

---

Eindverslag - maart 2022

# INVENTARISATIE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN ENERGIESYSTEEM



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland



**TOPSECTOR ENERGIE**  
Innovatie voor een duurzame toekomst

S Y S T E M I Q



# WOORD VOORAF

Dit document is een discussiestuk over het onderwerp ‘Fundamentele technische keuzevragen in de energietransitie’. Het is het opgesteld door SYSTEMIQ in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland in samenwerking met de Topsector Energie afdeling Systeemintegratie.

De inzichten zijn gebaseerd op literatuuronderzoek en gesprekken met stakeholders en experts. De belangrijkste bronnen staan vermeld aan het einde van dit document.

Het project werd uitgevoerd van oktober 2021 tot maart 2022.

*In opdracht van:*



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland



**TOPSECTOR ENERGIE**  
Innovatie voor een duurzame toekomst

*Uitgevoerd door:*

**S Y S T E M I Q**

# LEESWIJZER EINDVERSLAG

- In **hoofdstuk I** is de context beschreven
- De belangrijkste bevindingen over de fundamentele keuzevragen staan in **hoofdstuk II**
- In **hoofdstuk III** worden de stappen besproken om van een fundamentele keuzevraag tot beleid te komen.
- In **hoofdstuk IV** worden overige randvoorwaarden besproken die belangrijk zijn bij beantwoorden van de fundamentele keuzevragen.
- In **hoofdstuk V** staan mogelijke vervolgstappen uitgewerkt
  
- In de **Appendices** is meer detail te vinden over de projectaanpak en de achterliggende analyses. De definities van de begrippen die gebruikt worden in dit verslag zijn uitgewerkt in **Appendix III.a**

# INHOUDSOPGAVE

## ▪ I. Context

- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen
- Appendix

# I. CONTEXT

**Grote veranderingen in het Nederlandse energiesysteem zijn onontkoombaar om de klimaatdoelen te halen.** De energietransitie is complex, de economische en sociale impact van keuzes soms lastig te overzien en de technologie is nog volop in ontwikkeling. De Klimaatwet uit 2019 geeft aan dat de uitstoot van broeikasgassen in 2030 gedaald moet zijn met 49% en in 2050 met 95%, beiden ten opzichte van 1990.<sup>1</sup> De Europese Green Deal heeft een ambitieuzer target van 55% reductie in 2030 (ten opzichte van 1990) en klimaatneutraliteit in 2050. De voorgestelde doelstellingen uit het coalitieakkoord zijn in lijn met de Europese Green Deal, en gaat zelfs verder dan dat, door te willen sturen op 60% reductie in 2030 ten opzichte van 1990.

**In de komende jaren moeten de veranderingen in het energiesysteem versneld worden om de ambitieuze klimaatdoelstellingen te halen.** Met het huidige beleid wordt de 49% emissie doelstelling in 2030 niet gehaald.<sup>2</sup> De afname in de uitstoot van broeikasgassen tussen 1990 en 2019 was met name toe te schrijven aan veranderingen in industriële processen en in mindere mate aan veranderingen in het energieverbruik.<sup>3</sup>

**Om de 2030 doelstellingen te halen moeten een aantal grote keuzes gemaakt worden,** bijvoorbeeld rondom nieuwe landelijke energie infrastructuur en de productie van nieuwe energiedragers. De Nederlandse overheid is hierin een belangrijke speler. Enerzijds kan zij zelf keuzes maken en op deze manier richting geven aan de energietransitie. Anderzijds kan het handelen van de overheid de keuzes van andere partijen mogelijk maken of beïnvloeden, bijvoorbeeld door het opstellen van convenanten. De overheid hoeft dus niet op ieder vraagstuk zelf een besluit te nemen. Toch is het aannemelijk dat de Nederlandse overheid sterker in zal moeten grijpen naarmate de resterende tijd tot het halen van de klimaatdoelstellingen korter wordt of het emissie-pad verder afwijkt van het pad richting de klimaatdoelstellingen.

**Het project ‘Inventarisatie fundamentele keuzevragen energiesysteem’ heeft als doel om de belangrijkste technische keuzes in het energiesysteem inzichtelijk te maken.** Het geeft ook aan welke hiervan nu de hoogste prioriteit hebben. Daarnaast worden schetsmatig de mogelijke uitkomsten van de keuzes in beeld gebracht en is een startpunt voor een systematiek opgesteld om de opties onderling af te wegen. Dit Eindverslag focust zich op de fundamentele keuzevragen in het technische deelsysteem van het energiesysteem. Het project werd uitgevoerd in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland in samenwerking met de Topsector Energie afdeling systeemintegratie.

# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- **II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen**
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen
- Appendix

## II. BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN (1/5)

### Definitie van een fundamentele technische keuzevraag

In dit project zijn begrippen gedefinieerd die helpen om dit verslag te begrijpen. De suggestie is om die te raadplegen (in Appendix III.a.) voorafgaand aan het lezen van het verslag.

