



Rapportage systeemstudie energie-infrastructuur Noord-Holland

2020-2050



Rapportage systeemstudie energie- infrastructuur Noord-Holland

2020-2050

Dit rapport is geschreven door:

CE Delft: Cor Leguijt, Anouk van Grinsven, Maarten Afman, Reinier van der Veen, Marijke Meyer

ECN.TNO: Sebastiaan Hers, Omar Ushmani, Marc Marsidi, Wouter Wetzels, Joost Gerdes

SMV: Joost van der Waal, Marco Vermeulen

Delft, CE Delft, juni 2019

Publicatienummer: 19.180084.084

Energievoorziening / Elektriciteit / Regionaal / Provincies / Infrastructuur

Opdrachtgevers:

Provincie Noord-Holland, Gemeente Amsterdam, Havenbedrijf Amsterdam, Liander, Gasunie, TenneT

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Cor Leguijt](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al ruim 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



STUDIOMARCOVERMEULEN





Samenvatting

1. Aanleiding en werkwijze

De energietransitie van fossiele bronnen naar duurzame opwekking, de groei van de economie, en toenemende rol van elektriciteit in het dagelijks leven, zorgen voor ingrijpende maatschappelijke veranderingen. Zij leiden met name tot een sterk toegenomen belasting van het elektriciteitsnet. Daarnaast zijn er ook belangrijke ontwikkelingen bij andere energienetten, zoals de groei van warmtenetten en de veranderende rol van het aardgasnet.

Van al deze energienetten staat vooral het elektriciteitsnet onder druk. In de provincie Noord-Holland zijn er op korte termijn al acute knelpunten, waar lokaal soms sprake is van een te grote vraag naar - of een te groot aanbod aan - elektriciteit. Het verzwaren van het net lijkt een simpel antwoord op dat probleem, maar is ruimtelijk soms erg lastig en maatschappelijk bovendien niet altijd de beste oplossing.

Dit roept de vraag op welke gevolgen de beginnende energietransitie nog in petto heeft voor de energie-infrastructuren van Noord-Holland. Noord-Holland wil een robuust en adaptief energiesysteem realiseren¹. De regio wil in 2050 klimaatneutraal zijn² en daarbij de internationale concurrentiepositie verbeteren³. Een schone betrouwbare energievoorziening is essentieel.

In deze studie worden toekomstige knelpunten, opgaves en oplossingsrichtingen in kaart gebracht. Daarbij wordt gekeken naar het totale geïntegreerde systeem van energie-infrastructuren in de provincie, temeer omdat andere energienetten (warmte, gas) in potentie kunnen helpen om overbelasting van het elektriciteitsnet te voorkomen. Resultaten uit deze studie zijn dan ook input voor onder andere de twee Regionale EnergieStrategieën (RES) van de provincie.

Bij het verzamelen van feiten en cijfers, en het identificeren van knelpunten, opgaves en oplossingen, zijn direct belanghebbenden betrokken waaronder netbeheerders, energieproducenten en grote energieafnemers, de provincie, gemeenten en het Rijk. Daardoor biedt deze studie een gezamenlijke kennisbasis voor toekomstig beleid en besluitvorming.

2. Vraag en aanbod in kaart

Deze integrale systeemstudie brengt eerst in kaart hoe vraag en aanbod van energie zich naar verwachting tussen 2020 en 2050 zullen ontwikkelen. Waar relevant wordt daarin onderscheid gemaakt tussen de regio's Noord-Holland Noord (NH-Noord), Noord-Holland Zuid (NH-Zuid) en industriegebied Noordzeekanaalgebied (NZKG). Uiteraard is het niet mogelijk om die ontwikkeling van vraag en aanbod op zo'n termijn met zekerheid te voorspellen. Daarom werkt de studie met vier toekomstscenario's. De scenario's zijn gebaseerd op landelijke scenario's en uitgewerkt voor de specifieke situaties in de provincie Noord-Holland. Elk scenario doet andere aannames over de vraagontwikkeling en de invulling van de vraag met uiteenlopende energiedragers (zoals aardgas, elektriciteit, waterstof, groen-gas, warmte). Door knelpunten, opgaves en oplossingsrichtingen steeds tegen het licht van alle scenario's te houden werd het mogelijk om robuuste conclusies en aanbevelingen te formuleren. Ruimtelijke ontwikkelingen zoals groei van het aantal woningen zijn als

¹ Omgevingsvisie Provincie Noord-Holland (2019).

² Coalitieakkoord gemeente Amsterdam (2018).

³ Visie Noordzeekanaalgebied 2040.



uitgangspunt gehanteerd in de scenario's, evenals de nationale klimaatdoelen (klimaat-neutraal in 2050, circa 50% CO₂-reductie in 2030). De ontwikkelingen gaan overigens niet vanzelf, het vergt stevige inspanning om het benodigde tempo te halen.

