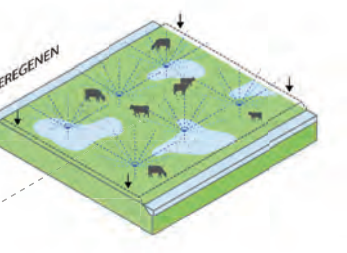
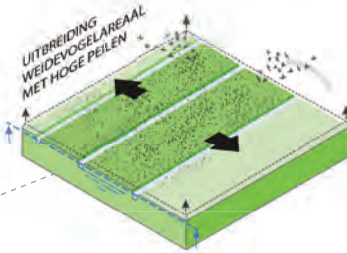
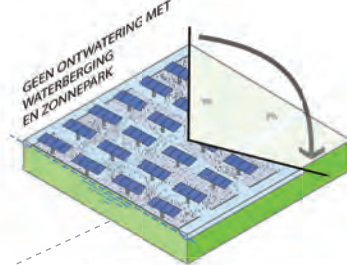
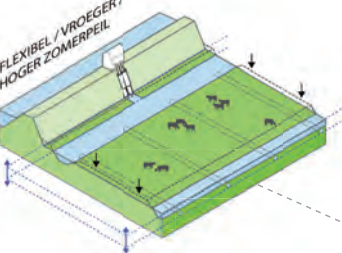
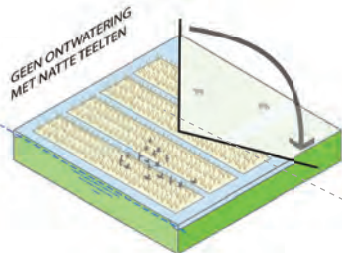
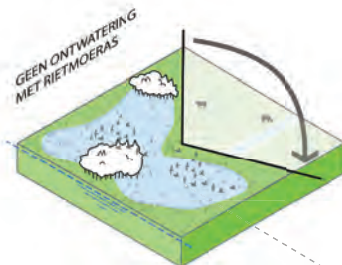
MVG: Verdroging van veenweidenatuur kan worden teruggedrongen met de ontwikkeling van bufferzones waarin waterstanden in aangrenzende veengebieden verhoogd worden. Dit levert tevens een stevige reductie van emissies op. De ontwikkeling van moerasbos in veennatuur is ook een potentiële maatregel.

DIEP VEEN

VHG: Net als in het ondiep veen kan in het diepveen met technische maatregelen de oxidatie en daarmee emissies en bodemdaling worden gereduceerd. Dit levert geen stop op emissies en klink, alleen een reductie. Door aanpassingen in bemesting en gewasrotaties kan de kwaliteit van bodem worden verbeterd en tevens meer koolstofvastlegging worden gerealiseerd

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK

MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



3.4.2 SYSTEEM VAN HET ZANDLANDSCHAP

Net als het kleilandschap werd ook het zandlandschap al vroeg bewoond. De eerste agrariers vestigden zich rond de beekdalen, hoog en droog genoeg. In de beekdalen kon het vee grazen, op de flanken van heuvels en stuwwallen werden de akkers ontwikkeld. In het bos werd hout verzameld en plaggen gestoken voor de potstallen. Zo verschaalden het bos en ontstonden de heide en stuifzandgebieden en de kenmerkende bolle essen. Met de industriële revolutie en de uitvinding van de kunstmest konden de schrale zandgronden en woeste heidegebieden worden ontgonnen en vruchtbaar gemaakt. De ruilverkaveling na de tweede wereld oorlog is het meest ingrijpend geweest in het zandlandschap. Vooral de jonge ontginningen werden tot grootschalige blokkavels omgevormd en veel landschapsstructuren zijn verdwenen en beken en waterlopen rechtgetrokken.

De hoogveengebieden - veenontwikkeling door stagnatie van regenwater op keileem en zanddekken - vormen hier geen uitzondering op. Deze regenwatergevoede veengebieden werden ook ontgonnen voor de landbouw en de turf en rechte stroken met wijken en vaarten. Het meeste hoogveen is verdwenen met moerige of zanderige bodems als resultaat. Door kunstmest werden deze gronden bruikbaar voor landbouw. Met de ruilverkaveling zijn ook hier veel landschapsstructuren verdwenen en de smalle lange kavels verbreed.

Deze onderscheide landschappen zijn op de volgende pagina's in een abstracte doorsnede vertaald. Het zandlandschap van Nederland bestaat uit een aantal hoofdeenheden:

- Duinen
- Stuwwallen en heuvels
- Kampenlandschap
- Hoogveenontginning

Specifieke opgaves:

- bodemdegradatie met uitspoeling van organisch materiaal, teruggang bodemleven en uitspoeling van nutriënten richting het oppervlakte water met verslechterde waterkwaliteit tot gevolgd;
- versterkte kwelstromen en afwatering door intensieve piekbuien in de zomer hebben gevolgen voor steden op flanken van stuwwallen en heuvels en in beekdalen;
- noodzakelijke bescherming van grondwater inziggings- en wingebieden;
- verdroging en eutrofiering van natuurgebieden zoals de laatste hoogveennatuur. Hiermee staan de kwaliteiten van Natura2000 en NNN gebieden onder druk.

mogelijke klimaatkoppelingen:

We zien een aantal kansen waarbij de CO₂-maatregelen uit de tafel Landbouw en Landgebruik bijdragen aan (een deel van) de oplossing voor bovenstaande opgaves:

- maatregelen voor koolstofvastlegging in de bodem vergroot ook de kwaliteit van zandbodems door meer bodemleven, betere structuur en vasthouden van waardevolle nutriënten;
- het vergroten van natuurwaardes (en daarmee extensiveren van landbouwkundig gebruik) kan gericht in bepaalde gebieden worden benut om Natura2000 en NNN gebieden te beschermen of de kwaliteit van ons drinkwater te borgen, bijvoorbeeld in beekdalen of in waterwingebieden;
- vergroten van bos- en natuurgebieden vergroot de inzijing van regenwater waardoor kwelstromen worden onderdrukt en piekbuien beter worden opgevangen. Ook herstel en hermeandering van beken en herstel van stagnatiedalen en daarmee klimaatslim afbouwen van ons natuurnetwerk draagt hieraan bij.
- zonne-akkers en windmolens kunnen bijdragen aan de financiële haalbaarheid van bepaalde CO₂-maatregelen zoals windmolens die transformatie van productiebos mede bekostigen of zonne-akkers die de buffering van hoogveennatuur medebetalen. Door deze voorzieningen van robuuste groenstructuren te voorzien wordt koolstof vastgelegd en tegelijk een draagkrachtig energielandschap ontwikkeld.

Voor de verdere uitwerking van dit systeem en de volledige doorsnede wordt verwezen naar het document 'Ruimtelijke aspecten sectortafel Landbouw & Landgebruik'



Legenda

- | | |
|--|--|
| ■ Oude en jonge zandontginningen | ■ stuwwallen en heuvels |
| ■ Beekdalen | ■ Duinen en strand |
| ■ Enkeerdgronden | ■ Hoogveenontginningen |

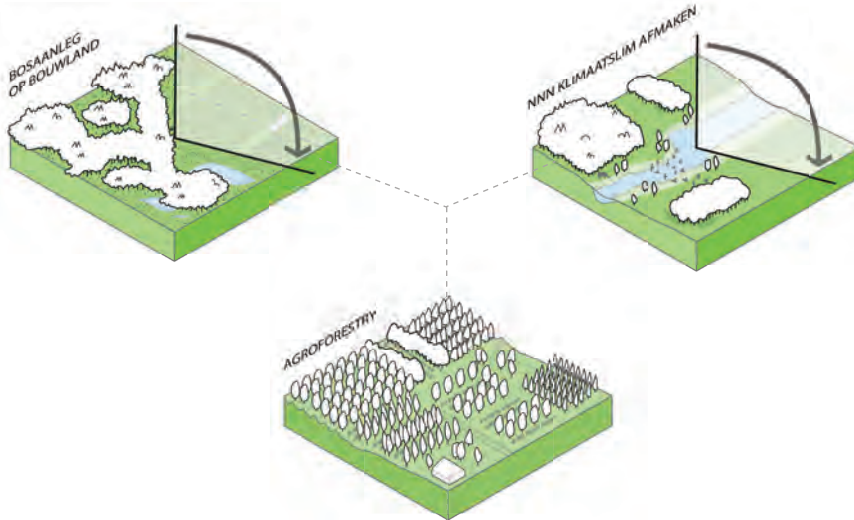
STUWWALLEN EN HEUVELS

BOS EN FLANK STUWWAL

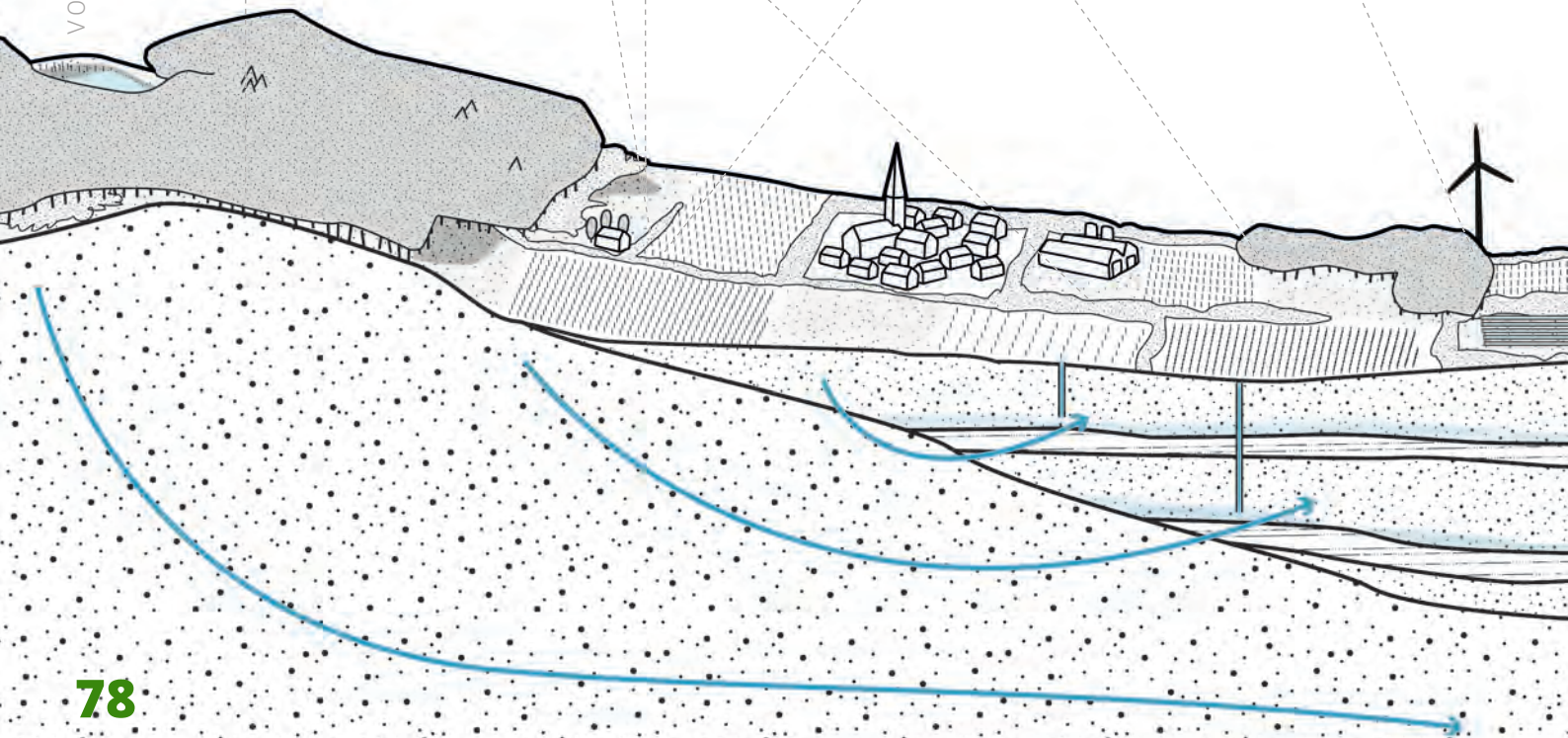
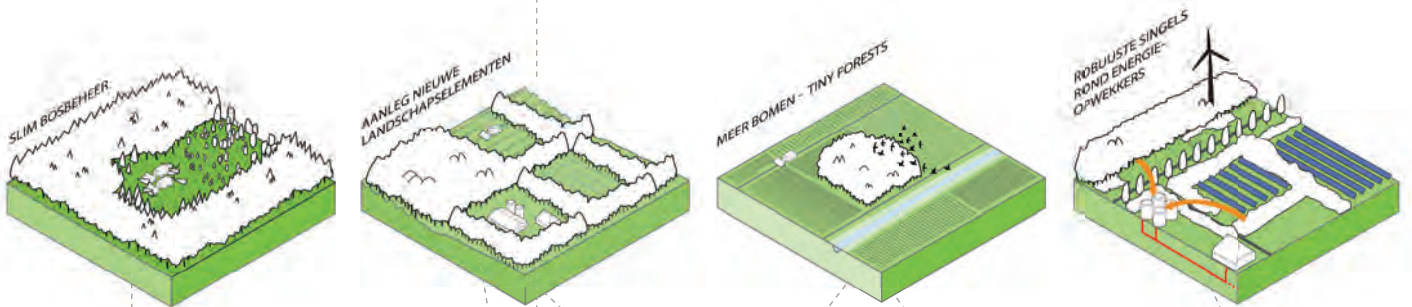
VHG: De bossen op de stuwwallen kunnen door slimmer beheer meer CO₂ opslaan. Op de flank kunnen juist meer landschapsstructuren worden toegevoegd bijvoorbeeld als robuuste singel rondom duurzame opwek van elektriciteit.

MVG: Door klimaatverandering versterkte piekbuien ontstaat er meer kweldruk en afstroom resulterend in mogelijke waterproblemen in steden op de flanken. Toevoegen van bosbeplanting en houtige structuren en hermeandering van beeklopen en terugbrengen van stadsbeken (daarmee ook uitbreiding/afroning van de NNN) vertraagt de waterafvoer en vergroot de sponswerking en helpt zo wateroverlast te voorkomen.

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK



MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



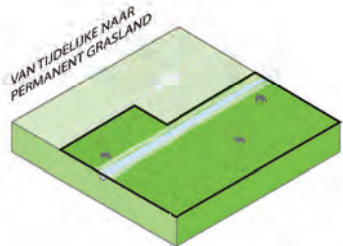
KAMPENLANDSCHAP

COULISSELANDSCHAP MET ESSEN + DORPEN

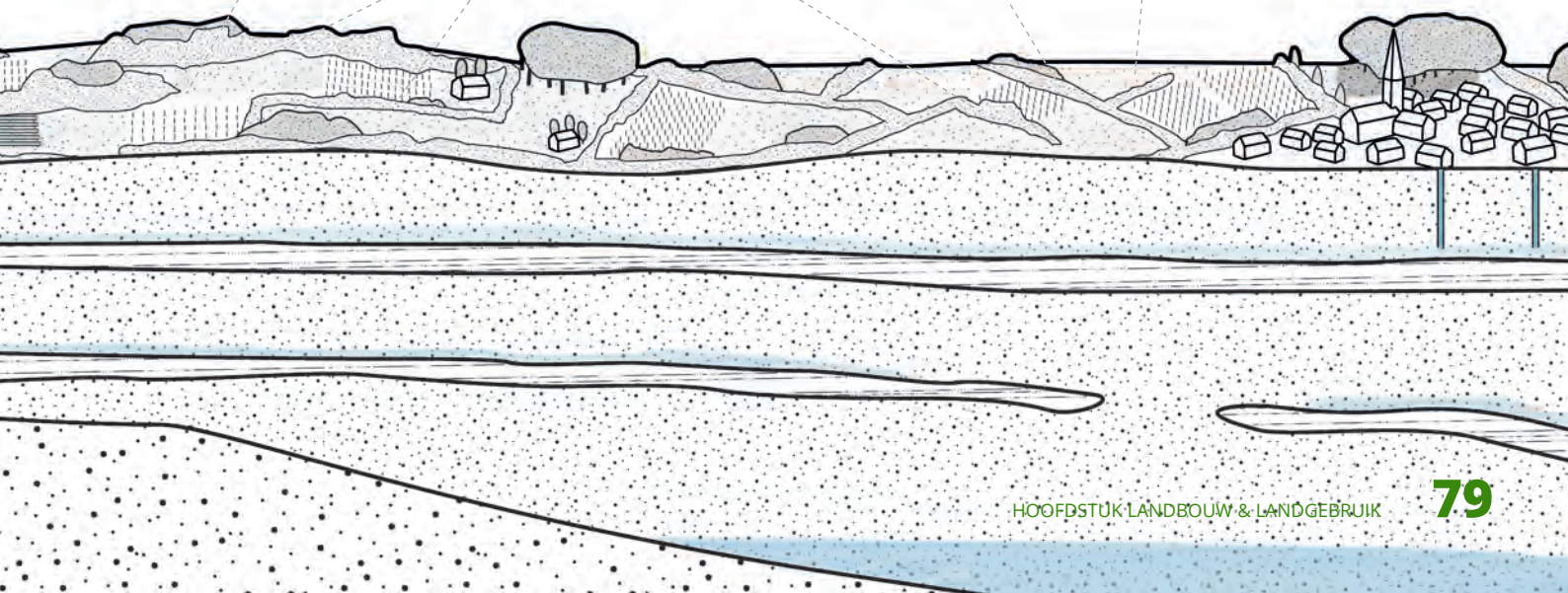
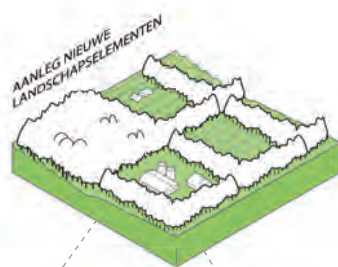
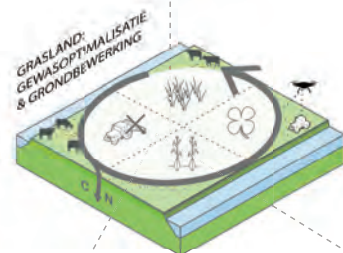
VHG: In dit landschapstype bieden versterking en slimmer beheer van landschapsstructuren het meest klimaateffect. Ook kan het agrarisch systeem met een maatpak aan maatregelen meer koolstof vastleggen bijvoorbeeld door precisiebemesting toe te passen.

MVG: Door tijdelijke graslanden om te zetten in permanente graslanden hoeven er geen grondkerende bewerkingen meer uitgevoerd te worden wat tot een reductie van CO₂ uitstoot leidt.

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK



MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



3.4.3 SYSTEEM VAN HET KLEILANDSCHAP

De terpen in het kleilandschap zijn de oudste bewoonde delen van Nederland. In het noorden en westen van Nederland liggen de zeekeleigebieden, met het Calais klei als oude afzetting en daarboven op diverse jonge zeekeleiafzetting. Zowel in Zeeland als heel Noord Nederland zijn deze jonge zeekeleigebieden ingedijkt en ontgonnen voor de landbouw. Ook het rivierenland met kleiafzettingen in de kommen en zand en zavel op de oeverwallen werd al vroeg bewoond. Met kleine dijken en later aaneengesloten rivierdijken worden ook hier steeds meer stukken land drooggelegd en geschikt gemaakt voor bewoning en landbouw. Dit temmen van rivieren, meren en zeeën heeft eeuwen geduurd en kreeg een stroomversnelling met de introductie van de stoom en later elektrische gemalen. Grote polders werden drooggemalen waardoor ook de oude Calaisklei in sommige delen bereikbaar werd en het zeer vruchtbare Nederlandse polderlandschap is ontstaan; de voedingsbodem voor de akkerbouw.

Deze onderscheidende kenmerken zijn in een abstracte doorsnede vertaald waarin de volgende drie landschappen worden onderscheiden:

- Delta met oude en jonge zeekeleiafzettingen en bedijkingen;
- Droogmakerijen met oude en jonge zeekeleiafzettingen;
- Rivierkeleigebieden met kommen en oeverwallen.

specifieke opgaves:

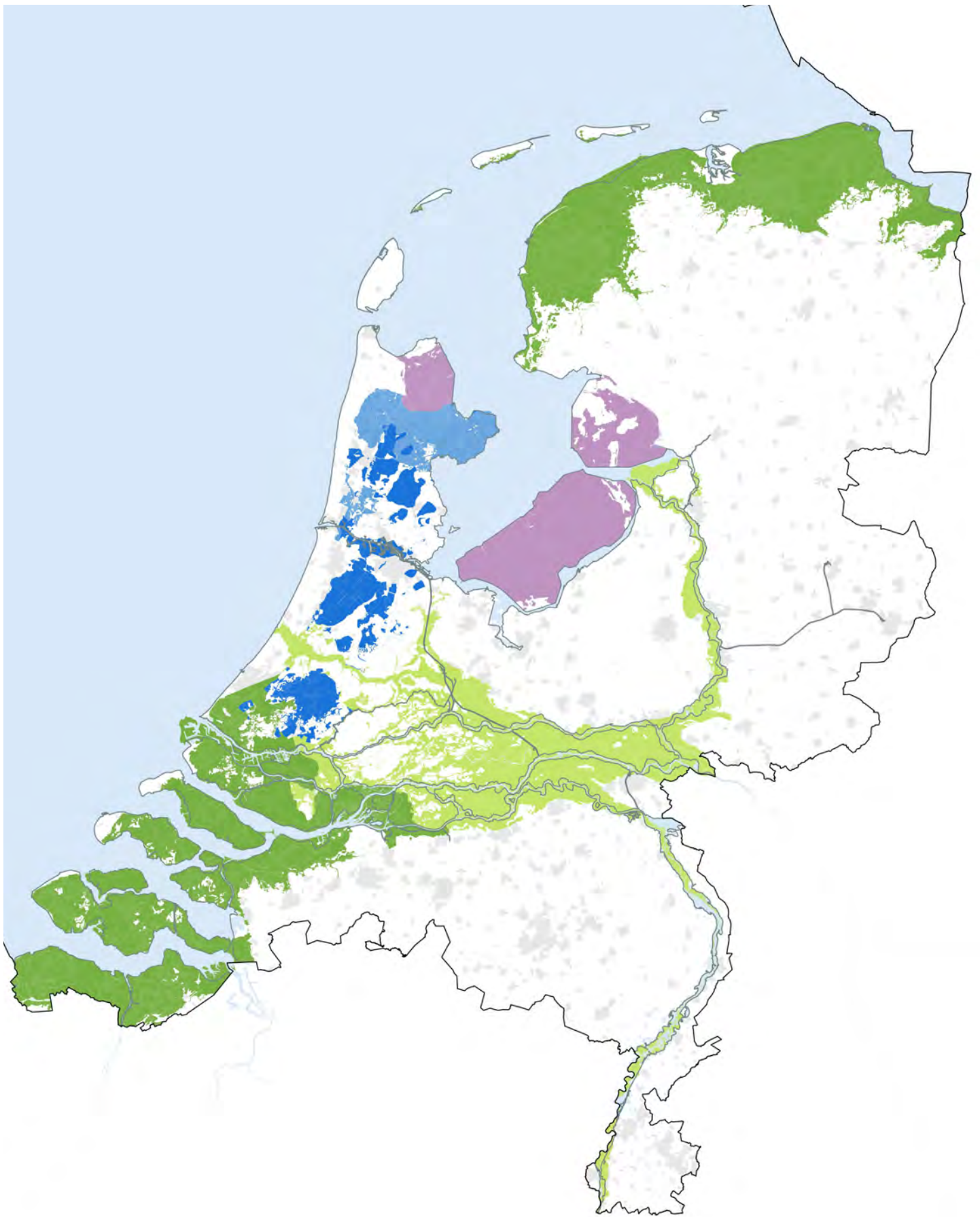
- verzilting en zoute kwel in de diepere polders en droogmakerijen;
- wegzijging van kwalitatief water uit hogere boezems en plassen - vaak natuurgebieden - door de diepere ontwatering van naastgelegen droogmakerijen en polders;
- natuurgebieden verdrogen en gaan achteruit door stikstofdeposities en uitspoeling van nutriënten via het oppervlaktewater.
- noodzaak tot extra waterbergingsgebieden
- dijkveiligheid, piekafvoer en waterveiligheid

mogelijke klimaatkoppelingen:

Kansen in het kleilandschap liggen vooral in de koppeling met watersysteemopgaves. Klimaatmaatregelen kunnen een rol spelen in gebieden die mogelijk vernat gaan worden of een rol spelen in de waterretentie van steden of buffergebieden voor landbouw. Deze gebieden zullen van kleur gaan verschieten vanwege de noodzaak voor het aanpassen van het watersysteem. Het ligt voor de hand dat de vastlegging van koolstof door bijvoorbeeld natte bossen in deze gebieden wordt overwogen. Ook in gebieden met zoute kwel kan het opzetten van zoetwaterpeilen tegendruk bieden aan de zoute kwel en tegelijk een zoetwaterbuffer vormen voor droge periodes. Hier kan koolstofvastlegging van meeprofiteren.

Daarnaast is de andere grote winst te behalen in het optimaliseren van de akkerbouw en landbewerking waarbij door slimme gewasrotaties en vanggewassen meer koolstof wordt vastgehouden en tegelijk het bodemleven en de doorworteling (en daarmee de doorlatendheid) worden verbeterd. Een voorbeeld hierin is het meeplanten van vlinderbloemigen tussen akkerbouwgewassen om een evenwicht tussen koolstof en stikstof te bewerkstelligen. Een overdaad aan makkelijk beschikbare stikstof leidt namelijk tot een proces waarin het bodemleven ook de koolstof gaat afbreken en deze als CO₂ zal vervliegen, naast uitspoeling en vervliegen van de stikstof (en dus eutrofiering van het oppervlaktewater). Vlinderbloemigen leggen de stikstof vast waardoor er een betere balans ontstaat in de bodem met als belangrijk nevenresultaat minder koolstofemissies.

Voor de verdere uitwerking van dit systeem en de volledige doorsnede wordt verwezen naar het document 'Ruimtelijke aspecten sectortafel Landbouw & Landgebruik'



Legenda

Landschappenkaart Nederland

Jonge kleiontginningen

Deltaontginningen

Noord-Hollands kleigebied

Droogmakerijen (klei)

Rivierkleigebieden

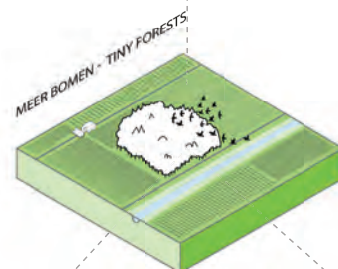
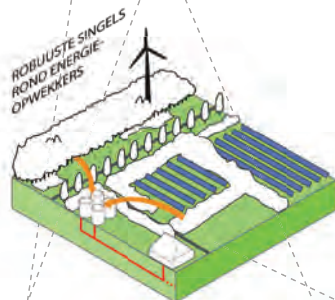
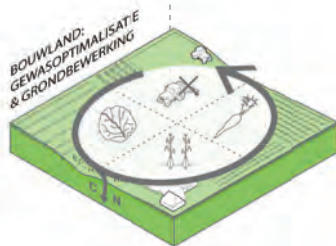
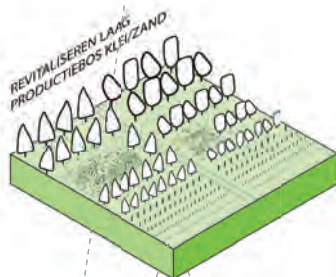
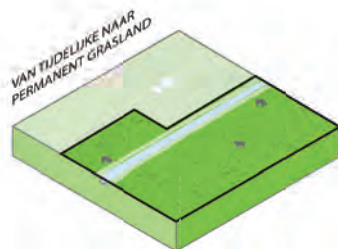
JONGE ZEEKLEIGEBIEDEN

DROOGMAKERIJ

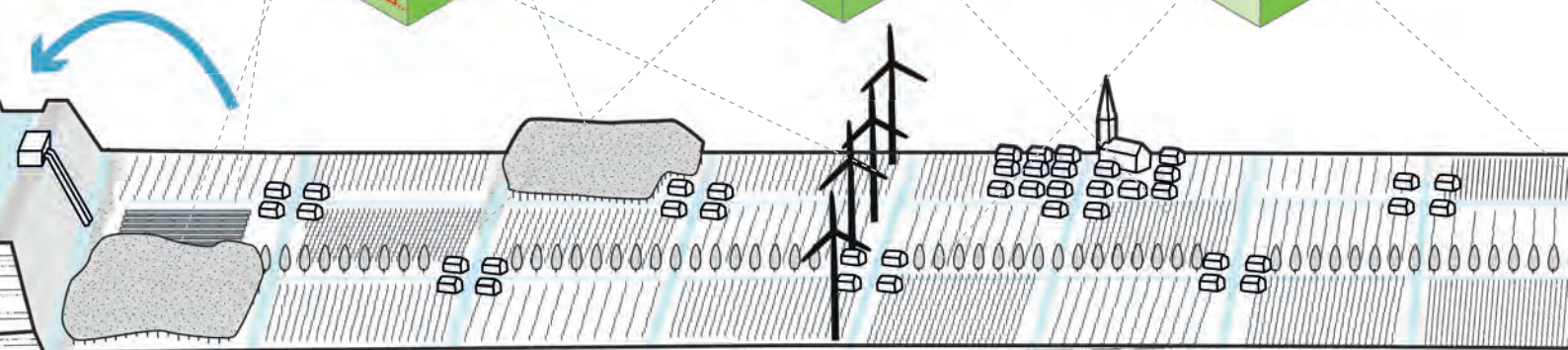
VHG: In droogmakerijen kunnen emissies worden teruggedrongen met diverse sets aan maatregelen. Ook kan koolstof worden vastgelegd in versterking van landschapselementen of koolstof bewust beheer en revitalisering van productiebos. Al aanwezige duurzame opwek (bijvoorbeeld windenergie) of nieuwe opwek van energie kan omzoomd worden door stevige beplanting.

MVG: Aan randen van droogmakerijen kan door vernatting en daarmee ontwikkeling van natuur een zogeheten natuurlijke binnenboezem ontwikkeld worden of zelfs een tussenboezem waarmee wegzijging uit hoger gelegen boezems en (veen)water wordt teruggedrongen. Deze tussenboezems kunnen dienen voor koolstofvastlegging middels houtige biomassa, natuurlijke waterzuivering en berging en natuur.

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK



MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



NATUUR IN DE DROOGMAKERIJ

VHG: natuurgebieden kunnen door klimaatslim beheer meer koolstof vastleggen, of er zouden meer duurzame toepassingen gevonden kunnen worden om geogoste biomassa langer in het systeem te houden.

MVG: klimaatmaatregelen kunnen bijdragen aan het bufferen of uitbreiden van natuurgebieden waarbij verbetering van waterkwaliteit hand in hand gaan met koolstofvastlegging. Deze buffering hoeft niet te

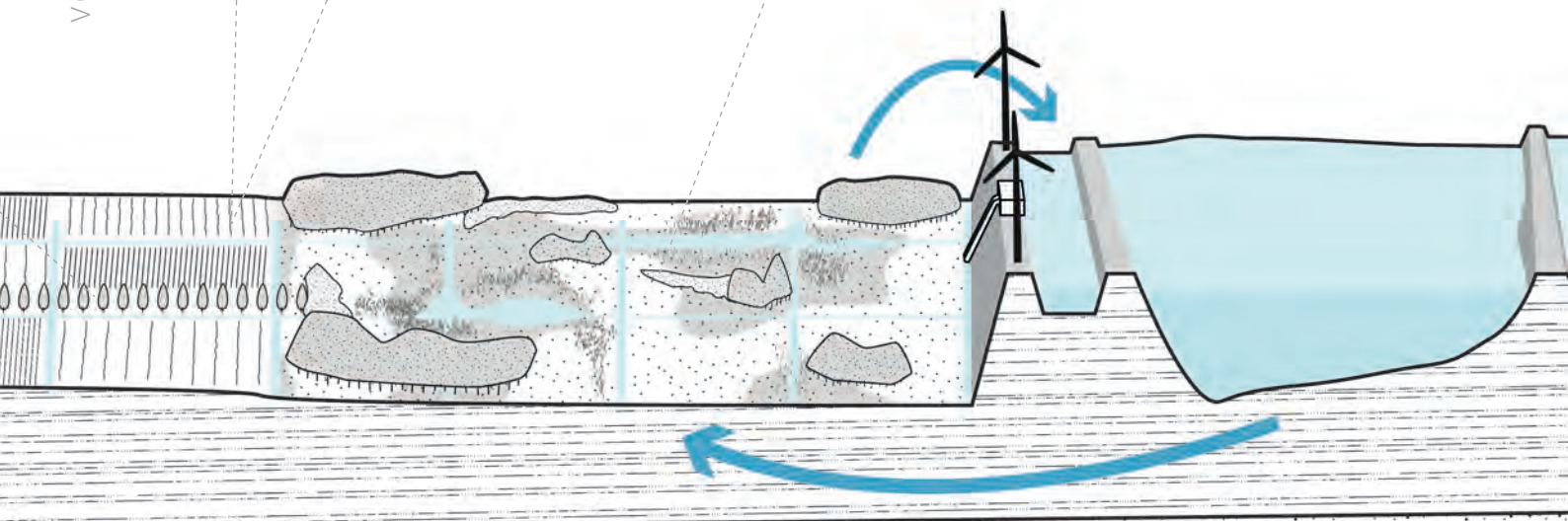
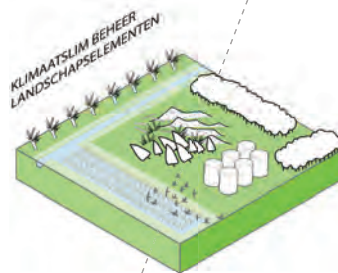
betekenen dat de landbouw verdwijnt. Ook vormen met agroforestry zijn denkbaar.

In het natuurgebied zelf zouden meer bomen en bos kunnen bijdragen aan meer koolstofvastlegging.

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK



MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



3.4.4 SYSTEEM VAN HET STADSLANDSCHAP

De stadslandschappen van Nederland zijn zeer divers, afhankelijk van de historische ontwikkeling en geografische ligging. Zo zijn er steden waar de historie terug te voeren is op vesting- en handelsposities, waar andere steden tot bloei zijn gekomen in de periode rond 1900 waar de industrialisatie en ligging aan kanalen, trekvaarten en eerste spoorlijnen belangrijke ontwikkelvoorwaarden waren. Na de tweede wereldoorlog leidt een combinatie van groei van de bevolking, dalende woningsbezetting en groeiende ruimtevrage tot een ongekeerde uitbreiding van stedelijke gebieden. Hierbij is de traditionele deling tussen stad en platteland steeds vager geworden. Naast de infrastructurele doorsnijdingen van het buitengebied (en de samenhangende groei van bedrijventerreinen en industriegebieden rond knooppunten) willen steeds meer mensen vrij buiten de stad wonen en recreëren. Inmiddels is Nederland dusdanig verstedelijkt dat de stad en het ommeland innig verweven zijn. We spreken daarom van stadslandschappen.

Deze diversiteit hebben we vertaald in een abstracte doorsnede van de stad met daarin een aantal onderscheiden gebruiken en tijdsperiodes. Uiteraard zijn in realiteit dergelijke functies veel meer verweven.

- Glastuinbouwcomplexen (en enkele solitaire kassen)
- Industriegebieden, bedrijventerreinen en infrastructuur
- Woongebieden met verschillende bouwjaren en uitbreidingsgebieden
- Rijke cultuurlandschap met landgoederen

specifieke opgaves:

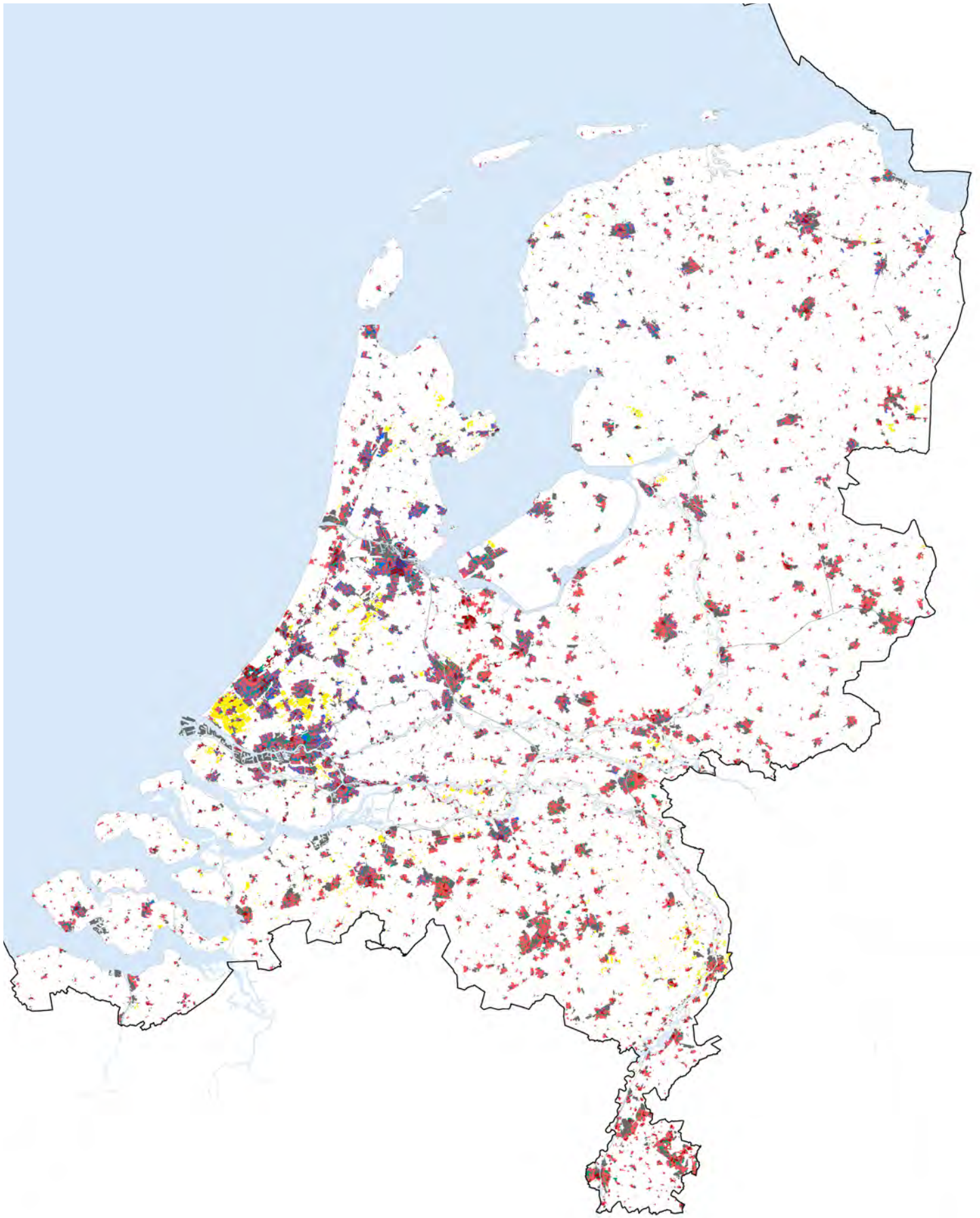
- piekafvoer, hittestress en opgaves zoals gedefinieerd in het deltaplan ruimtelijke adaptatie (onderdeel deltaprogramma 2018);
- inbreiding en uitbreidingsopgaves in en rond steden;
- diverse CO₂ maatregelen uit de andere vier klimaattafels;
- herstel van cultuurlandschap zoals bepleit in diverse structuur-, omgevings- en landschapsvisies.

mogelijke klimaatkoppelingen:

Op basis van de studie op de volgende pagina's zien we een aantal kansen waarbij de CO₂-maatregelen uit de tabel Landbouw en Landgebruik kunnen bijdragen aan (een deel van) de oplossing voor bovenstaande opgaves.

- vergroening van de stad met toevoeging van bomen en groenblauwe structuren dragen bij aan reductie van hittestress (en daarmee ook gebruik van energieslurpende airco's) en verbeterde waterretentie;
- stadsuitleg zorgt in de meeste gevallen voor emissie van CO₂ (bijvoorbeeld door het vergraven van graslanden of het kappen van bomen). De afweging tussen inbreiding en uitbreiding zou daarom mede getoetst moeten worden CO₂ bijdrage;
- uitwisseling van energie, warmte en CO₂ tussen diverse systemen in de stad via een integraal energiesysteem is mogelijk in samenhang met maatregelen uit de andere tafels. Bijvoorbeeld door gekoppelde boringen voor geothermie, het aanleggen van warmtenetten in historische binnensteden of vergisting van mest op locaties waar groengas noodzakelijk is.

Voor de verdere uitwerking van dit systeem en de volledige doorsnede wordt verwezen naar het document 'Ruimtelijke aspecten sectortafel Landbouw & Landgebruik'



Legenda

- Historische bebouwing
- Overige bebouwing
- Bedrijfsgebied
- kassen
- Recreatiegebieden
- Water binnen de bebouwde kern

GLASTUINBOUWCOMPLEXEN

VHG: In glastuinbouwcomplexen vraagt de uitwisseling van energie en CO₂ en het opzetten van warmtewinning zoals geothermie een gebiedsproces waarbij de ordening boven en onder de grond noodzakelijk is.

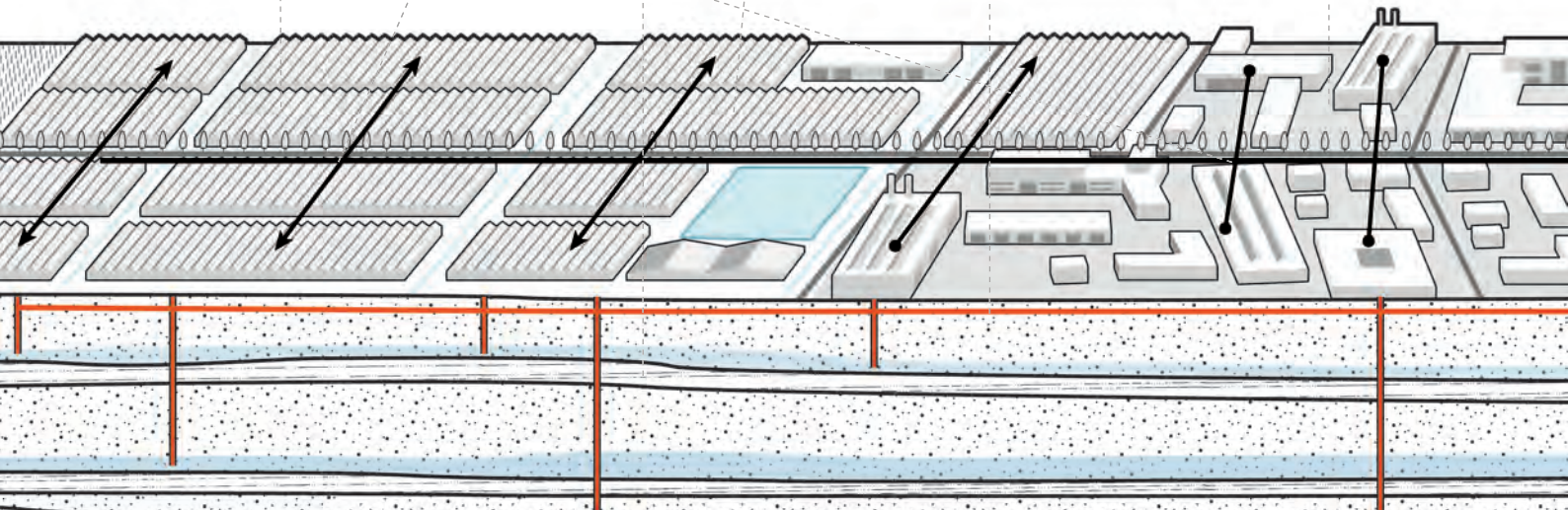
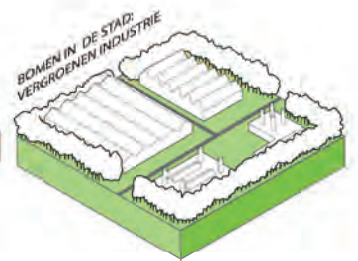
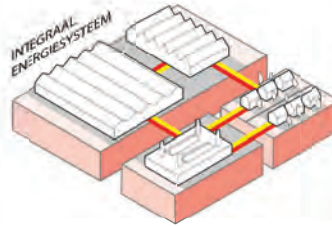
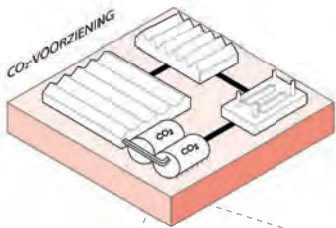
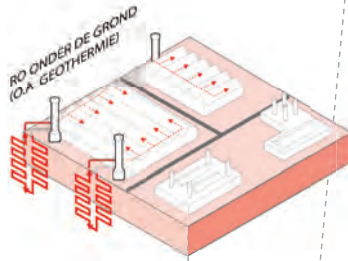
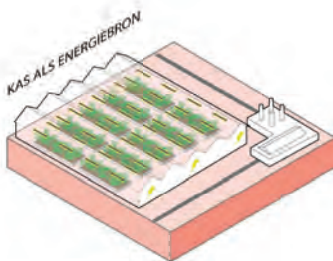
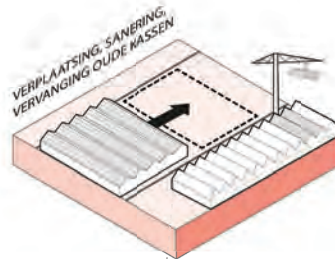
MVG: Ook hier kan een ruimte voor ruimte regeling ingezet worden om kassen te vervangen, saneren of verplaatsen.

GLASTUINBOUW + INDUSTRIE

VHG: De industrie zou een bron van CO₂ en warmte kunnen zijn voor de kassen. Een heel ander thema op industrieterreinen is de noodzaak tot vergroenen waarmee koolstof kan worden vastgelegd maar ook hittestress en wateroverlast kan worden tegen gegaan alsmede een verbetering van de werkomgeving.

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK

MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



INDUSTRIE + INFRASTRUCTUUR

VHG: Industriegebieden kunnen deel uitmaken van het integrale energiesysteem met uitwisseling van warmte, CO₂ en elektriciteit.

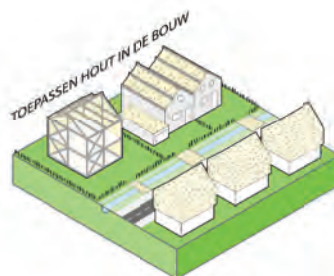
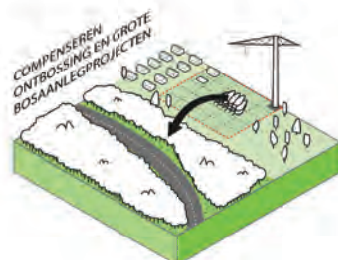
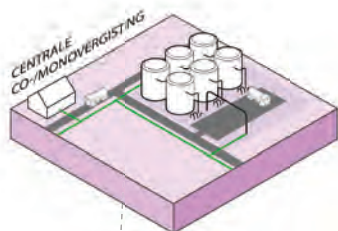
MVG: Industriegebieden kunnen goede plekken zijn voor grootschalige vergisting waarbij het vrijgekomen gas voor industriële doelstellingen gebruikt kan worden. Grootschalige infrastructuur kan vergroend worden tot park- of greenways door de stad.

VINEX + JAREN 90 - 00 UITBREIDING

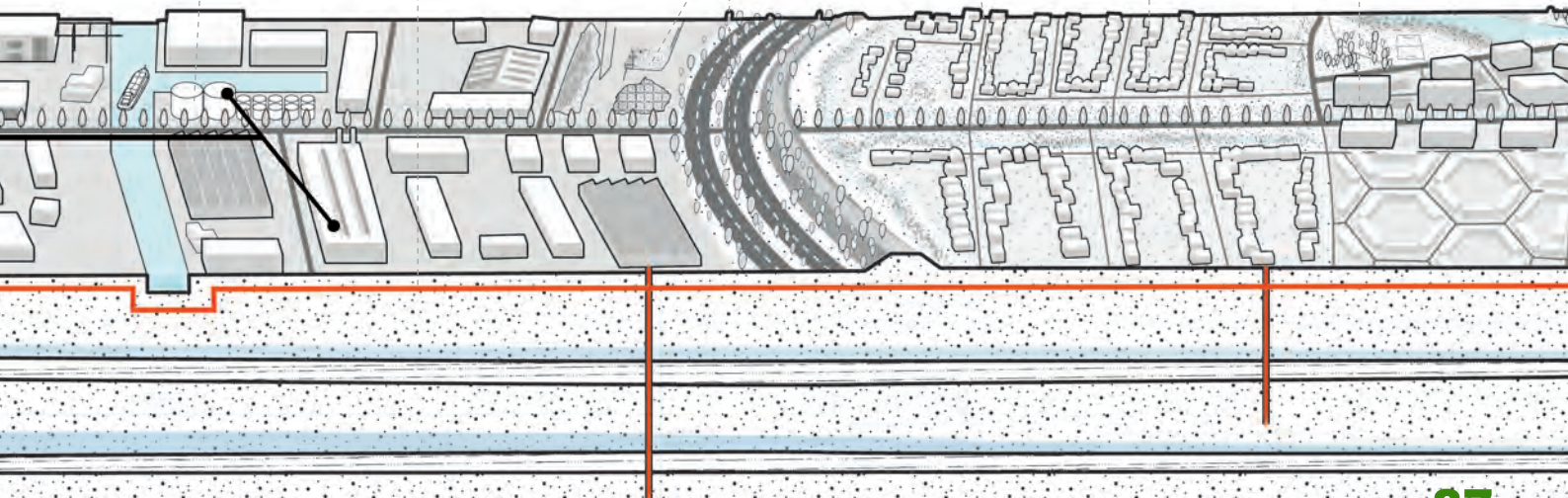
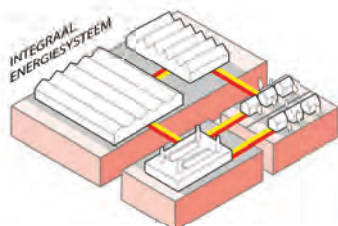
VHG: De ontwikkeling van tiny forest in de stad en op bedrijventerreinen (eventueel door bedrijfssponsoring) leveren intensieve stukken koolstofopslag in de stad en tegelijk meerwaarde voor vermindering hittestress en wateroverlast.

MVG: In nieuwbouw zou zoveel mogelijk biomassa in bouwmaterialen verwerkt moeten worden om koolstof voor langere tijd vast te leggen.

MOGELIJKE MAATREGELEN
VERANDEREND GEBRUIK



MOGELIJKE MAATREGELEN
VOORTZETTING HUIDIG GEBRUIK



3.5 PERSPECTIEF

3.5.1 KLIMAATMAATREGELEN IN EEN LEEFBAAR LANDSCHAP

In de vorige twee paragrafen hebben we laten zien welke maatregelen gebieds-specifiek zijn en op welke wijze het diverse en gelaagde Nederlandse landschap mede zal bepalen waar welke maatregelen (het meest) effectief zullen zijn. We laten hiermee ook zien dat de keuze voor een maatregel op een plek niet zuiver vanuit het klimaathuishoudboekje (welke maatregel levert de meeste tonnen reductie) of vanuit een nauwe kosten-effectiviteitsblik (welke maatregel kost de minste euro's per ton CO₂) gevoerd kan worden.

Afweging waar en in welke mate een maatregel kan landen zou idealiter moeten plaatsvinden binnen een ruimer spectrum van waardes, gebruiken, dilemma's en kansen van ons landschap. Elke regio in Nederland is immers uniek en dient in een specifieke mate en verhouding voor zowel voedselproductie, waterberging, bodemkarakteristiek en nutriëntensamenstelling. Maar ook als biotoop en voedselbron van flora en fauna. Het vormt tevens het ommeland van de stad, om vrij te wonen of nog vrijer te fietsen, wandelen en recreëren. Het herbergt bodemschatten of heeft een afleesbare cultuurhistorie die uniek is voor Nederland (en soms zelfs de wereld). De potentie voor koolstofvastlegging of CO₂ emissiereductie vormen niets meer of minder dan een extra waarde en opgave van ditzelfde landschap. Het is een nieuwe 'ecosysteemdienst' die verschillend zal gaan uitwerken op verschillende plekken en kan daarom alleen in een even breed spectrum van gebruiken, waardes en opgaves worden afgewogen. Dit vraagt om een zoektocht naar functie koppelingen en meervoudig ruimtegebruik. De analyses in deze rapportage geven hiervoor een eerste aanzet.

Een brede maatschappelijke afweging - en daarmee ook inbegrepen het sentiment en de emotie rondom waardering van het bestaande landschap - betekent echter niet dat Nederland niet mag veranderen. Verandering is misschien wel de enige constante in ons landschap. De vraag die we in dit stadium van de klimaatonderhandelingen echter nog lastig kunnen beantwoorden is hoe, in welke mate en waar, deze verandering zal plaatsvinden. Maar het is niet ondenkbaar dat - met name na 2030 wanneer stappen gezet moeten worden naar 95% CO₂ besparing - de verandering groot zal zijn. Het zou in landschappelijke impact wel eens vergelijkbaar kunnen zijn met de verving in de late middeleeuwen, de uitvinding van de kunstmest

die een golf van nieuwe ontginningen ontketende of ruilverkavelingen in de jaren 50, 60 en 70.

Wanneer we hier tijdig op inspelen en blijven sturen op kwaliteit en leefbaarheid is het waarschijnlijk goed mogelijk deze extra opgaves te absorberen. Hieronder volgen een aantal handreikingen en sturingsmechanismen om deze absorptie mogelijk te maken en te gebruiken om nieuwe kwaliteiten te scheppen.

3.5.2 DE ROL VAN ZONNEPARKEN

Het landschap is actor maar ook de plek waar de nieuwe infrastructuur van de hernieuwbare energie een plek zal krijgen. De windturbines en de zonneparken in het buitengebied spelen mede in het licht van het klimaatakkoord een wezenlijke rol. Voor het uitbalanceren van dag en nachtritmes, seizoens-opbrengsten is het van groot belang naast windvermogen ook zonnestroom op te wekken. Vanwege de actualiteit van het vraagstuk besteden we dan ook vooral aandacht aan de nieuwkomer: de zonneakkers. Er is een hagel van aanvragen op gang aan het komen - met name in de nabijheid van koppelstations - die duidelijk maakt dat deze manier van uitrol door projectontwikkelaars is ontdekt en de lastiger locaties, in en om de stad, daarmee op het tweede plan dreigen te komen. Er ontstaat echter steeds meer maatschappelijke weerstand ondanks de zeer zorgvuldige planprocessen en inpassingsvoorstellen. Dit kan mogelijk leiden tot eindeloze vertraging en daarmee onhaalbare doelen.

Dit kan worden opgelost door de ontwikkeling van zonneparken in het buitengebied net zo moeilijk (of makkelijk) te maken als de ontwikkeling van panelen op bebouwing en laagwaardige terreinen. Dat zou kunnen door een afomingsregeling die via fondsvorming ten goede komt aan omwonenden of de moeilijkere locaties. Ook kan het meervoudig ruimtegebruik van een zonneparken afdwingbaar gemaakt worden door nadere vereisten aan de opstelling van de panelen. Met deze constructie wordt het mogelijk om andere gebiedsdoelstellingen, zoals de klimaatmaatregelen, mede te realiseren. Zo kan het zonnepark het aanvullende stuk financiering vormen die maatregelen nu vaak ontberen. Dat vraagt om een fijnregeling tussen de SDE+ en de vergunningsvoorwaarden die nader uitgewerkt moet worden. Om een optimale inpassing te borgen kan ook het aanwezig zijn van een gebiedsplan in de vergunning-voorwaarden worden opgenomen.

3.5.3 HET FIJN-REGELEN VIA AFSPRAKEN EN ORDENING

Hoe kunnen deze gebiedsmaatregelen nu geplaatst worden in de omvangrijke opgave waarvoor landbouw en landgebruik zich gesteld zien bij het halen van de klimaatdoelen in 2050? Je kunt stellen dat de opgave voor een deel door technische optimalisaties van allerlei aard op bedrijfsniveau gerealiseerd zullen worden. De gebiedsmaatregelen zijn vaak gecompliceerder omdat meerdere belangen en partijen worden geraakt of gediend, maar zijn wel essentieel om de uiteindelijke CO₂ doelstellingen te kunnen halen. Gebiedsmaatregelen, beginnend bij de veenweidegebieden, zullen daarom steeds meer nadruk krijgen. Met andere woorden, landbouw en landgebruik zullen hun klimaatperformance moeten gaan optimaliseren door het fijn-regelen van de ruimtelijke ordening op regionaal en lokaal niveau. Dit om de uitstoot van broeikasgassen nog verder terug te dringen en optimaal gebruik te maken van de potenties van vastlegging van koolstof in bodems, planten en bossen om uiteindelijk op een elegante manier de reductie doelen van 2050 te halen.

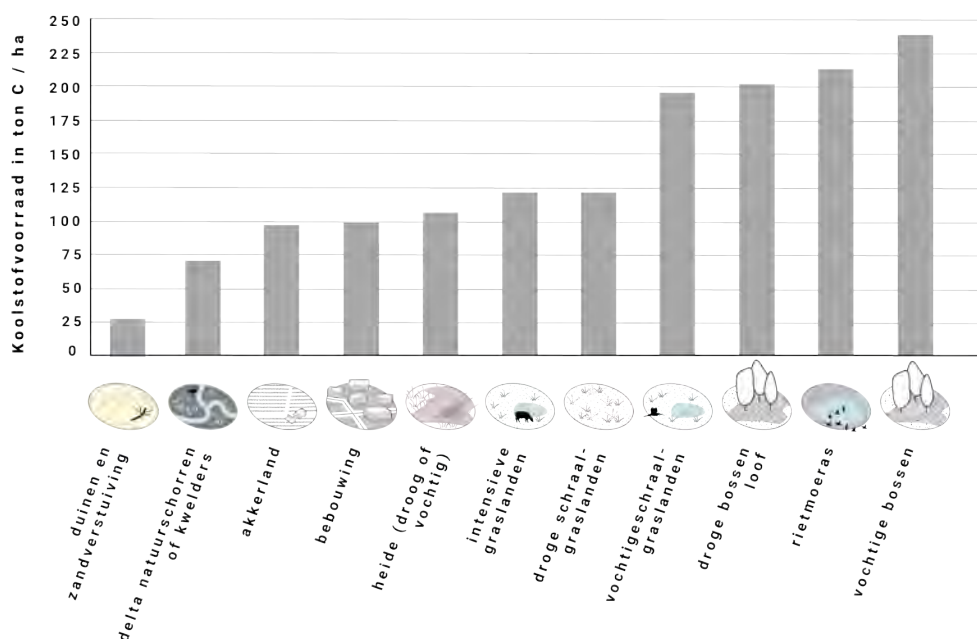
Dat zal moeten gebeuren in gebiedsprocessen die maatwerk kunnen leveren voor elk van de vier besproken landschapstypen. Uit de doorsnedes wordt al duidelijk waar er een clustering van gebiedsmaatregelen optreedt. Ook dit vraagt om onderlinge afstemming en collectieve afspraken met meerdere actoren en grondeigenaren. In

dergelijke gebiedsprocessen kunnen dan ook de belangrijke, maar in Nederland vaak onderbelichte, klimaatgevolgen van de veranderingen in landgebruik, van akkerbouw naar stad, van bos naar heide, van weide naar akker, et cetera worden meegewogen. In afbeelding 5 zijn de koolstofvoorraden in vegetatie en bodem van verschillende typen grondgebruik weergegeven en wordt ook duidelijk welke koolstof winst- en verliesrekening er moet worden opgemaakt als er verandering van landgebruik plaatsvindt.

Voor een aantal gebieden en voor een aantal thema's zou, mede aan de hand van ons ruimtelijke onderzoek, reeds kunnen worden voorgesorteerd met de gebiedsmaatregelen.

Hoe deze gebiedsprocessen uiteindelijk worden ingevuld valt buiten het bestek van onze rapportage. Wij blijven nu even buiten de discussie of dit de POVI, GOVI, Gebiedscommissies, REKS of RES, dan wel een andere planfiguur zou moeten zijn. Wij kunnen wel een aantal kenmerken van het noodzakelijke (bestuurs)arrangement opsommen waaraan zo'n gebiedsproces moet voldoen:

- Het gaat om een planmatige aanpak. Dat kan uiteenlopen van simpele afspraken tussen een aantal grondeigenaren tot het maken van een integraal gezamenlijk plan;
- Het verbindt verschillende gebruikers en ook verschillende belangen, het verbindt de klimaatopgave waar mogelijk met aanpalende maatschappelijke opgaven;



AFBEELDING 5: DE GEMIDDELDE KOOLSTOFVOORRAAD IN DE DIVERSE LANDGEBRUIKSVORMEN. TRANSITIE VAN LINKS NAAR RECHTS IN HET SCHEMA BETEKENT VASTLEGGING, TRANSITIE VAN RECHTS NAAR LINKS IN HET SCHEMA BETEKENT EMISSIE VAN KOOLSTOF (GRAFIEK GEBASEERD OP GEGEVENS UIT LESSCHEN ET AL. - MOGELIJKHEDEN VOOR KOOLSTOFVASTLEGGING IN DE NEDERLANDSE LANDBOUW EN NATUUR - ALTEIRA RAPPORT 2396 - 2012)

- De begrenzing, scope en de doelstellingen zijn tevoren duidelijk;
- Een (semi)overheid kan de regierol oppakken om voor democratische legitimatie te zorgen. Alleen dan kan er een evenwichtige weging van waarden plaatsvinden;
- Er moeten bindende afspraken met de actoren kunnen worden gemaakt om uitvoering van de klimaatdoelen te borgen.

3.5.4 EEN WENKEND PERSPECTIEF

Waar het uiteindelijk om draait is dat de combinatie van generieke maatregelen en gebiedsmaatregelen de voorwaarden scheppen voor bedrijfsmodellen die een goed inkomen voor de boer paren met het bereiken van de klimaatdoelen en die tevens van andere doelstellingen in het landelijk gebied zoals waterkwaliteit en biodiversiteit kunnen vervullen. Alleen daarmee is er een duurzame maatschappelijke 'license to produce' voor de agrarische sector te verdienen.

Zo kunnen al deze veranderingsprocessen – mits begeleid – uiteindelijk tot een vernieuwd levend en leefbaar landschap leiden. En laten we niet de rugwind van een veranderd voedselpatroon en bewuste consumenten op ons landschap onderschatten, je bent wat je eet geldt niet alleen voor mensen maar voor ons gehele landschap.

Een leefbaar landschap is niet alleen de basis voor het welbevinden van gebruikers en bewoners, het is straks ook de sleutel tot de maatschappelijke acceptatie van alle veranderingsprocessen die de klimaatmaatregelen, de landbouwtransitie en energie-transitie in gang zullen zetten.

3.5.5 DE EERSTE STAPPEN

Het najaar van 2018 moet benut worden om een aantal zaken nog te specificeren. Allereerst moet er duidelijkheid komen over de positie van landbouw en landgebruik in de regionale planning. Lang leek het er op dat VNG en IPO mikten op Regionale Energie en Klimaatstrategieën (REKS) maar nu de K daaruit is weggevallen en er gekozen is voor een energie-focus (RES, vooral gekoppeld aan gebouwde omgeving) blijven er twee thema's enigszins 'verveest' achter; de klimaatadaptatie die deels via het Deltaprogramma loopt en de ruimtelijke fijnregeling van Landbouw en Landgebruik. Twee thema's die overigens ook duidelijke raakvlakken en gedeelde projecten met elkaar kennen. De vergroeningsmaatregelen in de stadslandschappen en de maatregelen voor de bestrijding van de stedelijke hittestress dreigen op deze manier eveneens een beetje tussen wal

en schip te vallen. Voor de zonneakkers zal in de RES zeker aandacht zijn maar het benutten van extensieve zonneakkers om klimaatdoelen te halen zou wel eens buiten de scope kunnen raken. Voor deze Klimaatmaatregelen moet een 'instrumenteel sleepnet' worden ontwikkeld.

Hoe de gebiedsprocessen ook verder vorm krijgen, in het verlengde van ons ruimtelijke onderzoek zijn een aantal voorbereidende exercities te doen: Ten eerste zouden de door de PBL berekende oppervlakten voor de gebiedsmaatregelen nog ruimtelijk geduid moeten worden. Het PBL geeft nu bijvoorbeeld in eerste berekeningen in de Notitie Veenweidegebieden taakstellende aantallen hectares aan voor onderwaterdrainage, drukdrainage, natte teelten, verhoogde zomerpeilen weidevogelreservaten et cetera. Daar zou een ruimtelijke toets aan de hand van ons onderzoek op kunnen worden losgelaten (kan het?) en een analyse waar die hectares kunnen landen en welke verdeelsleutels er kunnen worden gehanteerd die in 2019 als input voor gebiedsprocessen kunnen worden gebruikt. Deze zomer zal het PBL de meest relevante andere maatregelen uit de sectortafel Landbouw en Landgebruik uitrekenen waardoor ook voor de andere Nederlandse landschappen deze nadere analyse uitgevoerd kan worden.

Ten tweede kan samen met de WUR verder worden gewerkt aan 'paspoorten' per (deel) gebiedstype waar een indicatieve mix tussen productiemogelijkheden, koolstofvastlegging, bijdrage biodiversiteit, waterkwaliteit en nutriëntenhuishouding. Deze gebiedspaspoorten kunnen door individuele boeren verder tot een eigen, ideale mix worden omgevormd.

Mede aan de hand daarvan kan inzicht gegeven worden in gebieden waar mogelijk:

- de meeste gebiedsmaatregelen samen lijken te komen en evidente mogelijkheden voor meekoppeling liggen (bijvoorbeeld: grondwater beschermingsgebieden/waterberging i.r.t. landgebruik en deltaplan agrarisch waterbeheer);
- de klimaatopgave een impuls kan zijn voor reeds lopende gebiedsprocessen (bijvoorbeeld PAS en Natura 2000 gebieden);
- op termijn extensivering van het grondgebruik een gunstige maatschappelijke kosten-baten verdeling te zien zal geven;
- verandering van het grondgebruik op de lange termijn in de rede ligt;
- initiatieven door de ontwikkeling van zonneparken een sluitende business-case kunnen krijgen.

3.6 LANDBOUW EN LANDGEBRUIK EN HET KLIMAATVRAAGSTUK

In deze paragraaf wordt een korte kenschets van de Nederlandse en mondiale landbouw en het landgebruik geschetst en in relatie geplaatst tot het klimaatvraagstuk.

