

TNO PUBLIEK

Anna van Buerenplein 1  
2595 DA Den Haag  
Postbus 96800  
2509 JE Den Haag[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 00 00

**TNO-rapport****TNO 2022 R10938****Ruimtelijke aspecten energiemodellen voor  
toepassing binnen Programma Energie  
Hoofdstructuur.**

Datum	16 september 2022
Auteur(s)	David Dooghe, Richard Westerga
Aantal pagina's	32 (incl. bijlagen)
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Ruimtelijke aspecten energiemodellen
Projectnummer	060.47791

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2022 TNO

# Managementuittreksel

Titel : Ruimtelijke aspecten energiemodellen voor toepassing binnen  
Programma Energie Hoofdstructuur.  
Auteur(s) : David Dooghe, Richard Westerga  
Datum : 16 september 2022  
Opdrachtnr. :  
Rapportnr. : TNO 2022 R10938

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) werkt aan het Programma Energie Hoofdstructuur (PEH). Om voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur te voorzien, wil EZK, via verschillende alternatieven, zoeken naar mogelijke ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen voor deze nationale structuur. Echter heeft EZK geconstateerd dat inzichten rondom de ruimtelijke impact niet voldoende worden ondersteund door gekende instrumenten (de rekenmodellen en tools) voor energie en ruimtelijke analyses. De centrale vraag van dit onderzoek is daarom: *Binnen de context van het Programma Energiehoofdstructuur (PEH), wat is er nodig om tot een integratie van energie- en ruimtelijke instrumenten (modellen of tools) te komen, zodanig dat deze besluitvorming over energie en ruimte ondersteunen?*

TNO constateerde dat de oplossing in twee richtingen ligt, namelijk instrumenteel en procesmatig. Ten eerste instrumenteel, hoewel het koppelen van energie en ruimtelijke instrumenten tot één instrument technisch mogelijk is, adviseert TNO nog geen één instrument te ontwikkelen die beide energie en ruimte in zich opneemt, maar bestaande instrumenten beter te koppelen. Deze koppeling is nodig om de ruimtelijke behoefte (vanuit de energieverkenningen) te kunnen matchen met beschikbare ruimte, of andersom, om de potentie van de beschikbare ruimte voor hernieuwbare energie te matchen met de systeemverkenningen. Bij deze koppeling zijn de volgende kernpunten van belang. De instrumenten moeten veel meer dezelfde taal gaan spreken. Uniformering en standaardisatie van informatie en informatie-uitwisseling is hierbij de sleutel. Hiervoor is bijna in de volle breedte van het instrumentarium aanpassing nodig.

Ten tweede procesmatig, zoals aangegeven zoekt EZK, via verschillende alternatieven, naar mogelijke ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen. Om verschillende alternatieven (ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen) te kunnen onderzoeken en tegen elkaar te kunnen afwegen, wordt er een meer iteratief en interactief besluitvormingsproces voorgesteld door de geïnterviewde experts uit de energie en ruimtelijke sector. Hiervoor moeten de gekoppelde instrumenten veel beter kunnen inspelen op de behoeften die er liggen in zo'n besluitvormingsproces. Zo moeten deze gekoppelde instrumenten 'what if' vragen sneller en met hogere kwaliteit kunnen worden beantwoord, de onderliggende aannames van de analyses transparant zijn en de verschillende (bestaande) instrumenten toepasbaar blijven.

## Samenvatting

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) werkt aan het Programma Energie Hoofdstructuur (PEH). De ambitie van PEH is: *“tijdig te zorgen voor voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur, op basis van een integrale afweging met andere opgaven en belangen, binnen een (inter)nationale context en waarbij een goede leefomgevingskwaliteit randvoorwaarde is.”* (EZK 2020, p3)<sup>1</sup>. Om voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur te voorzien, wil EZK, via verschillende alternatieven, zoeken naar mogelijke ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen voor deze nationale structuur. Echter heeft EZK geconstateerd dat inzichten rondom de ruimtelijke impact niet voldoende worden ondersteund door gekende instrumenten (de rekenmodellen en tools) voor energie en ruimtelijke analyses. De centrale vraag van dit onderzoek is daarom als volgt geformuleerd: *Binnen de context van het Programma Energiehoofdstructuur (PEH), wat is er nodig om tot een integratie van energie- en ruimtelijke instrumenten (modellen of tools) te komen, zodanig dat deze besluitvorming over energie en ruimte ondersteunen?*

Als input voor dit onderzoek zijn er verschillende workshops en interviews gehouden met experts uit de energie en ruimtelijke sector. Hieruit kwamen twee opvallende observaties rondom ruimtelijke en energie-instrumenten. Ten eerste werd er meerdere malen aangestipt dat de instrumenten voor techno-economische analyses van het energiesysteem en de instrumenten voor ruimtelijke analyses elk hun logica en opzet hebben en daarmee weinig overeenstemmen. Dit is niet zo vreemd omdat het energie en ruimtelijke domein in het verleden behoorlijk gescheiden hebben gewerkt. Een tweede observatie gaat over het gebruik van de uitkomsten van de energie instrumenten in praktijk. Meerdere malen stipten de experts aan dat er vaak nog onvoldoende kennis is bij besluitvormers over hoe om te gaan met deze uitkomsten. Zo wezen verschillende experts er op dat de uitkomsten vaak door besluitvormers als een eindbeeld worden gezien en bijna één op één worden overgenomen als de te nemen ruimtelijke inpassingsbesluiten. Dit terwijl deze uitkomsten louter richtinggevend of ondersteunend dienen te zijn aan het proces.

Hoewel het koppelen van energie en ruimtelijke instrumenten tot één instrument technisch mogelijk is, adviseert TNO nog geen één instrument te ontwikkelen die beide energie en ruimte in zich opneemt, maar bestaande instrumenten beter te koppelen. De redenen hier voor zijn: door de snelle ontwikkelingen in de energietransitie, zullen de vragen die aan het resulterende instrument worden gesteld nog vaker wijzigen. Dit vraagt een continu aanpassingsvermogen van het instrument, terwijl het koppelen van instrumenten meer flexibiliteit biedt om op nieuwe vragen te antwoorden. Verder, verwijzend naar de eerdere observatie van gebrek aan kennis bij besluitvormers over hoe om te gaan met de resultaten: een beter instrument levert daarom nog geen betere besluitvorming.

---

<sup>1</sup> Ministerie van Economische Zaken en Klimaat Ministerie (EZK) (2020), *Startnotitie - Programma Energiehoofdstructuur*, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat Ministerie.

TNO constateerde dat de oplossing in twee richtingen ligt, namelijk instrumenteel en procesmatig. Ten eerste instrumenteel, de bestaande instrumenten voor energie en ruimte moeten beter worden gekoppeld, zonder dat dit resulteert in één nieuw instrument. Deze koppeling is nodig om de ruimtelijke behoefte (vanuit de energieverkenningen) te kunnen matchen met beschikbare ruimte, of andersom, om de potentie van de beschikbare ruimte voor hernieuwbare energie te matchen met de systeemverkenningen. Als een test voor het koppelen van instrumenten, benutte TNO een casestudie voor mogelijke samenwerkende instrumenten. Uit deze casestudie leerden we dat bij een koppeling de volgende kernpunten van belang zijn. De instrumenten moeten veel meer dezelfde taal gaan spreken. Uniformering en standaardisatie van informatie en informatie-uitwisseling is hierbij de sleutel. Hiervoor is bijna in de volle breedte van het instrumentarium aanpassing nodig.

Ten tweede procesmatig, zoals aangegeven zoekt EZK, via verschillende alternatieven, naar mogelijke ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen. Om verschillende alternatieven (ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen) te kunnen onderzoeken en tegen elkaar te kunnen afwegen, wordt er een meer iteratief en interactief besluitvormingsproces voorgesteld door de geïnterviewde experts. Hiervoor moeten de gekoppelde instrumenten veel beter kunnen inspelen op de behoeften die er liggen in zo'n besluitvormingsproces. Zo moeten deze gekoppelde instrumenten 'what if' vragen sneller en met hogere kwaliteit kunnen worden beantwoord, de onderliggende aannames van de analyses transparant zijn en de verschillende (bestaande) instrumenten toepasbaar blijven.

*Voor dit onderzoek werden, via workshops en interviews en vanuit een energie en ruimtelijke perspectief, argumenten samengebracht en besproken rondom instrumenten en besluitvorming voor de ruimtelijke inpassing van energieprojecten. Daarnaast werd het koppelen van instrumenten getoetst door casestudies voor twee fases van het PEH waarin ruimte werd vermeld. Het onderzoek heeft als voornaamste doel EZK te ondersteunen in het formuleren van toekomstig beleid.*

**Gelieve de volgende referentie te gebruiken om deze studie te citeren:**

*Dooghe, D., Westerga, R. (2022), Ruimtelijke aspecten energiemodellen voor toepassing binnen Programma Energie Hoofdstructuur TNO-rapport, TNO 2022 R10938. onderzoek voor Ministerie Economische Zaken en Klimaat, Den Haag*

**Gelieve de volgende referentie te benutten voor in een tekst citaat.**

*Dooghe et.al. (2022)*

# Inhoudsopgave

	<b>Managementuittreksel</b> .....	<b>2</b>
	<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>6</b>
1.1	Context, vraagstelling en aanpak .....	6
1.2	Leeswijzer .....	7
<b>2</b>	<b>Het koppelen van instrumentarium voor energie en ruimte</b> .....	<b>8</b>
2.1	Ruimtelijke en energie-instrumenten .....	8
2.2	Knelpunten, suggesties en reflecties .....	10
<b>3</b>	<b>Programma Energiehoofdstructuur</b> .....	<b>14</b>
3.1	Fases van PEH.....	14
3.2	Ruimte binnen PEH .....	15
3.3	Besluitvorming binnen PEH .....	16
<b>4</b>	<b>Uitwerking cases: ruimte in PEH</b> .....	<b>17</b>
4.1	Ruimte in fase IEA .....	17
4.2	Houtskoolschets samenwerkend instrumentarium .....	21
4.3	Ruimte in fase afwegen .....	25
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b> .....	<b>28</b>
5.1	Conclusies .....	28
5.2	Aanbevelingen .....	29
	<b>Bijlage 1: Overzicht experts workshop en interviews</b> .....	<b>31</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Context, vraagstelling en aanpak

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) werkt aan het Programma Energie Hoofdstructuur (PEH). De ambitie van PEH is: *“tijdig te zorgen voor voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur, op basis van een integrale afweging met andere opgaven en belangen, binnen een (inter)nationale context en waarbij een goede leefomgevingskwaliteit randvoorwaarde is.”* (EZK 2020, p3)<sup>2</sup>. Het PEH is een programma in termen van de Omgevingswet waarmee een verplichting tot het doorlopen van een procedure voor de Milieueffectrapportage kan gelden. Milieu is niet het enige criterium van belang voor de omgevingswet en daarom is de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) voor de Integrale Effectenanalyse (IEA) van PEH opgesteld. De NRD kan worden beschouwd als een onderzoeksplan voor deze IEA en het IEA beoordelingskader is breder ingestoken dan alleen de milieueffecten. Zo bestaat de IEA uit een Milieueffectrapportage (plan-m.e.r.), een maatschappelijke kosten- en batenanalyse, en een analyse van de effecten op het energiesysteem. Verder zijn er voor het onderwerp *ruimte* enkele criteria gedefinieerd die in verschillende fases van het beoordelingskader te vinden zijn. Onder andere in de fase afweging waarbij ruimtelijke reserveringen en ontwikkelrichtingen worden geformuleerd.