Ontwikkeling elektriciteitsnetwerk

De studie laat zien dat de omvang en het functioneren van alle energienetten in Noord-Holland zal veranderen, maar de grote opgaves liggen in het elektriciteitsnet. De elektriciteitsvraag verdubbelt of verviervoudigt in de scenario's, van 60 PJ in 2020 naar minimaal 120 en maximaal 220 PJ in 2050. Die groei is niet alleen van traditionele aard (voor licht, motoren, airconditioning en ICT), maar komt ook door de onstuimige toename van bijvoorbeeld elektrisch rijden en warmtepompen.

De elektriciteitsproductie van zonnepanelen en windmolens in Noord-Holland neemt in de scenario's sterk toe van 13 PJ in 2020 naar 55-120 PJ in 2050, met een totaal opgesteld vermogen in 2050 van 5,5 tot 18 GW (Gigawatt). Bekend probleem bij hernieuwbare bronnen is de ongelijktijdigheid van vraag en productie van elektriciteit. Dat leidt tot momenten met grote overschotten (veel zon en wind, weinig vraag) en momenten van grote tekorten (avond of winter, en windstil). De momenten van grote tekorten nemen toe met de voorgenomen sluiting van bestaande elektriciteitscentrales, die immers beter in staat zijn om mee te bewegen met de veranderende vraag. De aard en omvang van het probleem verschillen per subregio en treden zowel op in het laagspanningsnet, het middenspanningsnet, als in het hoogspanningsnet.

Op jaarbasis importeert Noord-Holland nu al meer elektriciteit dan het exporteert en dat zal toenemen naar de toekomst, tenzij andere oplossingsrichtingen worden ingezet. Die transporten lopen via het landelijke hoogspanningsnet (380 kV).

Ontwikkeling andere energienetten

Ook voor de andere energienetten staan belangrijke ontwikkelingen op stapel. Dat geldt met name voor het uitbouwen van warmtenetten, de geleidelijke overgang van aardgas naar groengas, het realiseren van een waterstofketen (productie, transport en gebruik), duurzamer brandstoffen in de transportsector en de opzet van een CO₂-keten. Die ontwikkelingen brengen flinke opgaves met zich mee. Zij kunnen echter ook bijdragen aan het oplossen van (toekomstige) knelpunten in de elektriciteitsvoorziening, omdat zij via hun netwerk een deel van de energievraag en -aanbod kunnen overnemen en zo het elektriciteitsnet kunnen ontlasten.

Analyse energievraag per maatschappelijke sector

De vraag naar energie ontwikkelt zich per sector op eigen wijze:

- **Gebouwde omgeving:** De totale energievraag van de gebouwde omgeving daalt van 118 PJ in 2020 naar circa 80-100 PJ in 2050, als gevolg van energiebesparing. Dat is ondanks de groei van de aantallen gebouwen. De vraag naar aardgas neemt sterk af, van 81 PJ in 2020 naar 11-48 PJ in 2050, door besparing en inzet van alternatieven. Daardoor stijgt de elektriciteitsvraag en breiden in stedelijke zones ook warmtenetten uit. In de scenario's Nationaal en Internationaal komt er vanaf 2030 vraag naar waterstof (gas) in de gebouwde omgeving.
- **Mobiliteit:** Door de forse groei van elektrisch rijden neemt de vraag naar elektriciteit toe (accu's) van circa 1 PJ in 2020 naar 10-18 PJ in 2050, en begint vanaf 2030 ook de vraag naar waterstof toe te nemen (brandstofcel), tot 4-10 PJ in 2050. Op de elektriciteitsvoorziening als geheel valt het effect van elektrisch rijden mee ten opzichte van andere ontwikkelingen, maar lokaal (in straten en wijken) kunnen wel vraagknelpunten optreden. Het totale eindverbruik aan energie vanuit mobiliteit neemt overigens



na 2030 af, omdat in elektrische voertuigen geen omzetting meer plaatsvindt van benzine of diesel naar 'kracht'. Dit geldt voor alle scenario's. Bij het zwaar en lang transport ontstaat een verschuiving van fossiele brandstoffen naar bio- en synthetische brandstoffen, en naar waterstof.

- Industrie: De vier gehanteerde toekomstscenario's geven zeer verschillende uitkomsten voor de industrie voor wat betreft de verschillende energiedragers c.q. brandstoffen. Het staat vast dat de energievraag tot 2050 blijft toenemen, van 44 PJ in 2020 naar circa 110-135 PJ in 2050. Het industriecluster in de IJmond heeft daarin in 2020 een aandeel van 60% en dat aandeel neemt toe naar circa 80% in 2050. De toename in energiegebruik is grotendeels het gevolg van energiegebruik voor 'carbon capture' in de scenario's (waarvoor veel warmte nodig is), en deels van groei van de industriector (waaronder Schiphol). Daarbij neemt ook de vraag naar waterstof substantieel toe, naar 5-60 PJ in 2050, omdat er voor hogetemperatuurprocessen weinig andere duurzame energiedragers voorhanden zijn. Het elektriciteitsgebruik van de industrie neemt toe van 19 PJ in 2020 naar 37-118 PJ in 2050.
- Datacenters: Vooral rond Amsterdam en in het Agriport-gebied groeit het aantal datacenters. De elektriciteitsvraag van de datacenters groeit met een factor 5, naar 32 PJ in 2050. In de Kop van Noord-Holland domineren de datacenters zelfs de (knelpunten en oplossingsrichtingen van de) energie-infrastructuur. Dit geldt voor alle scenario's.