3.6.1 MONDIALE SLEUTELSPELER

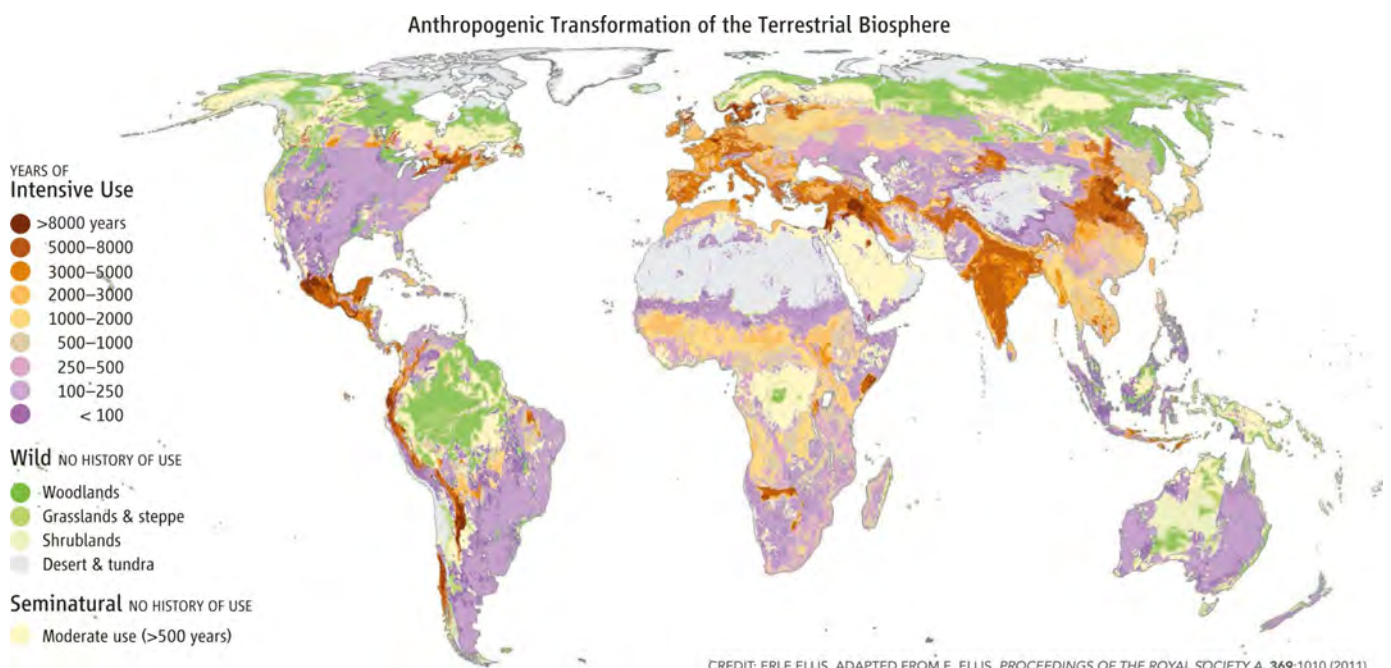
Landbouw en landgebruik – en vooral veranderingen in landgebruik – zijn sleutelspelers als het gaat om het beheersen van het klimaatvraagstuk. En dat komt vanwege de rol die al het landgebruik speelt in de biochemische cycli in de biosfeer. In de cycli van stikstof en fosfaat speelt de landbouw een hoofdrol vanwege de noodzakelijke bemesting en de lekverliezen die optreden naar atmosfeer en bodem. In het klimaatvraagstuk gaat het primair om de sleutelrol die landgebruik speelt in de vastlegging en het vrijkomen van koolstof in de vorm van CO₂ en andere broeikasgassen Methaan (CH₄ dat 21 CO₂-eq oplevert) die komt vrij uit de pensfermentatie van herkauwers zoals koeien en uit de mestopslag van alle vormen van veehouderij en als Lachgas (N₂O, met een 298 sterkere broeikaswerking dan CO₂). Lachgas wordt gevormd in de stikstofkringloop in de bodem uit kunstmest en minerale mest. Het komt onder meer vrij door het omploegen van grasland en het omzetten naar bouwland, b.v. voor het planten van mais. Een verandering van landgebruik dus.

Mondiaal zijn dat soort veranderingen het gevolg van ontbossing en veenontginningen die vooral de laatste vijftien jaar in een exponentiële versnelling lijkt te zijn geraakt. Die ontginningen en grootschalige ontbossing heeft als belangrijkste driver de omzetting naar akkerbouw voor het telen van oliepalmen, sojabonen en tapioca die grotendeels in de voedingsindustrie worden gebruikt maar deels ook toegerekend moeten worden aan de veehouderij waar sojaschroot en tapioca als veevoeder worden gebruikt.

ontginningsgeschiedenis

Maar de ontginningsgeschiedenis is uiteraard ouder dan de laatste vijftien jaar en begint bij de 'uitvinding' van de landbouw zo'n 10.000 jaar geleden. De wereldkaart van de geschiedenis van de menselijke transformatie van de aarde toont de verschillende grote ontginningsgolven door landbouwkundige innovaties zowel als de sporen van het kolonialisme en de globalisering. Exemplarisch hierin is de wereldkaart zoals Erle Ellis deze heeft ontwikkeld in 2011: the anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere (afbeelding 6).

De twee donkere tinten paars geven snelle ontwikkelingen van de laatste twee-en-een-halve eeuw weer waar vooral door de uitvinding van de kunstmest het mogelijk werd op grote schaal voedselarme natuurgebieden te ontginnen geholpen door planmatige irrigatie en mechanisatie met inzet van fossiele brandstoffen. De



AFBEELDING 6: ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE TERRESTRIAL BIOSPHERE (UIT KELSO CARTOGRAPHY - AANGEPAST VAN ERLE ELLIS, PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY A, 369:1010 (2011))

periodisering van de kaart correspondeert redelijk met de toename van de wereldbevolking. Maakte de landbouwinnovaties de groei van de bevolking mogelijk of moest de landbouw innoveren om het groeiend aantal monden te voeden? Het is een kip of ei vraagstuk.

dominantie van menselijk gebruik

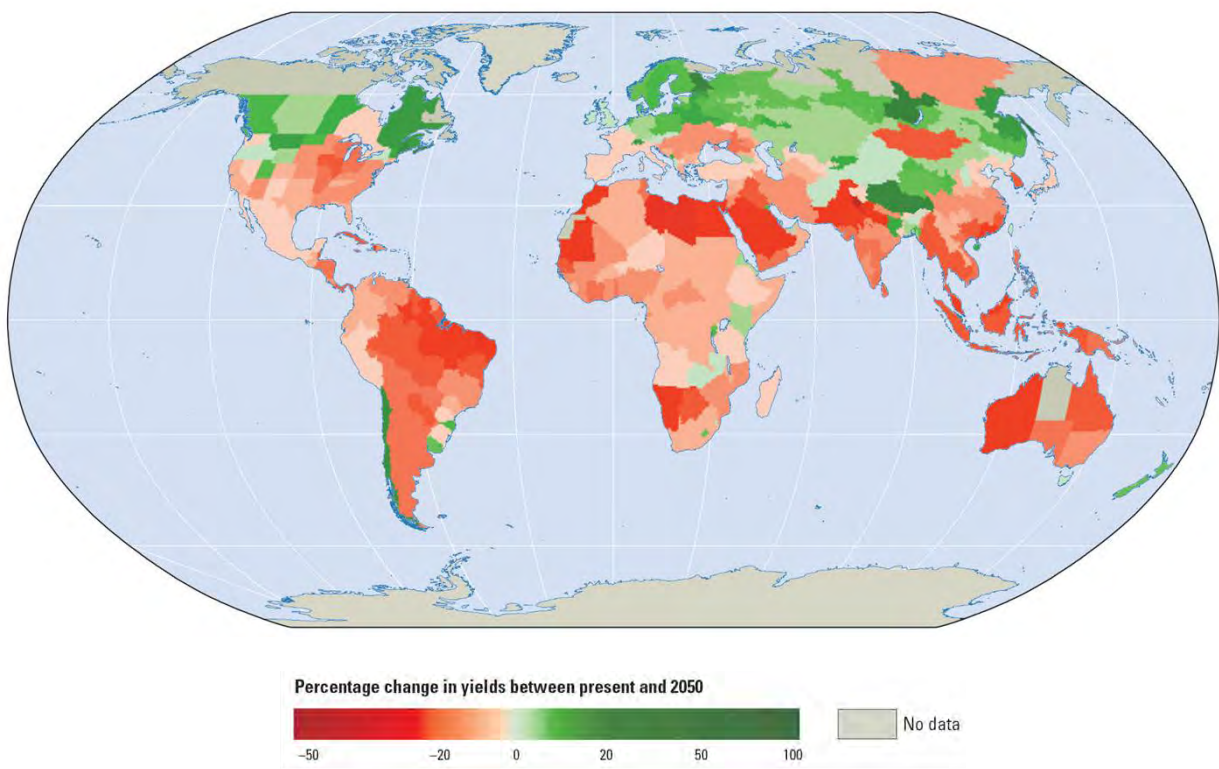
De dominantie van het menselijk gebruik van de biosfeer kan op verschillende manieren worden uitgedrukt. Kwantitatief in heroïsche pogingen die de laatste decennia zijn gedaan om de HANPP te berekenen. HANPP staat voor Human Appropriation of Net Primary Production. Schattingen liggen in de buurt van de 25% (Smil, 2015). Dus ongeveer een kwart van de totale productie via fotosynthese op land en in de oceanen wordt toegeëigend – je kunt ook zeggen geoogst – door de mens. Kwalitatief, en meer beeldend, wordt die dominantie duidelijk als je de totale biomassa van alle gewervelde landzoogdieren opdeelt in twee categorieën: wilde dieren aan de ene kant en de mens met zijn gedomesticeerde dieren aan de andere kant. De gewichtsverhouding is een verbijsterende 5% om 95%. Zie hiervoor de infographic op de volgende pagina.

mondiale impact van Landbouw en landgebruik

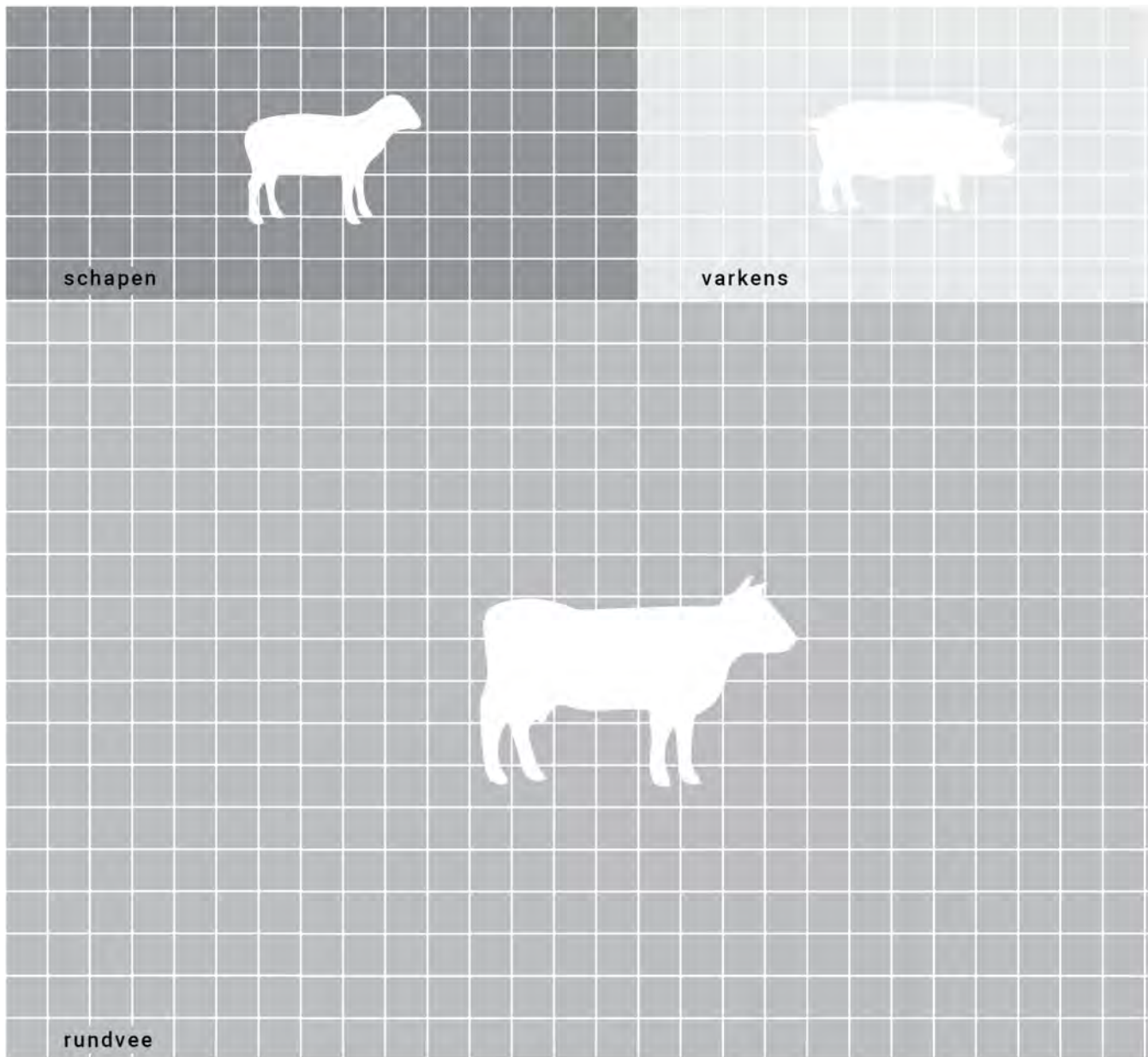
De mondiale blik levert een beeld op waar in een oogopslag duidelijk wordt dat landbouw en landgebruik en de veranderingen van landgebruik, direct en indirect, tot de belangrijkste producenten van broeikasgassen worden gerekend. Het Sankey diagram op de volgende pagina laat nogmaals zien wat de bijdrage van landbouw en landgebruik is in de mondiale koolstofemissies.

3.6.2 DE OMGEKEERDE WERELD

Omgekeerd is de opwarming van de aarde voor landbouw en voedselproductie een mogelijke cesuur. Bij een opwarming van een aantal graden zullen de productiviteit van de landbouw en de oogsten in grote delen van Afrika, Midden Amerika en Azië sterk dalen. Zuid Amerika blijft ongeveer hetzelfde en de USA duikt licht in de min. Het totale verlies wordt niet goed gemaakt door de verhoging van de productiviteit in het noorden en de gematigde zone, Canada, Europa en Rusland. Dit soort prognoses maken nogmaals duidelijk hoe urgent het klimaat-vraagstuk is, ook voor de landbouw zelf.

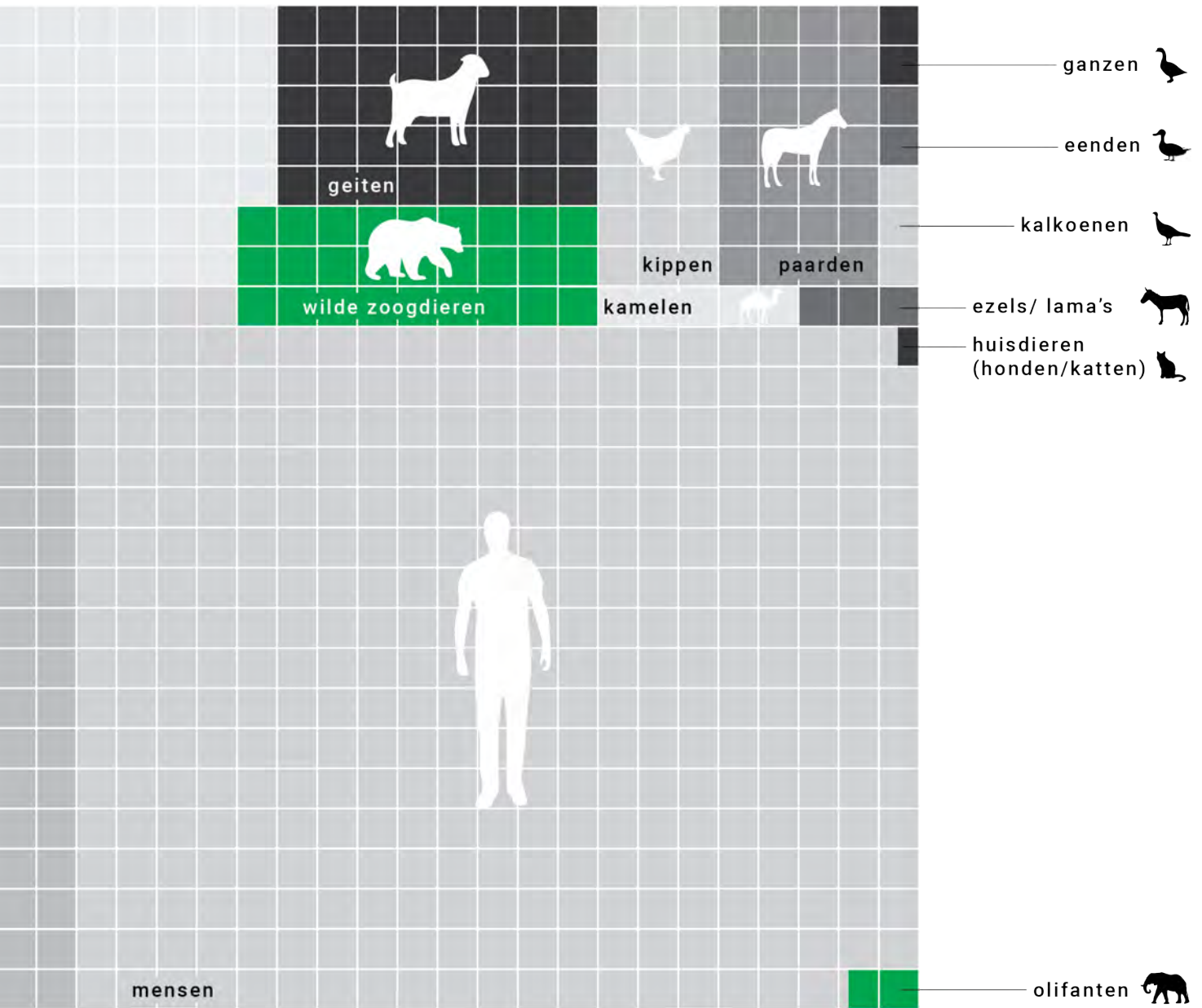


AFBEELDING 8: ÉÉN VAN DE KAARTBEELDEN VAN DE KLIMAATIMPACT IN 2050 OP DE OPBRENGSTEN VAN DE 11 BELANGRIJKSTE GEWASSEN (GRAAN, RIJST, MAIS, GIERST, VELD ERWTEN, SUIKERBIET, ZOETE AARDAPPEL, SOYABONEN, AARDNOTEN, ZONNEBLOEMEN EN KOOLZAAD) BIJ 3 GRADEN TEMPERAATUURSTIJGING (MÜLLER ET. AL. - 2009)



= 1.000.000 ton
 = antropomass en gedomesticeerde dieren
 = terreestische wilde zoogdieren

AFBEELDING 10: BIOMASSA VERHOUDING TUSSEN MENSEN EN GEDOMESTICEERDE ZOOGDIEREN ENERZIJDS EN WILDE ZOOGDIEREN ANDERZIJDS

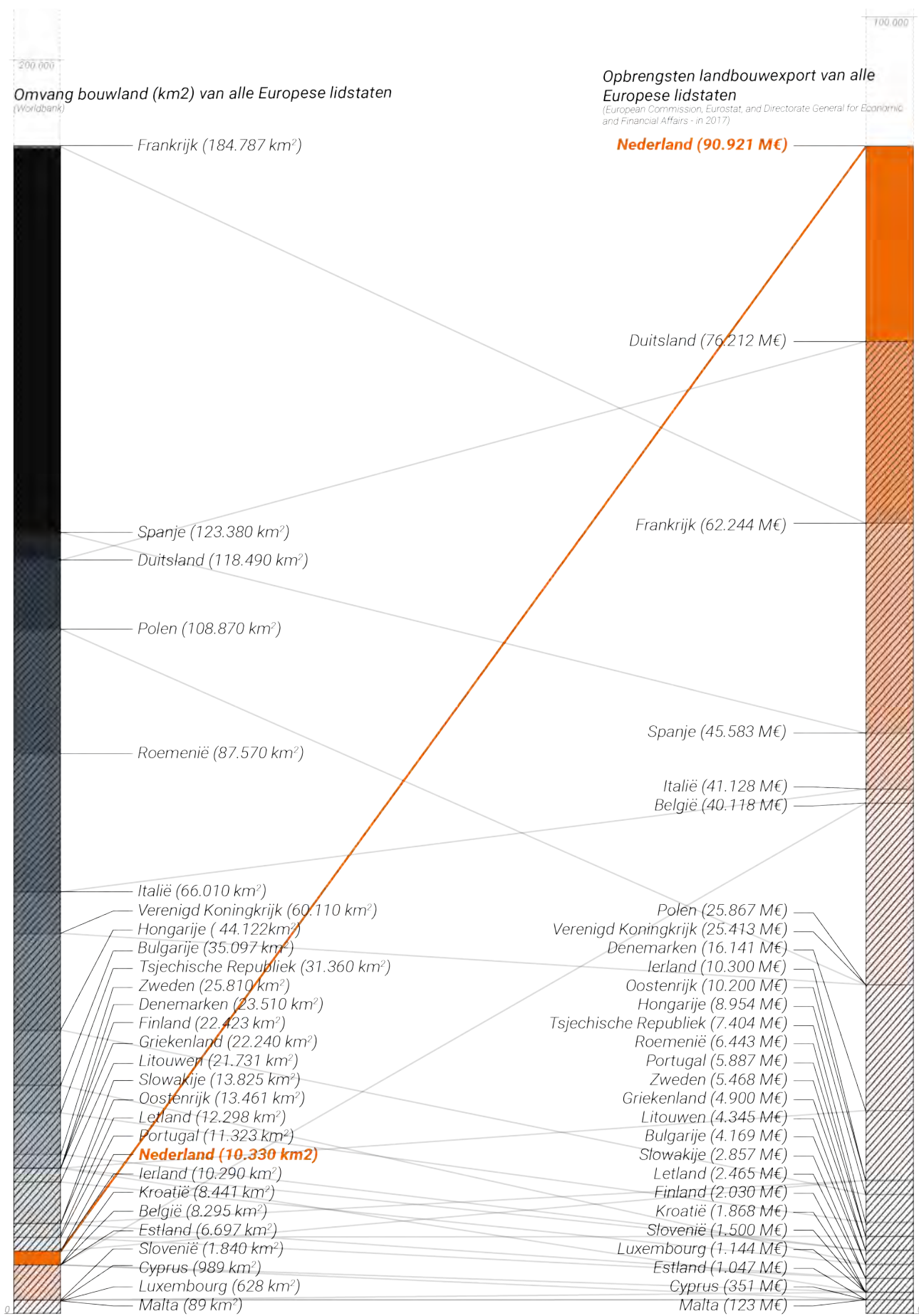


3.6.4 DE UITDAGING

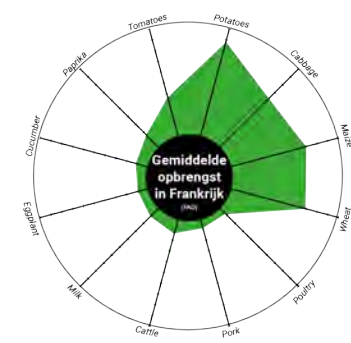
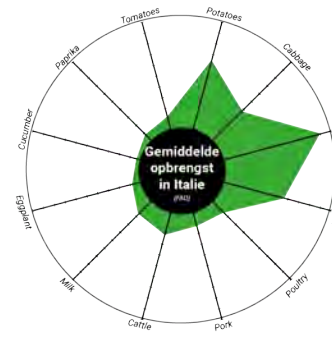
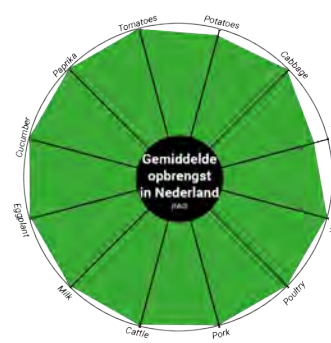
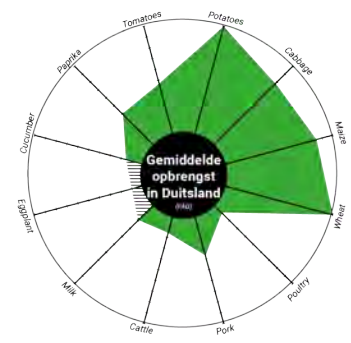
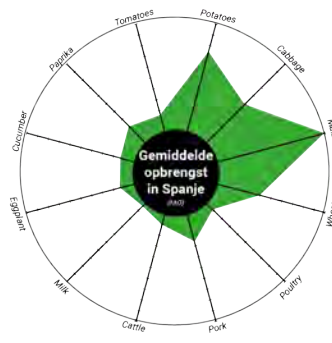
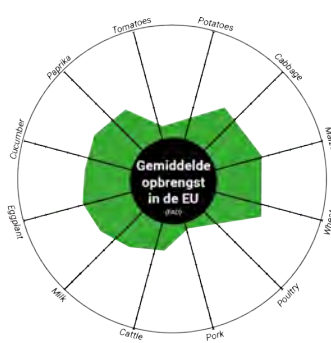
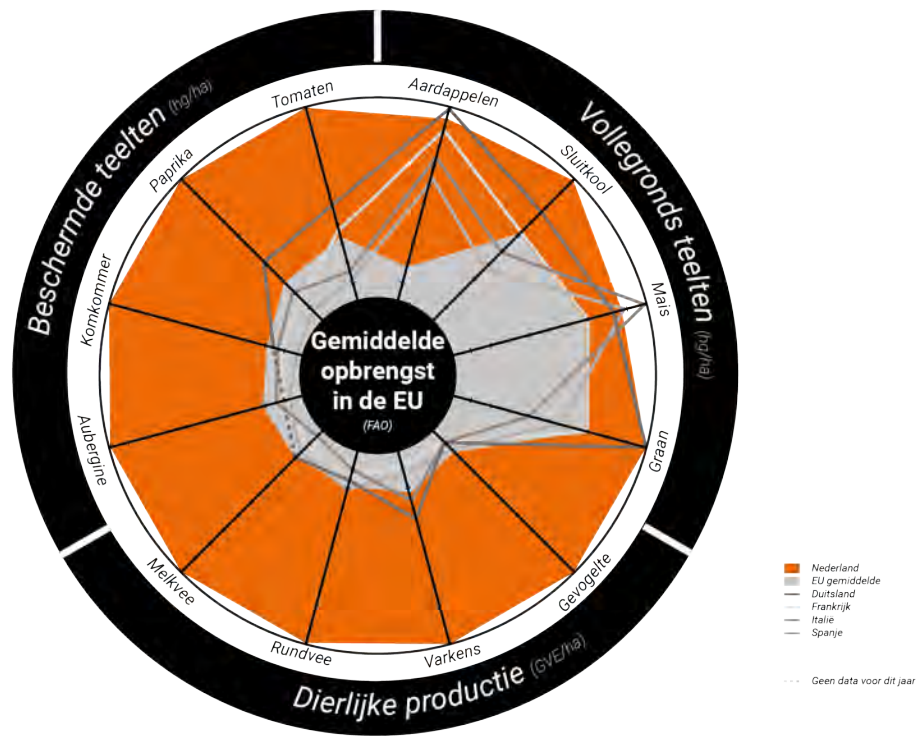
De voedseluitdaging van de 21e eeuw om hongersnoden te voorkomen bij een groeiende wereldbevolking is kort samengevat: “de komende veertig jaar meer voedsel te produceren dan alle boeren in de afgelopen achtduizend jaar bij elkaar” (van der Ende, in: Viviano, 2017). Dat is al ingewikkeld genoeg. Klimaatscenario's van de FAO (?) laten bijvoorbeeld zien dat de productiviteit van de landbouw diepgaand beïnvloed zal worden door de klimaatverandering. Positief in wat we nu de gematigde klimaatzone noemen (Canada, West Europa) licht negatief voor landen als de VS en diep in het rood voor delen van Afrika en Azië. Maar we moeten niet in een situatie terecht komen dat er door te eenzijdige focus op het voedselvraagstuk ‘operatie geslaagd, patiënt overleden’. Het voedselvraagstuk moet worden gekoppeld aan de twee andere grote opgaves, namelijk de schrikbarende erosie van de biodiversiteit en de klimaatproblematiek.

De ontginningen en veranderingen in landgebruik (ook verstedelijking!) zijn, naast de belangrijkste bron van broeikasgassen, ook de voornaamste bronnen van biodiversiteitsverlies. Het substitueren van fossiele door hernieuwbare bronnen tenslotte, zal een zeer groot oppervlaktebeslag met zich meebrengen en dan hebben we het nog niet over de productie van biomassa die de grondstof wordt als de petrochemie verandert in biochemie. Bij elkaar een voldoende om over een duivels complex probleem te spreken. De drie opgaves hebben elk een – soms indrukwekkende – ruimte vraag die uiteindelijk alleen via een goede ruimtelijke ordening en meervoudig ruimtegebruik zal zijn op te lossen.

Kunnen we in Nederland de hoog technologische ontwikkeling van de landbouw en de hoge productiviteit paren met de verbetering van de biodiversiteit, het leefmilieu en de klimaatopgave? Dat is de uitdaging waar we voor staan. En, als het in Nederland niet lukt, waar zou het dan kunnen lukken?

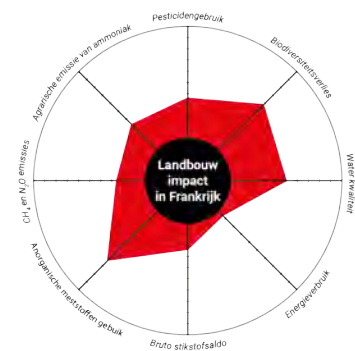
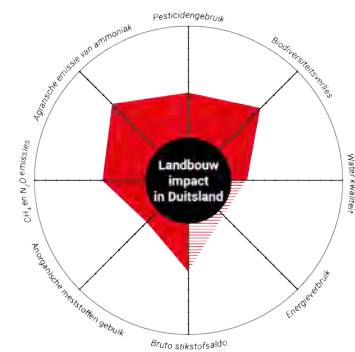
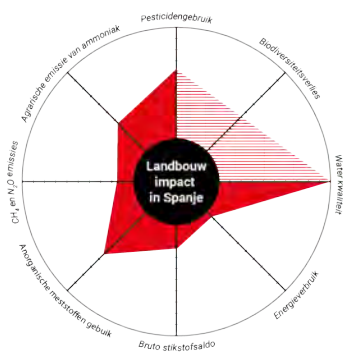
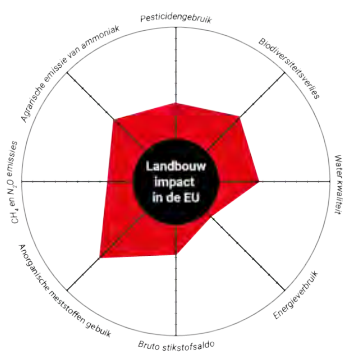
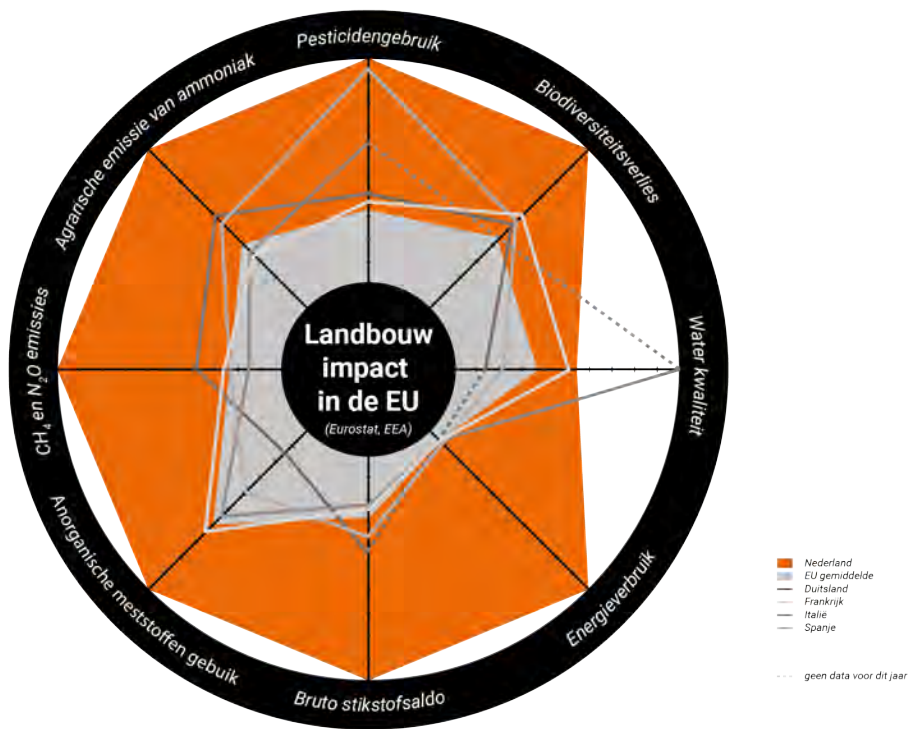


AFBEELDING 11: HET LANDBOUWOPPERVLAK VAN ALLE EUROPESE LANDEN AFGEZET TEGEN DE EXPORTCIJFERS VAN DE AGROSECTOR (GEBASEERD OP THE WORLD BANK - 2018; EN EUROSTAT - 2017)



--- Geen data voor dit jaar
Bron: FAO, Eurostat, EEA

AFBEELDING 12: GEMIDDELTE OPBRENGSTEN VAN DE VIJF GROOTSTE EXPORTERENDE EUROPESE LANDEN EN HET EUROPEES GEMIDDELTE VOOR VERSCHILLENDE LANDBOUWOPBRENGSTEN PER HECTARE. ZICHTBAAR IS DAT NEDERLAND BIJ BIJNA ALLE LANDBOUWPRODUCTEN DE HOOGSTE OPBRENGSTEN OF AANTALLEN PER HECTARE HEEFT EN DAT IN VEEL GEVALLEN (BIJVOORBEELD KOMKOMMERS) HET VERSCHIL MET DE NUMMER 2 VAN EUROPA ENORM IS. OOK LIGGEN DE GEMIDDELT EUROPESE OPBRENGST IN DE VEETEELT EN DE GLASTUINBOUW WEL 80% LAGER DAN IN NEDERLAND (GEBASSEERD OP DATA VAN EUROSTAT - 2018)



— Geen data voor dit jaar
Bron: FAO, Eurostat, EEA

AFBEELDING 13: DE KEERZIJDE VAN DE HOOGPRODUCTIEVE LANDBOUW WAARIN NEDERLAND OOK VAAK KOPLOPER IS IN DE HOOGSTE IMPACT EN EMISSIES GERELATEERD AAN DE LANDBOUW. OOK HIER ZIJN DE MILIEU INVLOEDEN TERUGGEREKEND NAAR HECTARES VOOR DE VIJF BELANGRIJKSTE EXPORTLANDEN EN HET EUROPEES GEMIDDELDE. ZICHTBAAR IS BIJVOORBEELD DAT IN NEDERLAND EEN ENORME HOEVEELHEID ENERGIE WORDT VERBRUIKT PER HECTARE LANDBOUWGROND. ALLEEN OP HET GEBIED VAN WATERKWALITEIT SCOORT NEDERLAND NAGENOEG HET EUROPESE GEMIDDELDE (GEBASSEERD OP DATA VAN EUROSTAT - 2018)

3.7 ZONNEPARKEN ALS VLIEGWIEL?

Het plaatsen van PV-Panelen over een flink oppervlakte, strak in het gelid, is al een vertrouwd beeld in landen als Duitsland en Denemarken. Zonneparken zijn bij ons een relatief nieuw fenomeen, maar wel een ontwikkeling die aan een flinke opmars gaat beginnen. De doos van Pandora is nog niet open dus is het klimaatakkoord is perfect getimed om er afspraken over te maken. We adviseren aan onze sectortafel het maatschappelijke verdelingsvraagstuk van kosten en baten van de zonneparken in het landelijk gebied als invalshoek te kiezen.

3.7.1 OMVANG

Het agrarisch areaal omvat zo'n 20.000 km². (Grasland 12.000km² + Bouwland 8.000km²). Verder is er ca 200 km² glasareaal in Nederland en zijn er voor 150km² daken van agrarische bedrijfsgebouwen die deels geschikt zijn voor de installatie van PV-panelen. We werken verder met de cijfers van het zuiver agrarische areaal.

Er is een uiteraard groot verschil tussen wat er in potentie mogelijk is en hoeveel je uiteindelijk taakstellend toerekent of inschat wat er gerealiseerd moet of kan worden. De cijfers die toeleveren aan de elektriciteitstafel komen voor 2030 uit op 'slechts' 35 km² en in 2050 op 90,6 km² zonneakkers en zonneweides d.w.z. 0,44% van het agrarisch areaal. (TKI Urban Energy, 2018). Dat de proliferatie - ondanks de aantrekkelijkheid voor de grondeigenaren en de beste kosteneffectiviteit voor de ontwikkelaar - zich niet als een grotere olievlek zal uitbreiden is omdat men gerekend heeft met het maximum wat het elektriciteitsnetwerk in het buitengebied kan opnemen en dat de capaciteit bij de installatiefirma's om parken te maken op het kritieke pad zit. Ook heeft men niet gerekend met mogelijke aantrekkelijke functiecombinaties die een versnelling van de toepassing te weeg kunnen brengen.

Mochten deze parameters door innovaties veranderen zijn hogere uitkomsten te verwachten. Dat kan in 2050 oplopen tot 4% van het areaal aan grasland (480 km²) en 2% van het areaal aan bouwland (160 km²) tezamen zo'n 640 km². Nu is er sprake van een flink stuwmeer aan vergunningsaanvragen voor zonneparken blijkens de SDE+ april 2018-2

3.7.2 AARD VAN DE PROBLEMATIEK

Het buitengebied levert de 'makkelijkste' locaties op voor ontwikkelaars om 'meters te maken', het

kan ook lucratief zijn voor de grondeigenaar en we hebben haast met de transitie om zo snel mogelijk hernieuwbare bronnen te installeren waarmee in principe rugwind door de overheid - in de vorm van vergunningen en subsidies - verzekerd lijkt.

De ontwikkelaars zijn momenteel grondposities aan het innemen in de buurt van koppelstations, omdat de aansluiting op het netwerk vaak een grote kostenpost in de ontwikkeling is. Er circuleren al GIS kaarten waar je tot op de kavel nauwkeurig kunt aflezen waar er een business-case sluitend te krijgen is. Zichtbaar wordt dat deze meest haalbare kavels gelegen zijn op de vaak beste landbouwgronden zoals oeverwallen van rivieren. Dit omdat koppelstations in en nabij steden liggen en deze steden uiteraard van oudsher op hoge, droge en goed ontwaterde gronden zijn gevestigd.

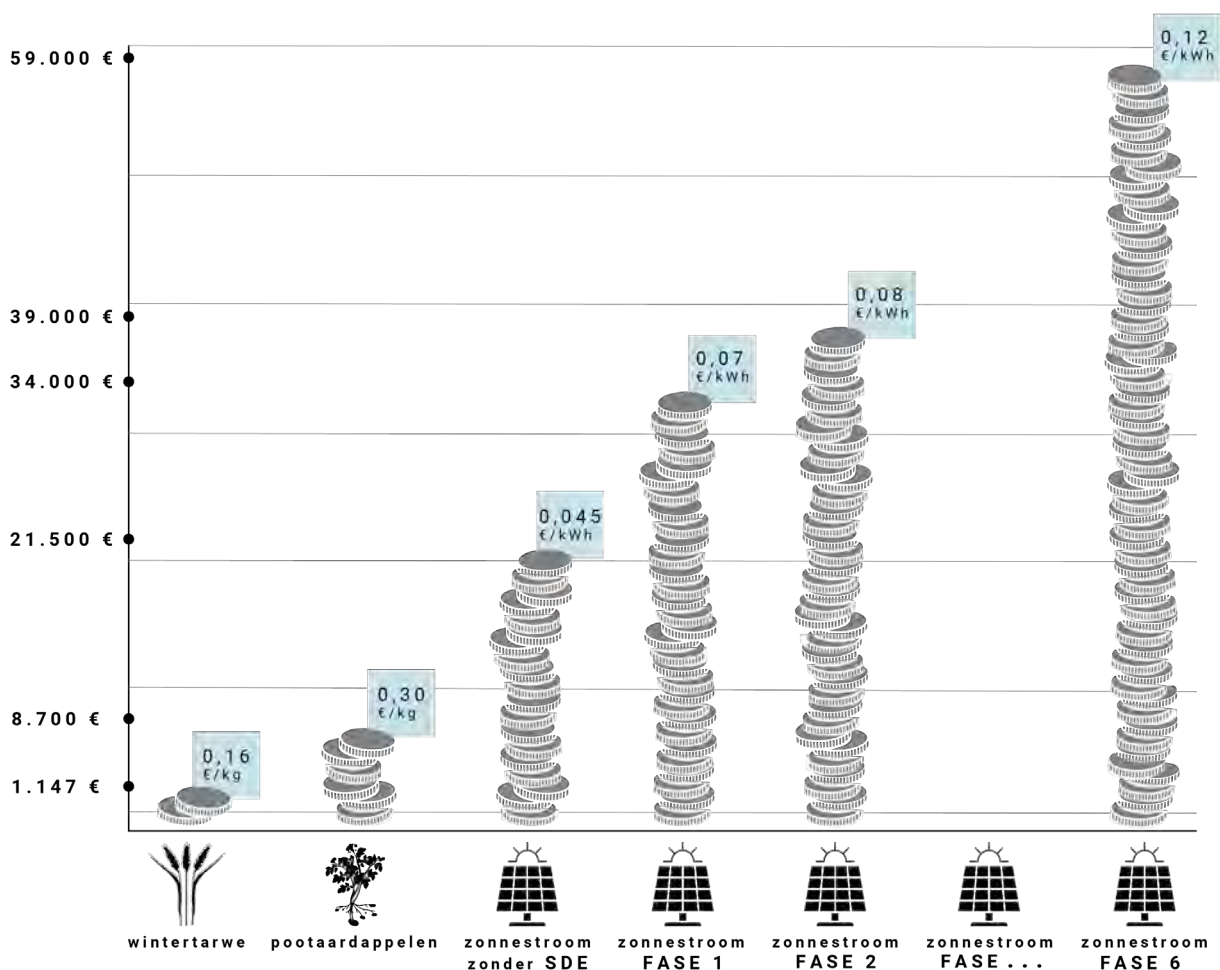
De ontwikkelaars variëren van goedbedoelende transitie-versnellers al of niet met crowd-funding gefinancierd tot puur commerciële partijen maar ook ontwikkelaars die schimmige financiële constructies gebruiken om groene beleggers aan te trekken. (NRC, 12 mei 2018). Met de boeren of andere grondeigenaren worden optiecontracten of koopcontracten afgesloten.

Ook voor boeren kan het lucratief zijn te verkopen (of om zelf als projectontwikkelaar op eigen land op te treden). In de tabel is te zien hoe de financiële opbrengsten van stroom uit PV de opbrengsten uit wintertarwe en zelfs pootaardappelen al ruim zijn gepasseerd, zelfs zonder rekening te houden met de SDE+ subsidies. De financiële opbrengsten zijn uiteraard niet het gehele verhaal, er moet geïnvesteerd worden, kapitaal worden aangetrokken. Het gaat uiteindelijk om het rendement en de terugverdientijd. In de tweede tabel is te zien dat in combinatie met de SDE+ ook vanuit dit oogpunt interessant kan zijn.

De haast wordt ingegeven door de harde doelen zoals die nu in de Klimaatwet voor 2050 zijn opgenomen in combinatie dat Nederland jarenlang ongeveer het slechts presterende land was van de Europese Unie als het ging om het daadwerkelijk realiseren van hernieuwbare energieprojecten. De vergunningverlener - veelal de gemeentelijke overheid - probeert de nieuwe opgave zo zorgvuldig mogelijk te behandelen maar is natuurlijk ook nog onwennig.

Alle lichten lijken dus op groen te staan, wat is eigenlijk het probleem? Het probleem is dat je kunt zien aankomen dat deze ontwikkeling een vrij willekeurig spreidschot aan zonneakkers in

de buurt van koppelstations te zien zal geven waar de 'bingo-boeren' die daar toevallig hun land hebben van profiteren en dat we de kans hebben laten lopen deze investeringsimpuls niet voor bredere maatschappelijke doelen, w.o. de landbouwtransitie te kunnen inzetten. Ook maakt dit het nadenken over een landschappelijke situering lastiger. Uiteindelijk is te vrezen dat de ontwikkeling geheel aan de markt overlaten tot grote maatschappelijke weerstanden zal leiden. Gesteld kan worden dat juist de combinatie van de drie boven beschreven factoren om verstandige regulatie vraagt. Verstandig in de zin dat het – zonder het momentum te verliezen – goed is om ook naar het – extra - maatschappelijke rendement te kijken om ook op langere termijn de doelen te kunnen halen. Anders wordt én de leefbaarheid en productieruimte in het buitengebied vergooid én ontstaat er een onwerkbaar maatschappelijke weerstand met vertraging van de belangrijke klimaatdoelen.



AFBEELDING 14: VERGELIJKING TUSSEN DIVERSE AKKERBOUWOPBRENGSTEN EN OPBRENGSTEN VAN ZONNE-ENERGIE IN DIVERSE FASES VAN DE SDE+ SUBSIDIE. (GEBASEERD OP SPRUIJT - 2015)

	Opbrengst per ha		Prijs		Bruto geldopbrengst per ha	Toegerekende kosten per ha	Saldo per ha
wintertarwe ¹	9.200	kg	0,16	€/kg	€ 1.840 ²	€ 693	€ 1.147
pootaardappelen ³	40.000	kg	0,30	€/kg	€ 12.000	€ 3.300	€ 8.700
zonnestroom							
zonder SDE	500.000	kWh	0,045	€/kWh	€ 22.500	€ 1.000	€ 21.500
SDE Fase 1	500.000	kWh	0,07	€/kWh	€ 35.000	€ 1.000	€ 34.000
SDE Fase 2	500.000	kWh	0,08	€/kWh	€ 40.000	€ 1.000	€ 39.000
SDE Fase 3	500.000	kWh	0,09	€/kWh	€ 45.000	€ 1.000	€ 44.000
SDE Fase 4	500.000	kWh	0,10	€/kWh	€ 50.000	€ 1.000	€ 49.000
SDE Fase 5	500.000	kWh	0,11	€/kWh	€ 55.000	€ 1.000	€ 54.000
SDE Fase 6	500.000	kWh	0,12	€/kWh	€ 60.000	€ 1.000	€ 59.000
SDE Fase 7	500.000	kWh	0,13	€/kWh	€ 65.000	€ 1.000	€ 64.000
SDE Fase 8	500.000	kWh	0,14	€/kWh	€ 70.000	€ 1.000	€ 69.000
SDE Fase 9	500.000	kWh	0,141	€/kWh	€ 70.500	€ 1.000	€ 69.500

¹ Saldo Wintertarwe IJsselmeerpolders, KWIN-AGV 2012

² Inclusief stro opbrengst

³ Saldo Pootaardappelen IJsselmeerpolders, KWIN-AGV 2012

AFBEELDING 15: SALDOVERGELIJKING TUSSEN DIVERSE AKKERBOUWOPBRENGSTEN EN OPBRENGSTEN VAN ZONNE-ENERGIE IN DIVERSE FASES VAN DE SDE+ SUBSIDIE (SPRUIJT - 2015)

	Prijs		100% EV Rendement TVT		20% EV en 80% VV Rendement TVT	
zonder SDE	0.045	€/kWh	-7%	n.v.t.	-13.7 tot -7.0%	n.v.t.
SDE Fase 1	0.07	€/kWh	-3.2 %	n.v.t.	- 9.9 tot -3.2%	n.v.t.
SDE Fase 2	0.08	€/kWh	-1.6%	n.v.t.	- 8.3 tot -1.6%	n.v.t.
SDE Fase 3	0.09	€/kWh	-0.1%	n.v.t.	- 6.8 tot -0.1%	n.v.t.
SDE Fase 4	0.10	€/kWh	1.4 %	14 jr	- 5.3 tot 1.4%	n.v.t.
SDE Fase 5	0.11	€/kWh	3.0 %	13 jr	- 3.7 tot 3.0%	15 jr
SDE Fase 6	0.12	€/kWh	4.5%	12 jr	- 2.2 tot 4.5%	14 jr
SDE Fase 7	0.13	€/kWh	6.1%	11 jr	- 0.6 tot 6.1%	13 jr
SDE Fase 8	0.14	€/kWh	7.6%	10 jr	0.9 tot 7.6%	12 jr
SDE Fase 9	0.141	€/kWh	7.7%	10 jr	1.1 tot 7.7%	12 jr

AFBEELDING 16: HET RENDEMENT EN TERUGVERDIENTIJD ZONDER EN MET SDE, BIJ VOLLEDIGE EN GEDEELTELIJKE FINANCIERING UIT EIGEN VERMOGEN (SPRUIJT - 2015)

3.7.3 OPLOSSINGSRICHTING

Het veel geopperde cascade-model voor zon pv via de rationele ladder (eerst daken, dan infra, dan open water, dan agrarische grond) is denken wij onhoudbaar en – gezien de urgentie – ook niet wenselijk. Intelligent meebewegen lijkt een betere weg: inzetten op een ruimtelijk beleid waar een evenwicht wordt gezocht tussen de terechte haast rond de uitrol van zon-pv op land en de zorgvuldigheid waarmee dat moet gebeuren om ook andere maatschappelijke doelen mee te nemen in de operatie. Er is daarbij een directe relatie met het vraagstuk van de maatschappelijke acceptatie waarin visuele integratie en functionele integratie een sleutelrol spelen.

Dat kan langs twee routes: in de vorm van financiële afroaming in een fonds, (en/of) maatwerk eisen bij de vergunning.

De route via financiële afroaming

In het klimaatakkoord beginselen opnemen dat van de opbrengsten van zonneakkers een deel wordt afgeroomd dat in collectieve doelen kan worden geïnvesteerd. Allereerst kan dat betekenen dat de verliezen aan een tussenlaag van projectontwikkelaars kan worden geminimaliseerd. Die collectieve doelen kunnen in verschillende cirkels worden geschetst:

- Afroaming komt ten goede aan de omgeving (andere boeren/aanwonenden, dit soort participatie in de opbrengsten heeft een gunstig effect op het draagvlak, zie ervaringen in Duitsland met windprojecten en lokale gemeenschappen)
- Afroaming komt ten goede aan de landbouwtransitie (Fondsvorming waaruit compensatiegelden voor extensivering e.d. kunnen worden betaald)
- Afroaming komt ten goede aan de energietransitie in het algemeen. De makkelijkere pv-toepassingen in het landelijk gebied zouden dan kunnen meebetalen aan de moeilijker toepassingen in de stad)
- Of natuurlijk een verdeelsleutel hierover.

Als we de bedragen die in Flevoland aan afdrachten worden gehanteerd €1.050/MW

Bij windturbine projecten dan kom je in de orde grootte uit van een fonds dat jaarlijks met € 17.115.000 kan worden gevoed.

De route via vergunning-voorwaarden

De maatschappelijke meerwaarde is ook letterlijk en figuurlijk in natura te realiseren door eisen te stellen aan de situering en vormgeving van de zonneakkers die meervoudig ruimtegebruik mogelijk maken. Dit meervoudig ruimtegebruik van zonneparken kan gerealiseerd worden door nadere vereisten aan de opstelling van de panelen. Dit zal in veel gevallen ten koste gaan van de netto stroomproductie maar met deze constructie wordt het mogelijk om andere gebiedsdoelstellingen en ook ruimtelijke klimaatmaatregelen(!), mede te realiseren. Zo kan de opbrengst van het zonnepark het aanvullende stuk financiering vormen die maatregelen nu vaak ontberen. Te denken valt aan de extensiveringswens vanuit de landbouw, blijvend agrarisch medegebruik door opstelling PV-panelen, natuurdoelen door extensieve plaatsing panelen, randvoorwaarden vanuit natuurwetgeving, et cetera).

Meekoppelmogelijkheden

De zonneakkers en zonneweides kunnen ruimtelijk/ functioneel gecombineerd worden met:

- Drinkwaterbeschermingsgebieden en extensivering gebruik;
- Waterbergingsgebieden (voor wateropvang en watervoorziening)
- Gebieden waar het peil zodanig wordt opgezet dat naar een andere vorm van grondgebruik moet worden omgeschakeld,
- Uitgeputte agrarische gronden waar de bodemvruchtbaarheid moet worden hersteld (afhankelijk van de wijze van plaatsing);
- Combinatie met te extensiveren gebieden (afhankelijk van wijze van plaatsing)
- Bij duurdere hoogsteplaatsing van panelen is agrarisch medegebruik (begrazing, opslag, vrije uitloop kippen, etc) mogelijk.
- Bufferzones rond Natura 2000-gebieden
- Et cetera

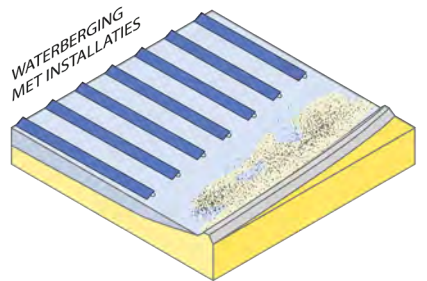
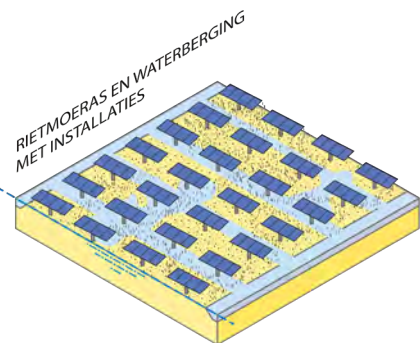
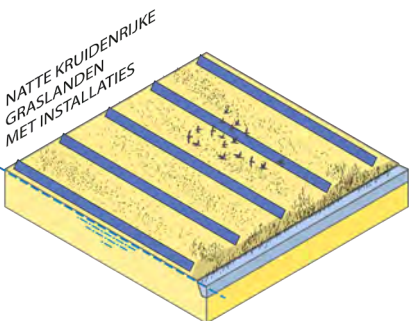
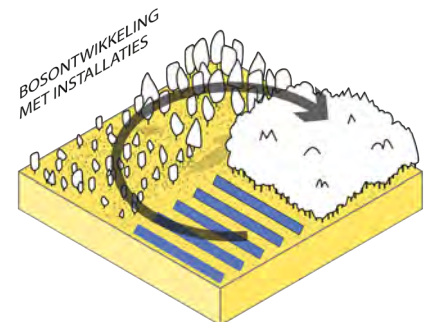
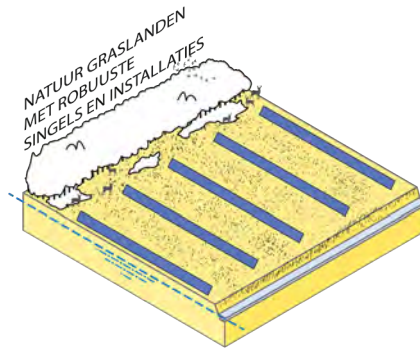
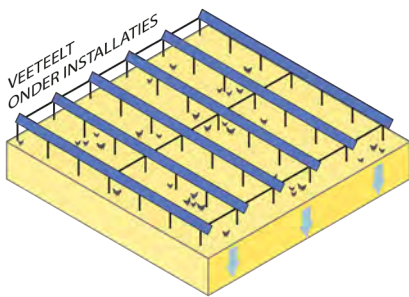
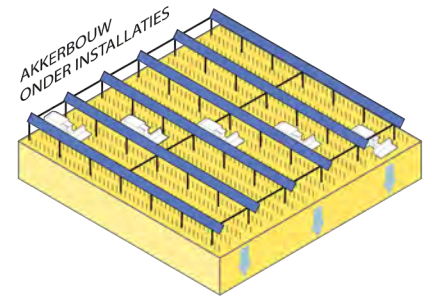
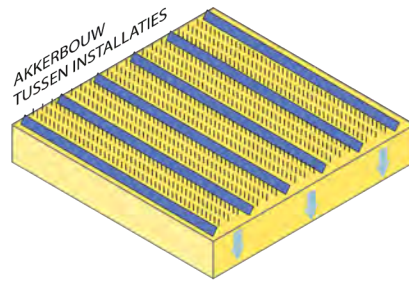
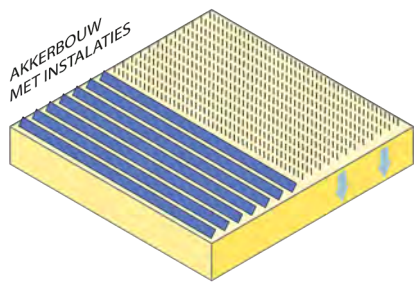
De meekoppelmogelijkheden worden (sterk) vergroot door de snelle ontwikkeling in de PV-techniek. Met name de toepassing van verticaal opgestelde bifaciale panelen die het zonlicht aan beide zijden van het paneel gebruiken, mitigeren de invloed van schaduw op de bodem-ecosystemen en openen vele mogelijkheden voor medegebruik onder het zonnepark. Uiteraard leveren deze installaties niet de laagste LCOE op (Levelized Costs Of Electricity, meet de kosten gedurende de gehele levenscyclus door de totale energie productie in €/ kWh).

Vergunningen zouden ook gekoppeld kunnen worden aan het maken van een gebieds/landschapsplan waarin getoond wordt hoe de situering en vormgeving van de inpassing gedacht worden. De ervaring leert dat netbeheerders ook gevoelig zijn voor een goed plan en op basis daarvan hun netwerkuitbreiding te plannen. (H+N+S, 2017). Daarmee kan het diktaat van de koppelstations ook worden doorbroken.

Al deze invalshoeken – inclusief het aanwezig zijn van een gebiedsplan - kunnen in nadere eisen in de vergunningsvoorwaarden worden gegoten.

Uitwerking

Welke van de twee routes gekozen wordt of wellicht voor een combinatie wordt geopteerd de uitkomst zou idealiter moeten zijn dat het in het landelijk gebied even moeilijk (of makkelijk) moet zijn als in de stad om PV te installeren. Dat vraagt om een fijnregeling tussen de SDE+ en de ruimtelijke vergunningsvoorwaarden die in het najaar nader uitgewerkt moet worden. De subsidieregeling van Sleeswijk-Holstein voor pv, waarbij subsidies gedifferentieerd worden in moeilijkheidsgraad, kan daarbij als voorbeeld dienen.



AFBEELDING 17: VISUALISATIES VAN MOGELIJKE FUNCTIEKOPPELINGEN MET PV-INSTALLATIES.

GEBOUWDE GEMGEVING

4

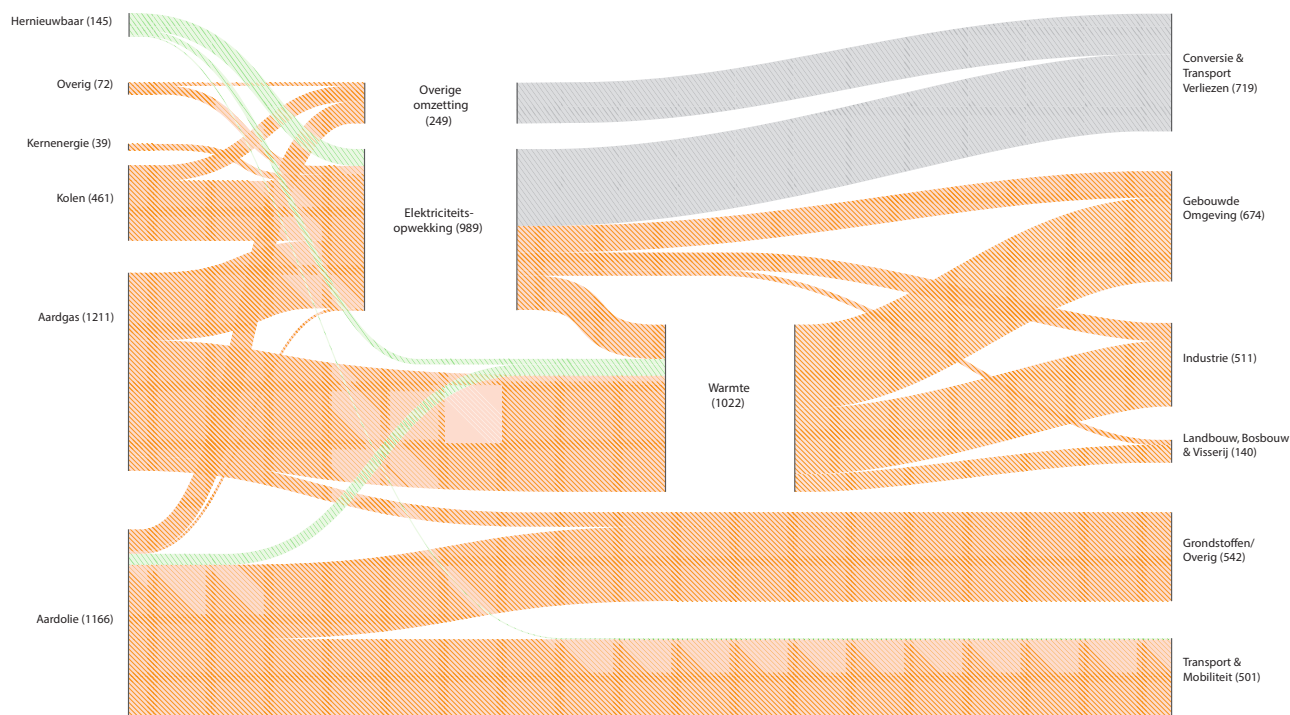
SAMENVATTING VAN HET EINDRAPPORT

Ruimtelijk specialisten:

 **TU Delft**
Andy van den Dobbelssteen

BRIGHT
The Cloud Collective
Thijs van Spaandonk
Gerjan Streng

GEBOUWDE OMGEVING



AFBEELDING 1: HUIDIG ENERGIEGEBRUIK NEDERLAND | ENERGIE EN RUIMTE EEN NATIONAAL PERSPECTIEF

4.1 INLEIDING

De gebouwde omgeving moet in 2050 volledige klimaatneutraal zijn. De totale CO₂-reductie die daarvoor nodig is 7 Mton. Het tussenliggende doel voor de gebouwde omgeving is een besparing van 3,4 Mton CO₂ in 2030.

Een groot deel van deze reductie moet worden bereikt door het verminderen van de energievraag van de gebouwde omgeving. Immers: voor iedere PJ die niet wordt gebruikt, hoeven we er 3 niet op te wekken¹.

4.1.1 HUIDIGE GEBRUIK

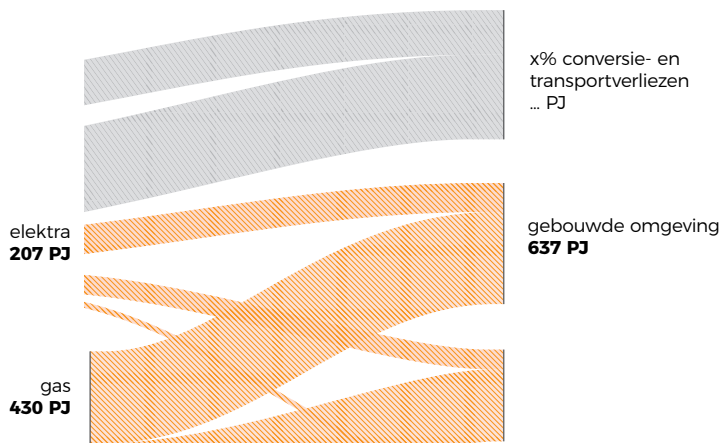
Het totale energieverbruik van de gebouwde omgeving bedraagt 637 PJ². De gebouwde omgeving kan worden onderverdeeld in twee delen: huishoudens (woningen) en diensten (utiliteitsbouw). In die laatste categorie vallen kantoren, bedrijven en maatschappelijk vastgoed

(scholen, musea, overheidsgebouwen, sport- en zwemvoorzieningen etc.).

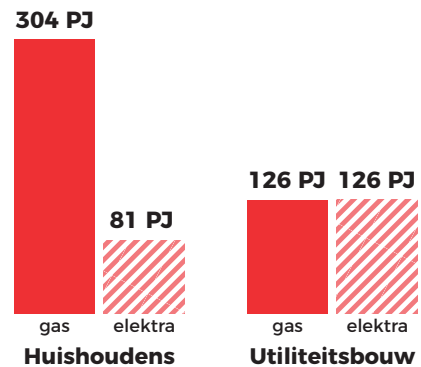
Het energiegebruik van huishoudens bestaat voor het grootste deel (304 PJ) uit gas voor de verwarming van woningen. Het elektriciteitsgebruik is een stuk lager (81PJ). Voor de utiliteitsbouw is de verhouding anders. Daar is het gebruik van gas en elektriciteit vrijwel gelijk.

Het is dus van groot belang in de verduurzaming van de gebouwde omgeving niet enkel naar de transitie naar duurzame warmte en koude te kijken maar ook naar de productie en distributie van duurzame elektriciteit.

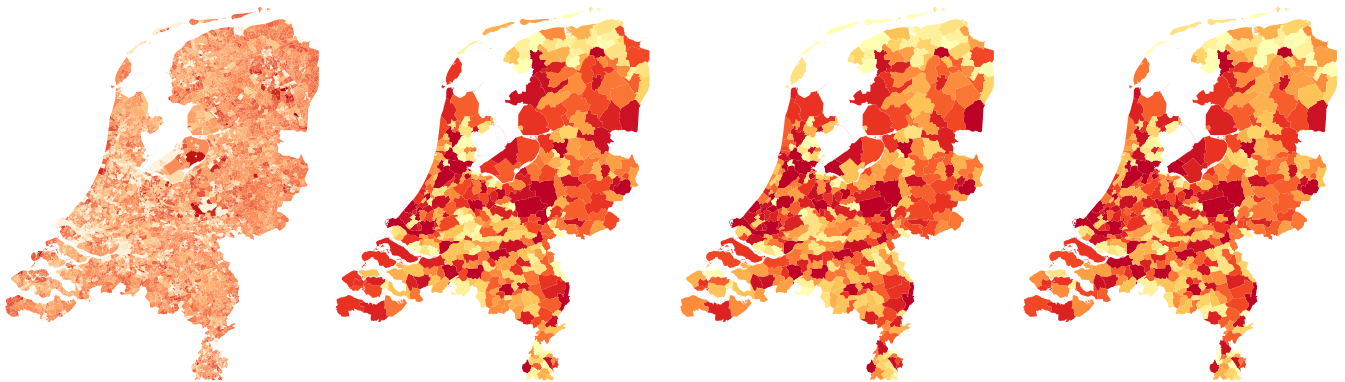
Daarbij moet ook opgemerkt worden dat voor duurzame verwarming en koeling vaak een elektrische optie wordt gekozen (bijvoorbeeld een warmtepomp). Dit zal dus ook leiden tot een verhoging van de elektriciteitsvraag, die weer duurzaam opgewekt moet worden.