Er is ook een specifieke definitie ontwikkeld voor een fundamentele technische keuzevraag. In de meest uitgebreide vorm is de definitie als volgt:

*Definitie: Een fundamentele keuzevraag is een keuzevraag met een grote impact, zoals bijvoorbeeld een grote sociale en/of ecologische en/of economische impact en die sterk richtinggevend is (en daarmee ten grondslag ligt aan andere keuzevragen). Het vraagt om handelen (vaak vanuit de overheid).*

*Een fundamentele technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem) heeft betrekking op het technische deelsysteem van het energiesysteem, dat bestaat uit de gehele keten van opwek, transport, conversie, opslag en gebruik van verschillende vormen van energie. De keuzevraag is gericht op de inrichting en/of ontwikkeling en/of het functioneren daarvan.*

### Overzicht van alle fundamentele technische keuzevragen

In het project zijn in totaal 16 fundamentele technische keuzevragen geïdentificeerd. Al deze keuzevragen zijn relevant om het klimaatdoelen in 2050 te bereiken en de meesten ook voor het behalen van de tussentijdse doelen in 2030 en 2040. De verwachting is dat sommigen ook na 2050 relevant zullen blijven. De verwachting is dat sommigen ook daarna relevant zullen blijven. Het overzicht van alle fundamentele technische keuzevragen staat op de volgende pagina. **De overzichten van alle fundamentele technische keuzevragen zijn te vinden verderop in dit hoofdstuk en in Appendix I.**

### Ordering van de fundamentele technische keuzevragen

De fundamentele technische keuzevragen zijn geordend op basis van belang en de urgentie van het maken van de keuze. Uit deze ordening komen zeven fundamentele technische keuzevragen naar voren met een hogere of meest hoge prioriteit. Dit zijn de keuzevragen die, relatief gezien, een grotere invloed hebben op het verloop van de transitie en die belangrijk zijn voor het halen van de klimaatdoelstellingen in 2030. De ordening is uitgewerkt in de figuren hieronder en heeft het doel om zo neutraal mogelijk het belang van een keuzevraag weer te geven.

## II. BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN (2/5)

Ordering	Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Context voor prioritering en eerste handreiking voor het beantwoorden van de keuzevraag
Hoogste prioriteit	1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aandeel variabele elektriciteitsproductie per technologie (zon op land, wind op land, zon op dak, zon op zee, wind op zee)</li> <li>Locatie van windparken op zee</li> <li>Aanlanding van windparken op zee</li> </ul>	Duurzame elektriciteit is in vrijwel alle scenario's de belangrijkste energiebron in 2050. De binnenlandse productie van klimaatneutrale elektriciteit zal daarom enorm moeten toenemen en uiteindelijk verantwoordelijk zijn voor ongeveer 15%-45% van het totale binnenlandse energieaanbod in 2050, in vergelijking tot minder dan 1% in 2015. <sup>1,2</sup> De doelstellingen van het Klimaatakkoord zijn niet voldoende om de aangescherpte 2030 klimaatdoelen te halen en er is dan ook een keuze nodig over de verdere invulling. Gezien de lange ontwikkeltijden van bijvoorbeeld wind op zee (7-10 jaar) is een keuze nu belangrijk om 2030 doelstellingen te halen. <sup>3</sup> De keuze zou gemaakt kunnen worden in samenspraak met netbeheerders, energiebedrijven, provincies en op basis van maatschappelijk draagvlak.
	2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mate van verbruik energiedrager in bepaalde sectoren en locaties</li> <li>Verdeling beschikbare soorten energiedragers over sectoren</li> </ul>	De verwachting is dat de industrie meer dan 1000 PJ aan energiebronnen zal gaan gebruiken in 2050, en daarmee zal het de grootste verbruiker zijn in 2050. <sup>2</sup> Welke energiebronnen dat zijn heeft daarom zeer veel impact op het energiesysteem (en daarmee op andere keuzevragen, bijvoorbeeld de vraag naar elektriciteit, waterstof, biomassa, energie infrastructuur). Al voor 2030 moeten de eerste wisselingen in energiedrager plaatsvinden om de klimaatdoelstellingen te halen, omdat de benodigde reductie verder gaat dan wat er met energie-efficiënte alleen bereikt kan worden. Een eerste stap richting het beantwoorden van deze vraag is gezet in de MIEK, en daaruit komt ook naar voren dat de aansluiting tussen energievraag, energieaanbod en de emissiedoelstellingen soms mist. <sup>4</sup> De Rijksoverheid zou de afstemming hiervan op zich kunnen nemen, samen met de industriële partijen, zoals ook voorgesteld is in het coalitieakkoord.
	3. In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mate van afhankelijkheid van import per type energiedragers</li> <li>Mate van afhankelijkheid van import van energie over landen (of groepen van landen)</li> <li>Mate van afhankelijkheid van import van energie voor specifieke sectoren</li> </ul>	De geopolitieke situatie rondom de import van aardgas maakt dat import van energie nu onderwerp is van het maatschappelijk debat, zeker sinds de uitbraak van de oorlog in Oekraïne. Momenteel is de energie import van Nederland aanzienlijk, ongeveer 1700 PJ in 2015. <sup>5</sup> Een groot deel van deze energie is uiteindelijk niet voor binnenlands gebruik en verlaat het land weer na bijvoorbeeld raffinage en/of chemische verwerking of doet dienst als bunkerbrandstof. Naar verwachting zal de import van energiedragers tot 2050 stevig afnemen, naar 1100 PJ of minder, en veranderen, naar meer waterstof (incl. synfuel, ammonia) en elektriciteit. <sup>2</sup> Een keuze in de mate en type van de import is heel bepalend voor het Nederlandse energiesysteem, bijvoorbeeld voor de benodigde hoeveelheid binnenlandse waterstof- en elektriciteitsproductie. Het is ook bepalend voor geopolitieke afhankelijkheden en is van invloed op de concurrentiepositie van Nederland, aangezien de kosten van energiedragers geproduceerd in Nederland kan verschillen van kosten van productie in andere landen. Inzicht in deze nieuwe geopolitieke afhankelijkheden en in de gevolgen voor de Nederlandse concurrentiepositie kunnen richting geven in hoeverre en op welke wijze import wenselijk zou kunnen zijn. Hierin is samenspraak nodig met de toekomstige grootverbruikers van energie en de energieoverslag (bijvoorbeeld in de Rotterdamse haven).
Hogere prioriteit	4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mate van aardgaswinning</li> <li>Locatie van aardgaswinning</li> </ul>	De politieke beslissingen in de afgelopen jaren leken aan te sturen op een afbouw van de aardgaswinning in Nederland. Door de oorlog in Oekraïne is het mogelijk dat de productie toch verhoogd wordt. <sup>6</sup> De urgentie is zeer hoog gezien de huidige (politieke) druk op de aardgaslevering uit Rusland aan Nederland en andere landen.

