

ENERGIEWEGEN IN ZUID-HOLLAND

BOUWSTENEN RUIMTELIJKE KWALITEIT EN ENERGIESYSTEEM

DOMINIC
TEGELBECKERS

DUURZAME
STEDENBOUW &
ARCHITECTUUR



KRUITKOK
LANDSCHAPSARCHITECTEN



ENERGIEWEGEN IN ZUID-HOLLAND

BOUWSTENEN RUIMTELIJKE KWALITEIT EN ENERGIESYSTEEM

in opdracht van Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit (PARK) - Noël van Dooren
Provincie Zuid-Holland - Isolde Somsen

datum: 17 08 2023



INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	2		
1.1 Aanleiding	3		
1.2 Integrale ruimtelijke opgave en energiewegen	3		
1.3 Opwek energie op Rijksgronden	5		
1.4 Proces van het onderzoek	5		
1.5 Leeswijzer	5		
2. De opgave	6		
2.1 Energiesysteem 2050 begint nu!	7		
2.2 Nieuwe energielaa	7		
2.3 Snelwegomgeving als energieproducent in de RESsen	9		
2.4 Méér dan zon en wind	9		
2.5 Ruimtelijke kwaliteit langs snelwegen			
3. Bouwstenen ruimtelijke kwaliteit snelwegen	10		
3.1 Differentiatie van snelwegen op nationale schaal	11		
3.2 Typering van snelwegtrajecten	13		
3.3 Typering van de knooppunten	17		
3.4 Landschap, groenblauw netwerk, natuur en biodiversiteit	19		
3.5 Veiligheid en beleving van de route	19		
3.6 Beleving van de snelweg vanuit de omgeving	21		
3.7 Bodem en water	21		
3.8 Ruimtelijke ontwikkelingen	21		
3.9 Inzichten bouwstenen ruimtelijke kwaliteit en energieopwekking langs snelwegen	23		
4. Bouwstenen 'energielaa' bij routeontwerp	24		
4.1 De opgave = bouwen aan een betaalbaar en flexibel energiesysteem van de toekomst	25		
4.2 Energienetwerk	27		
4.3 Waarom zijn hubs steeds noodzakelijker?	27		
4.4 Ruimtelijke impact energiehubs	29		
4.5 Relatie energiehub, snelwegen en mobiliteit	29		
5. Concepten energiewegen	30		
5.1 Wat is een energieweg?	31		
5.2 Verschil in inpassingsvraagstuk zon en wind	31		
Intermezzo:	32		
Rekenbouwstenen			
5.3 Concepten zon langs snelwegen	33		
Intermezzo:	34		
Geluidsbarrières en overkappingen met PV cellen			
		5.3.1 Routes met zon	36
		5.3.1.1 Stads-zonneweg	36
		5.3.1.2 Landelijke autonome zonneweg	37
		5.3.1.3 Landschappelijke weg met PV-panelen in de directe snelwegomgeving	
		Intermezzo:	38
		Voorbeelduitwerkingen N11	
		Intermezzo:	42
		Bouwstenen technische aspecten, ruimtelijke en energetische randvoorwaarden en afwegingen zon langs snelwegen	
		5.3.2 Concentratie zon op (verkeers)knooppunten	47
		5.3.3 Geen zon langs de snelweg of in de landschappen	47
		5.3.4 Inzichten en adviezen zonneenergie langs snelwegen	49
		5.3.5 Conclusies: zonnewegen in Zuid-Holland	49
		5.4 Concepten wind langs snelwegen	51
		5.4.1 Huidige situatie, RES zoekgebieden en vraagstelling	51
		5.4.2 Veiligheidseisen, wettelijke beperkingen en zoekgebieden	53
		5.4.3 Aandachtspunten bij uitwerking	57
		5.4.4 Inzichten en adviezen windenergie langs snelwegen	57
		5.4.5 Conclusies: wind langs snelwegen	57
		Intermezzo:	58
		Technische aspecten, randvoorwaarden en afwegingen wind langs snelwegen	
		5.5 Concepten energieknooppunten en energiehubs	61
		5.5.1 Industriehub	61
		5.5.2 Iconisch verkeersknooppunt met wind en zon	61
		5.5.3 Mobiliteitshub	61
		Intermezzo:	62
		Verbeelding Industriehub Bleiswijk	
		6. Energiewegen Zuid-Holland	64
		6.1 Conclusie en aanbevelingen	65
		6.2 Ambitiekaart	69
		Literatuur	70
		Colofon	72



1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Zo'n 10 jaar tot 15 jaar geleden is er o.a. door Rijkswaterstaat veel onderzoek gedaan naar ruimtelijke kwaliteit en routeontwerp van snelwegen (*bron 1: rapportage Routes*). Recenter geldt dit voor het vooronderzoek naar zonne-energie opwekking in de berm van snelwegen voor het OER programma. Dit programma onderzoekt de opwek van energie op rijksgronden.

We bouwen voort op deze studies, voegen daar de nieuw inzichten in het energiesysteem aan toe en vertalen dit naar de ruimtelijke context van de snelwegen in de Provincie Zuid-Holland.

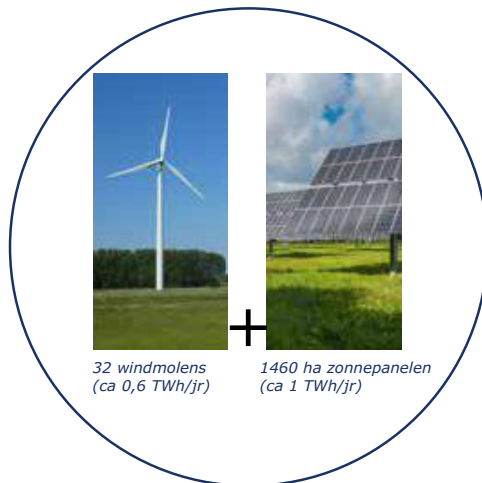
De provincie Zuid-Holland heeft in de regionale energiestrategie RES 1.0 zijn bod gedaan. De provincie is opgedeeld in 7 RES regio's. Iedere RES regio moet bijdragen aan de landelijke opgave van 35 TWh duurzaam opgewekte energie op land in 2030.

Het gezamenlijke bod van de 7 RES regio's is om naast al bestaande ontwikkelingen en zon op dak nog een equivalent van totaal 1460 ha zonnepanelen en 32 nieuwe windturbines te realiseren tot 2030.

Veel van de zoekgebieden raken aan snelwegen en provinciale wegen. Er wordt in verschillende RESsen ook gesproken over de term energieweg. De ruimtelijke consequenties hiervan zijn nog beperkt onderzocht.

De Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit(PARK) heeft de volgende vragen gesteld:

- Wat is een energieweg?
- Levert energieopwekking langs snelwegen een substantiële bijdrage aan het energiesysteem van de toekomst?
- Is energieopwekking door middel van zonnepanelen en windturbines langs snelwegen een kans of een bedreiging voor de ruimtelijke kwaliteit van het landschap en een herkenbaar, samenhangend en veilig snelwegennetwerk in Nederland?



Het gezamenlijke RESbod in Zuid-Holland

Het vervolg van de RES 1.0 is het zetten van stappen naar de realisatie van deze geformuleerde ambities. De Rijksoverheid heeft als doel gesteld op 1 januari 2025 projecten vergunning technisch rond te hebben zodat ze kunnen starten. Dat betekent dat er vaart gemaakt moet gaan worden.

Dit onderzoek naar energiewegen biedt handreikingen voor dit vervolgproces in de RES 2.0.

1.2 Integrale ruimtelijke opgave en energiewegen

Naast de energietransitie zijn er meerdere grote ruimte vragende opgaven en transitie gaande. In de illustratie op pagina 4 zijn, geordend volgens de lagenbenadering, voor elke 'laag' de grote opgaven en transitie aangegeven. In de abiotische laag is in Zuid-Holland sprake van bodemdaling, drinkwatertekorten en verzilting. Daarnaast wordt de abiotische laag steeds meer ontgonnen voor de warmte in de vorm van geothermie. In de occupatielaag moet ruimte gevonden worden voor een enorme woningbouwopgave van 170.000 woningen en 80.000 arbeidsplaatsen. Er is sprake van een noodzakelijke transitie naar kringlooplandbouw. De biodiversiteit staat zwaar onder druk en de ruimtelijke impact van de energietransitie wordt ook steeds meer zichtbaar in het landschap. De energie infrastructuur en mobiliteitsinfrastructuur, bovengronds én ondergronds, vragen steeds meer ruimte. Het groenblauwe natuurnetwerk komt steeds meer onder druk te staan in Zuid-Holland.

Kortom een enorme ruimtelijke opgave. De samenhang binnen de lagen in deze ruimtelijke puzzel is verbeeld in de illustratie op pagina 7.

Dit onderzoek richt zich op de netwerklaag rijksnelwegen en de energielaaig bestaande uit energie infrastructuur en -plekken, lijnen en knooppunten waar elektriciteit opgewekt, opgeslagen en geconverteerd wordt.

bestaande situatie



bestaande windmolens

kabels en leidingen



snelwegen

stedelijke gebieden



agrarisch gebied

NNN



water

bodemkaart

trends, beleid en transitie



energiesysteem transitie: netwerken en energieknooppunten



ruimtelijke kwaliteiten Zuid-Holland



woningbouwopgave en natuuropgave

landbouwtransitie



bodemdaling

drinkwatertekorten



verzilting

antropogene laag

biotische laag

abiotische laag

→ Provincie Zuid - Holland in 2050?

De ontwikkelingen in deze twee lagen zijn niet los te zien van andere ruimtelijke vraagstukken. Infrastructuur van mobiliteit én energie is meer dan een distributienet. Deze zijn ook een katalysator voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen. De ontwikkeling van woongebieden, industrie- en bedrijventerreinen, rondom aansluitingen zijn daarvan de meest zichtbare voorbeelden. Nieuwe energie-infrastructuur worden idealiter gepland op locaties waar het andere functies in de toekomst niet belemmert, maar juist versterkt.

Kortom, een integrale kijk is nodig, ook in samenhang met de RES-energieopgave.

1.3 Opwek van Energie op Rijksgronden

De Rijksoverheid onderzoekt samen met de regio's aan de mogelijkheden voor de opwek van energie op rijksgronden. Dit gebeurt in het programma Opwek van Energie op Rijksgronden (OER). Een belangrijke pijler is het zoeken naar energie opwek potentie van zonnepanelen langs de rijkswegen (*bron 2*).

De kwantitatieve doelstelling voor opwekking van duurzame energie is het startpunt van dit OER programma.

Voor de provincie Zuid-Holland is binnen dit programma een eerste voorverkenning gedaan langs de A15, vanaf het knooppunt van de Tweede Maasvlakte tot aan de tunnel onder de Noord bij Ridderkerk. Deze kennis nemen we mee in dit onderzoek. Er staan nog meer voorverkenningen in de regio in de planning binnen dit programma. Dit onderzoek kan mogelijk helpen met het opstellen van de uitgangspunten.

1.4 Proces van het onderzoek

Dit onderzoek naar het thema energiewegen is in stappen gedaan.

Het eerste deel bestond uit het inlezen in de huidige stand van zaken in de RESsen in de Provincie Zuid-Holland, een literatuurstudie naar energiewegen en de ontwerpen aan de snelwegen.

In deze fase is een ontwerpend onderzoek gedaan naar het thema energiewegen in de Provincie Zuid-Holland en een ontwerpend onderzoek naar het hoofdenrgiesysteem in relatie tot het netwerk van snelwegen.

Voor dit onderzoek zijn de A15, A12 en N11 uitvoerig als voorbeeld snelweg geanalyseerd en bestudeerd. De overige snelwegen in het snelwegennetwerk zijn op hoofdlijnen bestudeerd.

We definieerden de dilemma's, kansen en bedreigingen in de startbijeenkomst op 30 januari 2023, samen met de vertegenwoordigers van de RESsen en netwerkorganisaties.

Op basis van deze bijeenkomst werd het tweede atelier georganiseerd op 17 april 2023, waarbij gezamenlijk in een groot gezelschap van deskundigen werd ontworpen aan energiewegen (A4, A15 en A12 en N11) in Zuid-Holland.

De uitkomsten van dit atelier zijn gebruikt voor verder onderzoek en het trekken van de conclusies ten behoeve van dit eindrapport.

In de slotbijeenkomst op 3 juli werd dit rapport gepresenteerd, als opmaat voor het advies van de PARK.

1.5 Leeswijzer

De studie is als volgt opgebouwd. Na uitleg van de opgave wordt eerst inzicht gegeven in de bouwstenen welke bepalend zijn voor het realiseren van ruimtelijke kwaliteit in snelwegomgevingen. Daarna worden de bouwstenen van de energietransitie besproken. Vervolgens wordt een aantal energiewegconcepten onderzocht zoals een zonneweg, een windweg en het concept van energiehubs.

In het laatste hoofdstuk bestaat uit de conclusies van dit onderzoek en aanbevelingen voor verdere uitwerking van de bestaande RES-zoekgebieden. Per snelweg(traject) worden de kwaliteiten en kansen voor energieopwekking weergegeven. Deze ambitiekaarten dienen als inspiratie en bouwstenen voor vervolgproucessen. De kaarten hebben geen status. De uiteindelijke keuzes zullen in reguliere processen plaatsvinden.

De tekst is gelardeerd met hier en daar een intermezzo, waar een thema verder wordt uitgediept.

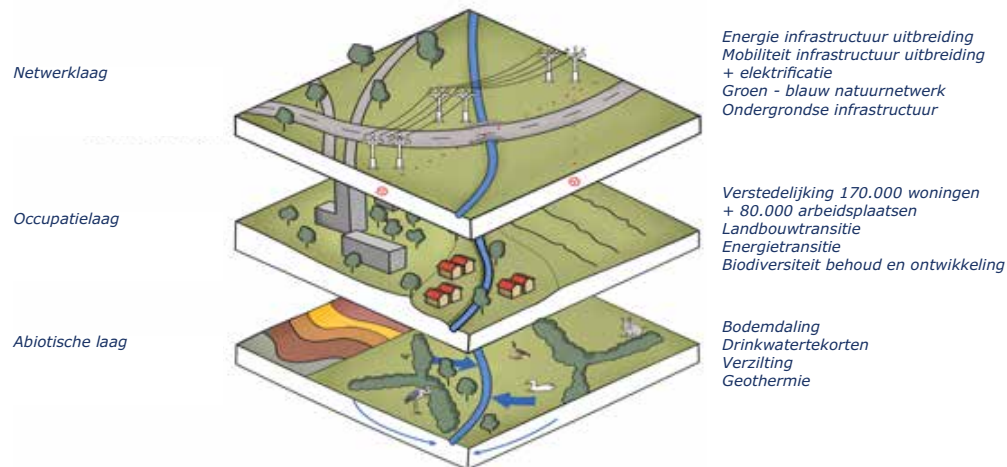
Basis van dit rapport was een uitgebreide en gedetailleerde analyse en ontwerpend onderzoek met voorbeelduitwerkingen voor de N11-A12 waarbij ook de kwantitatieve potenties van energie opwek onderzocht zijn. Dit achtergronddocument moet gelezen worden als een inspiratiedocument.

De integrale afweging en keuzes zijn in de ambitiekaarten terechtgekomen.

Deze studie is een handreiking voor de vervoluitwerkingen van de RES-zoekgebieden en de OER trajecten.



2. DE OPGAVE



Bestaande situatie

Trends, beleid en transities

De ruimtelijke puzzel

2.1 Energiesysteem 2050 begint nu!

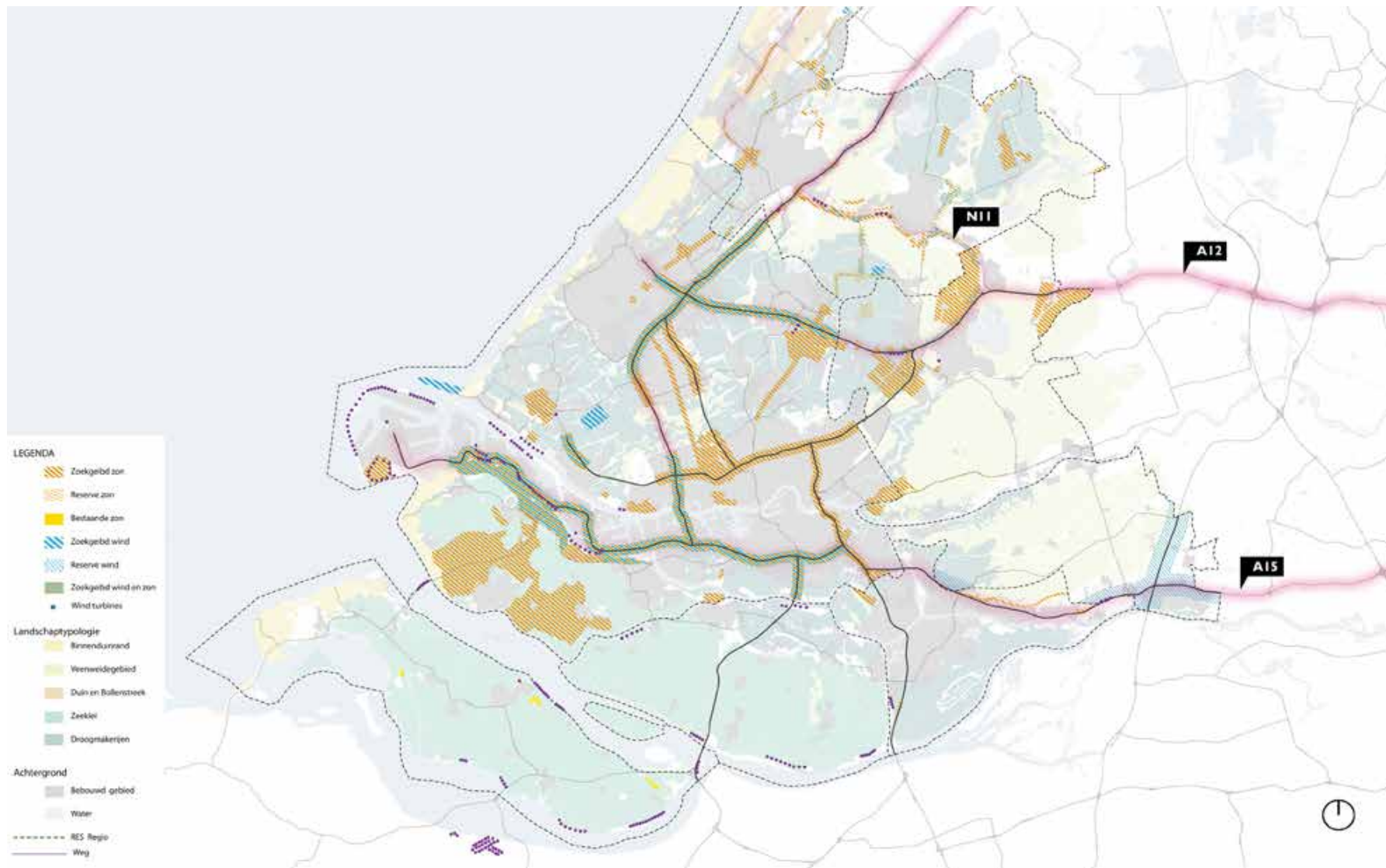
Het energiesysteem is drastisch aan het veranderen. De opwek van duurzame energie gaat zichtbaar plaatsvinden in onze directe leefomgeving door zonnepanelen op land en op daken, windturbines, warmtepompen, geothermieputten, locaties voor koppelstations, batterijen en conversie stations. Maar ook onzichtbaar onder de grond door warmtenetten, uitbreiding van elektriciteitsnetwerk, CO₂ netwerk etc. Dit alles kost ruimte. Door de schaarse ruimte in Nederland is het van belang dat we nu nadenken over het elektriciteitssysteem van de toekomst en daar ook mee gaan plannen. Dit wordt ook wel energieplanologie genoemd. Het energiesysteem van 2050 begint nu. Windturbines en zonnepanelen plaatsen we immers voor minimaal 25 jaar.

2.2 Nieuwe energielaa

De opgave om zelf energie op te wekken is nog niet als volwaardige opgave in de ruimtelijke ordening doorgedrongen. Bij toekomstige grote ruimtelijke ordeningsvraagstukken zal de energieopgave als integraal vraagstuk meegenomen gaan worden. In de ideale situatie gaan alle gebouwen, auto's, inrichtingselementen, landschappen, waterwegen, snelwegen een rol spelen in het energiesysteem. Als het goed gaat wordt de 'energielaa' automatisch toegevoegd aan de toekomstige opgaves en integraal mee ontworpen. Ruimte voor het nieuwe en toekomstige energiesystemen wordt vooraf ingepland en gereserveerd.

We hebben echter een inhaalslag te maken. De vragen zijn:
Hoe kan de toevoeging van de nieuwe 'energielaa' aan snelwegen dragen aan een duurzaam energiesysteem en de ruimtelijke kwaliteit van snelwegen en snelwegomgevingen?

Waaruit bestaat de 'energielaa' en welke rol kan de snelweg als netwerk een rol spelen in het nieuwe energiesysteem?



Zoekgebieden Wind en Zon RESgebieden (Bron: Sant & Co Energie en Landschap)

2.3 Snelweg(omgeving) als energieproducent in de RESsen

Voorafgaand aan deze studie heeft de Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit de 7 RESsen 1.0 laten beoordelen op effecten op de ruimtelijke kwaliteit (*bron 3: PARK Advies - Meer dan zon en wind alleen*). Hieruit blijkt dat veel zoekgebieden in de RES voor opwekking van duurzame energie langs snelwegen zijn geprojecteerd.

Op basis van een analyse van de keuzeprocessen, toegepast in de RESsen, concluderen we dat dit ruimtelijk resultaat gebaseerd is op de volgende keuzes en redenerlijnen:

Het is een resultaat van afpellen technische en wettelijke beperkingen

- Door het grotendeels hoogstedelijke karakter van Zuid-Holland en de vele wettelijke beperkingen (hinderzones, natuurnetwerken, beschermde landschappen) is weinig ruimte voor windturbines. Langs de snelwegen blijven "snippers" vrije ruimtes over.

Bundeling hoogdynamische stedelijke milieus en grootschalige structuren is gewenst

- Bundeling geluidshinderdier van windturbines met geluidshinderzone van de snelwegen.
- Bundeling van grootschalige structuren als windturbines met snelwegen en verkeersknooppunten.
- Bundeling van PV-panelen en windturbines met industriële/stedelijke/hoogdynamische milieus.

Energie efficiëntie is gewenst

- Bundeling van vraag en aanbod van energie; Snelwegen leiden altijd langs of naar vraaggebieden voor energie zoals de steden, de industriegebieden, de havengebieden en mobiliteitstransferia.

Prioritering van de schaarse ruimte is gewenst

- Het zoeken naar restruimtes voor PV-panelen, bijvoorbeeld langs snelwegen, om andere gebieden als landbouwgebieden, recreatiegebieden en natuurgebieden te ontzien; De 'nationale zonneladder' is hiervoor een richtinggevend instrument.

Het zijn locaties met de minste weerstand van de lokale bevolking en het lokale bestuur.

- Beslissingen voor de zoeklocaties worden op gemeentelijk niveau gemaakt.

Maar levert deze voorgestelde zoekgebieden ook voldoende energieproductie én ruimtelijke kwaliteit op?

2.4 Méér dan zon en wind

Een energieweg kan in de toekomst zowel warmte als electriciteit opwekken, maar ook een structureel onderdeel zijn van het gehele energienetwerk.

Warmte

De opwekking van warmte via de wegdekken van snelwegen zou ook toekomst ook kunnen gaan plaatsvinden. Omdat dit nog in de kinderschoenen staat en de ruimtelijke implicaties voor de leefomgeving gering zijn laten we deze wijze van opwekking buiten beschouwing.

Kabelgoot

Ook kan de snelweg een andere rol spelen in de het energiesysteem als verbindende kabelgoot binnen het energienetwerk.

Deze functie wordt in deze studie buiten beschouwing gelaten. Wat we zeker weten is dat

het energienetwerk uitgebreid gaat worden. Het is een logische gedachte om de ruimteclaim te bundelen met weginfrastructuur. Dit sluit mogelijk andere (energie)functies naast de snelweg uit zoals de opwekking van energie via zonnepanelen in bermen. Dit dient nader uitgezocht te worden.

Elektriciteit

Aspecten als de nabijheid van vraag en aanbod, de aanwezigheid van het electriciteitsnetwerk en de koppelstations, de lengte van kabels van opwek tot het netwerk, en daarmee de businesscase spelen een rol bij de keuze van de locaties voor opwek van electriciteit.

Vanuit energie efficiëntie en energiesystemen is de vraag, welke locaties langs snelwegen dan geschikt zijn?