AFBEELDING 2: HUIDIG ENERGIEGEBRUIK GEBOWDE OMGEVING | ENERGIE EN RUIMTE EEN NATIONAAL PERSPECTIEF



AFBEELDING 3: VERGELIJKING GEBRUIK GAS EN ELEKTRICITEIT IN HUISHOUDENS EN UTILITEITSBOUW | RVO WARMTEATLAS 2015



AFBEELDING 4: VAN LINKS NAAR RECHTS: GEBRUIK GAS HUISHOUDENS (305 PJ PER JAAR, 1163KG CO₂/JAAR, 27,5 MTON), : GEBRUIK GAS UTILITEIT (126 PJ PER JAAR), GEBRUIK ELEKTRICITEIT HUISHOUDENS (81 PJ PER JAAR), GEBRUIK ELEKTRICITEIT UTILITEIT (126 PJ PER JAAR) | RVO WARMTEATLAS 2015

4.1.2 WAAR HEBBEN WE HET OVER?

Om een gevoel voor de schaal van de opgave te krijgen volgt hieronder een uitwerking voor de gemeente Den Haag. Den Haag heeft ca. 525.000 inwoners en een totaal oppervlakte van 9.800 hectare (land + water). Het totaal energieverbruik van de gebouwde omgeving in Den Haag is 18,6 PJ.

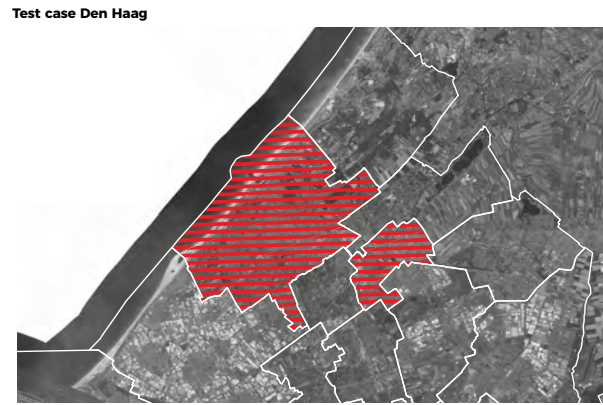
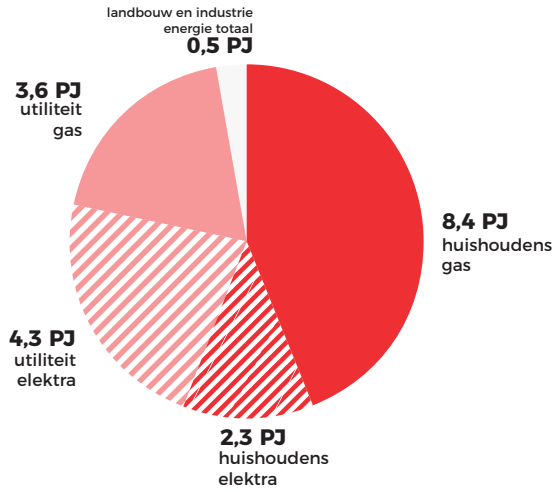
Voor de duurzame productie van deze energie is nodig:

- of 700 windturbines van 3,3 MW (het type dat aan de A4 bij Den Haag staat opgesteld);
- of 4.668 ha zonnenveld (ca. de helft van het totale oppervlakte van Den Haag);
- of 2 miljoen woningen vol met zonnedaken (8x de huidige woningvoorraad);

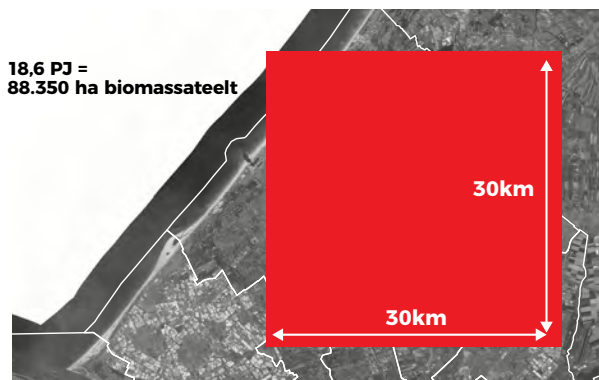
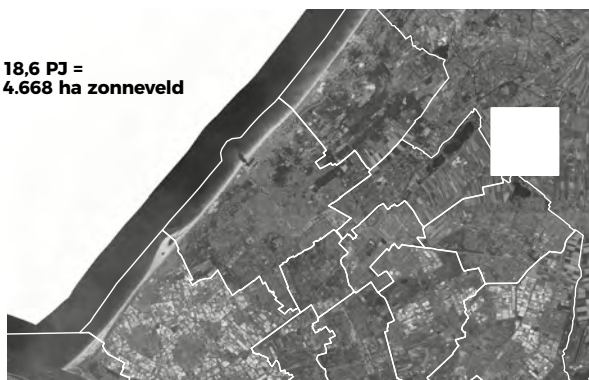
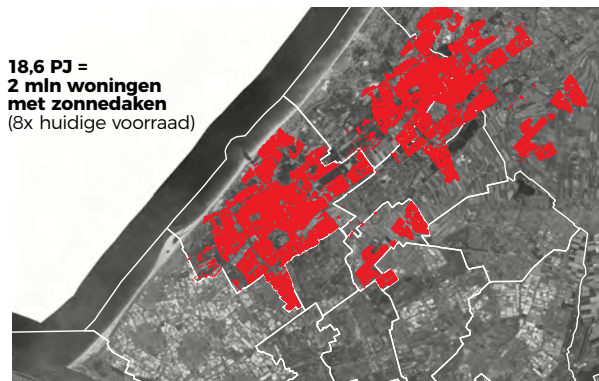
- of 88.350 ha biomassateelt (bijna tien maal de totale oppervlakte van Den Haag).

Ter vergelijking, Den Haag heeft op dit moment één windturbine op eigen grondgebied staan.

In deze berekening is nog geen rekening gehouden met besparing van het verbruik in de gebouwde omgeving. Het als paragraaf 4.3 toegevoegde onderzoek van Andy van den Dobbelsteen naar de potentie van energiebesparing en energieproductie voor de stad Amsterdam laat zien dat op dit gebied veel winst te behalen valt.

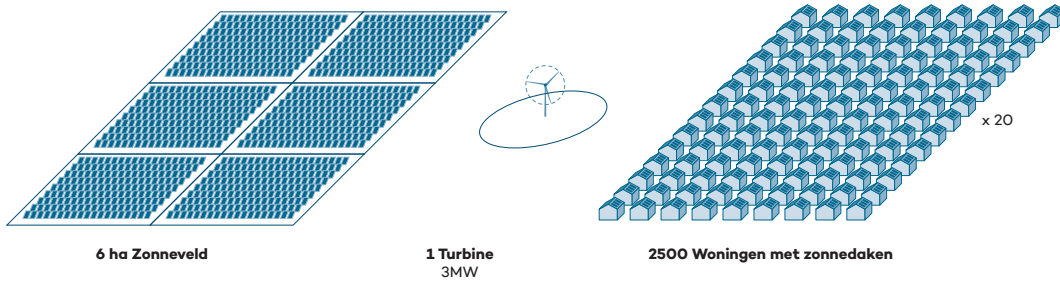
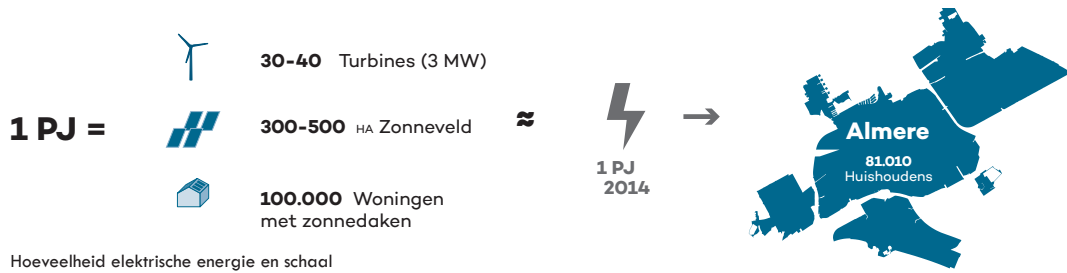


AFBEELDING 6: HUIDIG ENERGIEGEBRUIK DEN HAAG



AFBEELDING 5: BENODIGDE RUIMTE VOOR 700 WINDTURBINES VAN 3,3 MW (L-BOVEN), BENODIGDE RUIMTE VOOR 4.668 HA ZONNEVELD (L-ONDER), BENODIGDE RUIMTE VOOR 2.000.000 WONINGEN MET ZONNEDAKEN (R-BOVEN), BENODIGDE RUIMTE VOOR 88.350 HA BIOMASSATEELT (R-ONDER)

Test case Den Haag



AFBEELDING 7: HOEVEEL IS 1PJ? | POSAD, KLIMAAT ENERGIE RUIMTE

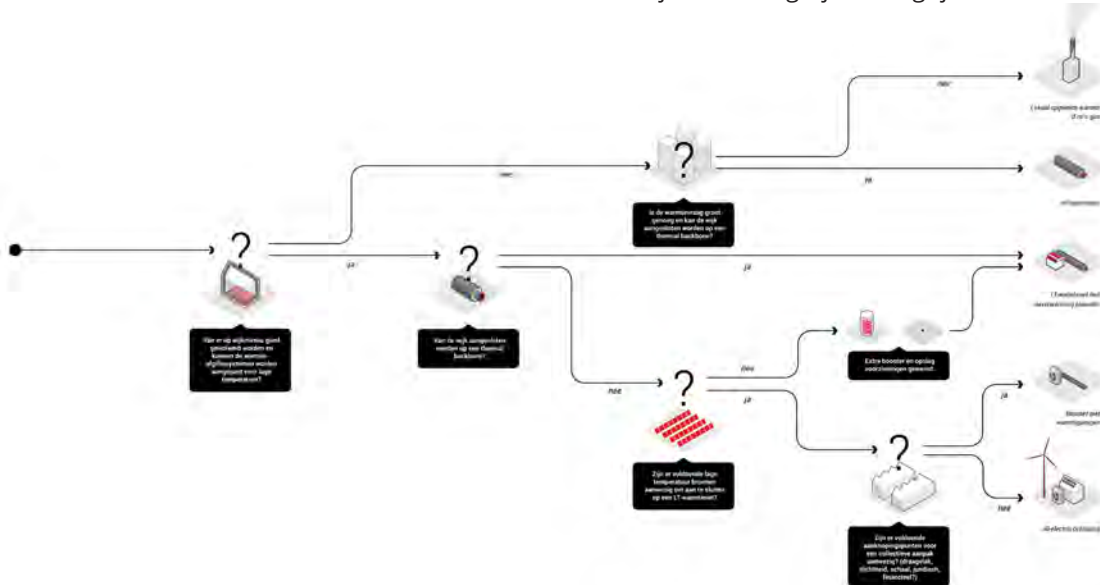
Focus op aardgasvrij

De sectortafel gebouwde omgeving heeft uitgebreid aandacht besteed aan de transitie naar een gebouwde omgeving zonder (Gronings) aardgas. Dit leidt tot een focus op het reduceren van de warmtevraag door isolatie en het zoeken van alternatieven voor de verwarming van gebouwen.

Beslisboom

De systeemkeuze voor een duurzame warmtevoorziening is van verschillende

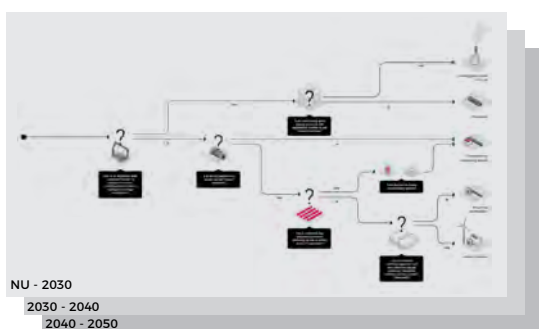
factoren afhankelijk. Denk aan beschikbaarheid van en nabijheid tot duurzame bronnen, bebouwingsdichtheid en kritieke massa en uiteraard ook de mogelijkheden voor de isolatie van de gebouwen. In de publicatie Klimaat Energie Ruimte wordt een afwegingskader geïntroduceerd om tot de juiste systeemkeuze te komen voor verschillende plekken. Het beantwoorden van de vragen in de beslisboom met een ja of nee is niet eenvoudig. Elke beantwoording behoeft een integrale afweging. Ruimtelijke kwaliteit en ruimtelijke ordening zijn belangrijke onderdelen



AFBEELDING 8: BESLISBOOM WELKE OPTIE WAAR? | STUDIO MARCO VERMEULEN, KLIMAAT ENERGIE RUIMTE

van deze afweging. Het is dus van groot belang dat ruimtelijk denkers en ontwerpers op verschillende schaalniveaus worden betrokken.

Voor de periode tot 2030 is redelijk te overzien wat de verschillende opties voor duurzame warmtelevering zijn en kunnen de keuzes in de beslisboom dus redelijk gefundeerd worden gemaakt. Voor de periode tussen 2030 en 2050 is dit ingewikkelder. Voortschrijdend inzicht over de beschikbaarheid van geothermie, nieuwe technologische ontwikkelingen of juist andere externe factoren die ingebracht worden in het maken van de integrale afweging kunnen leiden tot veranderende antwoorden en dus veranderende keuzes. Het is van belang om de beslisboom permanent te blijven doorlopen.



AFBEELDING 9: BESLISBOOM WELKE OPTIE WAAR IN DE TIJD | BEWERKING VAN AFBEELDING WELKE OPTIE WAAR, STUDIO MARCO VERMEULEN, KLIMAAT ENERGIE RUIMTE P.210-211

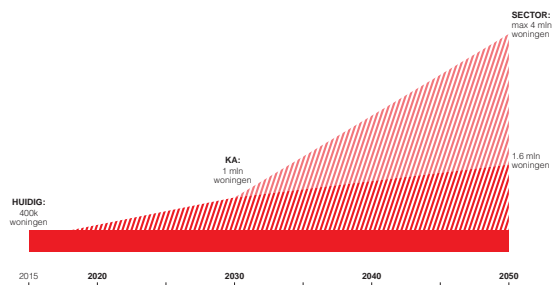
4.2 BRONNENSTRATEGIE

Om te zorgen dat schaarse bronnen dáár worden ingezet waar ze het hardst nodig zijn, en niet waar en wanneer alternatieven beschikbaar zijn, is het noodzakelijk dat op het nationale schaalniveau sturing in deze richting plaatsvindt. Bij ongewijzigd beleid vindt ook sturing op inzet van schaarse bronnen plaats, maar dan onbewust, en met een extra ruimte- en energievraag, en lagere kans op doelbereik als gevolg. Dit geldt zowel inzet van bijvoorbeeld biomassa of omgevingswarmte, maar ook besparing en inzet van schaarse ruimte voor productie, transport en opslag van duurzame stroom. In een bronnenstrategie kunnen deze keuzen concreet gemaakt worden, waardoor samenhangende besluitvorming hierover mogelijk wordt

4.2.1 OPSCHALING VAN WARMTENETTEN

Op dit moment zijn er in Nederland ongeveer 400.000 woningen aangesloten op een warmtenet. In het Klimaatakkoord wordt de ambitie opgenomen in 2030 een miljoen woningen aangesloten te hebben op een warmtenet. De totale potentie tot 2050 is minder duidelijk. De sector

van warmtebedrijven schat in dat tussen de twintig en vijftig procent van de Nederlandse woningen aangesloten kan worden op een warmtenet met duurzame warmte. Dat komt neer op een bandbreedte tussen de 1,6 en 4 miljoen woningen.



AFBEELDING 10: ONTWIKKELING HUISAANSLUITINGEN OP WARMTENETTEN

4.2.2 HUIDIGE RESTWARMTE NOG FOSSIEL

Op dit moment worden warmtenetten gevoed door verschillende bronnen, te weten gas- of kolengestookte energiecentrales of, restwarmte uit de industrie of afvalverbrandingsinstallaties. Van een aantal van deze bronnen weten we dat ze eindig zijn. In 2024 zullen de eerste kolencentrales worden gesloten³ en zal een einde komen aan de subsidie op bijstook van biomassa. En de levering van restwarmte door de afvalverbrandingsinstallaties zou onder druk kunnen komen staan door de transitie naar een circulaire economie. Nederland zet in op een volledig circulaire economie in 2050⁴. Volgens de veel gebruikte principes van de Ellen MacArthur Foundation⁵ is verbranding geen onderdeel van een circulaire economie.

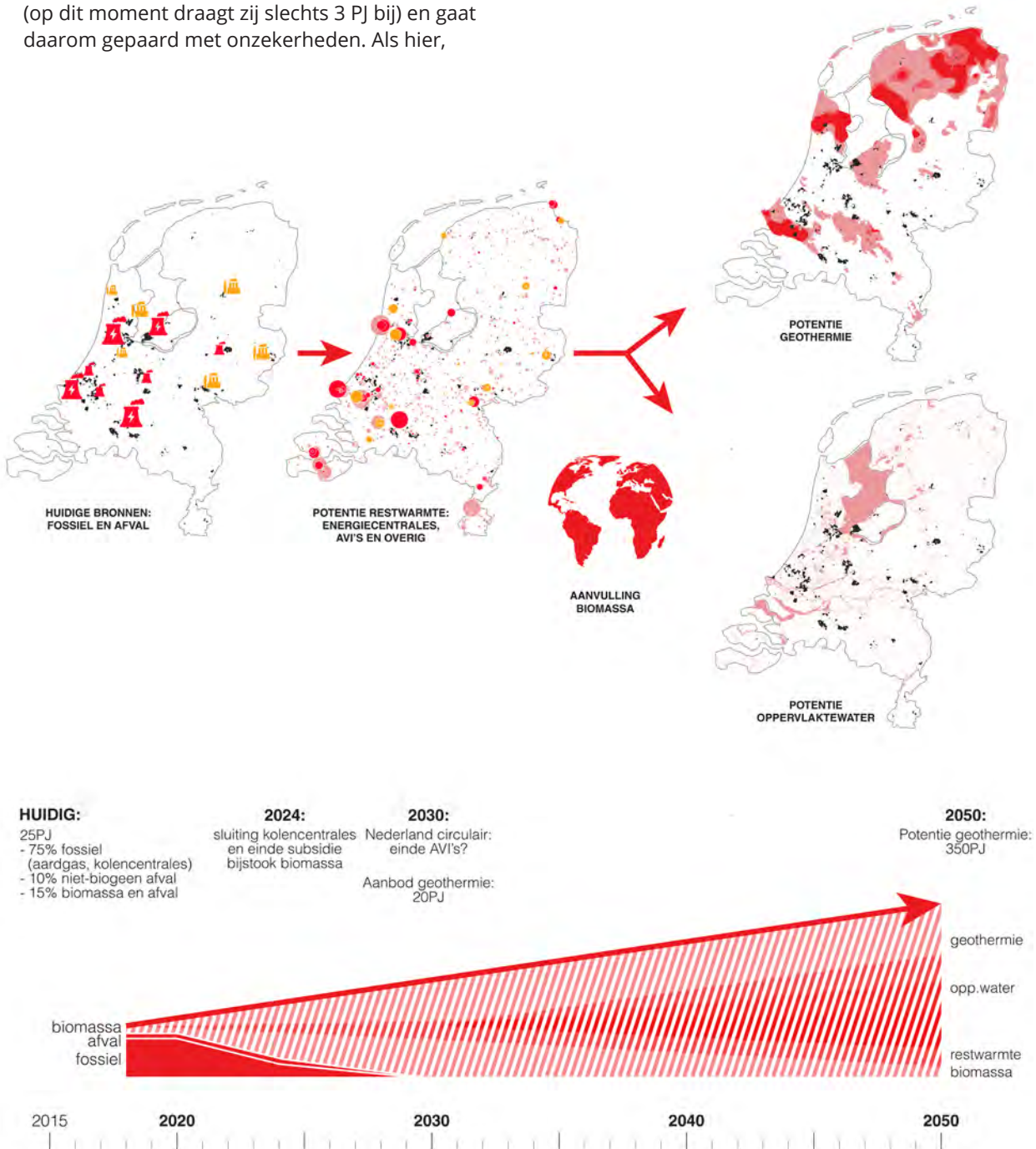


AFBEELDING 11: HUIDIGE NIET-DUURZAME BRONNEN VAN WARMTENETTEN

4.2.3 ONZEKERHEID VAN AANBOD DUURZAME WARMTE IN DE TIJD

Het Transitiepad naar een duurzame warmtevoorziening kent nog veel onzekerheden. Er is meer verkenning nodig om te onderzoeken hoe grip te krijgen is op deze onzekerheden. Op dit moment wordt de potentie van geothermie in kaart gebracht. Deze alternatieve bron is beloftevol: volgens de sector zou zij op de lange termijn maar liefst 200 PJ kunnen leveren. Het PBL houdt het bij 17 PJ in 2030 en Urgenda rekent op 65 PJ. Deze warmtebron is grotendeels onontgonnen (op dit moment draagt zij slechts 3 PJ bij) en gaat daarom gepaard met onzekerheden. Als hier,

om welke reden dan ook, een kink in de kabel komt, bestaat weinig achtervang. De resultaten van nieuwe bodemonderzoeken moeten snel inzichtelijk worden om gefundeerde beslissingen te nemen. Het onderzoeken van de ondergrond is echter wel een kostbare aangelegenheid. Voor het seismisch onderzoek naar ultradiepe geothermie in Gelderland, dat wordt geïnitieerd door het consortium Warmte in de Vallei, is alleen al de bijdrage van de provincie Gelderland 1,8 miljoen euro⁶.



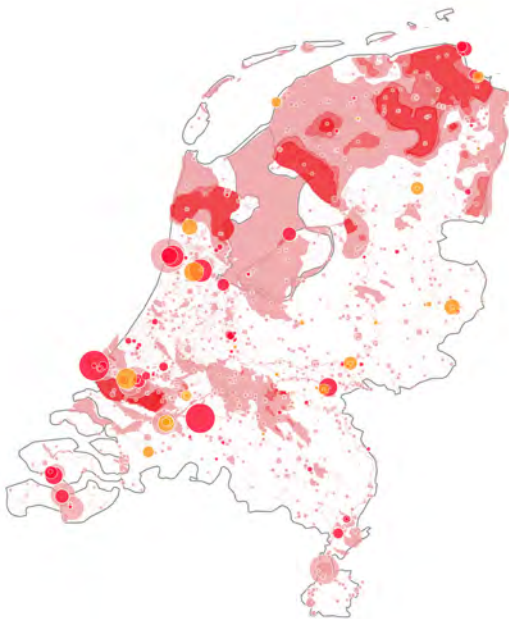
AFBEELDING 12: ONZEKERHEID IN ONTWIKKELING VAN WARMTEBRONNEN EN HERKOMST

4.2.4 ENERGIE UIT WATER

Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) biedt veel potentie in ons waterrijke land. Volgens de Unie van Waterschappen kan met de warmte- en koude-energie uit oppervlaktewater maar liefst 54% van de koudevraag en 12% van de warmtevraag worden voorzien. Energie uit afvalwater (TEA), drinkwater (TED) rioolwater (TER) en gemalen zijn daar nog niet in meegenomen. De huidige voorbeeldprojecten zijn kleinschalig. Voor de verdere ontwikkeling moeten ze uit de pilotfase komen. Dat kan door deze systemen aan te sluiten op collectieve (lagetemperatuur) warmtenetten in nieuw te ontwikkelen gebieden. Individuele systemen zijn daarnaast geschikt voor verwarming en koeling op gebouw- of blokniveau waar de isolatie verbeterd is. Dit vraagt nieuwe samenwerkingen van organisaties (waterschappen, energiebedrijven, netbeheerders, corporaties en andere ontwikkelaars).

4.2.5 WARMTESCHAARSTE

Als we alle bekende bronnen van duurzame warmte in beeld brengen (geothermie, oppervlaktewater en voorlopig ook restwarmte) zien we dat in grote delen van Nederland (nog) weinig opties zijn voor een duurzame invulling van de warmtevraag. In sommige gevallen betreft het stedelijke gebieden waar de inzet van elektriciteit voor ruimteverwarming niet de optimale keuze is. Het verdient aandacht van de tafel Innovatie om hier slimme in- en aanvullingen te vinden die voorbij de huidige alternatieven gaan.



AFBEELDING 13: WARMTESCHAARSTE IN KAART, BRONNEN GEOTHERMIE, RESTWARMTE EN OPPERVLAKTEWATER

4.2.6 PRINCIPES MET BETREKKING TOT VERDELING SCHAARSE WARMTEBRONNEN

Wie heeft recht op welke duurzame warmte? In de transitiefase groeit de beschikbare hoeveelheid duurzame warmte door het slaan van putten voor geothermie, door warmte uit oppervlaktewater en andere duurzame (rest)stromen. Tot voor alle gebruikers (huishoudens, industrie, glastuinbouw etc.) genoeg warmte beschikbaar is zal er een schaarste zijn. Voor deze periode van schaarste moeten afspraken gemaakt worden voor de toekenning van duurzame warmte aan specifieke gebruikers. We hebben voor de MRDH een aantal mogelijke principes in beeld gebracht. Een aantal hiervan zijn mogelijk niet wenselijk maar hebben we voor de volledigheid wel toegevoegd.

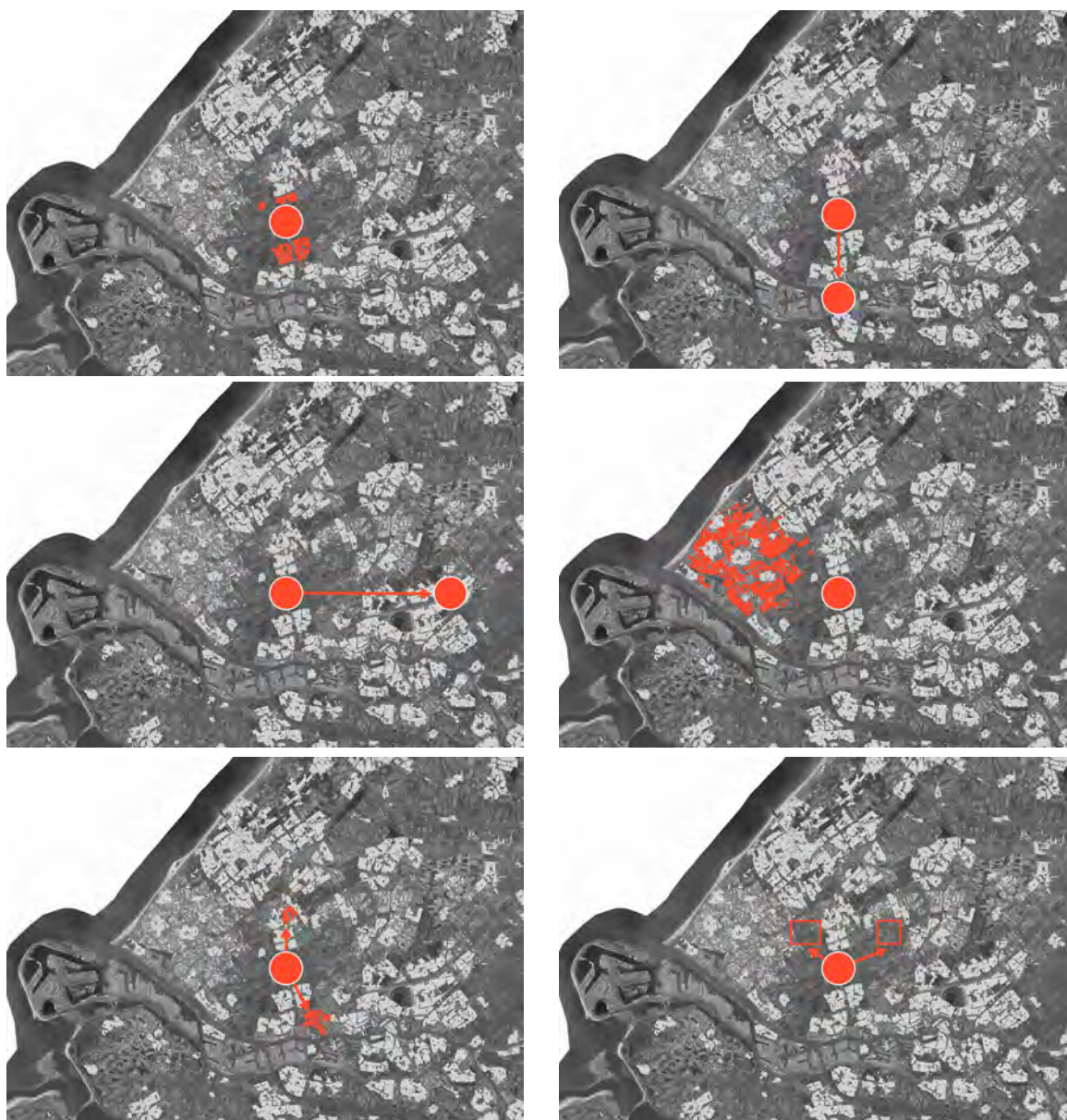
- Het recht van de eerste claim. De gebruiker die als eerste een claim op de bron legt verwerft het alleenrecht voor gebruik van de bron. Denk aan de vinder van een goudader in het Wilde Westen. Deze partij kan uiteraard beslissen warmte verder door te leveren na eigen gebruik;
- De nabijheid in relatie tot de bron. Hoe dichterbij de bron, hoe meer recht op de warmte. Het omgekeerde principe geldt namelijk ook: duurzaam opgewekte energie wordt alleen aan gebruikers en gebouwen toegeschreven als deze "in nabijheid" (op dit moment binnen 10 kilometer) is opgewekt;
- Regionale prioriteit. Een regionale energiestrategie kan voorkeur geven aan een koppeling van bron en gebruikers binnen de regio, terwijl een interregionale verbinding wellicht efficiënter is.
- De moeilijk in te vullen vraag. Bij de inzet van duurzame warmte (in dit geval hoge temperatuur uit diepe geothermie) wordt prioriteit gegeven aan wijken of functies met een warmtevraag die moeilijk op andere wijze in te vullen is. Denk aan een historische binnenstad;
- Het economisch belang. De plek met de grootste toegevoegde economische waarde wordt als eerste voorzien van duurzame warmte. In de regio MRDH zou dit bijvoorbeeld het glastuinbouwcluster van het Westland kunnen zijn;
- De hoogste bieder. Stel dat beschikbare duurzame warmte (openbaar) op de markt geveild wordt. Dan kan het zijn dat de hoogste bieder, bijvoorbeeld een industriële gebruiker, de beschikking over de warmte krijgt;

In de periode tot 2050 kunnen bovenstaande principes allen legitiem zijn. Een aantal van de mogelijkheden kunnen echter leiden tot inefficiënt

gebruik van beschikbare duurzame warmte. Gezien de grote onzekerheid over de beschikbaarheid gedurende de transitie zal dit te allen tijde voorkomen moeten worden. Voor de transitiefase moet beschikbare restwarmte zo effectief mogelijk inzetbaar zijn voor de versnelling van de overstap naar duurzame warmte. Per bron zal, als een warmtenet nog afwezig is, een maatwerk aanpak nodig zijn om de bron effectief in te zetten voor de korte en lange termijn. Het principe moet zijn dat duurzame warmte zo ingezet wordt dat het de grootste bijdrage levert aan het bereiken van het nationale einddoel in 2050.

De schatting van de warmtebedrijven is dat tot de helft van de Nederlandse woningen aangesloten kan worden op een warmtenet gevoed door

duurzame warmte. Voorkomen moet worden dat bepaalde bronnen niet meer beschikbaar zijn voor het behalen van de gemeenschappelijke doelen in 2050. Het gemeenschappelijk belang moet daarbij zwaarder wegen dan een particuliere claim. Dat kan via een verplichting om een duurzame warmtebron altijd aan te sluiten op een publiek warmtenet. Of met een verplichting om restwarmte aan een publiek warmtenet te leveren indien de warmtebron ter beschikking wordt gesteld aan industrie of glastuinbouw. Het uitgangspunt is dat het warmteaanbod als reëel alternatief voldoende beschikbaar en betaalbaar is. De principes voor de verdeling van de beschikbare warmte moeten om nationaal niveau worden vastgelegd.



AFBEELDING 14: NABIJHEID (L-BOVEN), EERSTE RECHT (L-MIDDEN), MOEILIJKST IN TE VULLEN (L-ONDER), ECONOMISCH BELANG (R-BOVEN), HOOGSTE BIEDER (R-MIDDEN), STURING NIEUWE GEBIEDSONTWIKKELING (R-ONDER)

4.2.7 ENERGY ORIENTED DEVELOPMENT⁷

Alle nieuwbouwwoningen die vanaf nu gebouwd worden zijn minimaal zeer energiezuinig. Maar naast de energieprestatie van de woningen zelf is ook de locatie van deze nieuwe woningen van invloed op de CO₂ productie. Wat zijn in het kader van de energietransitie plekken waar we nieuwe woningen zouden moeten bouwen om te voorkomen dat deze woningen vragen om veel extra opwek van duurzame energie en de aanleg van dure en complexe infrastructuur. In ieder geval is het verstandig om woningen (en andere gebouwen) te ontwikkelen op plekken waar infrastructuur voor duurzame warmte en duurzame mobiliteit reeds aanwezig is.

Alle nieuwbouwwoningen die vanaf nu gebouwd worden zijn minimaal zeer energiezuinig. Maar naast de energieprestatie van de woningen zelf is ook de locatie van deze nieuwe woningen van invloed op de CO₂ productie. Wat zijn in het kader van de energietransitie plekken waar we nieuwe woningen zouden moeten bouwen om te voorkomen dat deze woningen vragen om veel extra opwek van duurzame energie en de aanleg van dure en complexe infrastructuur. In ieder geval is het verstandig om woningen (en andere gebouwen) te ontwikkelen op plekken waar infrastructuur voor duurzame warmte en duurzame mobiliteit reeds aanwezig is.

4.3 DE RUIMTELIJKE CONSEQUENTIES VAN EEN CO₂-NEUTRALE GEBOUWDE OMGEVING

4.3.1 HET STEDELIJKE ENERGIELANDSCHAP

De energietransitie zal een groot effect hebben op het landschap in Nederland, op land en ter zee. Sinds de middeleeuwen heeft Nederland

echter altijd al energielandschappen gehad, beginnend bij bossen voor brandhout, zeventiende-eeuwse windmolens, turf- en veenontgravingen, steenkoolgroeves, jaknikkers, gaspijpen en hoogspanningsmasten, tot moderne windturbines, zonnepanelen en energiegewassen. In die zin hoeven we ook niet dramatisch te doen over de duurzame energietransitie: deze zal ons landschap alleen verder doorontwikkelen, naar een nieuwe expressievorm. De kunst is dit zo te doen, dat ons landschap er aantrekkelijker en functioneler van wordt.

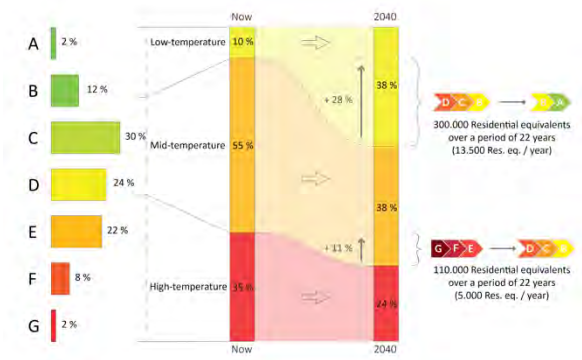
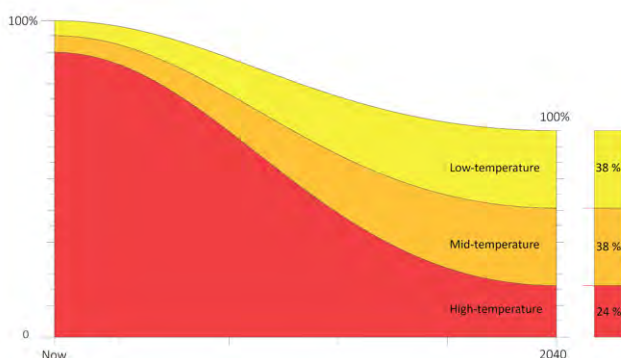
De duurzame energietransitie kan in de gebouwde omgeving ook tot ruimtelijke veranderingen leiden, vooral in het beeld van steden en gebouwen. De mate waarin dit gebeurt, hangt af van de gekozen ruimtelijke en technische energie- en mobiliteitsoplossingen.

4.3.2 REDUCE-REUSE-PRODUCE

Conform de Nieuwe Stappenstrategie – die vanwege het fossielvrij worden nu echt de oude Trias Energetica zal moeten vervangen – kan de energietransitie worden aangepakt met de volgende stappen, die alle drie nodig zijn:

1. Voorkom en reduceer de vraag naar energie (Reduce):

Plan en (her)ontwerp zodanig dat de vraag naar energie (elektriciteit en warmte of koude) geminimaliseerd wordt. Dit valt op te delen in (a) bouwkundige maatregelen (stedenbouwkundige positionering, oriëntatie, schilontwerp, zonwering, zonering, compartimentering, daglichttoetreding, isolatie, gebruik van bouwmasse en bodem) en (b) installatietechnische maatregelen (energiebesparende verlichting, hoogrendements-apparatuur, energiezuinig witgoed, waterbesparende douchekoppen, etc.). Reduce, het energiebesparingspotentieel in de gebouwde



AFBEELDING 15: DE TOTALE VRAAG NAAR WARMTE IN DE STAD (IN DIT GEVAL AMSTERDAM) MOET OMLAAG EN ER MOET EEN VERSCHUIVING VAN HOGE- NAAR LAGETEMPERATUURVRAAG PLAATSVINDEN VANWEGE DE BEPERKTE HOEVEELHEID DUURZAME HOGETEMPERATUURBRONNEN (WORDT LATER BESPOKEN). RECHTS DE BETEKENIS VAN DEZE VERSCHUIVING VOOR DE BENODIGDE ENERGIELABELSTAPPEN BIJ BESTAANDE BOUW

omgeving wordt door meerdere bronnen geschat op 20-50% (warmte + elektriciteit), afhankelijk van het type gebouw, een factor die niet mag worden vergeten in het klimaatakkoord.

2. Benut restenergie optimaal (Reuse):

Stem programmatisch energievraag en –aanbod af, wissel uit, cascadeer, sla op. Daarbij valt te denken aan oplossingen op gebouw-, cluster/ buurt-, wijk- en stadsschaal: warmteterugwinning op ventilatielucht en douchewater (gebouw), riolering (cluster tot wijk) en afvalwater (wijk tot stad). Het gaat ook om het programmatisch afstemmen van functies die verschillende energiepatronen hebben, zoals supermarkten met woningen, ijsbanen met zwembaden etc., elk met gedeelde (warmtepompgebaseerde) installaties. Uitwisselen van restwarmte – nu nog van fossiele-energiegebaseerde industrie en afvalverbranding, later meer van bronnen met lagere temperaturen (bodem, water, lucht, kassen, datacentres etc.) – via warmtenetten op stads-, wijk- en buurtschaal is ook onderdeel van deze stap, en dag-, week- en seizoensopslag van energie er ook onder. Geschat wordt dat Reuse 15-30% energievraagreductie kan opleveren (vooral warmte), afhankelijk van de context (platteland, dorp, buitenwijk, binnenstad).

3. Wek energie op uit hernieuwbare bronnen (Produce):

Deze stap is iedereen bekend. Het gaat om energie van de zon, wind, water, bodem, lucht, biomassa, menskracht etc., toe te passen voor elektriciteit en warmte. In de discussie rondom de klimaattafels lijkt de gebouwde omgeving vaak buiten beeld voor opwekking, maar als voorbeeld laat een zeer voorzichtige berekening van het zonnepotentieel op daken, gevels en openbare ruimten zien dat ongeveer 20 TWh kan worden opgewekt binnen de gebouwde omgeving, dat is 72 PJ. Qua warmte is de potentie nog groter.

Gegeven de potentie van voorgaande stappen moet Produce in de gebouwde omgeving 20-65% van de huidige energievraag duurzaam opwekken. In sommige situaties (bijv. buitengebieden met veel ruimte) zal dit volledig op locatie kunnen; in dichte binnensteden moet mogelijk meer de helft van buiten de wijk komen.

4.3.3 TOTALE DUURZAME POTENTIEEL IN DE GEBOUWDE OMGEVING

Voordeel is, dat waar het besparingspotentieel beperkt is (bijv. historische binnensteden), de onderlinge uitwisseling meer mogelijkheden

biedt dan in buitengebieden, waar de eigen opwekkingsmogelijkheden weer groter zijn. Wellicht is overall het grootste oplossend vermogen te vinden in de buitenwijken van steden, waar seriematige bouw een flinke energiebesparing mogelijk maakt, waar warmte-uitwisseling via netten rendabel lijkt, en waar nog voldoende oppervlak op en aan gebouwen lijkt te zitten voor duurzame opwek.

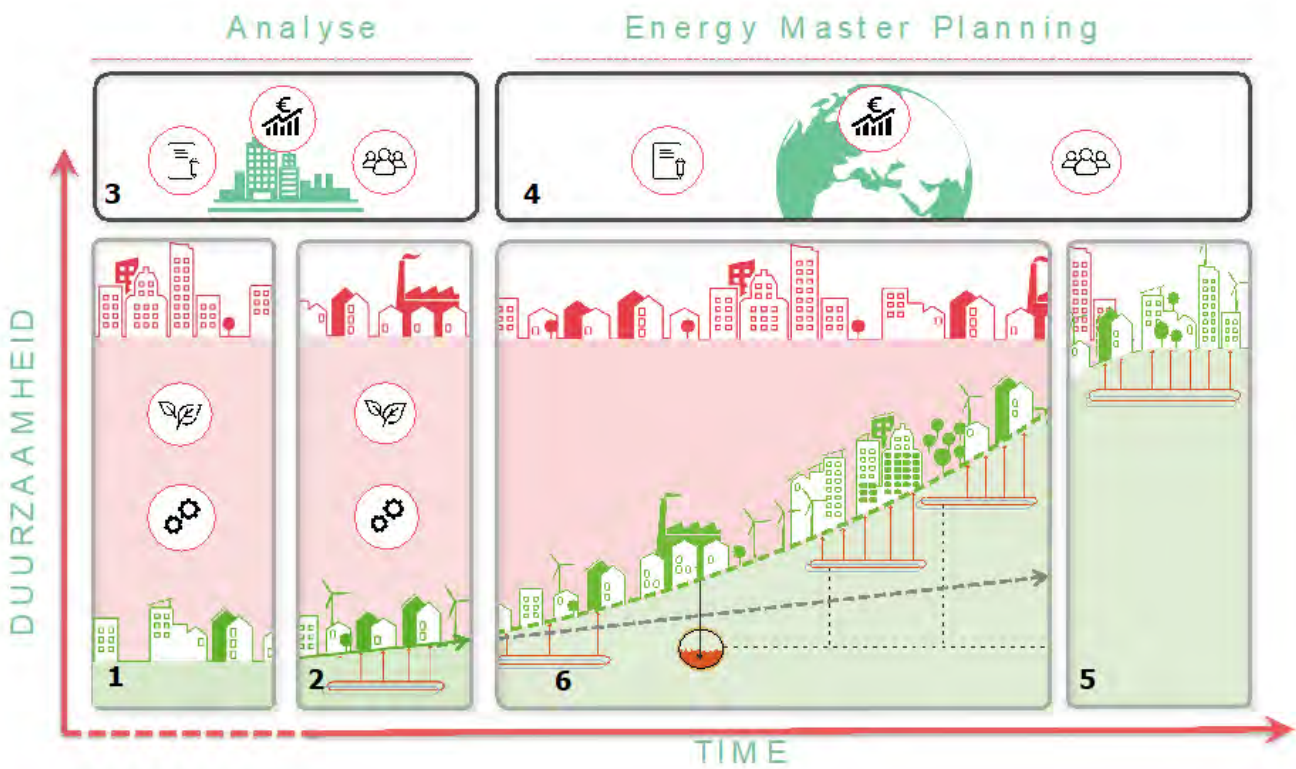
Overall kan zo, naar voorzichtige schatting, 60-80% van de totale energievraag in de gebouwde omgeving ook daadwerkelijk binnen die gebouwde omgeving worden opgewekt, warmte en elektriciteit.

Dit betekent dat, in contradictie met het huidige paradigma, wanneer goed onderzocht, gepland en uitgevoerd, de gebouwde omgeving weinig aanspraak hoeft te maken op landelijk opgewekte energie. Dat zal ook nodig zijn, vanwege de doorgaande elektrificering van de mobiliteit en toenemende duurzame vraag vanuit de industrie als fossiele energie niet meer kan worden gebruikt.

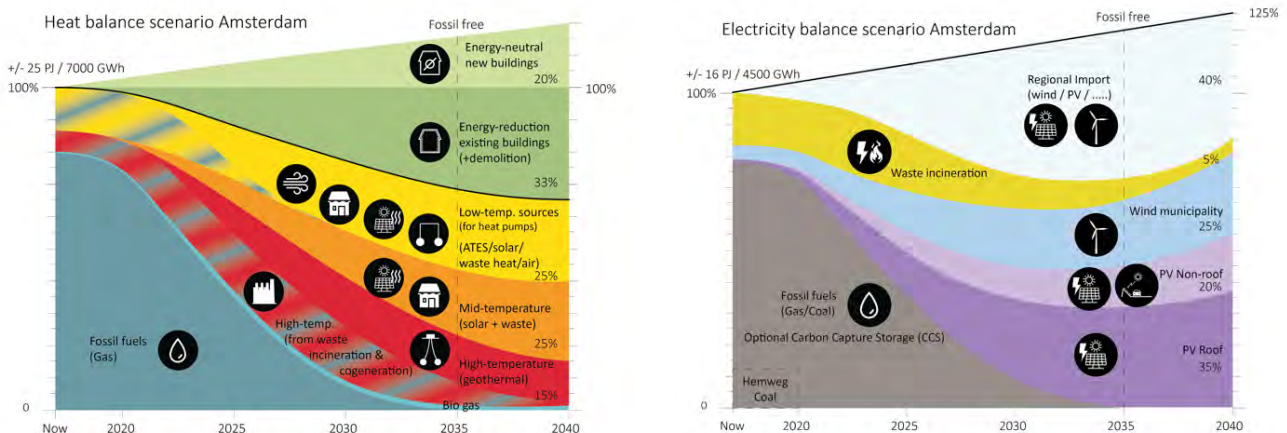
4.3.4 HET BEGINT MET EEN GOEDE ANALYSE EN VISIEBEPALING

Zonder duidelijk startpunt en zonder gewenst eindpunt is geen routekaart te maken, ook niet voor de energietransitie. Daarom is bij Europese stedelijke energieonderzoeken als Celsius, City-zen en Planheat altijd eerst gewerkt aan een methodiek om de huidige energievraag in kaart te brengen, evenals de lokaal aanwezige energiepotenties, natuurlijk of antropogeen. Vervolgens moeten de lokale belanghebbenden een duurzame visie voor de toekomst (2050, 2040 of 2030) formuleren en verbeelden. Vervolgens kan de routekaart tussen nu en dan worden uitgewerkt. Dit wordt hieronder grafisch weergegeven volgens de City-zen methodologie.

Voor het project City-zen is zo'n routekaart uitgewerkt voor Amsterdam. Die is allereerst gebaseerd op scenario's voor warmte en elektriciteit (afbeelding 16), waarbij vanaf een grotendeels door fossiele energie bepaald patroon moet worden vervangen door een veelvoud aan duurzame bronnen. Dit terwijl zonder beleidswijziging de vraag naar zowel warmte (door groei in vastgoed) als elektriciteit (groei in vastgoed en elektrificering, ook van mobiliteit) zou toenemen. Nieuwbouw mag daarom geen enkel probleem voor de toekomst zijn, en dus energiepositief.



AFBEELDING 16: CITY-ZEN METHODOLOGIE VOOR STEDELIJKE ENERGIETRANSITIE. 1: ENERGIEANALYSE, 2: HUIDIGE PLANNING EN TREND, 3: MAATSCHAPPELIJKE STAKEHOLDERANALYSE, 4. SCENARIO'S VOOR DE TOEKOMST, 5: ENERGIEVISIE MET DOELLEN EN PRINCIPES, 6: ROADMAP MET ENERGIESTRATEGIEËN EN ACTIES.



AFBEELDING 17: SCENARIO'S VOOR WARMTE (LINKS) EN ELEKTRICITEIT (RECHTS) VOOR AMSTERDAM: GROEI VAN DE VRAAG, DIE DEELS MOET WORDEN OPGEVANGEN DOOR ENERGIEPOSITIEVE NIEUWBOUW, EN VERSCHUIVING VAN FOSSIELE NAAR HERNIEUWBARE BRONNEN

4.3.5 WARMTE: DE DRIE GROTE KEUZEMOGELIJKHEDEN

Voor de warmtevraag in de gebouwde omgeving zijn in hoofdzaak drie principiële oplossingen mogelijk: (1) na vergaande energierenovatie en met eigen opwekking volledig all-electric worden middels warmtepompen, elektrische boilers of infraroodpanelen; (2) aangesloten worden op stedelijke, wijk- of buurtwarmtenetten, op verschillende temperatuurniveau (daarover zo

meer); (3) gebruik blijven maken van het gasnet, dat dan echter gevoed wordt door 'groengas': biogas, waterstof, syngas (synthetisch methaan), of een combinatie van deze drie.

4.3.6 RUIMTELIJKE CONSEQUENTIES

De keuze tussen deze drie hoofdoplossingen voor warmte (of een hybride variant daarvan) heeft invloed op de ruimte in de stad, tijdelijk al dan niet permanent.

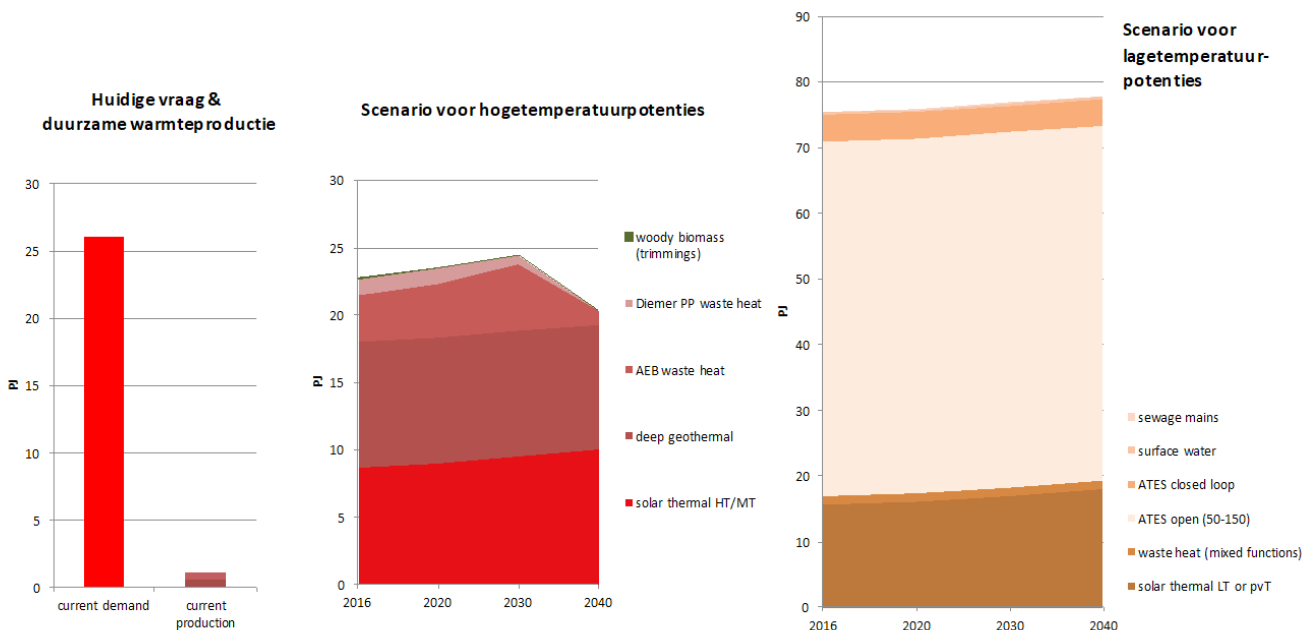
- Vergaande energierenovatie zal de aanblik van veel gebouwen veranderen, wat overigens niet nadelig hoeft te zijn, zeker als het architectonisch geïntegreerde oplossingen betreft en als wordt bijgedragen aan het oplossen van sociale problemen in een wijk.
- Het uitrollen en aansluiten van gebouwen aan warmtenetten zal tijdelijk tot grote verstoringen kunnen leiden als de warmtepijpen worden aangelegd. Nadien valt niet veel meer te merken.
- Een groengasoplossing lijkt wellicht het minst tot verstoring en ruimtelijke aanpassing te leiden, maar hierover moet worden opgemerkt dat ten eerste slechts een klein deel van de gebouwde omgeving in aanmerking kan komen voor gas: de industrie heeft deze hoogwaardigste vorm van energie hard nodig, en voor waterstof en syngas is veel overtollige elektriciteit nodig, die Nederland voorlopig nog niet opwekt. Ten tweede zal voor waterstof een aanpassing van het gasnet nodig zijn, en in veel gevallen is het bij bio- en syngas goed mogelijk dat het bestaande gasnet aan vervanging toe is.

- Het intelligenter uitwisselen en opslaan van overschotten en tekorten vraagt om een andere ruimtelijke organisatie met de ontwikkeling van een nieuw soort infrastructuur en lokale energieconcentratiepunten tot gevolg. Dit heeft dus ook ruimtelijke en installatietechnische gevolgen, tijdelijk van aard.

4.3.7 ONDERSCHIED IN TEMPERATUURNIVEAUS

Afbeelding 18 geeft in verhouding de warmtepotentie van Amsterdam weer. Daaruit blijkt dat de potentie aan hoge temperatuurwarmte beperkt en wat betreft geothermie nog onzeker is. Tegelijkertijd is er een enorme potentie aan lagetemperatuurbronnen. De boodschap: we moeten van hoge- naar lagetemperatuurvraag. Dat kan door energierenovatie (na-isolatie, ramen vervangen, warmteterugwinning etc.), waardoor het verwarmingssysteem van de gebruikelijke 90-70 graden naar 65-40 of 40-25 kan. Daarmee kan het systeem naar een middentemperatuur (gevoed door bijv. de retour van een warmtenet nu, of geothermie in de toekomst) of naar een lage temperatuur (gevoed door een warmtepompstelsel) kan.

In de wetenschap wordt vanwege de transitiebehoefte naar lagere temperaturen, en ook omdat in de afgelopen decennia verschillende

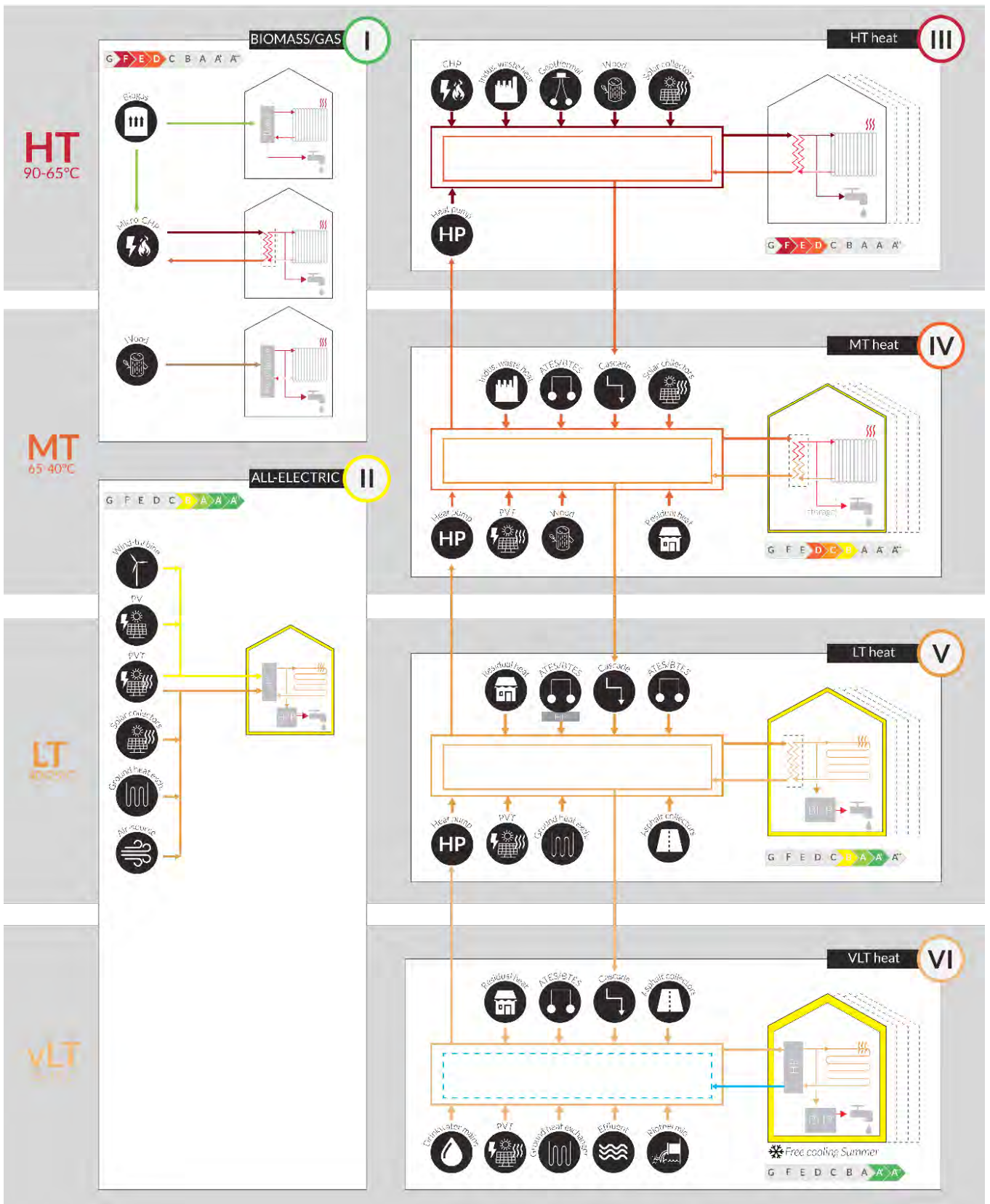


AFBEELDING 18: WARMTEVRAAG IN AMSTERDAM (HELEMAAL LINKS) EN HET KLEINE DEEL DAARVAN DAT NU DOOR AFVAL-WARMTE VAN DE NUONCENTRALE EN VAN DE AFVALVERBRANDING WORDT INGEVULD. IN HET MIDDEN DE POTENTIE VAN DUURZAME HOGETEMPERatuurWARMTE (WAARIN EEN GROOT DEEL ONZEKERE GEOTHERMIE EN VEEL ZONNE-WARMTE VAN COLLECTOREN IS MEEGENOMEN). RECHTS DE GROTE POTENTIE AAN LAGETEMPERatuurBRONNEN.

SUSTAINABLE HEATING SYSTEMS

Individual systems
Building (block)

Collective systems
Urban-district-neighbourhood scale



AFBEELDING 19: INDIVIDUELE (LINKS) EN COLLECTIEVE (RECHTS) DUURZAME WARMTESYSTEMEN OP VERSCHILLENDE TEMPERAATURNIVEAUS (HT, MT, LT, EN ULT - VLT IN DIT VOORBEELD).

systemen zijn ontwikkeld, onderscheid gemaakt naar:

- A. Hogetemperatuurwarmte (HT-warmte): aanvoer hoger dan 65 graden: dit komt nu van fossiele installaties, afvalverbranding en kan in de toekomst worden ingevuld door geothermie. Doorgaans gebruikt voor warmwater en traditionele radiatoren.
- B. Middentemperatuurwarmte (MT-warmte): aanvoer tussen 40 en 65 graden: dit kan de retour zijn van een HT-warmtenet, of een warmtepompsysteem ('booster') die ook nog het warmwater kan voorzien, verder zijn lagetemperatuurradiatoren mogelijk, bijvoorbeeld de oude radiatoren als een gebouw gerenoveerd is.
- C. Lagetemperatuurwarmte (LT-warmte): aanvoer tussen 25 en 40 graden: dit kan een warmtepompsysteem op LT-bronnen zijn, denk aan bodem, oppervlaktewater of lucht, te gebruiken via vloer- of wandverwarming (of -koeling). Warmwater heeft extra naverwarming of zonnecollector nodig.
- D. Ultralagetemperatuurwarmte (ULT-warmte): aanvoer 25 graden: dit is alleen mogelijk bij nieuwbouw met extreem goede isolatie en minimale ventilatieverliezen. Kan

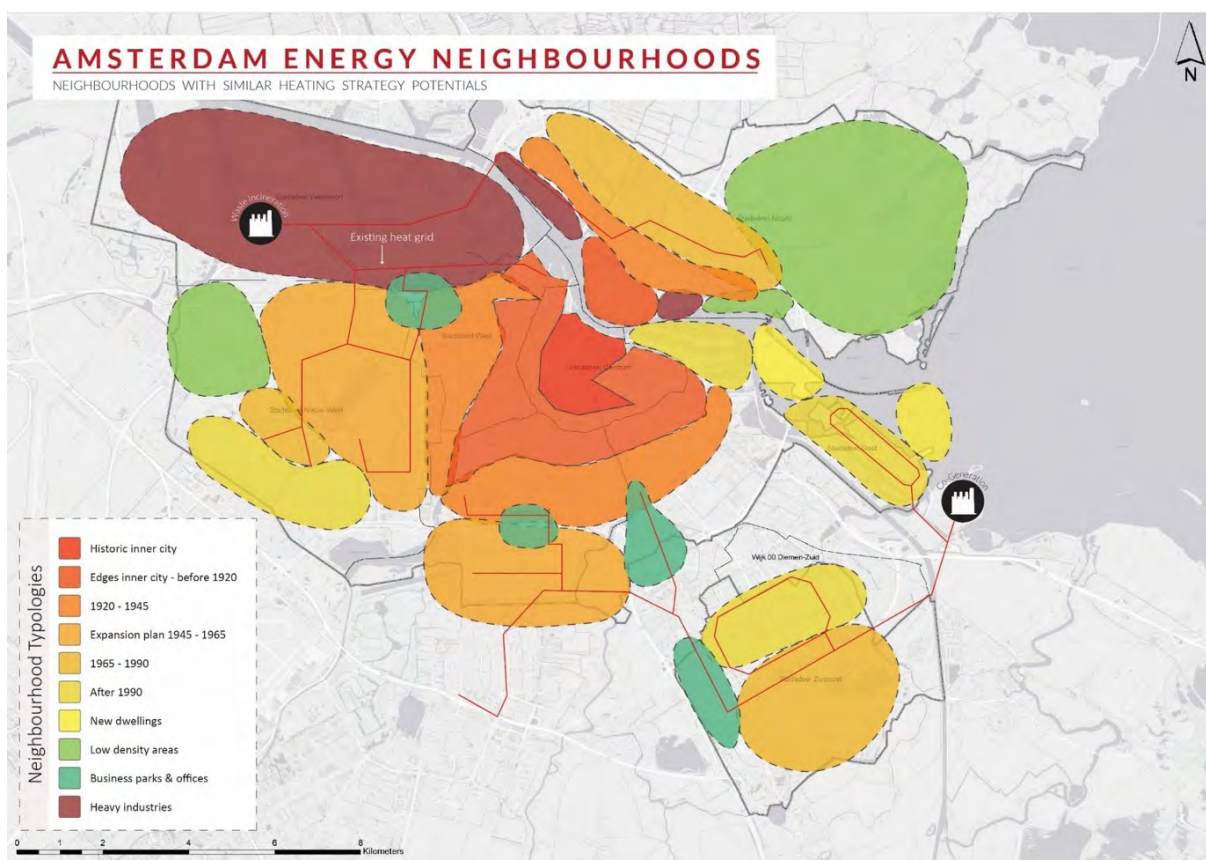
luchtverwarming (of -koeling) zijn, of warmte/koudestralende gebouwsmassa. Warmwater heeft zonnecollector en extra naverwarming nodig.

Op basis van deze temperaturen zijn verschillende individuele of collectieve warmtesystemen mogelijk, zie afbeelding 19. Het zal duidelijk zijn dat een keuze voor het ene of andere systeem meer of minder ingrijpend zal zijn voor de stad.

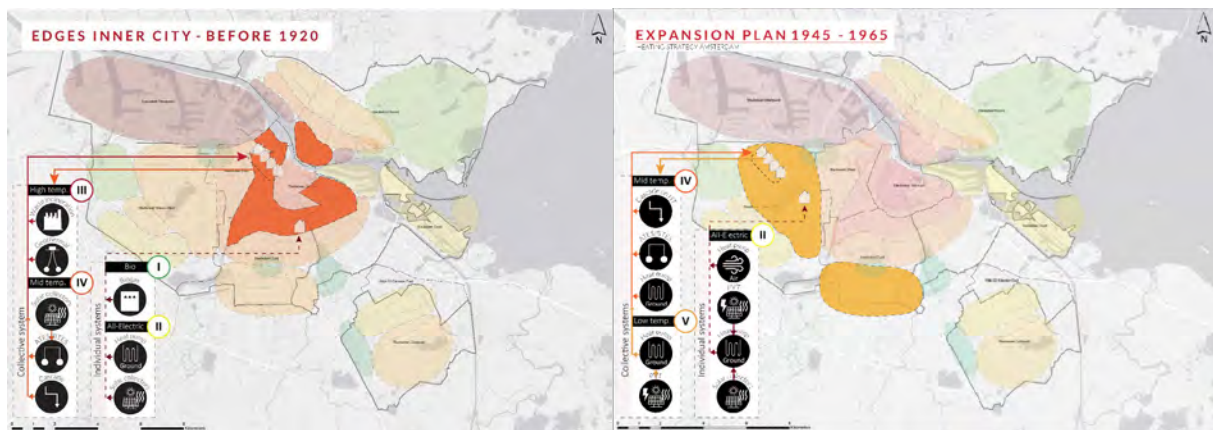
4.3.8 WIJK VOOR WIJK BEPALEN EN AANPAKKEN

Om te kunnen bepalen welk warmtesysteem het beste is voor welke wijk in een stad (of in een dorp, is een analyse van de bouwperiode en bouwwijze nodig (afbeelding 20). Op basis daarvan kan namelijk worden ingeschat in welke mate op rendabele, technisch en financieel haalbare wijze energierenovatie mogelijk is.

Vervolgens kan op basis van de wijkanalyse een plan worden uitgewerkt per wijk, met wat daarvoor de best mogelijke duurzame energieoplossingen zijn, voor zowel de gebouwen als het systeem in de wijk, al dan niet aangesloten op het stadsnet (zie de voorbeelden van afbeelding 21).