1 Inclusief non-energetische energieverbruik, exclusief bunkers en kerosine 2 Klimaatneutrale energiescenario's 2050 (Berenschot 2020) 3 Brief NBNL aan kabinetsformaten Koolmees en Remkes (november 2021), Wetsvoorstel Energiewet (november 2021) 4 Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat. Bron: MIEK Overzicht 2021

5 Klimaatneutrale energiescenario's 2050 (Berenschot 2020), CBS 6 Kamerbrief Staatssecretarissen Vijlbrief: 'Antwoorden op Kamervragen over winnen extra gas uit Groningenveld' (8 maart 2022)



## II. BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN (3/5)

Ordering	Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Context voor prioritering en eerste handreiking voor het beantwoorden van de keuzevraag
Hogere prioriteit (cont.)	5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzaaid en/of uitgebreid moeten worden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternatieve manieren van aansluiten</li> <li>• Prioritering van verzwaringen</li> </ul>	<p>Momenteel is het gebrek aan netcapaciteit en aansluitcapaciteit een barrière voor de uitrol van de energietransitie, en is de uitvoeringscapaciteit van netbeheerders is gelimiteerd.<sup>1</sup> De vraag naar elektriciteit zal naar verwachting met tussen de 65% en 100% toenemen tussen 2015 en 2050.<sup>2</sup> De benodigde uitbreiding in netcapaciteit is nog groter dan dat omdat er steeds meer intermitterend duurzame opwek is die relatief meer netcapaciteit vraagt dan traditionele centrale opwek. De huidige, non-discriminatoire werkwijze van 'first come, first serve' van nieuwe aansluitingen is vastgelegd in Europese regelgeving, maar zorgt niet altijd voor een optimale uitkomst voor het energiesysteem of de energietransitie. Bij de keuze voor netverzwaringen is wel ruimte voor een nieuwe, gebalanceerde aanpak om een tijdige uitbouw te waarborgen en tegelijkertijd voorkomen dat dit een te grote druk legt op de in Nederland beschikbare technische arbeidskrachten en de maatschappelijke kosten. De netbeheerders zijn sleutelspelers in het maken van deze keuze, bijvoorbeeld in samenspraak met representanten van opwek/verbruik van elektriciteit en de ACM. Er zijn inmiddels diverse partijen die zich hebben uitgesproken voor een keuze op korte termijn, waaronder gemeenten, politieke partijen en stakeholders. Daarnaast zou de memo van Netbeheer Nederland aan de formatie en het wetsvoorstel voor de nieuwe Energiewet zouden als startpunt kunnen dienen.<sup>1</sup></p>
	6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mate van productie klimaatneutrale waterstof in Nederland</li> <li>• Type klimaatneutrale waterstofproductie (bijv. blauw, groen)</li> <li>• Locatie productie klimaatneutrale waterstof</li> </ul>	<p>In het Klimaatakkoord staat de ambitie van 3-4 GW elektrolysecapaciteit in 2030. Dit zou ongeveer 60 PJ waterstof kunnen produceren (bij een beschikbaarheid van 50%). Naar verwachting neemt het gebruik van waterstof als energiedrager daarna sterk toe tot rond de 150-500 PJ in 2050 en meer dan dubbel zoveel het verbruik van als van waterstof afgeleide energiedragers voor bunkers (ammonia, synfuel) worden meegenomen.<sup>2</sup> Er zijn ambitieuze initiatieven voor de productie van klimaatneutrale waterstof in Nederland voor 2030, soms met het oog op export naar andere landen, die vragen om aanpassingen in het energiesysteem zoals de hoeveelheid opwek van hernieuwbare elektriciteit of CCS-infrastructuur.<sup>3</sup> Het aanleggen van binnenlandse productie van klimaatneutrale waterstof duurt naar verwachting 8-13 jaar.<sup>4</sup> In deze keuze moeten de verschillende belangen worden afgewogen, zoals het ontwikkelen van nieuwe markten door Nederlandse bedrijven, het beslag op het ruimtegebruik en de wenselijkheid van een bepaalde mate van maatschappelijke financiering om deze nieuwe energiedrager in Nederland te produceren.</p>