Om voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur te voorzien, wil EZK, via verschillende alternatieven, zoeken naar mogelijke ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen voor deze nationale structuur. Echter EZK heeft geconstateerd dat inzichten rondom de ruimtelijke impact niet voldoende worden ondersteund door gekende instrumenten (de rekenmodellen en tools) voor energie en ruimtelijke analyses. De centrale vraag van dit onderzoek is daarom als volgt geformuleerd: *Binnen de context van het Programma Energiehoofdstructuur (PEH), wat is er nodig om tot een integratie van energie- en ruimtelijke instrumenten (modellen of tools) te komen, zodanig dat deze besluitvorming over energie en ruimte ondersteunen?*

Als input voor het beantwoorden van deze vraag zijn vier activiteiten uitgevoerd: een kick-off workshop met genodigden vanuit EZK, een workshop rondom de huidige modelleringsaanpak, interviews met experts (overzicht zie bijlage 1) en een reflectiebijeenkomst met EZK, waarbij ook de eerste gezamenlijke inzichten en conclusies werden geformuleerd.

Dit project is onderdeel van het onderzoeksprogramma Energietransitiestudies onder regie van de directie Klimaat van het DG Energie en Klimaat van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en heeft als doel het leveren van kennis voor energiebeleid.

---

<sup>2</sup> Ministerie van Economische Zaken en Klimaat Ministerie (EZK) (2020), *Startnotitie - Programma Energiehoofdstructuur*, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat Ministerie.

## 1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk drie gaat in op de vraag hoe energie en ruimtelijke instrumenten kunnen worden gekoppeld. Het biedt een samenvatting van de informatie uit de workshops en interviews waar dieper wordt ingegaan op welke ruimtelijke analyses en energie instrumenten er worden benut voor de ruimtelijke inpassing van een energieproject. Tijdens de interviews is vanuit een breed perspectief gekeken naar de rekenmodellen en tools voor energie en ruimtelijke analyses, dus niet alleen voor projecten gekoppeld aan de PEH. Dit is gelardeerd met de identificatie van knelpunten en suggesties voor oplossingsrichtingen.

In het vierde hoofdstuk worden de verschillende fases van de IEA kort toegelicht en wordt per fase de relatie met ruimte en besluitvorming besproken. In het vijfde hoofdstuk wordt er gericht gekeken naar wat de resultaten uit de interviews en workshop betekenen voor de IEA fases. Voor de uitwerking van PEH projecten wordt er een houtskoolschets gegeven. Deze schetst laat zien wat het instrumentarium voor energie en ruimtelijke analyses zou kunnen, dit aan de hand van een voorbeeld workflow.

In het laatste hoofdstuk zes wordt vanuit de input uit de workshops en interviews en uit de lessen uit de uitwerking in hoofdstuk vijf conclusies getrokken en aanbevelingen gegeven. Deze laatste zijn onderverdeeld naar instrumenten (aanpassen bestaande en nieuwe of al in ontwikkeling zijnde instrumenten) en besluitvormingsproces.

## 2 Het koppelen van instrumentarium voor energie en ruimte

Dit hoofdstuk gaat over de samenwerking van het instrumentarium voor energie en ruimtelijke analyses. Er wordt daarom eerst ingegaan op wat instrumenten zijn en welke ruimtelijke en energie-instrumenten beschikbaar zijn voor de ruimtelijke inpassingen van een energieproject. Met ruimtelijke analyses wordt hier bedoeld: de verkenning van gebieden en locaties waar de fysieke componenten van het energiesysteem geplaatst kunnen worden. Met 'ruimtelijk' wordt soms ook bedoeld: de geografische schaal waarop de analyses worden uitgevoerd, landelijk, provinciaal, gemeentelijk bijvoorbeeld.

Verder wordt er ingegaan op de knelpunten die ontstaan bij het gebruik van instrumenten voor de uitvoering van energieprojecten, breder dan PEH. Daarna volgen enkele suggesties voor het aanpakken van deze knelpunten. Dit is gebaseerd op de resultaten van de interviews en de workshop. Als laatste volgt er een reflectie vanuit TNO op het koppelen van energie en ruimtelijke instrumenten.

### 2.1 Ruimtelijke en energie-instrumenten

Uit verschillende workshops en interviews die zijn gehouden met experts uit de sector kwamen twee opvallende observaties rondom ruimtelijke en energie-instrumenten naar voren. Ten eerste werd er meerdere malen aangestipt dat de instrumenten voor techno-economische analyses van het energiesysteem en de instrumenten voor ruimtelijke analyses elk hun logica en opzet hebben en daarmee weinig overeenstemmen. Dit is niet zo vreemd omdat het energie en ruimtelijke domein in het verleden behoorlijk gescheiden hebben gewerkt.

Een tweede observatie gaat over het gebruik van de uitkomsten van de energie instrumenten in praktijk. Meerdere malen stipten de experts aan dat er vaak nog onvoldoende kennis is bij besluitvormers over hoe om te gaan met deze uitkomsten. Zo wezen verschillende experts er op dat de uitkomsten vaak door besluitvormers als een eindbeeld worden gezien en bijna één op één worden overgenomen als de te nemen ruimtelijke inpassingsbesluiten. Dit terwijl deze uitkomsten louter richtinggevend of ondersteunend dienen te zijn aan het proces.

Tabel 1 biedt een overzicht van de instrumenten die door verschillende experts in de interviews zijn genoemd. Deze lijst is niet volledig, maar geeft een indruk over welke soort instrumenten er is gesproken in de interviews. In de tabel is een verscheidenheid aan energie instrumenten genoemd, simulaties, optimalisaties, voor elektriciteit, warmte en/of energie. Verschillende schaalniveaus, nationaal, regionaal, of nog fijnmaziger. Elk instrument heeft zijn nut en kan een set van vragen beantwoorden. Voor ruimtelijke analyses zien we meer GIS gebaseerde tools: (slimme) kaarten, tracé verkenningen, of meer aanpak georiënteerde tools (RSE bijvoorbeeld). Het meest opvallend is dat er geen tool genoemd is die beide aspecten (energie en ruimte) bevat.



Tabel 1 Overzicht van de genoemde energie en ruimtelijke instrumenten. Het is hier niet de bedoeling een compleet overzicht van dit model te geven, alleen welke modellen bij de geïnterviewde partijen expliciet zijn benoemd. Er zijn veel meer modellen in gebruik (zie bijvoorbeeld het resultaat van de werkgroep ETRM van Netbeheer Nederland)

Genoemde instrumenten voor analyses energie en ruimte			
Energie analyse		Ruimtelijke analyse	
Instrument	Eigenaar	Instrument	Eigenaar
Energie Transitie Model (ETM)	Quintel	Slimme Kaarten	Generation Energy
Artelys	RVO	Tracé verkenningen	Witteveen+Bos Antea Group
ESSIM, COMPETES, OPERA, en vele andere	TNO	MER analyses	Witteveen+Bos
I13050 (ETM en infrastructuur modellen)	Netbeheer NL	Groeikaart	RVO
VESTA	PBL	Ruimtelijke Strategie van de Energietransitie (RSE)	Ministerie BZK
KEV tooling/modellen	PBL	Ruimtescanner	PBL

In het algemeen worden de energie-instrumenten ingezet om meer inzicht te krijgen in de werking van het (toekomstig) energiesysteem, dit op basis van een aantal toekomstbeelden en verwachtingen. Op hoofdlijnen zijn er twee soorten instrumenten: optimalisatiemodellen, die bepalen wat een kosten-optimaal systeem zou zijn binnen een aantal randvoorwaarden, en simulatiemodellen die verschillende toekomstbeelden of -scenario's doorrekenen om het effect daarvan te bepalen.

Beide aanpakken worden geplaagd door de grote mate van onzekerheid rondom toekomstige ontwikkelingen. Binnen deze onzekerheid is het streven vaak om grip te krijgen op de besluiten die men nu dient te nemen. Er bestaat een breed scala aan kwantitatieve energie instrumenten, die verschillende aspecten van het energiesysteem kunnen analyseren. Een breed overzicht kan worden gevonden op <http://www.energiemodellen.nl>. De meeste van deze modellen zijn techno-economische analyses van het energiesysteem. Het ruimtelijke aspect ontbreekt meestal, iets wat ook in de interviews herhaaldelijk naar boven kwam.

Uit de interviews kwam dat het instrumentarium voor de ruimtelijke analyse van energieprojecten zich steeds verder ontwikkelt. Dit instrumentarium is voornamelijk gericht op de ruimtelijke ordening en meestal bestaande uit GIS gebaseerde tooling. Voorbeelden zijn: voor het bepalen van de ruimtevraag van de scenario's in het I13050 traject zijn eenmalige analyses gedaan door Generation Energy (GIS tooling) en voor de ruimtelijke verkenning van windmolens worden door Witteveen+Bos GIS- en kaart gebaseerde tools ingezet.