AFBEELDING 20: KAART VAN AMSTERDAM, MET DAAROP DE BELANGRIJKSTE WIJKTYPLOGIE, INGEDEELD OP BASIS VAN BOUWPERIODE.



AFBEELDING 21: VOORBEELDEN VAN TWEE AMSTERDAMSE WIJKTYPEN MET HUN MOGELIJKE WARMTEBRONNEN EN -SYSTEMEN. LINKS DE 17E-19E EEUWSE RING RONDOM HET HISTORISCHE CENTRUM, RECHTS DE WEDEROPBOUWWIJKEN. DE LAATSTE HEBBEN IETS MEER KEUZEMOGELIJKHEDEN

4.3.9 DE STEDELIJKE OPWEKKING

De huidige discourse lijkt zich vooral te richten op grootschalige duurzame opwekking buiten de steden en dorpen, maar zoals beschreven is de energiepotentie van de gebouwde omgeving significant. Bovendien is aangetoond dat zonder opwekking in de gebouwde omgeving zelf, lang niet alle benodigde energie kan worden opgewekt in buitengebieden en op de Noordzee. Het is daarom van het grootste belang dat steden en dorpen zoveel mogelijk in hun eigen behoefte kunnen voorzien, ook omdat zij daarmee weerbaarder worden en ook omdat de industrie en het transport een grote claim zal leggen op de energieopwekking buiten de gebouwde omgeving.

De mogelijke (en ook benodigde) energiebesparing zal in de toekomst in de gebouwde omgeving het minst zichtbaar zijn. Het omgekeerde zal waar zijn voor de opwekking van warmte en stroom, doordat alle stedelijke oppervlakken straks op enigerlei wijze benut zullen worden voor energieproductie en -opslag. Hiervoor worden momenteel echter door de industrie en door kennisinstellingen grote ontwikkelingen in gemaakt, met geïntegreerde productsystemen die in de toekomst minder verstorend zullen zijn dan bijvoorbeeld de huidige reguliere zonnepanelen.

Voor Amsterdam – waarschijnlijk een van de lastigste gemeenten om aan te pakken – blijkt het mogelijk om de gehele warmtevraag op te lossen binnen de gemeentegrenzen. Dat geldt niet voor de elektriciteitsproductie: naar berekening zal ongeveer 40% van de stroomvraag moeten worden opgewekt buiten de gemeentegrenzen. Dit kan in de metropoolregio gebeuren, of in een windpark op de Noordzee.

4.3.10 INGRIJPENDE TRANSITIEPERIODE

Deze bijlage toont aan dat in de gebouwde omgeving een belangrijk deel van de klimaatopgave kan worden opgelost. Daarbij is hier vooral gekeken naar de gebouwen en hun vraag; in mobiliteit kan eveneens nog een hoop worden bereikt door schoon elektrisch vervoer en nieuwe leveringssystemen die vrachtverkeer kunnen voorkomen.

Dat de transitie in de stad niet helemaal zonder slag of stoot zal gaan, bewijzen de consequenties zoals bepaald voor Amsterdam, vanuit het EU-project City-zen. Jaarlijks zullen namelijk de volgende prestaties geleverd moeten worden:

- Tot 2030 26.000 nieuwe aansluitingen per jaar op het warmtenet. Uitgaande van gemiddeld 3 m buis per aansluiting (6 m, tweezijdig in een straat) komt dit neer op het uitrollen van 78 km warmtenet per jaar.
- Tot 2040 per jaar 14 ha PV-panelen op daken en 14 ha PV op andere oppervlakken.
- Dit komt neer op 650 panelen per werkdag, ongeveer 16 woningen + ruim 500 m² op andere oppervlakken (industrie!). Dit betekent dat permanent ongeveer honderd installateurs bezig zijn met het aanleggen van PV-panelen (excl. de backoffice), 22 jaar lang. Dit zijn meer dan 2000 mensjaren, voor de stad Amsterdam alleen.
- Jaarlijks, tot 2040, 5 windturbines van 4 MW (echte joekels op land), dus 100 in totaal in 2040, binnen de gemeentegrenzen. Deze passen vooral in de Amsterdamse haven.
- Per jaar een toename van 100 GWh import aan duurzame stroom. Dit is 2200 GWh in totaal in 2040. Het staat gelijk aan 275 van dezelfde 4MW-turbines in de metropoolregio,

of 146 zeeturbines van 7,5 MW, momenteel de grootste. Of 14,7 km² aan zonnepanelen (1470 ha) elders.

Nota bene: als Amsterdam niet zoveel binnen haar eigen gemeentegrenzen zou doen, wordt de claim op de Noordzee meer dan de nu berekende 146 turbines. Doet elke stad in Nederland dit, dan hebben we simpelweg niet genoeg zee-oppervlak.

4.3.11 MOOIER EN LEEFBAARDER

Het moge duidelijk zijn dat deze transitie ingrijpend is, maar met een goede analyse en planning kan ze weleens een ruimtelijk mooiere en leefbaardere leefomgeving opleveren.

4.4 EMBEDDED ENERGY VAN DE GEBOUWDE OMGEVING

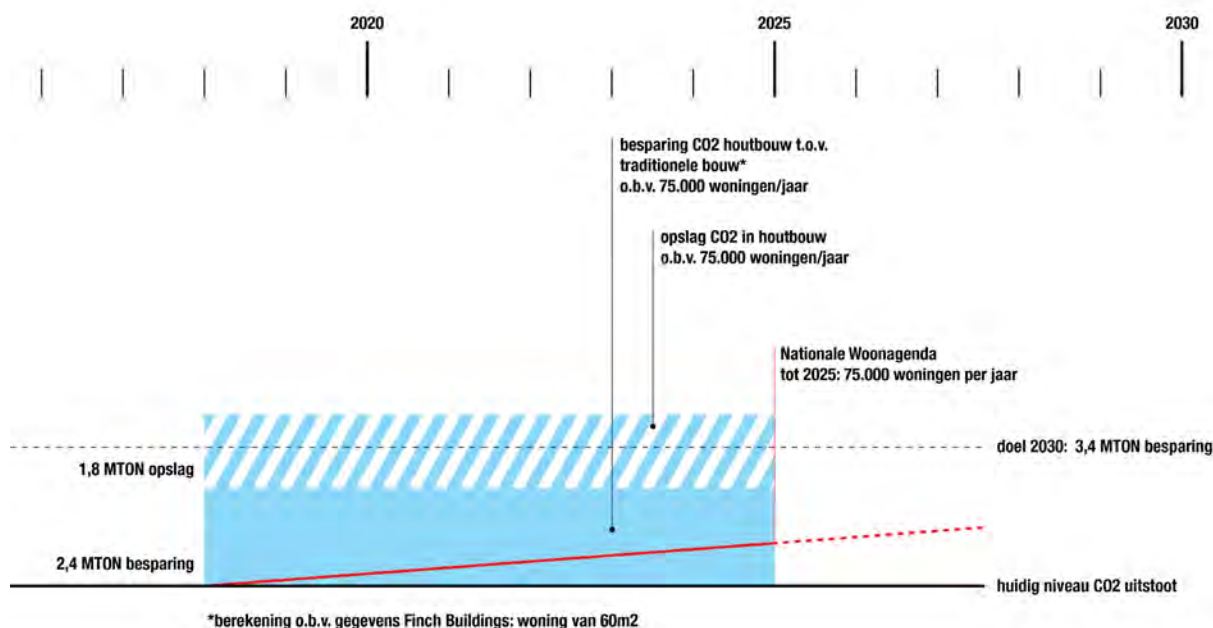
De maatregelen die aan de sectortafel gebouwde omgeving zijn besproken hebben vooral betrekking op de verduurzaming van het energiegebruik in de gebouwde omgeving. De CO₂ die bespaard kan worden door het bouwen en de bouwmaterialen zelf wordt buiten beschouwing gelaten. Ook in het Energie en Ruimte, een Nationaal Perspectief en Klimaat Energie Ruimte wordt de embedded energy van de gebouwde omgeving buiten de verkenningen gehouden. Een eerste voorzichtige cijfermatige verkenning toont dat hier echter veel winst valt te behalen, zeker als we de

Nationale Woonagenda gaan koppelen aan de verduurzamingsopgave. Ook voor de isolatie van de bestaande bouwvoorraad lijken er steeds meer bio-based materialen beschikbaar te zijn. Er zal dan ook aanvullende verkenningen gedaan moeten worden naar onder andere: de kansen voor het op grote schaal bouwen met hout; de potentie van innovatieve bouwmaterialen en technieken.

4.4.1 EMBEDDED ENERGY VAN DE WONINGBOUW

Kunnen we de Nationale Woonagenda⁸ ook inzetten om het behalen van de doelen in het klimaatakkoord te versnellen? In het klimaatakkoord wordt de *embedded energy* van de bouw niet meegenomen. Als we dit wel doen zitten hier naast een potentiële extra CO₂ belasting door de bouw (productie, transport, energiegebruik op de bouwplaats) ook kansen voor reductie van CO₂ uitstoot:

- Wat levert het op als nieuwe woningen in hout gebouwd zouden worden? Een eerste verkenning toont dat het bouwen van de 75.000 woningen in hout een besparing zou kunnen opleveren van 4,5 Mton CO₂ per jaar⁹.
- Er worden innovaties gedaan met het hoogwaardig recycleren van beton¹⁰. Er zal verkend moeten worden door gebruik in de praktijk wat de besparing van deze technologische ontwikkeling kan zijn.



AFBEELDING 22: DE MOGELIJKE BIJDRAGE VAN DE NATIONALE WOONAGENDA IN HOUTBOUW AAN DE DOELEN VOOR CO₂ BESPARING IN DE GEBOUWDE OMGEVING.



AFBEELDING 23: VOORBEELDEN VAN HEDENDAAGSE WONINGBOUW IN HOUT. PER REFERENTIE EEN SCHATTING VAN TOTALE CO₂ OPSLAG ALS OP BASIS VAN DEZE REFERENTIE 75.000 WONINGEN WORDEN GEBOUWD.

4.4.2 KANSEN VOOR PRODUCTIEBOSSEN

Het vastleggen van CO₂ in bossen kan meervoudig worden ingezet. Als de bossen worden ingericht als productiebos kan het op termijn ook dienen als grondstof voor de woningbouwopgave. Een eerste grove rekensom laat zien dat voor de 75.000 woningen die jaarlijks gebouwd moeten worden ongeveer 24.000 ha productiebos benodigd is. Tot 2025 telt dat op tot 168.000 ha. Dit komt overeen met ongeveer 4 procent van Nederland¹¹.

4.4.3 HOUTBOUW EN PREFABRICAGE

Eén van de grote uitdagingen van de verduurzamingsopgave in de gebouwde omgeving is de beschikbaarheid van arbeidskrachten. Bouwend Nederland schat dat tot 2030 ongeveer zestigduizend extra arbeidsplaatsen nodig zijn, enkel voor de verduurzaming van de bestaande woningvoorraad.

Hedendaagse houtbouw is grotendeels geprefabriceerd. Wanden, vloeren en soms volledige woonmodules worden in de fabriek op maat gemaakt. Op de bouwplaats hoeven de elementen enkel nog te worden gemonteerd op de fundering. Dit leidt tot zeer korte bouw tijden op de bouwplaats. Er zal onderzocht moeten of grootschalige inzet van geprefabriceerde houtbouw het risico van het tekort aan vakmensen kan verkleinen.



AFBEELDING 24: HET PERCENTAGE VAN NEDERLAND AAN BOS DAT NODIG ZOU ZIJN VOOR DE BOUW VAN 525.000 WONINGEN IN HOUT.

4.4.4 RENOVATIE MET CO₂ ABSORBERENDE MATERIELEN

De grootste opgave voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving is misschien nog wel de isolatie van de bestaande woningvoorraad. Ongeveer zeven miljoen woningen zullen een behoorlijke sprong moeten maken met hun energieprestatie. Gezien de omvang van de operatie loont het om te kijken of voor een deel van de woningen isolatiematerialen toegepast kunnen worden die CO₂ opslaan. Denk aan isolatiemateriaal van bio-based grondstoffen. Hier zit ook een interessante koppeling met de transformatie van het landelijk gebied. Vanwege de vernatting wordt steeds meer geëxperimenteerd met zogenaamde natte teelten als de Lisodde. Deze plant wordt in onder andere Oostenrijk al gebruikt voor de productie van bouwmaterialen. Verdere verkenning moet zicht richten op de energieprestatie, de toepasbaarheid en de opschaalbaarheid van bio-based materialen voor de renovatie van woningen.

4.5 WIJKGERICHTE AANPAK

De wijk lijkt een goed schaalniveau om de energietransitie op te pakken. Het biedt een schaal waarop verduurzaming van gebouwen seriematig is uit te voeren, het is een schaal waarop de aanleg van nieuwe of vervangende energie-infrastructuur rendabel is en het is de schaal waarop uitwisseling tussen verschillende stedelijke functies mogelijk is. Daarnaast is de wijk ook het schaalniveau waarop een koppeling met andere ruimtelijk-maatschappelijke opgaven kan worden gemaakt.

De wijkgerichte aanpak is geen generieke aanpak die over Nederland wordt uitgerold. De combinatie van ondergrond, bewoners, gebouwtypologie, eigendomsverhoudingen, ligging t.o.v. mogelijke warmtebronnen maken elke wijk uniek. Wel zijn er verschillende terugkerende bouwstenen die in verschillende combinaties bij kunnen dragen

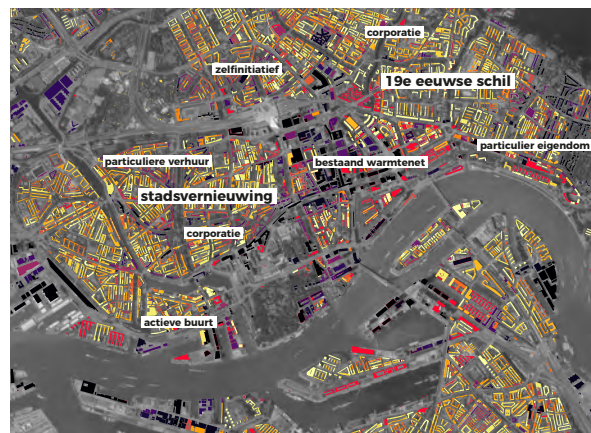
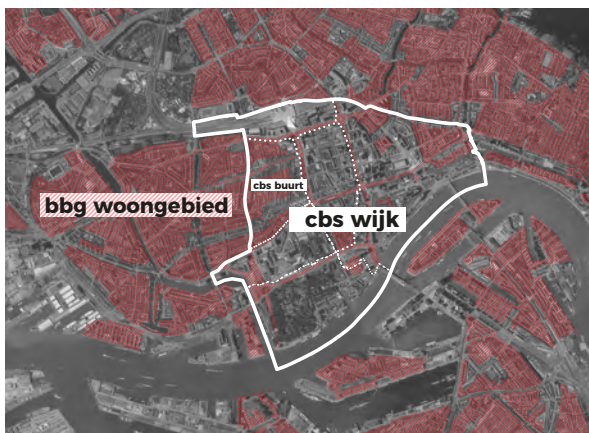
aan de wijkgerichte aanpak. Het stapelen van bouwstenen is echter maatwerk. Hoe kunnen de verschillende integrale opgaven met elkaar worden gecombineerd? En welk narratief kan worden ingezet om betrokkenheid van bewoners te organiseren? Welke rol kan de nieuwe Omgevingswet hierbij spelen?

Om antwoord te krijgen op bovenstaande vragen zijn pilotprojecten nodig waar al deze aspecten samenkomen. Ontwerpend onderzoek is in bij deze pilots onontbeerlijk om de integrale ruimtelijk samenhang te verkennen.

4.5.1 WAT IS DE WIJK?

Hoe definiëren we de wijk en welke begrenzing gebruiken we hiervoor? Gaan we uit van het Bestand Bodemgebruik (BBG) met de classificatie Woongebied, de CBS-wijken of de CBS-buurt? Of leiden we de schaal van de wijk af uit de logica van de ondergrondse infrastructuur en de ouderdom hiervan? Dit is immers vaak bepalend voor nieuwe investeringen in de ondergrondse infrastructuur.

Een overweging is om de begrenzing van de wijk zo klein mogelijk te houden, waardoor de geboden alternatieven optimaal aansluiten bij het specifieke warmteprofiel. Anderzijds is het met een warmteaanbod vanuit een enkele partij voor een groter, meer gevarieerd gebied mogelijk om rendabele en onrendabele delen van de stad met elkaar te vereffenen. En gedacht vanuit initiatief en betrokkenheid van bewoners moet de gekozen schaal van de wijk aansluiten bij het buurtgevoel. Wie maakt deze beslissing? Is dit iets waar het Rijk over beslist, gaat het regionale of lokale bestuur hier over of is de keuze aan de bewoners zelf?



AFBEELDING 25: VERSCHILLENDE DEFINITIES VAN DE WIJK | STATISCHE DEFINITIE (LINKS), DYNAMISCHE DEFINITIE (RECHTS)

LEIDRAAD WIJKGERICHTE AANPAK

Voor de overweging van alternatieven voor aardgasloze wijken is een leidraad in ontwikkeling. Deze maakt helder inzichtelijk welke feitelijke gegevens beschikbaar zijn op het gebied van energiegebruik en -prestaties van de gebouwde voorraad, de staat van de energie-infrastructuur en ook van plannings voor openbare ruimte en ondergrond.

Verskillende betrokken partijen werken samen aan deze wijkgerichte aanpak. Het toevoegen van ontwerp kwaliteit en een ruimtelijke blik aan deze samenwerking verdient aandacht. Zowel tijdens de vorming van de transitievisie warmte als bij het uitvoeringsplan op wijkniveau kan dan verbinding worden gelegd met andere ruimtelijke opgaven. Met een integrale aanpak is een efficiënter ruimtegebruik en een hogere leefomgevingskwaliteit te bereiken. Deze kennis kan worden ondergebracht binnen de gemeentelijke organisatie of op afroep beschikbaar gemaakt via de Omgevingsdiensten of het op te richten warmte-expertisecentrum.

4.5.2 STARTMOTOR ALS INPUT VOOR DE WIJKGERICHTE AANPAK

De Startmotor zet in op het versneld verduurzamen van gebouwen. Woningen in bezit van corporaties en particuliere verhuurders, bedrijfsgebouwen en maatschappelijk vastgoed hebben ieder hun eigen routekaart om de gestelde doelen voor de gebouwde omgeving te behalen.

De Startmotor loopt hiermee voorop op de Wijkgerichte aanpak. De op te stellen leidraad met warmtealternatieven voor de wijkgerichte aanpak is dan ook nog niet beschikbaar bij aanvang van de Startmotor. De vraag is welke criteria gehanteerd worden voor de selectie van de eerste projecten. Valt de keuze op projecten die nu het makkelijkst te verduurzamen zijn tegen de laagste kosten of zijn het juist de moeilijkste? Of is de beschikbaarheid van een duurzame warmtebron een criterium?

De Startmotor is voor veel bewoners en ondernemers de eerste kennismaking met de gevolgen van de transitie in de gebouwde omgeving. De ervaring hiermee levert inzichten die in de leidraad voor de Wijkgerichte aanpak verwerkt moeten worden.

Afwegingskader start vd Startmotor

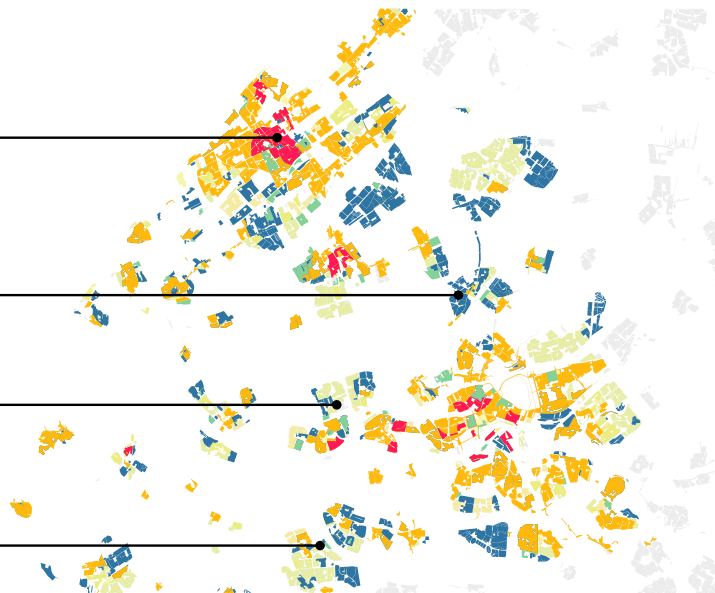
Vanuit woningvoorraad?

Woningen gebouwd voor 1945 zijn moeilijk na te isoleren en hebben een grote warmtevraag
- invulling HT-warmtenet
- (groen/syn) gas

Woningen gebouwd tussen 1990 en 2012 zijn geïsoleerd maar niet voldoende. Moeilijkste opgave

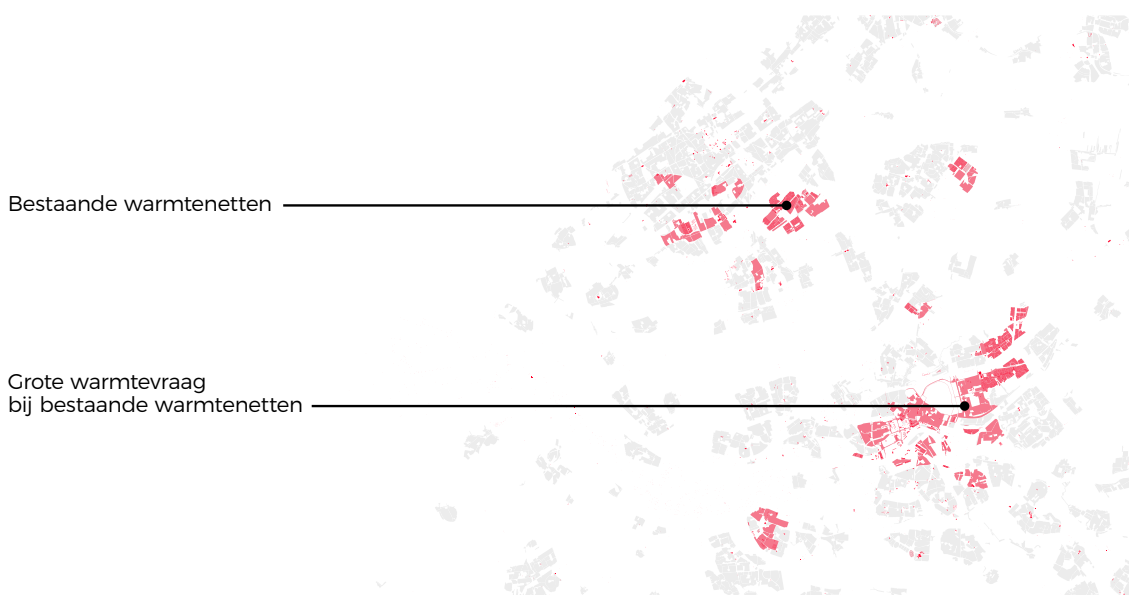
Woningen gebouwd tussen 1946 en 1990 zijn goed na te isoleren en hebben dan een kleine warmtevraag
- invulling LT-warmtenet
- all-electric

Woningen gebouwd na 2012 zijn voldoende geïsoleerd en hebben een kleine warmtevraag
- invulling LT-warmtenet
- all-electric



AFBEELDING 26: AFWEGINGSKADER VAN DE STARTMOTOR: VANUIT DE WONINGVOORRAAD

Afwegingskader start vd Startmotor Vanuit bestaande warmtenetten?



AFBEELDING 27: AFWEGINGSKADER VAN DE STARTMOTOR: VANUIT BESTAANDE WARMTENETTEN

4.5.3 RENOVATIE OF SLOOP/NIEUWBOUW?

De Startmotor en de Wijkgerichte aanpak gaan uit van een opwaardering van de bestaande voorraad. In sommige gevallen is sloop-nieuwbouw efficiënter vanuit maatschappelijke kosten en baten. Dit is ook een manier om een gebied als geheel aan te pakken en andere opgaven mee te nemen, zoals stedelijke verdichting, sociale problematiek en klimaatadaptatie.

4.5.4 HOOGWAARDIGE OPENBARE RUIMTE ALS KANS

Als het gaat over de verduurzaming van de gebouwde omgeving worden vaak enkel de gebouwen beschouwd. Juist de openbare ruimte kan een belangrijke rol spelen in de energietransitie. Voor de aanleg van nieuwe energie-infrastructuur moeten straten en trottoirs opgebroken worden voor het verwijderen (of nog vervangen) van een gasnetwerk, het leggen van een warmtenet, leidingen voor waterstof en het verzwaren van het elektriciteitsnet. Deze operatie is prima te combineren met andere noodzakelijke ingrepen: het vergroenen van straten om hittestress tegen te gaan, het anders organiseren van (deel)mobiliteit, laadinfrastructuur en stalling van voertuigen, het aanbieden van speelruimte en gezonde openbare ruimte en de verharding te openen voor betere

infiltratie van regenwater. Betrek de straat of buurt ook bij het vormgeven van deze aanpassingen van de openbare ruimte. De energietransitie wordt voor bewoners zo een kans om zelf hun omgeving te verbeteren.

4.5.5 DE CLAIMS OP DE OPENBARE RUIMTE

De infrastructuur voor duurzame energievoorziening zoals een warmtenet, waterstoflevering via een voormalige gasleiding of een verzwaard elektrische net zullen ruimte innemen in de nu al krappe ondergrond van de openbare ruimte. In de transitiefase van gas naar duurzame warmte kan het goed zijn dat het oude (gas)netwerk en het nieuwe netwerk van warmte of waterstof naast elkaar onder de straat of stoep liggen. De nieuwe infrastructuur voor duurzame energie legt dus een claim op de openbare ruimte. Ook andere stedelijke opgaven leggen een claim. Denk bijvoorbeeld aan: verzachting van de straatverharding voor buffering en infiltratie van zware regenbuien; vergroening van de straat t.b.v. voorkoming van het Urban Heat Island effect en het afvangen van fijnstof; ruimte voor toename van mobiliteit of verandering van stedelijke mobiliteit.

De zorgvuldige inpassing van deze rechtmatige ruimteclaims vraagt om een integrale

ontwerpbenadering. De opgave voor de ontwerper is om alle infrastructuur en inrichting van de openbare ruimte fysiek goed ingepast te krijgen maar ook om de werkzaamheden zoveel mogelijk te bundelen in de tijd. Het zou immers zonde zijn van de tijd, investering en arbeid om voor elke aanpassing in de ondergrond afzonderlijk de straat open te breken.

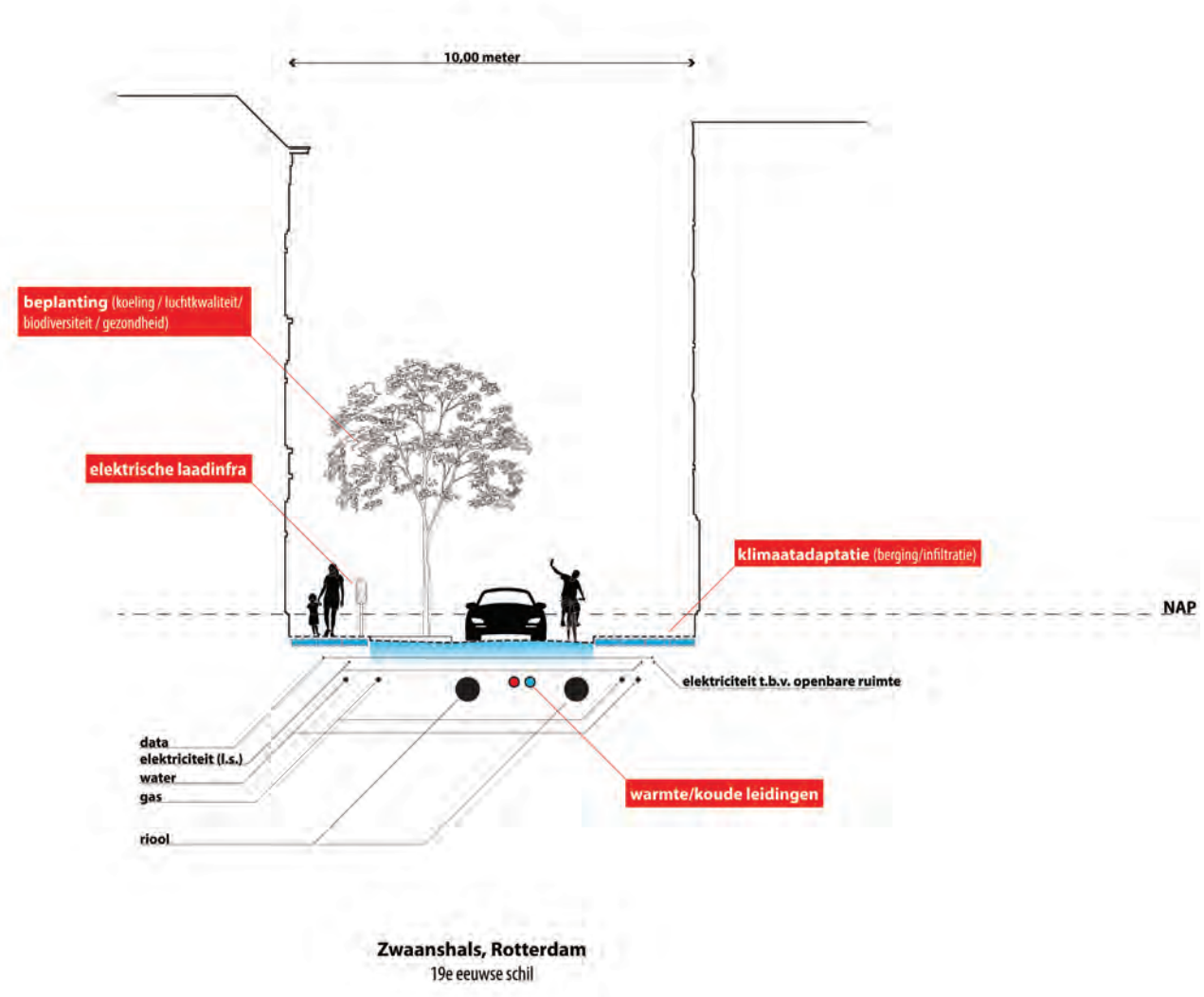
4.5.6 UITWISSELING BINNEN DE WIJK

Een wijkgerichte aanpak nodigt uit tot het zoeken naar slimme uitwisselingen van energie tussen verschillende functies in de wijk. Deze uitwisseling kan op verschillende schaalniveaus plaatsvinden. Bedrijfsfuncties vragen bijvoorbeeld vooral koeling, woningen vooral verwarming. Supermarkten, koelhuizen en datacenters kunnen hun (warmte)

overschotten aan woningen bieden. Grote dakvlakken bieden ruimte voor energieproductie van appartementen.

Dit soort slimme koppelingen verbinden overcapaciteit aan opslagbuffers en dempen pieken van aanbod en vraag. De totale behoefte aan energieproductie kan hierdoor afnemen wat ruimte bespaart op andere plekken in het land.

Verder ontwerpelijk onderzoek is nodig om in concrete pilots op wijkniveau te verkennen wat de principes van de cascadering en uitwisseling van energiestromen kunnen bijdragen aan de wijk. Uit dit onderzoek moet ook volgen welke functies vanuit het energieperspectief toegevoegd zouden moeten aan de wijk.



AFBEELDING 28: INVENTARISATIE VAN DE DRUKKE ONDERGROND EN OPENBARE RUIMTE EN DE TOEKOMSTIGE RUIMTECLAIMS VANUIT DE VERSCHILLENDE STEDELIJKE OPGAVES.

4.5.7 VAN HUIS TOT REGIO

Voor iedere schaal zijn verschillende soorten meekoppelkansen te benoemen. Denk aan het verbouwen van een huis, het vergroenen van een straat of het vernieuwen van de riolering in een wijk. Voor ingrepen op verschillende schalen gelden ook verschillende tijdshorizonten. Een zonnepaneel op je eigen dak heeft een andere terugverdientijd dan een nieuw aan te leggen warmtenet voor de regio. Ook de wijze van organisatie (wie staat aan de lat) is schaalafhankelijk. Voor aanpassingen van het interieur zijn dit uiteraard de bewoners maar voor de wijk kan een coöperatie of andere vorm namens de bewoners de regie nemen voor de energietransitie. De ontwikkeling van een right-to-act (via een right-to-challenge) kan de betrokkenheid bij de transitie vergroten, en daarmee het draagvlak vergroten.

4.5.8 NIEUWE WIJKEN

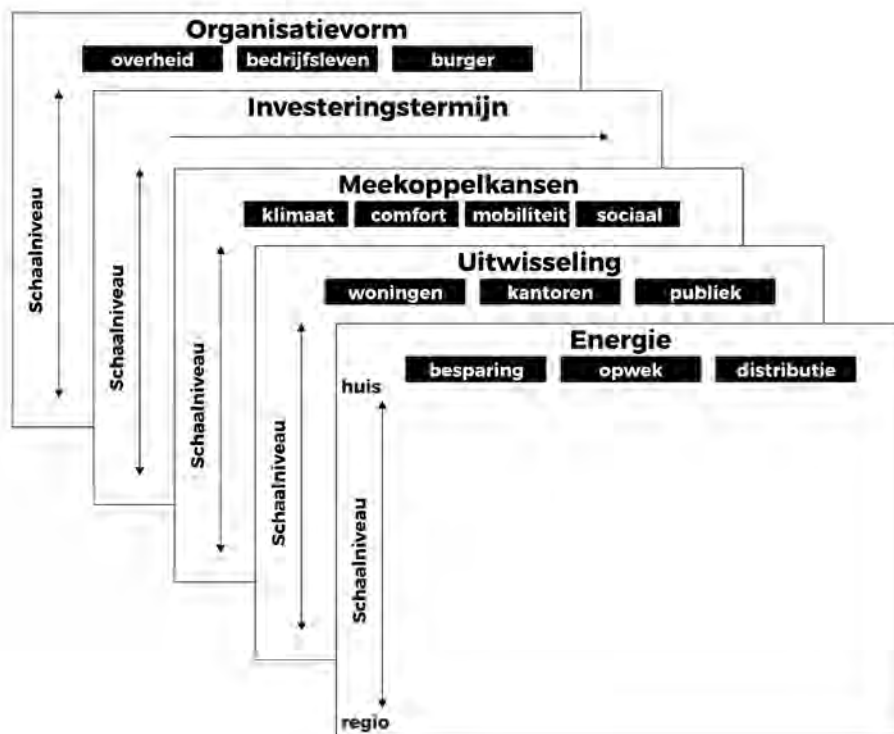
Met de woningbouwopgave – de Nationale Woonagenda noemt 75.000 nieuwe woningen per jaar – is het onvermijdelijk dat naast verdichting in bestaand stedelijk gebied ook wijken gebouwd moeten worden op open plekken. Vanuit de

energietransitie bezien is het belangrijk deze wijken te bouwen op plekken waar de infrastructuur voor duurzame warmte en duurzame mobiliteit aanwezig of nabij is.

Daarnaast moet voorkomen worden dat nieuwe wijken gepland worden op locaties die geschikt kunnen zijn voor de opwekking van windenergie op land. Rondom woningen ligt een contour van 500m waar geen windturbines geplaatst mogen worden, nog los van het gewenste draagvlak. Er zal dus een beleidsinstrument moeten worden ontwikkeld om dit te voorkomen.

4.5.9 DUURZAME WARMTE ALS STURING VOOR GEBIEDSONTWIKKELING.

Alle nieuwbouwwoningen die vanaf nu gebouwd worden zijn minimaal zeer energiezuinig. Maar naast de energieprestatie van de woningen zelf is ook de locatie van deze nieuwe woningen van invloed op de CO₂-uitstoot die daarmee gepaard gaat. Wat zijn in het kader van de energietransitie plekken waar we nieuwe woningen zouden moeten bouwen om te voorkomen dat deze woningen vragen om veel extra opwek van duurzame energie en de aanleg van dure en complexe infrastructuur?



AFBEELDING 29: VERKENNING VAN DE RELATIE TUSSEN RUIMTELIJKE SCHAAL EN: ENERGIE, UITWISSELING, MEEKOPPELKANSSEN, TIJD EN ORGANISATIEVORM.

In ieder geval is het verstandig om woningen (en andere gebouwen) te ontwikkelen op plekken waar infrastructuur voor duurzame warmte en duurzame mobiliteit reeds aanwezig is.

Nieuwe ruimtelijke ontwikkeling moet in de toekomst plaatsvinden op plekken waar infrastructuur voor duurzame warmte en duurzame mobiliteit beschikbaar is. Een locatie bij een nieuwe geothermiebron en bij een OV-knoop leent zich beter voor nieuwe gebiedsontwikkeling dan een locatie waar nieuwbouw gepaard gaat met grote investering in infrastructuur voor extra mobiliteit en infrastructuur om energiearme gebieden te voorzien van warmte en elektriciteit. Een combinatie dus van transit oriented development én energy oriented development. Dit vraagt om een helder afwegingskader en sturing op regionale schaal.

4.5.10 OMGEVINGSWET

Per 1 januari 2021 gaat de nieuwe Omgevingswet in. De Omgevingswet is integraal (26 wetten in 1) en participatief (de georganiseerde burger is formeel partij). Van een verbodsplanologie gaan we naar een uitnodigingsplanologie. De energietransitie vraagt om een grote betrokkenheid van alle

actoren. De Omgevingswet kan als instrument worden ingezet om het mede-eigenaarschap van de opgave te organiseren op wijkniveau. In combinatie met bijvoorbeeld een burgercoöperatie kunnen in de wijk (georganiseerde) burgers, bedrijven en overheid in gelijkwaardig de transitie uitvoeren, met de verduurzaming van die specifieke wijk als doel. Tevens schept de Omgevingswet de verplichting om iedere opgave in zijn integraliteit te beschouwen.

4.5.11 ROL VAN DE STEDENBOUWKUNDIGE

Het is belangrijk om de integratie van bovenstaande inzichten, bouwstenen en processen iteratief en lerend in te richten. De technieken en kennis over de transitie ontwikkelen zich namelijk snel. Inzichten veranderen daarmee continu. Het is dan ook zaak dat voor een specifieke plek continu verkend kan worden wat de nieuwe inzichten voor invloed kunnen hebben en welke bijdrage deze nieuwe inzichten kunnen leveren. Iemand moet in dit proces als geheugen van het project functioneren. Deze rol is de stedenbouwkundige op het lijf geschreven. Hij of zij is in staat om belangen af te wegen, kennisgebieden te verbinden en de integrale oplossing te verkennen.

OMGEVINGSWET

Minder regels en meer ruimte voor initiatieven

De Omgevingswet bestaat uit een vernieuwend stelsel van instrumenten die allemaal met elkaar samenhangen. Het omgevingsrecht moet inzichtelijk, voorspelbaar en makkelijk in het gebruik zijn. In beleid, besluitvorming en regelgeving moet er samenhang zijn. De overheid moet zich actief en flexibel opstellen en de besluitvorming moet sneller en beter.



AFBEELDING 30: DE OMGEVINGSWET: INTEGRAAL, GEBIEDSGERICHT EN PARTICIPATIEF

INDUSTRIE

5

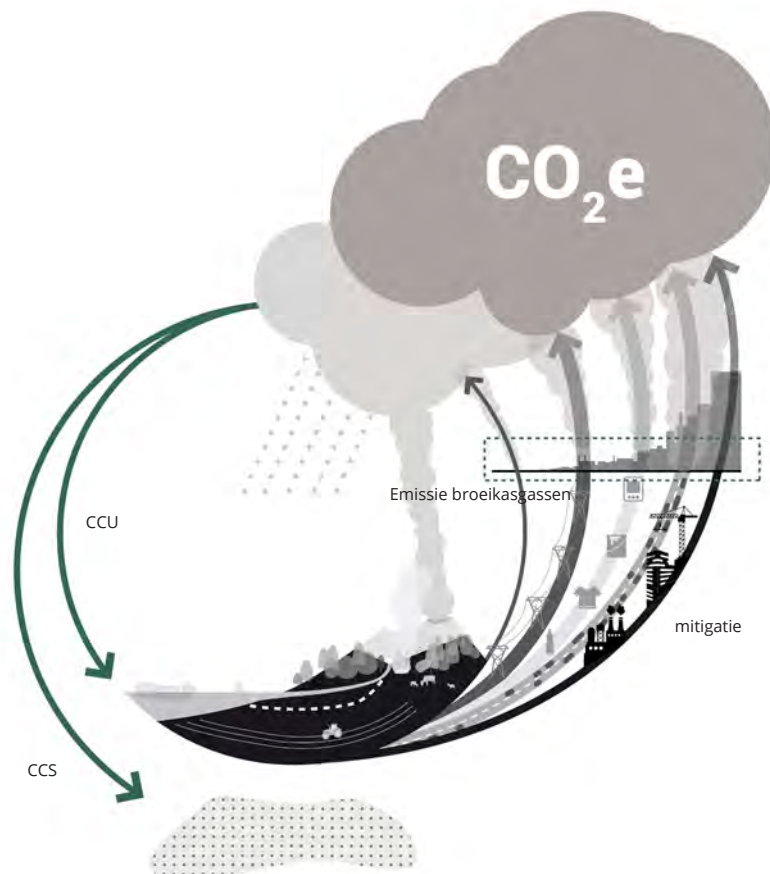
**SAMENVATTING
VAN HET
EINDRAPPORT**

Ruimtelijk specialisten:

STUDIOMARCOVERMEULEN
architectuur stedenbouw landschap onderzoek

Marco Vermeulen
Bram Willemse

INDUSTRIE



AFBEELDING 1: HET TOEGENOMEN CO₂e GEHALTE IN DE ATMOSFEER, DOOR HET GEBRUIK VAN DIE FOSSIELE BRANDSTOFFEN, HEEFT HET HELE AARDSE ECOSYSTEEM UIT EVENWICHT GEBRACHT.

5.1 POSITIONERING

We zijn nog niet te laat om het tij te keren qua klimaatverandering. Berekeningen die ten grondslag liggen aan de mondiale klimaatstrategie sinds 'Parijs' laten zien dat – als we nu niet ingrijpen en de mondiaal toenemende CO₂e-uitstoot verminderen – het steeds lastiger wordt en het ons steeds meer gaat kosten om in steeds minder tijd deze emissies tot een acceptabel niveau terug te brengen. Met andere woorden, we hebben steeds minder tijd om ervoor te zorgen dat de verwachte temperatuurstijging niet boven de 2 graden komt.

De onderliggende en meest fundamentele opgave voor de energietransitie is dan ook om te schakelen van een fossiel gebaseerde naar een circulaire economie en het gebruik van hernieuwbare energie.

Dit is een immense opgave, en om de CO₂-reductiedoelstellingen van 2050 te halen dient het reductieproces daarnaast enorm te versnellen. Nederland dient een factor 3 te versnellen ten opzichte van voorgaande jaren. Voor de doelstelling van 2030 is de situatie nog prangender en dienen de CO₂-reductiemaatregelen met een factor 6 versneld geïmplementeerd te worden.

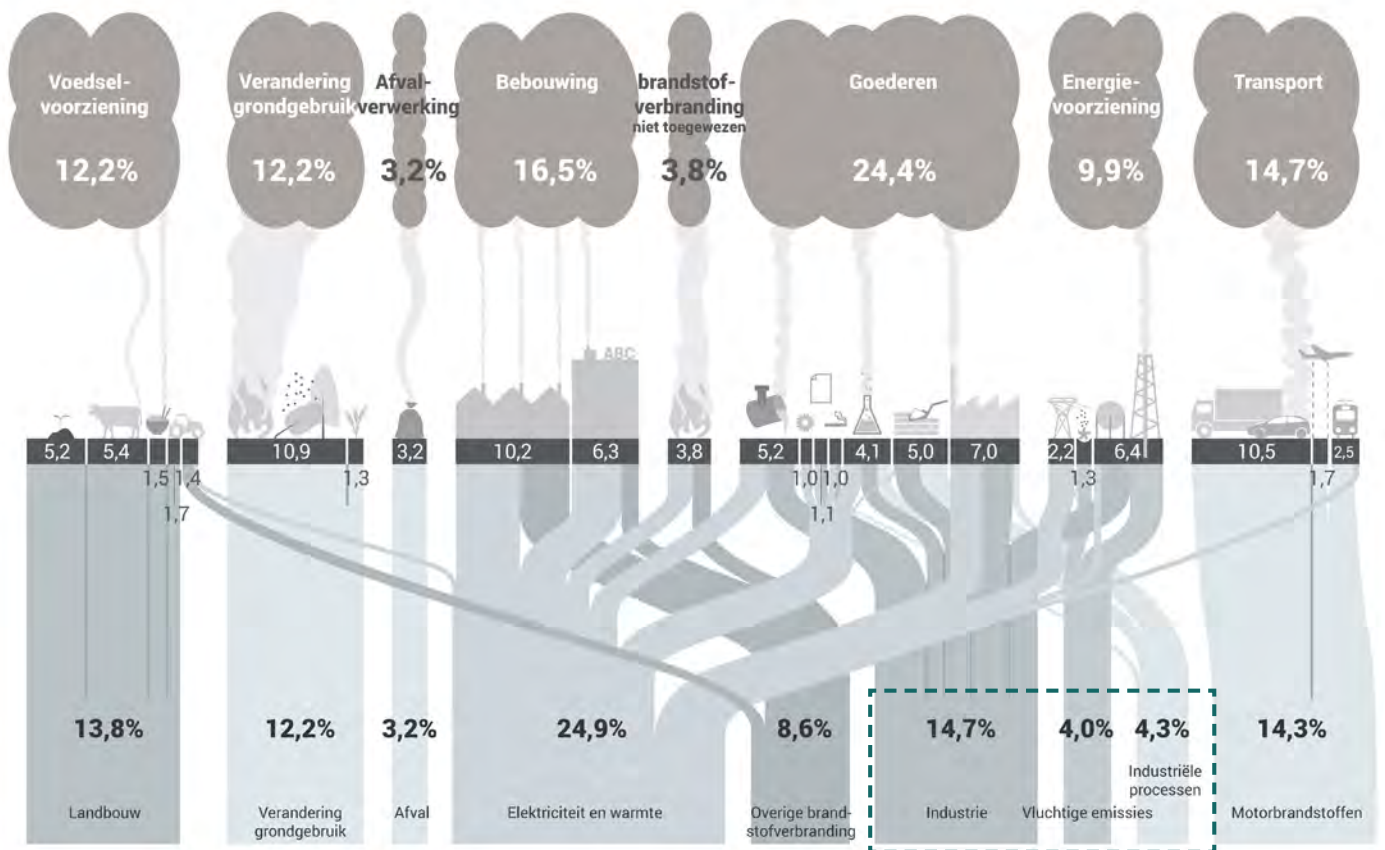
Dit onderzoek concentreert zich op het reduceren van de CO₂e-uitstoot van de industriële sector, met 40%* het grootste aandeel van de uitstoot van broeikasgassen in Nederland (McKinsey, 2018). Gezocht wordt naar de -maatschappelijk gezien- meest kostenefficiënte maatregelen en projecten gericht op de CO₂e-reductiedoelstelling van de industriële sector van 14,3**Mton in 2030. Met als uiteindelijke doel om de CO₂e-uitstoot, van het volledige systeem in Nederland, in 2050 te reduceren met 95% en verdere klimaatverandering te voorkomen. Ook ruimtegebruik en ruimtelijke kwaliteit zijn aspecten waar rekening mee gehouden wordt in de uiteindelijke keuzen aan maatregelen. Deze monsteropgave zal namelijk één van de grootste opgaven voor de ruimtelijke ordening van de komende decennia zijn. De impact op de fysieke leefomgeving is daarmee aanzienlijk en de transitie zal direct zichtbaar en voelbaar worden in ons land.

Dit rapport richt zich in de uitwerking op de ruimtelijke impact en kansen van voorgestelde maatregelen van de industriële sector en geeft deze samenhangend en samenvattend weer

*Dit is de CO₂e-uitstoot van zowel de industriële processen als de dedicated elektriciteitsproductie. Bron: McKinsey, 2018.

**Nieuwe reductie richtlijn gebaseerd op cijfers van het PBL, april 2018.

CO₂-e(q): "CO₂-equivalent is een rekeneenheid om de bijdrage van broeikasgassen aan het broeikas effect onderling te kunnen vergelijken. Het is gebaseerd op het 'Global Warming Potential' (GWP) - dat is de mate waarin een gas bijdraagt aan het broeikas effect. Zo heeft methaan een GWP van 21 CO₂-eq en zwavelhexafluoride (SF₆) een GWP van 23.900 CO₂-eq. Dat houdt in dat 1 kilo methaan over een periode van 100 jaar 21 keer meer aan het broeikas effect bijdraagt dan 1 kilo CO₂. Zwavelhexafluoride warmt zelfs 23.900 keer meer op dan CO₂." PBL



Bronnen van mondiale broeikasgas emissies, 2005.

Bron: World Resources Institute, gebaseerd op CO₂-equivalenten, met 100 jaar potentieel voor het opwarmen van de aarde.

CO₂e-emissies industrie

Meer dan industrie alleen

De reductieopgave is onderverdeeld per sector: mobiliteit, gebouwde omgeving, elektriciteit, landbouw en industrie. Aan elke sectortafel wordt aandacht besteed aan het doorsnijdende thema -ruimte-. De (ruimtelijke) impact van verschillende maatregelen zullen namelijk op meerdere sectortafels voelbaar zijn. Het efficiënt gebruiken van restwarmte uit de industrie in de glastuinbouw en gebouwde omgeving is zo een voorbeeld. Hierdoor kunnen woningen op een duurzame manier van hun warmte worden voorzien. Zo hoeft deze warmte niet individueel worden opgewekt met bijvoorbeeld elektrische warmtepompen, met mogelijke verrommeling van het straatbeeld tot gevolg. Zo kan de industriesector –in dit voorbeeld met zijn output- bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit van omliggende steden. Daarnaast is een goede ruimtelijke ordening van de energietransitie cruciaal, aangezien een duurzaam energiesysteem meer ruimte vergt dan het huidige fossiel systeem (Ecofys, 2017).

Leeswijzer

Dit rapport begint met het scherpstellen van de opgave en het analyseren van de bestaande ruimtelijke condities van de industriesector. Dit richt zich vooral op de bestaande infrastructuur en de huidige (energetische)koppelingen tussen

individuele bedrijven binnen bestaande clusters maar ook tussen de grote industriële clusters binnen Nederland en onze buurlanden. In hoofdstuk vier wordt de nadruk gelegd op de industrie als conversiecluster. Net zoals in het huidige systeem, waar fossiele grondstoffen omgezet worden in elektriciteit, warmte, brandstoffen en producten, zal er voor de industrie in het toekomstige circulaire systeem ook een rol weggelegd zijn voor het converteren van energie. Mogelijke conversiemethoden worden hier uitgelicht.

Hoofdstuk vijf gaat in op vijf algemene decarbonisatiepaden voor verschillende energiedragers en de (ruimtelijke) schakels die hiervoor nodig zijn.

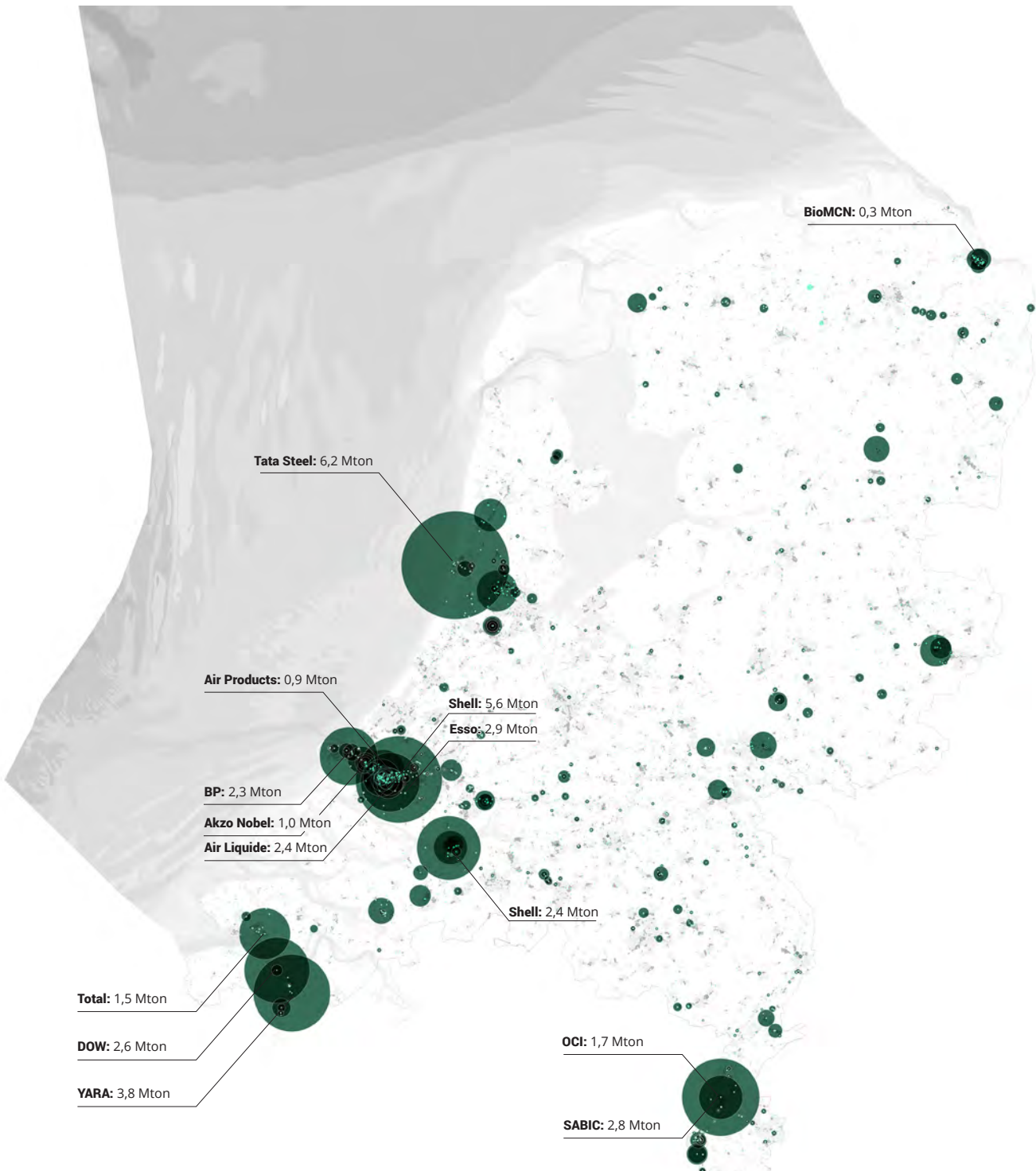
Met deze achterliggende kennis zijn diverse initiatieven en vergezichten vanuit de industrie, per cluster, geïnventariseerd en verbeeld. Een logische energetische en ruimtelijke afbakening van de clusters is bepaald en een verkenning van mogelijke ruimtelijke en systemische koppelingen onderzocht. Deze verdiepende analyse resulteert vervolgens in een ruimtelijke strategie voor een CO₂e-neutraal Nederland in 2050 in hoofdstuk 8: Het Circulaire Mainframe. Dit robuuste netwerk met grootschalige energiecorsidors scheidt condities voor toekomstige bedrijvigheid en verstedelijking.

5.2 DE OPGAVE

De totale CO₂e-uitstoot van de industrie in Nederland bedraagt nu circa 55* Mton. De industrie in de vijf grote industrieclusters: het Noordzeekanaalgebied, Chemelot, Rotterdam-Moerdijk, Noord Nederland en Zeeland – Bergen op Zoom; stoten gezamenlijk circa 45,5 Mton CO₂e uit. Het doel van de sectortafel Industrie is een akkoord sluiten waarin met relevante partners is overeengekomen hoe de CO₂e-reductieopgave van 14,3 Mton in de industrie in 2030 wordt gerealiseerd. Hierbij wordt duidelijk

welke maatregelen genomen worden, hoe deze maatregelen geïnstrumenteerd worden, wat hierbij de financieringsinstrumenten zijn en wat de rollen van verschillende partijen hierbij zijn, met een doorkijk richting 2050. De afspraken dienen concreet genoeg te zijn om door PBL doorgerekend te kunnen worden. In opdracht van de ministeries van EZK en BZK werkte StudioMarcoVermeulen aan de samenhangende en samenvattende ruimtelijke uitwerking ten behoeve van de klimaattafel Industrie.

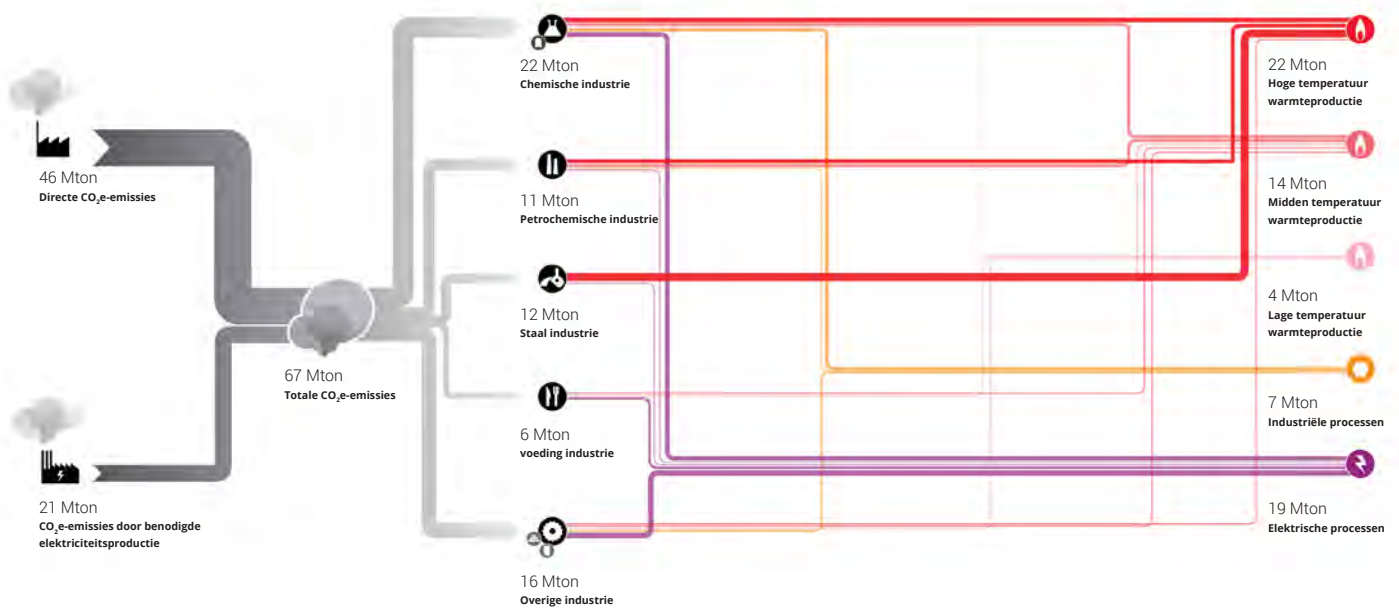
*In het regeerakkoord was CCS bij AVI's opgenomen als maatregel bij Elektriciteit. Voor het Klimaatakkoord zijn de AVI's ondergebracht bij de sector Industrie.



Bronnen van industriële emissies zijn geografisch sterk geconcentreerd: de tien faciliteiten die de meeste koolstofdioxide uitstoten, vertegenwoordigen meer dan 65 procent van de directe CO₂-uitstoot van de industrie. Deze clusters zijn duidelijk zichtbaar op kaart en zijn relatief compact. Onder andere dit laatste biedt kansen om verschillende energiestromen uit te wisselen. De CO₂-reductiedoelstelling van de industriële sector van 14,3 Mton in 2030, zal daarom vooral plaatsvinden binnen en tussen de vijf clusters.

5.2.1 CO₂-UITSTOOT IN DE INDUSTRIE

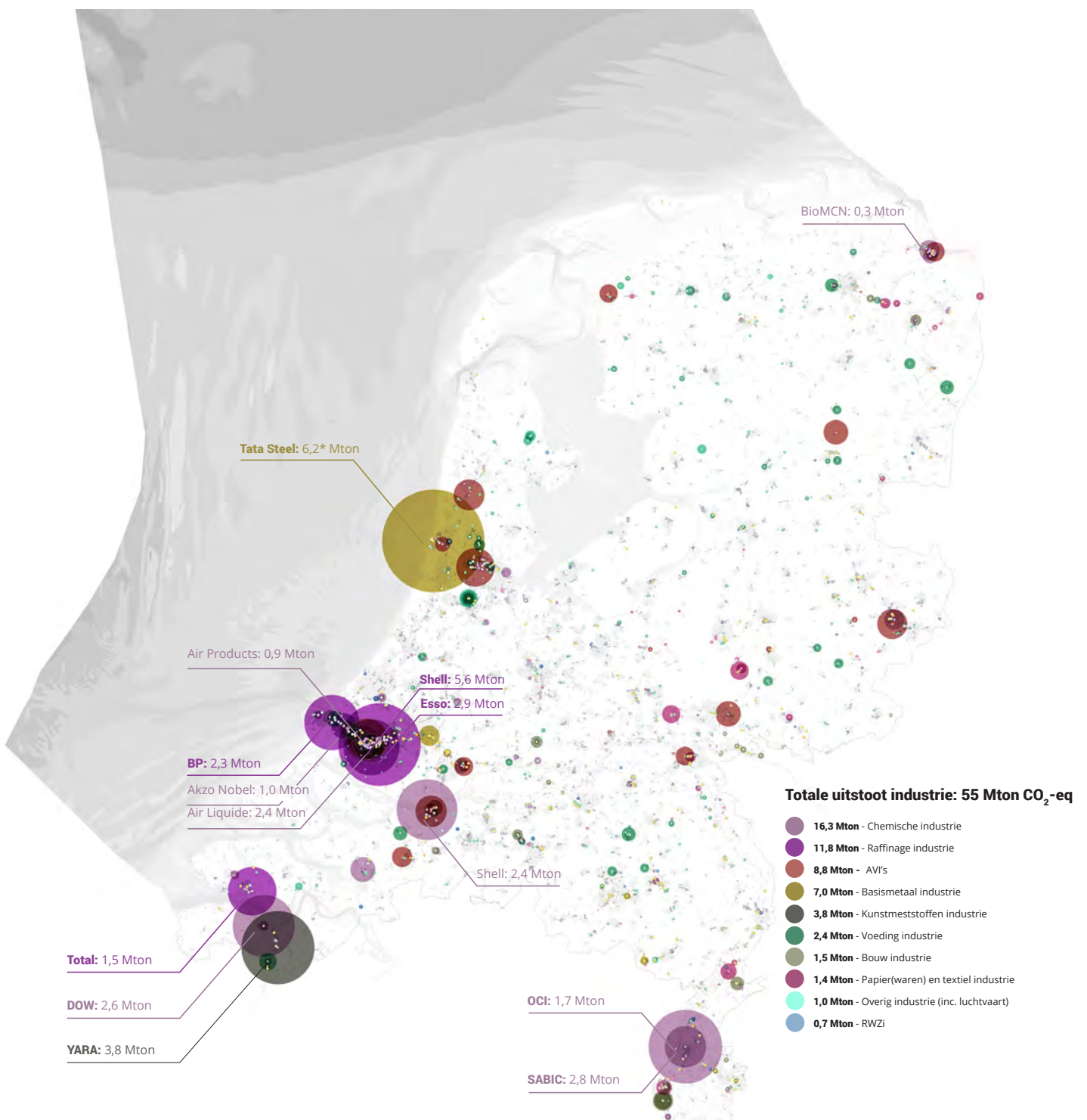
De industrie kan grofweg worden onderverdeeld in vijf typen, namelijk de chemische-, raffinage-, staal-, voedsel- en overige industrie. Ongeveer een derde van de CO₂-uitstoot van de industrie komt voor rekening van de chemische industrie. Met name de ethyleen en ammoniak productie veroorzaken veel emissies door het gebruik van stoomkrakers in het proces. Ook de CO₂ uitstoot van de petrochemische industrie wordt voornamelijk veroorzaakt door het kraakproces.



AFBEELDING 2: DE CO₂-UITSTOOT VAN DE INDUSTRIE ONDERVERDEELT PER INDUSTRIEL PROCES. DIAGRAM GEBASEERD OP INFORMATIE UIT HET RAPPORT: 'ENERGY TRANSITION: MISSION (IM)POSSIBLE FOR INDUSTRY? - A DUTCH EXAMPLE FOR DECARBONIZATION' - MCKINSEY, 2018

Vergeleken met andere sectoren bestaat de Nederlandse industrie uit talrijke verschillende en complexe industriële processen. Niet elk proces, en daarom niet elke industriële sector, kan daardoor op dezelfde manier verduurzamen. Vijf activiteiten zijn goed voor bijna alle CO₂-uitstoot in de industrie. Lage-, midden- en hogetemperatuur warmteproductie, industriële processen en elektriciteitsverbruik produceren emissies omdat deze voornamelijk fossiele energie verbranden.

Met name de warmtevraag draagt voor een groot deel bij aan deze emissies. Globaal verbruikt de Nederlandse industrie 840 PJ aan energie, waarvan ongeveer 570 PJ voor warmteproductie (McKinsey, 2018). Met name hoge temperatuur productieprocessen kunnen momenteel moeilijk worden verduurzaamd. Dit zit hem met name in de technische en financiële haalbaarheid van de transformatie van aardgas voor de hoge temperatuur warmteprocessen naar andere energiedragers. Hoge temperatuur warmte wordt voornamelijk gebruikt in de chemische - ,



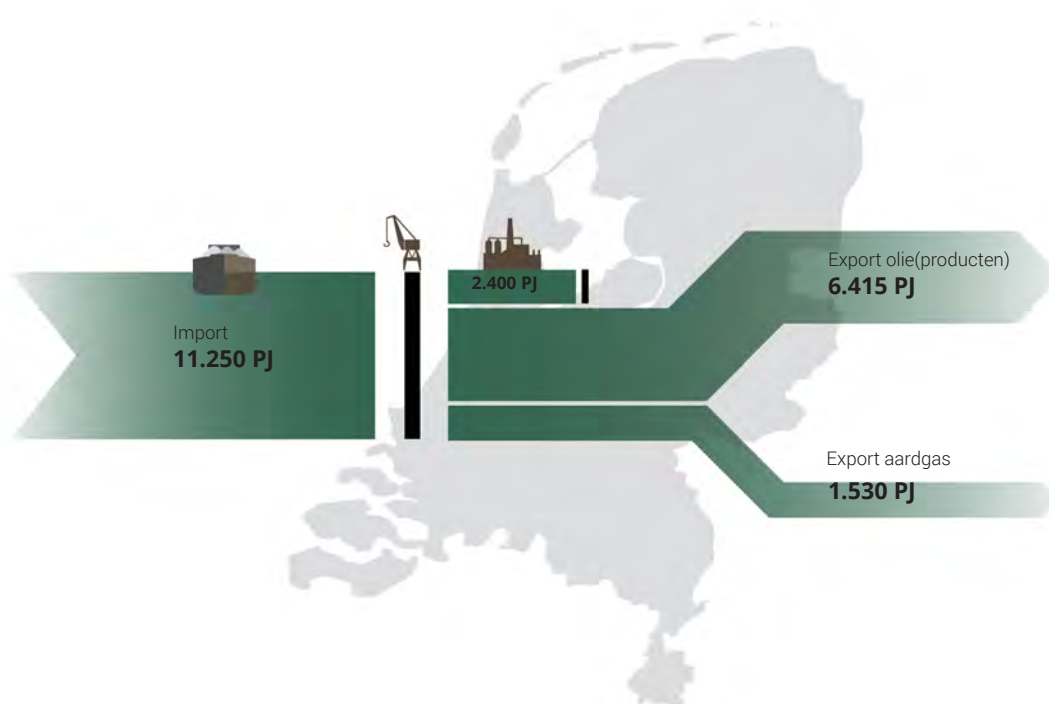
raffinage- en de staalindustrie. Sommige industriële productieprocessen genereren ook CO₂-emissies; denk bijvoorbeeld aan het produceren van cement, ammoniak of (blauwe) waterstof. Om deze emissies te reduceren is een verandering van grondstof (feedstock) nodig. Andere processen zijn weer eenvoudiger te verduurzamen door deze te elektrificeren, zoals bijvoorbeeld lage temperatuur productieprocessen.