	7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt mogen worden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mate van beperking en regulering van gebruik van biomassa in energiesysteem (incl. groen gas)</li> <li>• Mate van gebruik biomassa (incl. groen gas) als brandstof en/of grondstof in bepaalde sectoren</li> </ul>	<p>Het verbruik van biomassa was in 2019 goed voor meer dan de helft van de hernieuwbare energie en groeit jaar op jaar.<sup>5</sup> In het Klimaatakkoord is bijna een verdubbeling van de inzet van biomassa in 2030 opgenomen en zijn er sectoren voor welke biomassa een aantrekkelijke optie is om emissies terug te dringen (bijvoorbeeld scheepvaart, luchtvaart, grondstof voor de chemie). De mate waarin biomassa ingezet kan worden, is daarom van invloed op toekomstige keuzes in energieverbruik. Tegelijkertijd is duurzaam geproduceerde biomassa niet onbegrensd beschikbaar, het PBL noemt 350-450 PJ met een grote onzekerheidsmarge<sup>6</sup>, en is er een maatschappelijke discussie over de wenselijkheid van het gebruik ervan, met name in elektriciteitscentrales.<sup>6</sup> Belangrijk is om onderscheid te maken tussen verschillende soorten biomassa. De maatschappelijke discussie gaat over het gebruik van (soms geïmporteerde) houtige biomassa. Natte biomassa en groen gas heeft andere toepassingsgebieden (ze leveren bijvoorbeeld andere energiedragers) en andere duurzaamheidsvraagstukken. De uitwerking van dit vraagstuk zou aan moeten sluiten bij de aangekondigde EU-regulering rond duurzame biomassa.<sup>7</sup> Ook het SER advies over de hoogwaardige(r) inzet van biomassa zou als startpunt kunnen dienen.<sup>8</sup> Belangrijk is dat er maatschappelijk draagvlak wordt gevonden voor de uiteindelijke beslissing.</p>

1 Brief NBNL aan kabinetsformatie Koolmees en Remkes (november 2021), Wetsvoorstel Energiewet (november 2021) 2 Klimaatneutrale energiemogelijkheden 2050 (Berenschot 2020)

3 Meerjarenprogramma Infrastructuur Energie en Klimaat. Bron: MIEK Overzicht 2021 4 NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid 5 CBS 6 <https://nos.nl/artikel/2384827-gaat-biomassa-voor-energie-nu-in-de-ban-kunnen-we-wel-zonder>

7 EU - Fit for 55 (2021) 8 SER advies Biomassa in balans (2020): SER advies Biomassa in balans (2020), PBL (2020)

Beschikbaarheid en toepassingsmogelijkheden van duurzame biomassa

## II. BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN (4/5)

De fundamentele technische keuzevragen in de praktijk

De huidige selectie en ordening van de fundamentele keuzevragen is een momentopname. Een aantal voorbeelden van veranderingen die van invloed zijn op de selectie en ordening zijn de volgende:

- Keuzevragen kunnen een hogere prioriteit krijgen doordat er maatschappelijke druk ontstaat rond een bepaald onderwerp, waardoor het urgenter wordt om een keuze te maken. Een voorbeeld is de aandacht voor de luchtkwaliteit rond Tata steel.
- De visie op het eindresultaat van de transitie kan veranderen waardoor sommige keuzevragen meer of minder relevant worden, bijvoorbeeld een visie dat Nederland een koploper wordt in de biochemie zou de keuzevragen rond het gebruik van biomassa belangrijker maken. Het nut van een ‘transitievisie’ wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk IV van dit document.
- De context van het energiesysteem kan veranderen, waardoor de selectie en ordening van de keuzevragen verandert. Een voorbeeld hiervan is de recente uitbraak van de oorlog in Oekraïne waarbij er teruggekomen wordt op een genomen beslissing (zie ook de beschrijving verderop in dit document).
- De keuzevragen waarop de Rijksoverheid (en niet een overheid op een ander niveau) zou moeten handelen kan veranderen. Zo is er recent voorgesteld om de sturing op de energie efficiëntie van de industrie over te laten aan het Europese ETS systeem, terwijl dat eerder gebeurde in meerjarenplannen op Rijksoverheid niveau.<sup>1</sup>
- De prijs van onderling concurrerende technieken verandert. Zo kan het dat een bepaalde technologie zo financieel aantrekkelijk wordt dat het niet meer nodig is om een expliciete keuze te maken (als de financiële aantrekkelijkheid tenminste de belangrijkste afweging is). Zo zijn de kosten van elektrische personenauto’s veel lager dan voor personenauto’s die gebruik maken van brandstofcellen met waterstof.
- Een keuzevraag kan urgenter worden als de resterende tijd steeds korter wordt, waardoor overheidsingrijpen steeds belangrijker (en ingrijpender) wordt.