## 2.2 Knelpunten, suggesties en reflecties.

### 2.2.1 *Knelpunten rondom ruimte, besluitvorming en instrumenten*

#### *Ruimte*

Hoewel het nog onduidelijk is hoeveel ruimte de energietransitie nodig heeft (afhankelijk van keuze van energiedragers), is het wel duidelijk is dat hernieuwbare energie meer ruimte nodig heeft dan een fossiel systeem. Dit niet alleen voor opwek, maar ook voor transport. Voor de extra ruimte nodig voor transport verwees een expert naar de verduurzaming van regionale bedrijventerreinen. Bij de uitbreiding van de nationale hoogspanningsnet wordt er nu vooral gekeken naar de Cluster Energie Systemen (CES) locaties. Echter indien een bedrijf, buiten een aangeduid CES, wil verduurzamen en elektrificeren, zal er in sommige gevallen ook een aansluiting aan het nationale hoogspanningsnet vereist zijn, i.p.v. aan het regionale distributienet. De expert gaf aan dat de energiesector nu nog onvoldoende deze schaa sprong (van een regionale naar nationale elektriciteitsaansluiting) in beeld had vanuit verduurzamingsinvesteringen bij regionale bedrijventerreinen. Er was daarmee er ook geen fysieke ruimte gereserveerd voor de aansluitingen tussen de nationale hoofdstructuur en verschillende regionale bedrijventerreinen.

#### *Besluitvorming*

De processen voor het ruimtelijk inpassen van energieprojecten brengen huidige en toekomstige belangen van vele partijen samen, vaak in een iteratief proces. Verder is het veranderen van gebruik van de ruimte vaak onderdeel van een maatschappelijk debat, zo is er rondom hernieuwbare energie een spanning tussen de stad (hoge vraag en geen ruimte voor opwek) en omliggend landschap (veel ruimte voor opwek en daarmee ook de nadelen van opwek).

#### *Instrumenten*

In vele energetische analyses wordt geen ruimtelijke informatie meegenomen. Hoewel sommige studies de benodigde ruimte in beeld brengen (bijvoorbeeld in het I13050 project van Netbeheer Nederland), wordt deze informatie nog niet in verband gebracht met de beschikbare ruimte in een bepaald gebied, op een bepaalde locatie. Dit is verrassend gezien energieprojecten vaak aanzienlijke (in)directe ruimteclaims hebben. Dit alles maakt dat analyseresultaten, voor niet-kenners, vaak onvoldoende inzichtelijk zijn om met het energieproject verder aan de slag te gaan.

De nationale en regionale energiesystemen worden steeds meer afhankelijk van elkaar door decentralisatie van opwek (m.n. wind en zon). Door toenemende inzet van conversie van energiedragers en opslag (hybridisering) raken energiedragers ook steeds meer met elkaar verweven. Deze verbindingen tussen geografische schaal en energiedragers komt niet altijd goed naar voren in de meeste energiemodellen, of blijven op een hoog abstractieniveau steken. In de resultaten ontbreekt er dan een integraliteit en samenhang tussen nationale en regionale uitkomsten, dit terwijl de geografische schaalniveaus van invloed zijn op elkaar en het gehele systeem.

Er werd door experts aangegeven dat er openbare data mist over de netcapaciteit op verschillende locaties, al is het maar in bandbreedtes, voor een verdere ontwikkeling van tools voor ruimtelijke verkenningen. Deze data zijn nodig om alternatieve locaties voor vraag en aanbod te kunnen afwegen. Stel, er zijn

ruimtelijk gezien twee gebieden mogelijk om een zonnepark te plaatsen. De inpassing in de bestaande infrastructuur zal per gebied variëren door verschillen in beschikbare netcapaciteit per gebieden. Zal het energieproject bijdragen aan het beter benutten van het bestaande elektriciteitsnetwerk of juist extra investeringen in het netwerk vergen? De netcapaciteit zal dus meespelen in de uiteindelijke keuze voor een gebied en wil je daarom ook kunnen meenemen in de besluitvorming tussen locaties.

Andere zaken die vanuit een ruimtelijk perspectief in een energiemodel missen, is het meenemen wat er nu al ligt aan verkeersinfrastructuur, gebouwde omgeving of industrie (al dan niet restwarmte aftappen). Energie besparingsinvesteringen bij de eindgebruikers (woning, industrie, andere vormen van mobiliteit) of ruimtelijke ordening die warmte uitwisseling tussen verschillende functie (bijvoorbeeld industrie en woningen) optimaliseert, kan de energievraag omlaag brengen en zo een ruimtebesparing (door minder nood aan ruimte voor opwek of transport) opleveren. Dit ruimtelijke effect wordt niet altijd zichtbaar gemaakt in een energiemodel.

Verder zijn energiemodellen vaak gericht op de energie-infrastructuur en worden andere modus van transport van energie, vb. gas of olie via boten, vaak niet in modellen meegenomen, terwijl deze modi wel een ruimtelijk effect veroorzaken.

Energiemodellen kenmerken zich door een hoge mate van detailniveau en het doorrekenen van verschillende alternatieven kost tijd. Er is weinig ruimte voor het snel en makkelijk verkennen van verschillende varianten. Dit sluit niet zo goed aan bij het iteratief opgebouwde ruimtelijk besluitvormingsproces.

Als laatste zijn er ook nog enkele knelpunten die regelmatig genoemd zijn over het kunnen kwalificeren en valideren van de uitkomsten van een analyse. Uitkomsten zijn vaak afhankelijk van de uitgangspunten, aannames, kentallen en databronnen. Het komt voor dat verschillende analyses verschillende resultaten opleveren. Transparantie is dan ook uitermate belangrijk. Transparantie is nodig om te begrijpen welke aannames zijn gedaan, en of deze vergelijkbaar zijn tussen verschillende studies. Regelmatig zijn de onderliggende aannames, uitgangspunten of bronnen onvoldoende transparant gemaakt, waardoor de resultaten niet juist geïnterpreteerd kunnen worden. Er zijn gelukkig ook tegenvoorbeelden zoals het ETM, de KEV (PBL, TNO) om maar een paar te noemen. Het omgaan met onzekerheden en de gevoeligheden over de gebruikte gegevens is hieraan gerelateerd. Wanneer de onzekerheden over aannames (of over alle brongegevens) niet worden meegenomen in de uitkomsten is het zeer waarschijnlijk dat er schijnzekerheden worden gepresenteerd. Ook hiervoor geldt dat er uitzonderingen zijn (bijvoorbeeld het werken met scenario gebaseerde analyses), maar dit mag best wat meer gemeengoed worden.

### 2.2.2

#### *Suggesties voor het beter inzetten van instrumenten*

Tegelijk kwamen er uit de workshops en interviews ook een aantal suggesties voor het beter kunnen inzetten van de instrumenten in de ruimtelijke inpassing van energieprojecten. Dit waren zowel algemene suggesties, als specifiek voor energie of ruimtelijke instrumenten.

### *Suggesties voor beide vormen van instrumenten*

Aanhakend op het eerdere knelpunt van transparantie: Uniformiteit is belangrijk in het gebruik van data en er zijn in Nederland initiatieven om deze uniformiteit te creëren (zoals bijvoorbeeld in het programma VIVET<sup>3</sup>, of de Topsector Energie opdracht 'Afspraken maken: van data tot informatie'<sup>4</sup>). Het is dan ook aan te bevelen alle instrumenten zo in te kunnen zetten dat transparantie en uniformiteit is gewaarborgd.

Eén energie (of ruimtelijke) analyse brengt de keuzemogelijkheden vanuit één perspectief in kaart. Om in een besluitvormingsproces de voor- en nadelen van alternatieve locaties integraal te kunnen afwegen en een keuze te kunnen maken, is dan ook meer kennis nodig dan de uitkomsten van één analyse. Het is daarom goed om verschillende instrumenten (voor energie en ruimte) gelijktijdig in te zetten zodat alle essentiële vragen parallel kunnen worden beantwoord. Als er verschillende modellen worden gebruikt die de uiteindelijke afweging moeten voeden, ligt de grootste uitdaging erin om de onderliggende uitgangspunten en aannames op een gelijkwaardig niveau te hebben. Dit om te voorkomen dat er appels en peren bij elkaar worden opgeteld. De manier van werken met een instrument, de workflow, de aanpak, verdient meer aandacht dan er momenteel aan wordt gegeven. Hieronder al enkele suggesties en in hoofdstuk vijf enkele voorbeelden van zón workflow of aanpak.

### *Suggesties specifiek voor energie instrumenten*

In het geval van ruimtelijke vraagstukken dient het energiemodel op zijn minst een indicatie te geven van de behoefte aan nieuwe ruimte. Deze ruimteclaim moet in relatie tot de infrastructuur (ontwikkelingen) kunnen worden gemaakt. Bijvoorbeeld, het is niet voldoende om een claim van X m<sup>2</sup> voor windenergie in Nederland neer te leggen. Beter is een claim die specificereert dat er Y m<sup>2</sup> nodig is in een bepaald gebied, rondom een bepaalde locatie, omdat daar nog capaciteit is op het netwerk.

Rondom de hoge mate van detailniveau van energiemodellen is het devies: houd het simpel, maar niet simpeler dan nodig. Bijvoorbeeld: detailberekeningen over netwerken zijn niet nodig als het gaat om de eerste orde verkenningen van verschillende oplossingen. Maar een gevoel voor de impact op het net kan wel weer nodig zijn.

### *Suggesties voor ruimtelijke instrumenten.*

EZK en de experts gaven aan dat concrete ruimtelijke instrumenten, zoals slimme kaarten, beter in staat te zijn potentiële gebieden en/of locaties aan te geven die 'beschikbaar' zijn voor de energieprojecten. Dit zowel voor het snel kunnen controleren van locaties als voor het beschikbaar houden van de locaties in de toekomst, dit laatste gezien de huidige concurrentie met ruimteclaims vanuit de groeiende vraag naar ruimte vanuit andere sectoren, bijvoorbeeld wonen.

## 2.2.3 *Reflectie*

Hoewel het koppelen van energie en ruimtelijke instrumenten tot één instrument technisch mogelijk is, adviseert TNO *nog* geen één instrument te ontwikkelen. Een eerste reden hiervoor is: door de snelle ontwikkelingen in de energietransitie, zullen de vragen die aan het resulterende instrument worden gesteld nog vaker wijzigen. Dit vraagt een continu aanpassingsvermogen van het instrument, Bij een opzet van

<sup>3</sup> Zie bijvoorbeeld: <https://www.pbl.nl/publicaties/vivet-verbetering-informatievoorziening-energietransitie>

<sup>4</sup> <https://www.topsectorenergie.nl/systeemintegratie/contact/afspraken-maken-van-data-tot-informatie>

het gekoppelde instrumenten kan er bij een nieuwe vraag een nieuw instrumenten worden toegevoegd of indien nog onbestaande worden ontwikkeld.