Mton) wordt veroorzaakt door de staalproductie bij Tata Steel. De CO₂-uitstoot in het industriële cluster Rotterdam - Moerdijk wordt voornamelijk veroorzaakt door de stoomprocessen van de vijf olieraffinaderijen. Per cluster is er dus een andere verhouding van industriële processen en dus een andere reductiestrategie denkbaar. In hoofdstuk 5 zal dieper op de verschillende transitiepaden per cluster worden ingegaan.

5.2.2 CO₂-PROFIEL PER CLUSTER

Elk type industrie bestaat uit een andere verhouding van deze vijf activiteiten en vraagt dus om een andere mix van reductiemaatregelen. Het is van belang om de juiste energiebron voor het juiste doel beschikbaar te stellen. Dit vraagt om afstemming tussen de industrie en met de andere sectoren. Een voorbeeld is het gebruik van biomassa. Vanuit circulaire gedachten zou biomassa vooral ingezet moeten worden voor voedsel en grondstoffengebruik (PBL, 2016). Bij de sectoren mobiliteit, gebouwde omgeving en industrie wordt het gebruik van biomassa ook als energiebron gezien. Het cascaderen van grondstoffengebruik moet dus breder dan de sector alleen bekeken worden.

Als de CO₂-uitstoot wordt uitgesplitst per type industrie dan zien we per cluster een ander profiel ontstaan. Met name de CO₂-uitstoot van het Noordzeekanaalgebied valt op, waar bijna de helft van de emissies (6,2* van de circa 14



AFBEELDING 3: NEDERLAND IS EEN DOORVOERLAND VOOR (FOSSIELE) ENERGIE

5.3 BESTAANDE INFRASTRUCTUUR

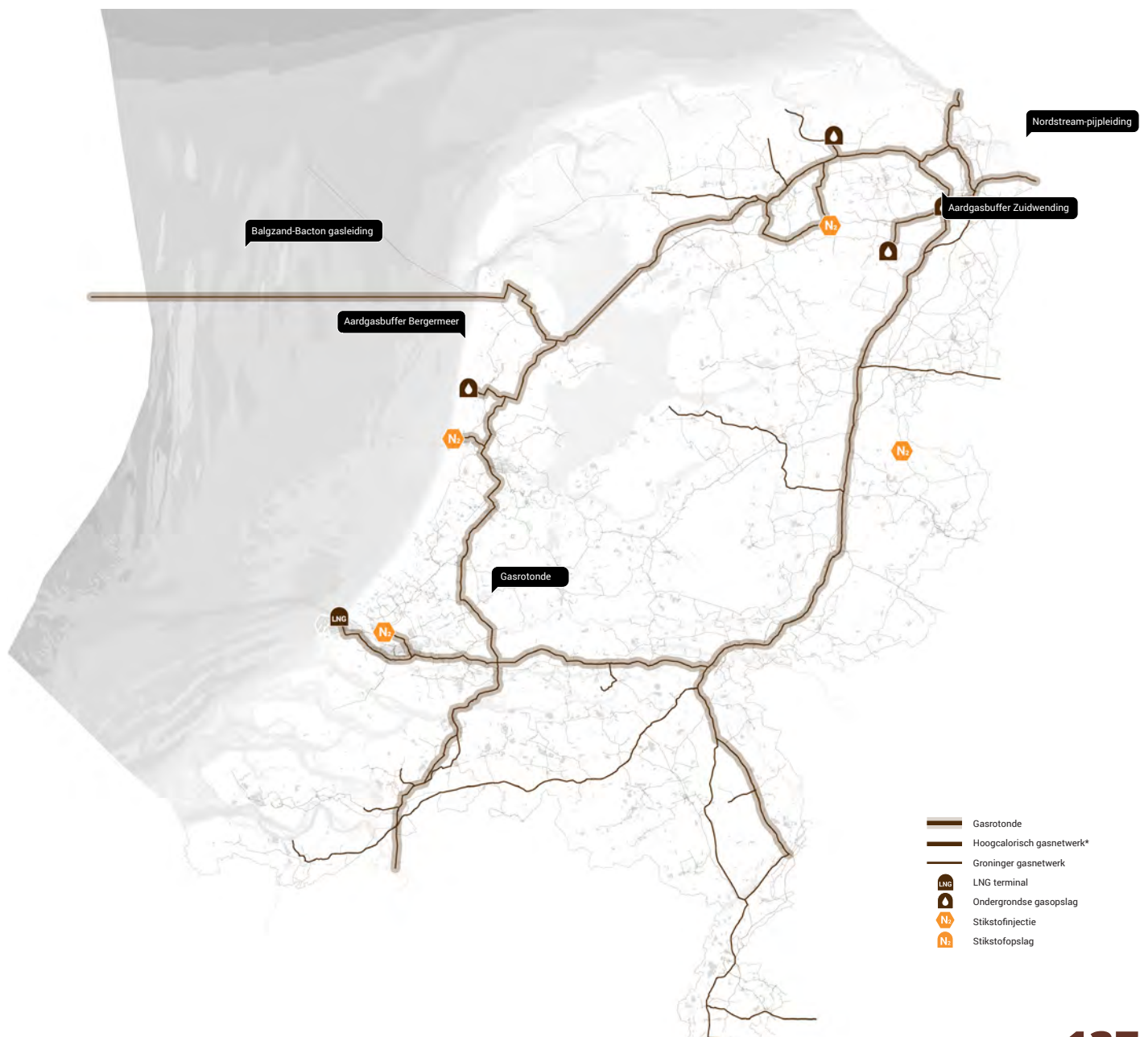
5.3.1 DE RUIMTELIJKE POSITIE VAN NEDERLAND

Nederland is een doorvoerland. Meer dan vier keer het nationale energieverbruik wordt via Nederlandse havens geëxporteerd naar elders op de wereld (IEA, 2018). Rotterdam vormt het hart van de kolenoverslag in Europa. Geen enkele haven voert meer energiekolen door dan de haven van Rotterdam. Meer dan 85% van de kolen die de Rotterdamse haven binnenkomen, wordt verder vervoerd naar energiecentrales in Duitsland, Frankrijk en België.

Naast de transport- en logistieksector van wereldklasse, beschikt Nederland ook over een uitgebreid buisleidingennetwerk. Via dit ondergrondse netwerk worden industriële gassen zoals stikstof, waterstof en zuurstof tussen clusters

zoals Rotterdam en Chemelot in Nederland uitgewisseld met industrieën in Antwerpen, Gent, in België tot aan Duinkerken en Waziers in Frankrijk. Voor de transitie naar een duurzaam energiesysteem kunnen deze buisleidingen, met name voor het transport van waterstof, belangrijk worden.

Nederland beschikt daarnaast ook over uitgebreide, landsdekkende netwerken voor gas en elektriciteit. Nederland is goed aangesloten op het internationale gasnetwerk en is een belangrijke schakel (gasrotonde) tussen de landelijke netten van Engeland, Duitsland, Scandinavië en België. Dat geldt ook voor elektriciteit. De zogenoemde zee-interconnectoren met het VK en Noorwegen zorgen voor een robuust Noord-Europees elektriciteitsnetwerk.



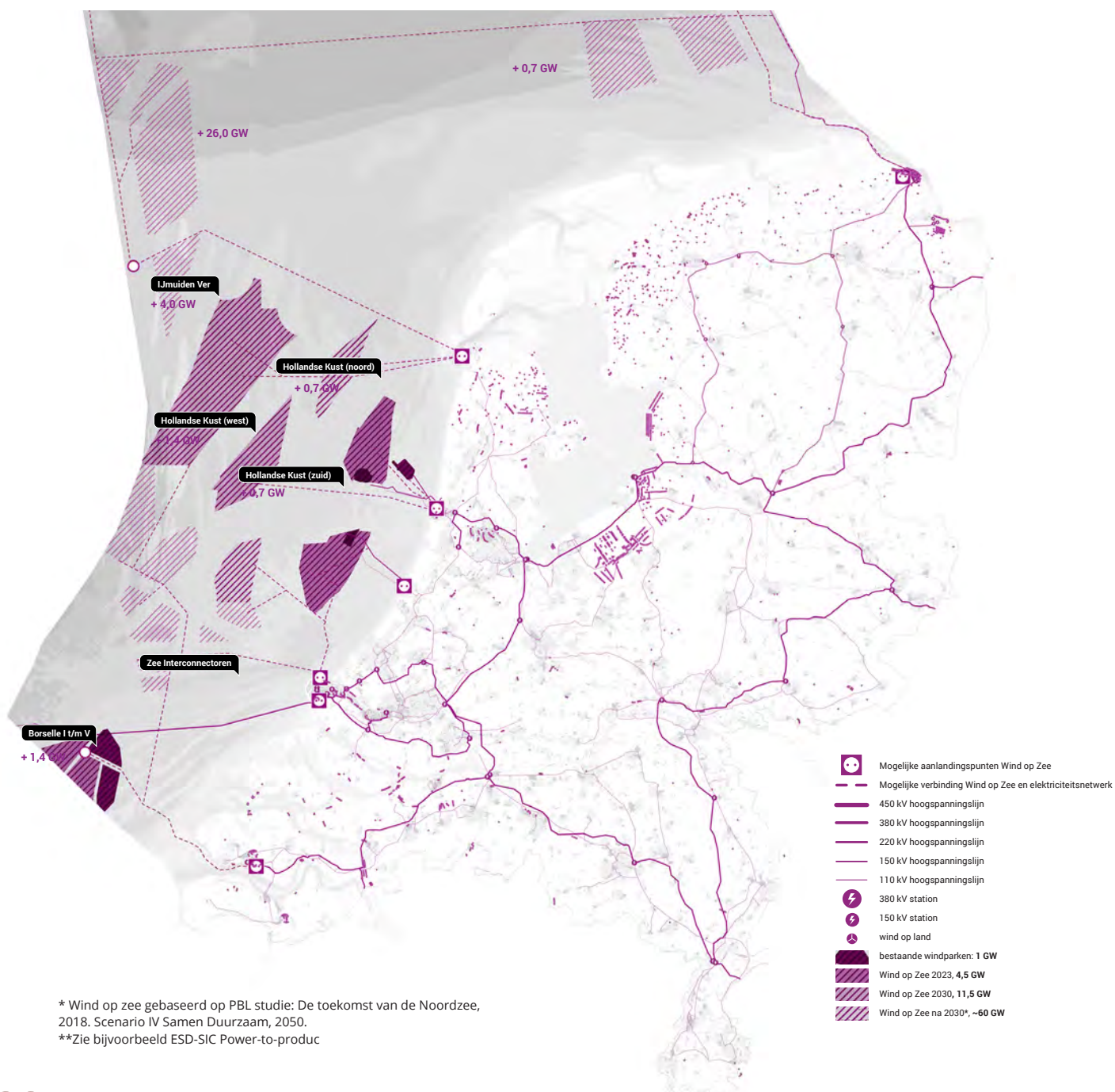
De kaarten op de volgende bladzijden gaan dieper in op de bestaande energieinfrastructuren en beschrijven hoe deze in de toekomst gebruikt kunnen worden.

5.3.2 AARDGASNETWERK

Nederland beschikt over een uitgebreid gasnetwerk. Vanaf de jaren 60 van de vorige eeuw is een landsdekkend gasnetwerk aangelegd in Nederland dat er momenteel voor zorgt dat het gewonnen gas uit Groningen gedistribueerd kan worden door heel Nederland. Op dit moment maakt 86% van alle gebouwen gebruik van het aardgasnetwerk (PBL,2017). Hoogcalorisch gas wordt via de havens, en via de in 2006 in gebruik genomen Balgzand-Bacton-pijplijn (tussen Nederland en Engeland) getransporteerd en gebruikt voor in- en export

van gas. Nederland heeft ook voor de toekomst de ambitie om gasrotunde van Noordwest Europa te blijven, zij het met duurzaam gas.

In de transitie naar een duurzaam en betrouwbaar energiesysteem in Nederland behoort het gebruik van duurzaam gas tot de mogelijkheden. Duurzaam gas kan op verschillende manieren geproduceerd worden. Hoewel op dit moment duurzaam gas niet grootschalig beschikbaar is en de conversieverliezen groot zijn, is niet uit te sluiten dat dit in 2030 een reëel alternatief wordt. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van het huidige gasnetwerk, bijvoorbeeld voor het transport van biogas, syngas en methaangas. Ook het transport van waterstof is mogelijk met nieuwe installaties en door het aanbrengen van een coating in het huidige (hoogcalorisch-) aardgasnetwerk.



* Wind op zee gebaseerd op PBL studie: De toekomst van de Noordzee, 2018. Scenario IV Samen Duurzaam, 2050.

**Zie bijvoorbeeld ESD-SIC Power-to-product

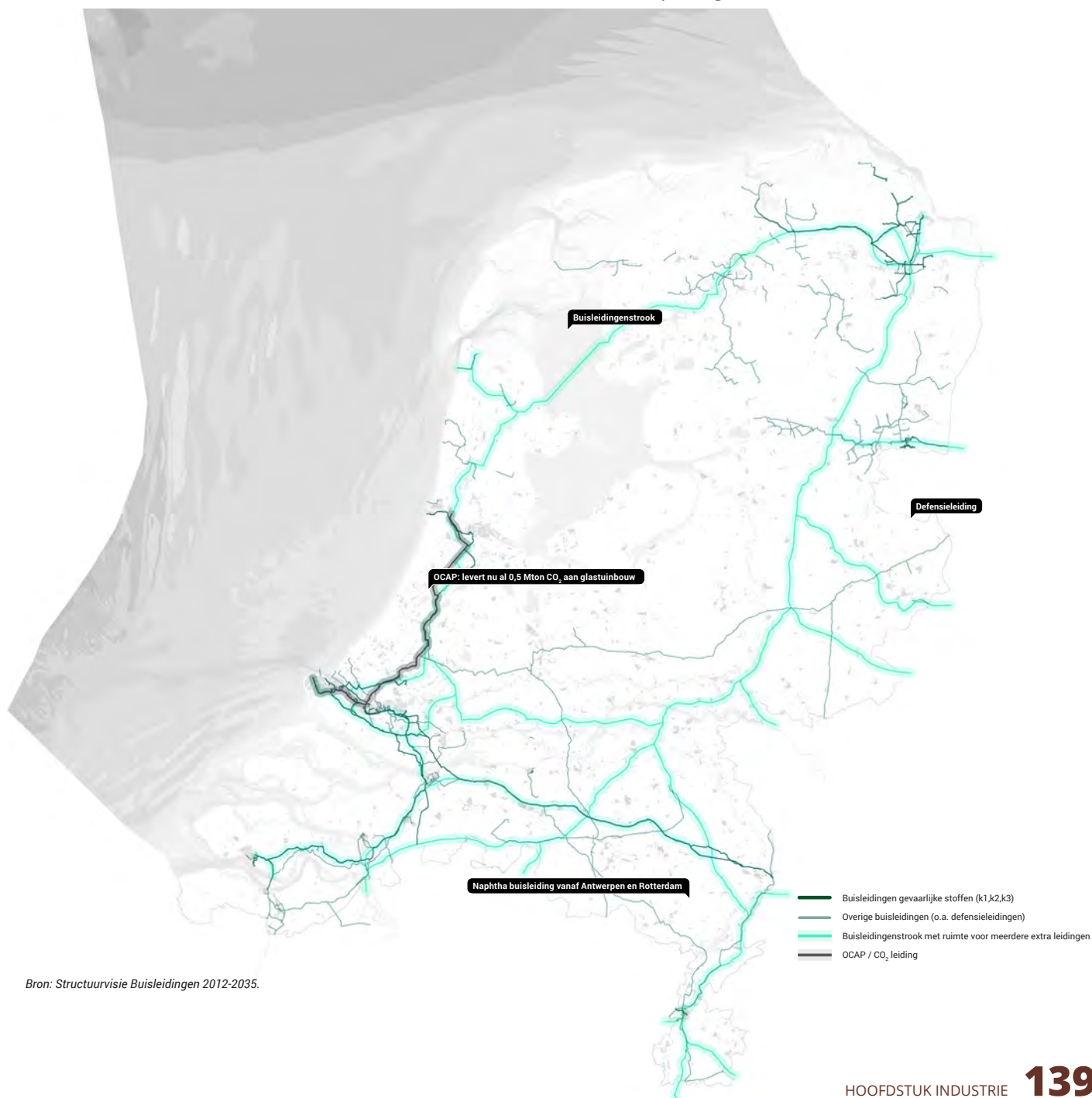
Belang naar 2030 en 2050

Het is van belang om het bestaande gasnetwerk, met name het hoogcalorisch-gastransportnet, in stand te houden. Dit netwerk kan in de toekomst hergebruikt worden voor het transport van waterstof geproduceerd met behulp van duurzame elektriciteit (groene waterstof) (Berenschot & TNO, 2018).

5.3.3 HOOGSPANNINGSNETWERK

Nederland beschikt over een uitgebreid elektriciteitsnetwerk. Daarbij is de laatste jaren het hoogspanningsnet aangevuld met meerdere en zwaardere (380kV) verbindingen. Met het oog op de plannen voor toekomstige grootschalige productie van duurzame elektriciteit en de daarmee gepaarde piekbelastingen zal er fors geïnvesteerd moeten

worden in het elektriciteitsnetwerk (zowel het hoogspanning-, maar zeker ook middenspanning en laagspanningsnet), slimme sturingsystemen en in opslagcapaciteit. Het huidige elektriciteitsnet is geschikt om de huidige (piek)belasting van 22 GW te vervoeren, maar zit daarmee ook aan de grens. Om het extra (piek)vermogen te transporteren zijn op veel huidige tracés substantiële verzwaringen nodig en mogelijk nieuwe tracés nodig om bijvoorbeeld de elektriciteitsproductie van Wind op Zee door te kunnen voeren naar de rest van Nederland. Een overschot aan elektriciteit kan deels op het hoogspanningsnet gebufferd worden. Dit overschot wordt eventueel elders in Nederland gebruikt of gaat naar België en/of Duitsland. De buffermogelijkheid van het net is door de Groene Rekenkamer geraamd op 20%. De huidige plannen voor Wind op Zee gaan uit van een uit te breiden



Bron: Structuurvisie Buisleidingen 2012-2035.

capaciteit tot 11,5 GW. Naar 2050 toe zijn er verschillende scenario's voor de verdere uitbreiding van Wind op Zee, de meest verregaande tot een vermogen van 60 GW*.

Belang naar 2030 en 2050

Elektrificeren van industriële processen is een belangrijke maatregel naar de CO₂-reductiedoelstelling van 2030. De elektriciteitsbehoefte van de industrie zal daardoor enorm toenemen. Toegang tot voldoende windcapaciteit biedt de mogelijkheid voor duurzame elektriciteit met minimale marginale kosten. De industrie kan daarnaast bijdragen aan de balancering van het net waardoor de elektriciteitsinfrastructuur minder verzaamd hoeft te worden. Denk hierbij aan energiebuffering in de vorm van waterstofconversie of power-to-product** oplossingen.

5.3.4 BUISLEIDINGEN GEVAARLIJKE STOFFEN

Hoewel grotendeels onzichtbaar wordt veel energie per buisleiding getransporteerd. In de Nederlandse bodem ligt ongeveer 300.000 kilometer aan ondergrondse buisleidingen. Hiervan is zo'n 18.000 kilometer voor transport van gevaarlijke stoffen (Ministerie I&M, 2012). Zoals olieproducten waaronder naphtha, ethyleen of brandstoffen. Er is met name uitwisseling gaande van verschillende energiestromen tussen de vijf industrieclusters onderling en met industrieclusters in het buitenland.

Belang naar 2030 en 2050

Hoewel er op het moment voornamelijk olieproducten worden getransporteerd via het ondergrondse netwerk kunnen deze pijpleidingen weldegelijk van belang zijn naar de toekomst toe. Bij de meeste buisleidingenstroken zijn ruimtelijke reserveringen gemaakt voor meerdere toekomstige hoofdtransportleidingen (Ministerie I&M, 2012). Aangezien deze buisleidingenstroken al een risicocontour hebben, kunnen er relatief eenvoudig nieuwe leidingen aan toegevoegd worden om additionele energiestromen tussen clusters uit te wisselen.

5.3.5 CO₂-PIJPLEIDINGEN

Enige jaren geleden is een CO₂-leiding in gebruik genomen van Shell-Pernis naar een viertal kassengebieden in Zuid-Holland, waaronder het Westland. Hiermee wordt CO₂ geleverd aan zo'n vijfhonderd aangesloten glastuinbouwbedrijven. Het netwerk bestaat uit een 85 km lange voormalige olieleiding vanuit de Shell-raffinaderij in de Rotterdamse haven tot aan de Amsterdamse haven, met een hoofdleiding en lokale distributienetten. De CO₂ is afkomstig van de CO₂-afvang bij onder

andere de AVR in Rotterdam. Door de CO₂-levering wordt per jaar ongeveer 0,5 Mton CO₂-uitstoot vermeden (Linde Gas, 2017).

Belang naar 2030 en 2050

Er zijn verschillende plannen om de bestaande CO₂-leiding verder door te trekken naar de Maasvlakte en Moerdijk aan de zuidzijde en het Noordzeekanaalgebied aan de noordzijde. Verder zijn er plannen voor de aanleg van nieuwe CO₂-leidingen in verschillende clusters. Hoofdstuk 6 gaat hier verder op in.

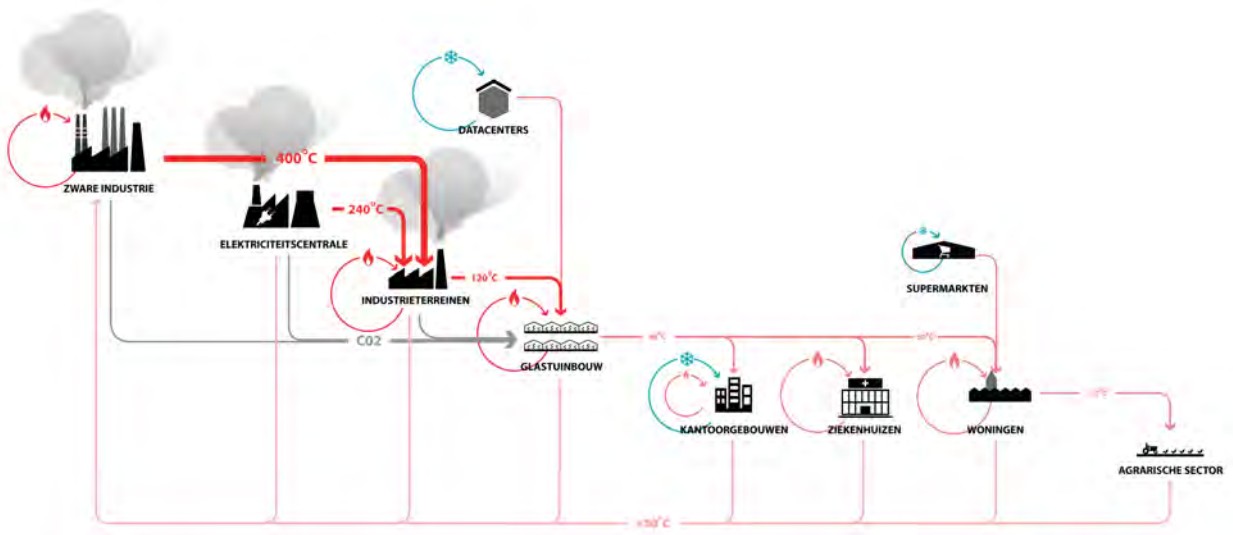
5.3.6 WARMTENETTEN

Een warmtenet is een leidingennetwerk dat producenten van warmte verbindt met warmtevragers. Dit kan op uiteenlopende manieren, afhankelijk van de afstand tussen bron en bestemming, de gewenste temperatuur, de benodigde capaciteit, et cetera. In Nederland wordt al 12% van de warmtebehoefte via warmtenetten vervuld (PBL, 2014). Dit gebeurt voornamelijk door het gebruik van hoge temperatuur- of stoomnetten in de industrie.

Belang naar 2030 en 2050

Voor het optimaal functioneren van een grootschalig collectief warmtenet is het van belang dat de warmte die wordt opgewekt ook efficiënt wordt gebruikt. Bij het aankoppelen van warmtevragers aan het warmtenet moet goed worden nagedacht welke temperatuur van warmte waarvoor wordt ingezet. Huidige warmtenetten werken door middel van het 'flushen' van warmte, waarbij aanbod van hoogwaardige warmte direct wordt gekoppeld aan de lage temperatuur warmtevraag van huishoudens. Efficiënter is het om (rest)warmte te cascaderen, waarbij een aanbod van hoge temperatuur warmte bijvoorbeeld eerst langs andere industrie of glastuinbouw wordt gevoerd alvorens het de huishoudens bereikt (Dobbelsteen, 2010). Het cascaderen van warmte in de industrie zorgt voor efficiënt gebruik van hoge temperatuur warmte. Dit vraagt om een transparante planning, afstemming, regie op de ondiepe ondergrond en een gemeenschappelijke visie op onder andere benodigde infrastructuur.

Naast de nu gebruikte restwarmtebronnen lijkt er in Nederland ook een groot potentieel te zijn voor het benutten van aardwarmte (geothermie). In de toekomst kan het aantakken van geothermie aan bestaande warmtenetten verder bijdragen aan de verduurzaming van de warmtevraag. Ook voor de lage- en middentemperatuur warmtebehoefte in de industrie, wat bijdraagt aan ongeveer een kwart van de totale CO₂e-uitstoot van de sector (McKinsey, 2018), is het benutten van de geothermische potentie een interessante verduurzamingsstrategie.



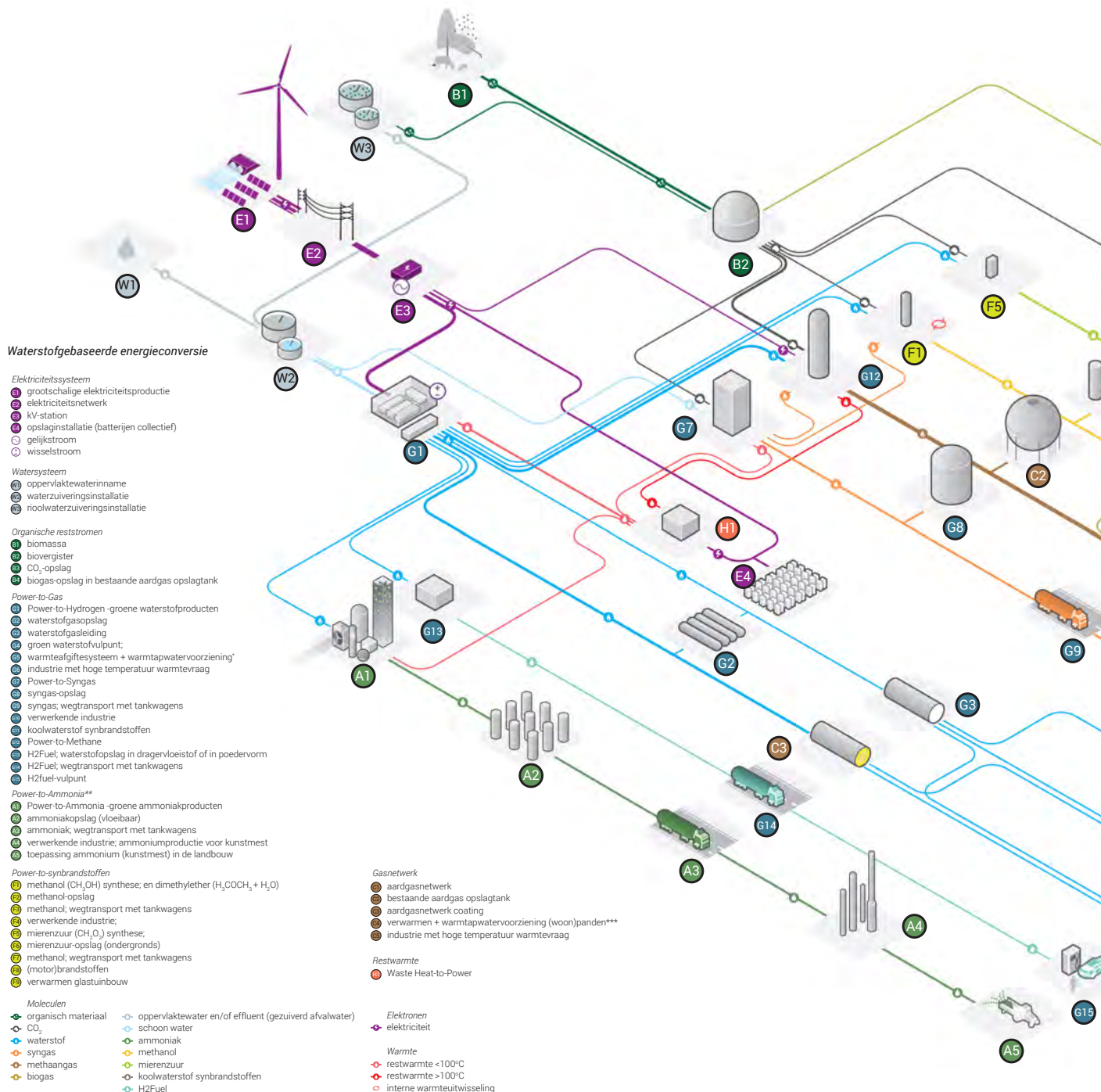
AFBEELDING 4: CASCADERINGSPRINCIPE VOOR HET EFFICIËNT GEBRUIK VAN (REST)WARMTE



5.4 INDUSTRIE = CONVERSIE

Een wereld waarin (fossiele) energie, ogenschijnlijk zonder gevolgen, overvloedig en goedkoop beschikbaar was, is voorbij. Analyses en verkenningen van het toekomstige energiesysteem wijzen zonder uitzondering in de richting van de noodzaak van mix van energiedragers en een sterkere en meer diverse infrastructuur (WUR, 2018). Hoe deze mix er in de toekomst uit komt te zien is onzeker, maar de verschillende ingrediënten zijn duidelijk.

Net zoals de industrie in het huidige systeem fossiele grondstoffen omzet in elektriciteit, warmte, brandstoffen zal er in de toekomst ook een rol weggelegd zijn voor de industrie in het converteren van energie. Mogelijke conversiemethoden worden op de volgende bladzijden uitgelicht. Een verdiepende inventarisatie is als bijlage bijgevoegd. Dit overzicht fungeert als toolbox voor verschillende configuraties van de industrie als conversiepark. Het geeft de proceslijnen weer van bron naar eindgebruiker, waarbij voor de hand liggende tussenstappen en eindgebruikers zijn weergegeven.



* met nieuwe of aangepaste CV-ketels

** Power-to-Ammonia is Engels voor elektriciteit naar ammoniak. Ammonia (NH₃(aq)) betekent in het Nederlands een oplossing van het gas ammoniak in water. Bij ammoniak zitten drie waterstofatomen vast en bij ammonium 4 waterstofatomen aan het stikstofatoom. Ammoniak is veel giftiger dan ammonium.

*** met bestaande CV-ketels

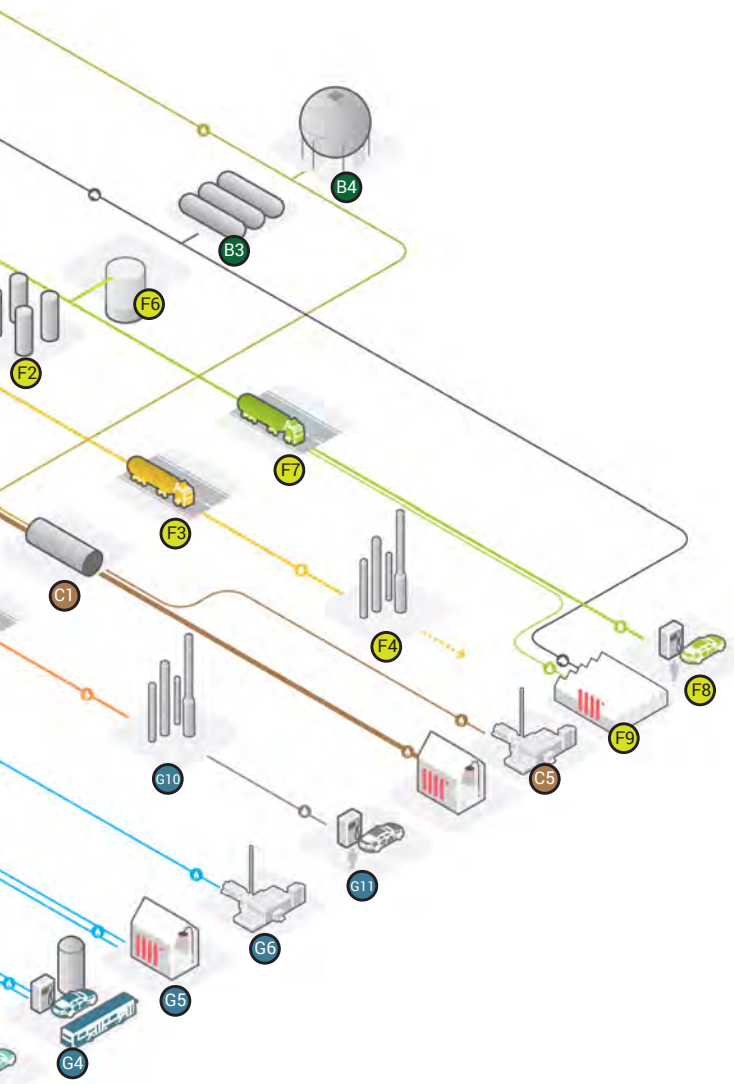
Over het algemeen bestaat het energiesysteem van de toekomst uit de volgende onderdelen: een energiebron, energieconversietechniek, energie-infrastructuur, energieopslagfaciliteiten en het energie eindgebruik. Al deze onderdelen hebben een ruimtelijk beslag en vragen om bepaalde ruimtelijke condities. Zo zal de beschikbaarheid van infrastructuren en lokale ruimtelijke condities zoals opslagfaciliteiten in zekere mate ook de keuze in energiedrager of eindgebruik kunnen bepalen. Met de uitbreiding van het vermogen van wind op zee kan met duurzaam opgewekte elektriciteit

onder andere waterstof worden gemaakt. Eventueel in combinatie met het bestaande gasnetwerk, kan het gedistribueerd worden als alternatieve energiedrager voor de industriële sector. Met de beschikbaarheid en toevoeging van CO₂ en andere bronnen (zoals lucht en water) kunnen nog veel meer andere groene grondstoffen gemaakt worden, zoals syngas, waterstof, ammonia, ureum, kunstmest, ethanol en mierenzuur.

Doordat veel bedrijven nu al in industriële clusters opereren, kunnen verschillende bedrijven zich specialiseren in het converteren van groene grondstoffen, en restromen met elkaar gaan uitwisselen. Het uiteindelijke doel is het creëren van een volledige industriële symbiose, waar de reststroom van het ene bedrijf de grondstof voor de ander is. Denk hierbij aan het converteren van CO₂ en H₂ naar syngas of bio-ethanol bij bestaande staalindustrieën, of de productie van bio-naphtha met wasteplastics of biomassa bij bestaande raffinaderijen. De groene grondstoffen die in Nederland worden geproduceerd kunnen de (inter) nationale markt bedienen.

5.4.1 PIEKBELASTINGEN

In de zoektocht naar potentiële energieopslag voor duurzame energie is het omzetten van elektriciteit naar andere energiedragers een goede optie. Gas is eenvoudiger op te slaan dan elektriciteit. De havens van Rotterdam, de Eemshaven en Vlissingen beschikken al over enorme gasopslagfaciliteiten die (met enige aanpassingen) hiervoor gebruikt kunnen worden. De energiedichtheid per energiedrager verschilt enorm waardoor bijvoorbeeld het opslaan van kolen veel minder ruimte vraagt dan de opslag van biomassa. Dit vraagt om ruimtelijke reserveringen. Door systeemkeuzes voor zowel de bebouwde omgeving, de transportsector en de industrie onderling af te stemmen kan de industrie fungeren als: energiebuffer voor piekbelastingen in het elektriciteitsnetwerk, leverancier van CO₂-vrije warmte, en producent van duurzame brandstoffen. Door deze dubbelfunctie wordt er efficiënt omgegaan met de ruimte en wordt er een robuust systeem gecreëerd. Naast de conversiemethode en de daarmee gepaarde verliezen moet er ook rekening gehouden worden met de transportmodaliteit. Of grondstoffen per schip, trein, vrachtwagen of pijpleiding vervoerd worden is belangrijk voor de kosten, flexibiliteit, efficiëntie en robuustheid van het systeem. Zeker naar 2030 toe is flexibiliteit belangrijk om in ogenschouw te nemen.



5.5 LINEAIR NAAR CIRCULAIR

5.5.1 VIJF DECARBONISATIEPADEN

Op basis van de nu voorhanden zijnde kennis is zeker dat het transitiepad van de industrie zal bestaan uit meerdere decarbonisatiepaden. Deze paden hebben duidelijk verschillende ruimtelijke componenten, die niet noodzakelijker wijs binnen één industrieel cluster hoeven te vallen. Aan de hand van schema's op de volgende bladzijden zullen deze paden aangeduid worden. Ook de ruimtelijke impact buiten de industrie zal, per decarbonisatiepad, belicht worden. Met deze principes in het achterhoofd is het duidelijker om de verschillende initiatieven per cluster te beoordelen. In hoofdstuk 7 worden de initiatieven per cluster aan de hand van deze decarbonisatiepaden onderverdeeld en beschreven.

5.5.2 HET TIJDSPAD

Het vergt tijd om de huidige lineaire economie naar een circulair systeem om te vormen. Grofweg kunnen we de CO₂e-reductieinitiatieven van de industrie onderverdelen in drie tijdsfasen. Belangrijk is dat de maatregelen die leiden naar de reductiedoelstelling in 2030, ook bijdragen aan het uiteindelijke doel, 95% emissie reductie in 2050. Dit vergt om een systeembenadering waarbij wellicht de gekozen maatregelen niet direct tot CO₂e-reductie leiden (blauwe waterstof) maar wel bijdragen aan het uiteindelijke einddoel (groene waterstof). Ook vanuit kostenefficiëntie is het belangrijk om ook nu al te investeren in cruciale infrastructuur die wellicht pas in zijn volle potentie duurzaam benut gaat worden na 2030.

5.5.3 MORGEN BEGINNEN

Dit zijn vooral de quickwins waar de stakeholdersgroep beperkt is, en waarmee vrijwel direct begonnen kan worden. Denk hierbij aan systeemoptimalisaties binnen bedrijven zelf of tussen bedrijven die dicht bij elkaar gevestigd zijn. Daar waar bedrijven restwarmte nog niet optimaal gebruiken liggen kansen voor andere bedrijven om deze reststroom te benutten. Op enkele productielocaties, zoals Chemelot, zijn de reststromen van fabrieken al efficiënt aan elkaar verbonden.

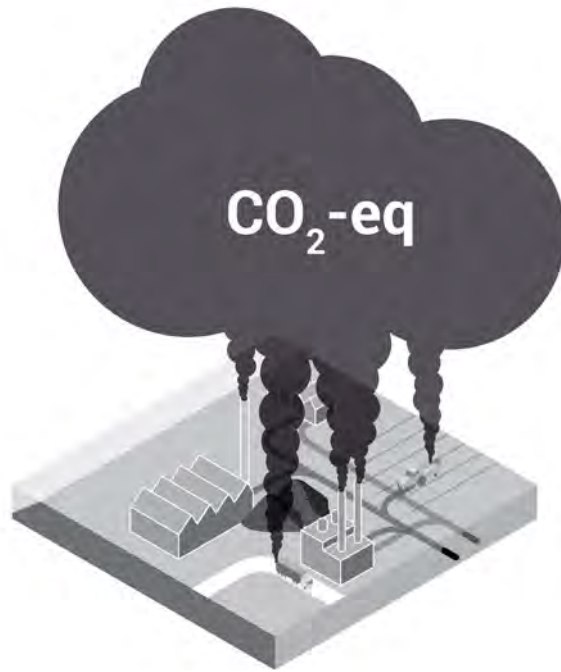
Daarnaast kan ook direct gestart worden met het afvangen, gebruiken en opslaan van CO₂. Het aanleggen van CO-infrastructuur en daarmee opslagfaciliteiten is hiervoor noodzakelijk. Zowel CCS als CCU kunnen gebruikmaken van deze infrastructuur. Ook dienen de bestaande (rest) warmtenetten uitgebreid te worden en geschikt gemaakt voor het aantakken van gevarieerde duurzame warmtebronnen.

5.5.4 TRANSITIE ENERGIESYSTEEM, 2030

Het veranderen van het energiesysteem, en dan met name de elektrificatie van industriële processen, vergt veel duurzaam geproduceerde energie en aanpassingen aan het netwerk. Het verzwaren of aanleggen van nieuwe tracés duurt tussen de 8 en 15 jaar. Het aanleggen van waterstofinfrastructuur kan in bestaande buisleidingenstroken relatief eenvoudiger. Ook kunnen bestaande hoogcalorische-gasleidingen, mits voorzien van coating, gebruikt worden voor het transport én opslag (line packing) van waterstof.

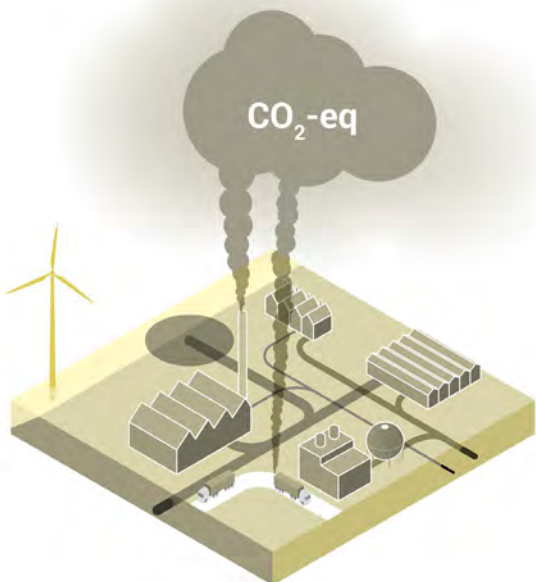
5.5.5 TRANSITIE GRONDSTOFFENSYSTEEM, TOT 2050

De verandering van grondstoffen vergt veel aanpassingen aan de huidige industriële processen, met name door het verschil in calorische waarde tussen fossiele en circulaire grondstoffen. Veel technieken voor de productie van groene grondstoffen zijn nog in de beginfase of economisch nog niet haalbaar. De komende decennia zullen meerdere pilotprojecten de weg vrijmaken voor verdere opschaling. Ook het aanpassen van opslagfaciliteiten voor het benodigde volume aan duurzame grondstoffen, de lange afschrijvingstermijnen van bestaande productieplants en industriële faciliteiten vragen hoge investeringen.



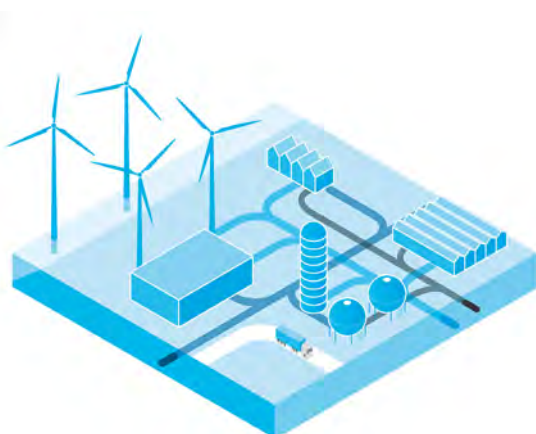
Morgen beginnen:

- CO₂-productie reduceren
- CO₂-uitstoot afvangen en opslaan
- CO₂-infrastructuur
- Systeemoptimalisatie
- Pilots groene waterstofproductie



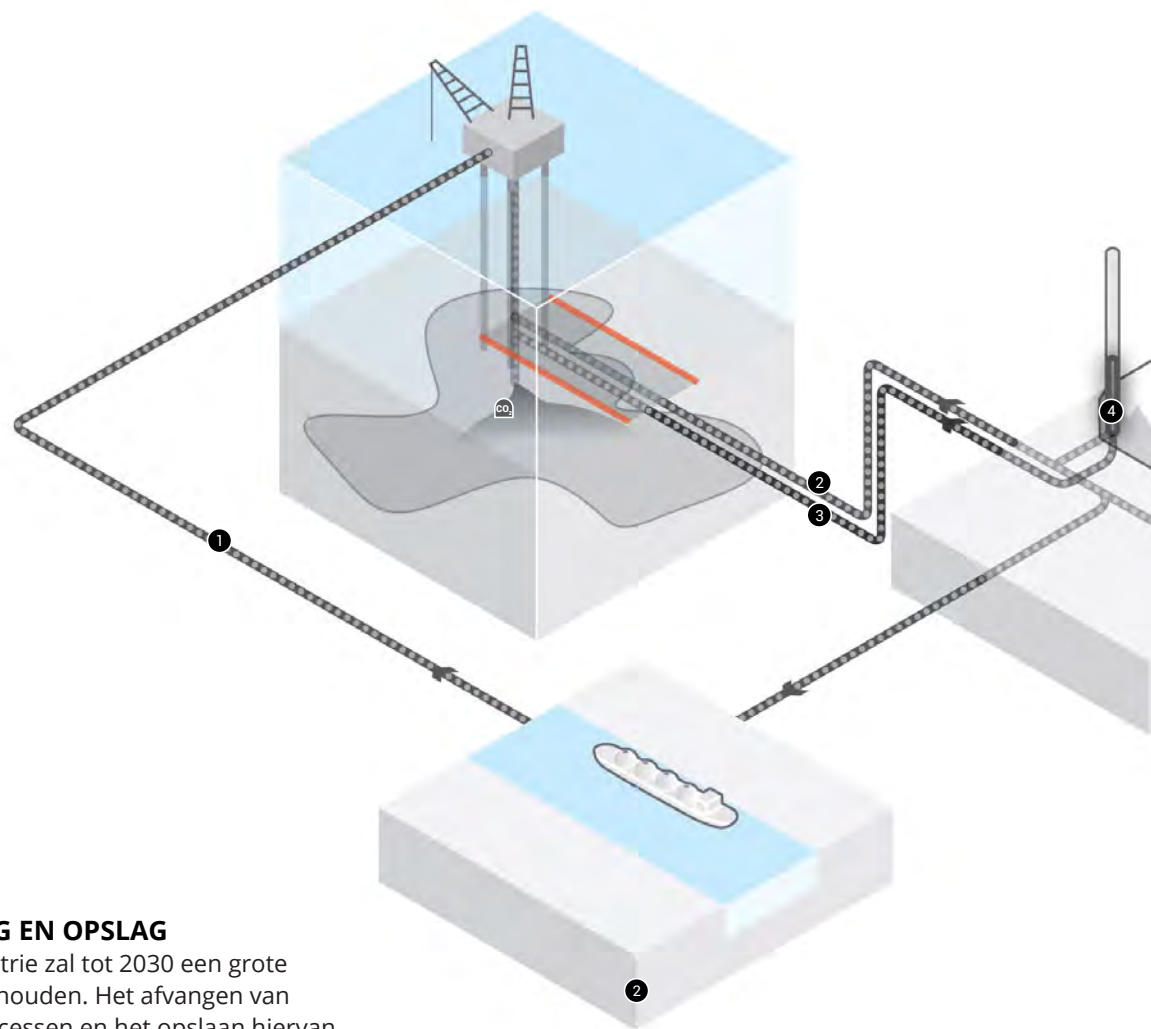
Transitie energiesysteem, 2030

- Elektrificering industriële processen
- Aanleg waterstofinfrastructuur
- Feedstock pilots



Transitie grondstoffensysteem, 2050

- Biomassa als feedstock
- Wastoplastics als feedstock
- Grootchalig groene waterstof
- Uitrol feedstockpilots



5.5.6 CO₂ AFVANG EN OPSLAG

De Nederlandse industrie zal tot 2030 een grote CO₂-productie blijven houden. Het afvangen van CO₂ bij industriële processen en het opslaan hiervan zijn korte termijn opties om de CO₂-uitstoot enorm terug te dringen, vooral voor essentiële sectoren waar op korte termijn geen kosteneffectieve alternatieven zijn. Vanuit de verschillende studies is naar voren gekomen dat er in lege gasvelden onder de Nederlandse Noordzee ruimschoots voldoende mogelijkheid is om meer dan 50 jaar CO₂-uitstoot, veroorzaakt op Nederlandse bodem, op te slaan. Zolang wil Nederland echter niet van CCS gebruik hoeven maken (Ministerie Economische Zaken en Klimaat, 2018). De toepassing van CCS mag de verduurzaming van de industrie niet in de weg staan. Een belangrijke notie vanuit de industrie is dat de voorgestelde CO₂-infrastructuur leidt tot een open access CO₂-netwerk.



Impact op de mondiale schaal

- nvt



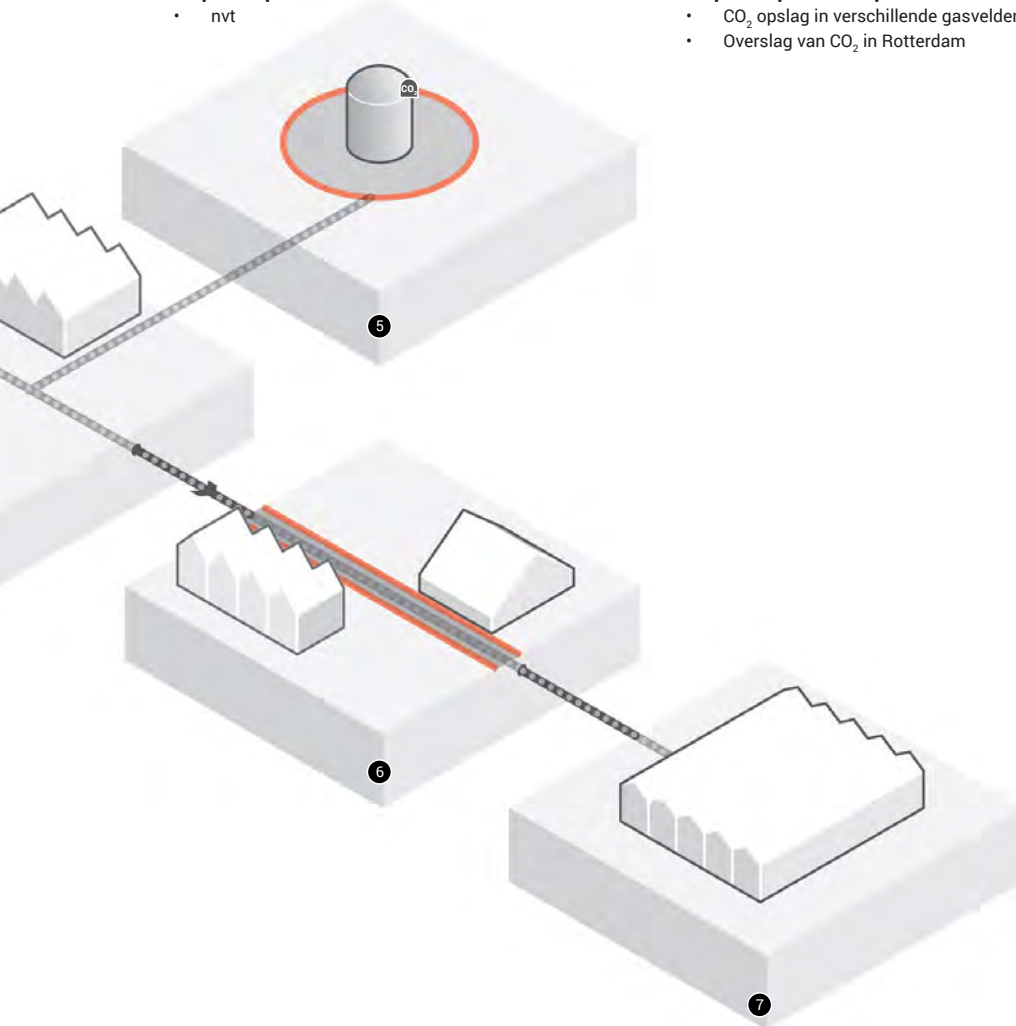
Impact op de Europese schaal

- CO₂ opslag in verschillende gasvelden
- Overslag van CO₂ in Rotterdam

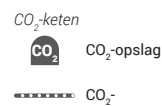


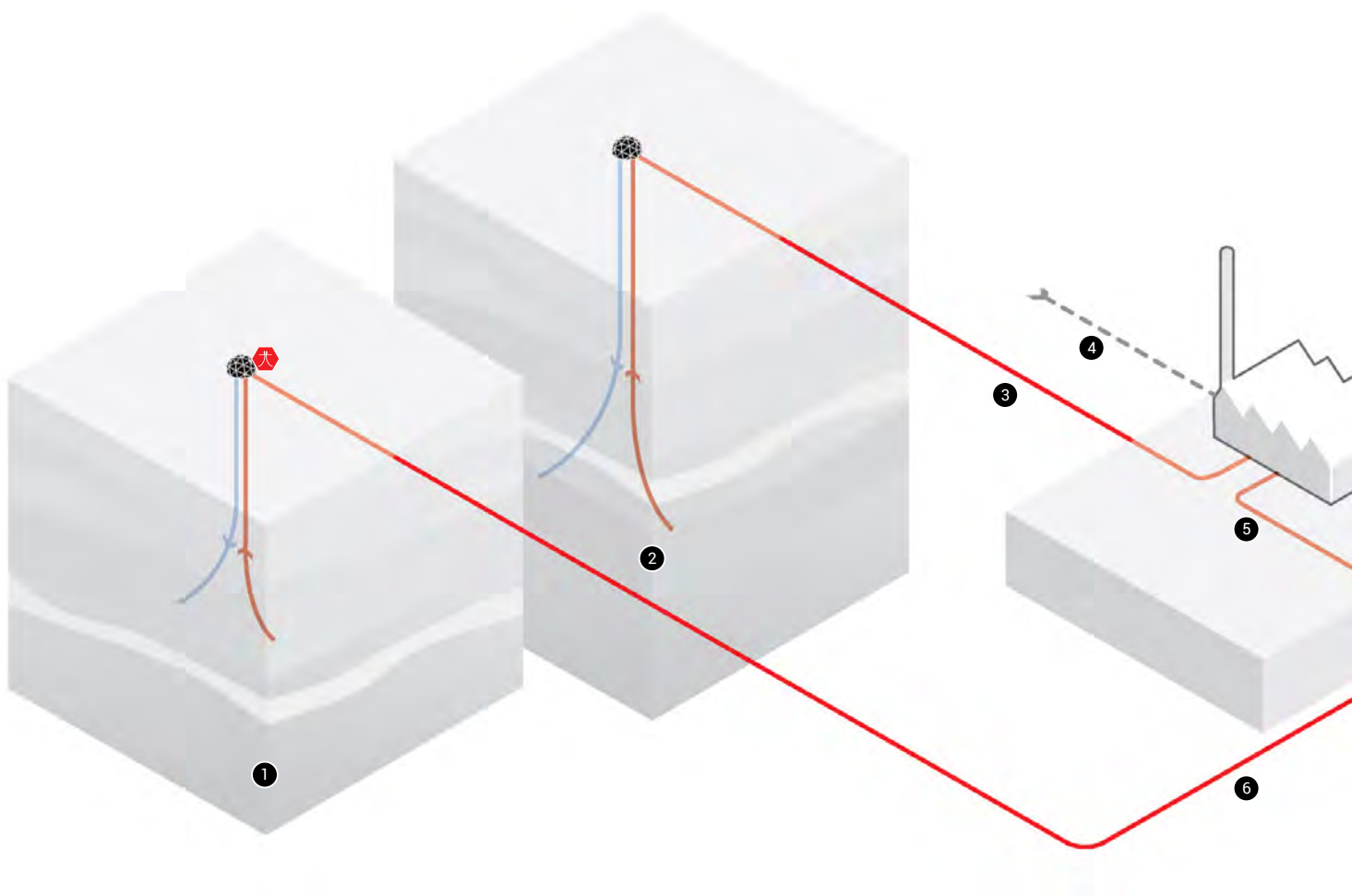
Impact op de nationale schaal

- Aanleg CO₂ infrastructuur
- CO₂ opslag in gasvelden
- CO₂ opslag bij industrieclusters
- CO₂ transport binnenvaart



- 1 CCS (Carbon Capture Storage); CO₂-opslag in lege gasvelden onder de Noordzee
- 2 Zuiver CO₂ richting lege gasvelden (bij meer aanbod dan vraag) via CO₂-netwerk; of per schip vanuit het achterland
- 3 Onzuivere CO₂ richting lege gasvelden via CO₂-netwerk
- 4 Aanpassing industriële processen voor CO₂-afvang
- 5 Kleinschalige CO₂-opslagtanks
- 6 CO₂-pijpleiding; belemmeringszone ≈5 m aan weerszijden pijpleiding ivm onderhoud
- 7 CCU (Carbon Capture Usage); CO₂ als grondstof





5.5.7 WARMTESYSTEEM

Het gebruik van restwarmte, door deze te voeden in warmtenetten, zal een cruciale rol blijven vervullen wanneer het gaat om de optimale benutting van energie. Ook voor warmte geldt dat er gestreefd dient te worden naar een open warmtenet, waar meerdere warmteleveranciers op kunnen aantakken. Voor de robuustheid van het netwerk is het van belang om deze infrastructuur te overdimensioneren om op toekomstig aanbod en vraag te anticiperen. Naar de toekomst toe kan dit netwerk ook gevoed worden door geo- of zonnethermie.

- ① Geothermieput tot 4 km diepte (± 120 °C)
- ② Geothermieput van tussen de 4 en 10 km diepte (>120 °C)
- ③ Hoge temperatuur aardwarmte voor industriële processen
- ④ Feedstock zoals waterstof, syngas, biomassa voor hoge temperatuur processen
- ⑤ Restwarmte
- ⑥ Aardwarmte
- ⑦ Warmte voor industriële processen
- ⑧ Thermal backbone; *belemmeringszone* =5 m aan weerszijden pijpleiding ivm onderhoud
- ⑨ Lage temperatuur warmtegebruik oa. glastuinbouw, woningbouw etc.



Impact op de mondiale schaal

- nvt



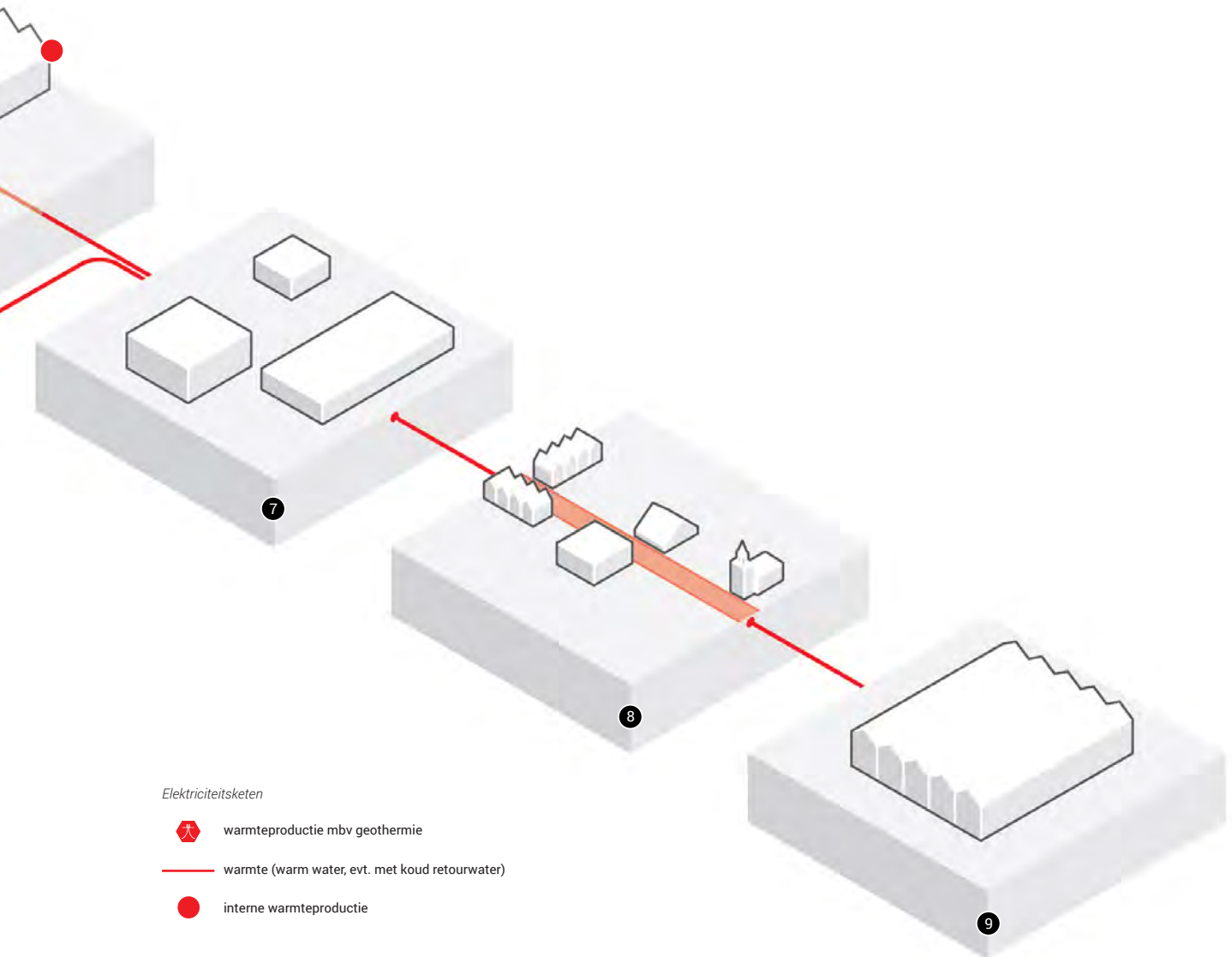
Impact op de Europese schaal

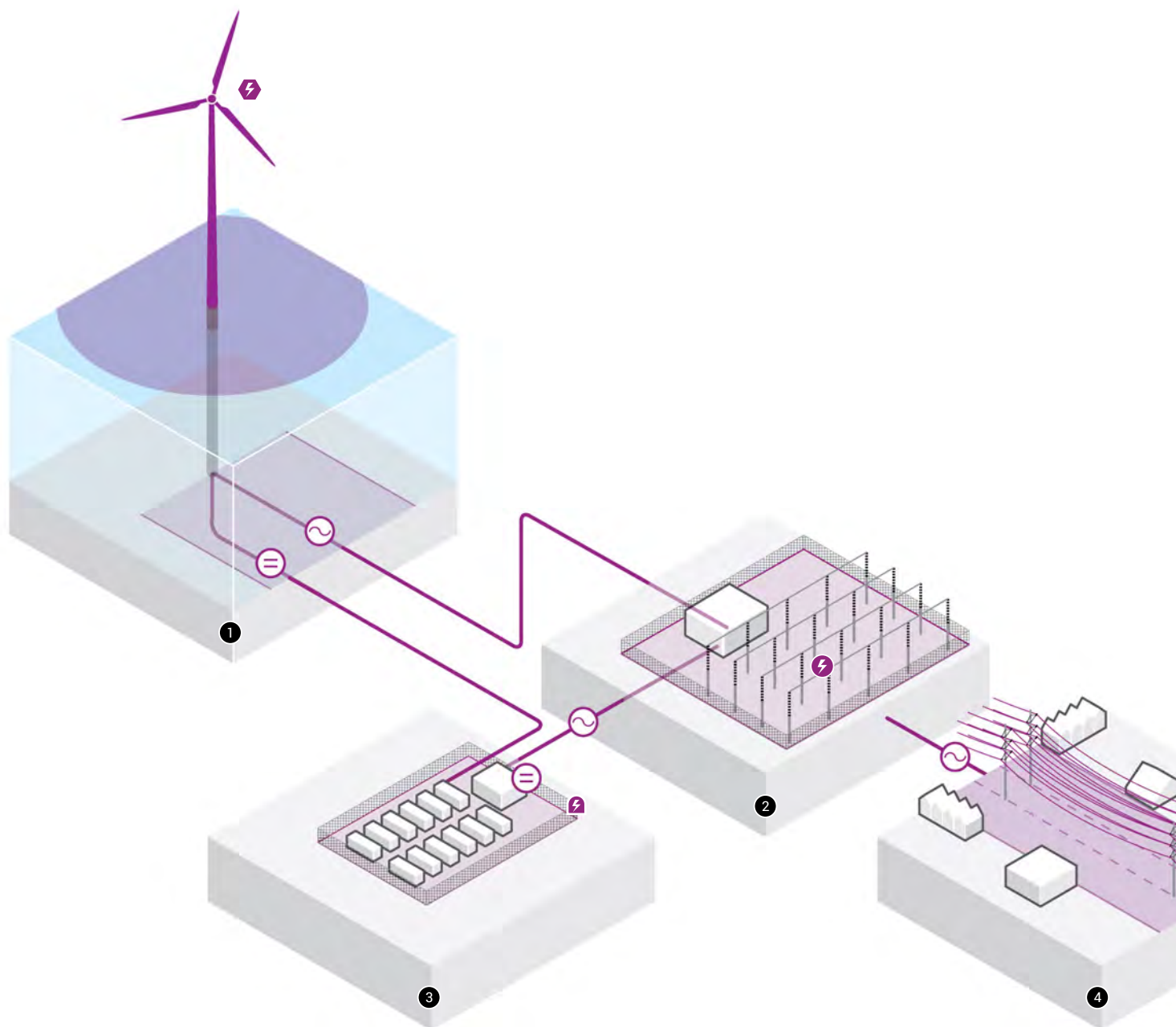
- nvt



Impact op de nationale schaal

- Aanleg warmte infrastructuur
- Benutten geothermische potentie





5.5.8 ELEKTRIFICERING VAN HET ENERGIESYSTEEM

In samenhang met de algemene elektrificering van het energiesysteem zal ook de industrie meer gebruik maken van elektriciteit. Dit vraagt om additionele transport en distributie capaciteit.