Daarnaast wordt de manier waarop de Rijksoverheid kan handelen bepaald door het maatschappelijk draagvlak voor ingrijpen van de overheid in het energiesysteem. Ook dat draagvlak is aan verandering onderhevig, bijvoorbeeld door veranderend maatschappelijk bewustzijn van de effecten van klimaatverandering.

## II. BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN (4/5)

### **Niet-technische fundamentele keuzevragen**

In de context van dit project is gefocust op de technische fundamentele keuzevragen, dus de fundamentele keuzevragen die betrekking hebben op het technische energiesysteem. Er zijn ook niet-technische fundamentele keuzevragen.

*Definitie: Een fundamentele niet-technische keuzevraag is een fundamentele keuzevraag die zich beperkt het economische, en/of sociaal-maatschappelijke en/of juridische deelsysteem van het energiesysteem.*

In gesprekken met stakeholders en experts kwamen een aantal van deze niet-technische fundamentele keuzevragen op. Dit waren onder andere:

- Op welke wijze zou de energietransitie gefinancierd moeten worden?
- Op welke wijze zouden schaarse middelen, zoals technisch geschoolde arbeidskrachten en productie capaciteit, moeten worden gealloceerd tijdens de energietransitie?
- In welke mate moet er ruimte worden gegeven aan nieuwe ontwerpprincipes en beleid voor een meer decentrale sturing van het energiesysteem in Nederland?
- Hoe zouden de markten voor de energiedragers in de toekomst ingericht moeten worden?

Het beantwoorden van deze keuzevragen is van grote invloed op het verloop van de energietransitie, net zoals dat geldt voor de technische fundamentele keuzevragen. De niet-technische fundamentele keuzevragen zijn in overleg met de opdrachtgever buiten de scope van deze opdracht gehouden.

# DEFINITIE: FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAAG

## Uitgebreide definitie van een fundamentele technische keuzevraag:

Een fundamentele keuzevraag is een keuzevraag met een grote impact, zoals bijvoorbeeld een grote sociale en/of ecologische en/of economische impact en die sterk richtinggevend is (en daarmee ten grondslag ligt aan andere keuzevragen). Een fundamentele keuzevraag vraagt om handelen (vaak vanuit de overheid).

Een fundamentele technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem) heeft betrekking op het technische deelsysteem van het energiesysteem, dat bestaat uit de gehele keten van opwek, transport, conversie, opslag en gebruik van verschillende vormen van energie. De keuzevraag is gericht op de inrichting en/of ontwikkeling en/of het functioneren daarvan.

## De rol van de overheid in het beantwoorden van de keuzevragen:

- **Fundamentele keuzevragen zijn keuzes die op Rijksniveau spelen**, daarom is handelen van de Rijksoverheid ook nodig
- **Maar, de Rijksoverheid hoeft niet altijd het besluit zelf te nemen.** De beslissing kan bijvoorbeeld genomen worden in samenspraak met marktpartijen of de beslissing kan volledig door de markt genomen worden (maar het maken van de beslissing kan gefaciliteerd zijn door de Rijksoverheid)

# OVERZICHT 16 FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN

## Ordering

## Fundamentele technische keuzevraag

### Hoogste prioriteit

1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?
2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?
3. In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?

### Hogere prioriteit

4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?
5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzaamd en/of uitgebreid moeten worden?
6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?
7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt moeten worden?

### Hoge prioriteit

8. Wat zou het type en omvang van de energie-intensieve industrie moeten zijn?
9. Waar zou (centrale) waterstof transport- en distributie-infrastructuur uitgerold moeten worden?
10. Op welke wijze zou de regelbare elektriciteitsproductie moeten worden ingevuld?
11. Wat zou de mate van flexibiliteit en sturing van het elektriciteitsverbruik moeten zijn?
12. In welke mate zou er waterstof en/of biogas bijgemengd moeten worden in het aardgasnet?
13. Waar en in welke mate zou CCS moeten plaatsvinden?

### Substantiële prioriteit

14. Waar en tot wanneer zou fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand moeten blijven?
15. In welke mate zou kernenergie onderdeel moeten zijn van de elektriciteitsproductie?
16. Waar, in welke mate en op welke wijze zou een strategische reserve voor nieuwe energiedragers aangelegd moeten worden?