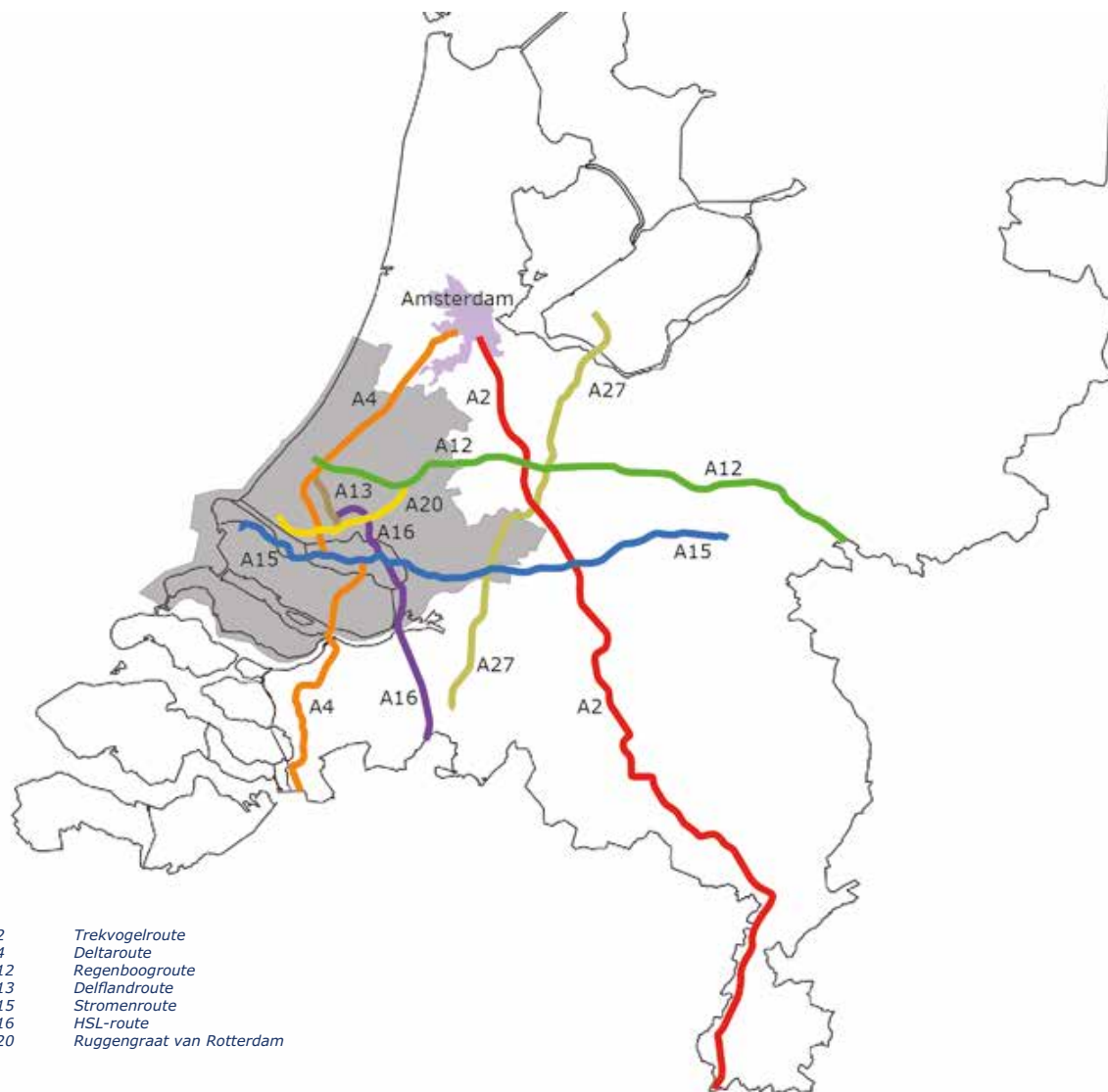
2.5 Ruimtelijke kwaliteit langs snelwegen

De ruimtelijke vraag voor Zuid-Holland is of alle snelwegen die aangegeven zijn als zoekgebieden in de RES, geschikt zijn als energieproducent?

Willen we overal waar het technisch kan zonnevelden en windturbines langs snelwegen of willen we op de schaal van de provincie (en heel Nederland) een differentiatie behouden in snelwegtypen en snelwegomgevingen?



3. BOUWSTENEN RUIMTELIJKE KWALITEIT SNELWEGLANDSCHAPPEN



- A2 Trekvogelroute
- A4 Deltaroute
- A12 Regenboogroute
- A13 Delflandroute
- A15 Stroomroute
- A16 HSL-route
- A20 Ruggengraat van Rotterdam

Typeringen snelwegroutes van Nederland

In dit hoofdstuk onderzoeken we de ruimtelijke bouwstenen die van belang zijn bij de afweging of de toevoeging van energieopwekking langs snelwegen een goed idee is.





3.1 Differentiatie van snelwegen op nationale schaal

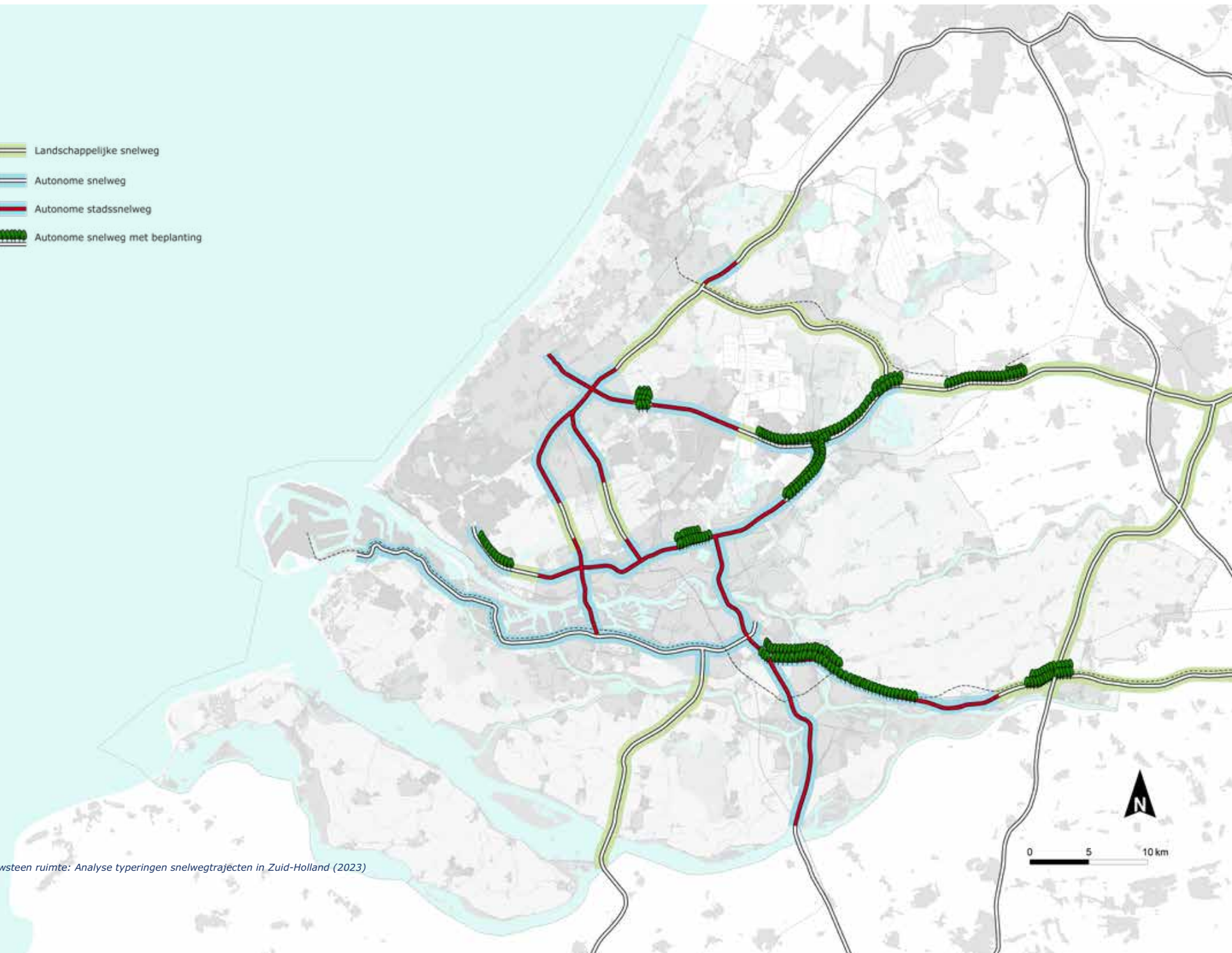
In de periode vanaf 2003 tot tenminste 2013 heeft het programma 'routeontwerp' gelopen in opdracht van Rijkswaterstaat, VROM en LNV. Dit heeft veel kennis opgeleverd over de kwaliteit van snelwegen en snelwegomgevingen. Omdat de toevoeging van windturbines en zonnepanelen impact kan hebben op die snelwegomgevingen halen wij hier de belangrijkste aspecten uit deze studies aan, om grip te kunnen krijgen op de vraag "Wat is een energieweg en levert dit concept ook ruimtelijke kwaliteit op?"

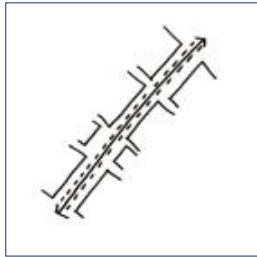
Het programma routeontwerp hanteerde de volgende definitie voor de snelwegroute (bron 1). "De route bestaat uit het ensemble van weg en omgeving. De snelweg in engere zin bestaat uit het asfalt, alle kunstwerken en inrichtingselementen, de berm en sloten. De route wordt echter breder beschouwd, namelijk alles wat binnen de visuele reikwijdte van de snelweg valt. Dit wordt ook wel snelweglandschap genoemd".

Hierbij is er onderscheid gemaakt tussen verschillende type snelwegen op nationale schaal, elk met een eigen identiteit en beeldtaal. De routes worden weer onderverdeeld in typologieën van snelwegtrajecten. Beleving vanaf de weg (oriëntatie, zichten, beeldtaal) en van de weg waren belangrijke onderdelen van dit programma. De route ontwerpen zijn echter in de loop der tijd wat verwaterd, maar de typering van de snelwegen op nationale schaal geven heldere uitgangspunten voor het ontwikkelen van maatwerk voor de inpassing van energieopwekking gekoppeld aan de snelwegen.

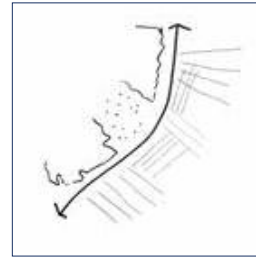
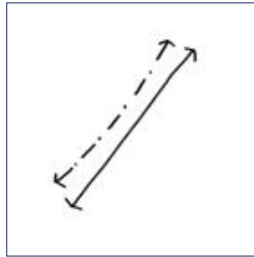
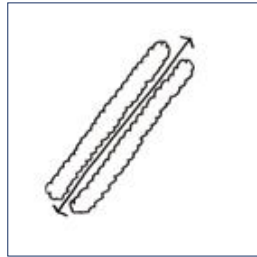
Wij beschouwen de differentiatie per snelweg(traject) in Nederland en in Zuid-Holland als een na te streven kwaliteit.

-  Landschappelijke snelweg
-  Autonome snelweg
-  Autonome stadssnelweg
-  Autonome snelweg met beplanting

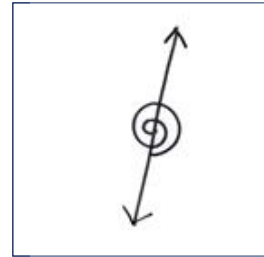
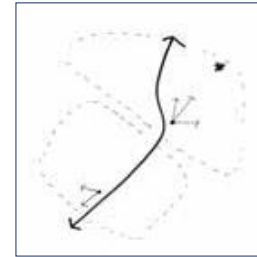




Autonome weg



Landschappelijke weg



Knooppunt

Typering snelwegen en knooppunten

3.2 Typering van snelwegtrajecten

Mede gebaseerd op de 'Atlas van de snelwegomgevingen' en 'Kijk op ruimtelijke kwaliteit van snelwegen' (bron 4 +5) en de huidige ontwikkelingen onderscheiden we op abstract niveau twee typen snelwegen:

- De autonome weg
- De landschappelijke weg

Deze twee typen zijn weer nader onder te verdelen.

De autonome weg

De autonome weg door het landschap is een weg die op een zelfstandige manier in het landschap is ingepast en vormgegeven. Er wordt een continue, autonome lijn door het landschap getrokken, met eigen beeldtaal. Deze is onafhankelijk van de karakteristieken van de landschappen waar deze route doorheen gaat.

Binnen dit type snelweg zijn drie subsoorten te onderscheiden:

- De stadssnelweg
- De beplante snelweg
- Bundel van diverse infrastructuurlijnen



De stadssnelweg is een autonome weg door verstedelijkt gebied. De stad, het bedrijventerrein of industrieterrein omsluit de snelweg en daaraan ontleent de route zijn karakter. De stadssnelwegen bestaan veelal uit geluidsschermen, geluidswallen en overkluizingen. De weg kan ook in een tunnel onder, of via een viaduct over het verstedelijkt gebied gaan. Er zijn veel stadssnelwegen in de stedelijke agglomeratie Rotterdam-Den Haag.



Met laanbomen beplante wegen komen niet zo vaak voor. In Zuid-Holland is het meest kenmerkende voorbeeld de A20 door de Zuidplaspolder, deze markante rechte weg wordt begeleid door rijen van populieren. Dit traject is een van de oudere routeontwerpen in Nederland (vóór 1950) en om die reden al cultuurhistorisch en ruimtelijk bijzonder.



Autonome wegen zijn ook vaak gebundeld met andere infrastructuurlijnen. De diverse parallelle infrastructuurlijnen snijden als compacte bundel parallel door het landschap. De A15 bundeling met de Betuwelijn in Zuid-Holland en de A16 bundeling met de HSL zijn hiervan voorbeelden.



Autonome stadsweg (A20 Rotterdam)



Autonome weg met beplanting (A2 bij knooppunt Deil)



Landschappelijke weg (N11)

De landschappelijke weg

De typering landschappelijke weg is onder te verdelen in:

- Als doorsnijding van kenmerkende landschappelijke eenheden
- Als grens tussen kenmerkende landschappelijke eenheden



De landschappelijke weg doorsnijdt het landschap en kleurt mee met de karakteristieken van dat landschap. De landschapsbeleving staat centraal. Trajecten met ruime boogstralen, brede bermen zonder geleiderails, wisselende oriëntatiepunten en in sommige gevallen een verhoogde ligging versterken dit.

In Zuid-Holland is de A12 vanaf Reeuwijk een goed voorbeeld van dit type snelwegtraject.



Een grensweg ligt op de rand van twee landschapstypen met verschillende karakteristieken.

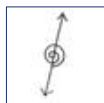
De N11 is een voorbeeld van een grensweg evenals de A4 ter hoogte van de Vlietlanden. In beide gevallen kenmerkt de weg zich door een fijnmazig cultuurlandschap aan één zijde en een open veenweidelandschap aan de andere zijde van de weg.

Bevindingen ruimtelijke analyse snelwegtrajecten

Deze typering van snelwegtrajecten in Zuid-Holland levert het kaartbeeld op pagina 12.

Er zijn veel autonome wegen in Zuid-Holland, die door stedelijke of industriële landschappen gaan. Er zijn enkele karakteristieke autonome wegen met boomaanplanting. Deze trajectdelen zijn relatief schaars. Het aandeel landschappelijke wegen in Zuid-Holland is gering.

Toevoeging van windturbines en PV panelen in bermen langs snelwegen zullen een impact hebben op de huidige verschijningsvorm van de snelwegen en de beleving vanaf de route en vanuit de omgeving.



Knooppunt Ridderkerk (bron: Google maps)

- Verkeersknooppunt = Stadspoort
- Verkeersknooppunt = Bospoort
- Verzorgingsplaats

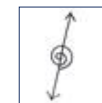


Bouwsteen ruimte: Analyse typeringen knooppunten in verkeersnetwerk in Zuid-Holland (2023)



Stadspoort Prins Clausplein met veel restruimtes (bron: Flying holland)

3.3 Typering van de knooppunten



Verkeersknooppunten hebben een belangrijke rol in het verkeersnetwerk. Verkeersknooppunten ontsluiten het achterland, de regio of de stad. Verkeersknooppunten op het rijkswegennet zijn vaak vormgegeven als iconisch punt, als een groot kunstwerk in technisch en ruimtelijke zin.

Deze plekken geven de oriëntatie en beleving aan de route. Het zijn vaak de 'poorten' van een stad of regio.

We onderscheiden verschillende soorten knooppunten:

- Groot verkeersknooppunt
- Verzorgingsplaatsen

Groot verkeersknooppunt

We onderscheiden twee typen grote verkeersknooppunten:

- De stadspoort met zicht op stedelijk landschap
- De bospoort of landart-achtig knooppunt, geheel ingebed in boomstructuren

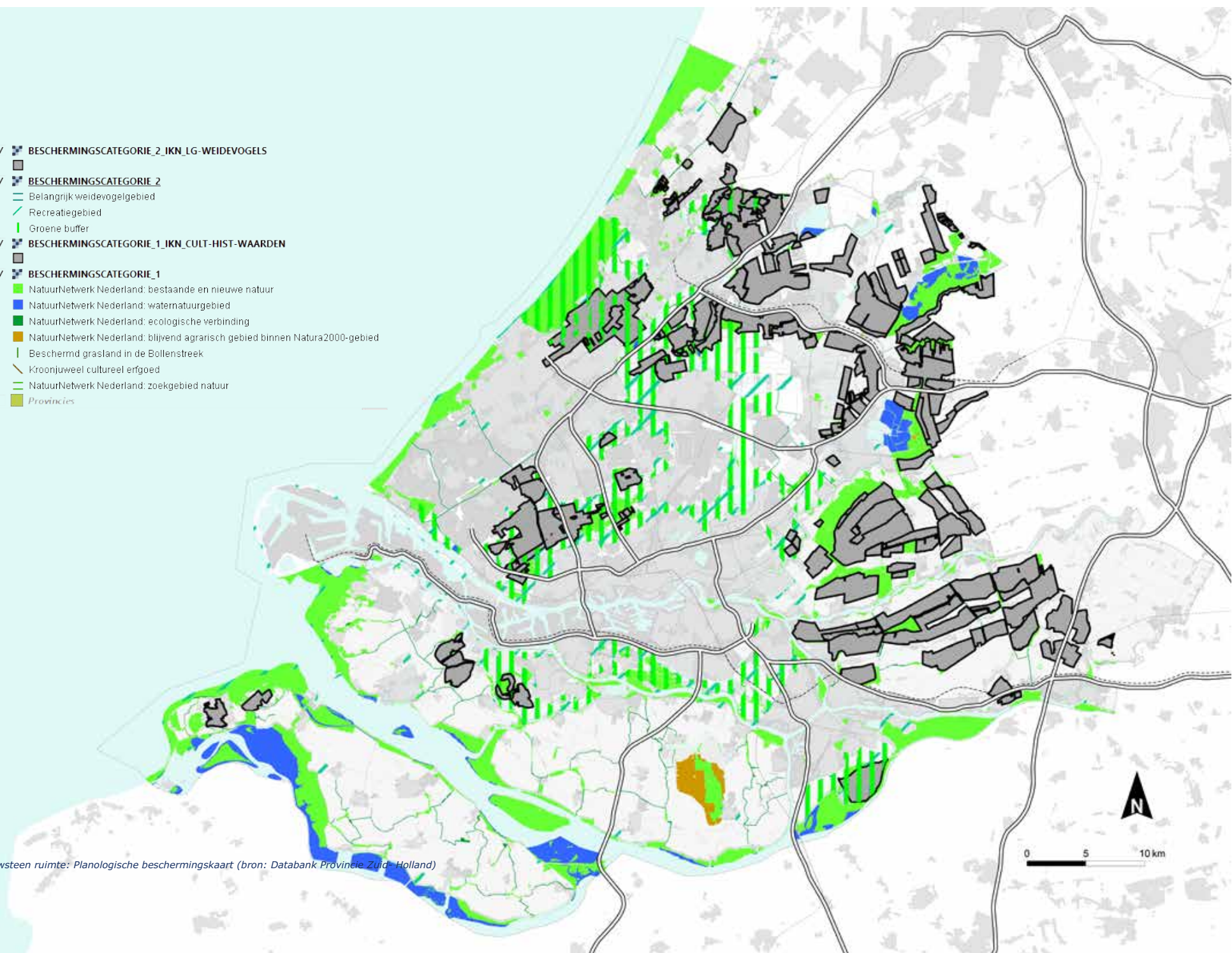
Verkeersknooppunten kennen een groot ruimtebeslag, hebben veel restruimtes en zijn daarom potentieel aantrekkelijk voor energieopwekking.

Zuid-Holland heeft zeer kenmerkende en iconische verkeersknooppunten zoals het Prins Clausplein en Knooppunt Ridderkerk. Ze dragen bij aan de identiteit van Zuid-Holland.

Verzorgingsplaatsen

Verzorgingsplaatsen op een lager schaalniveau zijn potentieel aantrekkelijke plekken voor energieopwekking vanwege de koppeling met het elektrificeren van mobiliteit. Deze trend is nu al gaande. Echter de opwekambitie voor deze knooppunten kan veel hoger, evenals het vergroten van de mogelijkheden voor elektisch opladen. Ook zijn dit mogelijke locaties voor het "tanken" van waterstof.

- ✓ **BESCHERMINGSCATEGORIE_2_IKN_LG-WEIDEVOGELS**
 - BESCHERMINGSCATEGORIE_2**
 - ✓ **BESCHERMINGSCATEGORIE_1_IKN_CULT-HIST-WAARDEN**
 - ✓ **BESCHERMINGSCATEGORIE_1**
- Belangrijk weidevogelgebied
 - Recreatiegebied
 - Groene buffer
- NatuurNetwerk Nederland: bestaande en nieuwe natuur
 - NatuurNetwerk Nederland: waternatuurgebied
 - NatuurNetwerk Nederland: ecologische verbinding
 - NatuurNetwerk Nederland: blijvend agrarisch gebied binnen Natura2000-gebied
 - Beschermd grasland in de Bollenstreek
 - Kroonjuweel cultureel erfgoed
 - NatuurNetwerk Nederland: zoekgebied natuur
 - Provincies



Bouwsteen ruimte: Planologische beschermingskaart (bron: Databank Provincie Zuid-Holland)

3.4 Landschap, groenblauw netwerk, natuur en biodiversiteit

Landschapstypen

De snelwegroutes doorkruisen verschillende landschapstypes. In Zuid-Holland onderscheiden we veenweidelandschappen, droogmakerijen, kustzones en de hoogdynamische stedelijke agglomeraties waaronder het zeehavenlandschap, het kassenlandschap en het stedelijk gebied. De diversiteit van de Zuid-Hollandse landschappen is een te koesteren kwaliteit.

Beschermde landschappen

De door de Provincie beschermde natuurlandschappen bestaan uit 2 categorieën.

Categorie 1: gelegen in of tegen een gebied met bijzondere kwaliteit:

- Hoge en specifieke natuurwaarden (ecologische hoofdstructuur, ecologische verbindingen, Natura2000)
- Kroonjuweel cultureel erfgoed

Ruimtelijke ontwikkeling is alleen mogelijk als deze bijdraagt aan de bijzondere kwaliteit. Volgens de provinciale verordening is in deze gebieden alleen inpassen toegestaan.

Categorie 2: gelegen in een gebied met een specifieke waarde:

- Weidevogelgebied
- Recreatiegebied
- Groene buffer
- Graslanden in de Bollenstreek

Gebieden met beschermingscategorie 2 hebben vaak een bijzondere functie. In dergelijke gebieden gaan inrichting, functie en structuur vaak samen. Het systeem mag niet worden aangetast maar mag wel verbeterd worden als gevolg van ruimtelijke ontwikkelingen.

De druk op de niet-verstedelijkte landschappen in Zuid-Holland is groot. Door consistent beleid zijn er nog veenweidelandschappen, cultuurlandschappen, natuur- en groengebieden aanwezig én beleefbaar vanaf de snelweg.

3.5 Veiligheid en beleving van de route

Diverse onderzoeken door Rijkswaterstaat in het verleden geven aan dat de snelweggebruiker gebaat is bij een route met een optimale balans tussen afwisseling en samenhang. De belevingswaarde en veiligheid worden bepaald door overzicht, orde en samenhang versus complexiteit, afwisseling en oriëntatie. Er is ook een duidelijke voorkeur voor natuurlijke omgevingen boven stedelijke omgevingen.

Een aantal aspecten is hier van belang.

Technische veiligheidseisen

Rijkswaterstaat heeft diverse veiligheidseisen ten aanzien van de inrichting van de snelweg. De belangrijkste van belang voor deze studie is de obstakelvrije zone. In een basisprofiel van de snelweg zonder geleiderails is dit 13 meter. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de technische eisen van toevoeging van zonnepanelen en windturbines langs snelwegen.

Afwisseling in beleving

Door de toenemende verstedelijking langs de snelwegen worden de landschappen in Zuid-Holland vanaf de snelwegen steeds minder beleefbaar. Afwisseling in de route is belangrijk voor de beleving, maar ook voor de verkeersveiligheid.

Het type landschappelijke weg is door Rijkswaterstaat meestal ontworpen met brede bermen zonder vangrail. We ervaren dat als de meest rustgevende snelwegen op visueel gebied. Echter dit type snelweg in Zuid-Holland is maar op een paar trajecten aanwezig (*bron 6: Is er wat te beleven aan snelwegen?*).

De aan- of afwezigheid van geleiderails is bepalend voor het zicht en uitzicht en voor de beleving maar ook voor de mogelijkheden voor plaatsing PV-panelen in de bermen.

De aanwezige vista's op het landschap in Zuid-Holland zijn schaars, zeker als het gaat over langere trajecten. De N11 en de A12 tussen Gouda en Utrecht kent nog een lang traject met vista's op een open veenweidelandschap.

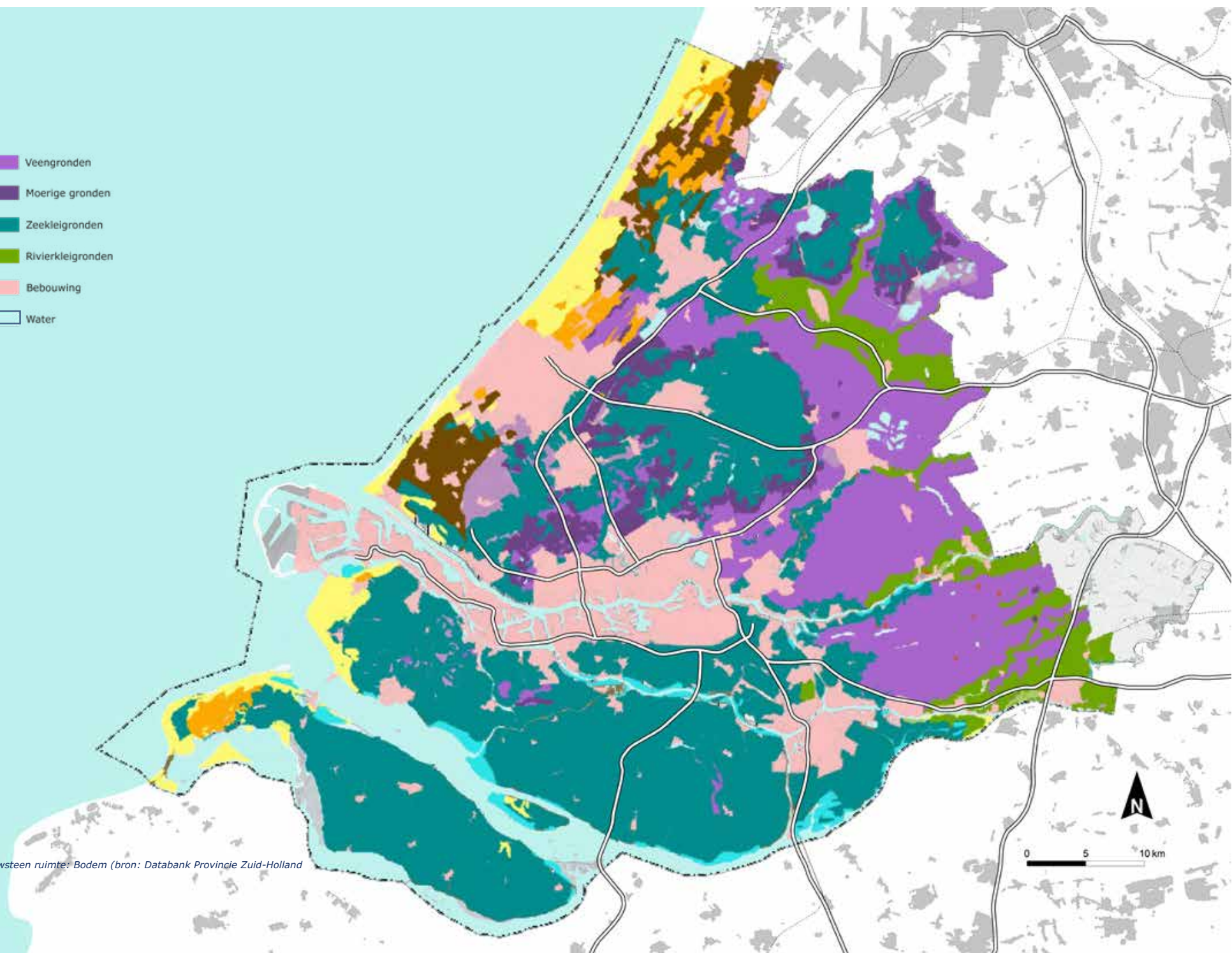
Overzicht, orde en samenhang beeldtaal

Bij stadssnelwegen karakteriseren de omringende bebouwing, de geluidsschermen en geluidswallen het beeld. Hier is het overzicht en samenhang in de gebouwde objecten zichtbaar vanaf de snelweg van belang, evenals een heldere beeldtaal van de weg zelf. Door de in de tijd gegroeide situatie zonder duidelijke regie op beeldtaal zijn soms zeer rommelige snelwegtrajecten ontstaan.