Analyse vraag en aanbod per energiedrager

Vraag en aanbod ontwikkelt zich tot 2050 voor iedere energiedrager op eigen wijze:

- Elektriciteit: Vraag en aanbod nemen sterk toe, in alle subregio's van Noord-Holland. De vraag groeit van jaarlijks 60 PJ in 2020 naar 120-220 PJ in 2050. Het jaarlijks aanbod van zonne- en windenergie groeit in de scenario's tot 2030 naar 60 PJ en groeit na 2030 in één scenario door tot 120 PJ, als consequentie van de opgave om een klimaatneutrale energievoorziening te hebben in 2050. In alle scenario's blijft Noord-Holland afhankelijk van import op jaarbasis van elektriciteit voor de eigen behoefte.
- Voor de aanlanding van windelektriciteit van zee bij IJmuiden is vooralsnog uitgegaan van een aanbod van 2,1 tot 4,1 GW, afhankelijk van het gekozen scenario. Er is in de scenario's geen rekening gehouden met eventuele extra aanlanding (meer dan 4,1 GW) van windelektriciteit van zee. Eventuele uitbreiding van capaciteit van wind op zee (al dan niet als gevolg van een eventuele uitruil van hernieuwbare productie met 'zon en wind' op land), zal gepaard moeten gaan met versterking van de waterstofproductiecapaciteit bij de aanlanding of op zee, teneinde de bestaande capaciteit te beheersen van het 380 kV-knooppunt Beverwijk en achterliggende verbindingen.
- Methaan: De vraag naar aardgas (als bron van methaan) neemt tot 2050 sterk af (van 124 naar 16-46 PJ/j) en zal geleidelijk verschuiven naar groengas. Alleen in het Generiek-scenario blijft de methaanvraag gelijk (door inzet methaan t.b.v. CCS bij industrie IJmond). In de andere scenario's ontstaat dus ruimte in het huidige aardgasnet, die bijvoorbeeld kan worden gebruikt om waterstof te transporteren.
- Waterstof: In alle maatschappelijke sectoren en toekomstscenario's zal de vraag naar waterstof toenemen. De vraag neemt vooral toe ná 2030 en loopt op tot 16-88 PJ in 2050⁴. In aanloop naar 2030 zal de basisinfrastructuur hiervoor gereed moeten worden gemaakt. Als totaal volume blijft de vraag naar waterstof kleiner dan de huidige aardgasvraag (behalve in het toekomstscenario Internationale sturing, waarbij de industrie van IJmond veel waterstof vraagt). Dat betekent dat er ruimte komt in het aardgasnet om waterstof te transporteren.
- Warmte: Ook de vraag naar warmte voor warmtenetten neemt toe, van jaarlijks 5 PJ naar 11-37 PJ in 2050. De vraag ligt vooral in stedelijk gebieden, glastuinbouw en

⁴ De genoemde cijfers zijn exclusief bunkeren door scheepvaart.



industrie. Warmtebronnen zijn onder andere restwarmte van de industrie, geothermie, biomassacentrales, en lagetemperatuurwarmtebronnen.

3. Knelpuntanalyse

Voordat hieronder de samenvattende knelpunten voor de energiehuishouding van Noord-Holland worden besproken, is het zinvol onderscheid te maken tussen ‘knelpunten’ en ‘opgaven’. Als het gaat om een probleem of beperking in de *bestaande* energie-infrastructuur spreekt deze studie van een knelpunt. Als het gaat om de gewenste oplossingen in de *nieuwe* energie-infrastructuur dan wordt gesproken van een opgave. Knelpunten en opgaven liggen in elkaars verlengde. Ter illustratie: een capaciteitsprobleem in het elektriciteitsnet (een knelpunt) kan mogelijk worden opgelost door een deel van het aardgasnet te bestemmen voor waterstoftransport (een opgave).