Hierbij is het goed om even een vergelijking met een eerdere transitie met een ruimtelijke claim te maken, bv waterberging. Ook hier waren er niet meteen gecombineerde instrumenten voor besluitvorming. Naar analogie met deze transitie is de verwachting dan ook, indien de ruimtelijke vragen vaker terugkomen, er wel steeds meer relevante gecombineerde instrumenten voor besluitvorming zullen worden ontworpen. Ten tweede, verwijzend naar de eerdere observatie van gebrek aan kennis bij besluitvormers over hoe om te gaan met de resultaten: een beter instrument levert daarom nog geen betere besluitvorming.

Beter is het om te kijken hoe het (bestaande) instrumentarium kan worden ingezet in het (besluitvormings)proces. Ga uit van de informatiebehoefte van het proces, bijvoorbeeld het in kaart brengen van keuzemogelijkheden vanuit zowel energie als ruimtelijke analyses, en zorg ervoor dat het instrumentarium ook op de gewenste manier deze informatie oplevert. Dit door eerst heel goed vast te stellen welke werkwijze nodig is om tot nodige inzichten te komen en dan pas aan de slag te gaan met het instrumentarium.

### 3 Programma Energiehoofdstructuur

In het PEH is energie duidelijk aanwezig, maar hoe wordt ruimte erin opgenomen? En waarover zal het PEH besluiten? Als een eerste aanzet om deze vragen te beantwoorden, richt dit hoofdstuk zich op: wat is het PEH? In het kort, dit programma schetst ontwikkelingsrichtingen voor het energiesysteem van nationaal belang (onder andere nationale buisleidingen, hoogspanningstracés (vanaf 110 kV), grootschalige opslag en conversiestations). Deze ontwikkelingsrichtingen omvatten geen gedetailleerde ruimtelijke reservering<sup>5</sup>. Om tot deze ontwikkelrichtingen te komen doorloopt het PEH een aantal fases, waaronder een integrale effectenanalyse (IEA), hierbij wordt gekeken naar milieu-en ruimtelijke effecten en naar de thema's energiesysteemefficiëntie, kosten en baten, uitvoerbaarheid en doelbereik.

In dit hoofdstuk worden de verschillende PEH fases worden verder kort toegelicht en de relatie met ruimte en besluitvorming aangestipt.

#### 3.1 Fases van PEH



Figuur 1 Stappen en fasering van het PEH (bron: Concept-Notitie Reikwijdte en Detailniveau, 26/04/2021)

Figuur 1 geeft een overzicht van de zes stappen verdeeld over 3 fases die het PEH zal doorlopen. Voorafgaand aan de IEA, werd de concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld en opgeleverd in april 2021. Fase NRD en de eerste stap is een beschrijving van het doel en proces van het PEH. Verder is er de afbakening van de alternatiefontwikkeling en van het beoordelingskader van de IEA in opgenomen. Deze notitie hebben we benut voor het onderzoeken hoe ruimte in het PEH wordt opgenomen en waarover het PEH zal besluiten.

<sup>5</sup> Zie kamerbrief Ministerie van Economische Zaken en Klimaat: Samenhang en sturing Programma Energiehoofdstructuur en Regionale Energiestrategieën, 23 juni 2020, nr. 0000001003214369000

Fase IEA vervolgt de eerste stap met drie stappen. De tweede stap is de alternatief ontwikkeling voor het energiesysteem in 2030 en 2050. Er worden voor 2030 twee alternatieven<sup>6</sup> uitgewerkt, voor 2050 in totaal vijf alternatieven<sup>7</sup>. De derde stap analyseert en beoordeelt deze alternatieven vanuit het NRD beoordelingskader. Dit beoordelingskader is gebaseerd op 5 pijlers (milieu- en ruimtelijke effecten, energiesysteemefficiëntie, kosten en baten, uitvoerbaarheid en doelbereik) en daarbij komt ruimte in twee pijlers terug, namelijk: pijler milieu- en ruimtelijke effecten (sub onderdelen: ruimtebeslag, natuur, bodem & water, landschap & cultuurhistorie en leefomgeving) en pijler doelbereik (subonderdeel: voldoende ruimte en meervoudig ruimtegebruik). Stap vier (a) resulteert in ontwikkelrichtingen, of hoe het energiesysteem zich zou kunnen ontwikkelen tussen 2030 en 2050. Hierbij worden ook (b) op dat moment beschikbare resultaten van trajecten zoals bijvoorbeeld de RES'en en VAWOZ meegenomen.

De laatste fase voegt hier nog twee stappen aan toe. Namelijk stap vijf: de (nadere) formulering van de ontwikkelrichtingen, ruimtelijke reserveringen, beleidsuitspraken en ontwikkelcriteria en stap zes: het afwegen tot het beleid dat wordt opgenomen in het PEH, dit op basis van een effectanalyse van de lijst met beleidsuitspraken.

### 3.2 Ruimte binnen PEH

Uit het *Programma Energiehoofdstructuur, Concept-Notitie Reikwijdte en Detailniveau* (april 2021, p1-2) kunnen we het belang van ruimte in het PEH halen:

*“De ambitie van het Programma Energiehoofdstructuur is tijdig te zorgen voor voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur, op basis van een integrale afweging met andere opgaven en belangen, binnen een (inter)nationale context en waarbij een goede leefomgevingskwaliteit randvoorwaarde is. Het programma heeft betrekking op ruimtelijk beleid op land en de grote wateren en hanteert als tijdshorizon 2030-2050. Het gaat dus over het gehele Nederlandse grondoppervlak, uitgezonderd de Noordzee. Wanneer gesproken wordt over de nationale energiehoofdstructuur in het kader van het PEH – daar waarover (beleids)uitspraken worden gedaan – gaat het om infrastructuur van nationaal belang. Daarmee worden o.a. de hoogspanningsverbindingen (inclusief bijbehorende stations) en buisleidingen van nationaal belang bedoeld. Dit zijn zowel de huidige verbindingen, eventueel benodigde verbindingen maar ook de in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) gereserveerde verbindingen. In het Barro zijn naast verbindingen ook locaties aangewezen die gereserveerd zijn voor de ontwikkeling van energieproductie (waarbij 3 specifieke locaties voor energieproductie door middel van kernenergie). Ook deze locaties maken onderdeel uit van de nationale energiehoofdstructuur in het kader van PEH. Om (beleids)uitspraken te kunnen doen, is het noodzakelijk om de invloed van andere onderdelen van het systeem op de energiehoofdstructuur in beeld te krijgen. Hierbij valt te denken aan grootschalige opwek door zon en wind of groen gas productie. Het PEH zal geen locaties voor deze onderdelen aanwijzen. Tot slot vallen onder*

<sup>6</sup> Eén alternatief sluit nauw aan bij de huidige ontwikkelingen die voortvloeien uit het Klimaatakkoord. Het tweede alternatief voor 2030 gaat uit van een versnelling van de klimaatdoelstellingen, en heet het Nationale Drijfveer – alternatief.

<sup>7</sup> Vier alternatieven zijn gebaseerd op de II3050-scenario's, er wordt ook een alternatief meegenomen met kernenergie.

*de energie-infrastructuur ook de infrastructuren voor grootschalige opslag en conversie.”*

### **3.3 Besluitvorming binnen PEH**

Zoals eerder aangegeven in het *Programma Energiehoofdstructuur, Concept Notitie Reikwijdte en Detailniveau* (april 2021), wordt er, tijdens stap vijf, ingegaan op drie soorten uitspraken die het PEH zal bevatten, namelijk:

1. ruimtelijke reserveringen (op basis van gebiedsgerichte verkenningen, evaluatie en/of herbevestiging bestaande reserveringen);
2. ontwikkelrichtingen met globale geografische duiding;
3. generieke beleidsuitspraken.

Deze uitspraken geven een indicatie van wat voor beslissingen er moeten worden genomen in het PEH. Zo zal het PEH voor de ruimtelijke reserveringen, bekijken in hoeverre bestaande ruimtelijke aanwijzingen en reserveringen<sup>8</sup>, mede op basis van de integrale effectenanalyse (fase IEA), nog relevant zijn. Indien zo, worden deze meer specifieke reserveringen bestendigd in het programma. Met de ontwikkelrichtingen levert het PEH een perspectief op voor het energiesysteem voor 2030, voor 2050 én de wijze waarop dit systeem<sup>9</sup> zich kan ontwikkelen. Deze PEH ontwikkelrichtingen zijn geen gedetailleerde uitwerkingen, maar eerder globale lijnen en gebiedsaanduidingen. Als laatste zal het PEH generieke beleidsuitspraken doen rondom beginselen voor de aanleg van infrastructuur of rondom externe veiligheidsaspecten, gezondheid en afstemming met andere belangen in de leefomgeving bij de aanleg van nieuwe energiedragers.

---

<sup>8</sup> Zoals vastgelegd in het Barro en voortkomen uit het huidig beleid, zoals de structuurvisie Buisleidingen en het Derde Structuurschema Elektriciteitsvoorziening (SEV III),

<sup>9</sup> Ontwikkelrichtingen op land en grote wateren aan (dus niet voor de Noordzee) met betrekking tot infrastructuur van nationaal belang voor opwek, transport, conversie en opslag van energie en grondstoffen. Daarnaast ook het aanwijzen voor energiehubs.



## 4 Uitwerking cases: ruimte in PEH

De inzichten uit hoofdstuk 3 worden in dit hoofdstuk getest op twee fases van het PEH waarin ruimte werd vermeld, namelijk in de *integrale effecten analyse* (IEA) fase en dit voor pijlers Milieu en ruimtelijke effecten (ruimtebeslag en leefomgeving), en doelbereik (voldoende ruimte) van het beoordelingskader en in de *afweging* fase, specifiek voor uitspraken rondom ontwikkelrichtingen met globale geografische afweging.

### 4.1 Ruimte in fase IEA

Een van de doelen van deze fase is om ontwikkelrichtingen te benoemen, ofwel op welke wijze het energiesysteem zich zou kunnen ontwikkelen tussen 2030 en 2050. Dit door een integrale effectenanalyse van de zeven alternatieven (2 in 2030 en 5 in 2050) vanuit de vijf pijlers van het beoordelingskader, zie figuur 2.

In deze vijf pijlers komt ruimte tweemaal voor bij de aspecten, namelijk in pijlers: *Milieu en ruimtelijke effecten* (ruimtebeslag en leefomgeving) en *Doelbereik* (voldoende ruimte).