Oriëntatiepunten

Een veilige en aantrekkelijke route heeft voldoende oriëntatiepunten. Verkeersknooppunten in het netwerk kunnen hiertoe dienen, maar ook markante objecten, gebouwen of beplanting naast de route.

- Veengronden
- Moerige gronden
- Zeekleigronden
- Rivierkleigronden
- Bebouwing
- Water



Bouwsteen ruimte: Bodem (bron: Databank Provincie Zuid-Holland)



3.6 Beleving van de snelweg vanuit de omgeving

De snelwegen hebben een grote impact op de directe omgeving. Doorsnijding van stedelijke en landschappelijke structuren, visuele aanwezigheid van verlichting en opgaande elementen als portalen, geluidsschermen en geluidswallen zijn elementen die op lokaal niveau grote ruimtelijke impact hebben. Daarnaast geven snelwegen geluidsoverlast.

De vraag is wat de 'energielaag' hieraan toevoegt en eventueel kan verbeteren.

In deze studie gaan we globaal hierop in. Per snelwegtraject zal ruimtelijk maatwerk geleverd moeten worden.

De beleving vanuit de omgeving is namelijk zeer afhankelijk van het specifieke standpunt van de waarnemer. Het type landschap (open of gesloten) en de nabijheid van een voorgrond, midden en achtergrond vanuit dit standpunt zijn hierin bepalend.

Ook is er een groot verschil tussen de beleving van windturbines en zonnevelden. In het hoofdstuk 5 wordt hier kort nader op ingegaan.

3.7 Bodem en water

Zuid-Holland kent een aantal problemen ten aanzien van bodem en water die een toenemende rol gaan spelen te weten bodemdaling, verzilting, verdroging en drinkwatertekorten.

In de studie 'Groene Hart + energie' (bron 7: *Groene energie in het Groene Hart*) is de vraag gesteld: "Hoe we de energievoorziening in het Groene Hart in 2050 kunnen organiseren, uitgaande van een duurzaam behoud van de bodem en het water in het Groene Hart?"

De inspirerende perspectieven geven inzicht in de keuzes die gemaakt kunnen worden. Ten aanzien van deze studie is de conclusie ten aanzien van bodem en energieopwekking door PV panelen noemenswaardig in verband met de afweging van energieopwekking langs snelwegen, in de diverse landschapstypen.

'Zonne-energieopwekking heeft in potentie positieve en negatieve effecten op het bodem- en watersysteem. Door hier rekening mee te houden, wordt de bodemsoort en het watersysteem sturend voor de vorm van energieopwekking en kan energieopwekking zelfs bijdragen aan de toekomstbestendigheid van het gebied. Veengebieden en droogmakerijen hebben onderscheidende potenties. Op veenbodems past bijvoorbeeld geen intensieve opwekking van zonne-energie, maar op de kleiachtige bodems van de droogmakerijen juist weer wel.'

3.8 Ruimtelijke ontwikkelingen











Deze studie naar de potentie van energiesnelwegen kan niet los gezien worden van toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen.

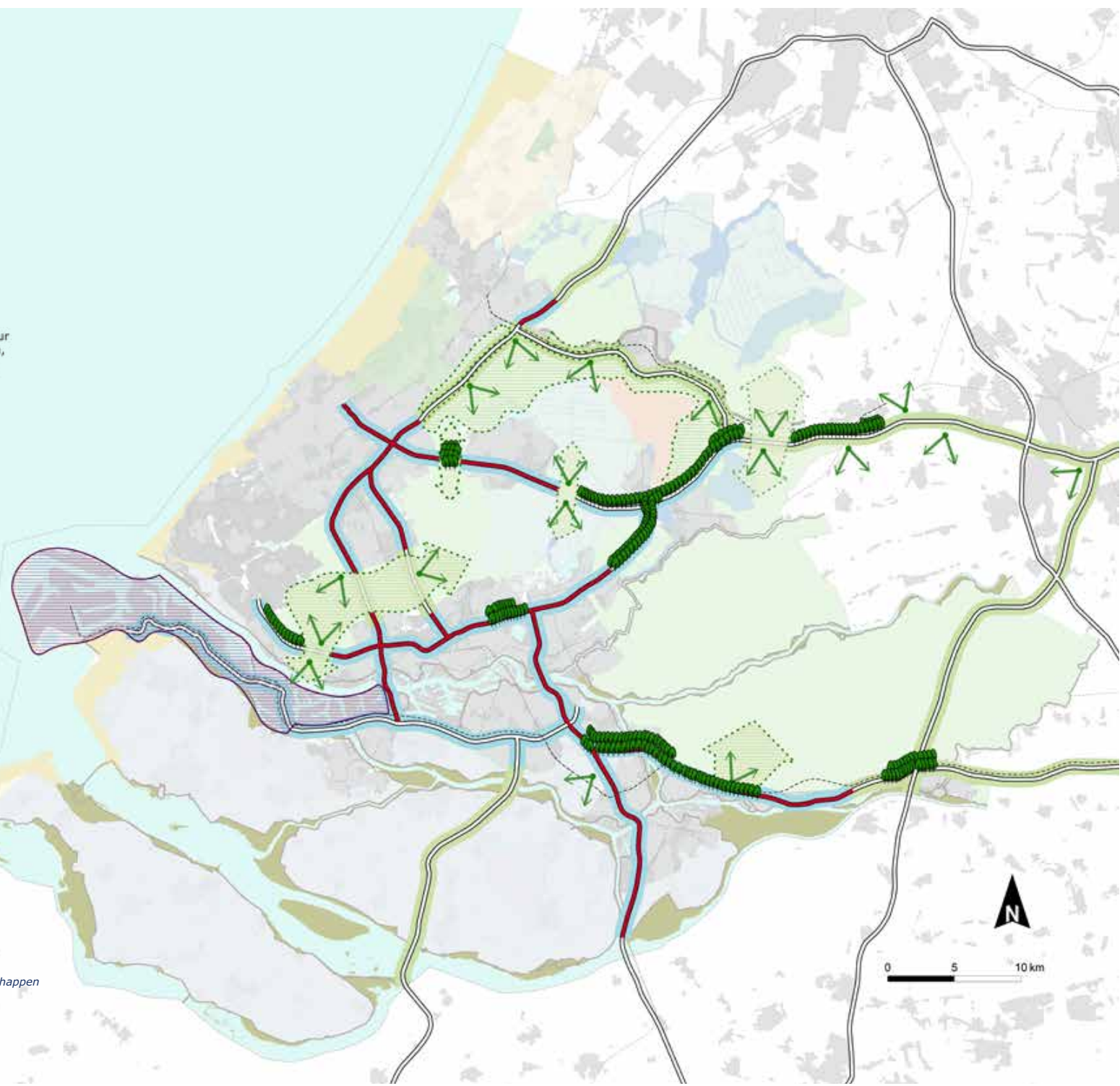
De grote woningbouwopgave heeft een directe relatie met mobiliteit en energie. De plannen waar de o.a. toekomstige verstedelijking plaats gaat vinden in Zuid-Holland wordt de komende periode uitgewerkt in het kader van het programma NOVEX 'Ruimtelijke Puzzel' (bron 8).

In deze studie zijn we uitgegaan van de huidige situatie en beschikbare informatie.

-  Landschappelijke snelweg
-  Autonome snelweg
-  Autonome stadssnelweg
-  Autonome snelweg met beplanting
-  Snelwegpanorama's
-  Beschermingsgebieden landschap, natuur en cultuurhistorie. (Weidevogelgebieden, groenblauw raamwerk, natuurnetwerk)
-  Havenlandschap

Legenda landschappen:

-  Zeeleipolderlandschap
-  Veenweidelandschap
-  Droogmakerij (klei) weteringen
-  Onverveende bovenlanden
-  Plassenlandschap
-  Sierteelt op veen
-  Buitendijks natuurlandschap
-  Duinlandschap
-  Bollenlandschap
-  Schurvelingenlandschap
-  Landgoederenlandschap



Bouwsteen ruimte: Ruimtelijke Kwaliteit snelweglandschappen

3.9 Inzichten bouwstenen ruimtelijke kwaliteit en energieopwekking langs snelwegen

De RES-zoekgebieden zijn op een groot aantal locaties gesitueerd langs snelwegen.

Wat doet dat met de ruimtelijke kwaliteit?

In de volgende hoofdstukken onderzoeken we de consequenties van toevoeging van energieopwekking in de vorm van windturbines en zonnepanelen langs snelwegen.

Het onderzoek naar de bouwstenen ruimtelijke kwaliteit levert de volgende inzichten op die vertaald zijn naar kaartbeeld ruimtelijke kwaliteit snelweglandschappen op pagina 22.

Ze vormen het afwegingskader voor onze conclusies en antwoorden op de vragen, die door de PARK geformuleerd zijn.

- Differentiatie van snelwegen op nationale schaal en provinciale schaal beschouwen wij als een te behouden kwaliteit. Dit vraagt om een integraal snelwegontwerp per traject.
- Landschappelijke wegen zijn schaars. Wees zuinig op deze differentiatie bij de keuze of energieopwekking toegevoegd moet worden.
- Er zijn veel stadssnelwegen met kansen voor verbetering van de ruimtelijke kwaliteit. De energielaaag kan hiervoor een impuls zijn.
- Maak keuzes per snelwegtraject waar energieopwekking door zon en wind toegevoegd kunnen worden en waar niet. Voorkom verrommeling. Voorkom versnippering binnen het energienetwerk.

- Vanwege de hoge mate van verstedelijking in Zuid-Holland dient voorzichtig omgegaan te worden met het toevoegen van energieopwekking in bestaande beschermde landschappen en groenblauwe natuur- en recreatienetwerken. De aanwezigheid van contrasterende landschappen waar natuur, rust, ruimte en minimale stedelijkheid aanwezig is moeten gekoesterd worden. Voor zon en wind gelden hiervoor verschillende afwegingen.
- Betrek het bodemvraagstuk bij de afwegingen of zon langs snelwegen een goed idee is.
- Betrek toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen.
- Bij de keuze voor toevoeging van energieopwekking langs snelwegen in de vorm van zonnepanelen en/of windturbines moeten er minimaal een veilige snelweg ontstaan. Naast technische veiligheid speelt ook overzicht, orde en samenhang versus complexiteit, afwisseling en oriëntatie een rol.
- De schaarse vista's op de open veenlandschappen in Zuid-Holland zoals langs de A12, de A13 en de A15 moeten gekoesterd worden.
- Denk na over de functie van het snelweglandschap in de nabije toekomst als onderdeel van het energienetwerk. Misschien is in de komende 25 jaar de schaarse ruimte langs de snelweg benodigd voor efficiënte ondergrondse infrastructuur.

An aerial, grayscale photograph of a multi-lane highway. A long, rectangular canopy structure made of solar panels is installed over the left side of the road. The canopy is supported by a series of vertical posts. A large white truck is driving under the canopy in the left lane, and a silver sedan is in the adjacent lane. To the right of the canopy, a silver station wagon is driving in the right lane. Further right, a road sign with an arrow points towards the right. In the background, there are trees, a small white dome-shaped building, and distant mountains. Two cyclists are visible on a path to the right of the highway. The overall scene is presented in a monochromatic, semi-transparent style.

4. BOUWSTENEN 'ENERGIELAAG' BIJ ROUTEONTWERP

4.1 De opgave = bouwen aan een betaalbaar en flexibel energiesysteem van de toekomst

Een belangrijk criteria om te bepalen of een opweklocatie langs een snelweg passend is, is of deze bijdraagt aan een efficiënt energiesysteem van 2050. Het huidige energienetwerk is niet gebouwd voor een fossielvrij energiesysteem. Het elektriciteitsnet is in grote delen van het land overbelast. In Zuid-Holland is een bovenmatige vraag aan energie door de hoge bewoningsdichtheid, de havens, de kassen en andere industrieën met een hoge energievraag. Er is om deze reden ook een slim geïntegreerd netwerk vereist.

Opgave voor het energiesysteem van de toekomst is:

*De juiste energie
Op de juiste plek
Op het juiste moment*

Het nieuwe energiesysteem van de toekomst is een geïntegreerd systeem waar het aanbod van een of meer energiedragers zoals zon, wind of geothermie efficiënt, na een of meer conversies en opslagstappen wordt afgestemd op de vraag naar energie.

Bij energie efficiëntie gaat het vooral over het opwekken en distribueren van energiesoorten tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten. Dit betekent:

- Opwekking van energie daar waar de vraag is
- De juiste verhouding wind en zon
- Het beperken van kabellengtes naar koppelingstation vanaf de opweklocaties
- Combineren en concentreren van opweklocaties van wind en zon
- Opslag en conversie op de juiste plek nabij vraag
- Uitwisseling van energiesoorten



Schema relatie opwek energie, energiehub, bedrijventerrein

Het nieuwe energiesysteem vraagt veel ruimte. Om maatschappelijke kosten te beperken is de locatie van de opwekking van energie en de mogelijkheden om de energie op te slaan en te converteren essentieel.

De keuze voor concentratie en bundeling van het energiesysteem altijd aan te bevelen vanwege:

- Zorgvuldig ruimtegebruik
- Beperking overlast op bewoners en omgeving
- Concentratie van geld, tijd, middelen en technische mensen voor uitvoering

Hoe efficiënter het kan worden ingepast, hoe minder ruimte er nodig is, hoe minder de impact is en hoe goedkoper en makkelijker de realisatie is.

De afweging of energieopwekking langs de snelweg ruimtelijk mogelijk of gewenst is, is (zeker op de korte termijn) niet de belangrijkste vraag.

De vraag is: "Waar is de meeste efficiëntie te behalen vanuit het perspectief van het energiesysteem?"

Het bij elkaar brengen van energievraag en -aanbod is hierin het belangrijkste criterium. Immers wat meteen gebruikt of opgeslagen kan worden hoeft niet getransporteerd te worden.

Geconcentreerde opweklocaties in de nabijheid van het energienetwerk dichtbij vraaggebieden zoals woongebieden en industrieën zijn daarmee favoriet.

LEGENDA

Hoogspanningsstations

- Geen knelpunt
- Knelpunt bij N-1
- Knelpunt bij N-0

Piekbelasting op de koppelingstation (procenten van de capaciteit)

- < 50%
- 50 - 80 %
- 80 - 110 %
- 110 - 140 %
- 140 - 160 %
- > 160 %

Hoogspanningsnet

- Geen knelpunt
- Knelpunt bij N-1
- Knelpunt bij N-0
- Indicatie gepland

- Snelwegen
- Energie hub

CO2

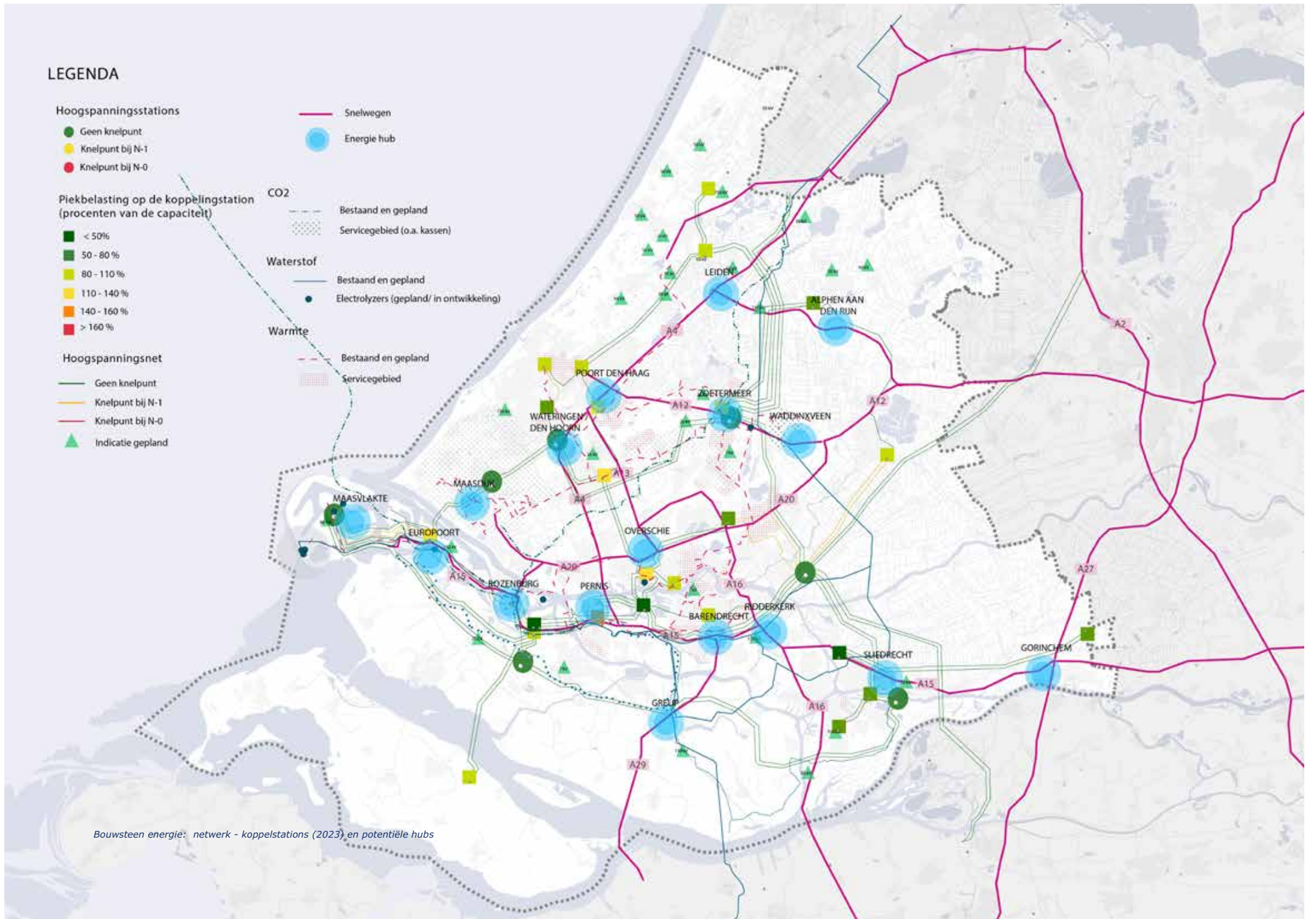
- Bestaand en gepland
- Servicegebied (o.a. kassen)

Waterstof

- Bestaand en gepland
- Electrolyzers (gepland/ in ontwikkeling)

Warmte

- Bestaand en gepland
- Servicegebied



Bouwsteen energie: netwerk - koppelstations (2023) en potentiële hubs

4.2 Energienetwerk

Het energiesysteem bestaat uit de ondergrondse en bovengrondse infrastructuur en knooppunten of hubs, waar distributie aan het onderliggend net, opslag en conversie van energiestromen plaatsvindt.

Netwerk

De infrastructuur in Zuid-Holland is nu al complex en bestaat uit de volgende netwerken:

- Elektriciteitsnetwerk
- Warmtenetwerk
- Waterstof (H₂) systeem
- CO₂ netwerk
- Gasnetwerk

In de illustratie op pagina 26 staat het huidige netwerk in Zuid-Holland aangegeven, met gering aantal knelpunten.

In de transitie naar duurzame energie en de uitfasering van gas vindt grootschalige elektrificatie plaats. De elektriciteitsvraag gaat omhoog en het aanbod wordt grilliger omdat we voor een groter deel afhankelijk zijn van weersafhankelijke opwekking (zon en wind). Bovendien worden de kolencentrales in 2030 voor een deel afgeschakeld waardoor een flexibel deel van het aanbod weg valt. De huidige energie infrastructuur is dan niet toereikend en vraagt een flinke uitbreiding. De netbeheerders hebben tijd nodig voor de realisatie van al deze extra infrastructuur.

Dit maakt dat wind- en zonprojecten worden vertraagd, dat bedrijven soms niet kunnen worden aangesloten en dat elektrificatie van bedrijfsprocessen wordt uitgesteld.

Snelweg als kabelgoot

Snelwegbermen en snelwegomgevingen kunnen een rol spelen in het ondergrondse energienetwerk. Het concept van snelwegomgeving als kabelgoot bestaat natuurlijk al. De A15 in het Havengebied Rijnmond is hiervan het beste voorbeeld.

Hierlangs ligt een bundel van buisleidingen in een zeer brede kabelgoot.

Met de huidige regelgeving van veiligheidseisen kan boven op het buisleidingentracé geen of weinig opwek van energie plaatsvinden. Wellicht is dit in de toekomst wel het geval. Tot die tijd is energieplanologie noodzakelijk om ook ruimte te claimen voor toekomstige benodigde kabelgoten. De netwerkorganisaties zijn hiervoor aan zet.

Energieknooppunten of Hubs

Naast lijnen met verschillende betekenissen kent het energienetwerk ook knooppunten. Een energiehub is een knooppunt in het energienetwerk. Hier komen verschillende energiestromen geconcentreerd samen zoals zonnestroom, windenergie, restwarmte of restkoude. Het is de plek waar op een lokaal niveau vraag en aanbod van energie bij elkaar komen, en de stromen worden afgestemd voor maximale leverings- en afnamegarantie. Een Hub kan beschouwd worden als een technische voorziening (*bron 9: Topsector energie Energy Hubs*).

Wij vatten een Hub echter breder op, als een gebied rondom een knooppunt in het energienetwerk waar energiesystemen en energielandschappen samenkomen.

We onderscheiden drie verschillende type energiehub:

- Industrie Hub – energiesysteem gestuurde gebiedsontwikkeling in stedelijke/industriële omgeving
- Iconisch knooppunt met concentratie van wind- en zonne-energie opwekking ontworpen, als iconisch energielandschap nabij een locatie van gerichte vraag of een koppelstation (zie 3.3.)
- Mobiliteitshub - een verzorgingsplaats waar energieopwek, energieopslag en conversie gekoppeld worden aan mobiliteit (zie 3.3 en 4.5).

4.3 Waarom zijn energiehubs steeds noodzakelijker?

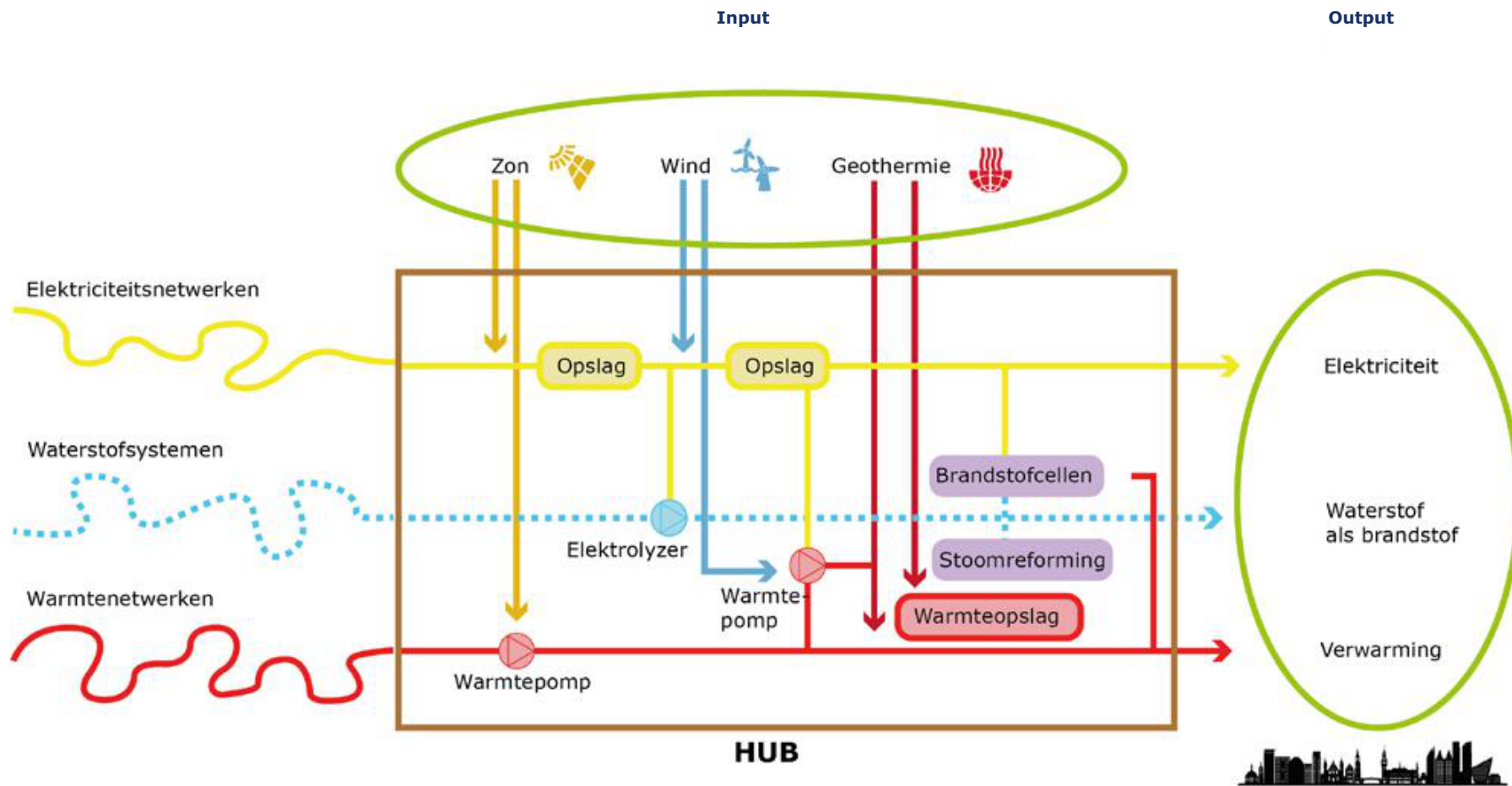
Soms is er zoveel aanbod van energie dat het netwerk dit niet aan kan. Op dat moment wordt de opgewekte energie van het net geweerd, of tegen betaling geëxporteerd. Dit kost de maatschappij geld. Deze overschotten kunnen gedeeltelijk worden opgelost door op dat moment het energieverbruik te verhogen of door conversie naar warmte, waterstof of luchtdruk.