Elektriciteit

Het elektriciteitsnetwerk is de enige energie-infrastructuur in Noord-Holland die op grote schaal knelpunten zal vertonen, op twee niveaus:

- Hoogspanningsnet: In Noord-Holland Noord en rond Amsterdam ontstaat er op korte termijn al bij 37% van de bestaande 150 kV-stations een capaciteitsknelpunt en dat loopt in 2050 op naar 90-95%. Ongeveer 85% van die stations kampt in 2050 met een vraagknelpunt (door lokaal te hoge consumptie) en afhankelijk van het toekomst-scenario kampt 50 tot 95% met een aanbodknelpunt (door lokaal teveel aanbod van zonne/windenergie). Tenminste 50% van de stations heeft in 2050 zowel een aanbod- als vraagknelpunt, op verschillende momenten in het jaar. Ook een deel van de 150 kV-verbindingen (TenneT) vertoont knelpunten in de scenario's, met name verbindingen die de toe- en afvoer van elektriciteit naar en van NH-Noord verzorgen.
- Midden- en laagspanningsnet: Ook de Liander-netten van 50 kV en lager vertonen op grote schaal capaciteitsknelpunten in de scenario's. Afhankelijk van het toekomst-scenario vertoont 35-50% van de circa 200 onderverdeelininstallaties in 2050 een capaciteitsknelpunt. Dat geldt daarnaast voor 60-80% van de circa 11.500 midden-spanningsruimtes.

Waterstof

In de (aard)gasnetten treden geen knelpunten op. Er ligt echter wel een omvangrijke opgave om het gasnet geschikt te maken voor duurzame gassen, zoals waterstof. Een landelijke ‘waterstofbackbone’ zal mogelijk al voor 2030 gerealiseerd worden door enkele buizen van het huidige aardgastransportnet (‘backbone’) te bestemmen (separeren) voor waterstof. Grote afnemers die direct op die backbone zijn aangesloten, kunnen dan kiezen tussen aardgas en waterstof. Voor de regionale gasnetten is separatie van buizen beperkt mogelijk, omdat die netten in het algemeen niet uit parallelle buizen bestaan. Per gebied moet in dat geval worden gekozen voor aanleg van een aparte waterstofleiding of een lokale overstap van alle afnemers van aardgas naar waterstof. De toekomstige bevoorrading van tankstations voor het wegverkeer met waterstof zal vanuit kosten oogpunt vermoedelijk meestal via tankwagens gebeuren. Voor de scheepvaart zullen in de haven nieuwe bunker-faciliteiten moeten worden ontwikkeld. Voor de toevoer van klimaatneutralere brandstoffen naar Schiphol, zoals biokerosine en op waterstof gebaseerde synthetische brandstoffen, kan gebruik worden gemaakt van de bestaande pijpleiding in het Amsterdamse havengebied.

De productie van waterstof kan plaatsvinden als ‘groene waterstof’ via elektrolyzers op land, in windparken op zee, en in de vorm van ‘blauwe waterstof’ (uit aardgas, waarbij vrijkomende CO₂ wordt afgevangen). Voor de hand liggende locaties voor waterstof-productie zijn het NZKG-gebied en Den Helder. Na 2030 wordt verwacht dat er ook groot-schalige import van waterstof per tanker over zee op gang kan komen, die vervolgens in de haven kan invoeden op de landelijke waterstofbackbone. De hele keten van aanbod,



infrastructuur en vraag zal echter vanwege de hoge aanloopkosten niet vanzelf (of te langzaam) tot stand komen. Het gaat hier om een klassieke kip-ei-situatie.

Warmtenetten

In drie van de vier toekomstscenario's is de groei van warmtenetten een belangrijk middel om de stedelijke omgeving klimaatneutraal te maken. In die scenario's worden warmtenetten overigens ook ingezet voor het verwarmen van de glastuinbouw (zoals nu ook al in Agriport gebeurt) en voor proceswarmte (en stoom) in de industrie van het NZKG. Het aanleggen van warmtenetten of een stoomnet vormt technisch gezien geen grote uitdaging, maar vergt wel langlopende planprocessen, met soms lastige ruimtelijke consequenties en hoge aanvangsinvesteringen.

CO₂

In het NZKG-gebied en in de glastuinbouw van NH-Noord en NH-Zuid is er zowel vraag naar als aanbod van CO₂. Het CO₂-aanbod vanuit 'carbon capture' in het NZKG en HVC kan oplopen tot ruim 6 megaton per jaar. Transport van CO₂ per tankauto en binnenvaartschip naar de glastuinbouw in het noorden lijkt uit kosten oogpunt een logischer keuze dan het doortrekken van een CO₂-pijpleiding vanuit het NZKG. In het zuidelijk deel van de provincie kan de glastuinbouw ook CO₂ krijgen via de reeds bestaande leiding van OCAP.

In het industriegebied NZKG ligt de situatie voor CO₂ heel anders. Hier is behoefte aan een CO₂-net voor zowel ondergrondse CO₂-opslag (CCS) als voor -gebruik (CCU). In geval van CCU is daarbij ook waterstof nodig. Net als bij waterstof gaat het bij de CO₂-keten om een klassieke kip-ei-situatie.