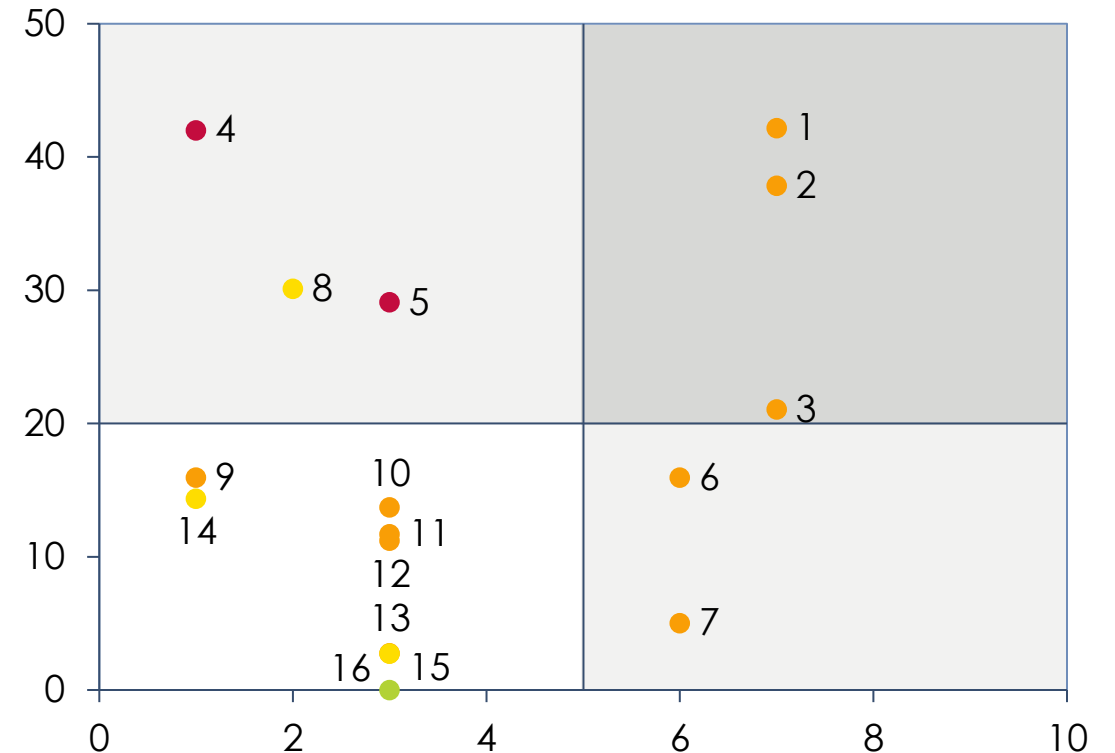
# FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN: BELANG, URGENTIE EN ONDERLINGE LINKS

Ordering	Fundamentele technische keuzevraag
<b>Hoogste prioriteit</b>	1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?
	2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?
	3. In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?
	4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?
<b>Hogere prioriteit</b>	5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzaamd en/of uitgebreid moeten worden?
	6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?
	7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt moeten worden?
	8. Wat zou het type en omvang van de energie-intensieve industrie moeten zijn?
<b>Hoge prioriteit</b>	9. Waar zou (centrale) waterstof transport- en distributie-infrastructuur uitgerold moeten worden?
	10. Op welke wijze zou de regelbare elektriciteitsproductie moeten worden ingevuld?
	11. Wat zou de mate van flexibiliteit en sturing van het elektriciteitsverbruik moeten zijn?
	12. In welke mate zou er waterstof en/of biogas bijgemengd moeten worden in het aardgasnet?
	13. Waar en in welke mate zou CCS moeten plaatsvinden?
<b>Substantiële prioriteit</b>	14. Waar en tot wanneer zou fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand moeten blijven?
	15. In welke mate zou kernenergie onderdeel moeten zijn van de elektriciteitsproductie?
	16. Waar, in welke mate en op welke wijze zou een strategische reserve voor nieuwe energiedragers aangelegd moeten worden?

**1 Belang voor transitie energiesysteem**  
(verschil tussen 2015 en 2050, als % van energieaanbod in 2050<sup>1</sup>)

**3 Urgentie**

- Zeer hoog
- Hoog
- Midden
- Laag



**2 Belang voor beantwoorden van andere keuzevragen**  
(# andere fundamentele technische keuzevragen waarop een fundamentele technische keuzevraag invloed heeft)

<sup>14</sup> Noot: Beschrijving van de criteria voor de ordening op de volgende pagina is 2846 PJ in 2050. Op basis van het Nationale sturing scenario van Berenschot, Kalavasta (2020) Klimaatneutrale energie scenario's, TNO, CBS

<sup>1</sup> Energieaanbod incl. non-energetisch en incl. internationale bunkers,

# ORDENINGSCRITERIA VAN FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN

Een fundamentele technische keuzevraag is van groter belang als...