Om de piekvraag zoveel mogelijk te kunnen opvangen zijn voorzieningen nodig die gedurende korte tijd vraag en aanbod op het net kunnen mitigeren. Bijvoorbeeld in de vorm van batterij locaties, flexibele sturing van energievragen bedrijfsprocessen en elektrische mobiliteit. In de praktijk vindt de concentratie van infrastructuur en energieopwekking al plaats, echter zonder duidelijke ruimtelijke sturing.

Als de 'Hub' in de energieplanologie een belangrijk onderdeel wordt, heeft dit meerdere voordelen:

- de maatschappelijke kosten worden lager,
- de hoeveelheid benodigde infrastructuur wordt gereduceerd,
- het ruimtebeslag wordt kleiner,
- de uitvoering gaat sneller.

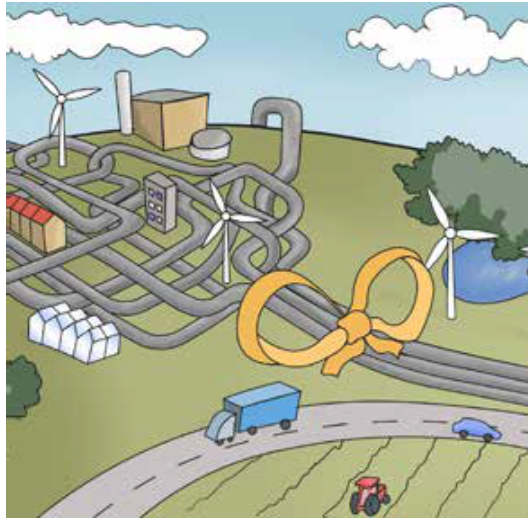
In illustratie op pagina 26 hebben we de locaties van huidige en potentiële energiehubs in Zuid-Holland aangegeven.



Huidige energiesysteem

Geïntegreerd energiesysteem

Schema principe energiehub



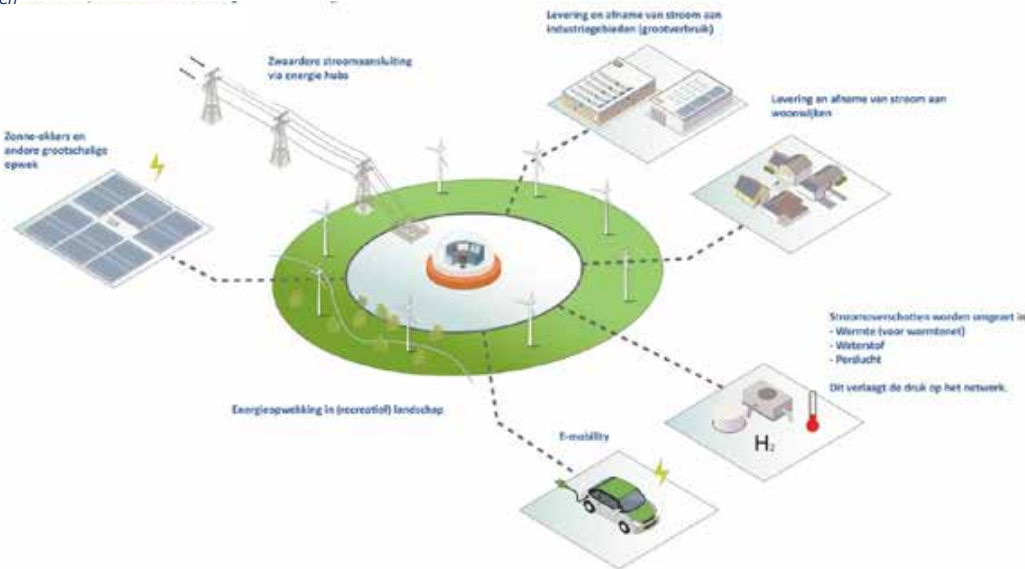
Bundeling van infrastructuur i.p.v. een 'gordiaanse knoop' van leidingen

4.4 Ruimtelijke impact energiehubs

De energiehubs zullen idealiter ontstaan aan de randen van het stedelijke gebied met een aansluiting op het energienetwerk. Vaak staan koppelstations al op industriële of infrastructurele landschappen, zoals bijvoorbeeld bedrijventerreinen.

De impact van de concentratie van nieuwe energie infrastructuur in Hubs langs stadsranden of op bedrijventerreinen is geringer dan in cultuurhistorische landschappen of woongebieden.

Door ingrepen voor de energietransitie op slimme plekken te concentreren worden andere gebieden vrijgespeeld. Energieplanologie is hiervoor noodzakelijk



Schematische verbeelding van een 'Hub'

4.5 Relatie energiehubs, snelwegen en mobiliteit

Energieknooppunten en koppelstations liggen nu al vaak op bedrijventerreinen. Bedrijventerreinen liggen meestal in de nabijheid van snelwegen. Bedrijven met een hoge energievraag zijn vaak gelokaliseerd in de nabijheid van het energienetwerk. Hubs kunnen vraag en aanbod van energie organiseren, in functionele, technische maar ook in ruimtelijke zin.

Ontwerpen aan moderne bedrijventerreinen als energielandschap en energiehubs is een van de huidige ruimtelijke opgaven.

Een energiehubs, gekoppeld aan de snelweg, kan op de duur onderdeel zijn van nieuwe mobiliteitsconcepten, die nu vaak nog in een innovatiestadium zitten.

Verdergaande elektrificatie van de mobiliteit en het rijden op waterstof kan de Hub laten uitgroeien tot een nieuwe "verzorgingsplaats aan de snelweg van energievraag en aanbod".

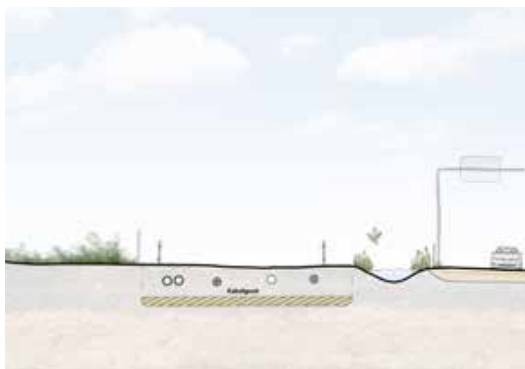
Langs de snelweg zullen de verzorgingsplaatsen met benzinestations omgevormd gaan worden naar elektriciteitsstations en misschien waterstofstations. Er worden bij grote verzorgingsstations (bijvoorbeeld in Frankrijk) al windturbines geplaatst, parkeerplekken overkapt met PV panelen en batterijen geplaatst: de verzorgingsplek wordt een plek waar vraag en aanbod van energie worden gekoppeld.

Er zijn proeven met vrachtverkeer langs elektra kabels boven snelwegen en ideeën voor een 'plug in' energielijn in het wegdek zodat de vrachtwagen oplaadt tijdens de rit.

In hoofdstuk 5 onderzoeken we waar in Zuid-Holland kansen zijn voor het creëren van gebiedsontwikkelingen in de vorm van 'Hubs' langs snelwegen.

5. CONCEPTEN ENERGIEWEGEN





De snelwegberm als kabelgoot



De snelweg als aanbieder van niet-fossiele energie

In de voorgaande hoofdstukken zijn de bouwstenen ruimte en energie rondom snelwegen verkend. In dit hoofdstuk brengen we deze samen en onderzoeken we concepten, kansen en bedreigingen. We bespreken de ordeningsprincipes, de impact op het energiesysteem en de ruimtelijke kwaliteit van zon en wind langs snelwegen. Hiervoor maken we gebruik van voorbeelden van uitwerkingen voor de N11 en A15, die gedaan zijn als onderdeel van dit onderzoek. De volledige studie is te vinden in het achtergronddocument.

In hoofdstuk 6 worden de conclusies en afwegingen beschreven.

5.1 Wat is een energieweg?

Het begrip energieweg kan meerdere betekenissen hebben.

Wij beschouwen een energieweg als een snelweg die een rol speelt in het energiesysteem.

Deze rol kan verschillende vormen aannemen. Als eerste gaat het om een vorm van energieopwekking op of langs de snelweg. Dat kan met de opwekking van elektriciteit middels PV panelen en windturbines.

De andere rol die de snelweg zou kunnen spelen is de rol van distributie van energievormen. De snelweg(bermen) als kabelgoot voor het energiesysteem. Nu al liggen er langs snelwegen in de provincie op veel plekken kabels en leidingen. Het maken van een visie waar de kabelgoten van de toekomst moeten landen, langs de snelwegen of juist niet, is aan te bevelen voordat de bermen voor 25 jaar vol liggen met zonnepanelen. Planologie voor energienetwerken begint essentieel te worden. Echter dit is in deze studie niet verder onderzocht.

Met de voortschrijdende elektrificatie van de mobiliteit kan de snelweg in de toekomst ook omgevormd gaan worden tot een directe aanbieder van niet-fossiele energie. Ook deze rol nemen we nu niet mee in deze studie.

We focussen op de vragen, waar elektriciteitsopwekking langs snelwegen middels PV panelen en windturbines gewenst is en welke impact dit heeft op de ruimtelijke kwaliteit van het snelweglandschap.

5.2 Verschil in inpassingsvraagstuk zon en wind

Er zijn flinke verschillen tussen de ruimtelijke ordeningsprincipes, de energienetwerkssystemen en de beleving van zonnepanelen en windturbines langs snelwegen.

Het belangrijkste verschil is de impact op de omgeving. De visuele dominantie, slagschaduw en geluid van windturbines reiken over een grotere afstand. Afwegingen voor planning van windturbines moeten daarom plaatsvinden op provinciaal en nationaal niveau.

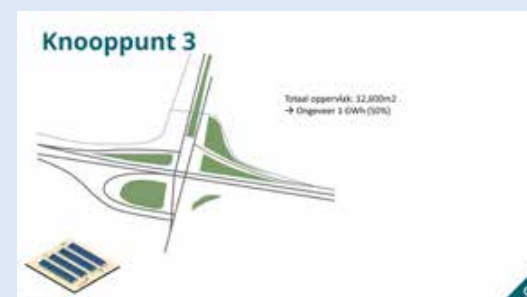
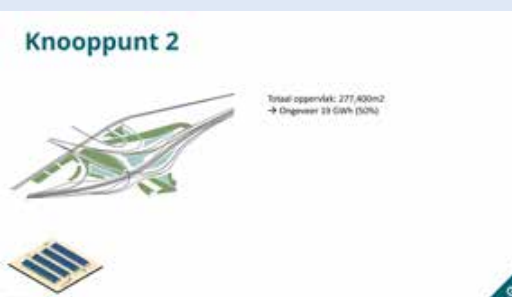
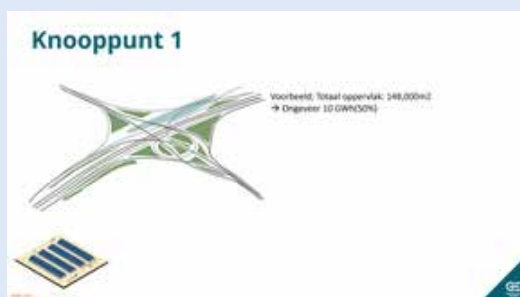
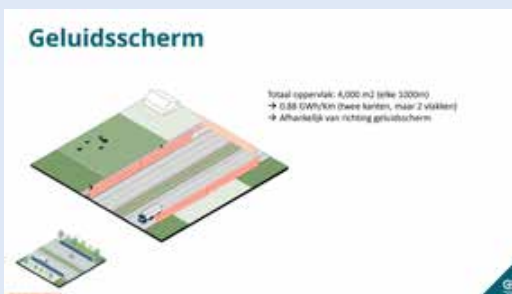
De planningsafwegingen en ruimtelijke impact van zonnevelden lijkt meer een lokale kwestie. Deels is dat zo.

Een particuliere grondeigenaar kan, als de wetgeving dat toelaat, een zonneveld aanleggen. Echter de weerstand tegen het willekeurig 'verstedelijken' van het landschap neemt toe. De impact van de noodzakelijke technische voorzieningen, zoals de toename van het aantal koppelstations, het vergroten van de capaciteit van het net en de noodzakelijke technische voorzieningen rondom een zonneveld wordt steeds zichtbaarder. Hoge hekwerken, veiligheidscamera's en verlichtingsmasten zijn vanwege verzekeringen vaak noodzakelijk.

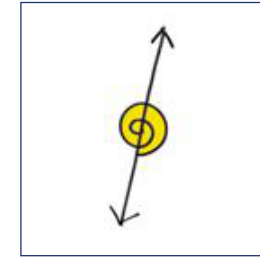
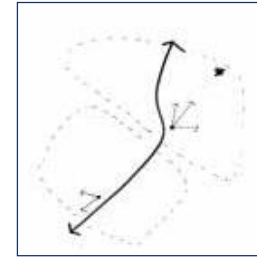
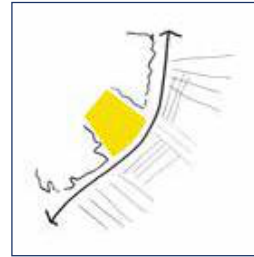
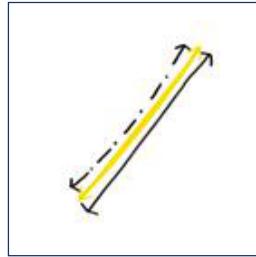
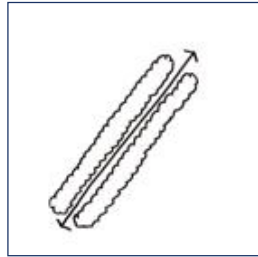
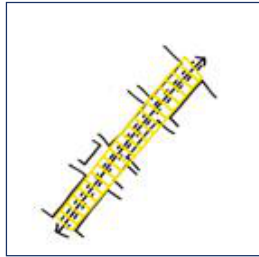
PV panelen langs snelwegen worden door vele weggebruikers gezien tijdens de route en daarmee is de betekenis veel grotere dan een lokale kwestie.

Intermezzo rekenbouwstenen

Voor deze studie zijn we uitgegaan van rekenbouwstenen voor de capaciteitsberekeningen van de PV panelen in het snelweglandschap. Deze rekenbouwstenen zijn als globaal toetsingsinstrument gebruikt om op basis van eenvoudige berekeningen de globale energieopwek door pv panelen langs de snelwegen te verifiëren. Daar waar mogelijk maken we deze getallen "smart" door deze om te rekenen naar energiebehoefte van huishoudens. (bron: Generation Energy (GE)).



Voorbeelden rekenbouwstenen voor capaciteitsberekeningen (bron: Generation Energy (GE))



5.3 Concepten zon langs snelwegen

In deze studie worden diverse ruimtelijke concepten van opwek van zonne energie langs snelwegen onderscheiden. Deze concepten zijn min of meer analoog aan de ruimtelijke routeconcepten met zonne-energieopwekking beschreven in hoofdstuk 3.

1. Autonome zonneweg

Onder een zonneweg verstaan we een snelweg waarbij de inpassing van PV panelen op, langs en boven de snelweg tot een nieuw op zich zelf kwalitatief hoogwaardig ruimtelijk concept leidt.

2. Landschappelijke weg met PV panelen in de directe snelwegomgeving

Bij een landschappelijke weg 'kleurt de weg mee met het landschap'. De bermen en beplanting volgen de ruimtelijke kwaliteiten van het landschap, de weg is opgebouwd uit ruime bochtstralen en interessante zichten op het landschap. Er wordt een 'zonnelandchap' met een eigen identiteit gemaakt waar de snelweg langs of doorheen gaat.

3. Concentratie in iconische verkeersknooppunten en energiehubs

Concentratie van energieopwekking op strategische plekken in het energienetwerk of iconische plekken in het verkeersnetwerk.

4. Geen zon langs direct langs de snelweg en in de snelwegomgeving

Er zijn snelwegtrajecten waar toevoeging van PV panelen expliciet niet gewenst zijn. Het verdient de aanbeveling die ook expliciet te benoemen en vast te leggen in ruimtelijk beleid.

We bespreken de kansen, bedreigingen, dilemma's en ontwerpogaven per concepten. De blauwe intermezzo pagina's geven achtergrondinformatie en voorbeelduitwerkingen ter illustratie.

Intermezzo: Geluidsbarrières en overkappingen met PV cellen

Een zon-geluidsbarrière of PV geluidsbarrière bestaat uit een combinatie van geluidswerende constructies met Photo Voltaic (PV) systemen dat zonlicht omzet in elektriciteit. Het gaat over zonnepanelen geïntegreerd op bestaande of nieuwe constructies van beton of staal, PV panelen op geluidswallen, combinaties van scherm en wal of volledig geïntegreerde ontwerpen.

De geluidsbarrière functie gaat goed samen met 100% PV cellen als geluidsabsorptie niet noodzakelijk is. Indien dit wel wenselijk is dan moet de constructie daarvoor zorg dragen en zal het percentage PV per kilometer afnemen.

PV-schermen kan ook het zicht op infrastructuur vanuit de omgeving wegnemen of verbeteren.

Oost-west georiënteerde snelwegen worden het meest kansrijk gezien voor zon-geluidsbarrières. De snelwegen A15 en N11-A12 in Zuid-Holland zijn kansrijk. Er is ook geëxperimenteerd met noord-zuid oriëntatie op de A50 bij Uden. Hier is gebruik gemaakt van dubbelzijdig werkende zonnepanelen in een volledig modulair systeem, operationeel sinds december 2018 (*bron 11*).



Geluidsoverkappingen met PV cellen

Voor overkappingen van snelwegen geldt hetzelfde als voor geluidsschermen. Het is een kans voor een integraal ontwerp in een hoogstedelijke omgeving of locaties door kwetsbare landschappen waar de weg in een open tunnelbak ligt of wordt gerealiseerd.

De A4 door Midden-Delftland ligt in een tunnelbak zonder dak. Een semitransparant dak met PV cellen zou tussen de wanden van de tunnel gemaakt kunnen worden. De tunnelbak is ongeveer 5 kilometer lang en 40 meter breed. Bij een overkapping zou dit 200.000 m² PV panelen kunnen opleveren.

Een kansrijke locatie voor een hoogstedelijke locatie is de toegang tot Den Haag tot aan het Malieveld.



Proefproject A50

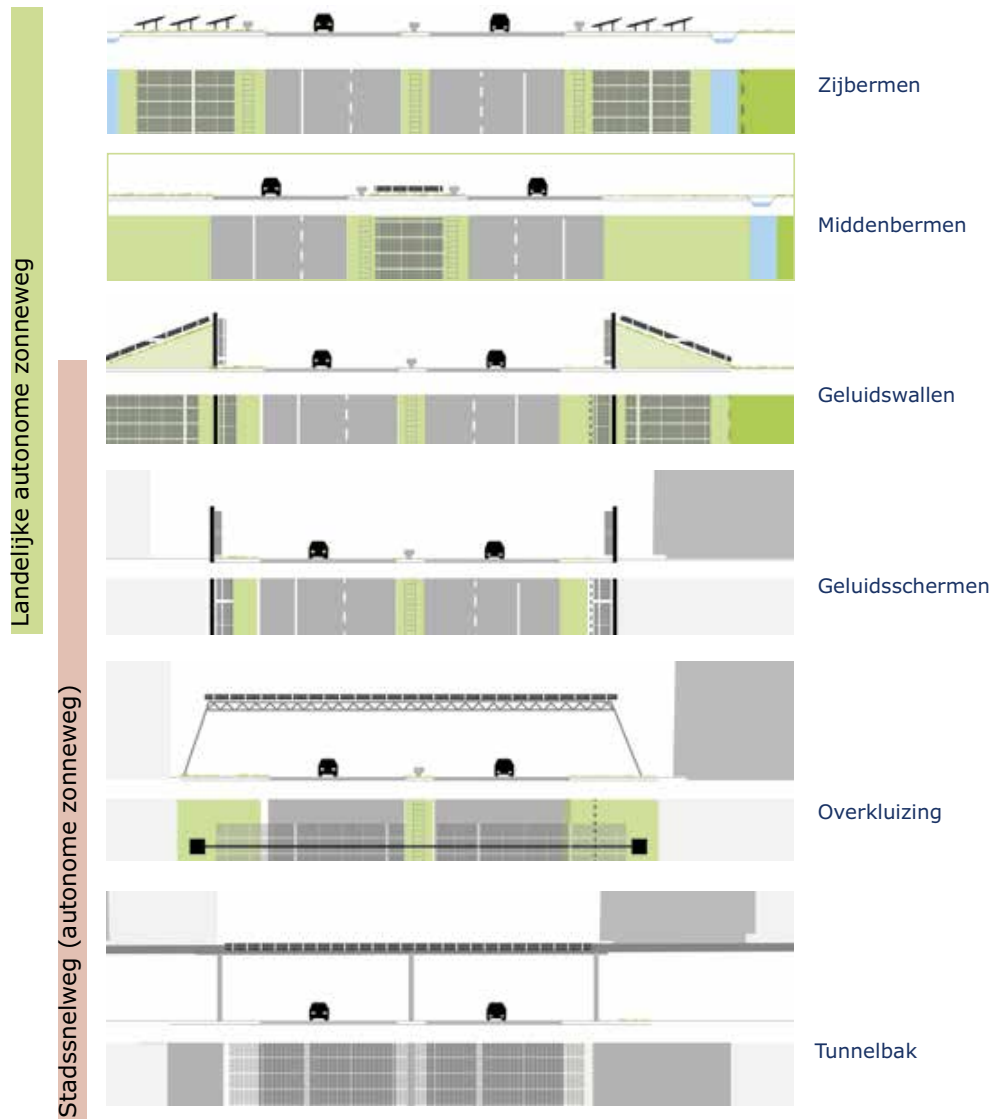


Energieopbrengst geluidsschermen

RWS heeft een proefproject van een zon-geluidsbarrière gemonitord bij Uden aan de A50.

Het 400 meter lange prototype met 4 meter hoge dubbelwerkende (1600 m²) PV panelen leveren jaarlijks tussen de 190 en 215 MWh op. Over een kilometer is dit tussen de 475 en 537 MWh (bij 4 meter hoog). Dit staat gelijk aan ongeveer 157 tot 180 huishoudens (*bron 11*).

Voor de stadssnelwegen langs de onderzochte A12 van Den Haag tot Zoetermeer is de geschatte opbrengst van geluidsschermen langs de stadssnelwegen 7 tot 25 GWh, dit staat gelijk aan ongeveer 2300 tot 8400 huishoudens en 0,4 tot 1,4 windturbine van 5,6 MW.



Principeprofielen autonome zonneweg in stedelijk en landelijk gebied



5.3.1 Routes met zon

Binnen de autonome zonneweg kunnen we twee typen onderscheiden:

- de stads-zonneweg
- de autonome zonneweg in landelijk gebied

5.3.1.1 Stads-zonneweg

De stedelijke zonneweg of stads-zonneweg is een snelweg door verstedelijkt gebied. Zij- en middenbermen zijn nauwelijks aanwezig. Het is een relatief smal profiel, veelal begeleid door geluidsschermen, geluidswallen en/of overkluizing. Deze inrichtingselementen zijn voorzien van PV panelen.

Kans:

De herinrichting van trajecten als stads-zonneweg, met integraal ontworpen inrichtingselementen voorzien van PV panelen, kunnen rommelige stukken snelweg een nieuwe identiteit geven. Stedelijke gebieden kunnen nog dichter naar de snelweg groeien en daarmee ruimte creëren voor energieopwekking én verdichting van het stedelijk weefsel.

Bedreiging:

PV panelen, die bevestigd worden aan bestaande constructies zonder de kans te benutten om een nieuw integraal ruimtelijk concept over een langere trajectlengte te ontwikkelen kunnen verrommeling van het beeld van de snelweg vergroten.

Dilemma:

De baten voor enkel energieopwekking wegen (waarschijnlijk) niet op tegen kosten van vervanging inrichtingselementen met geïntegreerde PV elementen.

Opgave:

Maak een masterplan met beeldkwaliteitsplan voor één snelwegtraject en koppel integraal de energieopgave aan deze gebiedsontwikkeling van het snelweglandschap.



5.3.1.2 Landelijke autonome zonneweg

Een landelijke autonome zonneweg kenmerkt zich door het plaatsen van PV panelen in de midden- en zijbermen waardoor er een continue lijn ontstaat. De weg loopt door een landelijk gebied en snijdt autonoom door het landschap. Studies naar zonneweg concepten voor de A37 visualiseren dit concept (*bron 10*).

Brede bermen zijn noodzakelijk om substantiële oppervlaktes PV panelen te kunnen realiseren. Dergelijke zonnewegen bestaan nu nog niet in Nederland en in het buitenland kennen wij geen voorbeelden.

Kans:

Nieuwe identiteit aan een snelwegtraject geven door integraal ontwerp PV panelen.

Bedreigingen:

Te korte stukken traject maken dit concept rommelig.

Door hoge ligging van PV panelen kunnen uitzichten op landschap verdwijnen. De landschappelijke weg verandert van karakter in een stedelijkere weg.

Het is noodzakelijk om geleiderails aan te brengen vanuit veiligheidseisen, Dit brengt kosten met zich mee.

Onderzoeksvraag:

Nabijheid van de energievraag en van de koppelstations?

Welke lengte dient een traject te hebben om ruimtelijke kwaliteit te creëren?