- 1 Wind op Zee; 300 m belemmeringszone elektrische zee kabels windturbines 7x Ø afstand tot aanpalende windturbine
- 2 Hoogspanningsstation Wind op Zee
- 3 netopslag batterijen
- 4 380 kV Ringnet; 58-80 m belemmeringsstrook, bebouwing en begroeiing aan strenge regels gebonden
- 5 Onderstation middenspanning 50 kV
- 6 Elektriciteitsgebruikers



Impact op de mondiale schaal

- nvt



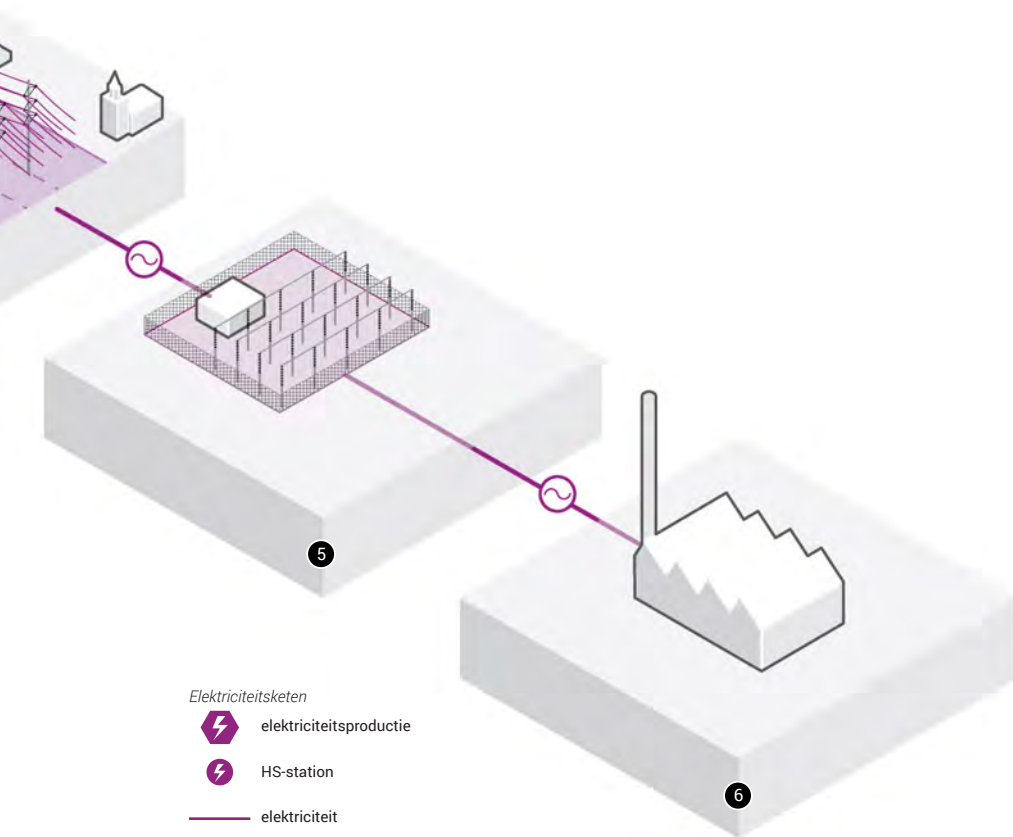
Impact op de Europese schaal

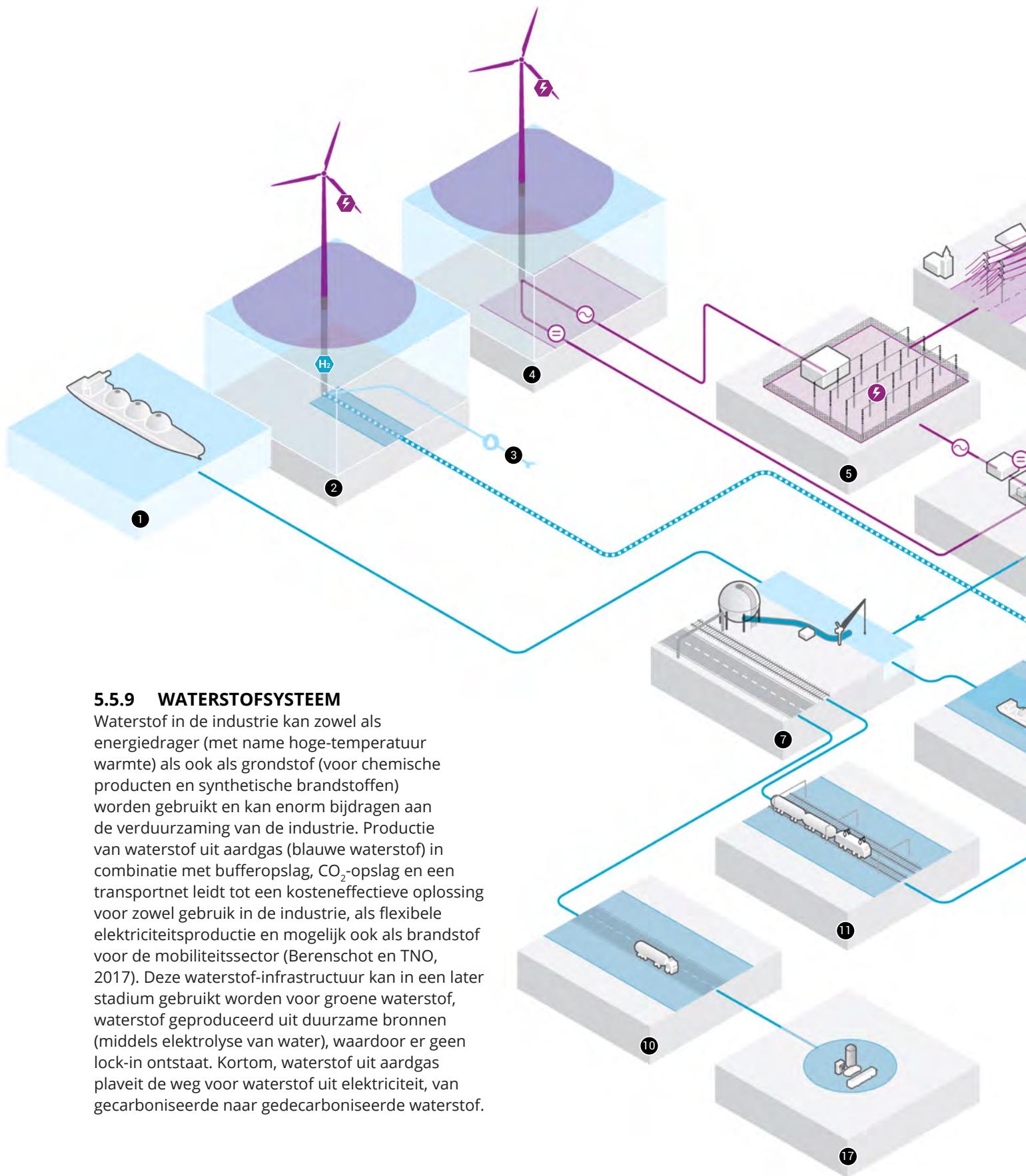
- Aanleg grootschalige wind op zee
- Verzwaren Noord Europees netwerk voor buffercapaciteit en tegen piekbelastingen



Impact op de nationale schaal

- Aanleg grootschalige wind op zee
- Verzwaren elektriciteitsnetwerk
- Opslagmogelijkheden bij aanlandingspunten





5.5.9 WATERSTOFSYSTEEM

Waterstof in de industrie kan zowel als energiedrager (met name hoge-temperatuur warmte) als ook als grondstof (voor chemische producten en synthetische brandstoffen) worden gebruikt en kan enorm bijdragen aan de verduurzaming van de industrie. Productie van waterstof uit aardgas (blauwe waterstof) in combinatie met bufferopslag, CO₂-opslag en een transportnet leidt tot een kosteneffectieve oplossing voor zowel gebruik in de industrie, als flexibele elektriciteitsproductie en mogelijk ook als brandstof voor de mobiliteitssector (Berenschot en TNO, 2017). Deze waterstof-infrastructuur kan in een later stadium gebruikt worden voor groene waterstof, waterstof geproduceerd uit duurzame bronnen (middels elektrolyse van water), waardoor er geen lock-in ontstaat. Kortom, waterstof uit aardgas paveit de weg voor waterstof uit elektriciteit, van gecarboniseerde naar gedecarboniseerde waterstof.



Impact op de mondiale schaal

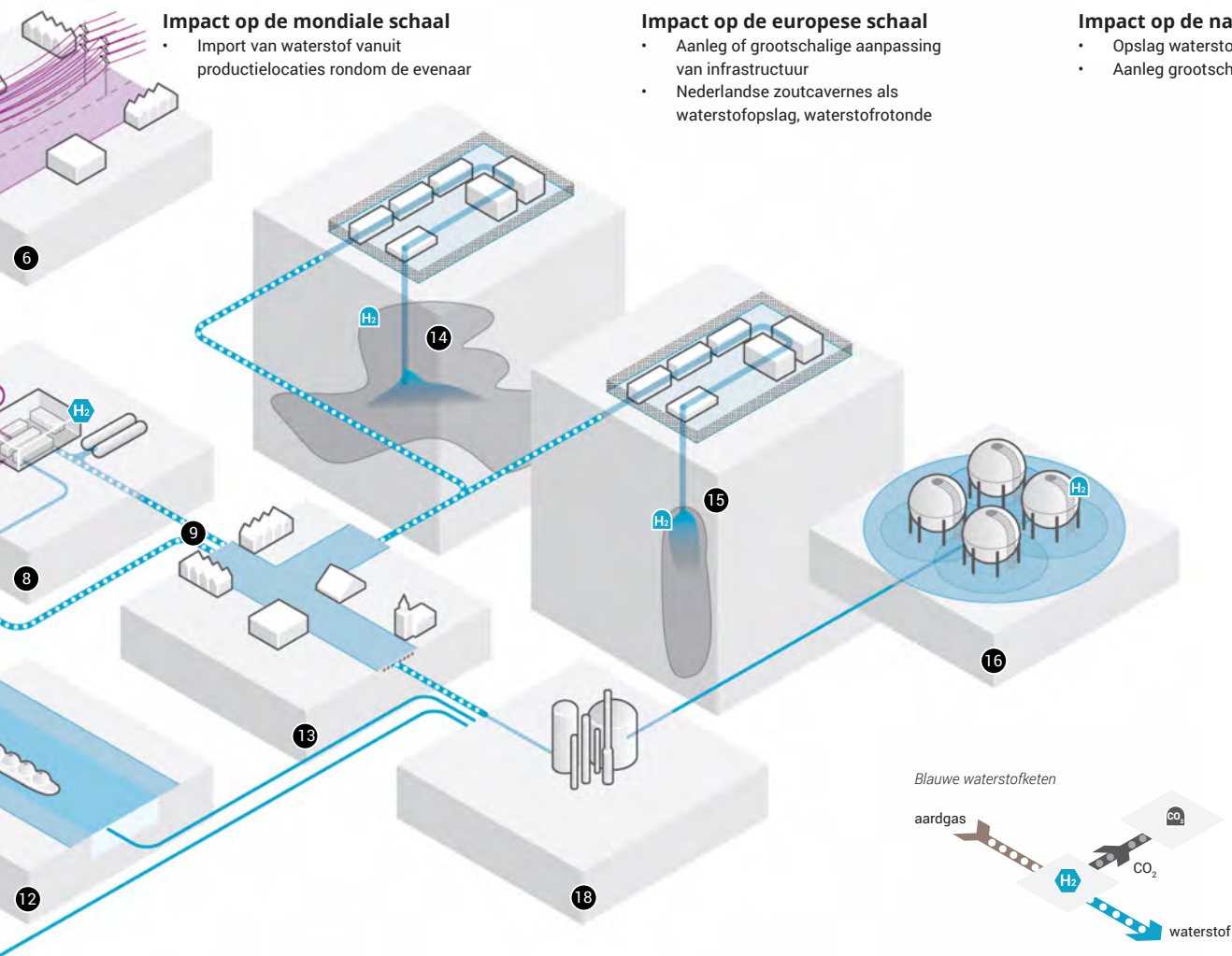
- Import van waterstof vanuit productielocaties rondom de evenaar

Impact op de Europese schaal

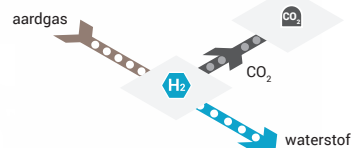
- Aanleg grootschalige aanpassing van infrastructuur
- Nederlandse zoutcavernes als waterstofopslag, waterstofronde

Impact op de nationale schaal

- Opslag waterstof in zoutcavernes
- Aanleg grootschalige infrastructuur



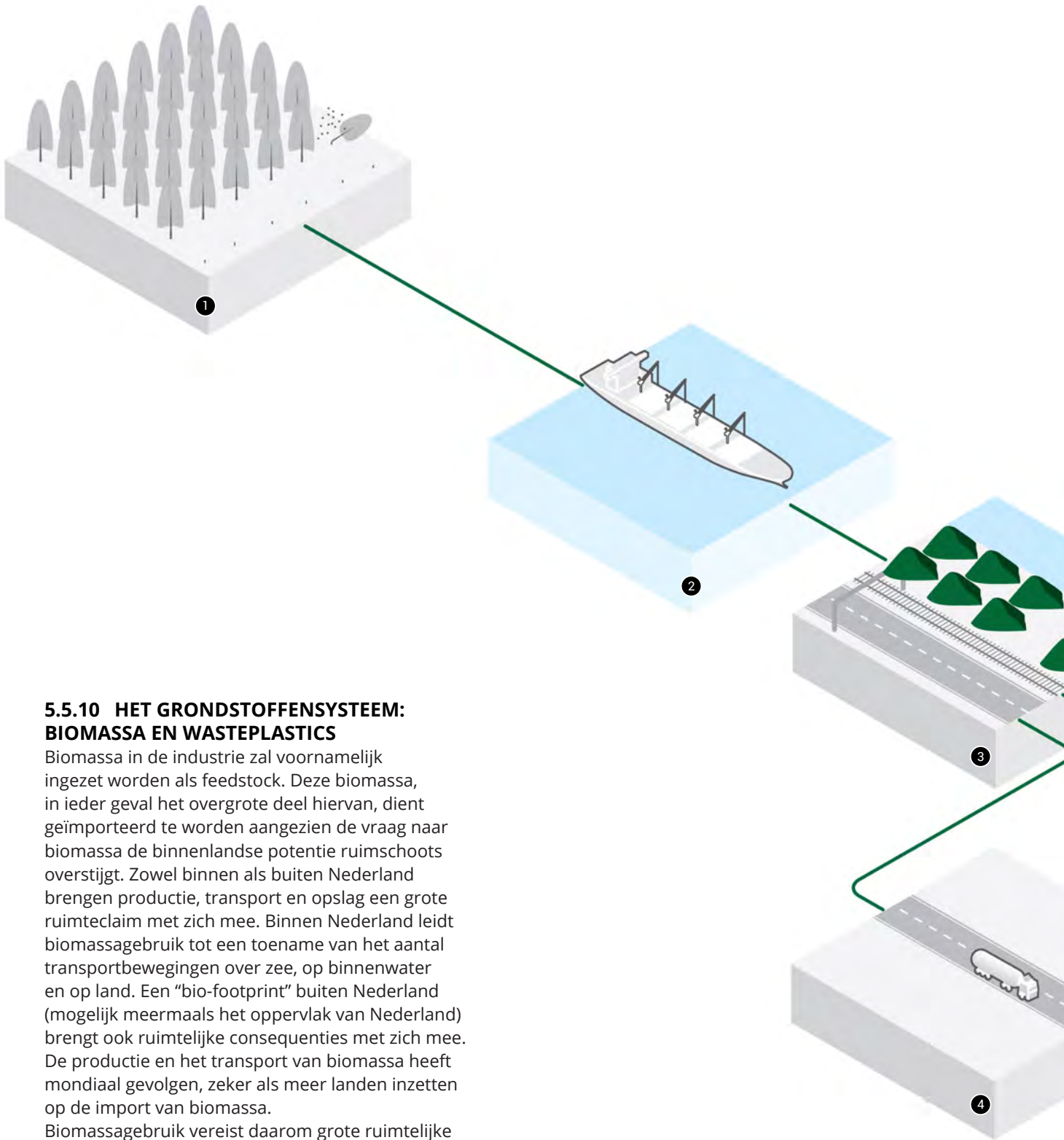
Blauwe waterstofketen



Groene waterstofketen

- elektriciteitsproductie
- HS-station
- waterstofproductie
- waterstof-opslag; afgesloten
- waterstof door bestaande aardgasleiding
- waterstof
- elektriciteit
- gelijkstroom
- wisselstroom

- 1** Waterstofimport uit bijvoorbeeld de Sahara
- 2** Wind op zee; windturbine met geïntegreerde elektrolyser
- 3** Zoetwateraanvoer voor elektrolyser
- 4** Wind op Zee; 300 m belemmeringszone elektrische zee-kabels
- 5** Hoogspanningsstation Wind op Zee
- 6** 380 kV Ringnet; 58-80 m belemmeringsstrook, bebouwing en begroeiing aan strenge regels gebonden
- 7** Waterstof-overslagstation
- 8** Waterstofproductie
- 9** Line packing; opslagmethode van gas in het gasnet door variëren van druk
- 10** Wegtransport waterstof
- 11** Railtransport waterstof
- 12** Binnenvaart transport waterstof; risicocontour
- 13** Waterstof via bestaande aardgasleidingen incl. compressorstations; buisleidingen in stroken; belemmeringszone ≈5 m aan weerszijden pijpleiding ivm onderhoud
- 14** Grootschalige waterstofopslag in lege gasvelden
- 15** Grootschalige waterstofopslag in zoutcavernes
- 16** Kleinschalige waterstofopslag in tank; >30 m onderlinge afstand
- 17** Waterstof tankstation
- 18** Waterstofchemie en (industriële) waterstofgebruikers



5.5.10 HET GRONDSTOFFENSYSTEEM: BIOMASSA EN WASTEPLASTICS

Biomassa in de industrie zal voornamelijk ingezet worden als feedstock. Deze biomassa, in ieder geval het overgrote deel hiervan, dient geïmporteerd te worden aangezien de vraag naar biomassa de binnenlandse potentie ruimschoots overstijgt. Zowel binnen als buiten Nederland brengen productie, transport en opslag een grote ruimteclaim met zich mee. Binnen Nederland leidt biomassagebruik tot een toename van het aantal transportbewegingen over zee, op binnenwater en op land. Een “bio-footprint” buiten Nederland (mogelijk meermaals het oppervlak van Nederland) brengt ook ruimtelijke consequenties met zich mee. De productie en het transport van biomassa heeft mondiaal gevolgen, zeker als meer landen inzetten op de import van biomassa.

Biomassagebruik vereist daarom grote ruimtelijke aanpassingen in en rond de grote zeehavens, voor zowel de aanvoer als de opslag en verwerking van deze hoeveelheid goederen, naast alle andere ruimteclaims die door de energietransitie op havengebieden worden gelegd (waterstofopslag, aanlanding van duurzame Noordzee-elektriciteit etc.). Dit vraagt om een duurzame logistieke infrastructuur.



Impact op de mondiale schaal

- Grootschalige import van biomassa wereldwijd



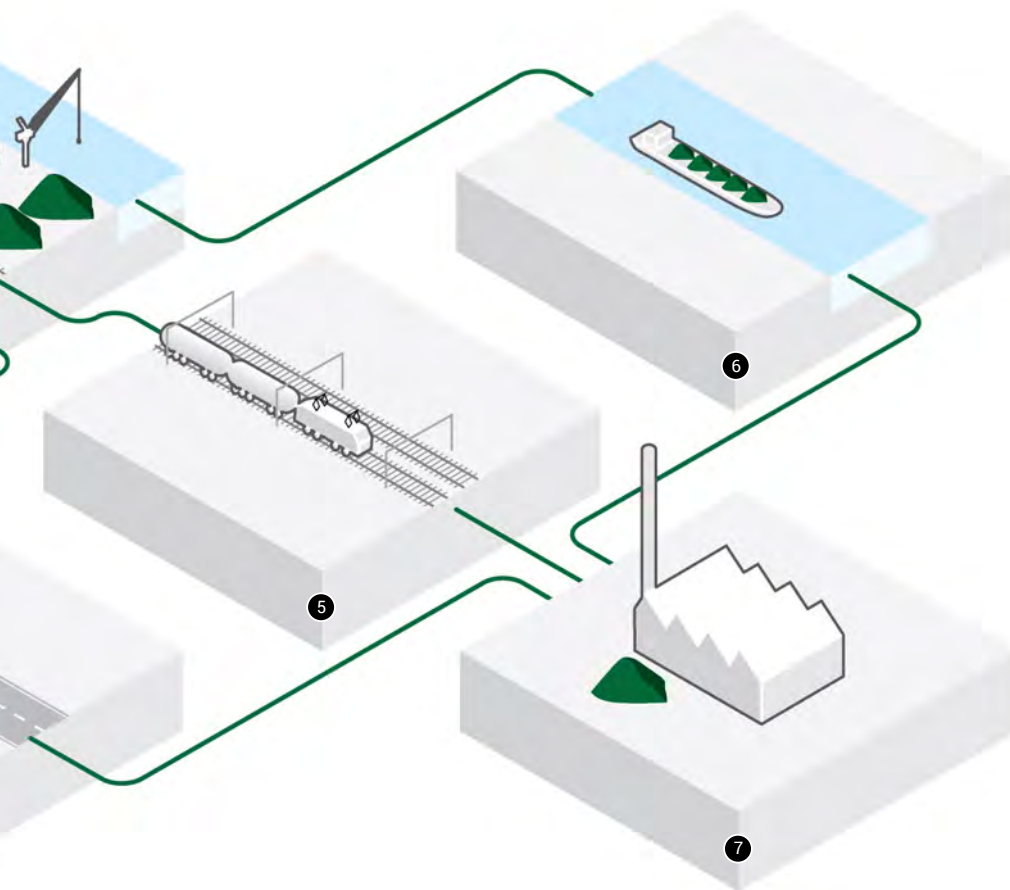
Impact op de Europese schaal

- Aanplant van biomassa
- Import van biomassa uit bijvoorbeeld Scandinavië



Impact op de nationale schaal

- Grootschalige teelt van bijvoorbeeld zeewier in de Noordzee
- Grootschalige opslag bij zeehavens



Biomassaketen

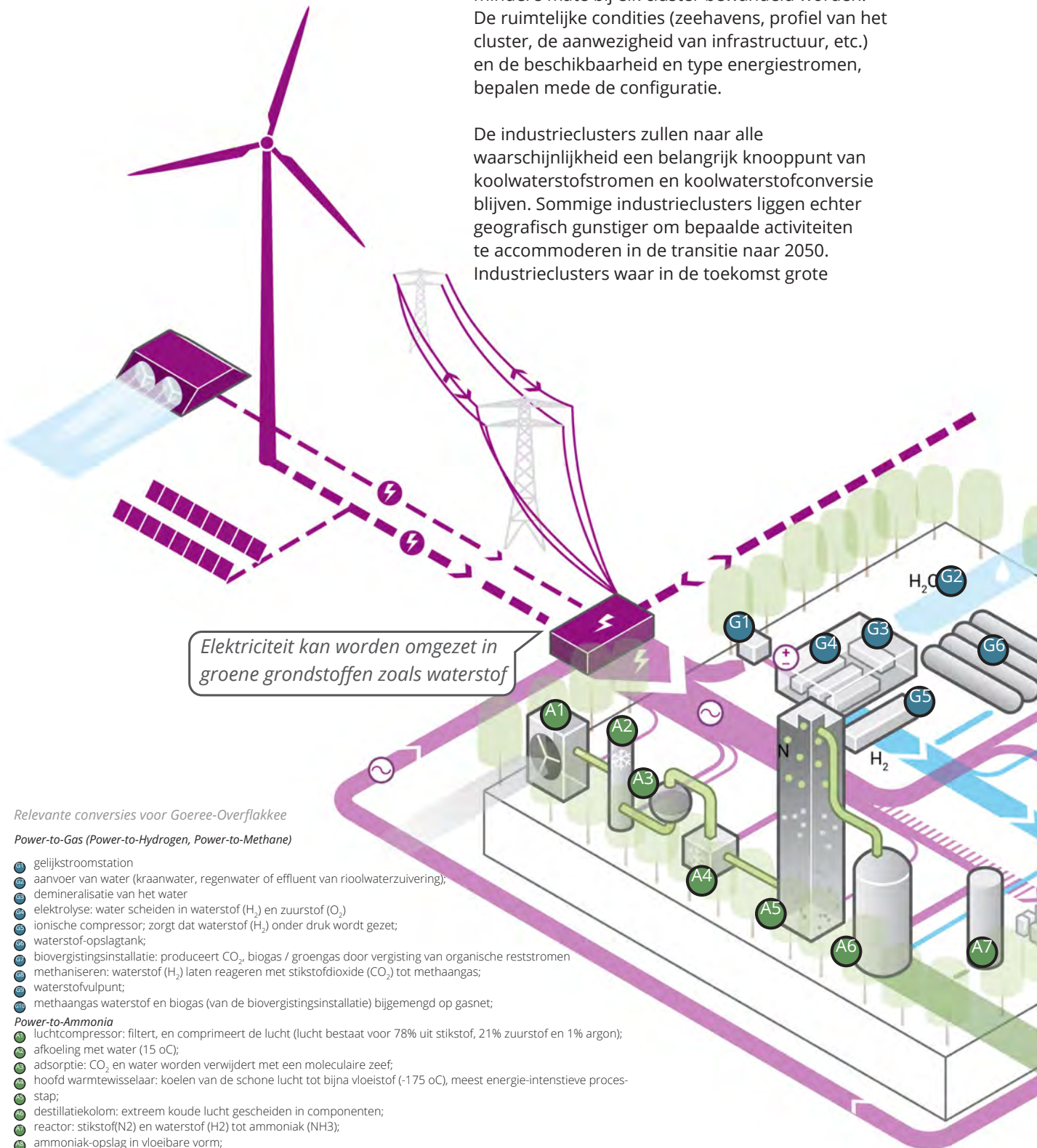
- biomassaproductie
- biomassa-opslag; openlucht
- biomassa

- Houtige biomassa; productiebossen
- Biomassaimport uit bijvoorbeeld USA en Scandinavië
- Biomassa-overslagstation + opslag
- Wegtransport biomassa
- Railtransport biomassa
- Binnenvaart transport biomassa
- Biomassa-residu gebruik als energie voor industriële processen

5.6 COMMUNICERENDE VATEN

De vijf decarbonisatiepaden zullen in meer of mindere mate bij elk cluster bewandeld worden. De ruimtelijke condities (zeehavens, profiel van het cluster, de aanwezigheid van infrastructuur, etc.) en de beschikbaarheid en type energiestromen, bepalen mede de configuratie.

De industrieclusters zullen naar alle waarschijnlijkheid een belangrijk knooppunt van koolwaterstofstromen en koolwaterstofconversie blijven. Sommige industrieclusters liggen echter geografisch gunstiger om bepaalde activiteiten te accommoderen in de transitie naar 2050. Industrieclusters waar in de toekomst grote



Elektriciteit kan worden omgezet in groene grondstoffen zoals waterstof

Relevante conversies voor Goeree-Overflakkee

Power-to-Gas (Power-to-Hydrogen, Power-to-Methane)

- ⚡ gelijkstroomstation
- 💧 aanvoer van water (kraanwater, regenwater of effluent van rioolwaterzuivering);
- 🔌 demineralisatie van het water
- ⚡ elektrolyse: water scheiden in waterstof (H₂) en zuurstof (O₂)
- ⚡ ionische compressor; zorgt dat waterstof (H₂) onder druk wordt gezet;
- 🛢️ waterstof-opslagtank;
- 🌱 biovergistingsinstallatie: produceert CO₂, biogas / groengas door vergisting van organische reststromen
- ⚡ methaniseren: waterstof (H₂) laten reageren met stikstofdioxide (CO₂) tot methaangas;
- 🛢️ waterstofvulpunt;
- ⚡ methaangas waterstof en biogas (van de biovergistingsinstallatie) bijgemengd op gasnet;

Power-to-Ammonia

- 🌬️ luchtcompressor: filtert, en comprimeert de lucht (lucht bestaat voor 78% uit stikstof, 21% zuurstof en 1% argon);
- 🧊 afkoeling met water (15 oC);
- 🧴 adsorptie: CO₂ en water worden verwijderd met een moleculaire zeef;
- 🔥 hoofd warmtewisselaar: koelen van de schone lucht tot bijna vloeistof (-175 oC), meest energie-intensieve processtap;
- 🧪 destillatiekolom: extreem koude lucht gescheiden in componenten;
- ⚡ reactor: stikstof(N₂) en waterstof (H₂) tot ammoniak (NH₃);
- 🛢️ ammoniak-opslag in vloeibare vorm;
- 🌾 toepassing ammonium (kunstmest) in de landbouw

Overig

Power-to-Formic-acid

- 🧪 mierenzuur (CH₂O₂) synthese;

Power-to-Methanol

- 🧪 methanol (CH₃OH) synthese;

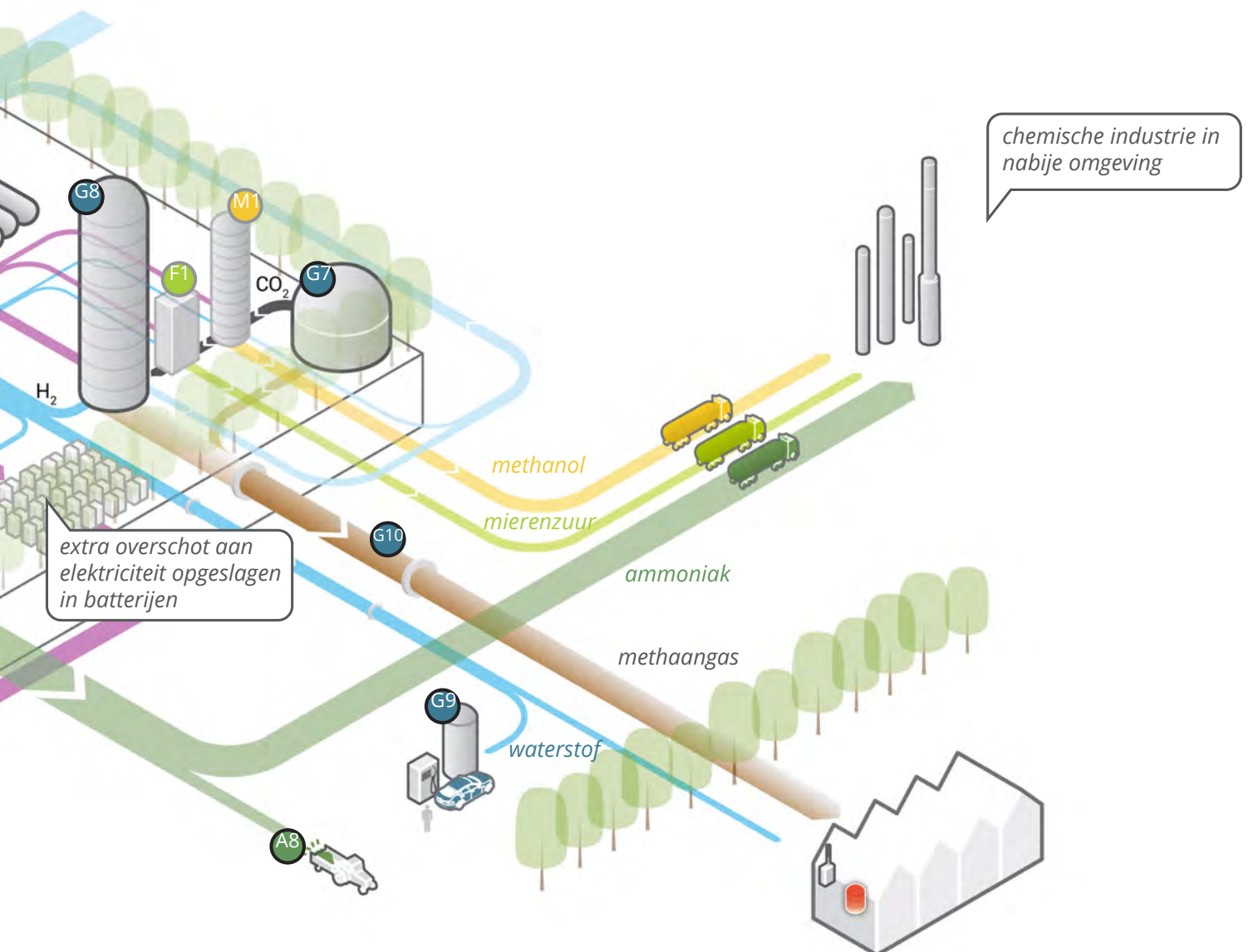
- ⚡ wisselstroom
- ⚡ gelijkstroom

hoeveelheden duurzame elektriciteit zullen aanlanden zijn de ideale locatie om door middel van elektrolyse duurzame waterstof te produceren. Daarnaast is elektrolyse een middel om overschotten aan windenergie te converteren als het elektriciteitsaanbod groter is dan de vraag. Bovendien kan waterstof ook dienen als back-up van het elektriciteitssysteem op momenten dat er weinig duurzame elektriciteit beschikbaar is. Dit maakt het elektriciteitsnetwerk robuust.

De gevraagde circulariteit van koolstof vraagt om veel uitwisseling van stromen en daardoor ook de aanleg van nieuwe infrastructuur. Ondanks dat de exacte verhoudingen onzeker zijn; kan worden

aangenomen dat het transporteren van moleculen velen malen goedkoper is dan het transporten van elektronen (Berenschot, 2018). Het is dus voorstelbaar dat, zeker met de aanwezige ruimte in de buisleidingstrook (Ministerie I&M, 2014), er op grote schaal gebruikt zal worden gemaakt van transport via buisleidingen. Bewijslast hiervoor is de geplande aanleg van waterstofpijpleidingen in Zeeland, Zuid-Holland en Groningen. Deze zullen voorlopig nog gevoed worden door blauwe waterstof (waterstof uit aardgas). Richting 2050 zal het waterstofnetwerk verder uitgebreid worden en gevoed worden met groene waterstof (elektrolyse). Industrie waar geen grote hoeveelheid duurzame elektriciteit aanwezig is kunnen vervolgens per pijpleiding voorzien worden van waterstof.

Hoewel dit op het eerste gezicht vrij omslachtig lijkt, is dit zeker niet onrealistisch. Ook nu wordt ruwe olie bij de zeehavens omgezet in olieproducten die per pijpleiding het achterland en zelfs het buitenland voorzien van energie en grondstoffen.



5.7 CLUSTERS IN TRANSITIE

Transitiepaden per cluster

Voor elk industriecluster wordt aan de hand van systemische kaarten het verwachte transitiepad verbeeld. Eerst wordt het huidige systeem met de bijbehorende CO₂e-uitstoot toegelicht. Dit systeem vormt namelijk het ruimtelijk raamwerk dat als basis dient voor de transitie. Vervolgens wordt het transitiepad tot 2030 en 2050 verbeeld.

Met input van en gesprekken met verschillende stakeholders uit de sector zijn deze kaarten tot stand gekomen. Gezien de snelheid en fase in het proces zijn vele maatregelen en de implementaties ervan nog onzeker. Wij hebben de keuze gemaakt om, zover bij ons bekend, alle maatregelen in te tekenen. Getoonde cijfers geven een indicatie aan van de mogelijk te realiseren emissiereducties en zijn aan verandering onderhevig.

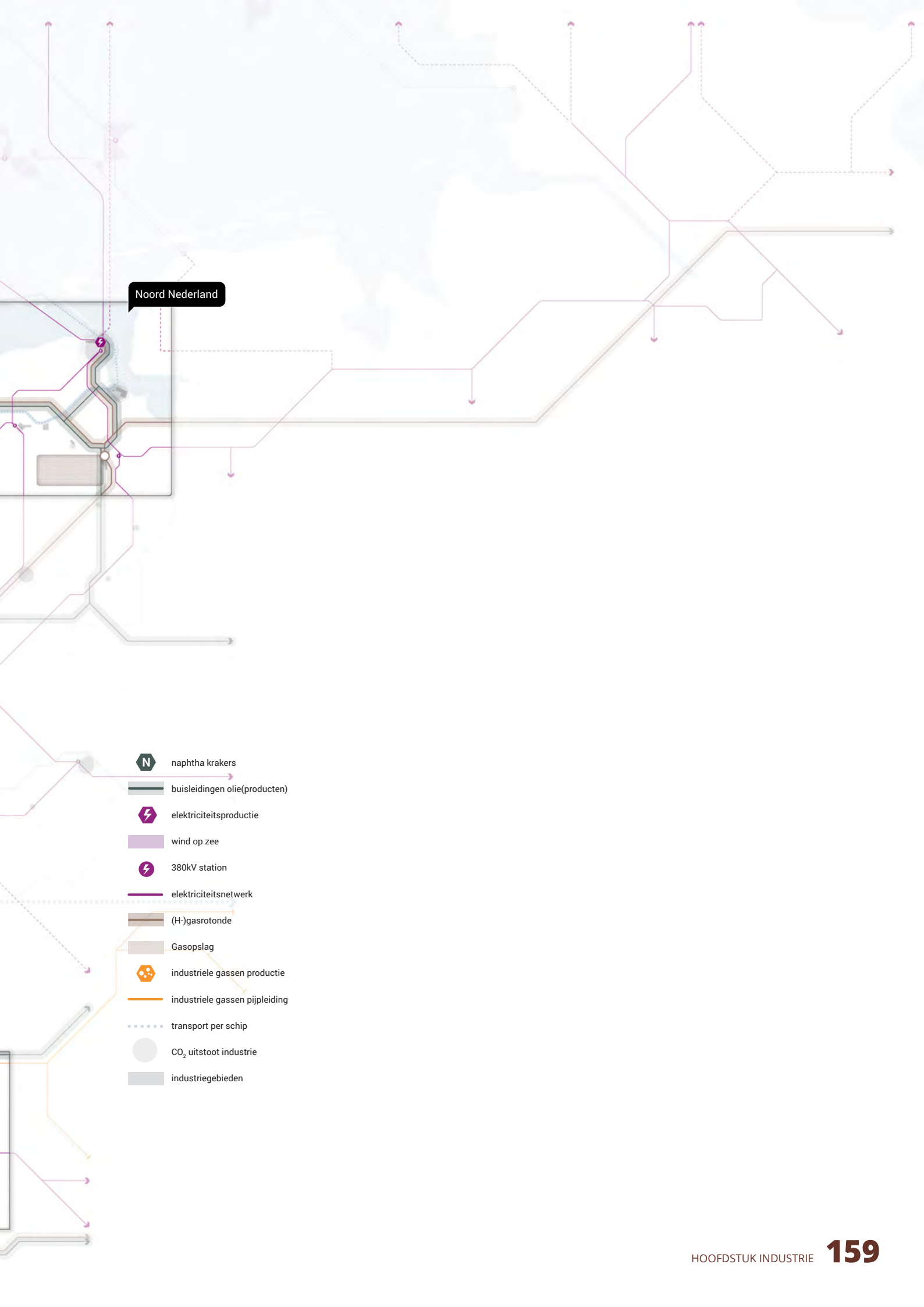
In dit samenvattend rapport wordt alleen het transitiepad van het industriecluster Zeeland – Bergen op Zoom beschreven. De transitiepaden van de andere clusters worden in het rapport: *'Circulair Mainframe: ruimtelijke uitwerking van de resultaten van de Klimaattafel Industrie'*, toegelicht.

Noordzeekanaalgebied

Rotterdam - Moerdijk

Zeeland - Bergen op Zoom

Chemelot



Noord Nederland

-  naphtha krakers
-  buisleidingen olie(producten)
-  elektriciteitsproductie
-  wind op zee
-  380kV station
-  elektriciteitsnetwerk
-  (H-)gasrotonde
-  Gasopslag
-  industriële gassen productie
-  industriële gassen pijpleiding
-  transport per schip
-  CO₂ uitstoot industrie
-  industriegebieden

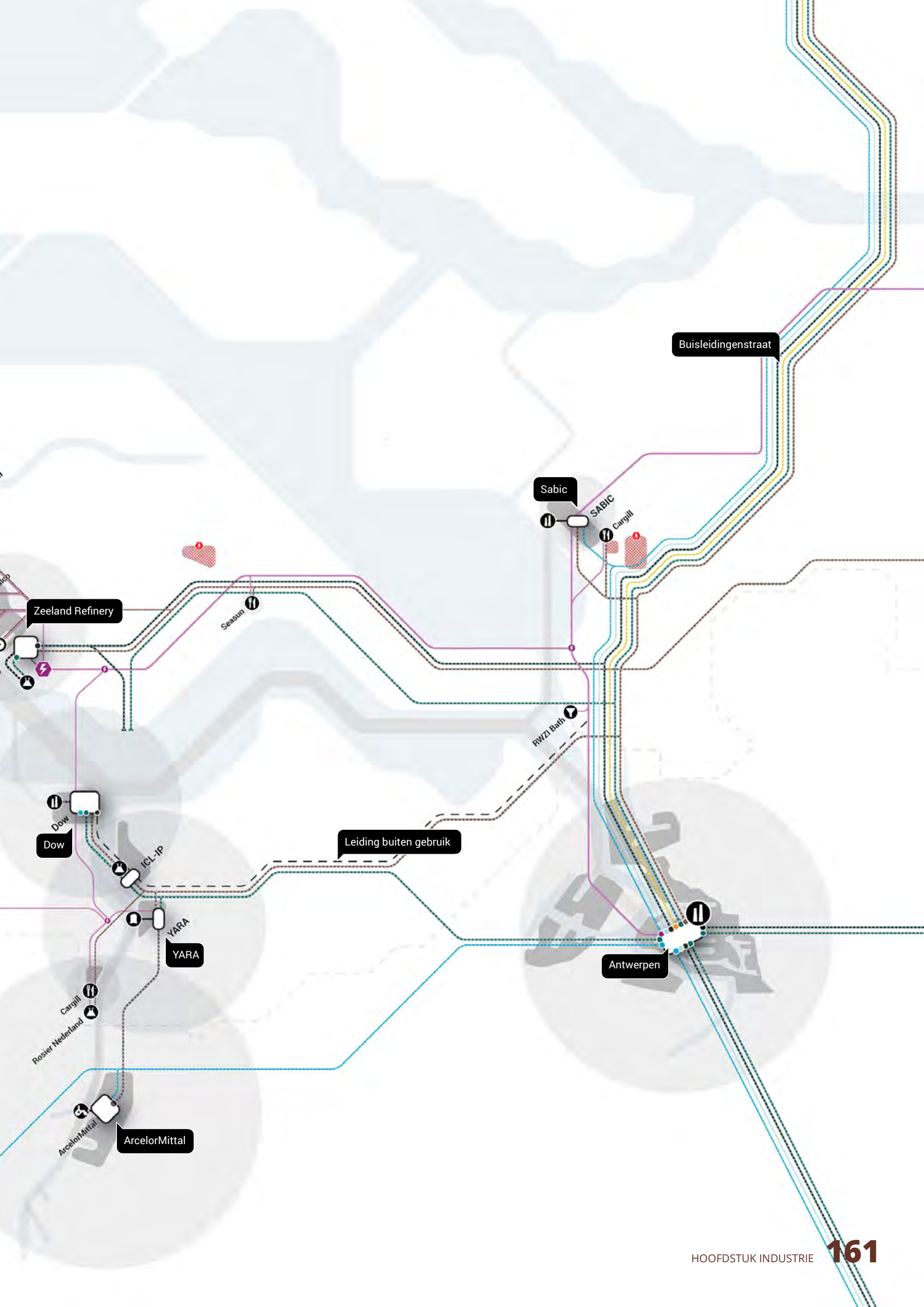
2018

ZEELAND - BERGEN OP ZOOM, 10,9 Mton CO₂-eq (20,4 Mton)

De bedrijven in Zeeland – Bergen op Zoom, de Scheldedelta, zijn energie-intensief, actief in de productie van bulk- en speciale chemicaliën, voedsel, staal en energieproductie. De regio beschikt over verschillende zeehavens, waaronder Terneuzen en Vlissingen, maar ook Gent en Antwerpen. De huidige uitstoot bedraagt 10,9 Mton CO₂e. Samen met Gent is de totale CO₂e-uitstoot meer dan 20 Mton CO₂e (CE Delft, 2018).

Bijzonder voor deze regio is de verbinding met het buitenland. Er loopt al een CO(2) pijpleiding tussen de staalproducent ArcelorMittal in Gent en Yara in Sluiskil. Langs Bergen op Zoom ligt een buisleidingenstraat die Rotterdam en Antwerpen met elkaar verbindt. Verschillende grondstoffen worden hiermee uitgewisseld, waaronder waterstof, zuurstof, stikstof en olieproducten.





Zeeland Refinery

Zeasim

Sabic

SABC

Cargill

Buisleidingenstraat

RWZI Bath

Leiding buiten gebruik

Dow

ICL-ip

YARA

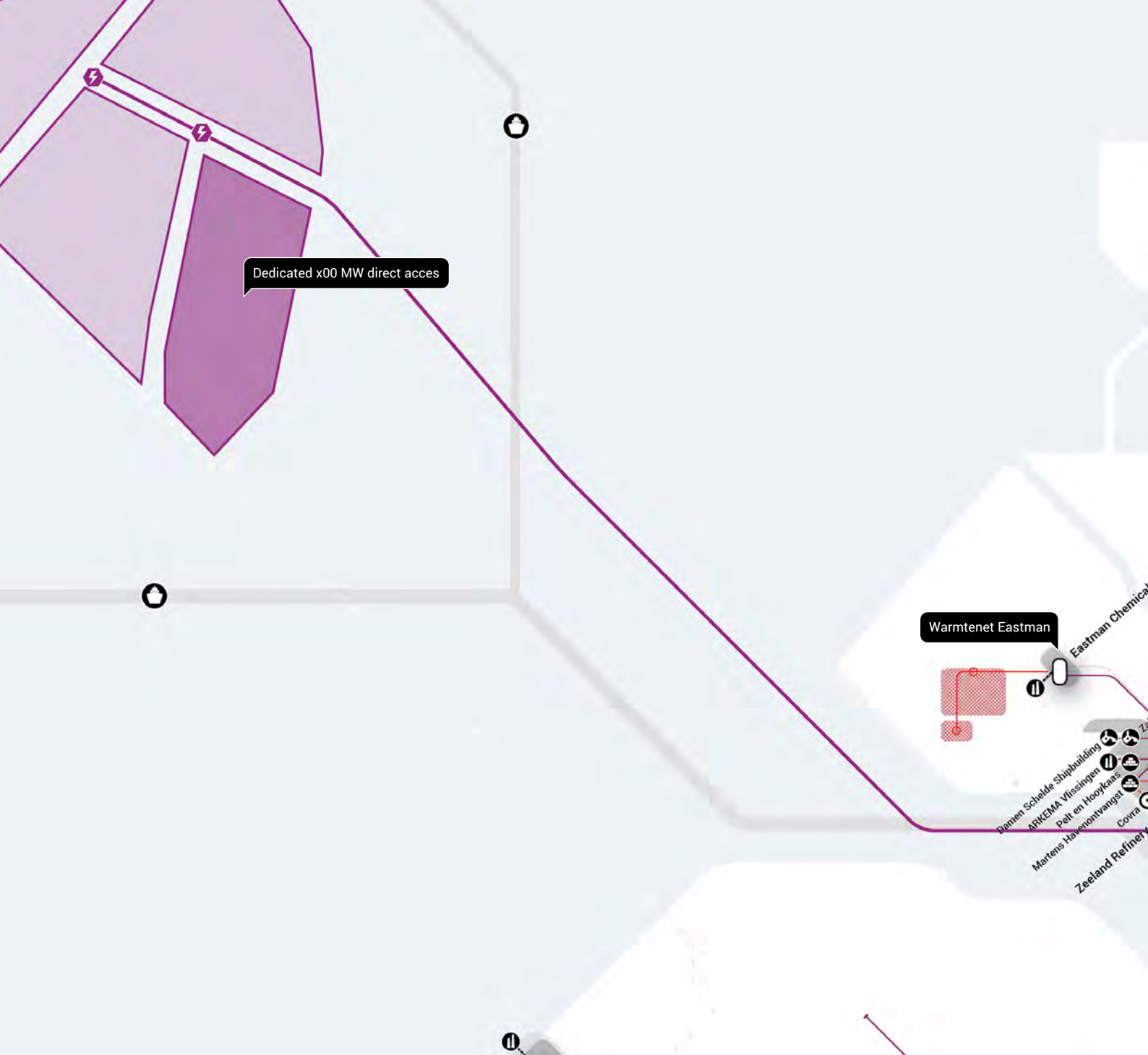
Antwerpen

Cargill

Rosier Nederland

ArcelorMittal

ArcelorMittal



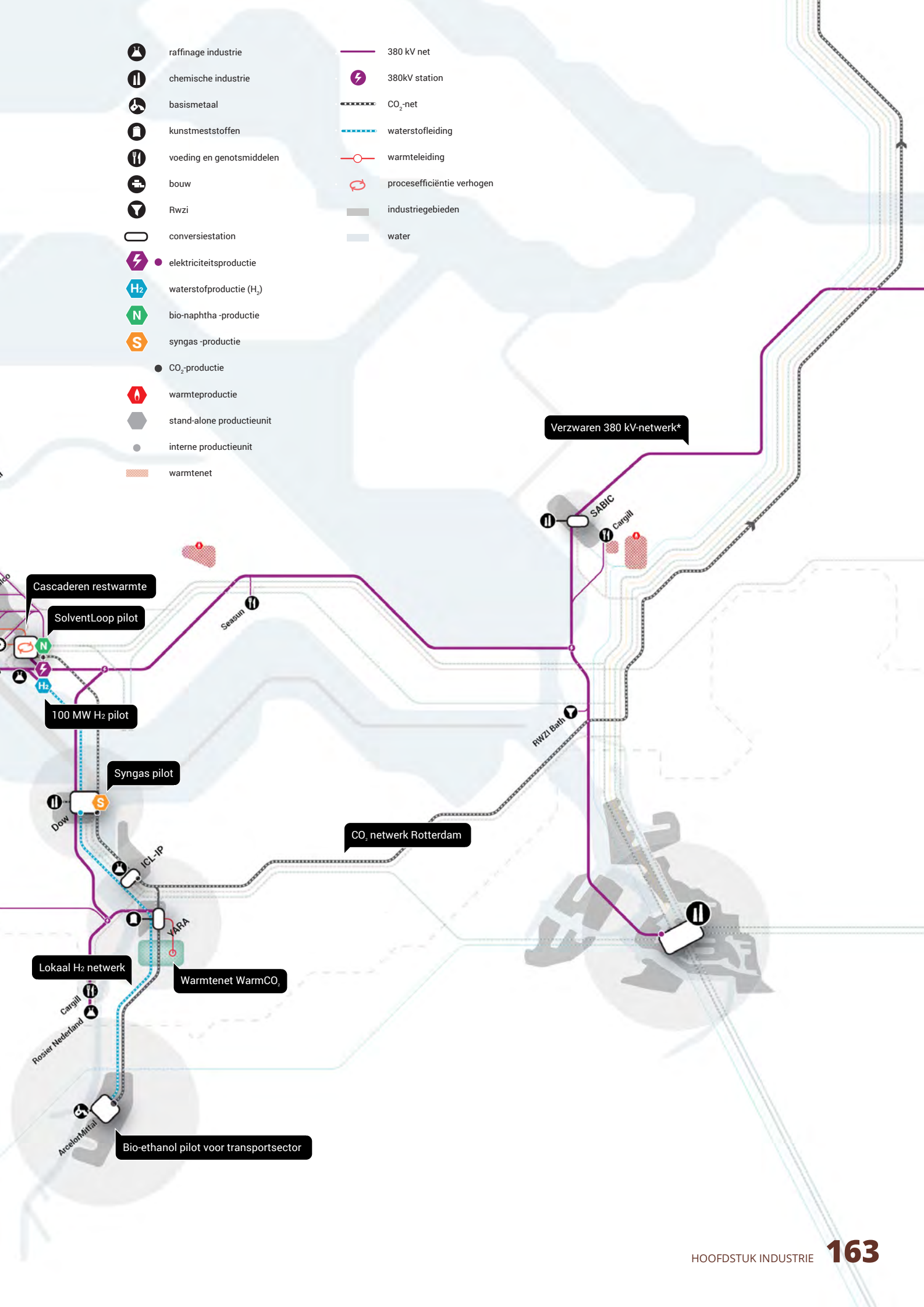
2030

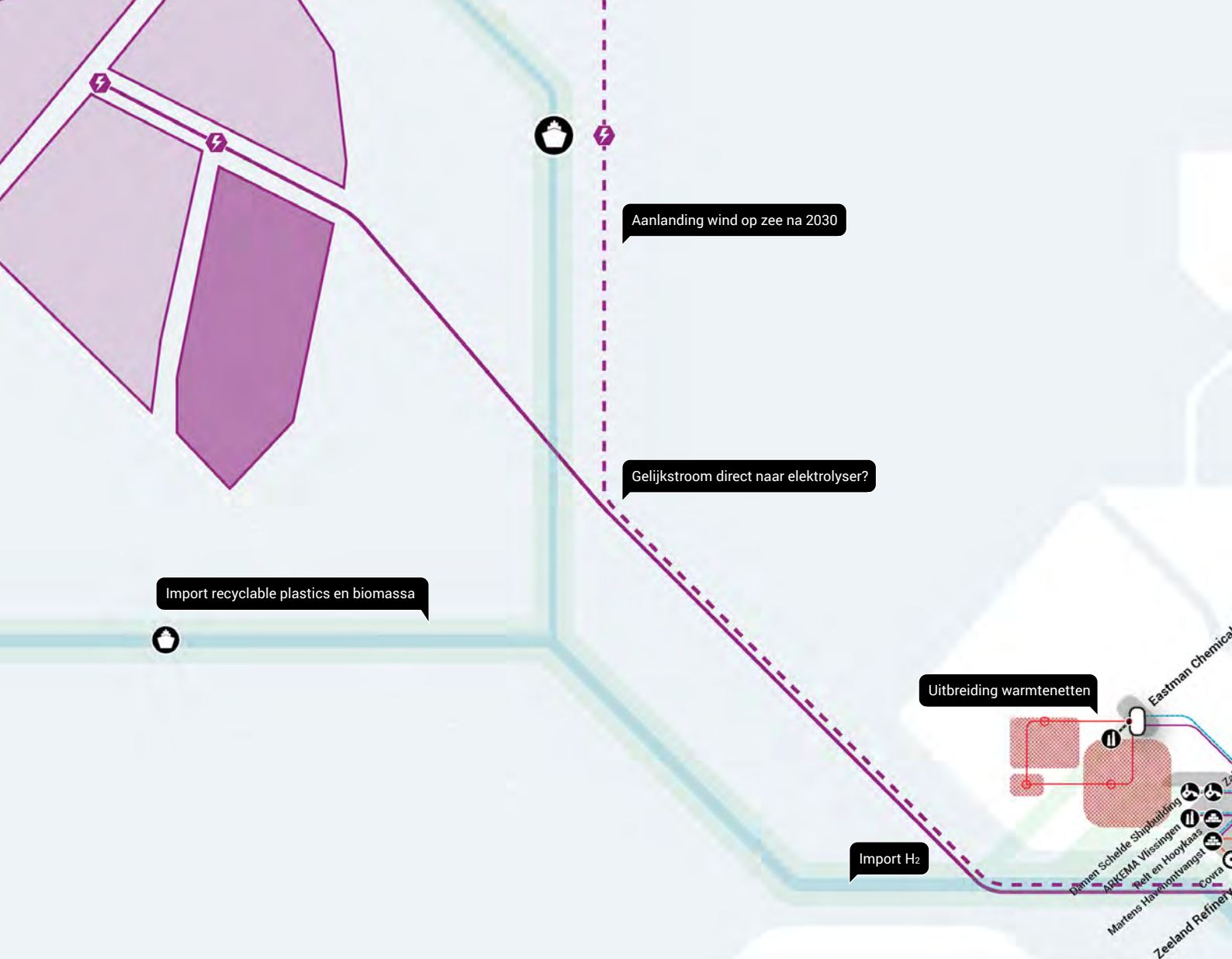
INITIATIEVEN, -5,0 Mton

In het transitiepad 2030 wordt de nadruk gelegd op het maken van de eerste lokale verbindingen tussen de grootste bedrijven in de regio. De aanlanding van windpark Borsele kan ervoor zorgen dat het elektriciteitsnetwerk verzaamd moet worden. De aanleg van een lokaal waterstofnetwerk verbindt DOW, Yara ICL-IP en ArcelorMittal met elkaar. Daarnaast zal er een stand-alone waterstofpilot worden gerealiseerd (100MW) die het netwerk kan voeden. De combinatie van CO₂ en waterstof biedt mogelijkheden voor een syngas pilot. CO₂

zal per pijpleiding, mogelijk in een buiten gebruik zijnde leiding, vanuit Terneuzen via Moerdijk naar Rotterdam getransporteerd worden. Vanuit Rotterdam wordt deze CO₂ in de Noordzee opgeslagen. ArcelorMittal zal beginnen met een pilot om koolstof houdende gassen van de hoogovens om te zetten in bio-ethanol voor de transportsector. Restwarmte van Eastman zal nabijgelegen warmtenetten voeden en restwarmte van de Zeeland Refinery wordt gecascadeerd met nabijgelegen bedrijven.

-  raffinage industrie
 -  chemische industrie
 -  basismetaal
 -  kunstmeststoffen
 -  voeding en genotsmiddelen
 -  bouw
 -  Rwwi
 -  conversiestation
 -  elektriciteitsproductie
 -  waterstofproductie (H₂)
 -  bio-naphtha -productie
 -  syngas -productie
 -  CO₂-productie
 -  warmteproductie
 -  stand-alone productieunit
 -  interne productieunit
 -  warmtenet
-  380 kV net
 -  380kV station
 -  CO₂-net
 -  waterstofleiding
 -  warmteleiding
 -  procesefficiëntie verhogen
 -  industriegebieden
 -  water



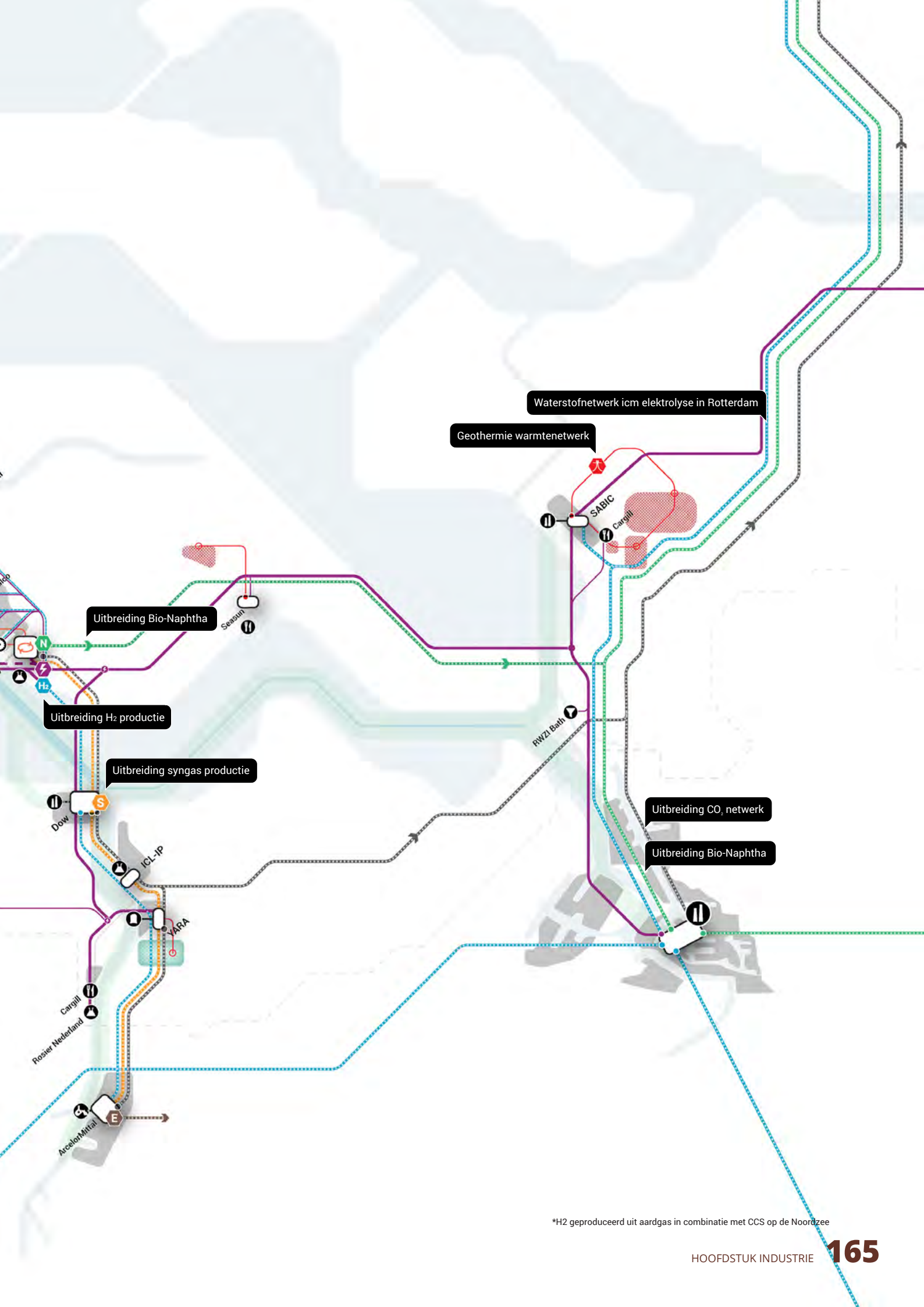


2050

DENKRICHTINGEN

In 2050 kan de Scheldedelta uitgroeien tot een circulair industriecluster. Met het verwerken van reststromen uit de landbouw (en mogelijk ook import van biomassa) kan bio-naphtha of andere groene grondstoffen zoals ammoniak en ethanol geproduceerd worden. De lokale verbindingen kunnen verder uitgebreid worden met Antwerpen en mogelijk kunnen er nieuwe verbindingen zoals syngas, bio-naphtha en waterstof tussen de bedrijven ontstaan. Door middel van geothermie zal (na 2035) de industrie en gebouwde omgeving bij Bergen op Zoom voorzien worden van duurzame warmte.

- | | | | |
|--|--------------------------------------|--|----------------------------|
| | raffinage industrie | | 380 kV net |
| | chemische industrie | | 380kV station |
| | basismetalaal | | CO ₂ -net |
| | kunstmeststoffen | | waterstofleiding |
| | voeding en genotsmiddelen | | syngasleiding |
| | bouw | | bio-naphtha -leiding |
| | Rwzi | | bio-ethanol -leiding |
| | conversiestation | | warmteleiding |
| | elektriciteitsproductie | | procesefficiëntie verhogen |
| | waterstofproductie (H ₂) | | industriegebieden |
| | bio-naphtha -productie | | water |
| | syngas -productie | | |
| | CO ₂ -productie | | |
| | bio-ethanol -productie | | |
| | warmteproductie mbv geothermie | | |
| | stand-alone productieunit | | |
| | interne productieunit | | |
| | warmtenet | | |



Waterstofnetwerk icm elektrolyse in Rotterdam

Geothermie warmtenetwerk

Uitbreiding Bio-Naphtha

Uitbreiding H₂ productie

Uitbreiding syngas productie

Dow

ICL-ip

VARA

Cargill

Rosier Nederland

ArcelorMittal

SABIC

Cargill

RWZI Bath

Uitbreiding CO₂ netwerk

Uitbreiding Bio-Naphtha

*H₂ geproduceerd uit aardgas in combinatie met CCS op de Noordzee

2018

HUIDIGE VERBINDINGEN

-  naphtha krakers
-  buisleidingen olie(producten)
-  elektriciteitsproductie
-  wind op zee
-  380kV station
-  elektriciteitsnetwerk
-  (H-)gasrotonde
-  Gasopslag
-  industriële gassen productie
-  industriële gassen pijpleiding
-  transport per schip
-  CO₂ uitstoot industrie
-  industriegebieden

Balgzand-Bacton gasleiding

Gasrotonde: H-gas

Aardgasbuffer

Aardgasbuffer Bergermeer

380kV hoofdelektriciteitsnetwerk

BritNed connector

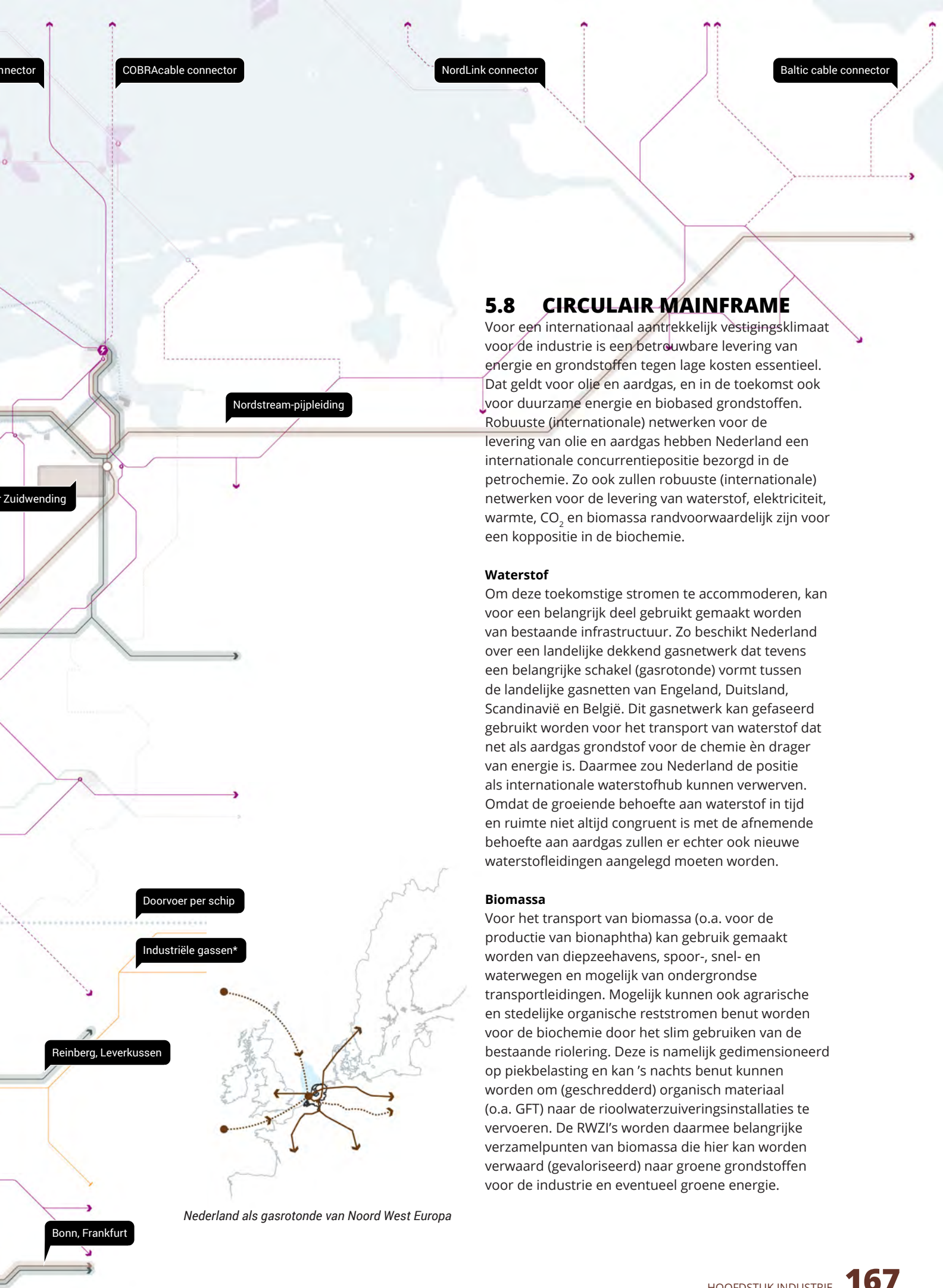
Industriële gassen*

Verbindingen olieproducten**

Duinkerken

Gent

*o.a. zuurstof, stikstof, waterstof, koolstofmonoxie
 **o.a. benzine, nafta, diesel, en vliegtuigbrandstof



5.8 CIRCULAIR MAINFRAME

Voor een internationaal aantrekkelijk vestigingsklimaat voor de industrie is een betrouwbare levering van energie en grondstoffen tegen lage kosten essentieel. Dat geldt voor olie en aardgas, en in de toekomst ook voor duurzame energie en biobased grondstoffen. Robuuste (internationale) netwerken voor de levering van olie en aardgas hebben Nederland een internationale concurrentiepositie bezorgd in de petrochemie. Zo ook zullen robuuste (internationale) netwerken voor de levering van waterstof, elektriciteit, warmte, CO₂ en biomassa randvoorwaardelijk zijn voor een koppositie in de biochemie.