Figuur 2 Vijf pijlers van het beoordelingskader, (bron: Programma Energiehoofdstructuur, Concept-Notitie Reikwijdte en Detailniveau (26/04/2021))

Meer over de pijler milieu- en ruimtelijke effecten: *“Deze pijler bevat de meer ‘traditionele’ m.e.r.-beoordelingsaspecten. Het detailniveau (...) sluit aan bij het detailniveau van de ruimtelijke vertaling van de alternatieven en kan zoals aangegeven nog worden aangepast naar aanleiding van de alternatiefontwikkeling. In de ruimtelijke vertaling wordt invulling gegeven aan locaties (knooppunten, energiehubs) en verbindingen (infrastructurele verbindingen van nationaal belang). Waar mogelijk worden in deze vertaling de meekoppelkansen benoemd. De beoordeling hiervan vindt plaats met behulp van de pijler ‘doelbereik’.”*

In de pijler doelbereik zien we een vraag vanuit ruimte naar energie (p30-31): *“In deze laatste pijler wordt kwalitatief beoordeeld in welke mate de ruimtelijke reserveringen, ontwikkelrichtingen en (generieke) beleidsuitspraken voorzien in het bereiken van de beleidsdoelstelling voor het PEH; tijdig te zorgen voor Programma Energiehoofdstructuur voldoende ruimte voor de nationale energiehoofdstructuur, op basis van een integrale afweging met andere opgaven en belangen, binnen een*

*(inter)nationale context en waarbij een goede leefomgevingskwaliteit randvoorwaarde is. Hierbij is de toekomstvastheid van het energiesysteem een belangrijk onderdeel. Keuzes vandaag kunnen toekomstige keuzes uitsluiten waardoor er een lock-in kan optreden en de flexibiliteit (adaptief vermogen) van het energiesysteem in het geding komt. De pijler doelbereik kan worden gezien als synthese van de overige pijlers.”*

Tabel 2 geeft de verkenning van de informatiebehoefte per ruimtelijk criterium en indicatie van oplossingsrichting weer. Deze tabel vertrekt vanuit de beoordelingen voor de twee geselecteerde pijlers en hun aan ruimte gekoppelde criteria uit de NRD en voegt daar beide de informatiebehoefte en een eerste indicatie van de bouwblokken van een oplossingsrichting aan toe. Deze bouwblokken gaan vooral over de ‘manier waarop’ deze informatie vastgesteld kan worden en kent elementen van een aanpak, een proces.

Tabel 2 Informatiebehoefte voor ruimtelijke criteria in beoordelingskader NRD

Aspecten uit beoordelingskader <sup>10</sup>	Beoordeling criterium <sup>10</sup>	Alternatieven zoals gedefinieerd in het NRD			Informatiebehoefte Ruimtebeslag	Bouwblokken van een oplossingsrichting
		2030: Klimaatakkoord  2030 Nationale Drijfveer	2050: 4 alternatieven	2050: kernenergie		
<b>MER / Ruimtebeslag</b>	Kwantitatieve analyse van het ruimtebeslag van het totale energiesysteem	<p>IP2022 kent geen kwantitatieve informatie over ruimtebeslag</p> <p>RES: Zoekgebieden geven indicatie ruimtebeslag in combinatie met opwek</p> <p>VAWOZ: aanlandingspunten geven specifieke locaties/gebieden aan waar ruimte nodig is. Maar hoeveel is nog de vraag</p> <p>HyWay27: onbekend</p> <p>CES: NZKG is een ruimtelijke impact bepaald van de projecten in MIEK</p>	<p>Basis II3050 analyses. Voor de vier scenario's is het ruimtebeslag in Nederland beschikbaar (Ruimtelijke uitwerking energiestenari'o's, Generation Energy)</p> <p>Het ruimtebeslag van de 4 varianten is nog onduidelijk omdat deze afwijken van de originele scenario's</p>	<p>Heeft direct invloed op benodigde infrastructuur, opwek, opslag en conversie.</p> <p>Impact op ruimte nog onduidelijk</p>	<p>Ruimtebeslag van elke variant, op gebiedsniveau, voor heel Nederland.</p> <p>Van elke variant is informatie nodig over het additionele ruimtebeslag t.o.v. de bestaande situatie, met een granulariteit van 'gebieden', geen specifieke locaties</p>	<p>Eenduidig en uitwisselbaar <b>informatiemodel</b> van de varianten</p> <p><b>Interactieve GIS kaarten</b> die gevoed worden met informatie uit het informatiemodel van de varianten</p> <p><b>Gemeenschappelijke informatiebasis</b> van ruimteclaim per bouwblok</p>

<sup>10</sup> Deze kolommen komen uit de conceptnotitie reikwijdte en dienstverlening, voor de pijlers: milieu en ruimtelijke effecten, en doelbereik

		CES: CO2 leidingen vereisen tracé verkenningen.				
	Potentie van de onderdelen van het energiesysteem tot het beperken van het ruimtebeslag door bundeling of combinatie van functies	<i>Niet direct uit alternatief</i>	<i>Niet direct uit alternatief</i>	<i>Niet direct uit alternatief</i>	Identificeren van mogelijke overlap van ruimtelijke claims door combineren van functies	Sub-varianten definiëren waar ruimte gecombineerd is en ruimtelijke claims opnieuw worden bepaald
<b>MER / Leefomgeving, ruimtegebruik, gebruiksfuncties, hinder en veiligheid</b>	Mate van invloed op... Infrastructuur, leefomgeving, recreatie, agrarisch areaal, beschikbare industriële ruimte, externe veiligheid en risico's	<i>Niet direct uit alternatief</i>	<i>Niet direct uit alternatief</i>	<i>Niet direct uit alternatief</i>	Inzicht in fysieke ruimte en 'invloedsruimte' in relatie tot bestaande functies van gebieden	Visuele en kwantitatieve weergave van fysieke ruimtebeslag, en logisch ruimtebeslag (in termen van geluid, risico, veiligheid)  De relatie met bestaand ruimtegebruik gaat al richting Doelbereik
<b>Doelbereik / Voldoende ruimte</b>	Mate van beschikbaarheid van benodigde ruimte in relatie tot overige ruimtelijke claims	<i>Niet direct uit alternatief</i>	<i>Niet direct uit alternatief</i>	<i>Niet direct uit alternatief</i>	Uit de MER criteria komt een overzicht van ruimtelijke claims.  De match met beschikbare ruimte vereist een gestructureerd inzicht in het huidige en geplande ruimtegebruik	Vergelijk maken met het ruimtebeslag en beschikbare ruimte.  Dit vereist een combinatie van het variantenmodel en GIS gebaseerde kaarten waar huidig ruimtegebruik te combineren is met omgevingsplannen

## 4.2 Houtskoolschets samenwerkend instrumentarium

Om in de informatiebehoefte te voorzien, zoals weergegeven in tabel 2, moeten er een aantal zaken worden geregeld.

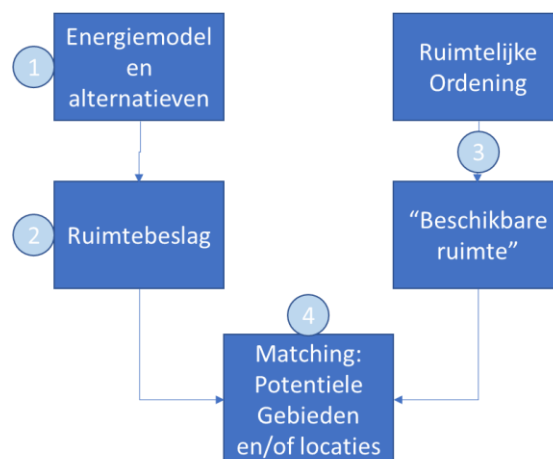
1. een eenduidige manier om de onderdelen (bouwblokken) van de alternatieven te definiëren;
2. een eenduidige manier om het ruimtebeslag van onderdelen van een alternatief te definiëren. Dit om het totaal van toekomstig ruimtegebruik in kaart te brengen;
3. een manier om inzicht te krijgen in beschikbare ruimte.

En punten 1,2 en 3 gecombineerd:

4. een manier om het ruimtebeslag van een alternatief te matchen met beschikbare ruimte: potentiële gebieden en/of locaties.

Het laatste punt 4, het combineren van de ruimteclaim van energiesystemen met de beschikbare gebieden en locaties is het ultieme doel. Zowel besluitvorming rondom het energiesysteem als besluitvorming in het kader van de omgevingswet heeft hier baat bij. Om dit voor elkaar te krijgen zullen aan beide kanten van het instrumentarium aanpassingen nodig zijn, die in de eerdere stappen zijn aangegeven.

Om dit verder te illustreren is dit verder uitgewerkt in een voorbeeld van een workflow. Figuur 3 geeft schematisch weer hoe de benodigde informatie voor het beoordelingskader kan worden verkregen. Vanuit een energiemodel moet informatie over het ruimtebeslag worden gehaald. Dit geldt voor alle alternatieven die van toepassing zijn. Vanuit een ruimtelijke-ordening perspectief moet duidelijk worden waar beschikbare ruimte is. Om te bepalen of een gebied of een locatie een kansrijke optie is, zal er een match plaatsvinden tussen benodigde ruimte (vanuit het energiemodel/variant) en beschikbare ruimte.



Figuur 3 Conceptuele workflow energie en ruimte

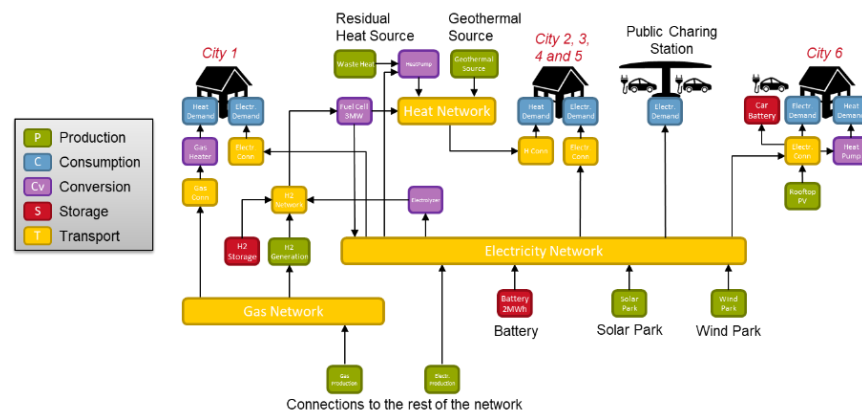
Ter illustratie van de workflow zal per stap een voorbeeld gegeven worden van bestaande (deels van TNO) tooling op dit vlak.