Opgave:

Ontwerp een integraal concept voor een snelwegtraject.

Onderzoek energie-efficiëntie en energienetwerk.

Onderzoek meekoppelkansen.



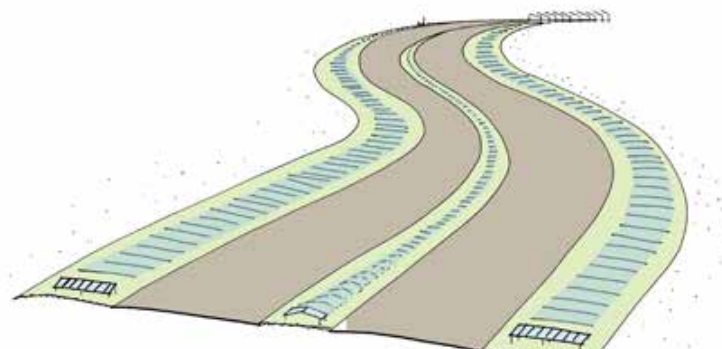
5.3.1.3 Landschappelijke weg met PV panelen in de directe snelwegomgeving

Bij een landschappelijke weg 'kleurt' de weg mee met het landschap'. De bermen en beplanting volgen de ruimtelijke kwaliteiten van het landschap. Er zijn wisselende zichten op diverse aangrenzende landschappen. Er is contrast en variatie.

De snelwegbermen blijven vrij van PV panelen. De aangrenzende gebieden kunnen landschappen met PV panelen zijn maar alleen als het onderdeel is van een integrale gebiedsontwikkeling waar meerwaarde te behalen valt op het gebied van natuur en recreatie.

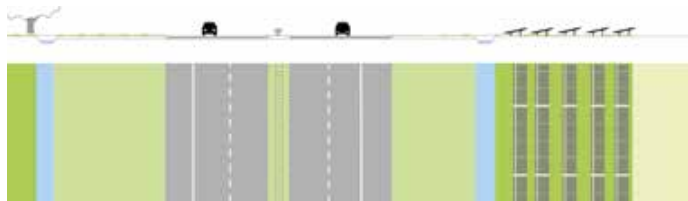


Basisprofiel snelweg met 13 meter brede obstakelvrije zone





PV velden ingepast in het landschap



Principeprofielen landschappelijke weg met PV panelen

Zone direct langs de weg



Deze locaties komen vooral voor waar snelwegen de grens vormen van twee landschapstypen. Zoals bijvoorbeeld bij de stadsranden; de A4 langs Den Haag, de A15 langs Papendrecht en de N11 langs Alphen aan de Rijn. Door de afstand van de snelweg tot bebouwing ontstaat er een 'tussenzone'. Deze zone heeft vaak een gemengde inrichting van stadsrandfuncties als restanten agrarisch gebruik, parkfuncties, sportvoorzieningen, waterberging, natuur etc. De agrarische delen zouden plaats kunnen maken voor zonnevelden geïntegreerd in een zonne-landschapspark. De pure agrarische cultuurlandschappen zoals de veenweidegebieden worden ontzien. Het contrast tussen landschapstypen wordt vergroot.

Kans:

Gebiedsontwikkeling met inpassing PV panelen. Het benutten minder courante agrarische kavels voor de opwek van energie. Het versterken van ecologische en recreatieve structuren door de toevoeging van de energielaa. Het ontwikkelen van klimaatbuffers voor de stad in combinatie met energie opwek.

Bedreigingen:

Het random plaatsen van zonnevelden. Verrommeling van het landelijk gebied.

Opgave:

Definieer gebieden langs de snelweg met de kansen voor PV panelen. Benoem de meekoppelkansen op gebied van natuur, waterberging en recreatie en ontwerp de randvoorwaarden. Benoem ook daar waar het niet wenselijk is!

Intermezzo Voorbeelduitwerkingen N11

Voor de N11 zijn in een ontwerpend onderzoek en binnen de workshop diverse integrale concepten van opwek van zonne energie ontwikkeld in combinatie met andere functies. Op basis van deze schetsen is een globale berekening uitgevoerd van de eventuele opwek van energie.



Voorbeeldwerking N11 PV panelen binnen de snelweggrenzen; de landelijke autonome zonneweg) (schets 1)

Binnen de snelwegruimte is onderzocht wat de potenties zijn voor PV panelen in de berm. De middenberm van de N11 is niet geschikt vanwege de maat en aanwezigheid van een geleiderail. De zijbermen zijn rond de 9 tot 13 meter breed, meestal zonder geleiderail. De weg is ontworpen volgens het ruimtelijk concept 'landschappelijke weg' met mooie bochtstralen en aan één zijde vergezichten op het veenweidegebied. De weg is een grensweg tussen twee landschapstypen en is deels gebundeld met het spoor.

Uitgangspunt van de schets is het laag plaatsen van de panelen zodat er over het zonnenveld heen gekeken kan worden. Onderzoek moet uitwijzen of dat haalbaar is. Er moet ook een geleiderail aangelegd worden in de berm of op een andere manier de obstakelvrije zone realiseren. De zone is relatief smal waardoor er lange lengtes panelen, kabels en andere technische voorzieningen nodig zijn.

De realisatie van PV panelen in berm langs bij de N11 kan wel over een substantiële lengte van 19 kilometer uit te voeren.



Schets 1: N11 met PV panelen in de berm



Schets 2: N11 met ecologische verbinding en PV panelen in aangrenzend landschap

De energie opbrengst is geschat op 16 tot 23 GWh. Dit komt overeen met ongeveer 5300 en 7600 huishoudens. De opbrengst staat gelijk aan ongeveer 1 tot 1,5 windturbine. Het is de vraag of er een haalbare businesscase te behalen valt vanwege de smalle langgerekte zone.

Voorbeelduitwerkingen N11 als landelijke weg behouden, PV op de oeverwal (Schets 2)

Voor de N11 is naast de autonome zonneweg ook naar een model voor (behoud) van de landschappelijk weg gezocht. Dit betekent geen PV panelen in de berm, de ecologische verbindingzone tussen weg en spoor en het veenweidelandschap. Wel vol inzetten op het creëren van maar een 'zonnelandchap' in de zone tussen de Oude Rijn en de infrabundel N11/spoorlijn. Hier kan substantiële velden zon aangelegd worden. De geschatte opbrengst is tussen de 84 en 126 GWh.

Als op termijn deze terreinen verstedelijken kunnen de PV panelen 'mee het dak op'. De ecologische verbindingzone tussen N11 en spoor is onder deel van Natuur Netwerk Nederland (NNN). Hier is zijn zonnepanelen niet op hun plaats.

**Voorbeelduitwerking N11 PV in de bermen
bermen én in veenweidegebied 'bottum up'.
(schets 3)**

Wat gebeurt er als we breder kijken dan de bermen van de snelweg? In schets 3 is naast de PV panelen in de bermen uit schets 1 ook het veenweidegebied in beschouwing genomen.

Het OER traject langs de A15 hanteert een zoekzone van 250 meter. Voor de verbeelding hebben we deze 250 meter als zoekgebied aangenomen.

Het nog gave veenweidelandschap wordt dan 'verstedelijkt'. De beleving van de N11 verandert van een landelijke weg naar een meer stedelijke weg.

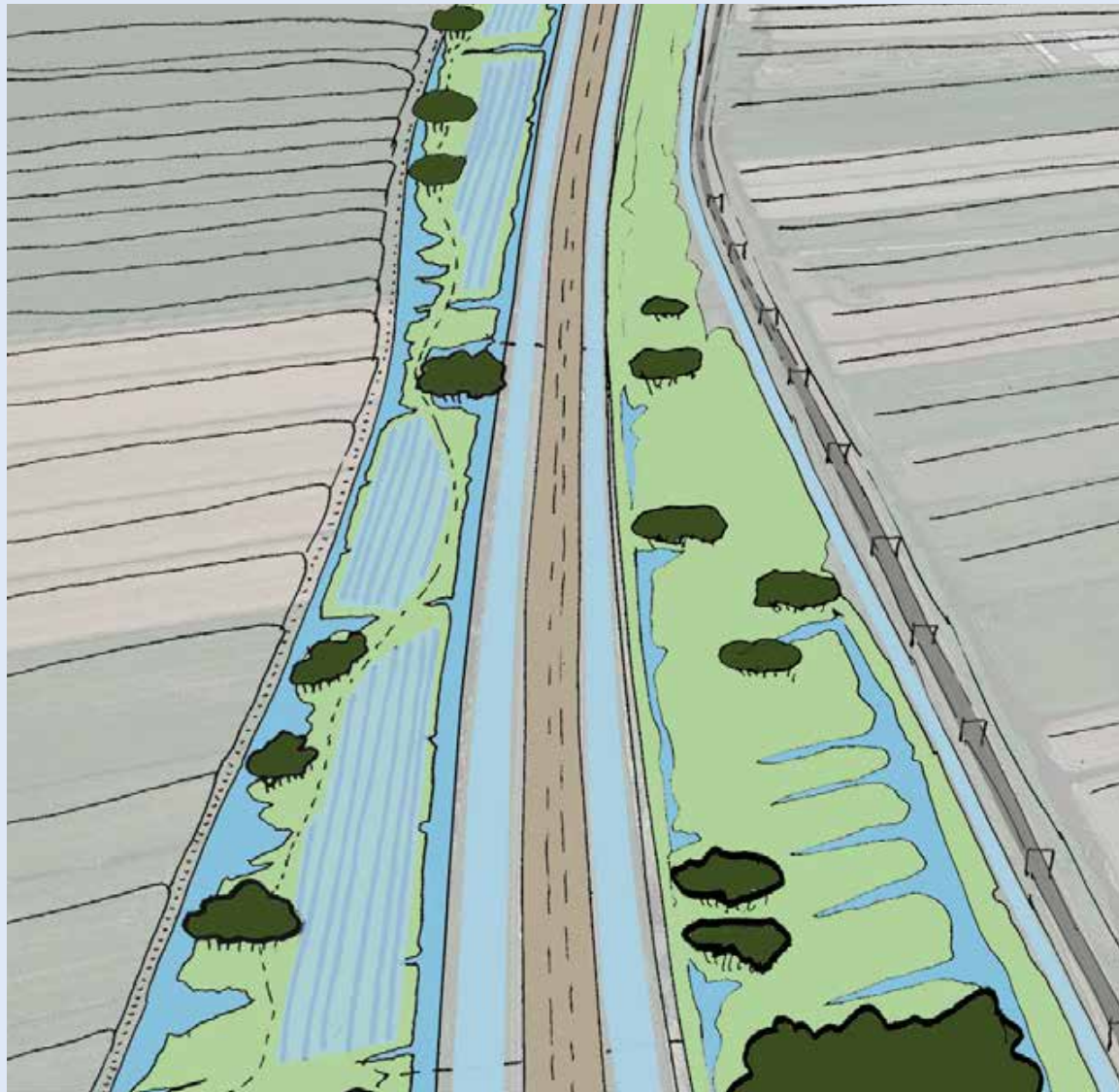
Als er via een bottum up proces gewerkt wordt is de kans groot dat er een rommelig beeld ontstaat waarbij grenzen niet ontworpen of slecht te handhaven zijn. De grens is immers arbitrair. Aanleg- en beheerwegen moeten aangelegd worden en de beeldkwaliteit van hekken, hoogte panelen, ordening moet via regie en spelregels gegarandeerd worden.

Dit scenario beschouwen wij als het minst wenselijk vanuit ruimtelijk perspectief. Ook vanuit natuur, bodem en water is dit geen wenselijk scenario.

Als deze optie overwogen wordt dan zou er een integraal ontwerp gemaakt moeten worden die de



Schets 3: N11 met verbeelding van PV panelen in de bermen en in het veenweidegebied



Schets 4: N11 met verbeelding zonnevelden in combinatie met een natuur- en recreatiezone

grenzen, spelregels en beeldkwaliteit van tevoren per traject vastlegt.

Voorbeelduitwerking N11 integraal ontwerp (schets 4)

Deze voorbeelduitwerking gaat uit van het integraal herontwerpen van een verbrede berm van de N11 aan de zuidzijde met PV panelen, een ecologische verbindingszone en nieuw beheerpad/ fietspad.

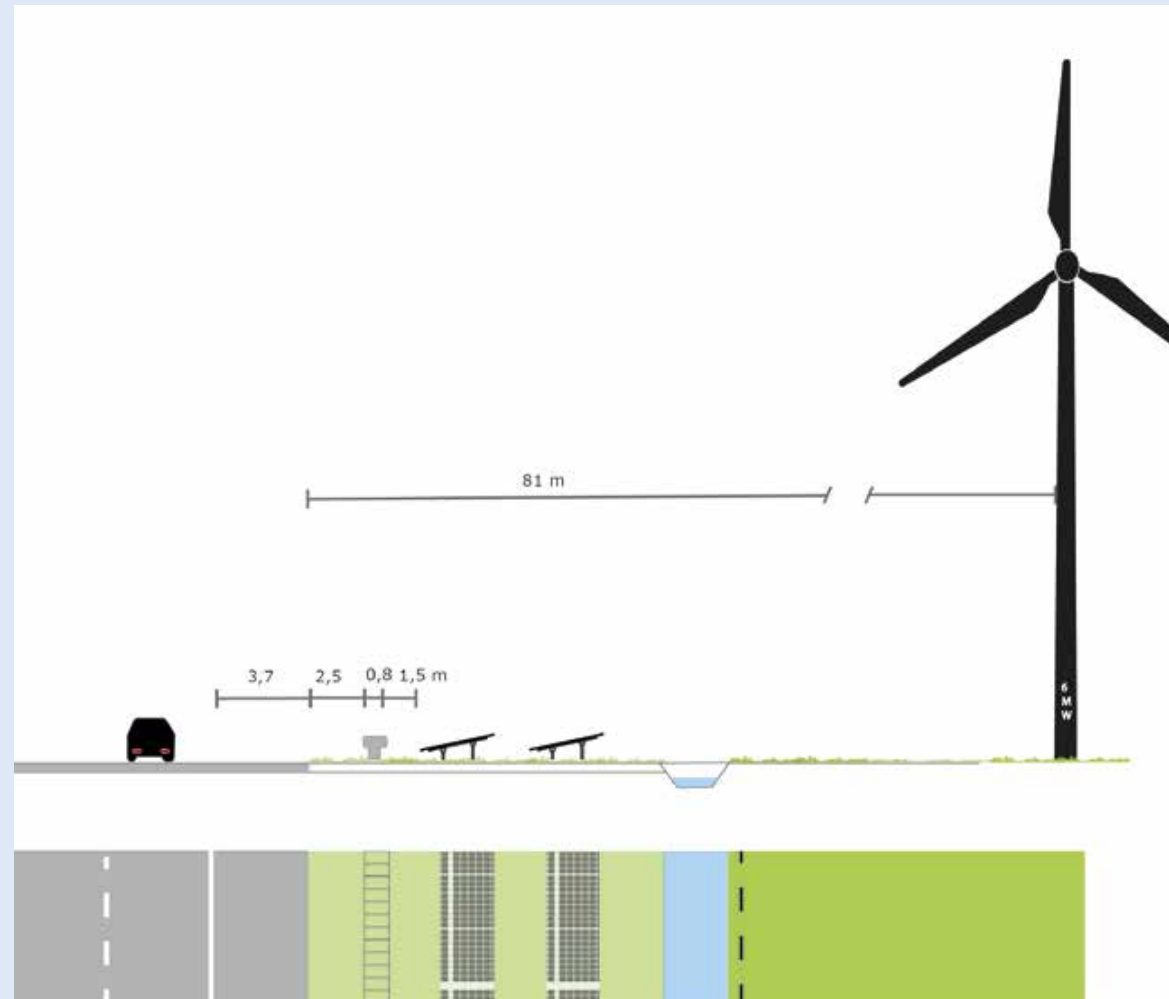
Deze benadering vergt meer investeringen en een integrale aanpak waar vooral ook naar meekoppelkansen wordt gezocht op het gebied van natuur en recreatie.

Intermezzo: Bouwstenen technische aspecten, ruimtelijke en energetische randvoorwaarden en afwegingen zon langs snelwegen

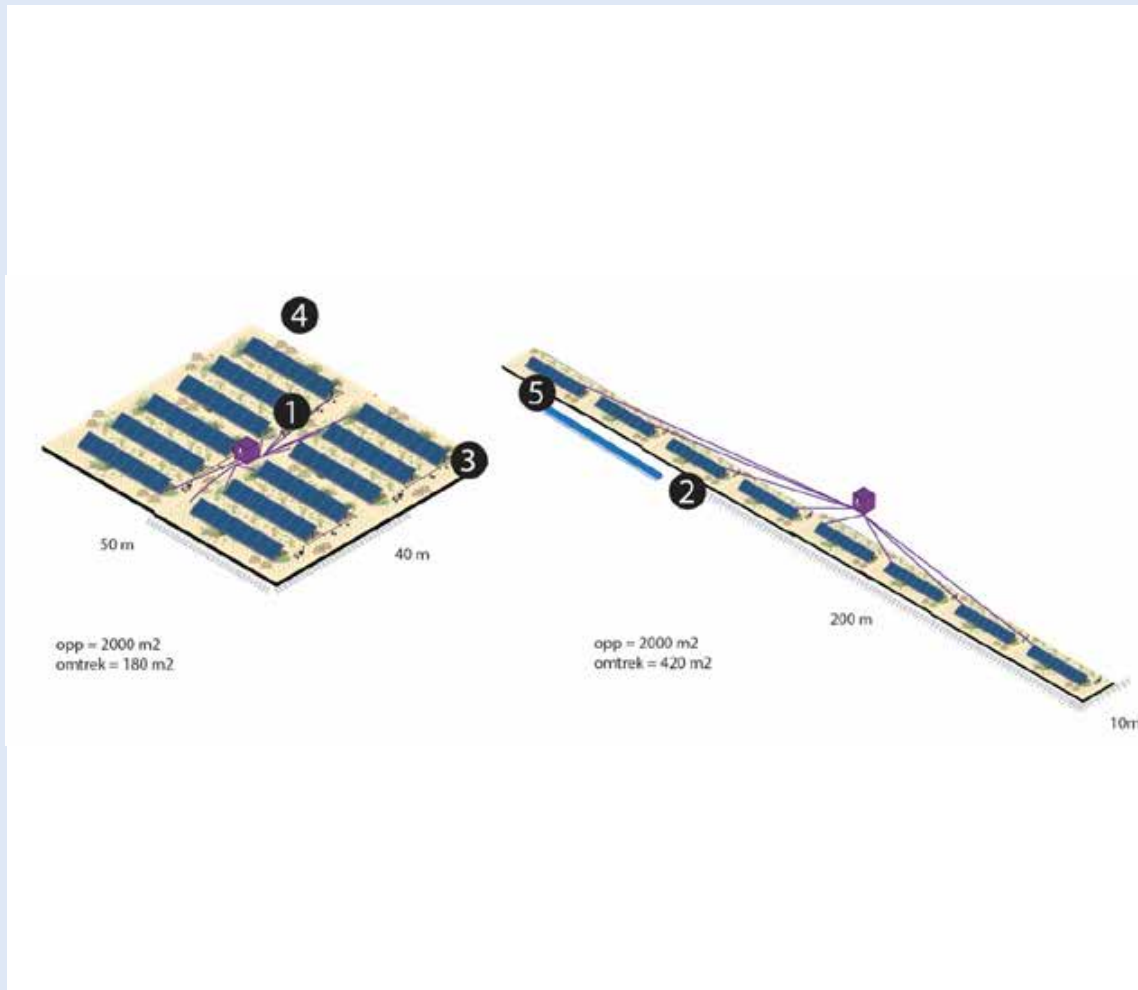
Veiligheidseisen PV panelen langs snelwegen

Langs snelwegen gelden veiligheidseisen ten aanzien van de obstakelvrije zone, geleiderail, onderhoud en bereikbaarheid. Vanwege de veiligheid mogen zonnepanelen niet te dicht langs een snelweg liggen. Deze afstand is groter als er geen geleiderail aanwezig is. Met geleiderail geldt er dat er 8,5 meter vanaf de binnenkant van de kantlijn moet worden aangehouden. Dit is opgebouwd uit de vluchtstrook, een vluchtzone, een geleiderail en een uitbuigzone. De vluchtstrook is dus onderdeel van deze 8,5 meter.

Als er geen geleiderail aanwezig is dan is de afstand 13 meter vanaf de binnenkant van de kantlijn moet worden aangehouden. Hierin zit de uitbuigzone in meegenomen die gebruikt kan worden voor de maai-arm voor onderhoud.



Technische doorsnede plaatsing zon en wind vanaf de kantlijn weg



Technische doorsnede plaatsing zon en wind vanaf de kantlijn weg (bron GE)

Energiesysteem en businesscase zonnepanelen langs snelwegen

De stroken langs de snelweg tellen gezamenlijk op tot een groot oppervlak. De praktijk laat wel zien dat met de huidige regelgeving de businesscase van kleinere, smallere stroken lager is dan die van een aaneengesloten veld. Dit heeft in ieder geval globaal te maken met de onderstaande zaken:

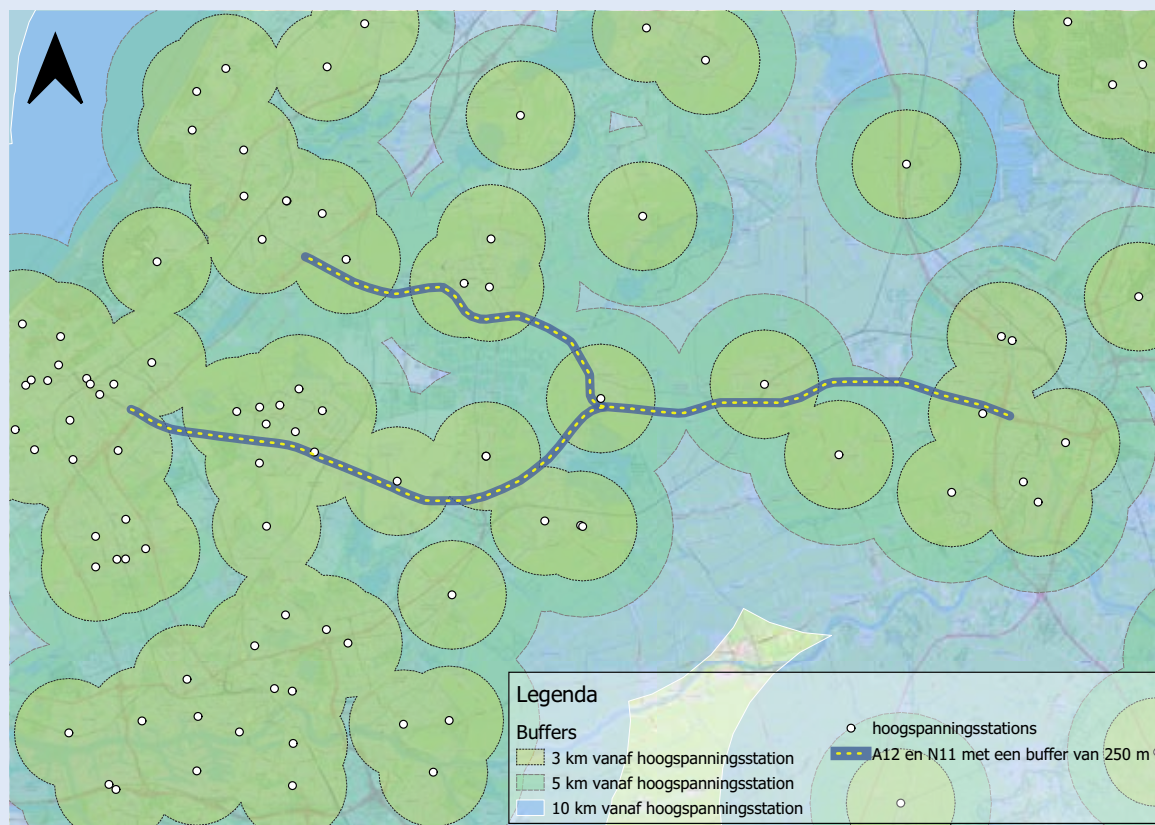
- De verhouding tussen het oppervlak en de omtrek: de meeste verzekeraars eisen een afscherming van het zonnenveld door hekken van minimaal 1,8 meter (of door een brede sloot). Hoe langer de omtrek is in relatie tot het oppervlak, hoe minder gunstig de businesscase. De vraag is ook wanneer het nog als één park geldt en welke invloed dit heeft op mogelijke subsidies en verzekeringen.
- De stellingen in combinatie met de paneelrichting: hoeveel stellingen zijn er nodig per oppervlak van het paneel? Dit is mede afhankelijk van de oriëntatie: bij zuid-panels op een zuidoost weg wordt het perceel niet optimaal gebruikt.
- De lengte van de kabels tussen de stellingen en de omvormers: bij langgerekte velden zijn méér meters aan bekabeling nodig.
- De toegankelijkheid voor installatie en onderhoud: hoe meer acties er nodig zijn om de locatie bereikbaar te maken (zoals het aanleggen van een onderhoudsweg) hoe moeilijker de businesscase.
- Een afbakening op een andere manier dan een hek (zoals een sloot) kan financieel gunstiger uitpakken als er al een natuurlijke afscheiding ligt. Het kiezen voor een afscherming door beplanting, een grondwal of een nieuwe watergang brengt ook kosten met zich mee.

- Ook de afstand tot het dichtstbijzijnde station vormt een groot deel van de businesscase. De kabels zijn immers kostbaar. Het onderstaande kaartbeeld geeft hierin inzicht. Hoe korter de kabel van het park naar een stations, hoe beter de businesscase. De netbeheerder geeft aan dat voor zonnevelden de afstand tot een tussenstation maximaal 5 kilometer kan zijn. Voor windturbines geldt 10 kilometer als vuistregel. Op een tussenspanningsstation kunnen grotere projecten aangesloten worden dan op een middenspanningsstation. Voor een middenstation geldt de 5 kilometer voor wind en 3 kilometer voor zon. De illustratie geeft afstanden tot koppelstations aan rondom de A12 en de N11.
- Concentratie is altijd een betere optie vanuit energie-efficiëntie en een positieve businesscase.
- Nabijheid van lokale afzetlocaties of een energie hub is positief voor een businesscase en een duurzaam energienetwerk.

PV velden, natuur en landschap

Rijkswaterstaat heeft onderzocht wat de mogelijkheden zijn om zonneparken en natuur te combineren. Hiervoor is een interactief bouwstenendocument opgesteld door Royal Haskoning (bron 13).