Conclusie

Uit de knelpuntanalyses volgt dat er urgente opgaven liggen om een waterstofketen, CO₂-keten en meer warmtenetten te realiseren, en dat het elektriciteitsnet op grote schaal capaciteitsknelpunten gaat vertonen. Dat laatste is op korte termijn reeds het geval en zal richting 2030 en 2050 over de hele breedte van de provincie toenemen. Met de huidige trend om vooral elektriciteit als energiedrager te gebruiken (e-rijden, warmtepompen, productie van 'zon en wind') zullen die knelpunten in het elektriciteitsnet verder in ernst en omvang gaan toenemen. Het inzetten op een waterstofketen en warmtenetten kunnen het elektriciteitsnet substantieel ontlasten, maar dan moeten die 'bypasses' wel tijdig worden gerealiseerd. Daarnaast zal op een aantal plekken ook verzwaring van het elektriciteitsnet onvermijdelijk zijn. Dergelijke aanpassingen kennen lange planologische procedures, bijvoorbeeld tot 8 jaar voor 150 kV-verbindingen en tot 20 jaar voor 380 kV-verbindingen, en vereisen daarom voorbereidende actie op korte termijn. Daarbij is ook van belang dat er voldoende kennis is bij de betrokken instanties over de ketens rond nieuwe energiedragers zoals waterstof.

4. Oplossingsrichtingen

De gebruikelijke oplossing voor knelpunten in het elektriciteitsnet is dat de netbeheerders investeren in verzwaring ervan. Die ingreep kan kostbaar zijn, en er kunnen belemmeringen zijn om dat op tijd te realiseren. Zo kan ruimtegebrek het uitbreiden van een onderstation parten spelen. Belemmeringen of niet, feit is dat complexe ruimtelijk-juridische procedures het overgrote deel van de doorlooptijd in beslag nemen. Er zijn echter ook andere oplossingsrichtingen:

- 'Moleculenroutes': van elektronen naar moleculen en vice versa. Door lokaal elektriciteit (elektronen) om te zetten in waterstof, of methaan of waterstof (moleculen) in elektriciteit, kan energie via een parallel netwerk worden vervoerd, waarbij het elektriciteitsnet dus wordt ontlast. Deze bypassroute is een mogelijke oplossing voor vraagknelpunten (door moleculen lokaal om te zetten in elektronen) of aanbodknelpunten (door het teveel aan lokale



energie tijdelijk op te slaan of af te voeren). Deze oplossingsrichting kan ook de ruimtelijke kwaliteit van de leefomgeving ten goede komen.

- Warmtenetten: Ook warmtenetten vervoeren veel (thermische) energie die anders (naast de optie van gas) door het elektranet had moeten worden geleverd. In de onderzochte scenario's is de inzet van warmtenetten echter al meegenomen als invulling van de energievraag, dus warmtenetten zijn op zichzelf blijkbaar niet in staat om de capaciteitsvraagknelpunten van het elektriciteitsnet te voorkomen. Wel kunnen warmtenetten knelpunten uitstellen of verkleinen, en helpen om productieoverschotten van elektriciteit uit zonne- en windenergie op te vangen ('power-to-heat').
- Andere ordening vraag en aanbod: Tot slot is het mogelijk om vraag en aanbod van elektriciteit op een andere manier te ordenen in de ruimte en/of tijd. Denk daarbij aan de ruimtelijke ordening van grote energieproducenten en -vragers, of innovatieve technieken die vraag en aanbod bijsturen (zoals smart grids, woningen met thuisopslag van PV-stroom, batterijtoepassingen in gebieden, flexibel laden en ontladen van elektrische auto's, of tijdelijk beperken van de levering van windparken en zonneparken).

5. Conclusies en aanbevelingen

Deze studie maakt onderscheid in conclusies en aanbevelingen voor heel Noord-Holland en voor drie deelgebieden met elk een aantal specifieke knelpunten en opgaven. De conclusies en aanbevelingen voor heel Noord-Holland gelden óók voor de drie deelgebieden. De ontwikkelingen zijn verbeeld in Figuur 1. Bij de aanbevelingen is steeds ook vermeld wanneer de actie nodig is.

Voor heel Noord-Holland

Er bestaan op korte termijn reeds knelpunten in het elektriciteitsnet en die zullen, als er geen maatregelen worden getroffen, op grote schaal toenemen op alle spanningsniveaus in het net, in alle gebieden. Ook ontstaat vraag naar groengas (in plaats van aardgas), en vanaf 2030 krijgt de hele provincie te maken met een substantiële vraag naar waterstof. Daarnaast is er vraag naar uitbreiding van warmtenetten en naar realisatie van een CO₂-keten.