### 1. Energiemodel en alternatieven

Op dit moment maken bijna alle energiemodellen gebruik van een eigen aanpak om het energiesysteem weer te geven. Voorbeelden zijn het al dan niet gebruik maken van topologie, alleen een deel van de transport infrastructuur (bijvoorbeeld alleen transmissie) of alleen voor elektriciteit en niet voor de andere energiedragers. Er wordt dus op verschillende manieren gerekend aan energiesystemen. Echter om een beoordeling van alle relevante alternatieven te doen in het PEH wordt sterk aanbevolen gebruik te maken van dezelfde informatiebasis, aannames en uitgangspunten.

Ter illustratie, een energiesysteem bestaat logischerwijs uit bouwblokken in vijf categorieën: opwek, vraag, opslag, conversie en transport. Elke variant van een energiesysteem is te definiëren in termen van deze categorieën.

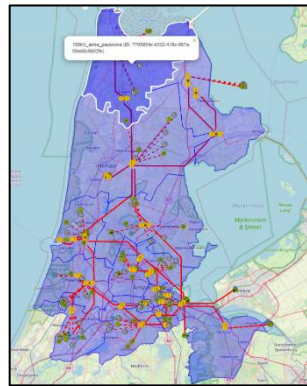
Een voorbeeld van een energiesysteem, gedefinieerd volgens deze bouwblokken (op basis van ESDL<sup>11</sup>) is in onderstaande figuur 6 te zien. ESDL is de XML gebaseerde taal die TNO heeft ontwikkeld om op een uniforme manier een energiesysteem te kunnen beschrijven. Voor zowel elektriciteit, gas en warmte kan een systeem geconfigureerd worden in termen van vraag, aanbod, transport, opslag en conversie. Door deze uniforme taal ESDL is het mogelijk om makkelijk koppelingen tussen modellen te maken en gebruik te maken van dezelfde systeemdefinities. Figuur 4 toont een voorbeeld hoe dat eruit kan zien voor een Waddeneiland.



Figuur 4 Voorbeeld van een energiesysteem in ESDL

In plaats van deze abstracte weergave kan het systeem ook op een geografische kaart gezet worden, figuur 5. In dit geval is het model van Noord Holland te zien, waar de infrastructuur (150kV) als basis is genomen alle vraag en aanbod in kaart te brengen.

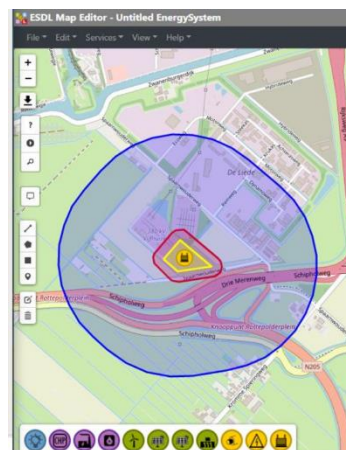
<sup>11</sup> Energy System Description Language, ESDL, ontwikkeld door TNO



Figuur 5 Voorbeeld van een topologie van een energiesysteem op de kaart

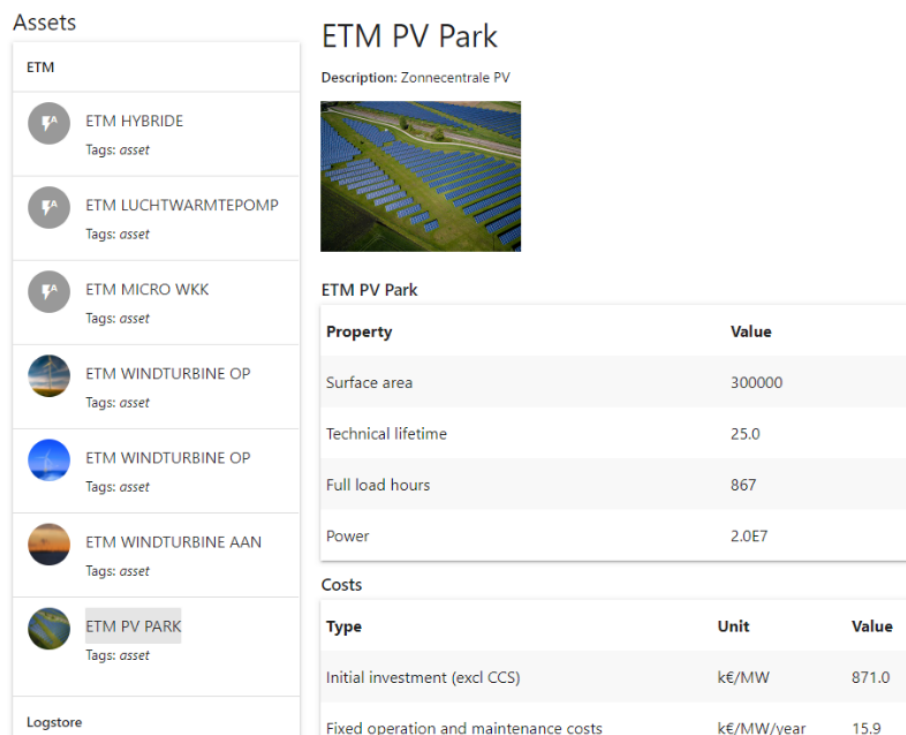
## 2. Van Model naar Ruimtebeslag

Om het ruimtebeslag van de variant in beeld te kunnen brengen, zal per bouwblok de ruimtelijke impact bepaald moeten worden. Figuur 6 is een voorbeeld van een transformator station met een nood aan een fysieke ruimte (geel omrand), een zekere veiligheidszone (rode rand) en een milieuzone (blauwe rand). De optelling van deze drie ruimtebeslagen leidt tot inzicht over de benodigde ruimte in een bepaald gebied, of op een bepaalde locatie.



Figuur 6 voorbeeld van een ruimtebeslag van een individueel component, hier een transformator station die fysieke ruimte nodig heeft (geel omrand), een zekere veiligheidszone nodig heeft (rode rand) en een milieuzone (blauwe rand)

We willen benadrukken dat per bouwblok informatie nodig is over het ruimtebeslag. Een gemeenschappelijke en eenduidige informatiebasis met daarin alle specifieke bouwblokken met bijbehorende ruimteclaim is daarmee wenselijk. Om er voor te zorgen dat iedereen met dezelfde aannames kan werken, is het aan te raden deze basis zo transparant en openbaar toegankelijk mogelijk te maken. In figuur 9 is een voorbeeld te zien van een registratie van een PV park uit het ETM model van Quintel. Er is een aantal gegevens vastgelegd die in veel berekeningen van belang zijn, o.a. het ruimtebeslag voor een bepaald vermogen. Door al deze gegevens over assets vast te leggen en toegankelijk te maken voor modellers en analisten die met energie modellen of ruimtelijke analyses bezig zijn, zorg je voor een gemeenschappelijke informatiebasis. De omgeving waarin dat kan noemen we een Energy Data Repository (EDR).



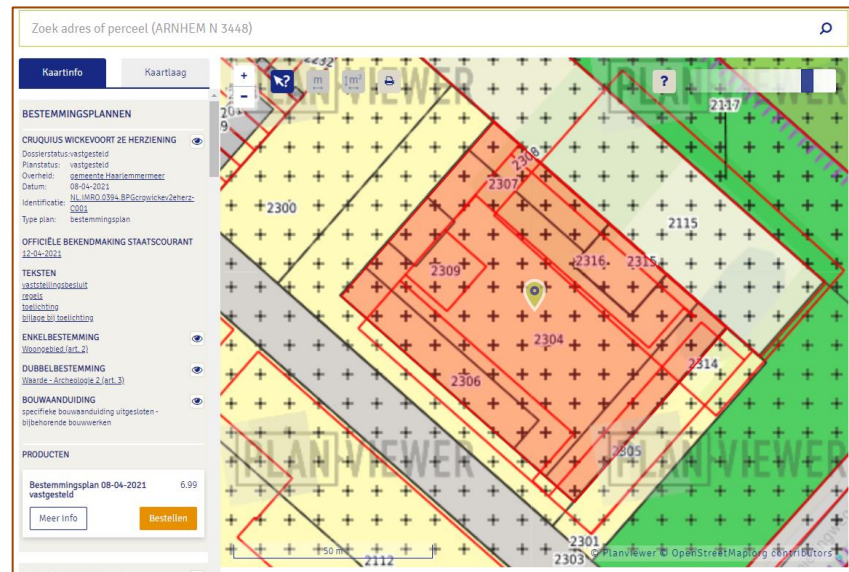
Figuur 7 Voorbeeld van een bouwblok uit een uniforme energiedata repository (EDR) waarin alle relevante kentallen van onderdelen van het energiesysteem in staan. Toegankelijk voor iedereen die werkt met modellen voor energie en ruimte.

### 3. Inzicht in 'Beschikbare ruimte'

Het doel is om inzicht te verkrijgen in het huidige en toekomstige ruimtegebruik, dit op een zodanige manier dat er een match gemaakt kan worden met het vastgestelde ruimtebeslag. Figuur 8 is een voorbeeld van een viewer van de bestemmingsplannen<sup>12</sup>. Inzicht krijgen in dit ruimtegebruik is vaak lastig omdat de term beschikbare ruimte niet eenduidig is. Zo geeft de viewer de potentiële ruimte weer vanuit wat mogelijk is op basis van bestemmingsplannen. Echter door nieuwe plannen die er voor een locaties worden gemaakt, kan er een bestemmingswijziging nodig zijn. De bestemming van een locatie kent dus een zekere mate van flexibiliteit. Door het beter toegankelijk maken van kennis over toekomstige bestemmingswijzigingen (bv. aanduiden als een reservering bij de start van bestemmingsplan wijziging) kan, via een algoritme, een meer *up to date* match met de ruimteclaim uit energiemodellen worden gemaakt.

<sup>12</sup> Bron: <https://www.planviewer.nl/bestemmingsplannen>.





Figuur 8 Voorbeeld van weergave van een bestemmingsplan in een specifiek gebied. Bron: <https://www.planviewer.nl/bestemmingsplannen>

#### 4. Ruimtebeslag van variant matchen met beschikbare ruimte: Potentiële gebieden of locaties

Met het ruimtebeslag vanuit energiemodellen en inzichten over de beschikbare ruimte kan een match worden gemaakt. Dit leidt tot potentiële gebieden of locaties voor de onderdelen van het energiesysteem.

Uit de interviews is gebleken dat het vaststellen van beschikbare ruimte al lastig is en dat het matchen met de benodigde ruimte nog weinig structureel gebeurt. Met name ontbreekt het nog aan de functionaliteit om deze match te kunnen doen, zowel aan de kant van de energiemodellen als aan de kant van de ruimtelijke analyses.