## 1 Belang voor transitie van het energiesysteem

- ... het een grote impact heeft op de verwachte **verandering in het energiesysteem** tussen nu en 2050. Of;
- ... het een groot deel van de verwachte verandering in het energiesysteem tussen nu en 2050 mogelijk maakt.

**Scoring: % van de energievraag in 2050**

- Hoog: >20% van de energievraag in 2050
- Midden: 10-20% van de energievraag in 2050
- Laag: <10% van de energievraag in 2050

## 2 Belang voor beantwoorden van andere keuzevragen

...het maken van de keuze van invloed is op het beantwoorden van meer **andere** fundamentele technische **keuzevragen**

**Scoring: aantal keuzevragen dat alleen beantwoord kan worden na het maken van deze keuze:**

- Hoog: >5 andere keuzevragen
- Laag: <5 andere keuzevragen

Een fundamentele technische keuzevraag heeft een grotere urgentie als...

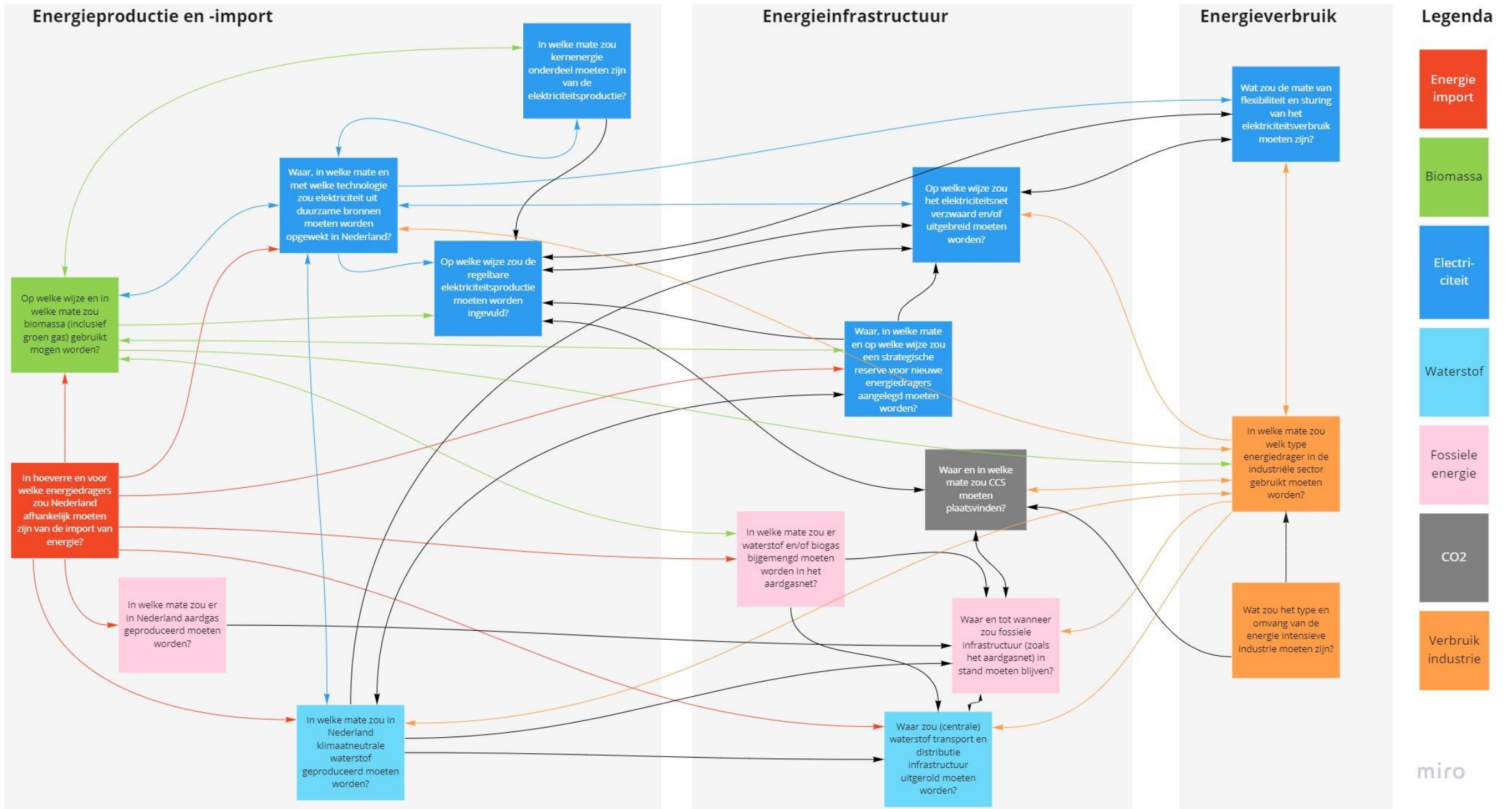
- 3 ...het nodig is dat de Rijksoverheid eerder handelt zodat een keuze tijdig gemaakt wordt