Een aantal van deze uitgangspunten staat haaks op uitgangspunten t.a.v. beleving vanaf de snelwegroute en energie-efficiëntie.



Afstanden tot koppelstations bij N11- A12 (bron GE)



Solarpark de Kwekerij : referentie van 50% bedekking en hogere opstelling

Samenvatting van, in dit verband, relevante aanbevelingen:

- Natuurwaarden onderzoek: Laat bermen en knooppunten met hoge natuurwaarden met rust.
- Maximale bedekking van 50 % van de ondergrond door PV panelen.
- Zorg voor doende licht- en luchttoetreding. Een hoge ligging van de panelen, ongeveer 1,5 meter boven maaiveld is aanbevolen.
- Verbinding met de omgeving – breng openingen aan in geval van een omheining of hou een ruimte van 30 cm onder de omheining vrij voor kleine zoogdieren, reptielen en amfibieën.
- Breng een faunaraster aan tussen zonnepark en de weg.
- Geef voorkeur voor een natuurlijke afscheiding bijvoorbeeld door waterpartijen.
- Natuurlijk en gefaseerd beheer van de vegetatie op het terrein.

Verhoging van biodiversiteit en natuurwaarden is een belangrijke doelstelling van de Provincie Zuid-Holland. Bermen hebben vaak een belangrijke rol als ecologische verbindingzone. Met name in de beperkte ruimte in het verstedelijkte gebied van Zuid-Holland is dit een niet te onderschatten aspect.

Een zorgvuldige afweging is noodzakelijk.

Het ontwikkelen van zonnevelden langs snelwegen kan ook een kans om een nieuwe natuurcorridor te ontwikkelen. Dit stelt eisen aan de inpassing van zonnepanelen zoals de 50% bedekkingsgraad en hoge ligging van de panelen om voldoende licht toe te laten op de bodem.

Dit beperkt de energie-efficiëntie. In de huidige businesscases kan de afstand tot een koppelstation niet te groot zijn. De gewenste hoge ligging van de PV panelen kan in tegenspraak zijn met de wens om over de panelen heen te kijken vanaf de snelweg.

Randvoorwaarden inpassing en beeldtaal inrichtingselementen zonnevelden

Zowel voor de windturbines en zonneparken geldt dat de consistente ordening én beeldtaal van de objecten langs een route een grote rol spelen in de belevingswaarde. Ook hiervoor geldt; "Creëer eenheid, rust en samenhang over een lang traject of landschapstype".

Als er sprake is van zonnevelden ontwikkeld in een integraal ontwerptraject, kan in het ontwerpproces de randvoorwaarden voor de inpassing ingebed worden. Als er sprake is van een bottom up proces dan moet middels het stellen van dwingende voorwaarden de ruimtelijke kwaliteit geborgd worden.

Bij zonnevelden op land gaat het over de inpassing in bestaande landschappen. Er zijn veel eisen aan de inpassing van zonnevelden.

We maken onderscheid tussen de inpassingseisen op drie schaalniveaus:

- Landschapsniveau
- Kavelniveau
- Objectniveau

Landschapsniveau

Op landschapsniveau moeten eisen gesteld worden aan de vorm en type beplanting van landschappelijke inpassing.

Kavelniveau

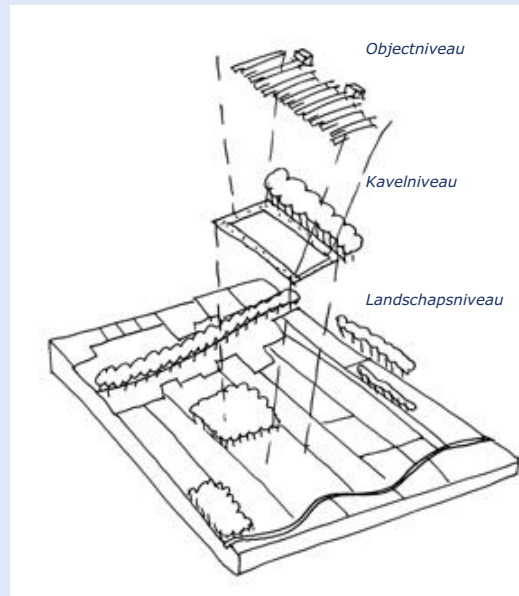
Op kavelniveau gaat het om de ordening van de panelen, de oriëntatie, de opstellingsvorm en hoogte van de stellages en de wijze van omranding. Dit hangt samen met beheer van het terrein, variërend van maaien tot begrazing.

Objectniveau

Op objectniveau moeten aspecten als transformatiehuisjes, camera's, verlichting, beheerpaden en beheerruimte ingepast worden. Om een consistent beeld met ruimtelijke kwaliteit te creëren moeten hier eisen aan gesteld worden per snelwegtraject of gebied.



Visualisatie Sant&Co



Inpassing van zonnevelden op diverse schaalniveau's

Beleving van zonnepanelen vanaf de weg

Onze aanname is dat zonnepanelen in bermen over het algemeen als stedelijke of industriële artefacten worden beleefd vanuit de visie van de automobilist. Ze beperken de hoeveelheid groen en maken de snelweg minder onderdeel van het landschap.

De snelweg wordt 'autonomer' en stedelijker als dit over grote lengtes plaatsvindt. Als het korte stukken zijn wordt de snelweg qua beeld rommeliger.

Beleving van zonnepanelen vanuit de omgeving

De omwonenden beleven zonnevelden meestal vanaf de lokale wegen. De beleving van de velden in de bermen of direct langs snelwegen is afhankelijk van het maaswijdte van het netwerk van lokale wegen in de buurt van de snelweg, de zichtafstanden van die wegen, de directe inpassing van het veld per landschapstype (bijvoorbeeld de omheining met opgaande beplantingen of water) en de hoogte en oriëntatie van de panelen.

5.3.2 Concentratie zon op (verkeers)knooppunten

In de grotere verkeersknooppunten is relatief veel restruimte aanwezig. Uit de voorverkenning van de OER A15/A38 (bron 12) zijn met name de grote verkeersknooppunten als meest kansrijk voor PV panelen naar voren gekomen.

De energie opwekpotentie van PV panelen van knooppunt Ridderkerk is geschat op 7,5 ha (bovenkant schatting) en knooppunt Benelux op 25,7 ha (bovenkant schatting). Dit staat ongeveer gelijk aan 2,4 GWh tot 12,2 GWh, wat te vergelijken is met de energiebehoefte van 800 tot 4000 huishoudens en ongeveer de energieopbrengst van een kwart tot driekwart windturbine.

Toegankelijkheid voor aanleg, onderhoud, en beheer is bij ontwikkeling van zonneparken langs snelwegen en verkeersknooppunten een uitdaging. De benodigde verkeersmaatregelen t.b.v. beschikbaarheid van de snelweg voor aanleg en onderhoud van een zonnepark drukken ook op de businesscase van deze locaties. Daarentegen zijn mogelijk minder hekken en afschermingen nodig t.b.v. de bescherming van het zonnepark vanwege de slechte bereikbaarheid.

Voor de N11 en de A12 hebben we een inschatting gemaakt van alle verkeersknooppunten. De opbrengsten van zonne-energie in *alle* knooppunten langs de A12 in de Provincie Zuid-Holland zijn door ons geschat op 9 tot 14 GWh. Dit staat gelijk aan de energiebehoefte van 3100 tot 4600 huishoudens en energieopbrengst van een halve tot driekwart windturbine.



Schaalvergelijking knooppunten Ridderkerk (boven) en Prins Clausplein (onder)

5.3.3 Geen zon langs de snelweg of in de landschappen

In de zoektocht naar maximale energieopwekking in de RES-regio's lijkt de bescherming van waardevolle landschappen soms ter discussie gesteld te worden.







Dit is een politieke afweging, maar het is van belang die afweging wel goed te voeren.

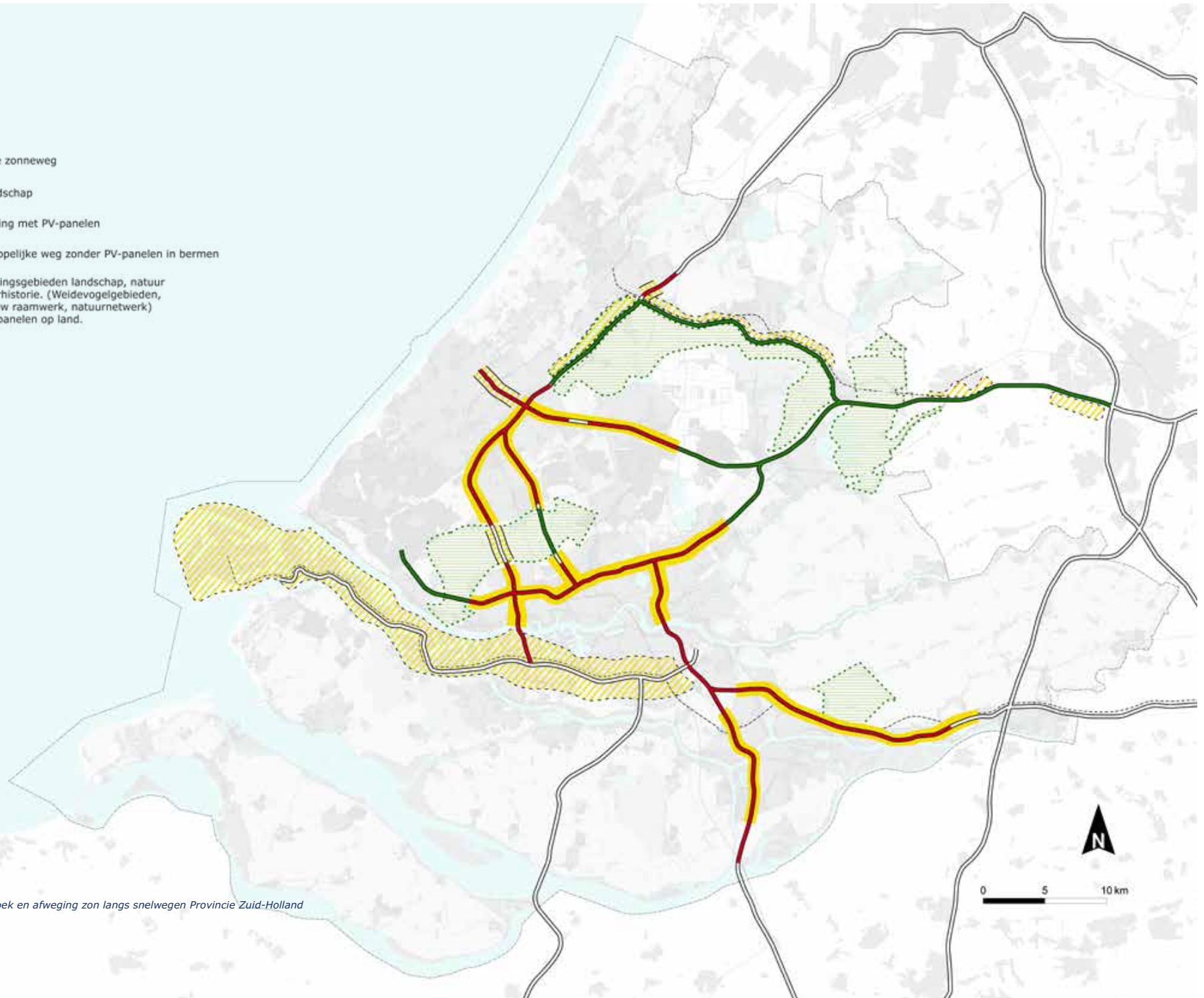
In de Milieueffectrapportage Module Energietransitie (bron 4) zijn de effecten van de zoekgebieden beoordeeld naar kansrijk, matig kansrijk of niet kansrijk op de meeste aspecten, waaronder natuur en landschap.

De meeste RES-zoeklocaties langs snelwegen voor zon zijn als kansrijk aangegeven. De niet kansrijke zones liggen op de locaties waar weidevogelgebieden en cultuurhistorische landschappen de snelwegen raken. Dit zijn voornamelijk de A4 Vlietzone, de zuidkant van de N11, de A12 en de vista op de Alblasserwaard langs de A15. Hier liggen zoekgebieden in de RES 1.0 geprojecteerd.

Voor de vervolprocessen RES 2.0 en de OER trajecten zijn heldere uitspraken vooraf over de te nemen uitgangspunten ten aanzien van de kwetsbare landschappen naast snelwegen aan te bevelen.

Ook waar geen zon langs snelwegen gewenst is, is beleid hierop noodzakelijk.

-  Autonome zonneweg
-  Zonnelandschap
-  Overkapping met PV-panelen
-  Landschappelijke weg zonder PV-panelen in bermen
-  Beschermingsgebieden landschap, natuur en cultuurhistorie. (Weidevogelgebieden, groenblauw raamwerk, natuurnetwerk)
-  Geen PV-panelen op land.



Conclusiekaart onderzoek en afweging zon langs snelwegen Provincie Zuid-Holland

5.3.4 Inzichten en adviezen zonne-energieopwekking langs snelwegen

Het onderzoek naar zonnewegen heeft een aantal inzichten opgeleverd, die hieronder puntsgewijs worden benoemd.

1.

Zonnewegen met zonnepanelen in bermen worden als stedelijke of industriële ruimtes beleefd. Ze beperken de hoeveelheid groen en maken de snelweg minder onderdeel van het landschap. De snelweg wordt 'autonomer' en stedelijker.

2.

Veel stadswegen in Zuid-Holland kunnen zonnewegen worden. PV cellen integreren in gebouwde voorzieningen leveren geen enorme opbrengsten tegenover een relatief hoge investering. Om op korte termijn opbrengsten te realiseren kan beter ingezet worden op het plaatsen van enkele windturbines. Echter, in de overtuiging dat we de 'energielaag' integraal moeten voegen aan alle gebouwde voorzieningen en gezien vele andere opgave zoals woningbouw, is het een kans om, rondom snelwegen in stedelijke gebieden, rommel op te ruimen, te vergroenen en te verdichten met energieopwekking. Het is de moeite waard om dit concept per stadssnelweg verder uit te werken tot een lange termijnvisie met beeldkwaliteitsplan.

3.

Bij herontwikkeling van snelwegen tot stadszonnewegen, kies dan voor lange trajecten met een eenduidige oplossing en beeldtaal, conform de ontwerpprincipes van de routeontwerpen van RWS.

4.

Naast de stads-zonnewegen moeten er ook landschappelijke wegen zonder zonnepanelen blijven bestaan in Zuid-Holland. Zicht op groen is voor de weggebruiker stress verminderend en concentratie verhogend. Dit geldt zowel voor weids uitzicht op landschappen als voor de groene aankleding van bijvoorbeeld geluidsschermen en geluidswallen in stedelijke gebieden.

Dit kan in tegenspraak zijn met het inpassen van energieopwekking middels PV panelen dat vaak als stedelijk en industrieel worden ervaren. De ruimtelijke vraag is of de ruimtelijk impact van autonome landelijke zonnewegen langs en door het in Zuid-Holland schaarse open landschap, opweegt tegen de potentiële opbrengst. De landschappelijke wegen zijn in Zuid-Holland vaak ook de schaarse plekken, waar het landschap en rustmomenten op een route beleefd kunnen worden, en waar de meeste natuurwaarden zijn. Bij toevoeging van PV panelen verandert in ieder geval het karakter van de route terwijl de energieopbrengsten niet erg hoog zijn. Een goede afweging is noodzakelijk.

5.

De zoekgebieden in de RESsen geven aan waar zonnevelden langs snelwegen denkbaar kunnen zijn. Benoem in vervolgbeleid ook waar *geen* zonnepanelen langs snelwegen gewenst zijn.

6.

Langgerekte zones van PV panelen zijn niet per definitie de slimste investeringen. Concentratie van zonnevelden in hubs en clusters is kansrijker qua businesscase maar ook voor het draagvlak en de beleving.

7.

Concentraties van zonneparken en windturbines langs snelwegen kunnen een nieuw oriëntatiepunt creëren langs een route.

8.

Bomen langs een route en zonnepanelen gaan niet goed samen. Waardeer de groene autonome snelwegen in Zuid-Holland en versterk die waar mogelijk over substantiële trajecten. Windturbines en boombeplanting gaan beter samen.

9.

Veenweidebodems en intensieve zonnevelden gaan niet goed samen (*bron 7*).

5.3.5 Conclusies: Zonnewegen in Zuid-Holland

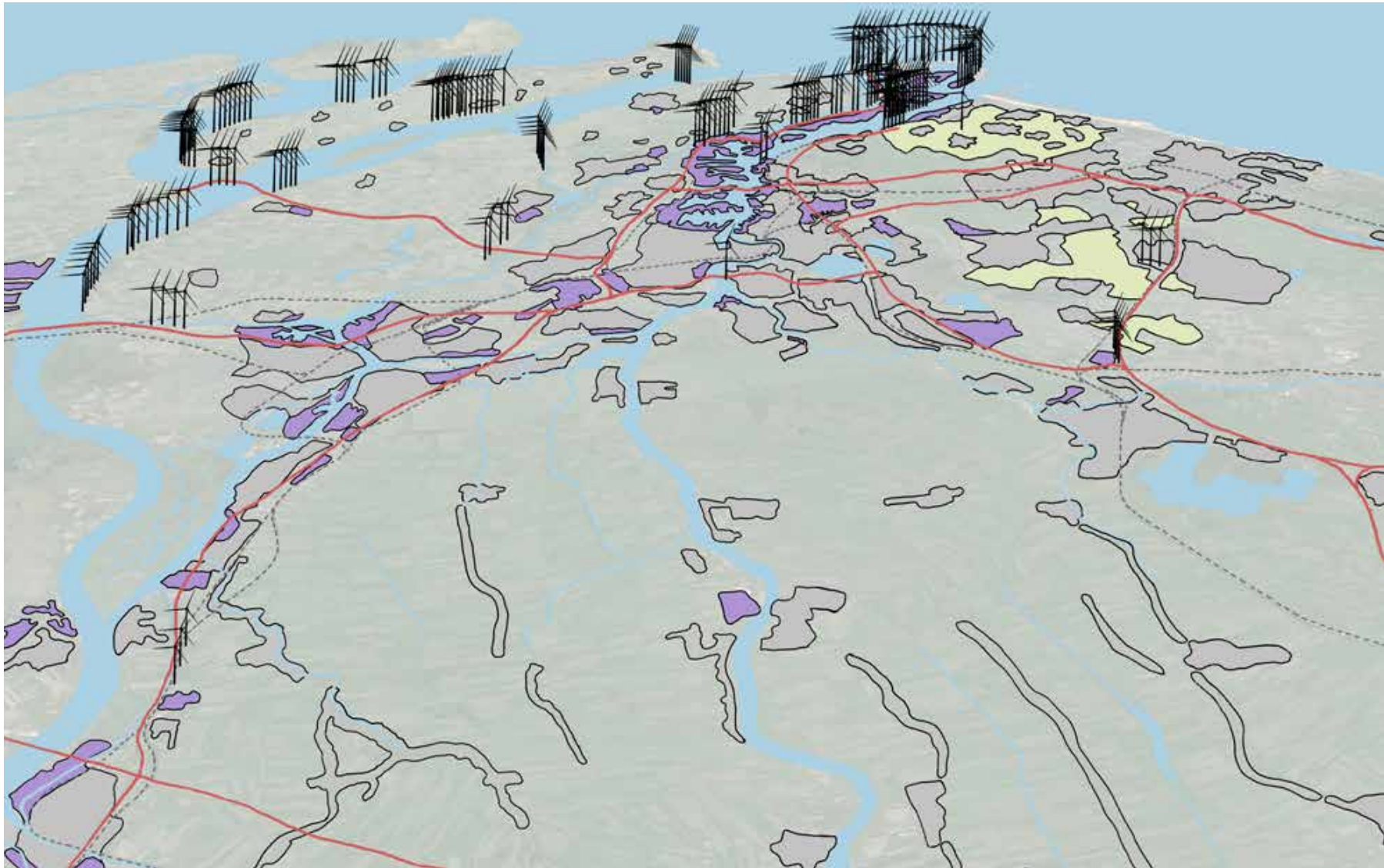
Bij het ontwerpen en afwegen of een zonneweg een goed idee is spelen verschillende aspecten een rol: politieke haalbaarheid, technische haalbaarheid, financiële haalbaarheid en natuurlijk ruimtelijke kwaliteit.

De aanvliegeroute voor onderzoek naar zon langs snelwegen in Zuid-Holland lijkt vooralsnog vooral kwantitatief te zijn ingestoken. Deze studie geeft een handreiking om niet enkel op het kwantitatieve te focussen maar ook om een integrale afweging te maken.

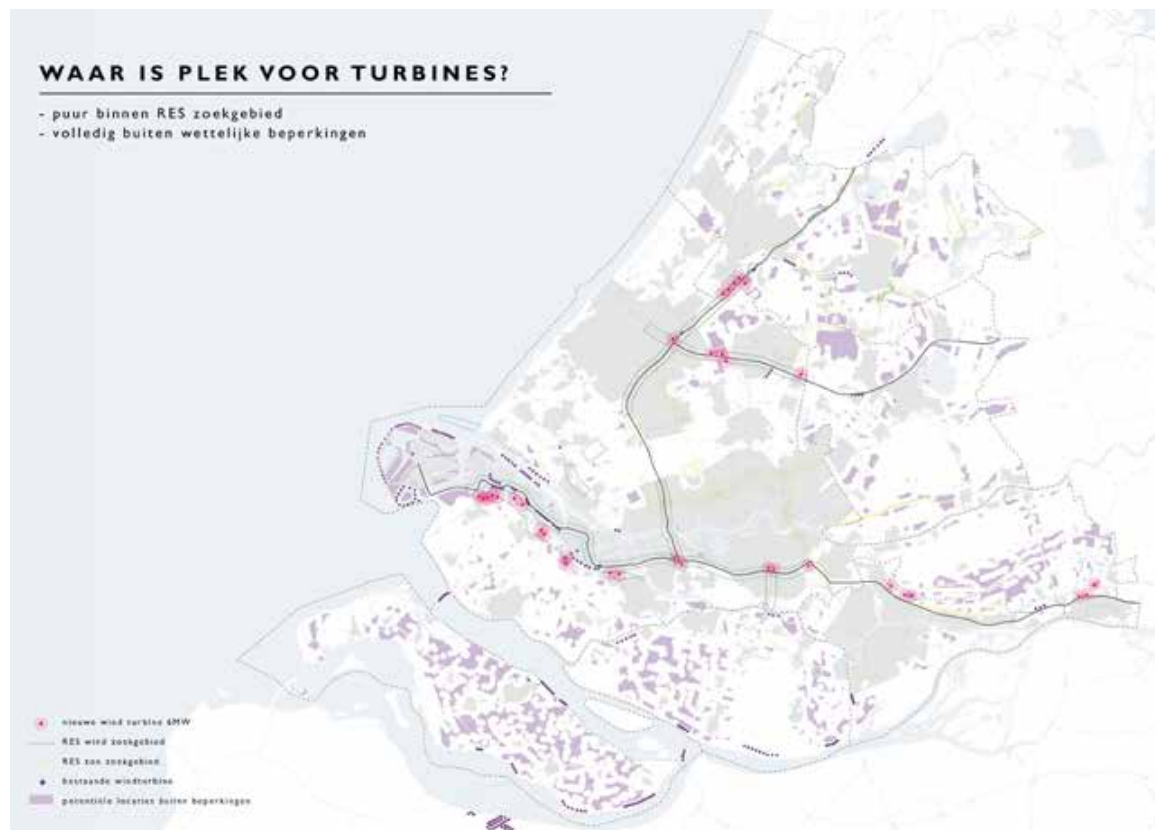
Onze conclusies waar energieopwekking langs snelwegen langs snelwegen kansrijk is, zijn weergegeven in de conclusiekaart in hoofdstuk 6.

- Kansrijk zijn de stads-zonnewegen met name als er een integraal toekomstbeeld en ontwerp voor de beeldtaal gemaakt wordt. De koppeling met de opgave voor verdichting van de stad ligt voor de hand.
- Zon in bermen van landschappelijke wegen in beschermd landschappen adviseren wij niet. De opbrengsten wegen niet op tegen het verlies aan ruimtelijke kwaliteiten.
- Enkele integrale zonnelandscappen langs de snelwegen zijn kansrijk voor ontwikkeling van een zonne-energieopwekking in combinatie met klimaatadaptatie, biodiversiteit en recreatie. Dit zijn locaties waar de snelweg aan een stadsrand grenst, zoals de noordzijde van de N11 of door een energielandschap loopt zoals de A15 in het havengebied.

Concluderend: Zonnewegen zijn met name in de stedelijke gebieden een goed idee en bieden een kans op problemen en opgaven integraal op te pakken. Wij adviseren om in de bermen van de schaarse landelijke wegen in Zuid-Holland geen PV panelen toe te voegen.



Bestaande windturbines langs snelwegen Provincie Zuid-Holland



Kaart zoekgebieden wind binnen Resgebieden rekening houdend met wettelijke beperkingen (Bron 14)

5.4 Concepten wind langs snelwegen

Dit hoofdstuk gaat eerst kort in op de huidige situatie van windturbines in de provincie. Randvoorwaarden voor de plaatsing van nieuwe windturbines worden toegelicht om daarmee de specifieke ruimtelijke concepten voor de toekomstige locatie van windturbines te duiden.

5.4.1 Huidige situatie, RES zoekgebieden en vraagstelling

In de huidige situatie staan veel windturbines langs de grote rivieren en in het havengebied langs de A15.

Er staan 4 turbines langs de A15 ter hoogte van Boven-Hardinxveld. Enkele windturbines staan langs de A12 ter hoogte van Zoetermeer en in de nabijheid van de Gouweknoop.

Langs de N11 zijn twee rijen van 4 turbines en langs de A4 twee turbines.

In de RESsen zijn zoekgebieden voor windturbines aangegeven langs:

- De A15 tot aan knooppunt Ridderkerk
- De A29 tot aan de Oude Maas
- De A4 door stedelijk gebied
- De A12 tot aan de Rotte (RES-grens RDH)
- De A20 bij Maassluis

Er zijn ook reservezoekgebieden voor windturbines aangeduid:

- Langs de A15 bij Papendrecht en op het knooppunt Gorinchem A27/A15
- Langs de N11 en de bocht van de A15 bij Bodegraven

De RESsen in Zuid-Holland kiezen niet expliciet voor een windsnelweg als concept terwijl er veel van de zoekgebieden de snelwegen raken. Dit is mogelijk de resultante van het gevoerde proces. De afwegingen voor de zoekgebieden in de RES 1.0 zijn niet op provinciaal of landelijke niveau gemaakt. Snelwegen houden zich echter niet aan bestuurlijke grenzen.