Algemene aanbevelingen:

1. Richt proactief een programma in om een waterstofketen in Noord-Holland te realiseren die aansluit op het beoogde landelijke waterstofnet⁵. In alle scenario's neemt waterstof een belangrijke rol in en het is van strategische waarde voor de flexibiliteit van het toekomstig energiesysteem. Zonder dit proactief handelen komt een waterstofnetwerk naar onze verwachting niet snel genoeg tot stand. Tijdpad: nu starten, met uitvoeringstermijnen van de verschillende onderdelen tot na 2030.
2. Houd in de Regionale EnergieStrategieën (RES) rekening met inzichten uit deze studie, bijvoorbeeld door bij locaties voor zonneweides en windparken samen met netbeheerders te zoeken naar optimale inpassing in de energie-infrastructuren. Tijdpad: opnemen in de nu lopende RES-processen.
3. Stel gezamenlijk een investeringsprogramma op voor de energie-infrastructuren in de provincie, op basis van de in deze studie geïdentificeerde knelpunten en opgaven. Betrek daarin ook de ruimtelijke ordening. Tijdpad: nu starten, met uitvoeringstermijnen van de verschillende onderdelen tot na 2030.

⁵ Opslag van waterstof (en van energie in het algemeen) is niet onderzocht in deze studie, het is onderdeel van de 'oplossingsruimte' voor eventuele knelpunten. Bij opslag moet onderscheid worden gemaakt naar de tijdsduur van de benodigde opslag, bijvoorbeeld dag/nacht-opslag of seizoensopslag. Opslag van waterstof, ook seizoensopslag, is het onderwerp van landelijke studies die in samenhang worden uitgevoerd met studies naar het genoemde landelijke waterstofnet.

4. Verken als onderdeel van dat investeringsprogramma ook of - en waar- een ‘moleculenroute’ een haalbare oplossing zou kunnen zijn, tegen lagere maatschappelijke kosten dan een grootschalige elektriciteitsnetverzwaring. Zo ja, dan is de logische vervolgstap een demonstratieproject met conversie van elektriciteitsoverschotten naar waterstof (en/of warmte) en een conversie andersom van methaan en/of waterstof naar decentrale vraagvolgende elektriciteitsproductie. Tijdpad: nu starten, met uitvoerings-termijnen van de verschillende onderdelen tot na 2030.
5. Organiseer in het programma ook tijdige planologische voorbereiding voor de gestelde knelpunten en opgaven, door in de provinciale en gemeentelijke omgevingsplannen binnen de daarvoor geldende regels voldoende ruimte te reserveren voor (onder- en bovengrondse) tracés en knooppunten. Betrek hierin tevens in een vroeg stadium de betreffende handhavende en vergunningverlenende instanties. Dit vergroot de flexibiliteit, snelheid en implementeerbaarheid van de noodzakelijke maatregelen. Tijdpad: zie vorige punt.
6. Zorg voor periodieke updates van deze systeemstudie. Tijdpad: bijvoorbeeld elke vijf jaar.

Voor deelgebied Noord-Holland Noord

De genoemde groei van datacenters in Agriport en het groeiende aanbod van zonne- en windenergie in NH-Noord leggen een zware claim op de capaciteit van het elektriciteitsnet. Knelpunten in het net zullen in hoog tempo toenemen. In het geval als oplossing wordt gekozen voor verzwaring van het elektriciteitsnetwerk vergen de momenten met grootschalige tekorten of overschotten (oplopend tot 6 GW in scenario Regionaal) een verzwaring van het gehele elektriciteitsnetwerk om de elektriciteit te kunnen aanvoeren en afvoeren.

Specifieke aanbevelingen Noord-Holland Noord:

7. Zie ook de algemene aanbevelingen voor de provincie als geheel voor het opzetten van een investeringsprogramma energie-infrastructuren inclusief onderzoek naar de ‘moleculenroute’. Dit is onder andere van belang voor de toevoer en afvoer van energie van en naar Noord-Holland Noord. Zet een zoekproces in werking naar ruimte voor eventuele verzwaring van het elektriciteitsnet en eventuele infrastructuur voor de ‘moleculenroute’. Zet zo snel mogelijk de noodzakelijke planologische procedures in gang, aangezien deze de belangrijkste factor vormen in de doorlooptijd van infrastructuuraanpassingen. Tijdpad: nu starten.

Voor stedelijk gebied Noord-Holland Zuid

Het geheel aan kennisintensieve werklocaties, datacenters, woonwijken, forse mobiliteitsstromen en de luchthaven Schiphol legt een zware druk op alle lagen van het elektriciteitsnetwerk. Op korte termijn zijn er al serieuze knelpunten in het regionale net. De oorzaken zijn echter zeer divers en liggen op alle spanningsniveaus van het elektriciteitsnet. Verzwaring van het elektriciteitsnet én op specifieke locaties oplossingen via de ‘moleculenroute’ zoals in Noord-Holland Noord zullen parallel moeten worden gerealiseerd om overbelasting te voorkomen en een betrouwbare energievoorziening te kunnen behouden.