##### Reflectie

Zoals de voorbeelden in deze workflow laten zien is het op papier goed mogelijk energiemodellen en ruimtelijke tools samen te laten werken. Alleen zullen deze tools niet door één ontwikkelaar worden gemaakt en ook niet door één gebruiker worden gebruikt. De kunst is om deze instrumenten met elkaar te laten samenwerken door ervoor te zorgen dat relevante informatie uitwisseling mogelijk wordt. Dat betekent ook: gemeenschappelijke informatiebasis, transparantie in uitgangspunten, eenduidigheid en uniformiteit in resultaten. Alleen dan kunnen de definitie van alternatieven, het bepalen van het ruimtebeslag, het vaststellen van beschikbare ruimte en het matchen daarvan op een gestructureerde manier gedaan worden.

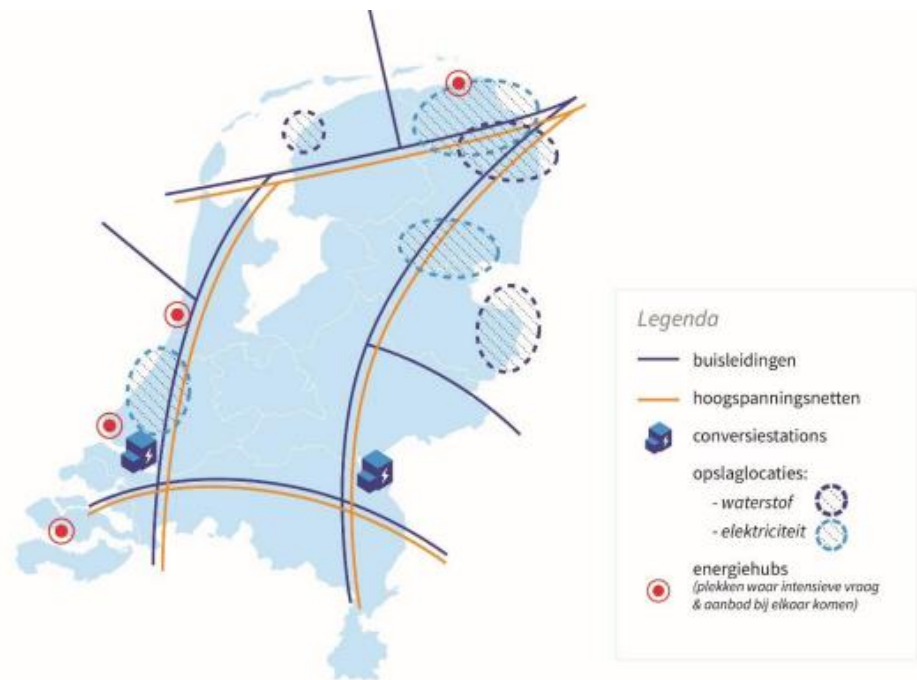
### 4.3 Ruimte in fase afwegen

De derde fase van het PEH: *afweging*, gaat stap 5 in op het formuleren van uitspraken over ruimtelijke reserveringen, generieke beleidsuitspraken en ontwikkelrichtingen met globale geografische duiding (figuur 3). In overleg met het ministerie EZK is besloten om de uitspraken over de ruimtelijke reserveringen en de generieke beleidsuitspraken niet verder in het onderzoek mee te nemen, hoewel beide uitspraken een ruimtelijke component kennen en de noodzaak voor het

nemen van beslissingen hebben. De volgende uitwerking betreft dan ook alleen de uitspraken rondom de ontwikkelrichtingen met globale geografische duiding.

Rondom deze ontwikkelrichtingen met globale geografische duiding, geeft concept NRD aan (p3):

*“Het PEH geeft dus nieuwe ontwikkelrichtingen op land en grote wateren aan (dus niet voor de Noordzee) met betrekking tot infrastructuur van nationaal belang voor opwek, transport, conversie en opslag van energie en grondstoffen (Figuur 9). Ook zal het PEH ontwikkelrichtingen aanwijzen voor energiehubs<sup>13</sup>.*



Figuur 9 Voorbeeld van aan te wijzen ontwikkelrichtingen in het PEH (bron: concept NRD,26/04/2021)

Meer concreet, als globale lijnen en gebiedsaanduidingen in het PEH kunnen we denken aan ontwikkelrichtingen voor hoogspanningsnetten, nieuwe stroken of uitbreidingsvlakken van bestaande reserveringsstroken voor buisleidingen (indien vol), lijnen voor uitbreiding van de waterstof backbone, aanlandingsvlakken voor wind op zee, energiehubs, en het aanwijzen van een mogelijke voorkeursvolgorde van cavernes voor waterstofopslag.

### Reflectie

Tijdens de interviews werden verschillende lacunes voor het werken aan energieprojecten aangehaald. Enkele van deze lacunes hebben betrekking op deze uitspraken rondom deze ontwikkelrichtingen en gaan in op de opwek of het transport van energie, anderen hebben betrekking op de gebiedsaanduidingen.

Opwek van hernieuwbare energie: Wat is er al operationeel (en tot hoelang) en wat wekt het op? Er is geen dekkende dataset hiervoor. Het wordt deels opgevangen

<sup>13</sup> Locaties waar energie-infrastructuur en vraag en aanbod samenkomt. Een gedetailleerdere definitie volgt in een latere fase van het opstellen van PEH.

door RVO, vanuit SDE beschikking. Echter zijn er ook projecten die wel vergund zijn, maar geen SDE beschikking hebben gekregen. Er is daarom een onvolledig beeld. Het VIVET programma werkt wel aan dergelijke inzichten, evenals het CBS waar meer gegevens over PV worden verzameld.

Energietransport: Er is een kaart vanuit de netbeheerders rondom de (beschikbare)netcapaciteit, in termen van kleurcodes voor bepaalde regio's. Deze kaart werd door de experts echter ontoereikend gevonden voor deze vraag: hoe kunnen we de bestaande capaciteit optimaal benutten en daarmee het aanleggen van nieuwe transportinfrastructuur vermijden? Dit omdat de kaart onvoldoende inzicht geeft in de beschikbare netcapaciteit op specifieke punten in de infrastructuur. Er wordt vanuit Generation Energy gewerkt aan een capaciteitskaart waarbij men een indicatie krijgt van de capaciteit op specifieke locaties.

Gebiedsaanduidingen: Ten eerste: wat zijn de mogelijke gebieden vanuit bestaande regelgeving en beleid? Hiervoor worden nu een combinatie van bronnen benut: o.a. online bestemmingsplannen viewer en het in ontwikkeling zijnde digitale stelsel van de omgevingswet. Een eerste scan van alternatieve gebieden kan door middel van een automatische traceertool, een GIS gebaseerd model. De tool baseert zich onder andere wat toegestaan is vanuit de bestemmingsplannen en, op basis van de regels, berekent de tool de afstanden van de energie installatie tot andere functies. De tool geeft zo aan welke gebieden geschikt zijn en welke (door bestemmingsplanwijziging) mogelijks geschikt kunnen worden gemaakt.

Ten tweede gebieden ten opzichte van de resultaten uit de RES'en. Elke RES heeft een andere aanpak en legenda. De gebiedsaanduidingen voor buisleidingen of opslaglocaties van nationaal belang gaan naar verwachting over RES grenzen heen, of alternatieve locaties liggen in andere RES gebieden. Daarom is een eenduidige legenda gewenst. Er wordt door GE een kaart ontwikkeld met een gelijkaardige legenda voor alle RES'en. Zo worden de mogelijke gebieden over RES grenzen heen inzichtelijk gemaakt.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

De centrale vraag van dit onderzoek was: *Binnen de context van het Programma Energiehoofdstructuur (PEH), wat is er nodig om tot een integratie van energie- en ruimtelijke instrumenten (modellen of tools) te komen, zodanig dat deze besluitvorming over energie en ruimte ondersteunen?*

Uit verschillende workshops en interviews kwamen twee in het oog springende observaties. Ten eerste is er weinig gemeenschappelijkheid tussen de energie instrumenten voor de techno-economische analyses en de instrumenten voor de ruimtelijke analyses. Ten tweede, is er vaak een kennisgebrek bij de besluitvormers over hoe de resultaten van beide instrumenten op een adequate manier in de besluitvorming in te zetten.

Er werd ook concreet gekeken naar twee fases van het PEH waarin ruimte werd vermeld, namelijk in de *integrale effecten analyse* (IEA) fase en dit voor pijlers Milieu en ruimtelijke effecten (ruimtebeslag en leefomgeving), en doelbereik (voldoende ruimte) van het beoordelingskader en in de *afweging* fase, voor uitspraken rondom ontwikkelrichtingen met globale geografische afweging.

### 5.1 Conclusies

Hoewel het koppelen van energie en ruimtelijke instrumenten tot één instrument misschien technisch wel mogelijk is, adviseert TNO dit *nog* niet te doen. Als eerste reden: door de snelle ontwikkelingen in de energietransitie, zullen de vragen die aan het resulterende instrument worden gesteld nog vaker wijzigen. Dit vraagt een continu aanpassingsvermogen van het instrument. Hierbij is het goed om even een vergelijking met een eerdere transitie met een ruimtelijke claim te maken, bv waterberging. Ook hier waren er niet meteen gecombineerde instrumenten voor besluitvorming. Naar analogie met deze transitie is de verwachting dan ook, indien de ruimtelijke vragen vaker terugkomen, er wel steeds meer relevante gecombineerde instrumenten voor besluitvorming zullen worden ontworpen. Als tweede reden, verwijzend naar de eerdere observatie van gebrek aan kennis bij besluitvormers over hoe om te gaan met de resultaten: een beter instrument levert daarom nog geen betere besluitvorming.

TNO constateerde dat de oplossing in twee richtingen ligt, namelijk instrumenteel en procesmatig. Ten eerste instrumenteel, de bestaande instrumenten voor energie en ruimte moeten beter worden gekoppeld. Deze koppeling is nodig om de ruimtelijke behoefte (vanuit de energieverkenningen) te kunnen matchen met beschikbare ruimte, of andersom, om de potentie van de beschikbare ruimte voor hernieuwbare energie te matchen met de systeemverkenningen. Bij deze koppeling zijn de volgende kernpunten van belang zijn. De instrumenten moeten veel meer dezelfde taal gaan spreken. Uniformering en standaardisatie van informatie en informatie-uitwisseling is hierbij de sleutel. Hiervoor is bijna in de volle breedte van het instrumentarium aanpassing nodig.