Beperkingen voor windturbines binnen Zuid-Holland (bron: GE)

Er is dus niet één (nationale) snelwegroute waar windturbines als hoofdthema volledig is opgepakt. De vraag is dan ook; "Is er een windweg te realiseren in Zuid-Holland en is dit een goed idee?"

5.4.2 Veiligheidseisen, wettelijke beperkingen en kansen

Een groot aantal aspecten bij de planontwikkeling voor de plaatsing van windmolens dient onderzocht te worden.

Men moet rekening houden met alle technische en ruimtelijke belemmeringen en veiligheidseisen. De kaart op bladzijde 52 heeft hiervan een overzicht. Waar het 'wit' is is nog 'technische' ruimte.

De koppeling met het netwerk is ook een van de overwegingen. De locatie moet geschikt zijn ten opzichte van de heersende windrichtingen. Locaties, daar waar het altijd waait, langs rivieren, kanalen en open landschappen, rekening houdend met de heersende zuid-westen winden, zijn te prefereren.

Windturbines dienen met grote zorgvuldigheid geplaatst te worden, verrommeling moet worden voorkomen. Door alle technische beperkingen kan een "hagelschot aan windmolens" op de schaal van de provincie gaan ontstaan. De witte vlekken op de illustratie geven de potentiële locaties aan voor windmolens.

Er zijn een aantal redenen waarom windturbines langs snelwegen een goed idee zijn:

Ruimtelijk

- Turbines passen bij landschapsstructuren van maat en schaal.
- Een windturbine is als oriëntatiepunt langs een route.
- Concentratie en bundeling van windturbines maakt dat andere landschappen vrij van turbines gehouden kunnen worden.

- Het is onwenselijk om overal in het al volle Zuid-Holland windmolens aan de horizon te zien.

Energiesysteem

- Aan snelwegen liggen vaak de grote energiegebruikers als industriegebieden en grote stedelijke gebieden. Vraag en aanbod zijn dan dichtbij elkaar.

Draagvlak

- Bundeling van industriële, stedelijke en hoog dynamische milieus in combinatie met windturbines
- Geluidscontouren van de snelwegen geven ruimte aan de geluidscontouren van de windturbines.
- Bundeling van weg en lijn van windmolens leveren het minste overlast op voor mens en dier.
- In heel Europa is een trend gaande van de bundeling van windmolens in clusters en in lijnen aan het snelwegennetwerk. Beleving van windturbines gebeurt steeds vaker vanaf de snelwegen. En men raakt er aan gewend.

5.4.3 Wind concepten

Op provinciaal en landelijke schaal zien wij twee concepten voor wind langs de snelweg

- Lange Oost-West lijnen
- Clusters in hubs op strategische plekken in het energiesysteem langs de snelwegen

Lange Oost-West lijnen

Vanwege de bovenstaande criteria zien wij de meeste kansen voor het bundelen van windturbines langs lange oost-westlijnen.

In Zuid-Holland zijn twee lange oost-west georiënteerde infrastructuurbundels die een landelijke betekenis hebben.

- De bundel A15/Betuwelijn
- De A12/N11

Intermezzo Voorbeeld uitwerking Papendrecht



Voorbeelduitwerking Papendrecht

De bundel tussen de A15 en de Betuwelijn ter hoogte van Papendrecht is een zone die kansrijk is voor energieopwekking middels zon en wind. De snelweg heeft het karakter van een stadssnelweg met een vista op het landschap richting de Alblasserwaard.

De vista is zeer waardevol in het overwegend rommelige en drukke stadssnelweg. Het is echter ook een restzone agrarische grond tussen Betuwelijn en A15. In de prioritering van de zonneladder is het opheffen van de agrarische functie hier minder een probleem.

De ontwerpogave is om met zon en wind, waterberging, natuur en recreatie het uitzicht te dramatiseren.

De bundel A15/Betuwelijn – Autonome weg met windturbines

De haven van Rotterdam bestaat al uit een windmolenlandschap dat in de toekomst nog meer betekenis kan krijgen. Het deel vanaf de Drechtsteden tot aan de A27 heeft kansen om op een aantal plekken windturbines toe te voegen aan de infrastructuurbundel bij voorkeur gebundeld in clusters of Hubs langs de snelweg. De ambitie zou hoger kunnen dan in de huidige RESsen wordt beschreven. In combinatie met een zonneweg kan de A15 dé energieweg van Zuid-Holland worden.

Voor de zone bij Papendrecht is een schets voor een integrale voorbeelduitwerking van wind- en zonne energieopwek gemaakt. Deze vista op het veenweidelandschap dient gekoesterd te worden vanuit het oogpunt van ruimtelijke en landschappelijke beleving. Windturbines kunnen de vista's versterken én voor de toekomst verzekerd openhouden. De zone tussen de snelweg en de Betuwelijn kan ontwikkeld worden als een natuurzone met PV panelen.

A12/N11

De A12 en de N11 zijn ook oost-west georiënteerde snelwegen. De A12 verbindt Den Haag met Duitsland.

De A12 en N11 zijn deels verschillend van karakter. De N11 en de A12 vanaf Gouda tot aan Utrecht zijn landschappelijke wegen door en langs veenweidegebieden.

De A12 van Den Haag tot aan Gouda gaat door de droogmakerij met een hoge mate van verstedelijking. Windturbines langs de A12 van Den-Haag tot aan Gouda kunnen het best geconcentreerd worden in Hubs, gekoppeld aan industrieterreinen en het energienetwerk. Feitelijk is dit een versterking van de huidige locaties met windturbines.

De landschappelijke weg N11/A12 door het veenweidegebied biedt kansen doorontwikkeling tot een serieuze concentratie van windturbines

langs een lijn; de windweg.





De technische en fysieke ruimte is aanwezig, de kans op voldoende draagvlak is groot en de windturbines markeren de vista's op openheid van het polderlandschap voor minimaal de komende 25 jaar. Er zijn bovendien voldoende mogelijkheden om binnen 10 kilometer aan te sluiten op het energienetwerk.

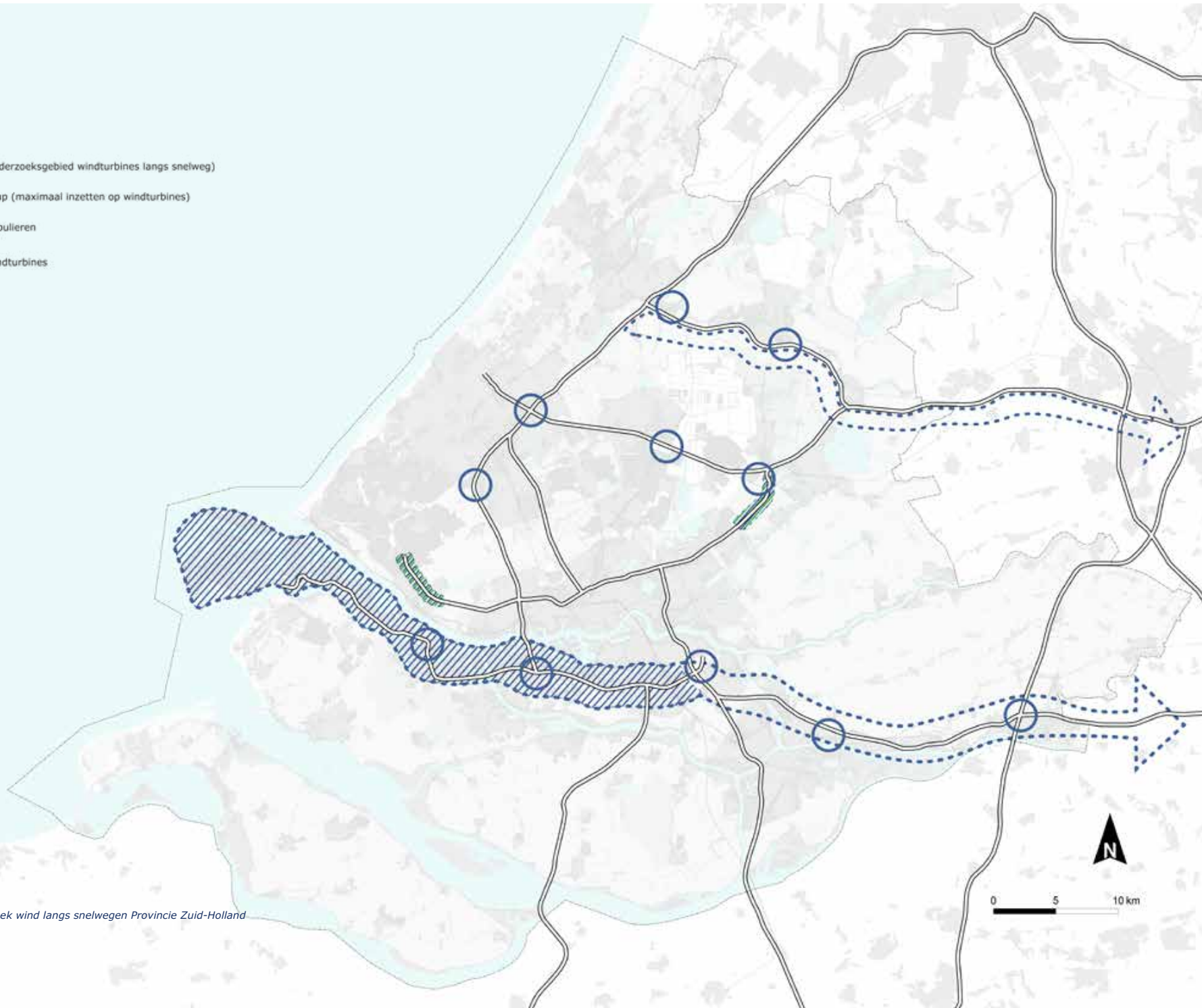
In het bestaande beleid van de provincie Zuid-Holland en de RESsen zijn windturbines in het Groene Hart, uitgesloten.

Clusters wind bij verkeersknooppunten en in Hubs op strategische plekken in het energiesysteem (langs de snelweg)

Kansrijke locaties voor windturbines zijn clusters of zwermen van windturbines op knooppunten in het verkeersnetwerk en/of het energienetwerk. Dit zijn vaak havengebieden en industriegebieden die meestal langs snelwegen of vaarwegen liggen. In het hoofdstuk Hubs wordt hier verder op ingegaan.

Windturbines in knooppunten van verkeerswegen fungeren als oriëntatiepunten langs de route en markeringsplekken als onderdeel van een windweg.

-  Windweg (onderzoeksgebied windturbines langs snelweg)
-  Windlandschap (maximaal inzetten op windturbines)
-  Wind met populieren
-  Hubs met windturbines



Conclusiekaart onderzoek wind langs snelwegen Provincie Zuid-Holland

5.4.3 Aandachtspunten bij uitwerking

Beleving vanuit de omgeving

De beleving van windturbines vanuit de omgeving is een belangrijk aspect. In deze studie hebben we dat niet letterlijk onderzocht.

Het basisprincipe is dat concentratie van turbines op logische plekken in het landschap andere landschappen vrijspeelt: het principe van 'voltes en leegtes'.

Als er gekozen wordt voor een windwegtraject moeten vervolgstudies de impact op de omgeving bestuderen. Het gaat onder andere om zichtbaarheidsstudies van de windturbines vanuit verschillende standpunten. Verschillende ordeningsprincipes van de turbines in combinatie met het toevoegen van landschappelijke elementen kunnen de beleving van deze turbines beïnvloeden.

Orderingsprincipes windturbines langs lijn of cluster

De ordeningsprincipes van een windweg hebben wij niet uitputtend onderzocht. Er zijn een aantal principes te benoemen die uit diverse studies komen (zie intermezzo). In de praktijk blijkt de beschikbare (technische en juridische) ruimte dwingend te zijn.

Per windwegtraject moet een beeldkwaliteitsplan opgesteld worden die, op de diverse schaalniveau's, richtlijnen geeft aan de ordening, de maatvoering, de beeldtaal en benodigde voorzieningen van de turbines binnen dat traject.

Ook zal een inpassingsplan vanuit de omgeving opgesteld moeten worden.

5.4.4 Inzichten en adviezen windenergie langs snelwegen

Het onderzoek naar wind langs snelwegen hebben een aantal inzichten opgeleverd die hieronder puntsgewijs worden benoemd:

1. De huidige zoekgebieden voor wind in Zuid-Holland getuigen niet van een visie op de schaal van de Provincie. De RES-zoekgebieden voor wind raken veelal de snelwegen maar maken geen krachtig concept. Snelwegen zijn grensoverschrijdend.
2. Op provinciaal niveau zouden duidelijkere keuzes gemaakt kunnen worden welke wegen windwegen (of een combinatie van wind en zon) moeten worden en welke deze functie niet hebben. Concentratie en energie-efficiëntie zijn belangrijke waarden om deze keuzes te maken.
3. Als langs alle snelwegen in Zuid-Holland, daar waar het technisch kan en waar zoekgebieden zijn, enkele windturbines geplaatst worden, kan mede door de draaiingen van de snelwegen in de Hoek van Holland kan een permanent gevoel van "volte" ontstaan. Dit kan voorkomen worden door te *kiezen* voor de oost-west lijnen en niet voor de noord-zuid lijnen (A4, A13).
4. De huidige kansen voor een sterk windwegconcept, liggen in de oost-west gerichte lange lijnen, de infrabundel A15 Betuwelijn en de landelijke snelwegtrajecten N11/A12. De ontwerp ambitie kan op deze lijnen hoger, als dat technisch mogelijk is.
5. Om van een snelwegtraject een windweg te maken is een terugkerende regelmaat van clusters windturbines over een langer traject gewenst. De windweg wordt een energieweg als de koppeling met energieopwekking met zonnepanelen en het energiesysteem gemaakt wordt.

6. Hubs en clusters langs de snelwegen kunnen onderdeel zijn van een windwegconcept.

5.4.5 Conclusies Wind langs snelwegen

Zijn windturbines langs snelwegen in Zuid-Holland een goed idee?

Bij het ontwerpen en afwegen windturbines langs snelwegen spelen vele factoren een rol: politieke haalbaarheid, technische haalbaarheid, financiële haalbaarheid en ruimtelijke kwaliteit.

De RES zoekgebieden voor windturbines geven aanleiding voor het maken van duidelijke keuzes, maar dit is niet vanzelfsprekend. Een heldere keuze op provinciaal niveau voor concentratie van windturbines bijvoorbeeld een of twee grensoverschrijdende windwegen kan energie, draagvlak en financiële middelen sturen.

De A15 als snelweg met windturbines over een lange lengte is zeer kansrijk. De A15 in het havengebied is al een energielandschap. Het zoekgebied voor een landschappelijke windweg N11/A12 past niet in bestaand beleid. Dit is een afweging die wij gemaakt hebben op basis van deze studie. Er is voldoende technische ruimte voor een doorgaande structuur over een lang traject dat past bij een eenduidig landschap. Windturbines kunnen langdurig het veenweidelandschap vrijwaren van verstedelijking en de vista's op het landschap vanaf de snelweg versterken.

Windturbines leveren veel energie op waardoor zonnevelden langs de landschappelijke wegen en in de veenweidelandschappen vermeden kunnen worden. Als voorbeeld: De berm en knooppunten van de N11 (Rijkswegen) leveren over de volledige lengte 19 tot 28 GWh, dit staat gelijk aan ongeveer 1 tot 1,5 windmolen. De ruimtelijke impact van PV panelen in de berm en knooppunten over de volledige lengte is veel groter.

Intermezzo: Technische aspecten, randvoorwaarden en afwegingen wind langs snelwegen

Beleving windturbines en snelwegen

Windturbines langs snelwegen heeft niet alleen consequenties voor de beleving vanaf de snelweg maar ook voor de omwonenden. Voor wind is de visuele dominantieafstand vele malen groter dan voor zonnevelden. Windturbines kunnen dus, ten opzichte van zonnevelden, van grotere afstand de snelweg accentueren. Dit kan een positief of negatieve beleving zijn afhankelijk van de persoon.

Concentratie

Concentratie van windturbines verkleint de visuele impact. De studie 'Windturbines in levend landschap' geeft richtlijnen om te werken met 'voltes en leegtes'. Grote turbines zijn, afhankelijk van het type landschap en weersomstandigheden, 5 tot wel 30 kilometer zichtbaar (*Bron15*).

Oriëntatie

De snelweggebruiker ziet de windmolen van grote afstand in open gebieden. Het kan dienen als een oriëntatiepunt en een baken in de route. Een mooi voorbeeld hiervan is het knooppunt Deil, de kruising tussen A2 en A15. Het oorspronkelijk ontwerp van dit knooppunt bestaat uit een poort van populieren, als aanduiding van de grens tussen het zuiden en midden van Nederland. De toegevoegde windturbines die boven de populieren uitsteken versterken deze oorspronkelijke ontwerpgedachte.

Vista's

De beleving van turbines langs wegen in open landschappen kunnen op verschillende manieren geïnterpreteerd worden.

- De windmolens, met name de grote, versterken het gevoel van weidsheid, maat en schaal wanneer geplaatst in of aan de rand van een robuust open landschap of in een robuuste bosstructuur.
- Of ze worden beschouwd als stedelijke artefacten die passen bij een industrie of stedelijk gebied. In een landschap worden ze als storend en horizonvervuilend beschouwd.

Orderingsprincipe wind langs een route

Bij ordening van windturbines is het voorkomen van een rommelig beeld als gevolg van interferentie een aandachtspunt. Als vuistregel wordt in de diverse literatuur een onderlinge afstand van 5 tot 10 kilometer aangehouden. Dit geldt voor beleving van de lijn vanuit de omgeving maar ook vanuit de snelweg.

De technische afstand van een windturbine tot zijkant weg is bij molens met mast hoger dan 60 meter, een halve rotordiameter. Dit is met de huidige hoge masten al gauw 80 meter. Er zijn nog veel meer wettelijke restricties.

Op basis van diverse onderzoeken bevelen we concentratie van windturbines in clusters of zwermen aan met minimale tussenliggende afstand van 5 kilometer. De clusters kunnen op verschillende manieren langs de snelweg worden geordend. De praktijk van de windweg A16 is dat de locatie specifieke eisen vaak niet zoveel mogelijkheden overlaten om eenduidige orderingsprincipes toe te passen.

Lessen van de A16

De A16 ligt grotendeels buiten de Provincie Zuid-Holland. Het is echter een goed voorbeeld van een windweg. Over een lengte van 30 km zijn vier clusters geprojecteerd waarvan de meeste in uitvoering zijn of reeds uitgevoerd.

Het startpunt in 2017 was de ambitie om een nieuw energielandschap gekoppeld aan de A16 te realiseren (*Bron 16*).

De gehanteerde uitgangspunten bij start project waren:

- Clusters dienen zoveel mogelijk binnen een zone van 1 kilometer ter weerszijden van de A16 gesitueerd te worden.
- Plaatsingsprincipes parallel aan de infrabundel hebben de voorkeur.
- Plaatsingsprincipes die de logica van de snelweg volgen hebben de voorkeur.
- Er dient gestreefd te worden naar een evenredige verdeling van de clusters tussen de oost- en westzijde van de A16.
- Er dient gestreefd te worden naar een evenredige verdeling van de clusters tussen de noord- en zuidzijde van het traject.
- Minimale onderlinge afstand tussen lijnopstellingen of clusters 5 kilometer.

Interessant is dat, na uitgebreide variantenstudies en participatietrajecten, met name de eisen - binnen een zone van 1 kilometer- en -een minimale onderlinge afstand van 5 kilometer- stand hebben gehouden. De uitgevoerde orderingsprincipes zijn voornamelijk clusters van lijnen parallel langs de snelweg. De clusters zijn allen gekoppeld aan verkeersknooppunten.

Wind en bomen

Routes door boomrijke gebieden in Zuid-Holland zijn, net als vista's op gave open landschappen, schaars. De A20 en delen van de A15 zijn groene routes met populieren. De keuze om bomen te kappen vanwege zonnepanelen adviseren wij in principe niet. Daarvoor zijn de boomrijke gebieden te schaars in Zuid-Holland.

Windturbines en bomen gaan echter prima samen. Wind boven bos is middel om in de directe omgeving van de turbine het zicht op de turbines te beperken. Van grote afstand zal de turbine een relatie aangaan met de bomen mits er voor hoog opgaande bomen zoals populieren gekozen wordt. Bijkomend voordeel is dat bij (ratel) populieren het geruis van de bladeren de turbinegeluiden maskeert.



A15

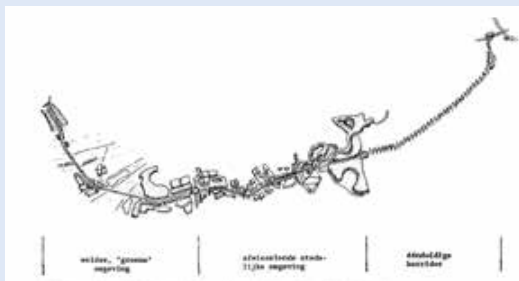
Voorbeeld A20 – autonome weg met beplanting

Een bestaande beplante autonome weg is de A20 en de A2. Deze wegen hebben populierenbeplanting aan weerszijde van de weg. Dit verkleint de schaal van de snelweg en maak deze tot een laan.

Dit historische snelwegconcept is bijzonder en dient gekoesterd te worden. De A20 staat op het programma om verbreed te worden. Hiervoor is een visie ontwikkeld waar de populierenbeplanting gehandhaafd blijft (bron17).

Er wordt ook nagedacht over energieopwekking in de Zuidplaspolder. Zonnepanelen en populieren gaan niet goed samen. Windturbines en populieren maken echter een mooie combinatie. Door de schaal van de populieren krijgen de turbines, gezien vanuit de automobilist, een menselijkere schaal.

Er ligt een kans om een ruimtelijk integraal ontwerp te maken met inpassing van energieopwekking.



A20

Inpassing en beeldtaal inrichtingselementen

Zowel voor de windturbines en zonneparken geldt dat de consistente ordening én beeldtaal van de objecten langs een route een grote rol spelen in de belevingswaarde. Ook hiervoor geldt: "Creëer eenheid, rust en samenhang over een lang traject". "Maak afspraken over hoogte, vormgeving, kleur en inpassing van de turbines per route of snelwegtraject".

Energiesystemen

Vanuit energie-efficiënte is het clusteren van windturbines bij vraag en aanbod, gecombineerd met zonne-energie en gelegen in de nabijheid van energieknooppunten gewenst. Windturbines koppelen aan energiehubs (zie Hoofdstuk 4) is een logische keuze.

Ruimtebeslag windturbine versus zonneveld

Een windmolen van 5,6 MW heeft een footprint van 80m bij 80m. De productie van een windmolen staat gelijk aan 13-21 hectare zonneveld met een maximale invulling. Vanuit dubbel grondgebruik is een windturbine te prefereren boven zon op land.



A20 Visie (Bron Feddes/Olthof)

- 
Industrie Hub
 - Opwekking alle energievormen
 - Opslag + conversie
 - Knooppunt in energienetwerk

- 
**Verkeersknooppunt met concentratie zon en wind
Stadspoort (iconisch ontwerp)**
 - Opwekking zon + wind
 - Knooppunt in energienetwerk

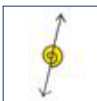
- 
**Verkeersknooppunt met concentratie wind
Bospoort (iconisch ontwerp)**
 - Opwekking wind
 - Knooppunt in energienetwerk

- 
Verzorgingsplaats - mobiliteitshub langs snelweg
 - Zon op daken/overkapping
 - Brandstofpunt

- 
Energie corridor
 - Opwekking alle energievormen
 - Opslag + conversie
 - Knooppunt in energienetwerk



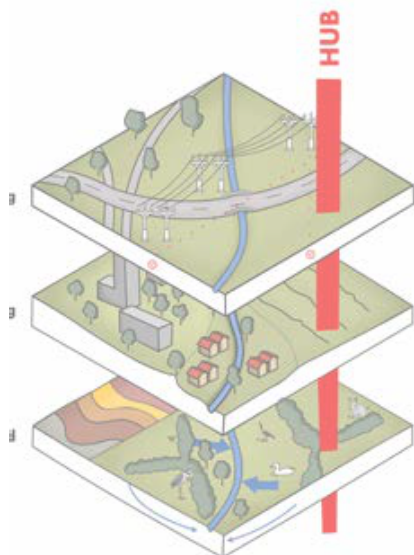
Conclusiekaart Hubs langs snelwegen Provincie Zuid-Holland



5.5 Concepten energieknooppunten en energiehubs

In hoofdstuk 4 zijn bouwstenen voor energieknooppunten beschreven. We onderscheiden drie verschillende type energiehubs:

- Industriebus – energiesysteem gestuurde gebiedsontwikkeling in een industriële omgeving
- Iconisch verkeersknooppunt met een concentratie van wind- en/of zonne-energie opwekking.
- Mobiliteitshub - Voorzieningsplaats langs snelweg



5.5.1 Industriebus

Een industriebus is een locatie waar geconcentreerde opwekking van energie door zon, wind en geothermie plaatsvindt, die binnen een lokaal gebied afgezet, opgeslagen en geconverteerd kan worden. Dit biedt een maximale levering- en afnamegarantie van energie. Deze locaties zijn gelegen bij knooppunten in het energienetwerk en op plekken waar een hoge energievraag (industrie) en vele vormen van energie samenkomen. In geval van industriële locaties liggen deze vaak langs snelwegen of vaarwegen. Deze energieknooppunten zijn vaak direct gekoppeld aan het netwerk, bestaande uit onder andere koppelstations en batterijen. Het netwerk zal op deze locaties in de toekomst een steeds grotere ruimte in beslag nemen. In de toekomst zullen deze knooppunten ook in aantal toenemen. Als we deze vooruitlopend niet plannen dan komen ze op locaties in het landschap die mogelijk weerstand gaan opleveren.

Langs de snelwegen in Zuid-Holland is een aantal industriebus te onderscheiden. Sommige bestaan al, sommige zouden gepland kunnen worden.

Kansrijke industriebus langs snelwegen zijn:

- Heineken terrein langs de N11
- Bleiswijk Bus
- Bus Wateringen Den Hoorn
- Bus havengebied A15

Deze locaties zijn kansrijk als zoekgebied voor een geconcentreerd cluster van windturbines, zonnevelden of zonnedaken en geothermie. In een gebiedsontwikkeling worden vraag en aanbod op elkaar afgestemd. De belasting op het energienet wordt daarmee gereduceerd. Als deze langs een snelweg liggen maken deze industriebus onderdeel uit van het concept energieweg.