Specifieke aanbevelingen stedelijk gebied Noord-Holland Zuid:

8. Zet in op verzwaring/uitbreiding van het elektriciteitsnet. Sluit daarbij ook aan op de recente detailstudie van Liander en de gemeente Amsterdam, waarin geconcludeerd wordt dat er zes tot acht nieuwe hoogspanningsstations nodig zijn in Amsterdam. Tijdpad: nu starten.
9. Zoek gezamenlijk naar oplossingen voor inpassing van de vraag (ook in de tijd) in het elektriciteitsnet en naar ruimtelijke inpassing van netverzwaring binnen de daarvoor geldende regels. Tijdpad: nu starten.



10. Ontzie in dit gebied het elektriciteitsnet, bijvoorbeeld door samen met de net-beheerders te zoeken naar optimale ruimtelijke inpassing van zonne- en windenergie en van datacenters. Tijdpad: nu starten.
11. Voer pilots uit met slim laden van elektrische auto's (aanbodafhankelijk, optie van teruglevering aan het net) en lokale energieopslag (zoals buurtbatterijen) om te bepalen in hoeverre deze helpen bij het voorkomen van knelpunten. Tijdpad: nu starten met opzetten van pilotprogramma.
12. Voer pilots uit om de invoering van waterstof voor zwaar en lang transport (bijv. vervoer over water, goederenvervoer, stadsreinigingsvoertuigen, regionaal OV) te stimuleren en de noodzakelijke tankinfrastructuur te faciliteren. Tijdpad: nu starten met opzetten van programma.

Voor industriegebied NZKG en de Zaanstreek

De verschillende energienetten en -systemen in dit gebied raken sterk met elkaar verknoopt. De schaal en omvang van het industriegebied NZKG biedt ook kansen, om de energie-infrastructuren als vliegwiel te laten fungeren voor verdere transitie in de regio. De elektriciteitsvraag in het gebied neemt toe en er is behoefte aan een zwaarder elektriciteitsnet. Om de industrie in het gebied klimaatneutraal te laten worden ('van het aardgas af') is bovendien behoefte aan een waterstofnet, warmtenet, stoomnet en een CO₂-net. Waterstof en CO₂ zijn bovendien noodzakelijk voor de beoogde ontwikkeling van CCU-industrie (koolstofvastlegging en -gebruik) in het gebied. De exacte omvang van deze behoeften is overigens afhankelijk van de keuzes die Tata Steel voor de periode na 2030 gaat maken.

Specifieke aanbevelingen NZKG:

13. Regel in overleg met Liander en TenneT de benodigde verzwaring/uitbreiding van het elektriciteitsnet. Sluit daarbij aan op de recente detailstudie van Liander en de gemeente Amsterdam, waarin geconcludeerd wordt dat er 6-8 nieuwe hoogspanningsstations nodig zijn in Amsterdam, onder andere in het havengebied. Tijdpad: nu starten, uitvoering kan doorlopen tot na 2030.
14. Gezien de toenemende behoefte aan waterstof is het wenselijk om een verkenning uit te voeren naar verdere uitbreiding van de aanlanding van wind op zee in IJmuiden (en naar mogelijke aanlanding in Den Helder). De opgave daarbij is om te zoeken naar vormen waarbij de (extra) aanlanding niet leidt tot een benodigde grootschalige verzwaring van de hoogspanningsnetten, bijvoorbeeld door te kijken naar aanlanding in de vorm van waterstof, of door conversie naar waterstof op het aanlandingspunt. Tijdpad: nu starten met verkenning.
15. Zet een Masterplan NZKG op om in het NZKG de realisatie van de benodigde energie-infrastructuren verder vorm te geven. Waaronder de realisatie van een CO₂-keten, waterstofketen, warmte- en stoomleidingen, en verduurzaming van de transportbrandstoffen. Zonder die proactieve inzet komt de beoogde energietransitie in het NZKG naar onze verwachting niet snel genoeg tot stand. Tijdpad: nu starten met opzetten van het Masterplan, uitvoering kan doorlopen tot na 2030.
16. Betrek in dat Masterplan NZKG ook de benodigde kennisontwikkeling en capaciteitsopbouw voor vergunningverlening en handhaving.