Waterstof

Om deze toekomstige stromen te accommoderen, kan voor een belangrijk deel gebruikt gemaakt worden van bestaande infrastructuur. Zo beschikt Nederland over een landelijke dekkend gasnetwerk dat tevens een belangrijke schakel (gasrotonde) vormt tussen de landelijke gasnetten van Engeland, Duitsland, Scandinavië en België. Dit gasnetwerk kan gefaseerd gebruikt worden voor het transport van waterstof dat net als aardgas grondstof voor de chemie en drager van energie is. Daarmee zou Nederland de positie als internationale waterstofhub kunnen verwerven. Omdat de groeiende behoefte aan waterstof in tijd en ruimte niet altijd congruent is met de afnemende behoefte aan aardgas zullen er echter ook nieuwe waterstofleidingen aangelegd moeten worden.















Biomassa

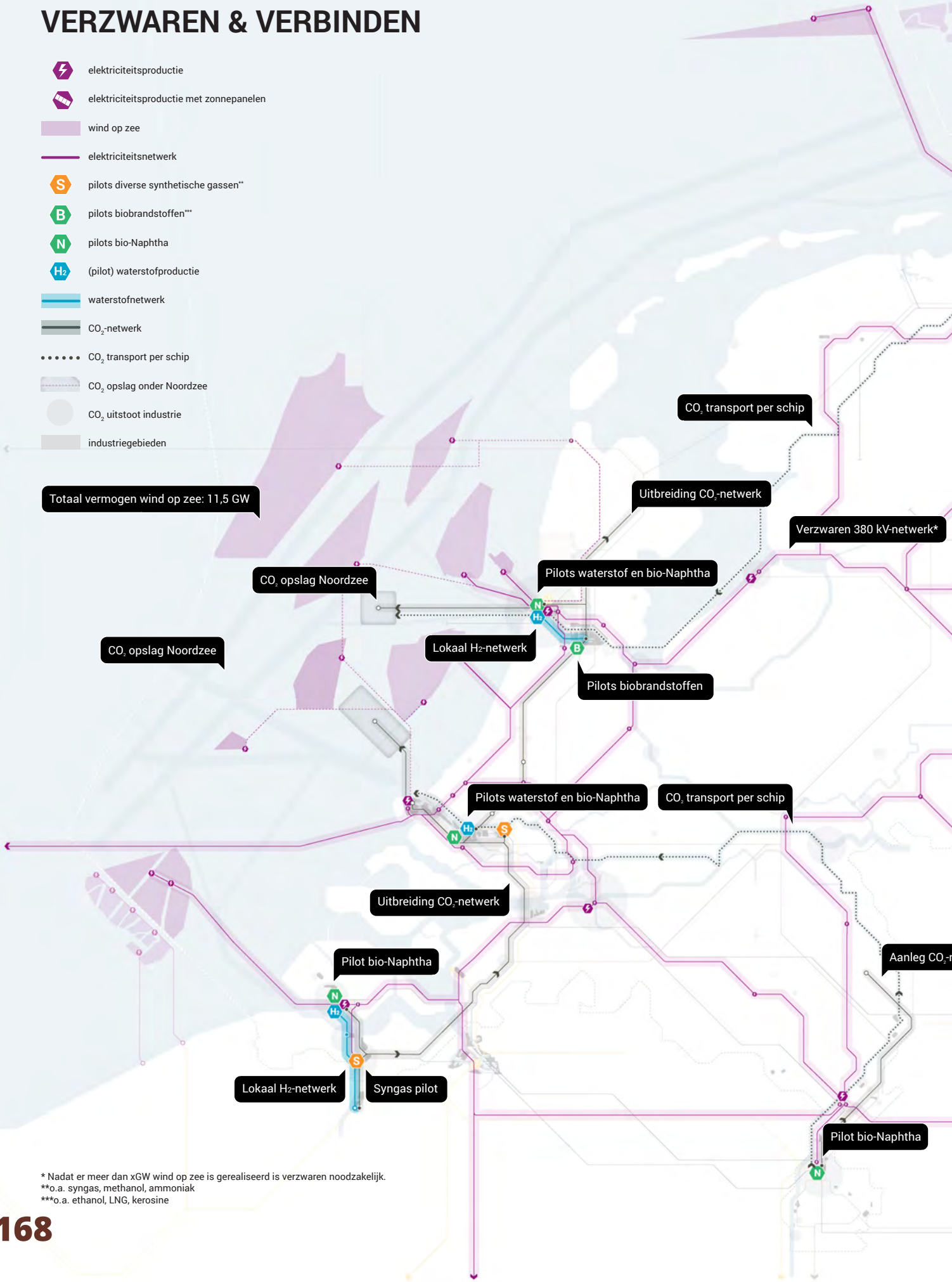
Voor het transport van biomassa (o.a. voor de productie van bionaphtha) kan gebruik gemaakt worden van diepzeehavens, spoor-, snel- en waterwegen en mogelijk van ondergrondse transportleidingen. Mogelijk kunnen ook agrarische en stedelijke organische reststromen benut worden voor de biochemie door het slim gebruiken van de bestaande riolering. Deze is namelijk gedimensioneerd op piekbelasting en kan 's nachts benut kunnen worden om (geschredderd) organisch materiaal (o.a. GFT) naar de rioolwaterzuiveringsinstallaties te vervoeren. De RWZI's worden daarmee belangrijke verzamelpunten van biomassa die hier kan worden verwaard (gevaloriseerd) naar groene grondstoffen voor de industrie en eventueel groene energie.

Nederland als gasrotonde van Noord West Europa

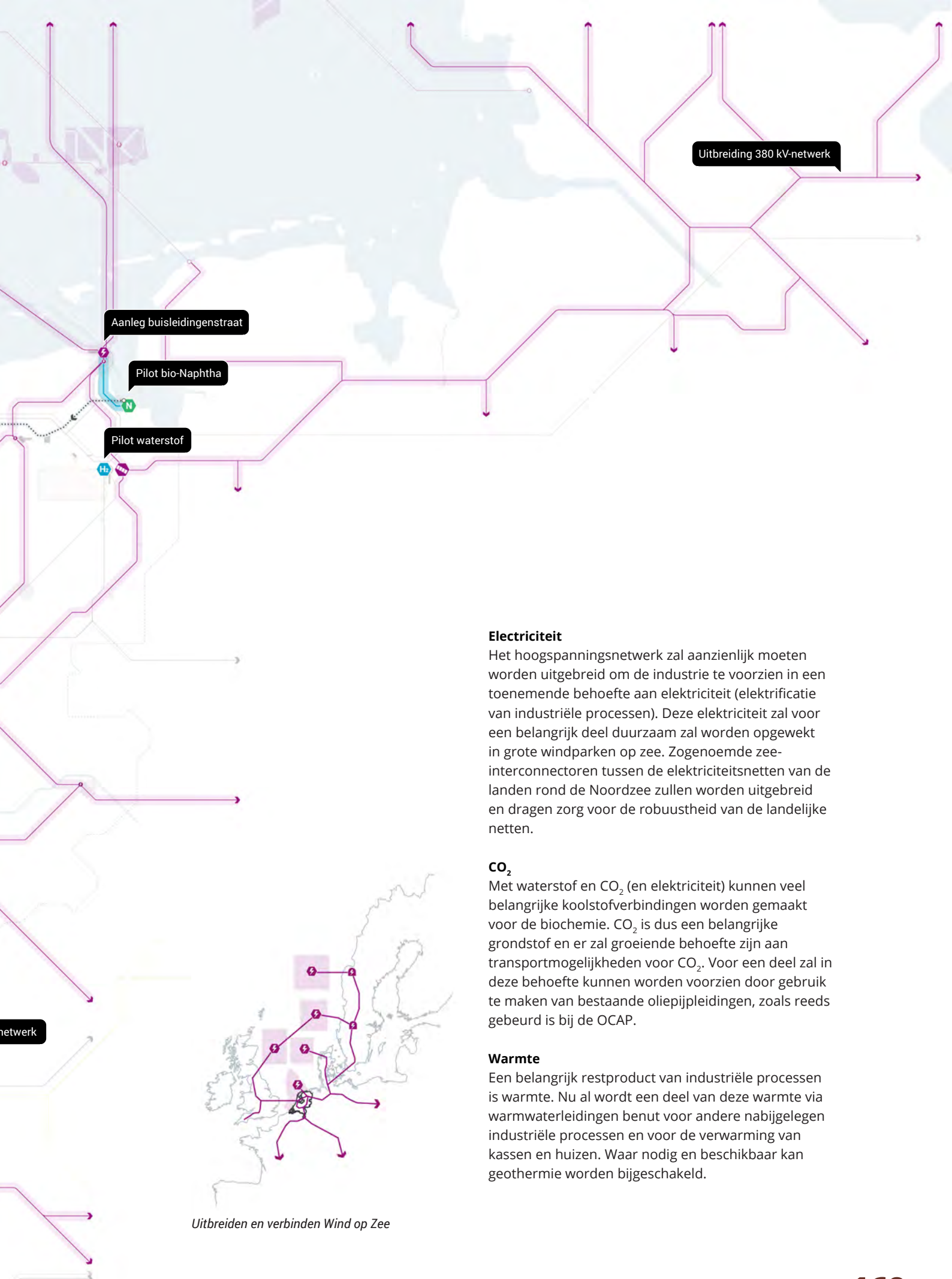
2030

VERZWAREN & VERBINDEN

-  elektriciteitsproductie
-  elektriciteitsproductie met zonnepanelen
-  wind op zee
-  elektriciteitsnetwerk
-  pilots diverse synthetische gassen**
-  pilots biobrandstoffen***
-  pilots bio-Naphtha
-  (pilot) waterstofproductie
-  waterstofnetwerk
-  CO₂-netwerk
-  CO₂ transport per schip
-  CO₂ opslag onder Noordzee
-  CO₂ uitstoot industrie
-  industriegebieden



* Nadat er meer dan xGW wind op zee is gerealiseerd is verzwaren noodzakelijk.
**o.a. syngas, methanol, ammoniak
***o.a. ethanol, LNG, kerosine



Uitbreiding 380 kV-netwerk

Aanleg buisleidingenstraat

Pilot bio-Naphtha

Pilot waterstof

netwerk

Uitbreiden en verbinden Wind op Zee

Electriciteit

Het hoogspanningsnetwerk zal aanzienlijk moeten worden uitgebreid om de industrie te voorzien in een toenemende behoefte aan elektriciteit (elektrificatie van industriële processen). Deze elektriciteit zal voor een belangrijk deel duurzaam zal worden opgewekt in grote windparken op zee. Zogenaemde zee-interconnectoren tussen de elektriciteitsnetten van de landen rond de Noordzee zullen worden uitgebreid en dragen zorg voor de robuustheid van de landelijke netten.

CO₂

Met waterstof en CO₂ (en elektriciteit) kunnen veel belangrijke koolstofverbindingen worden gemaakt voor de biochemie. CO₂ is dus een belangrijke grondstof en er zal groeiende behoefte zijn aan transportmogelijkheden voor CO₂. Voor een deel zal in deze behoefte kunnen worden voorzien door gebruik te maken van bestaande oliepijpleidingen, zoals reeds gebeurd is bij de OCAP.

Warmte

Een belangrijk restproduct van industriële processen is warmte. Nu al wordt een deel van deze warmte via warmwaterleidingen benut voor andere nabijgelegen industriële processen en voor de verwarming van kassen en huizen. Waar nodig en beschikbaar kan geothermie worden bijgeschakeld.

2050

CIRCULAIR MAINFRAME

-  elektriciteitsproductie
-  elektriciteitsproductie met zonnepanelen
-  wind op zee
-  elektriciteitsnetwerk
-  pilots diverse synthetische gassen**
-  pilots biobrandstoffen***
-  pilots bio-Naphtha
-  (pilot) waterstofproductie
-  waterstofnetwerk
-  waterstofopslag
-  CO₂ opslag onder Noordzee
-  CO₂-netwerk
-  CO₂ transport per schip
-  CO₂ uitstoot industrie
-  industriegebieden

Totaal vermogen wind op zee: 60 GW*

Elektrolyser icm met wind op zee

Elektrolyser icm met wind op zee

Grootschalige opslag H₂ in zout

Grootschalige opslag H₂ in zoutcavernes

Uitbreiding H₂-netwerk

Uitbreiding H₂-netwerk

Waterstofrotonde

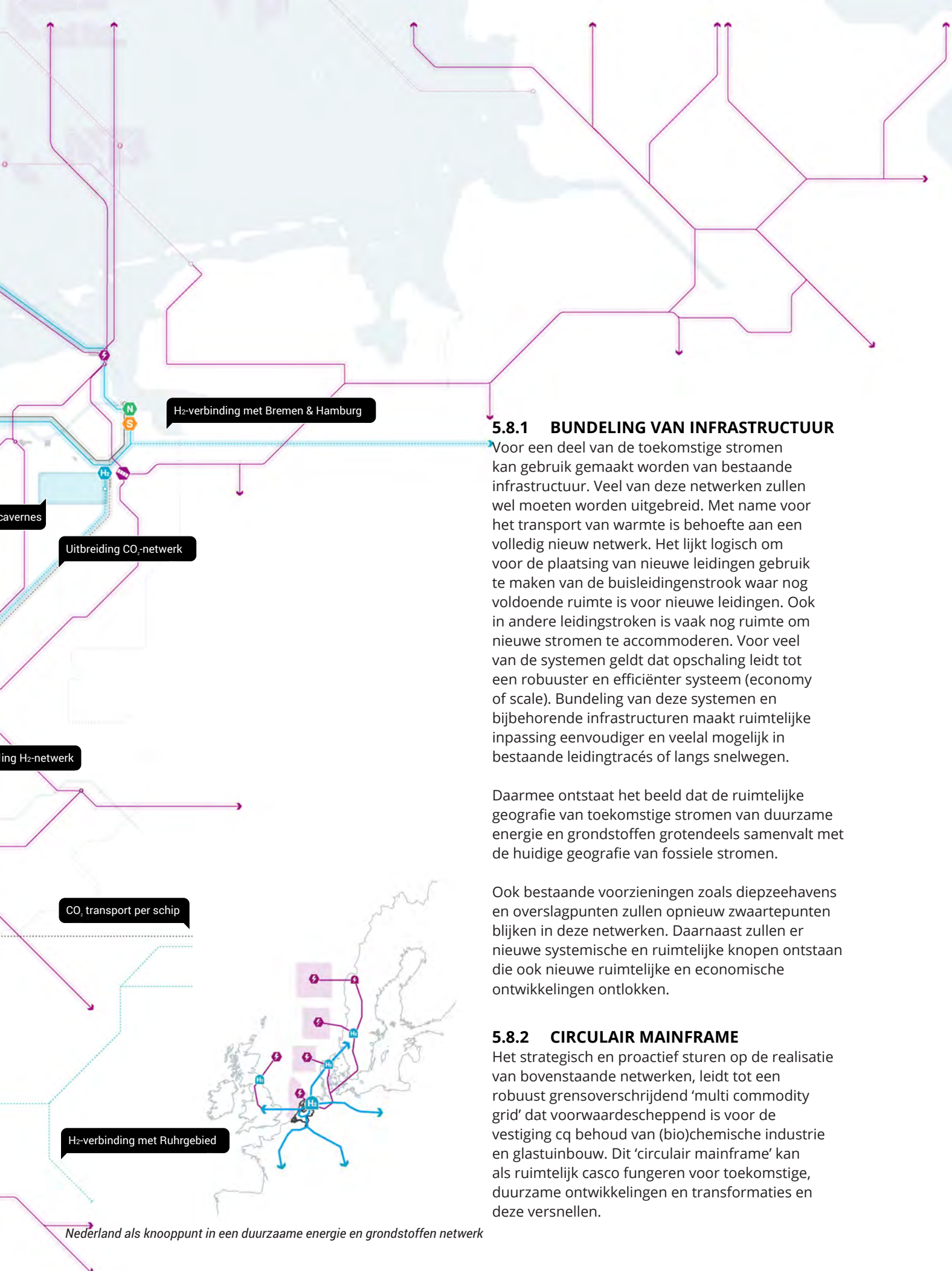
Uitbreid

Uitbreiding H₂-netwerk

Aantakking H₂- en CO₂-netwerk

Bio-Naphtha netwerk

* Wind op zee gebaseerd op PBL studie: De toekomst van de Noordzee, 2018. Scenario IV Samen Duurzaam, 2050.



5.8.1 BUNDELING VAN INFRASTRUCTUUR

Voor een deel van de toekomstige stromen kan gebruik gemaakt worden van bestaande infrastructuur. Veel van deze netwerken zullen wel moeten worden uitgebreid. Met name voor het transport van warmte is behoefte aan een volledig nieuw netwerk. Het lijkt logisch om voor de plaatsing van nieuwe leidingen gebruik te maken van de buisleidingenstrook waar nog voldoende ruimte is voor nieuwe leidingen. Ook in andere leidingstroken is vaak nog ruimte om nieuwe stromen te accommoderen. Voor veel van de systemen geldt dat opschaling leidt tot een robuuster en efficiënter systeem (economy of scale). Bundeling van deze systemen en bijbehorende infrastructuur maakt ruimtelijke inpassing eenvoudiger en veelal mogelijk in bestaande leidingtracés of langs snelwegen.

Daarmee ontstaat het beeld dat de ruimtelijke geografie van toekomstige stromen van duurzame energie en grondstoffen grotendeels samenvalt met de huidige geografie van fossiele stromen.

Ook bestaande voorzieningen zoals diepzeehavens en overslagpunten zullen opnieuw zwaartepunten blijken in deze netwerken. Daarnaast zullen er nieuwe systemische en ruimtelijke knopen ontstaan die ook nieuwe ruimtelijke en economische ontwikkelingen ontlokken.

5.8.2 CIRCULAIR MAINFRAME
















Het strategisch en proactief sturen op de realisatie van bovenstaande netwerken, leidt tot een robuust grensoverschrijdend 'multi commodity grid' dat voorwaardescheppend is voor de vestiging cq behoud van (bio)chemische industrie en glastuinbouw. Dit 'circulair mainframe' kan als ruimtelijk casco fungeren voor toekomstige, duurzame ontwikkelingen en transformaties en deze versnellen.





ENERGIECORRIDORS

RUIMTELIJKE KANSEN VOOR DE INDUSTRIE VAN DE TOEKOMST

-  elektriciteitsproductie
-  elektriciteitsproductie met zonnepanelen
-  wind op zee
-  elektriciteitsnetwerk
-  pilots diverse synthetische gassen**
-  pilots biobrandstoffen***
-  pilots bio-Naphtha
-  (pilot) waterstofproductie
-  waterstofnetwerk
-  waterstofopslag
-  CO₂ opslag onder Noordzee
-  CO₂-netwerk
-  CO₂ transport per schip
-  CO₂ uitstoot industrie
-  industriegebieden

6

SAMENVATTING VAN HET EINDRAPPORT

Ruimtelijk specialisten:



GENERATION
ENERGY

Taco Kuijers



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

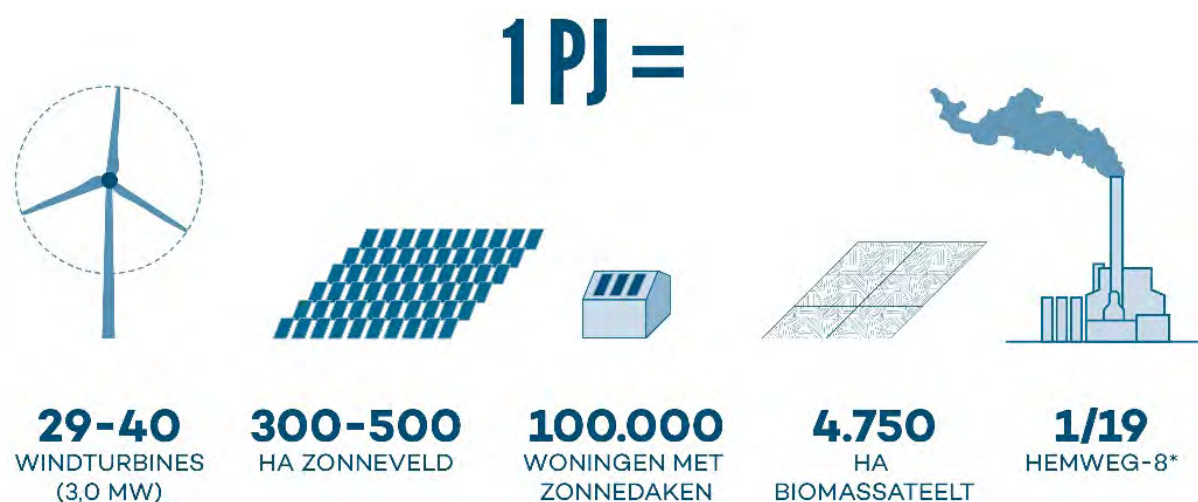


Academie van Bouwkunst
Amsterdamsche Hogeschool voor de Kunsten

Sven Stremke

Dirk Oudes

ELEKTRICITEIT



AFBEELDING 1: HOEVEEL IS 1 PJ?

6.1 RUIMTE IN DE SECTORTAFEL ELEKTRICITEIT

Het begrenzen van de klimaatverandering vraagt, op weg naar 2050, een CO₂-vrij elektriciteitssysteem. Dat betekent onder andere dat bestaande fossiele bronnen van elektriciteit worden vervangen door hernieuwbare opwekking. Dat is al volop gaande: er worden grote windparken op zee gebouwd en burgers wekken hun eigen elektriciteit op met zonnepanelen. Deze omslag moet worden versneld, ook om te kunnen voorzien in de extra behoefte aan hernieuwbaar opgewekte elektriciteit als gevolg van elektrificatie uit de sectoren mobiliteit, landbouw, gebouwde omgeving en industrie.

Deze overschakeling van een fossiel naar hernieuwbaar vereist veranderingen in elektriciteitsopwekking en -gebruik, maar ook in de daarvoor benodigde ruimtelijke condities. De ruimte in Nederland is immers al in gebruik voor veel verschillende andere functies. Er moet dus ruimte worden gemaakt en er zijn kansen voor het combineren van functies. Dit kost tijd, tijd om de voorwaarden te scheppen, daarna tijd voor het daadwerkelijk plannen en dan het realiseren.

Een realisatie die op zichzelf nog een enorme opgave wordt; het bouwen van alle turbines, zonnenvelden, aanpassingen aan stroomnetten en modificaties aan gebouwen vereist geld, planning en vakmensen. De energietransitie is daarmee naast een technische en sociaaleconomische ook een ruimtelijke transitie.

De opschaling en uitrol van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit op zee en op land leidt hiermee tot een grote ruimtelijke opgave, zeker na 2030. Dat geldt zowel boven als onder de grond. Ruimte die reeds benut is voor wonen, werken, recreëren, natuur enz. Deze ruimteclaim vereist nieuwe ruimtelijke afwegingen, in verbinding met andere ruimtelijke opgaven (zoals klimaatadaptatie of woningbouw).

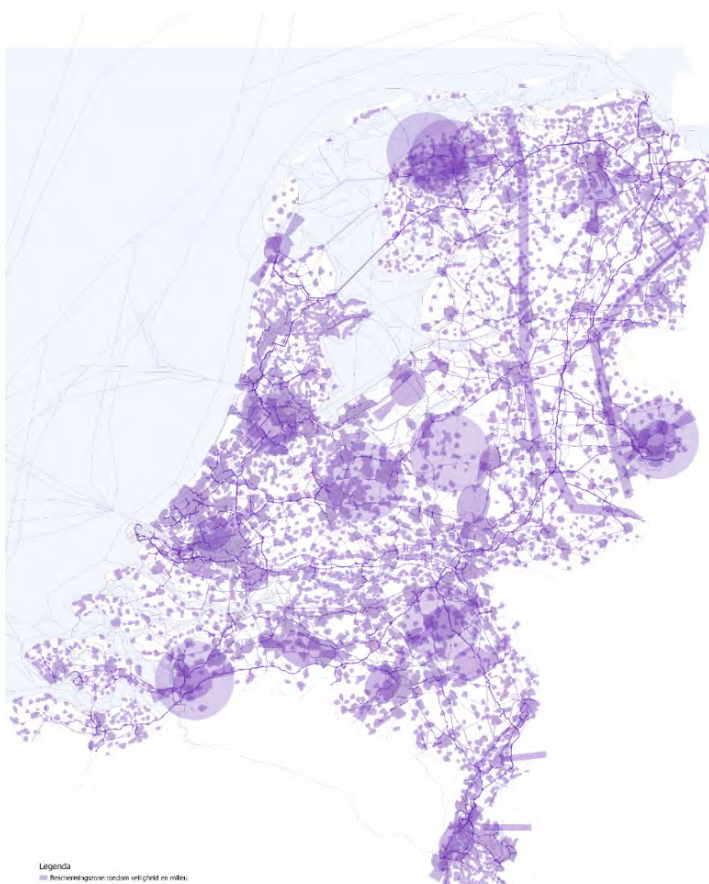
De cijfermatige ambities hernieuwbaar - de pakketten (het basispakket 49% (84 TWh), een pakket 49% incl. extra elektrificatie vanuit de andere sectoren (110 TWh) en een versnellingspakket

(120 TWh)) zoals vastgesteld door de Sectortafel Elektriciteit, vormen het startpunt voor de verdieping en beantwoording van deze ruimtelijke opgave.

Het is hierbij verstandig gelijk al rekening te houden met de mogelijke ruimtelijke opgave van het Versnellingspakket en andere ruimtelijke vraagstukken. De invulling van de ruimtelijke opgave zal per regio anders uitpakken. We bepleiten een gebiedsgerichte aanpak waarbij de opgave in samenhang met ruimtelijke vraagstukken wordt afgewogen (zie ook de bijdrage van de Sectortafel Elektriciteit).

6.1.1 TIJDELIJKE TAFELS RUIMTE EN SYSTEEM

De verschillende pitches van de leden van de Sectortafel lieten twee vraagstukken zien die in het bijzonder genoemd zijn. Ruimtelijke inpassing en het energiesysteem (betrouwbaarheid). Hiertoe zijn twee tijdelijke tafels ingericht die op 18 mei hebben gerapporteerd aan de Sectortafel.



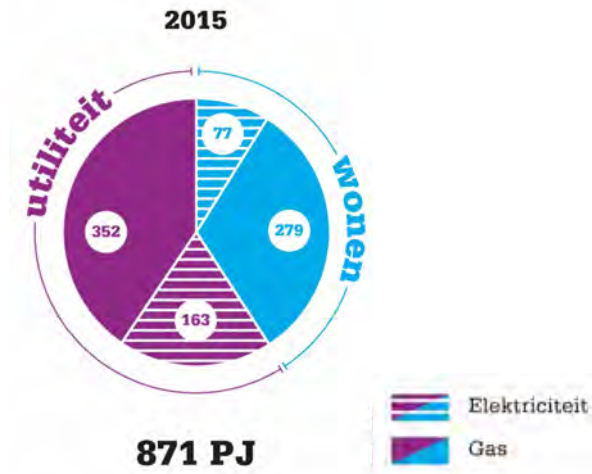
AFBEELDING 2:
NEDERLAND

BEPERKINGEN VOOR PLAATSING VAN EEN WINDTURBINE (2,3MW) IN- EN EXCLUSIEF HET NATUUR NETWERK

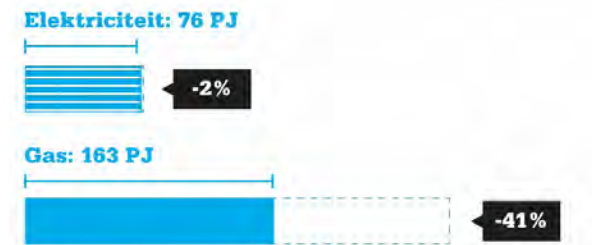
6.2 TIJDELIJKE TAFEL SYSTEEM (TTS)

6.2.1 VRAAGKANTKARAKTERISTIEKEN GEBOUWDE OMGEVING (APRIL)¹

HUIDIG ENERGIEGEBRUIK GEBOUWDE OMGEVING

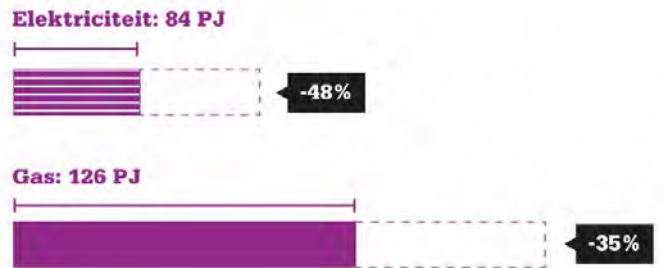


POTENTIELE BESPARINGEN WONINGEN (2050)



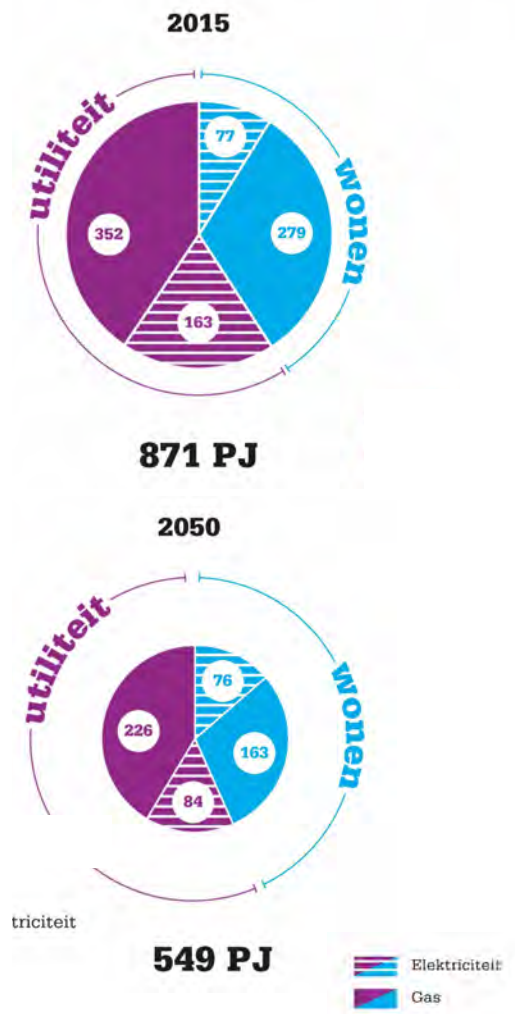
- "Met een krachtig energiebesparingsbeleid voor alle sectoren is het mogelijk de energievraag in 2050 met nog eens 30 procent te verminderen" (PBL, 2011).
- "Wanneer vrij gangbare energiebesparingsmaatregelen (zoals isolatie, dubbele beglazing) op grote schaal worden toegepast, leidt dit tot 50% CO₂-reductie" (RLi, 2017).
- Gas: merendeel (> 80%) bij woningen 1946-1991 (> 65m²); nihil (< 1%) bij woningen na 1991.
- Kosten: 292,5 miljard is ca. 20% van gemiddelde WOZ waarde.
- Variant: woningen 1946-1991 (> 65 m²) energieneutraal levert nog eens 42,7 PJ besparing aan gas op.

POTENTIELE BESPARINGEN UTILITEIT (2050)



- Per sector is rekening gehouden of een maatregel past bij functie en type gebouw.
- Elektriciteit: aanzienlijk grotere bespaarpotentie dan bij woningen.

CONCLUSIES VRAAGKANTKARAKTERISTIEKEN GEBOUWDE OMGEVING



6.2.2 RUIMTE EN BELEID ELECTRICITEIT (MEI)

KNELPUNTEN VANUIT RUIMTE

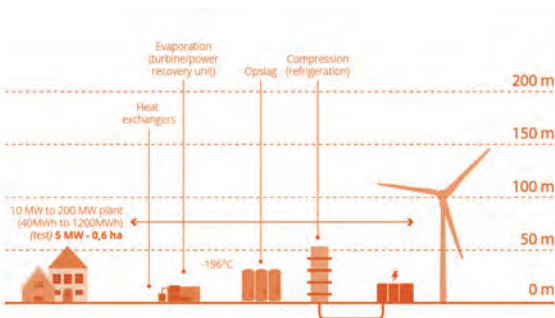
- Verzwaring netinfrastructuur (infrastructuur energielandschappen)
- Ruimtebeslag opslagfaciliteiten (tijdelijk ruimte nodig voor twee systemen)
- Tijdelijk ruimte nodig voor twee systemen (conventioneel en hernieuwbaar)
- Aanlandingsplaatsen windenergie op zee (concurrentie ruimte voor circulariteit en energietransitie)
- Zichtbaarheid nieuwe installaties en infrastructuur (industriële karakter grootschalige interventies)
- Ruimtebeslag opwek hernieuwbare energie (link met tijdelijke tafel ruimte)

BELEIDSAANDACHTSPUNTEN

- Integrale planning locaties energieopwekking en energie-infrastructuur
- Slimme clustering industrie door gebied specifieke aanpak
- Koppeling van energietransitie met andere ruimtelijke opgaven

VERVOLGVRAGEN

- Welke optimalisatiemogelijkheden zijn er in het gebruik van de huidige energie-infrastructuur? Beter benutten van het bestaande net betekent minder ruimtelijke impact. In welke mate kunnen technologische ontwikkelingen bijdragen aan efficiënter gebruik van het bestaande elektriciteitsnetwerk? Hoeveel winst is te bepalen met zaken als smart charging, load balancing en peak shaving?
- Welke mogelijkheden zijn er qua conversie en opslag van energie? Conversie en opslag vergroten de flexibiliteit binnen het energiesysteem, en kunnen het net ontlasten op piekmomenten. Welke technieken zijn kansrijk, welke potenties hebben deze, en wat is de ruimtelijke impact ervan?
- Welke infrastructuur moet worden aangepast/ aangelegd voor de energietransitie? Voor



AFBEELDING 3: RUIMTELIJKE IMPLICATIES VLOEIBARE LUCHTOPSLAG

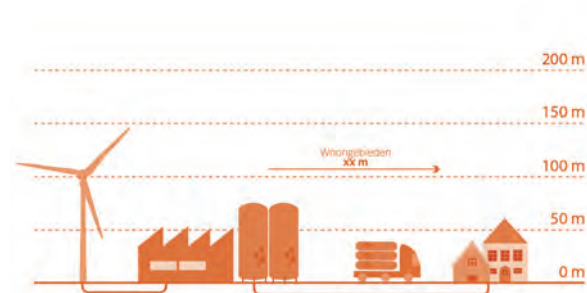
de energietransitie zal, ondanks opslag en conversie en efficiënter gebruik van het bestaande net, bestaande energie-infrastructuur aangepast en nieuwe aangelegd moeten worden, zowel op land als op zee, als in de aanlanding aan/bij de kust. Wat is de omvang van deze infrastructuur? Wat is de (ruimtelijke) impact?

- Welke (ruimtelijke, juridische, financiële, beleidsmatige) condities zijn nodig voor de ontwikkeling van energie-hotspots? Welke kansen en belemmeringen zijn er te onderscheiden in de ontwikkeling van energie-hotspots in zeehavens, corridors/knooppunten en dunbevolkte gebieden?
- Welke combinatiemogelijkheden zijn er met andere (ruimtelijke) transitie? In het boek Ruimtelijke Verkenning Energie en Klimaat (2018) zijn enkele combinaties van de energietransitie en andere transitie uitgewerkt. Zijn er meer van deze kansrijke combinaties, en wat is er nodig om ze te kunnen benutten?

6.2.3 TRANSPORT/BUFFERING ONDERDEEL VAN MENUKAART (JUNI)

Benodigde infrastructuur transmissie met mogelijke ruimtelijke implicaties (mogelijke uitwerking in menukaart najaar 2018)

- 380 kV
- 150 kV
- 220 kV
- 110 kV
- UHVDC
- Schakelstations
- Onderstations
- Opties buffering elektriciteit met mogelijke ruimtelijke implicaties (mogelijke uitwerking in menukaart najaar 2018)
 - Opslag waterstof, biogas, SNG (grootschalig)
 - P2G productie installatie (o.a. waterstof en SNG)*
 - Vliegwielen*
 - LAES
 - CAES
 - Valmeer (hydro/hydro + tidal)



AFBEELDING 4: RUIMTELIJKE IMPLICATIES POWER TO GAS I.C.M. OPSLAG

- Batterij – utilitair (Redox)
- Synthetic Natural Gas
- Metal fuel
- Parameters transmissie/buffering (mogelijke toevoeging en uitwerking in menukaart najaar 2018)
 - Veiligheid -> Bijvoorbeeld risicocontour
 - Applicatie strategieën voor buffering -> Ancillary (seconde – 30min), aanbod-vraag (15min – dagen), lange termijn (weken-seizoenen)

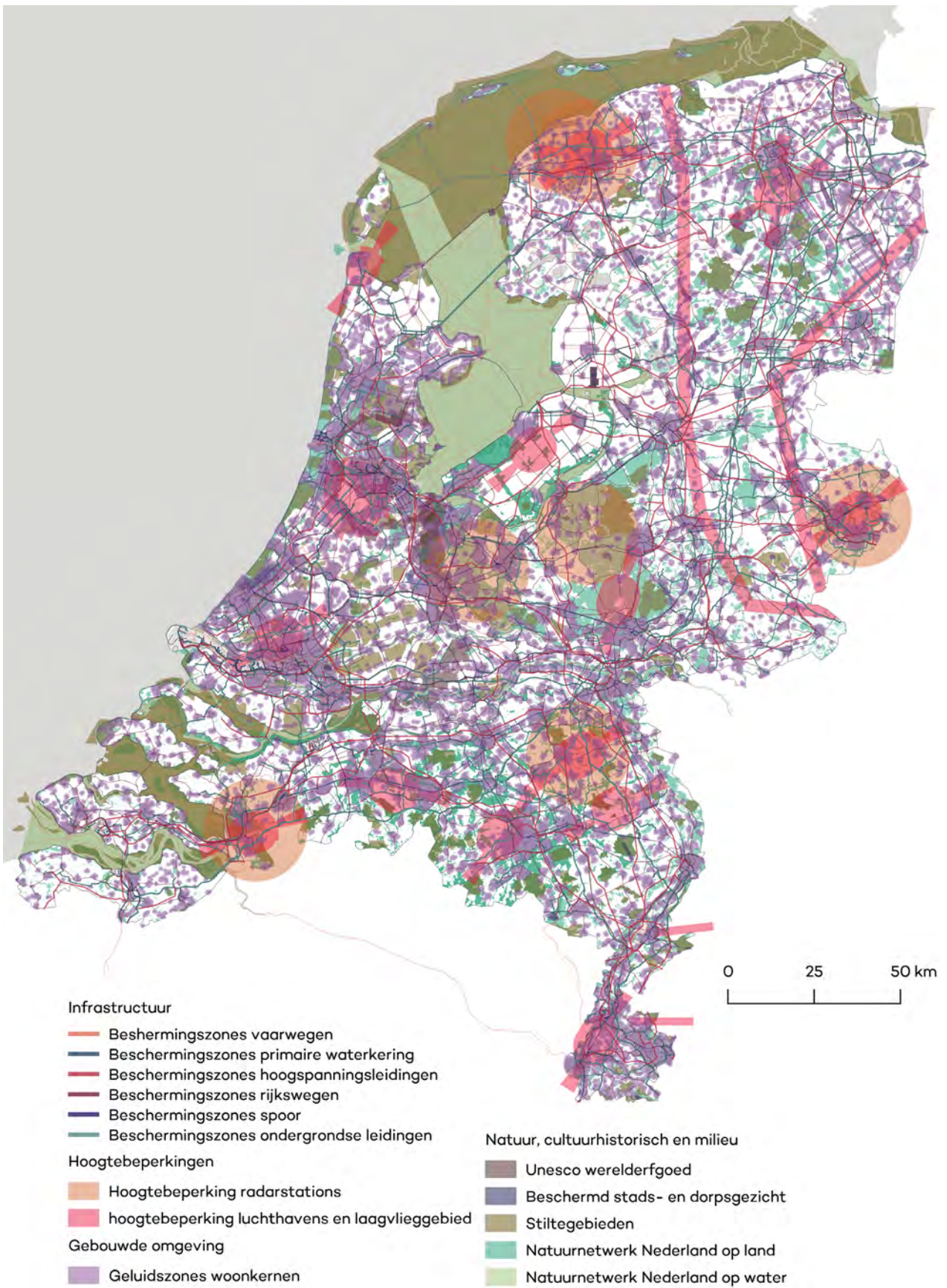
6.3 TIJDELIJKE TAFEL RUIMTE (TTR)

Op verzoek van de Sectortafel Elektriciteit is in de ingestelde Tijdelijke Tafel Ruimte (TTR) specifiek gekeken naar het vraagstuk van de ruimtelijke inpassing. In de TTR hebben we onder meer onderstaande vragen onderzocht:

- Wat is het ruimtebeslag van de verschillende vormen van hernieuwbare energie?
- Is er voldoende ruimte beschikbaar mede gegeven andere mogelijk concurrerende ruimtelijke claims?
- Welke knelpunten doen zich voor met andere vormen van gebruik en hoe kan dat worden opgelost?
- Welke kansen zijn er voor combinaties met andere vormen van landgebruik?
- Wat zijn de ruimtelijke consequenties van de ambities voor de uiteenlopende hernieuwbare opties voor het netwerk?
- Hoe neem je andere belangen mee en verkrijg je draagvlak?
- Hoe stem je de ruimtelijke invulling af met andere ruimte vragende opgaven; op nationale schaal via de NOVI en op regionale schaal via de RES?



AFBEELDING 5: BEPERKING 3 MW TURBINE AAN DE RAND VAN STEDELIJK GEBIED



AFBEELDING 6: VERSCHILLENDE BEPERKINGEN VOOR EEN WINDTURBINE (2,3 MW)

6.3.1 RUIMTELIJKE KANSEN EN KNELPUNTEN

Na gesprekken met de deelnemers van de tijdelijke tafel ruimte hebben we een aantal ruimtelijke kansen en knelpunten geïdentificeerd, waarvan hieronder een korte kenschets:

- Grondspeculatie zorgt voor slechte ruimtelijke ordening;
- Verspreid liggende productie van hernieuwbare energie zorgt voor versnippering landschap en/of vormt een mismatch met de aansluitpunten op het hoogspanningsnet
- Productie hernieuwbare energie wordt veelal aan de grenzen van betreffende gemeente/ regio/... gezocht
- Er is niet alleen schaarste aan ruimte, ook bestaan er onvoldoende aangewezen gebieden
- Lokaal verzet / draagvlak
- Prioritering ruimtelijke functies ten opzichte van productie hernieuwbare energie
- Tijd (begin tijdig met de benodigde vooronderzoeken)
- Tijdelijk ruimte nodig voor twee systemen (conventioneel en hernieuwbaar)

In de bijdrage van de Sectortafel Electriciteit wordt hier verder op ingegaan.

6.3.2 RUIMTELIJKE PRINCIPES

Om de grote ruimtelijke opgave te adresseren en de ruimtelijke impact te mitigeren is op voorstel van Posad/Generation.Energy en EZK/ BZK met een viertal ruimtelijke principes gewerkt om beschikbare ruimte zo efficiënt mogelijk te benutten en ruimtelijke kwaliteit te waarborgen of zelfs te verhogen:

- Streef naar zuinig en (zoveel mogelijk) meervoudig ruimtegebruik;
- Breng vraag naar en aanbod van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit zoveel mogelijk dicht bij elkaar;
- Combineer opgaven en ga indien nodig over tot uitruilen en herbestemmen.
- Sluit zo goed mogelijk aan bij gebied specifieke ruimtelijke kwaliteit;



AFBEELDING 7: (RUIMTELIJKE) OPTIMALISATIE-PRINCIPES VOOR PRODUCTIE HERNIEUWBARE ENERGIE

6.3.3 MENUKAART

Met behulp van deze principes is een menukaart opgesteld die de ruimtelijke impact in beeld brengt voor drie verschillende vormen van hernieuwbare elektriciteit (WOZ, WOL en Zon-PV). Deze menukaart wordt in het najaar nader uitgewerkt.

Naast het in beeld brengen van de ruimtelijke impact adresseert deze menukaart ook governance, instrumentarium, netinpassing, maatschappelijke acceptatie en mogelijke knelpunten op het gebied van wet- en regelgeving. In deze menukaart kunnen 35 opties voor productie van hernieuwbare elektriciteit onderling vergeleken worden. Vanuit deze principes redenerend ontstaat een ruimtelijke invulling van de pakketten voor de Sectortafel Elektriciteit. De precieze invulling van deze pakketten met opties zal in het najaar verder moeten worden uitgewerkt..



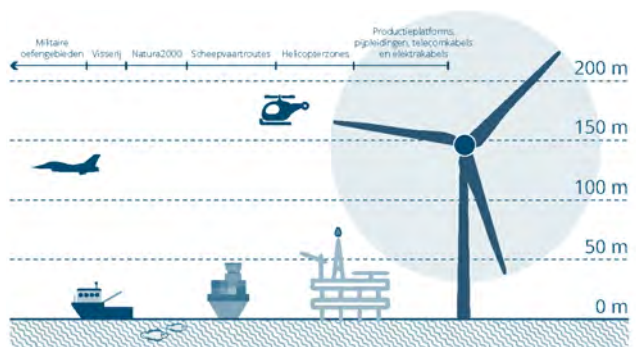
AFBEELDING 8: VOORBEELD VAN EEN OPTIE UIT DE MENUKAART. ZIE BIJLAGE 1 VOOR DE MENUKAART

Voor de ruimtelijke inpasbaarheid heeft de Tijdelijke Tafel Ruimte zich gericht op wind op zee, wind op land en zon-PV. Biomassa is op dit moment niet in deze analyse meegenomen, mede vanwege het ontbreken van voldoende scherp zicht op potentiële claims op gebruik van biomassastromen in andere sectoren. Als in een later stadium grootschalige inzet en import van biomassa toch aan de orde komt dan dient overigens ook de internationale ruimteclaim in beeld gebracht te worden. De ruimtelijke aspecten van het energienet zijn al wel in deze analyse betrokken.

De ruimtelijke effecten van de verschillende opties zullen in samenhang moeten worden gezien, zowel regionaal als nationaal.

Deze menukaart is in bijlage 1 te vinden.

De TTR heeft de ambities voor hernieuwbare elektriciteitsopwekking als startpunt genomen voor een nadere verkenning van de mogelijke ruimtelijke impact en hoe deze kan worden geadresseerd. De bronnen* die hierbij zijn onderzocht zijn met name Wind op Zee, Wind op Land en Zon-PV**. Hierbij zijn voornoemde principes toegepast. Dit levert het volgende resultaat op:



AFBEELDING 9: WIND OP ZEE IN RELATIE TOT ANDERE GEBRUIKSFUNCTIES

6.3.4 WIND OP ZEE

Met grootschalige uitrol van wind op zee in de komende decennia komt een grote groene krachtbron beschikbaar die energie brengt naar met name de duurzame industriële centra van Nederland. Het tot ontwikkeling brengen van deze 'Green Powerhouse Noordzee' vraagt een planmatige aanpak voorbij 2030, te vergelijken met de Deltawerken. Dat vereist goed overleg met alle betrokkenen, inclusief andere Noordzeelanden, en een gecombineerde opgave van duurzame economie en versterking van de ecologie van de Noordzee.

De gestelde ambities van het Basispakket 49% voor WOZ zijn uitvoerbaar, mits ingepast binnen ecologische begrenzingsen. Staande ambities (EA en Routekaart op Zee met een totale ambitie van 11,5 GW) kunnen bijna geheel worden ingepast binnen huidige ruimtelijke kaders (tot 10,6 GW). Daarna begint de verdere uitrol van WOZ te wringen met het ecologische kader. Bij hogere ambities is dit vanzelfsprekend in hogere mate aan de orde. Vanuit ruimtelijke perspectief is benutting van aanbod uit WOZ in met name de industriële centra aan de kust gewenst om netuitbreiding verder landinwaarts te voorkomen. Bij een grotere ambitie tot circa 14,5 GW vergt dit - afhankelijk

* Dit wil niet zeggen dat andere bronnen geen rol kunnen hebben in het elektriciteitssysteem van 2030. De verwachting is evenwel dat de bijdrage daarvan beperkt is.

**Het voor deze bronnen gehanteerd aantal vollasturen kan afwijken van de aantallen zoals gebruikt voor het bepalen van de opgave. Dit wordt nog verder uitgezocht en kan nog tot (kleine) aanpassingen leiden.



AFBEELDING 10: INDICATIEVE VERBEELDING VAN EEN DECENTRAAL INGEVULD ENERGIESYSTEEM

van waar wind op zee precies op het onshore net wordt aangesloten - operationele maatregelen en netversterking, maar dit lijkt op basis van de huidige inzichten acceptabel. Ambities hoger dan +14,5 GW vragen om (internationale) systeemkeuzes.

6.3.5 HERNIEUWBAAR OP LAND (WIND OP LAND EN ZON-PV)

Op land is het beeld bijna spiegelbeeldig t.o.v. op zee: burgers (bijvoorbeeld 'prosumenten'), wijken, overheden, publieke instellingen, (netwerk) bedrijven en maatschappelijke organisaties werken samen aan een groot web van lokale en regionale, kleine en grotere hernieuwbare bronnen van elektriciteit, goed ingepast in het netwerk, de ruimte en systemen van hernieuwbare warmte. Deze decentrale wereld doet een groot beroep op samenwerkingsbereidheid, vertrouwen, maatwerk, aanpassing en flexibiliteit van allen.

De gestelde ambities voor wind op land lopen boven de 11 GW (inclusief EA) tegen grenzen aan van ruimtelijke inpasbaarheid. Bijna alle mogelijke opties voor WOL uit de menukaart dienen in dat geval te worden verzilverd, waarbij gesignaleerde belemmeringen moeten worden geadresseerd. Interbestuurlijke afspraken zijn nodig om een reeks van ruimtelijk knelpunten voor wind op land terug te dringen. Denk daarbij aan: risico- en geluidszoneringen, laagvliegroutes, radardekking, obstakelverlichting en F&F-wet. Versterking van het draagvlak is instrumenteel voor benutting van het potentieel van WOL. Dit kan bijvoorbeeld door het stimuleren van maatschappelijk eigenaarschap. De gestelde ambities voor Zon-PV zijn ruimtelijk, maar niet per se ook landschappelijk, gezien goed uitvoerbaar. Er zijn vele opties beschikbaar voor alle ambitieniveaus, mits de opgave integraal ruimtelijk wordt benaderd.

Het is belangrijk netbeheerders te betrekken op het moment dat keuzes worden gemaakt over de

ruimtelijke inpassing van hernieuwbare opwek, opdat zij de noodzakelijke aanpassingen aan en investeringen in de infrastructuur kunnen bepalen, kan helpen bij het verzilveren en tijdig realiseren van de doelstellingen.

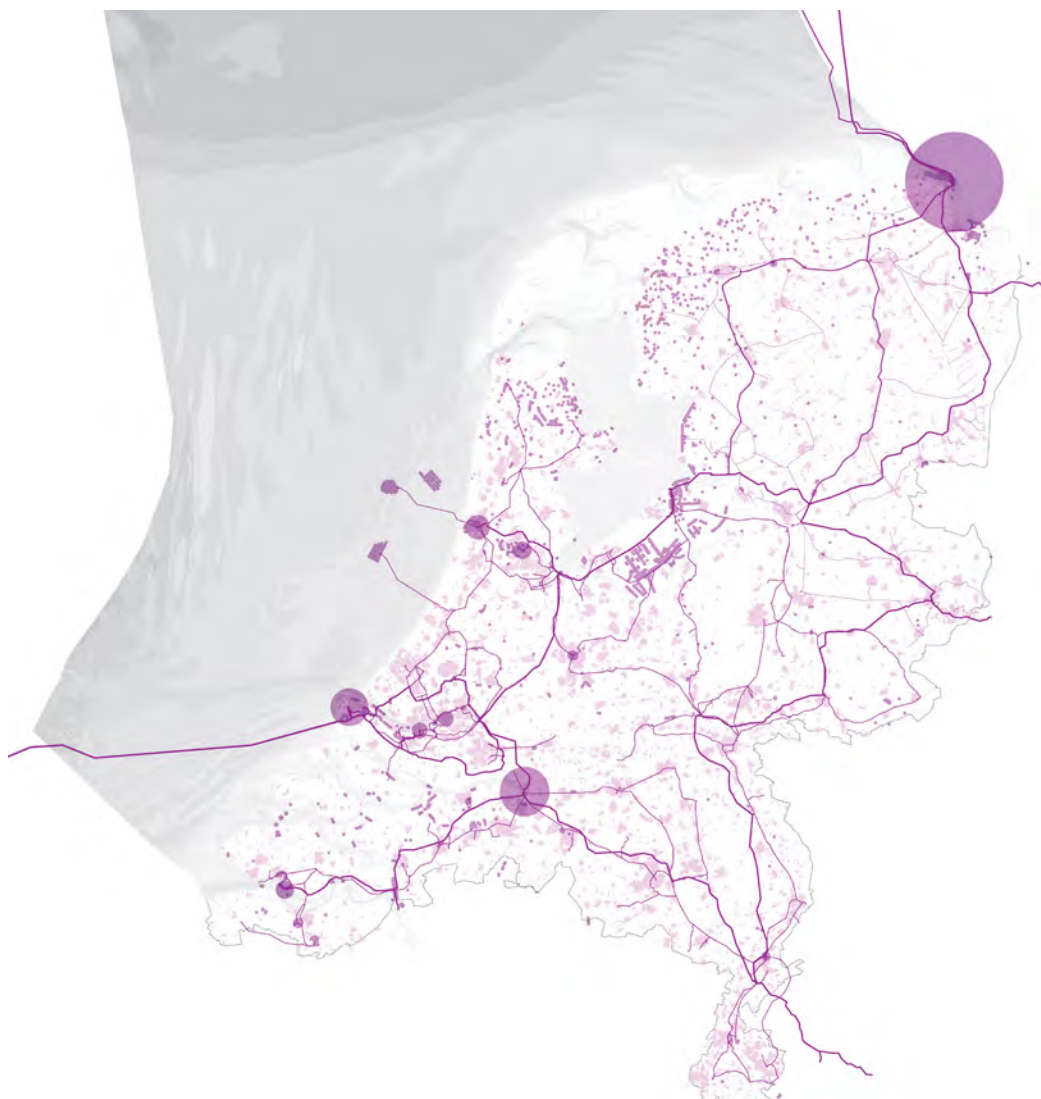
Vooruitkijkend naar 2050 zullen de kansen en knelpunten die zich tot 2030 voordoen zich wellicht in versterkte mate voordoen terwijl ook de relatie met het gehele energiesysteem en de gevolgen voor de netinfrastructuur zich in versterkte vorm zullen manifesteren. Het is belangrijk om in de uiteindelijke afspraken rekening te houden met de doorkijk naar 2050 zodat keuzes nu transitieproof zijn.

6.3.6 INFRASTRUCTUUR

De ruimtelijke gevolgen van eventuele aanpassingen van de netwerken dienen goed in oenschouw te worden genomen bij de nadere uitwerking van de opgave die aan de netwerken wordt gesteld. Snelle groei van de productie brengt de grenzen van de netcapaciteit in zicht. Vergroting van de capaciteit en faciliteiten voor opslag en conversie leggen ook beslag op ruimte en vragen om goed afgestemde en tijdige nationale en regionale ruimtelijke ordening. Dit zal ook een belangrijke rol spelen bij de invulling van de ambities in de Regionale Energie Strategieën (RES).

6.3.7 NATUUR EN LANDSCHAP

Lokaal opgewekte hernieuwbare energie kan negatieve effecten op natuur en landschap hebben, maar biedt ook kansen. Voor het realiseren van de doelen van onze ambities is het van belang om bij de locatiekeuze van hernieuwbare elektriciteit functiecombinaties met onder meer natuur en landschap te zoeken. Met de combinatie van meerdere functies in een gebied kan meer waarde worden gecreëerd dan wanneer maar een enkele functie wordt ontwikkeld.



AFBEELDING 11: HUIDIG ELEKTRICITEITSNETWERK INCLUSIEF PRODUCTIELOACTIES VAN ELEKTRICITEIT

Bij de totstandkoming van de locatiekeuze voor de inpassing van hernieuwbare elektriciteit, in onder meer de RES, de provinciale omgevingsvisie en - afgeleid daarvan - een gemeentelijk bestemmingsplan/omgevingsplan, zal de impact op natuur en landschap integraal worden meegenomen en afgewogen. Bij elk project wordt slim multifunctioneel ruimtegebruik gestimuleerd door, waar mogelijk, waarde aan natuur en landschap toe te voegen door extra natuurelementen te creëren (bijvoorbeeld met gewassen, wandelroutes, groene stroken, insectenparken, watergangen). Hierbij kan door het bevoegd gezag voor natuur onder meer gebruik worden gemaakt van de criteria uit de 'Checklist Natuurbelangen bij Windenergie op Land' - later dit jaar uitgebreid tot 'Checklist Natuurbelangen bij Duurzame Energieprojecten op Land'.

Het is effectief dat voor energieproducenten bij natuurvergunningen een onderling vergelijkbare set voorwaarden geldt om negatieve effecten op natuur zoveel mogelijk te minimaliseren. Hierbij wordt in ieder geval gekeken naar:

- De wijze waarop de Vogel- en Habitatrichtlijn zodanig kan worden toegepast dat recht wordt gedaan aan de wettelijke bescherming van kwetsbare soorten en tegelijkertijd meer ruimte wordt geboden voor hernieuwbare elektriciteit;
- Op welke wijze initiatiefnemers aanvullende mitigerende maatregelen kunnen nemen om het negatieve effect op soorten en de natuur te zo klein mogelijk te houden;
- Aanvullende bredere maatregelen om de staat van instandhouding van deze soorten te verbeteren en negatieve effecten op de natuur (zoals de biodiversiteit) te verminderen.

Deze landelijke voorwaarden worden bij de uitwerking dit najaar opgesteld. Het natuurbelang kan middels bovenbeschreven wet- en regelgeving geborgd worden. Minder helder is hoe dat met de landschappelijke aspecten kan worden geregeld. Op regionale schaal zullen in het kader van de RES afspraken worden gemaakt hoe, rond natuur en landschap, lokale natuur en milieuorganisaties vroegtijdig en volwaardig worden betrokken in de afwegingen rond locatiekeuzes en multifunctioneel ruimtegebruik. Zodat we effectief negatieve effecten op natuur en landschap tegengaan en voorkomen. De NMF's bieden aan hier een intermediaire,

ondersteunende rol te vervullen en werken hierbij nauw samen met de terrein beherende organisaties.

BRONNEN

1. Based on NPER (2017) and Verkenning (2018)

6.4 RUIMTELIJKE AGENDA VOOR HET NAJAAR

Wij bevelen aan in het najaar de volgende zaken op de 'ruimtelijke' agenda te hebben staan:

- *Uitwerking pagina's bij de opties in de menukaart over governance, kosten, instrumentarium, netinpassing, maatschappelijke acceptatie en mogelijke knelpunten op het gebied van wet- en regelgeving;*
- *Verdere invulling van de opties voor productie hernieuwbare elektriciteit in combinatie met de onderlinge samenhang van de verschillende opties;*
- *Verdere uitwerking van de ruimtelijke impact van de opgave van transmissie, conversie en opslag (zie hiervoor de aanzet in de paragraaf over de TTS).*
- *Welke mogelijkheden zijn er, welke technieken zijn kansrijk, welke potenties hebben deze, en wat is de ruimtelijke impact ervan?;*
- *De precieze invulling van de verschillende pakketten van de Sectortafel met opties uit de menukaart;*
 - *Nadere uitwerking op nationale schaal wat de ruimtelijke impact is van de pakketten met verschillende opties;*
 - *Nadere uitwerking op regionale/lokale schaal wat de ruimtelijke impact en ruimtelijke kwaliteit hiervan is;*
- *Onderzoek naar wat ruimtelijke kwaliteit behelst voor de verschillende opties;*
- *Onderzoek naar welke energielandschappen zich kunnen ontwikkelen richting 2030 en in de periode daarna. Hoe kan ruimtelijk ontwerp hierin een rol spelen?;*
 - *Nadere verbeelding op nationale schaal wat hiervan dan de bijdrage kan zijn;*
 - *Nadere verbeelding in een aantal lokale/regionale locaties;*
- *Invulling van de pakketten spiegelen aan mogelijke ruimteclaims van de andere sectortafels maar ook vanuit andere domeinen zoals woningbouw, infrastructuur of klimaatadaptatie;*
 - *Welke combinatiemogelijkheden zijn er te maken met andere (ruimtelijke) transities? In het boek Ruimtelijke Verkenning Energie en Klimaat (2018) zijn enkele combinaties van de energietransitie en andere transities uitgewerkt. Onderzocht wordt of er meer van deze kansrijke combinaties zijn, en wat er nodig is om ze te kunnen benutten;*
 - *Afstemming met de NOVI en de RES;*
- *Uitgezocht wordt welke (ruimtelijke, juridische, financiële, beleidsmatige) condities nodig zijn voor de ontwikkeling van energie-hotspots? Welke kansen en belemmeringen zijn er te onderscheiden in de ontwikkeling van energie-hotspots in zeehavens, corridors/knooppunten en dunbevolkte gebieden?*
- *Voor de energietransitie zal tevens bestaande energie-infrastructuur aangepast en nieuwe aangelegd moeten worden, zowel op land als op zee, en in de aanlanding aan/bij de kust. Onderzoek is nodig naar wat de omvang is van deze extra infrastructuur en wat hiervan de ruimtelijke impact is;*
- *Welke optimalisatiemogelijkheden zijn er in het gebruik van de huidige energie-infrastructuur? Beter benutten van het bestaande net betekent minder ruimtelijke impact. In welke mate kunnen technologische ontwikkelingen bijdragen aan efficiënter gebruik van het bestaande elektriciteitsnetwerk? Hoeveel winst is te bepalen met zaken als smart charging, load balancing en peak shaving?*

COLLAGEN & BIJLAGEN

COLOFON

1 RUIMTE

Boris Hocks
Lieselotte Tolk

Jaap Witte
Vincent Peters
Francesca Becchi

2 MOBILITEIT

Rens Wijnakker

Max Augustijn
Caterina Vetrugno
Wesley Verhoeven
Johnathan Subendran

3 LANDBOUW & LANDGEBRUIK

Dirk Sijmons
Pim Kupers

Nikol Dietz
Christina Di Paola
Dirco Kok
Peter Veldt
Philippe Allignet

4 GEBOUWDE OMGEVING

Thijs van Spaandonk
Gerjan Streng
Andy van den Dobbelsesteen

Stephanie Ete

5 INDUSTRIE

Marco Vermeulen
Bram Willemse

Joost van der Waal

6 ELEKTRICITEIT

Taco Kuijers
Sven Stremke
Dirk Oudes

Jaap Witte
Vincent Peters
Francesca Becchi

VORMGEVING EN OPMAAK

Vincent Peters
Francesca Becchi
Boris Hocks

BIJLAGEN

I MENUKAART SECTORTAFEL ELEKTRICITEIT - OPTIES VOOR PRODUCTIE HERNIEUWBARE ENERGIE

MARKTAARTE NUTTOORITEIT SELEKTIVITEIT

BIJLAGE 1: Opties voor productie hernieuwbare energie



GENERATION
ENERGY

Taco Kuijers
Boris Hocks
Jaap Witte
Vincent Peters
Francesca Becchi



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Academie van Bouwkunst
Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten

Sven Stremke
Dirk Oudes

MENUKAART

Om de grote ruimtelijke opgave te adresseren en de ruimtelijke impact te mitigeren is met een viertal ruimtelijke principes gewerkt om beschikbare ruimte zo efficiënt mogelijk te benutten en ruimtelijke kwaliteit te waarborgen of zelfs te verhogen:

1. Streef naar zuinig en (zoveel mogelijk) meervoudig ruimtegebruik;
2. Breng vraag naar en aanbod van hernieuwbaar opgewekte elektriciteit zoveel mogelijk dicht bij elkaar;
3. Combineer opgaven en ga indien nodig over tot uitruilen en herbestemmen.
4. Sluit zo goed mogelijk aan bij gebied specifieke ruimtelijke kwaliteit;

Met behulp van deze principes is een menukaart opgesteld die de ruimtelijke inpasbaarheid in beeld brengt voor drie verschillende vormen van hernieuwbare elektriciteit (WOZ, WOL en Zon-PV). Naast het in beeld brengen van de ruimtelijke impact adresseert deze menukaart ook governance, instrumentarium, netinpassing, maatschappelijke acceptatie en mogelijke knelpunten op het gebied van wet- en regelgeving.