Ten tweede procesmatig, zoals aangegeven zoekt EZK, via verschillende alternatieven, naar mogelijke ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen. Om verschillende alternatieven (ruimtelijke reserveringen of ontwikkelrichtingen) te

kunnen onderzoeken en tegen elkaar te kunnen afwegen, wordt er door de experts een meer iteratieve en interactieve besluitvormingsproces voorgesteld. Hiervoor moeten de gekoppelde instrumenten veel beter kunnen inspelen op de behoeften die er liggen in zo'n besluitvormingsproces. Zo moeten deze gekoppelde instrumenten 'what if' vragen sneller en met hogere kwaliteit kunnen worden beantwoord, de onderliggende aannames van de analyses transparant zijn en de verschillende (bestaande) instrumenten toepasbaar blijven.

## 5.2 Aanbevelingen

Uit workshops en interviews met experts en casestudies van twee PEH fases komen de volgende aanbevelingen. Deze zijn onderverdeeld naar instrumenten (aanpassen bestaande en nieuwe of al ontwikkeling zijnde instrumenten) en besluitvormingsproces.

### Aanpassingen bestaande instrumenten

De resultaten van de huidige energie en ruimtelijke instrumenten kunnen nog onvoldoende op een inzichtelijke en onderling vergelijkbare wijze naast elkaar worden gelegd. Uniformiteit is belangrijk in het gebruik van data en er zijn in Nederland initiatieven om deze uniformiteit te creëren (VIVET, RVO datastandaardisatie). Het is dan ook aan te bevelen alle instrumenten zo in te kunnen zetten dat transparantie en uniformiteit is gewaarborgd.

Suggesties voor het aanpassen van bestaande instrumenten waren:

- *Streef naar een gemeenschappelijke informatiebasis, eenduidigheid en uniformiteit.*  
Energiemodellen en ruimtelijke tools zullen met elkaar moeten samenwerken. Dit kan door ervoor te zorgen dat relevante informatie uitwisseling mogelijk wordt. Alleen dan kan het definiëren van alternatieven, het bepalen van het ruimtebeslag, het vaststellen van beschikbare ruimte en het matchen daarvan op een gestructureerde manier gedaan worden.
- *Transparantie in aannames* is zeer belangrijk. Modellen kijken naar de toekomst en doen dat vanuit verschillende aannames. Dit is een manier om te gaan met de onzekerheden in de aannames. Door verschillende waarden van die aannames te gebruiken kan het effect 'in de toekomst' worden bepaald. Om de resultaten van verschillende modellen te kunnen interpreteren, moet het per model duidelijk zijn welke variaties in de aannames zijn gebruikt.
- *Houd het simpel, maar niet simpeler dan nodig.*  
Complexe energiemodellen passen niet altijd in een verkennende aanpak. Denk bijvoorbeeld aan de hoge mate van detailniveau die het model nodig heeft, maar waarvan de resultaten in de verkennende fase van een besluitvormingsproces nog niet relevant zijn. Detailberekeningen over netwerken zijn niet nodig als het gaat om de eerste orde verkenningen van alternatieve oplossingen. Dit geldt ook voor de ruimtelijke component: van grof naar fijn werken levert het meeste inzicht op.

- *Een regionaal of lokaal energiemodel moet op zijn minst een ruimteclaim, in relatie tot de infrastructuur(ontwikkelingen), maken.*  
In het geval van ruimtelijke vraagstukken, dient het energiemodel op zijn minst een indicatie te geven van de behoefte aan nieuwe ruimte. Voor nationale modellen is die noodzaak minder groot, ook al kan het nuttig zijn in grote lijnen te schetsen wat de ruimteclaim zal zijn. Hoe fijnmaziger het model wordt, geografisch gezien of in mate van detail, hoe belangrijker het wordt om de link met ruimteclaims te kunnen maken. Deze ruimteclaim moet in relatie tot de infrastructuur(ontwikkelingen) kunnen worden gemaakt. Bijvoorbeeld, het is niet voldoende om een claim van  $X \text{ m}^2$  voor wind in Nederland neer te leggen. Beter is een claim die aanduidt dat er  $Y \text{ m}^2$  nodig is in een bepaald gebied, rondom een bepaalde locatie, omdat daar nog capaciteit is op het netwerk. Voor de vaststelling van (beschikbare) capaciteit moet je wel rekening houden met de uitbreidingsplannen als de tijdhorizon ver in de toekomst ligt.

#### Nieuwe of al ontwikkeling zijnde instrumenten

In de interviews en workshops werd voornamelijk een nood aan concrete instrumenten voor ruimtelijke verkenning geuit, die informatie beter combineren en inzichtelijk maken voor besluitvorming. Suggesties voor nieuwe of al in ontwikkeling zijnde instrumenten waren:

- *Ontwikkel ruimtelijke instrumenten die beter in staat zijn potentiële gebieden en/of locaties aan te geven die 'beschikbaar' zijn voor de energieprojecten.*  
Dit zowel voor het snel kunnen controleren van locaties als voor het beschikbaar houden van de locaties in de toekomst. Het laatste is belangrijk gezien de huidige concurrentie met ruimteclaims uit andere sectoren. Nu wordt er een combinatie van bronnen benut: o.a. online bestemmingsplannen viewer en het in ontwikkeling zijnde digitale stelsel van de omgevingswet. Door middel van een automatische traceertool, een GIS gebaseerd model, kunnen de ruimtelijke *go* of *no go* aspecten in beeld komen. Daarnaast kunnen er via m.e.r. studies alternatieven worden ontwikkeld. Dit vormt de basis voor het gesprek, waarin ook nog andere alternatieven naar boven kunnen komen.
- *Maak een beter inzichtelijke interactieve kaart van de netcapaciteit.*  
Er is een kaart van de netcapaciteit, die ontwikkeld is door de netbeheerders. Deze werd door experts echter ontoereikend gevonden voor de voorliggende vragen. Er wordt gewerkt aan een capaciteitskaart door netbeheerders, waardoor je een indicatie krijgt van de netcapaciteit in bijvoorbeeld een vijftal niveaus, variërend tussen nog veel vrije capaciteit tot geen capaciteit voor het aansluiten van nieuwe energie opwek mogelijkheden.
- *Rondom hernieuwbare energie, maak beter inzichtelijk: wat is er al operationeel (en tot hoelang) en wat wekt het op?*  
Er is geen dekkende dataset voor hernieuwbare energie (operationeel, hoe lang, opwekbrengst). Dit wordt deels opgevangen door RVO, vanuit Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE) beschikking. Echter er zijn ook projecten die wel vergund zijn, maar geen SDE beschikking hebben gekregen. Er is daarom een onvolledig beeld. Het VIVET programma werkt hier aan een verbetering.

- *Maak de ruimteclaims van de RES'en onderling vergelijkbaar.*  
De nationale structuren gaan naar verwachting over RES gebieden heen of alternatieve locaties liggen in andere RES gebieden. Uitkomsten van de verschillende RES'en zijn lastig onderling vergelijkbaar. Er wordt door Generation Energy een kaart ontwikkeld met een gelijkaardige legenda voor alle RES'en. Zo worden alle ruimteclaims in beeld gebracht en daarmee wordt de intensiteit van de programmering inzichtelijk gemaakt.
- *Heb aandacht voor besparing.*  
Het stevig omlaag brengen van de energievraag is ruimtelijk gezien het startpunt. Maar dit wordt vaak niet in instrumenten meegenomen.

### Besluitvorming

Uit de gesprekken kwam dat instrumenten zelf niet de oplossing zijn, maar juist het gebruik van de instrumenten van belang is. We vragen aandacht te hebben voor de volgende punten:

- *Zowel de ruimtelijk ordening als de energiesector zijn in transitie, zorg bij het ontwikkelen van ondersteunende instrumenten voor voldoende ruimte voor het experimenteren met gebruik.*  
Het is handig om een vergelijking met een eerdere transitie met een ruimtelijke claim te maken, bv waterberging. Ook hier waren er niet meteen gecombineerde instrumenten voor besluitvorming. Naar analogie met deze transitie is de verwachting dan ook, indien de ruimtelijke vragen vaker terugkomen, er wel steeds meer relevante gecombineerde instrumenten voor besluitvorming zullen worden ontworpen.
- *Verken de (technische) oplossingsruimte in plaats van een enkele oplossing te presenteren.*  
Met name als het gaat om ruimtelijke vraagstukken is het in beeld brengen van een aantal alternatieven die op papier allemaal technisch geschikt zijn belangrijker dan slechts een mogelijke configuratie van het energiesysteem.
- *Benut de instrumenten adequaat, een instrument biedt een uitkomst, niet dé uitkomst.*  
Door het inzetten van verschillende instrumenten kan er ook makkelijker worden ingespeeld op nieuwe vragen tijdens het proces en kunnen instrumenten per (nieuwe) vraag worden ontwikkeld indien gewenst. Hierbij is transparantie van de modellen voorwaardelijk.
- *Sleutelwoorden voor het besluitvormingsproces zijn: iteratief en interactief.* Het ondersteunde instrumentarium moet snel en iteratief inzichten kunnen leveren aan het proces. Interactie is van belang om de belanghebbenden in het besluitvormingsproces deelgenoot te laten zijn van het ontstaan van de inzichten uit het instrumentarium. Het proces moet ook interactief werken stimuleren. Maak energie scenario's makkelijker te vertalen naar ruimtelijke inzichten, zodat deze met overheden en netbeheerders samen kunnen worden besproken en aangepast indien nodig.

## Bijlage 1 Overzicht experts workshop en interviews

### Experts workshops

Bedrijf / Instantie	Contactpersoon
Ministerie EZK	Erik ten Elshof
	Lennert Goemans
	Frans Duijnhouwer
GasUnie	Tim Gassmann
Tennet	Gert van der Lee
NPRES	Theo Overduin
RVO	Lydia Dijkshoorn
Provincie Noord-Holland	Maartje van de Ven
Topsector Energie	Mart van Bracht
	Soe van Dijk
TNO	Geiske Bouma

### Experts interviews

Bedrijf / Instantie	Contactpersoon
Quintel	Joris Berkhout
	Chael Kruip
RVO	Lydia Dijkshoorn
Generation Energy	Machiel Bakx
NPRES	Lennart Lalieu
IPO	Peter Jasperse
	Hans van der Zwan
BZK	Jasper Groos
	Frank Stevens van Abbe
PBL	Jan Matthijsen
Brabant	Jan Roggeband
Witteveen+Bos	André van Kuijk
	Michelle van der Schuren
Antea	Joris Knigge