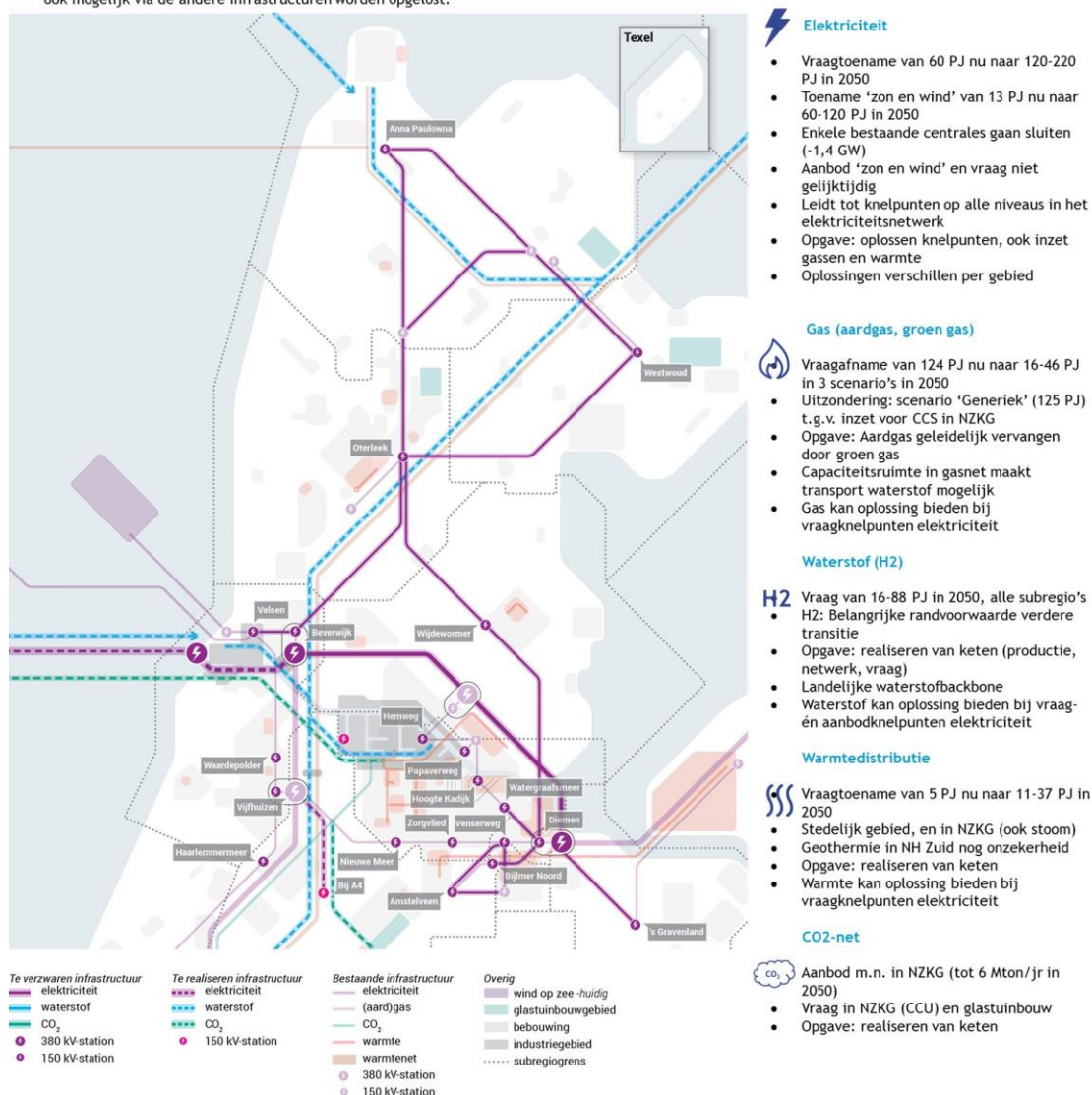


Tot slot

De scenario's gaan uit van de klimaatdoelen zoals die zijn geformuleerd voor 2030 en 2050. Er zijn stevige inspanningen nodig om te zorgen dat die doelen daadwerkelijk worden gehaald. Dat ligt buiten scope van deze energie-infrastructuur systeemstudie. Deze studie gaat in op de effecten, mogelijke knelpunten en opgaves voor de energie-infrastructuren. Als die opgaves worden gerealiseerd en als mogelijke knelpunten worden opgelost bieden die infrastructuren ook kansen voor een duurzame ontwikkeling van wonen en werken.

Figuur 1 - Overzicht van opgaves en knelpunten in de energie-infrastructuren in Noord-Holland t/m 2050

Het energie-infrastructuursysteem in Noord-Holland kent forse opgaves (zie de stippellijnen), ook al in de periode tot 2030. Het gaat om realisatie van een **waterstofketen**, een **CO₂-keten** en van **warmtenetten**, andere voor de verduurzaming van transport en mobiliteit. De toenemende vraag en aanbod van elektriciteit leidt tot knelpunten in het elektriciteitsstelsel, op alle spanningsniveaus. Mogelijke oplossingen daarvoor kunnen worden geboden door de inzet van gassen als **waterstof** en **(bio)methaan**, maar **verzwaring van het elektriciteitsnet** in bepaalde gebieden zal nodig zijn. Ook vanuit de ruimtelijke ordening zijn oplossingen voor knelpunten mogelijk. De in de kaart getekende benodigde verzwaringen van het elektriciteitsnet kunnen dus ook mogelijk via de andere infrastructuren worden opgelost.



Disclaimer: Aan de informatie in deze figuur kunnen geen rechten worden ontleend. De netbeheerders geven met het delen van deze informatie geen advies, maar een zo goed mogelijke duiding vanuit de beschikbare informatie.