5.5.2 Iconisch verkeersknooppunt met wind en zon

Er zijn een aantal iconische verkeersknooppunten in Zuid-Holland, die al bij de wind- en zonconcepten besproken zijn. De bekendste zijn het Prins Clausplein en knooppunt Ridderkerk. Deze knooppunten fungeren als oriëntatiepunt binnen het snelwegennetwerk.

Er is veel ruimte binnen verkeersknooppunten zijn aanwezig. Deze ruimte kan ingezet worden voor opwekking van zonne-energie. De ruimtelijke uitwerking verdient aandacht. Het iconische karakter en de functie als oriëntatiepunt moet ermee verstrekt worden.

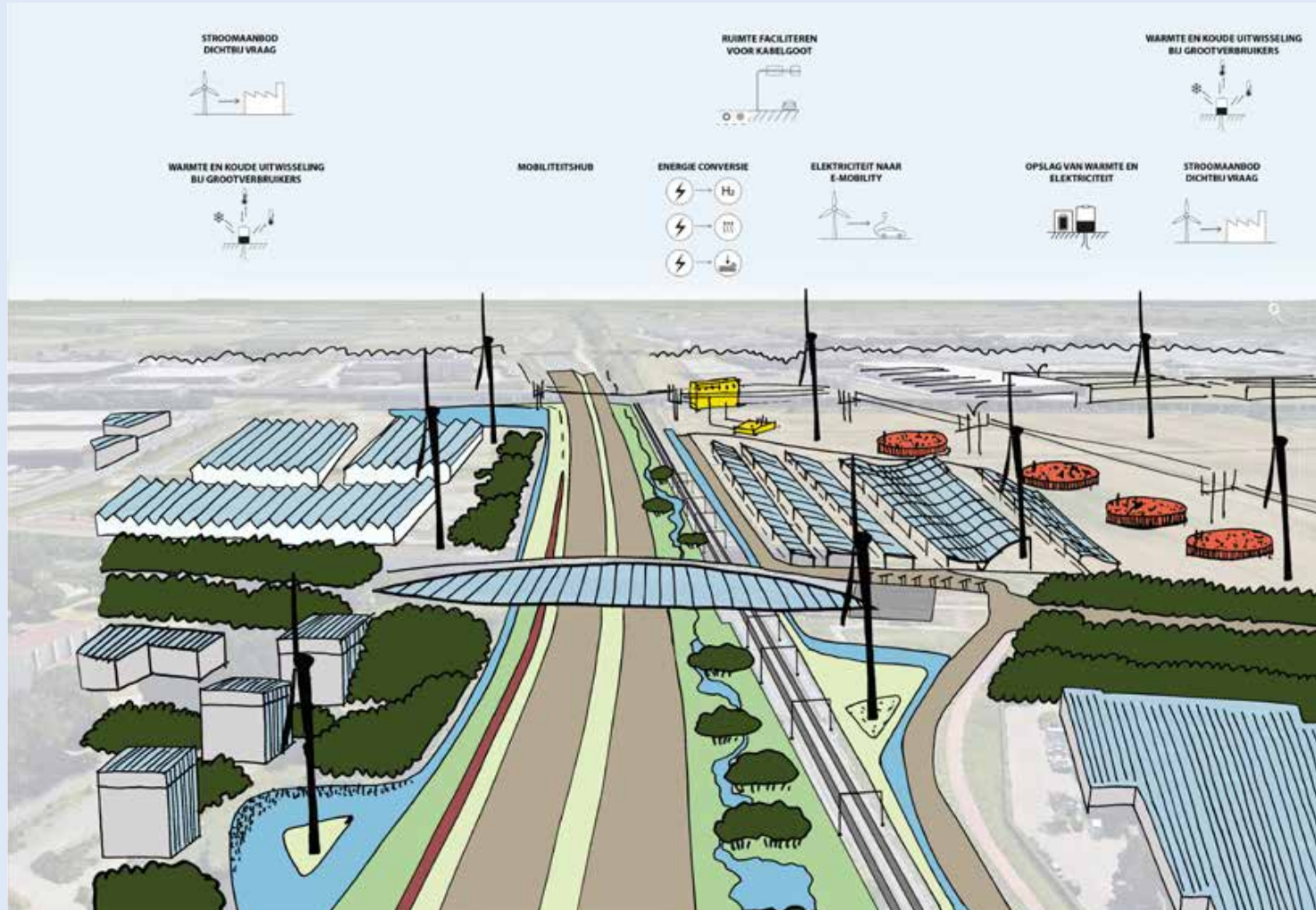
De combinatie met één of meerdere windturbines, een koppelstation, en een directe verbinding met vraag en eventueel opslag en conversie van energie kunnen deze knooppunten tot een bus maken.

5.5.3 Mobiliteitshub

De vele distributiecentra maken gebruik van grote stromen vrachtvervoer. Deze gaan in de toekomst over op elektriciteit of waterstof. Ook is er een trein- en busstation aanwezig waar verschillende vervoerstromen samenkomen. Het is voor de hand liggend om de daken van distributiecentra vol te leggen met zonnepanelen en de opgewekte stroom in te zetten voor elektrisch vervoer. De vele accu's van het wagenpark kunnen bovendien pieken op het stroomnet balanceren. Langeafstand vrachtwagens kunnen waterstof van de nabije elektrolyser afnemen.

Voorzieningsplaatsen langs snelwegen zouden kleine energiehubs kunnen zijn. Kansrijk zijn het overdeken van parkeerplaatsen met zonnedaken, de energieopslag in batterijen die leveren aan elektrische auto's en mogelijk een waterstofvoorziening. De combinatie van zon en wind is hierbij aanbevolen.

Intermezzo Verbeelding Industriehub Bleiswijk



Verbeelding Hub Bleiswijk Provincie Zuid-Holland

Voorbeeld Industriehub Bleiswijk

Langs de A12 tussen Zoetermeer en Bleiswijk is veel industrie en infrastructuur geconcentreerd. Zo zijn hier o.a. distributiecentra van grote supermarkten gevestigd. De locatie leent zich uitstekend voor een energiehub.

De verschillende bedrijven zijn qua warmte-koude stroom deels complementair. De aanwezigheid van een elektriciteitsverdeelstation en een geprojecteerd waterstoftracé bieden kansen voor de opslag en omzetting van energiestromen. Hiermee zijn grote voordelen te behalen op het gebied van energiemangement, en dat voor minder kosten en ruimtelijke impact dan menig andere locatie.

Tegelijkertijd wordt het bedrijventerrein voorzien van duurzame energie en wordt innovatie gestimuleerd. Het versterkt de economische potentie binnen een circulaire economie.

Bleiswijk als elektriciteitshub

De intensieve bedrijvigheid maakt het gunstig om op deze plek een concentratie zonne- en windenergieopwekking realiseren. De opgewekte energie kan dan deels direct door de aanwezige bedrijven worden ingezet binnen bedrijfsprocessen. De aanwezige leidingen worden door de combinatie van zowel zon- en windenergie optimaal benut (cable-pooling).

Via de elektrolyser worden overschotten van stroom omgezet naar groene waterstof. Het aanwezige waterstoftracé maakt distributie van deze waterstof eenvoudiger.

Met de elektriciteitshub wordt het aanbod van elektriciteit robuuster en is er een betere afname van opgewekte elektriciteit, tegen gereduceerde kosten en minder ruimtebeslag.

Bleiswijk als warmtehub

De aanwezige kassen hebben een aanzienlijke warmtevraag. De koelcentra in de distributiecentra hebben vaak een warmte overschot. Een

warmtehub kan verschillende reststromen combineren met duurzame warmtebronnen en zo een spil zijn in de transitie naar een gasloze industrie. Een warmtehub distribueert ook warmte naar de directe omgeving. Bovendien kan in de hub centraal warmte worden opgeslagen waardoor andere locaties worden ontzien.

Bleiswijk als mobiliteitshub

De nabijheid van snelweg(A12) en spoorstation(Lansingerland-Zoetermeer), gecombineerd met een oplaad/ brandstofpunt maakt dat Bleiswijk ook een mobiliteitshub kan worden.





6. ENERGIEWEGEN ZUID-HOLLAND

6.1 Conclusies en aanbevelingen

De Provinciaal Adviseur Ruimtelijke Kwaliteit heeft de volgende vragen gesteld:

1. Wat is een energieweg?
2. Levert energieopwekking langs snelwegen een substantiële bijdrage aan het energiesysteem van de toekomst?
3. Is energieopwekking door middel van zonnepanelen en windturbines langs snelwegen een kans of een bedreiging voor de ruimtelijke kwaliteit van het landschap en een herkenbaar, samenhangend en veilig snelwegen netwerk in Nederland?

Samenvattend: Is een energieweg een goed idee?

ad 1: De beantwoording op de eerste vraag is genuanceerd. Er is niet één soort energieweg. Uit dit onderzoek blijkt dat er meerdere vormen van energiewegen bestaan; stads-zonnewegen, windwegen, zonnelandschappen langs snelwegen, hubs.

De ruimtelijke verschijningsvorm van de snelweg, de nabijheid van het energienetwerk, bestaande kwaliteiten en toekomstige ontwikkelingen in de snelwegomgeving bepalen de potentie om een energieweg te worden of juist niet. De term energieweg dient om die reden genuanceerder gebruikt gaan worden. De conclusiekaart energiewegen geeft hiervoor de handvaten (zie 6.2).

ad2: De beantwoording op de tweede vraag is net zo genuanceerd als de varianten in snelwegtrajecten.

Ja, energieopwekking langs snelwegen kan een substantiële bijdrage aan het energiesysteem van de toekomst leveren. Er is echter wel een groot verschil in ruimtelijke impact en energieopwekpotentie tussen PV panelen en windturbines langs snelwegen. Ook is het tijdstermijn waarop de opwekking moet gaan plaatsvinden (korte termijn, lange termijn)

en in welke context (zelfstandig project, meeliften met integrale ontwikkelingen) van belang in de afweging van de bijdrage aan het energiesysteem van de toekomst.

Zon

Een autonome zonneweg in de enge zin van het woord, dat wil zeggen PV panelen op rijksgronden, kan potentieel aantrekkelijke energieopbrengsten leveren. Echter in Zuid-Holland zijn de bermen relatief smal en is er zeer veel variatie binnen de trajecten van de diverse snelwegen.

Eerste verkenningen van zowel het OER traject voor de A15 als onze studie voor de N11/ A12 tonen aan dat zon in bermen een grote ruimtelijke impact heeft tegen een relatief lage opbrengst, zeker als deze afgezet wordt tegen de opbrengsten van een windturbine

Stads-zonnewegen in steden zijn kansrijk zowel ruimtelijk als vanuit energie opwekpotentie. De energieopbrengst is echter ondergeschikt aan de ruimtelijke en financiële meerwaarden die verkregen kunnen worden door het behalen van een integrale kwaliteitsslag aan de snelwegomgeving. Bijvoorbeeld woningbouwverdichting als gevolg van het reduceren van geluid door zonne-geluidsschermen of overkluizingen. Een andere kans is het opruimen van rommelige snelwegtrajecten in de stadsranden waar energieopwekking samen met klimaatopgaves, het verhogen van de biodiversiteit en het verbeteren van recreatieve mogelijkheden voor de stad een integrale oplossing kan vormen.

Op korte termijn moeten de verwachtingen van de energieopbrengsten bij stads-zonnewegen getemperd worden, mits er meegelift kan worden met bestaande op stapel zijnde projecten. De ontwikkeling van kwalitatief hoogwaardige zonnewegen is een lange termijn strategie waar nu wel al op geacteerd kan worden door visievorming



per trajectdeel.

Landelijke wegen in Zuid-Holland zijn schaars en moeten gekoesterd worden. De energieopbrengsten wegen niet op tegen het verlies aan ruimtelijke kwaliteiten als behoud van de differentiatie van snelwegroutes en landschappelijke waarden. Wij pleiten voor landelijke wegen zonder zon in Zuid-Holland. De voorkeur gaat uit naar energieopwekking met wind langs de landschappelijke wegen door veenweidegebieden (N11-A12) om landschappelijk karakter, uitzichten en vista's, en de weidevogelgebieden te behouden.

Grote verkeersknooppunten langs de A15 zijn kansrijk qua energieopbrengsten met zon en mogelijk ook wind. De ruimtelijke opgave is om er een integraal iconisch ruimtelijk ontwerp voor te maken. Een simpele invuloefening doet geen recht aan de ruimtelijke betekenis van de grote knooppunten.

Wind

Windturbines zijn per definitie een efficiënte manier van energieopwekking. Concentratie vlakbij een energieknooppunt (Hub) en één vraaggebied voor energie is zeer aan te bevelen voor behoud van een gezond energienetwerk in de toekomst.

Kiezen voor twee kansrijke windwegen in Oost-West richting die aansluiten op landelijke trends (A15, A12-N11) heeft de voorkeur boven het plaatsen van een paar windmolens langs elke snelweg. Als dat laatste een trend wordt, dan is het plaatsen van windturbines langs snelwegen een grote bedreiging voor de ruimtelijke kwaliteit ("een schot hagel").

Hubs

Hubs langs snelwegen zijn zeer kansrijk vanuit het energiesysteem, toekomstige mobiliteit, ruimtelijke ordening en ruimtelijke kwaliteit. Een hub is een gebiedsontwikkeling waar energieopwekking, opslag, conversie en netwerk samenkomen met gebruikers van energie. Dit zijn met name industriegebieden. De concentratie op systeemniveau maakt

efficiënte energielandschappen waardoor andere landschappen gevrijwaard kunnen worden.

ad3: De derde vraag "Is energieopwekking door middel van zonnepanelen en windturbines langs snelwegen een kans of een bedreiging voor de ruimtelijke kwaliteit van het landschap en een herkenbaar, samenhangend en veilig snelwegen netwerk in Nederland?" kent ook een genuanceerd antwoord.

Het is een kans én een bedreiging afhankelijk van het snelwegtraject en de snelwegomgeving.

In algemene zin is het advies te kiezen voor concentratie en herkenbare (energie)snelwegen en (energie) landschappen met een eigen identiteit.

Hernieuwde visievorming over snelwegomgevingen en snelwegtrajecten, met of zonder energieopwekking, is daarvoor noodzakelijk. De ambitiekaart op pagina 68 is hiervoor een eerste aanzet. Per snelweg(traject) worden de kwaliteiten en kansen voor energieopwekking weergegeven. Deze ambitiekaart dienen als inspiratie voor vervolgprocessen. De kaart heeft geen status. De uiteindelijke keuzes zullen in reguliere processen plaatsvinden.

Hierbij hoort dus ook het met elkaar afspreken waar geen energieopwekking langs snelwegen komt omdat andere aspecten zwaarder wegen. De huidige proces van RESSen en het OER traject geven die garantie niet.

Grensoverschrijdende samenwerking is noodzakelijk om kwalitatief hoogwaardige snelwegenlandschappen te creëren met of zonder energieopwekking. Snelwegen houden zich niet aan grenzen.



Hubs:

-  Industrie Hub
 - Overkapping alle energiebronnen
 - Overkapping in overgang
 - Overkapping in overgang
-  Verkeersknooppunt met concentratie zon en wind Stadspoort (iconisch ontwerp)
 - Overkapping zon + wind
 - Overkapping in overgang
-  Verkeersknooppunt met concentratie wind Bospoort (iconisch ontwerp)
 - Overkapping wind
 - Overkapping in overgang
-  Energie corridor
 - Overkapping alle energiebronnen
 - Overkapping in overgang
 - Overkapping in overgang


Zonnewegen:

-  Autonome stads-zonneweg
-  Zonnelandschap
-  Overkapping met PV-panelen
-  Landschappelijke weg zonder PV-panelen in bermen
-  Beschermingsgebieden landschap, natuur en cultuurhistorie. (Weidevogelgebieden, groenblauw raamwerk, natuurmetwerk)
-  Geen PV-panelen op land.

Windwegen:

-  Windweg (onderzoeksgebied windturbines langs snelweg)
-  Windlandschap (maximaal inzetten op windturbines)
-  Wind met populieren

Landschappelijke eenheden:

-  Boombeplanting langs snelwegen

Ambitiekaart energie langs snelwegen Provincie Zuid-Holland



6.2 Ambitiekaart energiewegen Zuid-Holland

In dit rapport hebben we de ruimtelijke- en energiebouwstenen aangedragen om tot een ambitiebepaling per snelweg (traject) te komen. Op basis van de beschikbare kennis, min of meer in lijn met de RES-zoekgebieden, hebben we een kaart gemaakt waar ambities per snelwegtraject ten aanzien van ruimtelijke- en energieaspecten benoemd zijn. Niet alles is uitputtend onderzocht. De kaart en dit rapport zijn te beschouwen als een inspiratie voor verder onderzoek per snelweg(traject). Een toelichting op de kaart:

1. Stads-zonnewegen

Alle stads-zonnewegen worden integraal ontworpen met een lange termijnvisie en beeldtaal voor alle inrichtingselementen (geluidsschermen, overkappingen, tunnelbakken, geluidswallen etc.) met energieopwekking.

2. Zonnelandenschappen

Enkele integrale zonnelandenschappen langs de snelwegen zijn kansrijk voor ontwikkeling van een zonne-energieopwekking in combinatie met klimaatadaptatie, biodiversiteit en recreatie. Dit zijn locaties waar de snelweg aan een stadsrand grenst, zoals de noordzijde van de N11, de westzijde van de A4, of door een energielandschap loopt zoals de A15 in het havengebied.

3. De A15 worden de Oost-West energieweg (zonneweg en windweg) van Zuid-Holland.

A15 Corridor havengebied wordt maximaal en integraal ontworpen als energielandschap met de hoogste ambitie op zowel het energetisch vlak als het ruimtelijk aspect. Dit betekent het maximaal inzetten op windturbines, zonnelandenschappen die mede een recreatieve, ecologische en klimatologische betekenis hebben, en een beeldtaal voor alle bouwkundige inrichtingselementen met toevoeging van de

'energielaag'. Beplantingsconcepten versterken deze energiecridor. Langs de A15 van Dordrecht tot A27 wordt opwekking middels PV panelen en windturbines toegepast daar waar het kan. Dit kan een kwaliteitsverbetering opleveren aan de stadsnelwegen en de tussenzone tussen Betuwelijn en A15.

4. Landelijke weg N11/A12 wordt windweg

De spaarzame landschappelijke wegen door en langs veenweidelandschappen in Zuid-Holland worden ontzien voor zon langs de weg. Dit is niet goed voor de bodem, de biodiversiteit en de beleving van de landschappelijke wegen. Windturbines langs deze routes maken een groots gebaar waarmee het veenweidelandschap langs de snelweg duurzaam wordt geconsolideerd.

5. Windturbines met populieren

Windturbines met populieren zijn een mooie combinatie. Langs een aantal snelwegen ontstaat een kans om beplantingsstructuren en daarmee de identiteit van een snelwegtraject te versterken in combinatie met het ontwikkelen van energieopwekking met windturbines.

6. Industrie Hubs

Een Hub is een gebiedsontwikkeling waar energieopwekking, opslag, conversie en netwerk samenkomen met gebruikers van energie. De concentratie op systeemniveau maakt efficiënte energielandschappen waardoor andere landschappen gevrijwaard kunnen worden.

7. Verkeersknooppunt met concentratie zon en wind

Grote verkeersknooppunten hebben (over)ruimte voor energieopwekking. De ambitie is om deze

locaties om te vormen tot een iconisch ontwerp, waar ook energie opgewekt wordt. Op deze manier spelen de knooppunten een belangrijke rol in de oriëntatie van de routegebruiker.

8. Verkeersknooppunt met concentratie wind en bos

Grote verkeersknooppunten met boomstructuren hebben geen ruimte voor energieopwekking met zon (vanwege schaduwwerking). Windturbines en bomen gaan echter goed samen. Een duidelijke keuze kan de identiteit van de verschillende knooppunten en daarmee hun oriëntatiewaarde versterken.

Geen energieopwekking

9. Landschappelijke wegen in Zuid- Holland zijn schaars.

Hier is geen opwekking door middel van pv panelen in de berm gewenst. Een autonome zonneweg in landelijk gebied van Zuid-Holland bestaat dus niet. Dit levert te weinig energie op in verhouding tot de impact die het met zich meebrengt. Dit geldt voor de A4, de N11 en de A12 vanaf Reeuwijk.

10 Beschermingsgebieden landschap worden ontzien van zonnenvelden.

11 De noord-zuid snelwegen A4, A13 en A16 krijgen geen incidentele enkele 'lijntjes' windturbines.

Conclusie

Ontwerpen aan snelweg(trajecten) met toevoeging van de 'energielaag' is een kans om aan kwaliteitsverbetering te doen, zowel ruimtelijk als op energiesysteemniveau. De opgave moet echter wel altijd integraal en grensoverschrijdend opgepakt worden. Een sectorale benadering levert geen goede afweging en geen ruimtelijke kwaliteit.

An aerial, grayscale photograph of a multi-lane highway. A large, long, rectangular canopy structure with a flat roof and vertical supports is positioned over the left side of the road. A white semi-truck and a silver sedan are driving under the canopy. To the right of the canopy, a silver station wagon is driving in the same direction. Further down the road, several other cars are visible. On the right side of the highway, there is a grassy shoulder with a dirt path. Two people are walking on the path, and two people are riding bicycles. A road sign is visible on the shoulder. In the background, there are trees, a small white dome-shaped building, and rolling hills under a cloudy sky.

LITERATUUR

1. Ministeries V&W, VROM, LNV. (2008). Routes: De kunst van het ontwikkelen en borgen van de ruimtelijke kwaliteit van de snelweg en omgeving.
2. <https://www.energieoprijksgrond.nl>
3. van Dooren, N. & Provincie Zuid- Holland. (2021). MEER DAN ZON EN WIND ALLEEN : Advies Regionale Energiestrategieën 1.0 Zuid-Holland.
4. Must stedenbouw. (2009). Atlas van de snelwegomgeving. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.
5. Must stedenbouw. (2013). Kijk op ruimtelijke kwaliteit van snelwegen. Rijkswaterstaat Ministerie van infrastructuur en Milieu.
6. Is er wat te beleven aan snelwegen? (2004). Bouwdienst Rijkswaterstaat Taakveld Belevingswaardenonderzoek en Communicatie.
7. Wing, GroenLicht, FABRICations, Generation.Energy. (2023). Groene energie in het Groene Hart van 2050 Perspectieven ter inspiratie.
8. <https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/novex>
9. Topsector energie. (2021). Energy Hubs Vitale knooppunten in een energiesysteem (versie 2). Energy Hubs Vitale knooppunten in een energiesysteem.
10. Rijkswaterstaat & Urban Synergy. (2019). Zon langs snelwegen: Ruimtelijk portfolio.
11. Rijkswaterstaat. (2020, oktober). A50. Final report - LIFE13ENV/NL/000971. <http://solarhighways.eu>. <https://www.solarhighways.eu/nl/document/final-report/>
12. Werkgroep OER A15/A38. (2021). Eindrapportage voorverkenning OER A15/A38.
13. Royal Haskoning. (2020). Natuur in zonneparken Interactieve bouwstenen voor zonneparken in berm en knooppunten van rijkswegen. <https://zonopinfra.nl>
14. Sant&Co. (2022). Energielandschap Zuid-Holland : verkenning ruimtelijke impact zon- en windlocaties.
15. Rapportage van de CoP (community of Practice) Windenergie en Landschapskwaliteit. (2021). Windturbines in levend landschap.
16. Bosch Slabbers Landschapsarchitecten. (2017). ENERGIELANDSCHAP A16 : van Hazeldonk tot Hollands Diep beeldkwaliteitsvisie Windpark A16.
17. Feddes/Olthof Landschapsarchitecten en NEXT Architects. (2021). Inpassingsvisie A20: een groenblauwe corridor in een transformerende droogmakerij. Rijkswaterstaat

Overige bronnen

Highway Renewable Energy: Photovoltaic Noise Barriers: FHWA-HEP-17-088. (2017, augustus). <https://www.semanticscholar.org/paper/Highway-renewable-energy>

Milieu-effectrapportage Module Energietransitie: Versie 04-10-2022 (Vastgesteld GS). (2022, oktober). <https://planmer.zuid-holland.nl/energietransitie>.

Productblad De Zonneweg. (z.d.). www.kws.nl.

<https://www.kws.nl/dynamics/modules>

Warmte uit asfalt. (z.d.). <https://www.indusa-infra.nl/kennis/duurzaamheidsthemas/energietransitie/energie+of+warmte+uit+infra/default.aspx>.



COLOFON

© Kruit|Kok Landschapsarchitecten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever en Kruit | Kok Landschapsarchitecten.

Kruit|Kok hebben bij hun werkzaamheden de zorgvuldigheid in acht genomen die van haar kan worden verwacht. Aan de getoonde informatie in deze publicatie kunnen geen rechten worden ontleend.

Op de werkzaamheden van Kruit|Kok zijn de voorwaarden van toepassing zoals vastgelegd in De Nieuwe Regeling 2005 (DNR 2005).

Kruit | Kok hebben met zorgvuldigheid de beelden in deze publicatie geselecteerd. Het kan voorkomen dat niet alle rechthebbenden van de gebruikte beelden zijn achterhaald. Belanghebbenden worden verzocht contact op te nemen.

Titel:	Energiewegen in Zuid-Holland Bouwstenen ruimtelijke kwaliteit en energiesysteem
Opdrachtgever:	PARK - Noël van Dooren Provincie Zuid-Holland - Isolde Somsen
Uitgevoerd door:	Kruit Kok Landschapsarchitecten
Projectleider:	Esther Kruit
Ontwerpteam:	Daan Hamers, Mariëlle Kok, Esther Kruit, Dominic Tegelbeckers i.s.m. Generation Energy, Jet ten Voorde
Tekst:	Esther Kruit, Mariëlle Kok, Dominic Tegelbeckers, Jet ten Voorde
Illustraties:	Mariëlle Kok, Esther Kruit, Daan Hamers, Dominic Tegelbeckers, Generation Energy
Foto's:	Internet, Kruit Kok Landschapsarchitecten, internet
Plaats en datum:	17-08-2023 Eindhoven, Oss
Projectnummer:	L2214
Documentnummer:	L2214 R0010 def
Adres:	Eindhoven Strijp-S SWA 4.013 Torenallee 45 5617 BA Eindhoven 040-2516114 Oss Raadhuislaan 2a 5341GM Oss 0412-624468
Website:	www.kruitkok.nl
Email:	esther@kruitkok.nl





**DOMINIC
TEGELBECKERS**
DUURZAME
STEDENBOUW &
ARCHITECTUUR

KRUITKOK
LANDSCHAPSARCHITECTEN

**GENERATION
ENERGY**