In totaal zijn 35 concrete ruimtelijke opties in beeld gebracht. Hiermee komt een goed vergelijkbaar beeld beschikbaar van kansen en belemmeringen. Uiteindelijke keuzes worden aan de hand van regionale energiestrategieën en nationale plannen gemaakt. Het kan dus ook een keuze zijn om van de ruimtelijke principes af te wijken. Daarom zijn ook de opties wind en zon op (open) agrarisch terrein (opties 2.7 en 3.8) in beeld gebracht.

Voor de conversie naar TWh zijn voor de opties de volgende uitgangspunten gehanteerd wat betreft de vollasturen:

- WOZ
 - Bestaand: 3.000
 - Routekaart 2023: 4.400
 - Routekaart 2030: 5.500
- WOL 3.500 (Alleen nieuwe turbines; bestaande turbines zijn buiten beschouwing gelaten)
- Zon-PV 900 (nieuwe installaties; bestaande opwek is buiten beschouwing gelaten)

Leeswijzer

De opties van de menukaart worden per optie in 2 pagina's beschreven (zie volgende pagina). De eerste pagina laat de eigenschappen, de potentie en de mogelijke bijdrage aan de verschillende pakketten zien. Eerst wordt de optie beknopt omschreven (1) en worden de eigenschappen van de optie in o.a. een infographic (2) inzichtelijk gemaakt. In een kaart (3) worden de locaties getoond waar deze optie mogelijk is en in een staafdiagram (4) wordt weergegeven hoeveel procent van het totale oppervlak kan worden benut (oranje) en welk deel in 2030 wordt ingezet (groen). Het rode deel van de diagram toont het oppervlak dat niet te gebruiken is als gevolg van ander ruimtegebruik en mogelijke beperkingen. De tabel daaronder (5) toont de potentie (stand van techniek in 2018) en het opgesteld vermogen voor 2030 en 2050 en de grafieken (6) daarnaast laten zien in hoeverre deze optie kan bijdragen aan het 49% pakket en het versnellingspakket van de sectortafel Elektriciteit. Voor het 49% pakket is een bandbreedte gehanteerd waarbij de onderkant uitgaat van een groei van de elektriciteitsvraag van 12 TWh als gevolg van elektrificatie en de bovenkant 38 TWh.

Aangezien de definitieve cijfers per bron nog ontbreken is voorlopig onderstaande onderverdeling aangehouden.

Wind op zee

49 PBL (12TWh)	11,6 GW
49 Max (38TWh)	14,5 GW
Versnellingspakket	16,2 GW

Wind op land

49 PBL (12TWh)	7,7 GW
49 Max (38TWh)	10,7 GW
Versnellingspakket	12,2 GW

Zon-PV

49 PBL (12TWh)	22,3 GW
49 Max (38TWh)	26,3 GW
Versnellingspakket	28,8 GW

Op de tweede pagina (7) komen governance, kosten, instrumentarium, netinpassing, maatschappelijke acceptatie en mogelijke knelpunten op het gebied van wet- en regelgeving aan de orde. Deze tweede pagina wordt in het najaar nader uitgewerkt.

Met deze menukaart zijn 35 concrete ruimtelijke opties verkend. In de vorm van factsheets per ruimtelijke optie komen deze beschikbaar voor de Sectortafel Elektriciteit.

- Voorliggende menukaart toont niet een uitputtende lijst van opties; (geen waterkracht, osmose etc.)
- De opties zijn in principe steeds vanuit de ruimtelijke principes geredeneerd. 6 van de opties zijn niet op deze ruimtelijke principes gebaseerd (2.7, 2.8, 3.5, 3.6, 3.8, 3.9);
- Combinaties van opties (zoals wind i.c.m. zonneweiden) zijn niet opgenomen in deze menukaart;
- Wel zijn – op basis van huidige kennis – de opties met de grootste opwekpotentie in beeld gebracht;

- De opties zijn niet per definitie bij elkaar op te tellen;
- Er is overlap tussen de potentiëlen van de opties: molens op een boerenbedrijf maken het potentieel op landbouwgronden bijvoorbeeld kleiner.
- De potenties van de opties zijn totaal, dus niet additioneel t.o.v. het basis pad PBL; Ook de berekening voor de maximale percentuele bijdrage van een optie op een scenario zijn op basis van het totaal - dus inclusief het basis pad PBL;
- De potentie van de opties is sterk afhankelijk van de beschikbare ruimte; de beschikbare ruimte is alle ruimte minus beperkingen. Dit is per optie beschreven;
- Beperkingen zijn o.a. geluidhinder, veiligheid, milieu, natuur, ecologie, radar, de factor tijd, draagvlak, wet- en regelgeving, etc.;
- Opties voor transmissie en opslag worden in najaar aangevuld en nader uitgewerkt;
- Alleen landelijke beperkingen zijn meegenomen, geen provinciale of gemeentelijke regelgeving;
- De haalbaarheid van de opties is niet op basis van een business-case getoetst;
- De haalbaarheid van de opties is niet op locatieniveau getoetst;
- Omgevingseffecten zijn niet meegenomen in de potentie, wel in de opgestelde vermogens;
- Verdere invulling van de ruimtelijke kwaliteit komt in deze factsheets niet aan de orde en zal in het najaar nader uitgewerkt worden



1

2

4

5

3

6

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

7

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

KANGEN OF DELEMMEIN

[Redacted text]

[Redacted text]

[Redacted text]

HERNIEUWBAAR OP ZEE: WIND OP ZEE

Alle opties voor wind op zee zijn zelfstandig bruikbaar. Dat wil zeggen dat in de optie functiescheiding ook de routekaart 2030 al is meegenomen, enz.

Ook veel van de ruimte in het NCP is al in gebruik door andere functies. Met inachtneming van deze functies en de bijbehorende ruimtelijke restricties (excl. Visserij) is dan nog maximaal 18.000 km² beschikbaar.



1A ROUTEKAART

1B FUNCTIESCHEIDING

1C FUNCTIESCHEIDING ELEKTRIFICATIE KUST

1D FUNCTIESCHEIDING CONVERSIE H₂

1E FUNCTIECOMBINATIE

1F FUNCTIECOMBINATIE ELEKTRIFICATIE KUST

1G FUNCTIECOMBINATIE CONVERSIE H₂

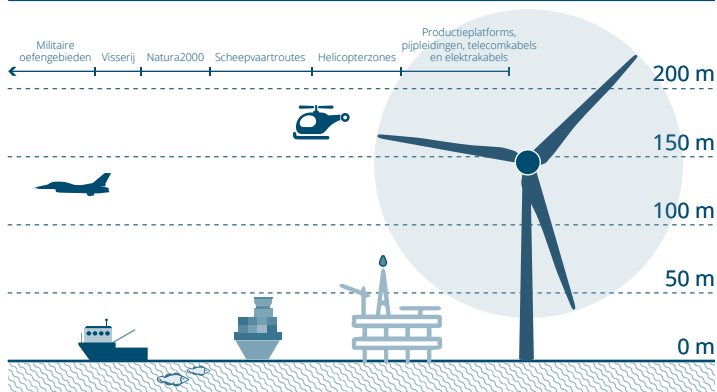
1a ROUTEKAART

potentie wind op zee conform routekaart 2030

OMSCHRIJVING OPTIE

- turbine (RK2030) 12 MW en 5.500 vollasturen (cf. specs fabrikant General Electric)
- Bestaand 1 GW (3,3 MW @3.000 vollastuur) + RK2023 3,5 GW (8 MW @4.400 vollastuur) + RK 2030 7 GW (12 MW @5.500 vollastuur) = 11,5 GW

VERMOGEN EN GROOTTE



MW	12	MW/km ²	5,3
capacity factor	4.905		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

4% van 58.000 km²

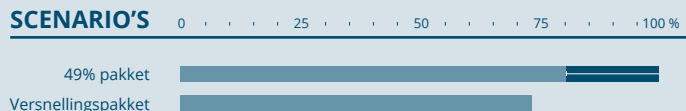
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	2.200	11,5	205
2030	1.310	2.200	11,5	205
2050	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

SCENARIO'S



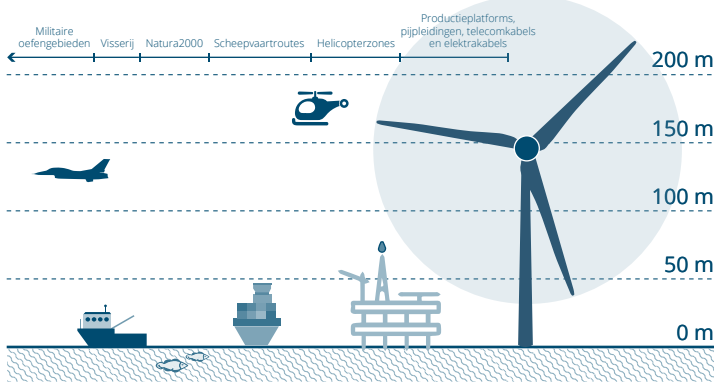
1b FUNCTIESCHEIDING

potentie wind op zee maximaal benutten, waarbij aanlanding in de vorm van elektriciteit plaatsvindt, bij voorkeur bij industriële clusters aan de kust (Eemshaven, Noordzeekanaalgebied, Rotterdam/Moerdijk, Vlissingen/Terneuzen/Gent) of elders landinwaarts.

OMSCHRIJVING OPTIE

- turbine 12 MW en 5.500 vollasturen (cf. specs fabrikant General Electric). Voor de dichtheid van nieuw te realiseren windparken is 8 MW/km² aangehouden.
- Bestaand 1 GW (3,3 MW @3.000 vollastuur) + RK2023 3,5 GW (8 MW @4.400 vollastuur) + 10 GW (12 MW @5.500 vollastuur) = 14,5 GW. 14,5 GW is gebaseerd op het aantal GW dat in totaal (dus 10 GW additioneel tov het energieakkoord) elektrisch is aan te sluiten verspreid over NL (minimale netaanpassingen)

VERMOGEN EN GROOTTE



MW	12	MW/km ²	5,6
capacity factor	5.062		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

4% van 58.000 km²

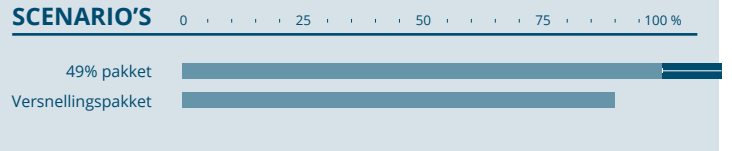
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	9.000	2.575	108,0	2138
2030	1.560	2.575	14,5	264
2050	1.208	2.575	14,5	287

SCENARIO'S



1c FUNCTIESCHEIDING - elektrificatie kust

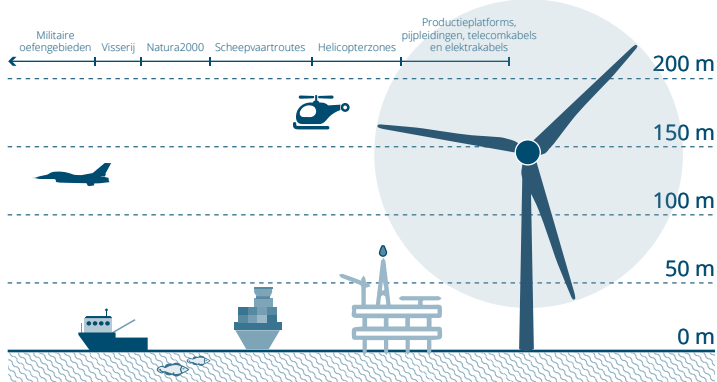
In deze clusters 8 GW extra geleverd dankzij elektrificatie in de industrie (i.c.m. piekopslag)



OMSCHRIJVING OPTIE

- Bij vraagclustering (aan kust). Tot 2030 tegen lagere kosten dan PBL-studie (want minder curtailment).
- Turbine 12 MW en 5.500 vollasturen (cf. specs fabrikant General Electric). Voor de dichtheid van nieuw te realiseren windparken is 8 MW/km² aangehouden.
- Bestaand 1 GW (3,3 MW @3.000 vollastuur) + RK2023 3,5 GW (8 MW @4.400 vollastuur) + 8 GW (12 MW @5.500 vollastuur) = 22,5 GW

VERMOGEN EN GROOTTE



MW	12	MW/km ²	6,3
capacity factor	5.218		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE



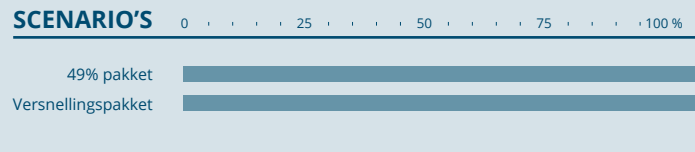
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	9.000	3.575	108,0	2138
2030	2.185	3.575	22,5	423
2050	1.875	3.575	22,5	446

SCENARIO'S



1d FUNCTIESCHEIDING - conversie H₂

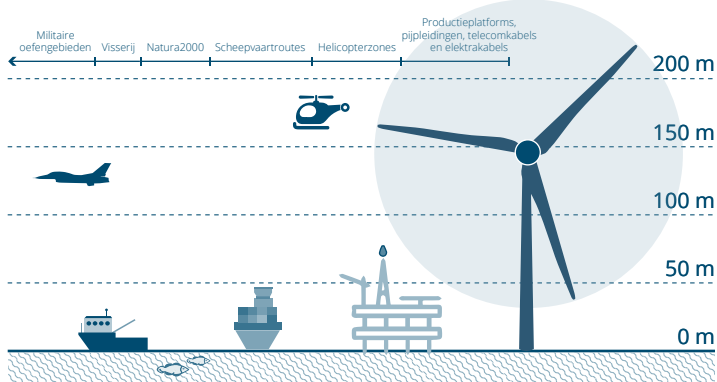
Tot 14,5 GW op huidige infrastructuur. Daarboven omzetting naar H₂ (i.c.m. piekopslag)



OMSCHRIJVING OPTIE

- Omzetting in waterstof voor het deel boven de 14,5 GW met een conversieverlies van 30%
- Turbine 12 MW en 5.500 vollasturen (cf. specs fabrikant General Electric). Voor de dichtheid van nieuw te realiseren windparken is 8 MW/km² aangehouden.
- Bestaand 1 GW (3,3 MW @3.000 vollastuur) + RK2023 3,5 GW (8 MW @4.400 vollastuur) + 10 GW (12 MW @5.500 vollastuur) + 17,5 GW conversie naar H₂ (12 MW @5.500 vollastuur) = 32 GW. De grens voor 2030 wordt hier gevormd door een uitroltempo van 3 GW/jaar.

VERMOGEN EN GROOTTE



MW	12	MW/km ²	6,7
capacity factor	5.302		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

8% van 58.000 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	9.000	4.763	108,0	1583
2030	1.310	4.763	32,0	507
2050	9.000	16.073	108,0	1583

SCENARIO'S 0 25 50 75 100%



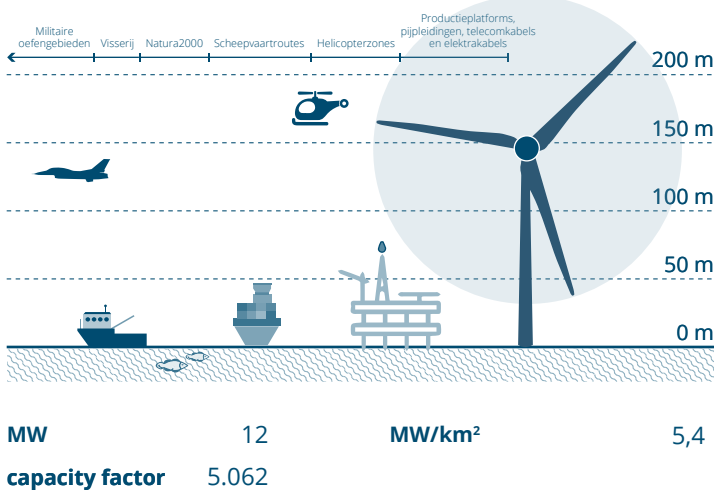
1e FUNCTIECOMBINATIE

maximaal inzetten op wind op zee met scheepvaart, voedselvoorziening en natuur, waarbij aanlanding bij industriële clusters aan de kust (Eemshaven, Noordzeekanaalgebied, Rotterdam/Moerdijk, Vlissingen/Terneuzen/Gent) in de vorm van elektriciteit.

OMSCHRIJVING OPTIE

- Mogelijk maken dubbel ruimtegebruik (wind en andere functies) waarbij minder MW/km² (6 MW/km²).
- Turbine 12 MW en 5.500 vollasturen (cf specs fabrikant General Electric). Voor de dichtheid van nieuw te realiseren windparken is 6 MW/km² aangehouden.
- Bestaand 1GW (3,3MW @3.000 vollastuur) + RK2023 3,5GW (8MW @4.400 vollastuur) + 10GW (12 MW @5.500 vollastuur) = 14,5 GW. 14,5 GW is gebaseerd op het aantal GW dat in totaal (dus 10 GW additioneel tov het energieakkoord) elektrisch is aan te sluiten verspreid over NL (minimale netaanpassingen)

VERMOGEN EN GROOTTE



RUIMTE



TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

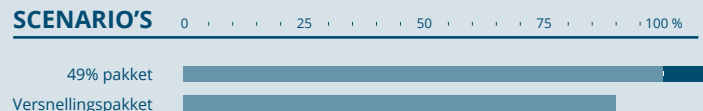
5% van 58.000 km²



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	4.500	2.700	54,0	984
2030	1.560	2.700	14,5	264
2050	1.208	2.700	14,5	287

SCENARIO'S



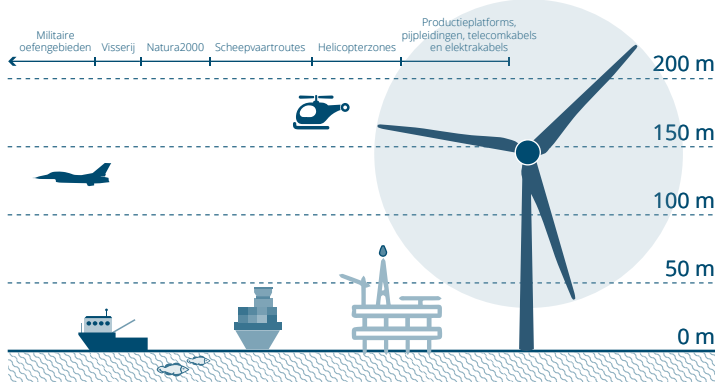
1f FUNCTIECOMBINATIE - elektrificatie kust

In deze clusters 8 GW wordt extra geleverd dankzij elektrificatie in de industrie (i.c.m. piekopslag)

OMSCHRIJVING OPTIE

- Mogelijk maken dubbel ruimtegebruik (wind en andere functies) waarbij minder MW/km² (6 MW/km²).
- Bij vraagclustering (aan kust). Tot 2030 tegen lager kosten dan PBL (want minder curtailment).
- Turbine 12 MW en 5.500 vollasturen (cf. specs fabrikant General Electric). Voor de dichtheid van nieuw te realiseren windparken is 6 MW/km² aangehouden.
- Bestaand 1 GW (3,3 MW @3.000 vollastuur) + RK2023 3,5 GW (8 MW @4.400 vollastuur) + 18 GW (12 MW @5.500 vollastuur) = 22,5 GW

VERMOGEN EN GROOTTE



MW	12	MW/km ²	5,6
capacity factor	5.218		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

7% van 58.000 km²

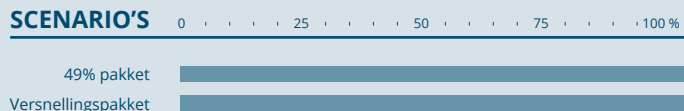
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	4.500	4.033	54,0	1014
2030	2.185	4.033	22,5	423
2050	1.875	4.033	22,5	446

SCENARIO'S



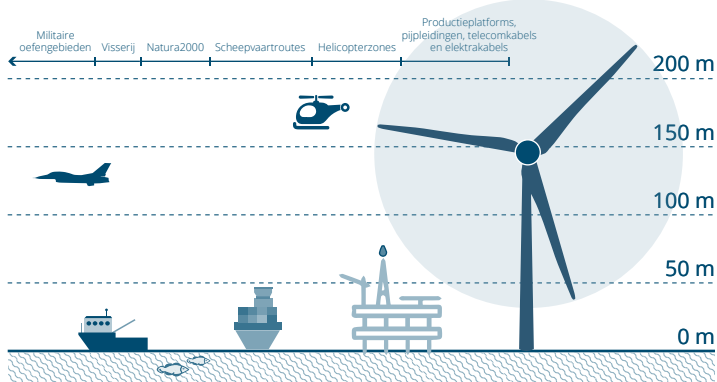
1g FUNCTIECOMBINATIE - conversie H₂

Tot 14,5 GW op huidige infrastructuur. Daarboven omzetting naar H₂ (i.c.m. piekopslag)

OMSCHRIJVING OPTIE

- Mogelijk maken dubbel ruimtegebruik (wind en andere functies) waarbij minder MW/km² (6 MW/km²).
- Conversie in waterstof voor het deel boven de 14,5GW met een conversieverlies van 30%
- Turbine 12 MW en 5.500 vollasturen (cf. specs fabrikant General Electric). Voor de dichtheid van nieuw te realiseren windparken is 6 MW/km² aangehouden.
- Bestaand 1 GW (3,3 MW @3.000 vollastuur) + RK2023 3,5 GW (8 MW @4.400 vollastuur) + 10 GW (12 MW @5.500 vollastuur) + 17,5GW H₂ (12 MW @5.500 vollastuur) = 32 GW. De grens voor 2030 wordt hier gevormd door een uitroltempo van 3 GW/jaar.

VERMOGEN EN GROOTTE



MW	12	MW/km ²	5,7
capacity factor	5.302		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

10% van 58.000 km²

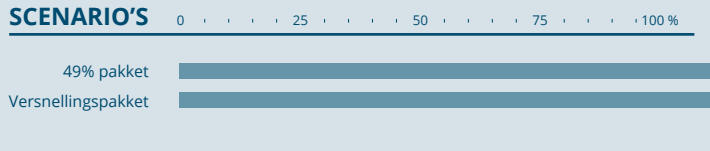
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	4.500	5.617	54,0	996
2030	2.667	5.617	32,0	507
2050	4.500	9.478	54,0	835

SCENARIO'S



HERNIEUWBAAR OP LAND: WIND OP LAND

Potenties 2030 zijn – tenzij anders vermeld - ingeschat op 2/3 van potenties 2050. Verwachting is dat er geen belemmering is t.a.v. uitroltempo

Wind op land kan conflicteren met nationale belangen zoals luchtvaart (radar, obstakelbeheersvlakken, obstakelverlichting turbines, laagvliegroutes), nationale veiligheid (radar), waterveiligheid (turbines op/ rond waterkeringen), externe veiligheid (afstand tot o.a. aardgastransportleidingen), defensie testgebied, scheepvaartradar.

Radar is bij de berekeningen voor de beperkingen voor windturbines niet als beperking meegenomen. Dat wil niet zeggen dat er vanuit radar geen beperkingen te verwachten zijn. Deze zullen echter per situatie getoetst moeten worden.





2.1 REPOWEREN

2.2 BEDRIJFSTERREIN

2.3 VERKEERSTERREIN

2.4 NATUURIJK TERREIN

A BOS

B OPEN NATUURLIJK TERREIN

2.5 KLEINSCHALIGE WINDENERGIE BIJ BOERENERVEN

2.6 BUURTMOLEN

2.7 AGRARISCH TERREIN

A WAARVAN IN GROOTSCHALIGE ZEEKLEIPOLDERS

B WAARVAN IN DROOGMAKERIJEN

2.8 WATER

2.1 Repoweren

(saneren & opschalen) van bestaande windparken

WIND OP LAND



OMSCHRIJVING OPTIE

- Bij deze optie worden de huidige 2.000 turbines die er op land staan vervangen, waarbij er voor elke 3 turbines 2 turbines van 4 MW terugkomen.

EIGENSCHAPPEN



MW	4	MW/km ²	8
capacity factor	40%		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

■■■■■■■■■■ n.v.t. van n.v.t. km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	1.333	n.v.t.	5,3	67
2030	500	250	2,0	25
2050	1.333	667	5,3	67

SCENARIO'S



2.2 BEDRIJFSTERREIN

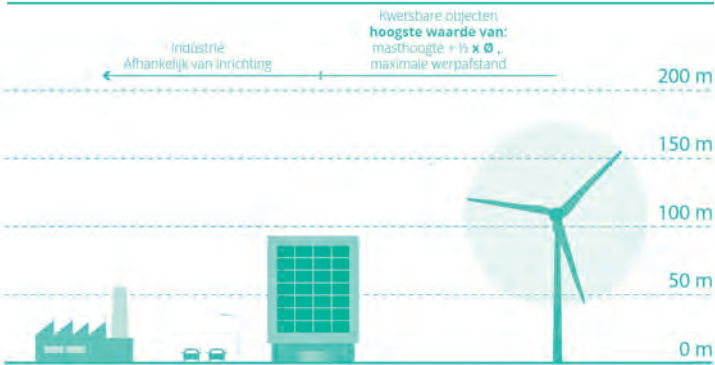


WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- In totaal is er zo'n 900 km² bedrijventerrein.
- Deze optie gaat uit van het feit dat veiligheidseisen op bedrijventerreinen worden versoepeld (handboek risicozonering, m.u.v. petrochemische industrie);
- Concreet betekent dit dat van de huidige beperkingen de beperkt kwetsbare gebouwen worden weggenomen;
- daardoor is ongeveer 35% van het oppervlak te gebruiken.
- zonder deze versoepeling is circa 5% van het oppervlak nuttig te gebruiken.

EIGENSCHAPPEN



MW	4	MW/km ²	8
capacity factor	40%		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

35% van 900 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	630	315	2,5	32
2030	420	210	1,7	21
2050	630	315	2,5	32

SCENARIO'S



2.3 VERKEERSTERREIN

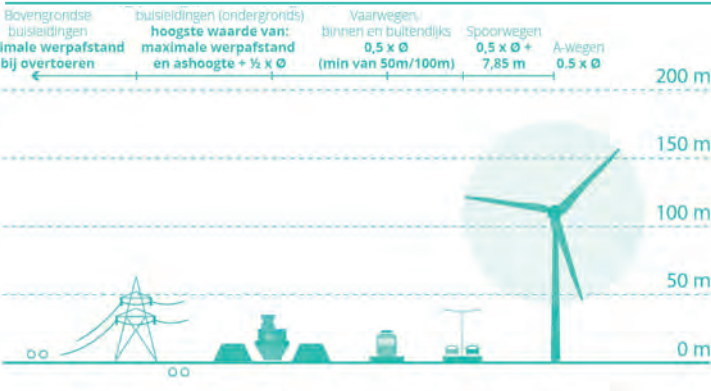
wegen, spoor, kanalen, dijken

WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Langs infrastructuur kan 25% te gebruiken oppervlakte worden gehaald wanneer de veiligheidseisen van wind op land langs infrastructuur worden versoepeld. Geluid en veiligheidseisen van omliggende bebouwing is in deze optie wel meegenomen.
- Wanneer meer ruimte langs de infrastructuur wordt meegerekend naast alleen maar de berm, oevers, etc. kan de potentie langs deze lijnen toenemen tot maximaal 6,5 GW. Dit is berekend op basis van het aantal strekkende kilometers infrastructuur (6.500), 25% hiervan nuttig te gebruiken en per 1km 1 turbine.

EIGENSCHAPPEN



MW capacity factor 40% 4 MW/km² 8

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

25% van 1.200 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	600	300	2,4	30
2030	400	200	1,6	20
2050	600	300	2,4	30

SCENARIO'S



2.4a BOS

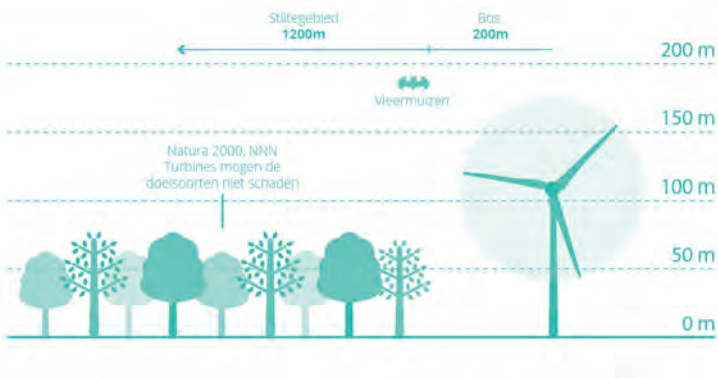
in combinatie met bosontwikkeling

WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- uitgangspunt is 1 turbine per km² (dit is ca 1/3 minder dan in reguliere windparken)
- wanneer het Natuur Netwerk Nederland niet per definitie geldt als beperking kan potentieel tot 40% van dit oppervlak worden ingezet (t.o.v. 4% wanneer deze wel restrictief zou zijn)
- Voor deze optie wordt bij het geïnstalleerd vermogen in 2050 uitgegaan van een benutting van ongeveer 30%

EIGENSCHAPPEN



MW	4	MW/km ²	4
capacity factor	40%		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

40% van 3.500 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	1.400	1400	5,6	71
2030	667	667	2,7	34
2050	1.000	1.000	4,0	50

SCENARIO'S



2.4b OPEN NATUURLIJK TERREIN

in combinatie met natuurontwikkeling

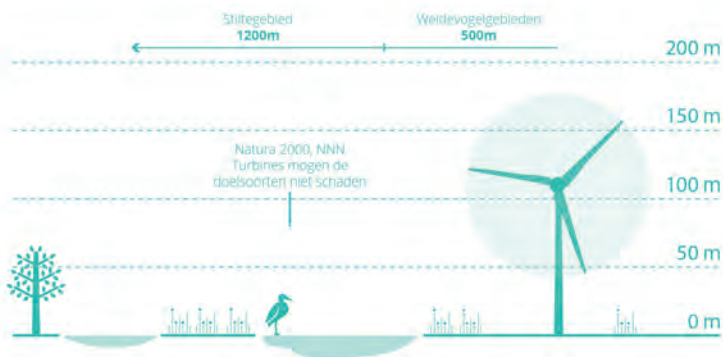


WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- uitgangspunt is 1 turbine per km² en potentieel tot 30% van het open natuurlijk terrein. Hierbij geldt het Natuur Netwerk Nederland (NNN) niet per definitie als beperking.
- Wanneer het NNN wel als restrictie geldt, gaat de beschikbare ruimte naar 3%.
- Bij deze optie is 10% beschikbare ruimte aangehouden voor de berekening voor het opgesteld vermogen in 2050.

EIGENSCHAPPEN



MW 4 MW/km² 4
 capacity factor 40%

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

30% van 1.400 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	420	420	1,7	21
2030	100	100	0,4	5
2050	150	150	0,6	8

SCENARIO'S



2.7 AGRARISCH TERREIN

WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Al het beschikbare agrarisch terrein is als uitgangspunt genomen
- De bestaande beperkingen (natuur, geluid, veiligheid) zijn hierbij in acht zijn genomen. Dan is nog ongeveer 40% beschikbaar van het agrarisch areaal.
- Voor het geïnstalleerd vermogen in 2050 is aangenomen dat niet 40% maar ongeveer 10% van het areaal kan worden benut. Dit is onder andere afhankelijk van de gebiedspecifieke ruimtelijke kenmerken.

EIGENSCHAPPEN



MW	4	MW/km ²	8
capacity factor	40%		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

40% van 20.350 km²

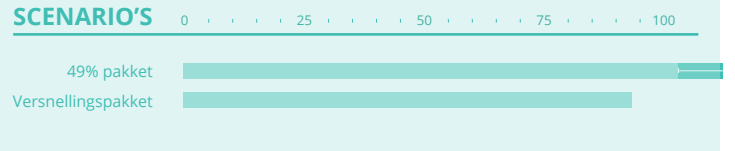
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	16.280	8140	65,1	821
2030	2.833	1.417	11,3	143
2050	4.250	2.125	17,0	214

SCENARIO'S



2.7a AGRARISCH TERREIN

Waarvan in grootschalige zeeleipolders



WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Deze optie valt binnen 2.7
- Voor deze suboptie is van het agrarisch terrein alleen naar de grootschalige zeeleipolders gekeken
- De bestaande beperkingen (natuur, geluid, veiligheid) zijn hierbij in acht zijn genomen. Dan is nog ongeveer 45% beschikbaar van de polders
- Voor het geïnstalleerd vermogen in 2050 is aangenomen dat niet 45% maar ongeveer 10% van het areaal kan worden benut. Dit is onder andere afhankelijk van gebiedspecifieke ruimtelijke kenmerken.

EIGENSCHAPPEN



MW	4	MW/km ²	8
capacity factor	40%		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

45% van 5.000 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	4.500	2250	18,0	227
2030	667	333	2,7	34
2050	1.000	500	4,0	50

SCENARIO'S



2.7b AGRARISCH TERREIN

Waarvan in droogmakerijen

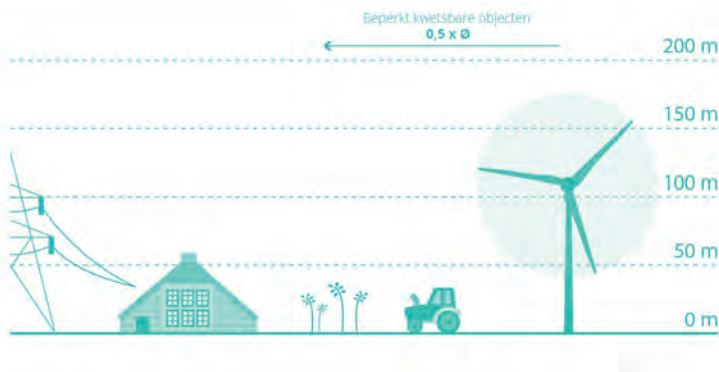
WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Deze optie valt binnen 2.7
- Voor deze suboptie is van het agrarisch terrein alleen naar de grootschalige droogmakerijen gekeken
- De bestaande beperkingen (natuur, geluid, veiligheid) zijn hierbij in acht zijn genomen. Dan is nog ongeveer 50% beschikbaar van de droogmakerijen.
- Voor het geïnstalleerd vermogen in 2050 is aangenomen dat niet 50% maar ongeveer 10% van het areaal kan worden benut. Dit is onder andere afhankelijk van gebiedspecifieke ruimtelijke kenmerken.

EIGENSCHAPPEN

RUIMTE



MW	4	MW/km ²	8
capacity factor	40%		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

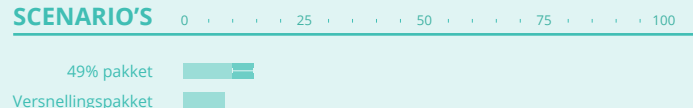
50% van 2.000 km²



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	2.000	1000	8,0	101
2030	267	133	1,1	13
2050	400	200	1,6	20

SCENARIO'S



2.8 WATER

in grootschalige gebieden (binnen- en buitenwater)

WIND OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Al het beschikbare binnen- en buitenwater is als uitgangspunt genomen. Dit is 4.000 km² binnenwater en 4.200 km² buitenwater.
- De bestaande beperkingen (natuur, geluid, veiligheid) zijn hierbij in acht zijn genomen. Dan is in totaal nog ongeveer 30% beschikbaar van het water.
- Voor het geïnstalleerd vermogen in 2050 is vanwege ander ruimtegebruik en ruimtelijke kwaliteit aangenomen dat niet 30% maar 5% van het totale wateroppervlakte kan worden ingezet voor windenergie.

EIGENSCHAPPEN



MW	4	MW/km ²	6
capacity factor	40%		

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

30% van 8.200 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	3.690	2460	14,8	186
2030	333	222	1,3	17
2050	500	333	2,0	25

SCENARIO'S



HERNIEUWBAAR OP LAND: ZON-PV

Het potentieel voor zon op land is berekend a.d.h.v. de stand van de techniek in 2018 (Roadmap PV-systemen en toepassingen)





3.1A WOONTERREIN DAKEN

3.1B WOONTERREIN GEVELS

3.2A BEDRIJFSTERREIN

3.2B BEDRIJFSTERREIN DAKEN EN GEVELS

3.3 OVERIG BEBOUWD TERREIN

A OP STORTPLAATSEN

B OP BRAAKLIGGENDE TERREINEN

3.4 VERKEERSTERREIN

A GEÏNTEGREERD IN GELUIDSSCHERMEN LANGS SNELWEGEN

3.5 BINNENWATER

3.6 BUITENWATER

3.7 AGRARISCH VASTGOED (DAKEN)

3.8 AGRARISCH TERREIN

A OP AGRARISCHE GRONDEN WAAR VERZILTING KAN VOORKOMEN

B OP GRONDEN IN COMBINATIE MET VERNATTING VEENWEIDEGEBIED

3.9 OVERIGE TERREINEN

3.1a WOONTERREIN

daken

ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Van het woonterrein (2.500 km²) is 500km² dak beschikbaar.
- Van deze daken kan maximaal ongeveer 70% worden ingezet voor Zon-PV. De inschatting is dat in 2030 zo'n 11% van het totale dakoppervlak wordt benut.
- Momenteel worden voornamelijk de zuidgeoriënteerde daken gebruikt. Richting 2030 worden ook oost en west georiënteerde daken benut en vanaf 2030 ook de noorddaken.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 160

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

70% van 500 km²

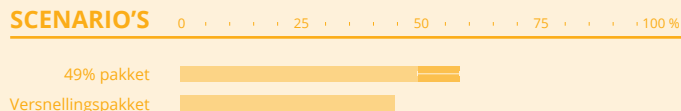
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	350	56	181
2030		59	13,0	42
2050		251	55,0	178

SCENARIO'S



3.1b WOONTERREIN

gevels

ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Van het woonterrein kan ongeveer 600 km² gevel worden ingezet.
- Deze optie is in beperkte mate inzetbaar in 2030.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 62

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

24% van 600 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	145	9	29
2030		5	0,3	1
2050		13	0,8	3

SCENARIO'S 0 25 50 75 100%

49% pakket
Versnellingspakket

3.2a BEDRIJFSTERREIN

daken



OMSCHRIJVING OPTIE

- Van het bedrijfsterrein is 250 km² dakoppervlak beschikbaar.
- Van deze daken kan maximaal ongeveer 80% worden benut. De inschatting is dat in 2030 zo'n 13% van het totale dakoppervlak van het bedrijfsterrein wordt benut.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 140

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

80% van 250 km²

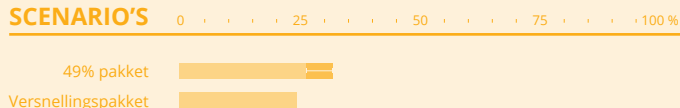
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	200	28	91
2030		32	7,1	23
2050		185	40,8	132

SCENARIO'S



3.2b BEDRIJFSTERREIN

gevels



ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Van het bedrijfsterrein kan ongeveer 1.000 km² gevel worden ingezet. Deze optie geldt m.n. vanaf 2030.
- Deze optie is in beperkte mate inzetbaar in 2030.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 60

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

30% van 1.000 km²

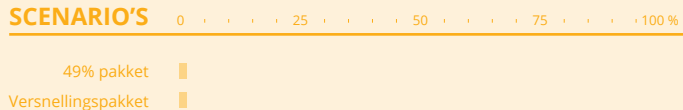
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	300	18	58
2030		3	0,2	1
2050		8	0,5	2

SCENARIO'S



3.3 OVERIG BEBOUWD TERREIN

stortplaatsen, dijken en wallen, nog niet bebouwd terrein



ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- In Nederland is ongeveer 900 km² overig bebouwd terrein. De belevingswaarde in deze terreinen is doorgaans lager dan bijvoorbeeld bij landbouw, natuur of water.
- Hiervan is maximaal 20% in te vullen met Zon-PV en de verwachting is dat in 2030 ongeveer 4% van het overig bebouwd terrein is geïnstalleerd.

EIGENSCHAPPEN



capacity factor 900 MW/km² 132

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

20% van 900 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	182	24	78
2030		34	6,2	20
2050		90	16,2	52

SCENARIO'S



3.3a OVERIG BEBOUWD TERREIN

op stortplaatsen



ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Deze optie valt binnen 3.3
- In Nederland is ongeveer 22 km² stortplaats. De belevingswaarde in deze terreinen is doorgaans lager dan bijvoorbeeld bij landbouw, natuur of water.
- Hiervan is maximaal 20% in te vullen met Zon-PV en de verwachting is dat in 2030 op ongeveer 10% van de stortplaatsen zon-PV is geïnstalleerd.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 132

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

20% van 22 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	4	1	2
2030		2	0,3	1
2050		5	0,7	2

SCENARIO'S 0 25 50 75 100%

49% pakket
Versnellingspakket

3.3b OVERIG BEBOUWD TERREIN

op braakliggende terreinen



ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Deze optie valt binnen 3.3
- In Nederland is ongeveer 400 km² braakliggend terrein. De belevingswaarde in deze terreinen is doorgaans lager dan bijvoorbeeld bij landbouw, natuur of water.
- Maximaal 15% is in te vullen met Zon-PV en de verwachting is dat in 2030 op ongeveer 3% van het braakliggende terrein zon-PV is geïnstalleerd.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 132

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

15% van 400 km²

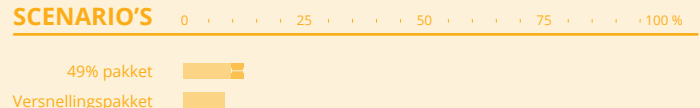
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	60	8	26
2030		11	1,4	5
2050		33	4,4	14

SCENARIO'S



3.4 VERKEERSTERREIN

wegen, spoor, kanalen, dijken

ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Betreft opwek langs wegen en spoorwegen, geïntegreerd in de infrastructuur, geluidschermen, geïntegreerd in voer/ vaartuigen.
- Meer dan een kwart van het areaal verkeersterrein kan in aanmerking komen voor zon-PV. In 2030 zal naar verwachting ongeveer 3% van het totale oppervlak aan verkeersterrein kunnen worden ingevuld met zon-PV

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 66

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

28% van 1.200 km²

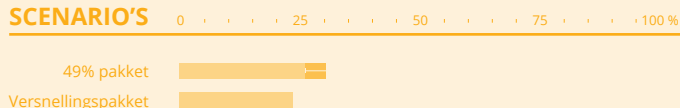
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	335	22	71
2030		37	6,8	22
2050		133	21,8	70

SCENARIO'S



3.4a VERKEERSTERREIN

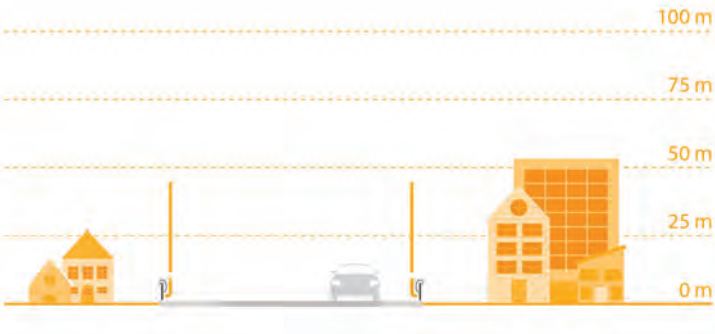
geïntegreerd in geluidsschermen langs snelwegen



OMSCHRIJVING OPTIE

- Deze optie valt binnen 3.4
- Tot 70% van de (bestaande) geluidsschermen langs snelwegen kan worden benut. Tot en met 2030 wordt bijna het gehele potentieel ingevuld.

EIGENSCHAPPEN



capacity factor 900 MW/km² 57

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

70% van 10 km²

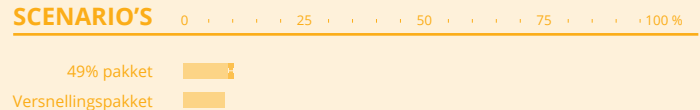
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	7	0,4	1
2030		5	0,3	1
2050		14	0,8	3

SCENARIO'S



3.5 BINNENWATER

golfslagcategorie 1-3: waterbassins, kleine plassen, grote plassen, IJsselmeer, Waddenzee

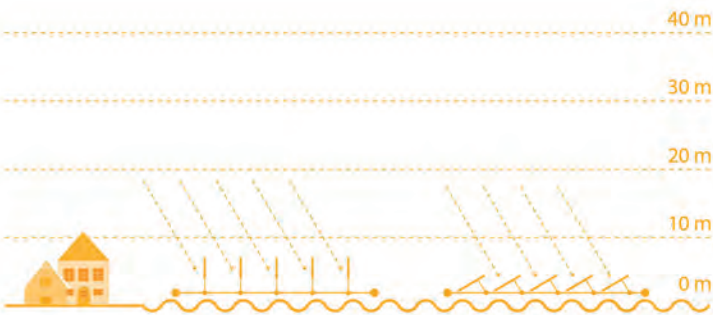


ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- De potentie voor zonne-energie op binnenwater is aanzienlijk, wanneer 5% van het beschikbaar binnenwater wordt benut. De verwachting is dat in 2030 ongeveer 1/10 van deze potentie wordt gerealiseerd.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 115

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

5% van 4.000 km²

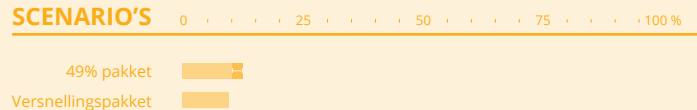
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	200	23	75
2030		18	2,7	9
2050		46	6,7	22

SCENARIO'S



3.6 BUITENWATER

golfslagcategorie 3: Ooster- en Westerschelde, Eems, Dollard, gemeentelijke ingedeelde gedeelte van de Noordzee, ...
excl. Exclusieve Economische Zone van de Noordzee

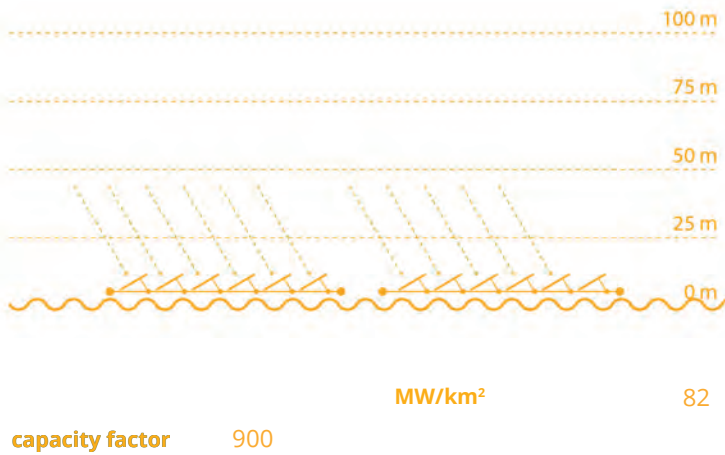


ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- De potentie voor zonne-energie in buitenwater is sterk afhankelijk van de mate waarin zout en golfslag effect kunnen hebben op de opbrengst en levensduur van de systemen.

EIGENSCHAPPEN



TE BENUTTEN OPPERVLAKTE



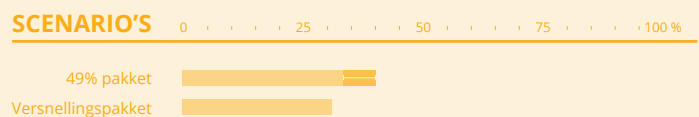
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	170	14	45
2030		5	8,8	29
2050		52	40,8	132

SCENARIO'S



3.7 AGRARISCH TERREIN

Agrarisch vastgoed (daken)



OMSCHRIJVING OPTIE

- Van het agrarisch terrein is 150km² dak beschikbaar.
- Van deze daken kan maximaal ongeveer 70% worden ingezet voor Zon-PV. De inschatting is dat in 2030 zo'n 18% van het totale dakoppervlak wordt benut.
- Momenteel worden voornamelijk de zuidgeoriënteerde daken gebruikt. Richting 2030 worden ook oost en west georiënteerde daken benut en vanaf 2030 ook de noorddaken.

EIGENSCHAPPEN



capacity factor 900 MW/km² 160

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

70% van 150 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

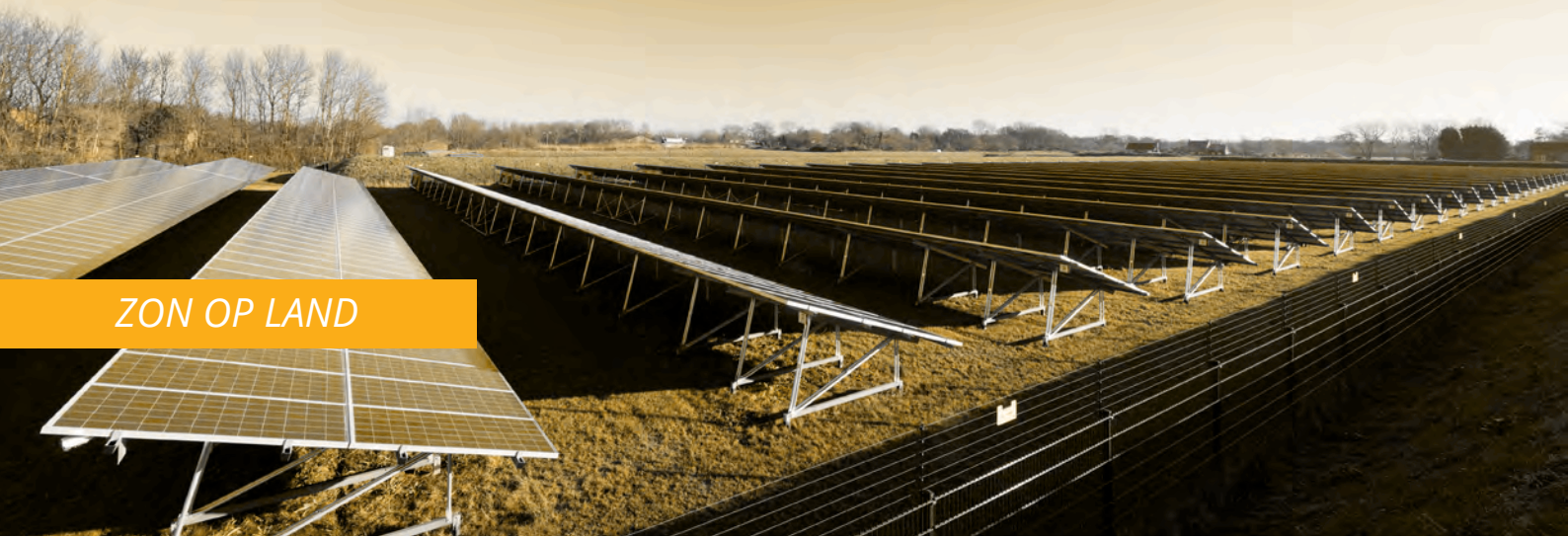
	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	105	17	54
2030		27	6,0	19
2050		68	15,0	49

SCENARIO'S



3.8 AGRARISCH TERREIN

Grasland en bouwgrond



ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Zon-PV op grasland en bouwgrond. Potentieel kan tot 4% van het agrarisch terrein worden ingericht met zonneweiden.
- Nu voornamelijk zuidopstellingen. In 2030 50% zuid en 50% oost-west. In 2050 80% oost-west.

EIGENSCHAPPEN



capacity factor 900 MW/km² 134

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

4% van 20.200 km²

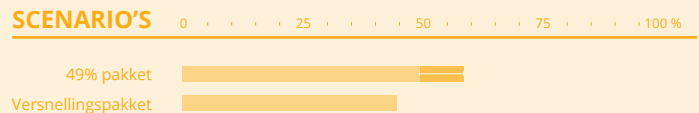
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

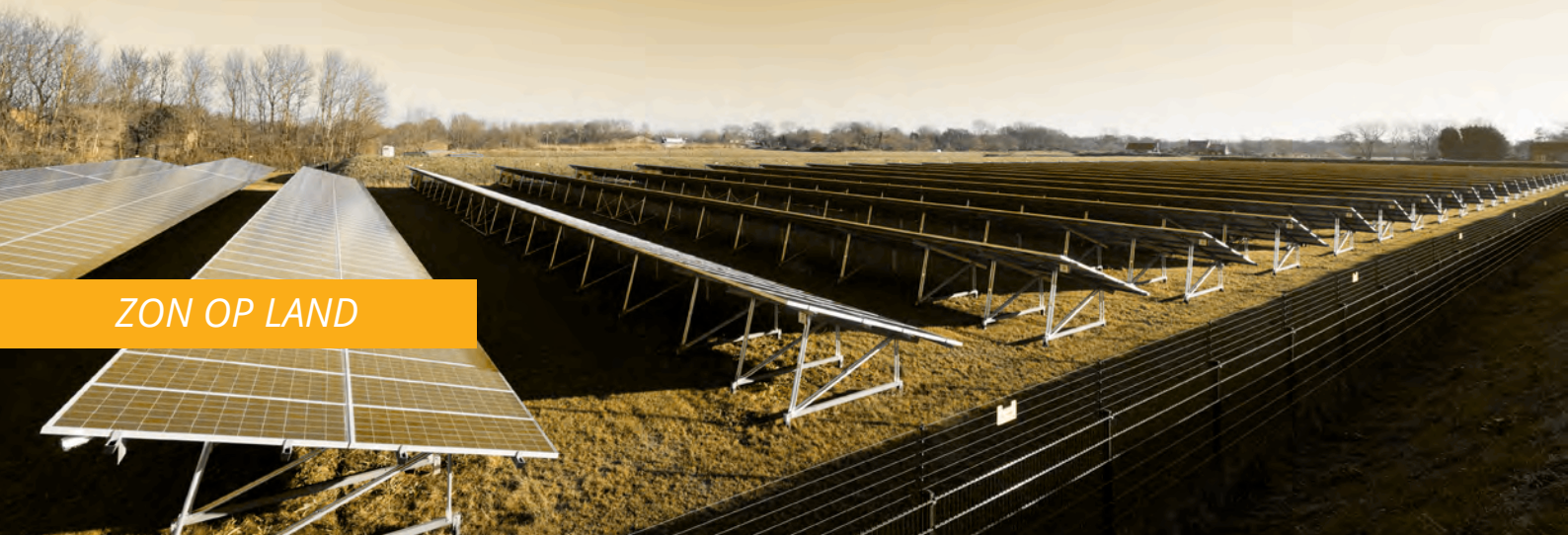
	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	755	101	327
2030		67	12,9	42
2050		170	32,9	107

SCENARIO'S



3.8a AGRARISCH TERREIN

op agrarische gronden waar verzilting kan voorkomen



ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Deze optie valt binnen 3.8
- Hierbij is gekeken naar die gebieden waar verzilting van het grondwater tot 5 meter diep voorkomt.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 130

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

4% van 2.500 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	100	13	42
2030			7	21
2050			13	42

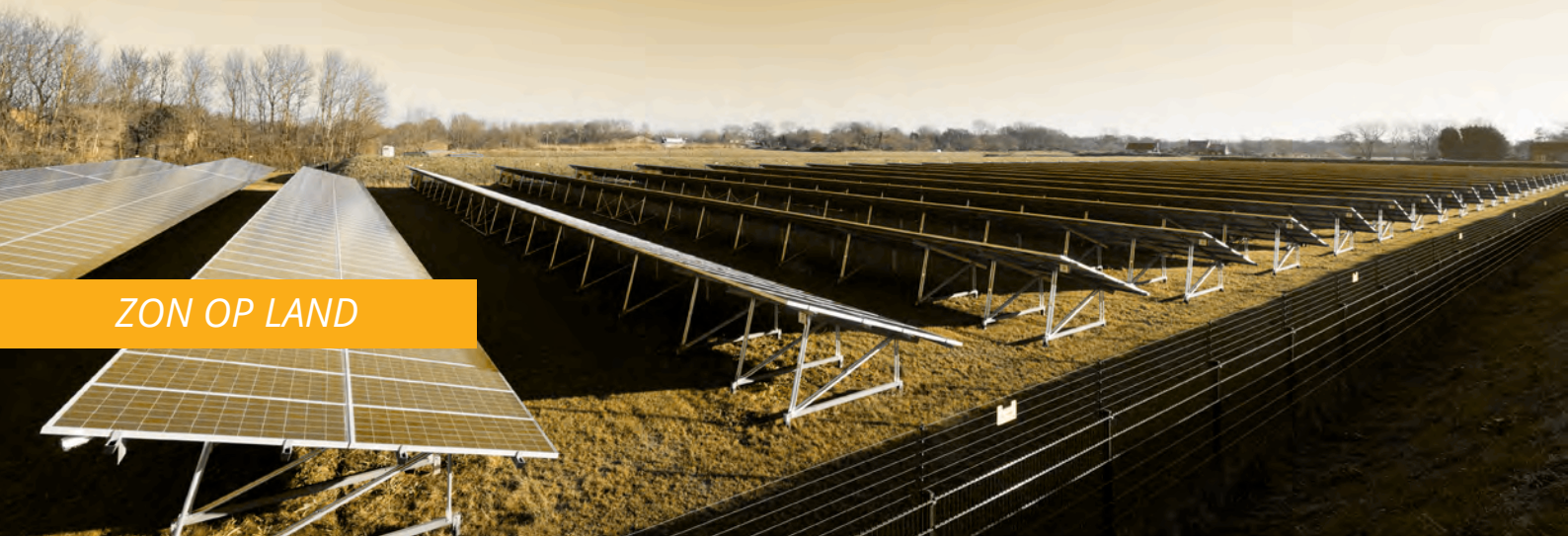
SCENARIO'S 0 25 50 75 100%

49% pakket

Versnellingspakket

3.8b AGRARISCH TERREIN

op gronden in combinatie met vernatting veenweidegebied

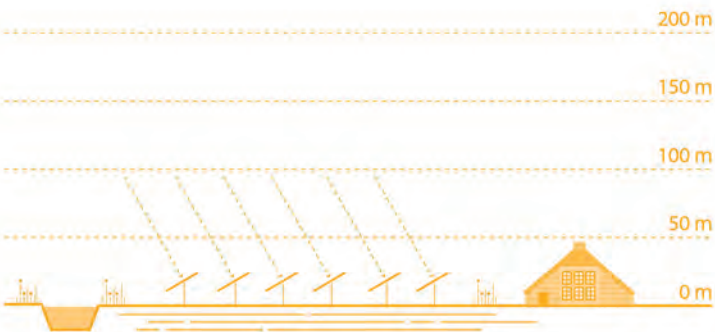


ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- Deze optie valt binnen 3.8
- Hierbij is specifiek gekeken naar bodemdalingsgevoelige veenweidegebieden, om daar te gaan vernatting i.c.m. zonne-energie.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 130

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

4% van 2.000 km²

RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	80	10	34
2030			5	17
2050			10	34

SCENARIO'S



3.9 OVERIGE TERREINEN

Bos, open natuur, recreatie, ...

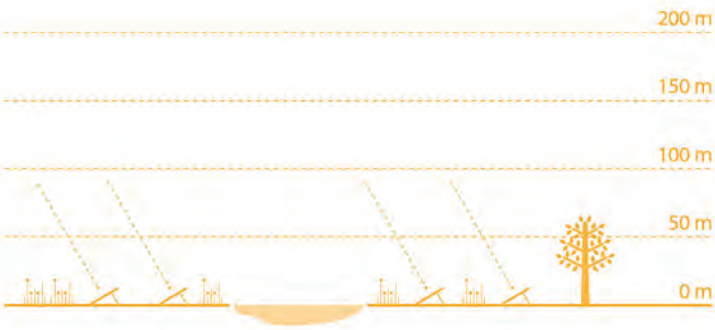


ZON OP LAND

OMSCHRIJVING OPTIE

- De verwachting is dat zonne-energie in bossen, open natuur en recreatiegebieden, niet meer dan 0,05 % van het totale areaal aan bos, natuur en recreatie zal innemen.

EIGENSCHAPPEN



MW/km² 50

capacity factor 900

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

0% van 6.000 km²

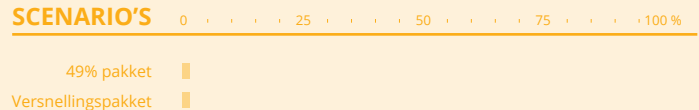
RUIMTE



VERMOGEN, JAAROPBRENGST EN SCENARIO'S

	AANTAL	KM ²	GWp	PJ
Potentie	n.v.t.	20	1	3
2030		3	0,2	1
2050		8	0,6	2

SCENARIO'S



OPSLAG EN CONVERSIË





5.1a GROOTSCHALIGE OPSLAG GAS

Waterstof opslag in bestaande aardgasopslag

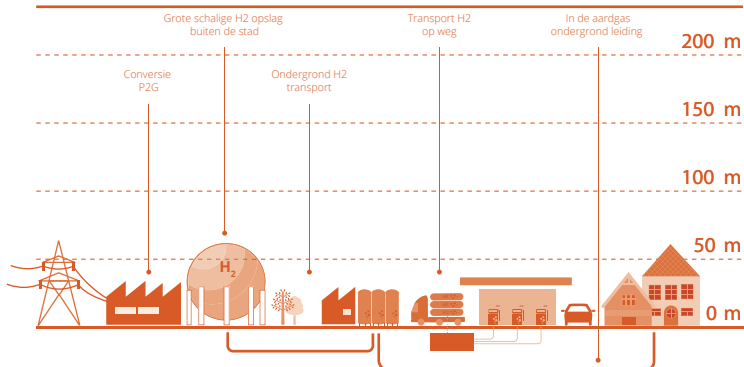


BUFFER

OMSCHRIJVING OPTIE

- Op grote schaal opslaan van waterstof in bestaande aardgasopslaglocaties voor strategische reserve

EIGENSCHAPPEN



Vermogen 265 MW **Opslagduur** onbeperkt
Energiecapaciteit 1,1 TWh **Roundtrip efficiency** 35%
E-to-power ratio 10-1000 uur **Energiedichtheid** 10,8 MJ/m³
Applicatie (b) evenwicht vraag-aanbod + (c) strategische reserve

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

RUIMTE

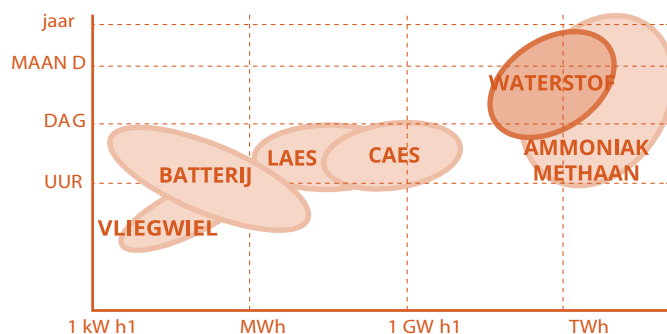
- Huidige aardgasopslaglocaties



TOTALE CAPACITEIT BUFFERING

	AANTAL	KM ²	GW
Potentie	.	.	3,75
2030	.	.	0.3
2050	.	.	.

(DNV-GL)



5.8 BATTERIJ-OPSLAG

li-ion batterijen bij bedrijventerreinen

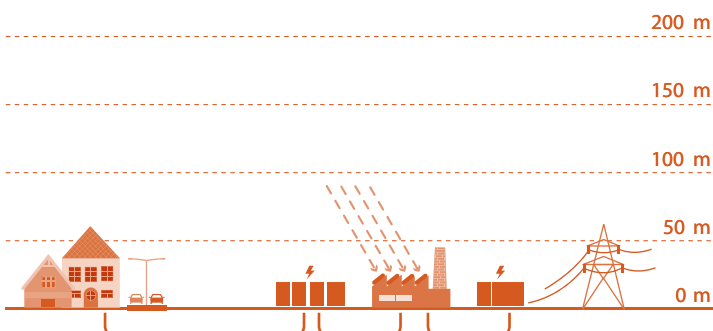


BUFFER

OMSCHRIJVING OPTIE

- li-ion systeem 5 MW en 20 MWh
- plaatsing op bedrijventerreinen
- 3,5 GW/km² (gebaseerd op Tesla powerpack)

EIGENSCHAPPEN



Vermogen 5 MW **Opslagduur** 0,001-24 uur
Energiecapaciteit 20 MWh **Roundtrip efficiency** 90%
E-to-power ratio 4 uur **Energiedichtheid** 3,5 GW/km²
Applicatie (a) gridstabiliteit + (b) evenwicht vraag-aanbod

TE BENUTTEN OPPERVLAKTE

19% van 900 km²

RUIMTE

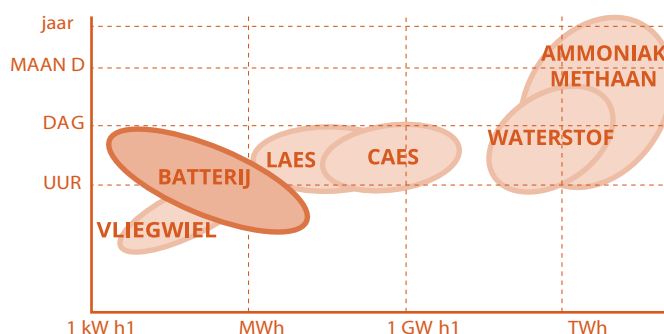
- Bedrijventerreinen



TOTALE CAPACITEIT BUFFERING

	AANTAL	KM ²	GW
Potentie	1000	1,42	5
2030	100	0,14	0,5
2050	.	.	.

(DNV-GL)



NETWERK EN INFRASTRUCTUUR





6.1a BOVENGRONDSE 380 kV

wintrack bi-pole mast

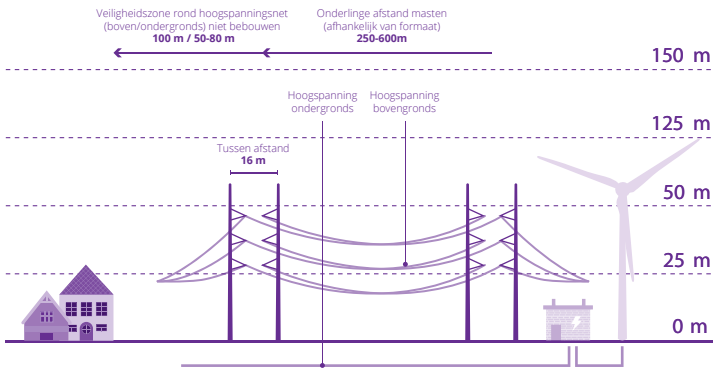


NETWERK EN INFRASTRUCTUUR

OMSCHRIJVING OPTIE

- Hoofdnetwerk voor de distributie van elektriciteit gedimensioneerd op de piekvermogensvraag

EIGENSCHAPPEN



Huidige lengte 1000 km **Netverliezen** 1,5-7,5%
Capaciteit +2500m MVA

OPPERVLAKTE

Oppervlakte per km

RUIMTE



TOTALE CAPACITEIT

	KM	KM2	GW
Potentie	.	.	.
2030	.	.	.
2050	.	.	.

(Data studie enexis: kosten infra 2030)



FABRICations.