**Scoring:**

- Zeer hoog: De Rijksoverheid moet zo snel mogelijk handelen omdat de energietransitie **nu al vastloopt**
- Hoog: De Rijksoverheid moet in de komende 2 jaar handelen zodat andere partijen stappen kunnen zetten om projecten (met een langere looptijd) **voor 2030** te kunnen opstarten
- Midden: De Rijksoverheid moet in de komende 2 jaar handelen zodat andere partijen stappen kunnen zetten om projecten (met een langere looptijd) **voor 2035** te kunnen opstarten
- Laag: De Rijksoverheid hoeft nog niet te handelen, want dit vraagstuk is nu nog niet relevant, zelfs als de looptijd van het project wordt meegenomen

Noot: De ordeningscriteria hebben als doel om zo neutraal mogelijk het bereik van een keuzevraag weer te geven. Uiteraard zijn er ook andere ordeningscriteria mogelijk.

# ② BELANG VOOR ANDERE KEUZEVRAGEN – ANALYSE VERBANDEN





# VOLLEDIG OVERZICHT FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN EN DEELVRAAGSTUKKEN (1/2)

NOOT: De opties per fundamentele keuzevraag zijn uitgewerkt in Appendix II

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken
<b>1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?</b>	Aandeel variabele elektriciteitsproductie per technologie Locatie van windparken op zee Aanlanding van windparken op zee
<b>2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?</b>	Mate van verbruik energiedrager in bepaalde sectoren en locaties Verdeling beschikbare soorten energiedragers over sectoren
<b>3. In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?</b>	Mate van afhankelijkheid van import per type energiedragers Mate van afhankelijkheid van import van energie uit bepaalde landen (of groepen van landen) Mate van afhankelijkheid van import van energie voor specifieke sectoren
<b>4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?</b>	Mate van aardgaswinning Locatie van aardgaswinning
<b>5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzaamd en/of uitgebreid moeten worden?</b>	Alternatieve manieren van aansluiten Prioritering van verzwaringen
<b>6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?</b>	Mate van productie klimaatneutrale waterstof in Nederland Type klimaatneutrale waterstofproductie Locatie productie klimaatneutrale waterstof
<b>7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt moeten worden?</b>	Mate van beperking en regulering van gebruik van biomassa in energiesysteem (incl. groen gas) Mate van gebruik biomassa (incl. groen gas) als brandstof en/of grondstof in bepaalde sectoren
<b>8. Wat zou het type en omvang van de energie-intensieve industrie moeten zijn?</b>	Type industrie behouden (e.g. staal productie, olie raffinage, klimaatneutrale brandstof productie, ammoniak productie, stoomkraken) Type industrie aantrekken/uitbreiden Omvang industrie Locatie industrie ten opzichte van verwachte effecten klimaatverandering

# VOLLEDIG OVERZICHT FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN EN DEELVRAAGSTUKKEN (2/2)

NOOT: De opties per fundamentele keuzevraag zijn uitgewerkt in Appendix II

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken
<b>9. Waar zou (centrale) waterstof transport- en distributie-infrastructuur uitgerold moeten worden?</b>	Technische manier van uitrollen centrale waterstof infrastructuur
	Ruimtelijke en sectorale dekking van waterstof transport en distributie infrastructuur
	Moment van aanleg
<b>10. Wat zou de mate van flexibiliteit en sturing van het elektriciteitsverbruik moeten zijn?</b>	Mate van flexibiliteit en (al dan niet centrale) sturing
	Type flexibiliteit
	Type flexibiliteit in verbruik
<b>11. Op welke wijze zou de regelbare elektriciteitsproductie moeten worden ingevuld?</b>	Type technologie voor regelbare klimaatneutrale elektriciteitsproductie
	Mate van opslag capaciteit uurlijkse variaties elektriciteitsvraag
	Mate van opslag capaciteit intra-day variaties elektriciteitsvraag
	Mate van opslag capaciteit seizoensvariaties elektriciteitsvraag
<b>12. In welke mate zou er waterstof en/of biogas bijgemengd moeten worden in het aardgasnet?</b>	Mate van bijmengen waterstof in aardgasnet
	Mate van bijmengen biogas in aardgasnet
<b>13. Waar en in welke mate zou CCS moeten plaatsvinden?</b>	Ruimtelijke en sectorale dekking van CO <sub>2</sub> transport infrastructuur
	Locatie CO <sub>2</sub> opslag infrastructuur
	Moment van aanleg
	Mate van toepassing CO <sub>2</sub> opslag
<b>14. Waar en tot wanneer zou fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand moeten blijven?</b>	Locatie en tijdsplan van in stand blijven bestaand aardgas net
<b>15. In welke mate zou kernenergie onderdeel moeten zijn van de elektriciteitsproductie?</b>	Capaciteit kerncentrale in Nederland
	Locatie kerncentrale in Nederland
<b>16. Waar, in welke mate en op welke wijze zou een strategische reserve voor nieuwe energiedragers aangelegd moeten worden?</b>	Capaciteit strategische reserve
	Type strategische reserve
	Locaties strategische reserve

# INHOUDSOPGAVE

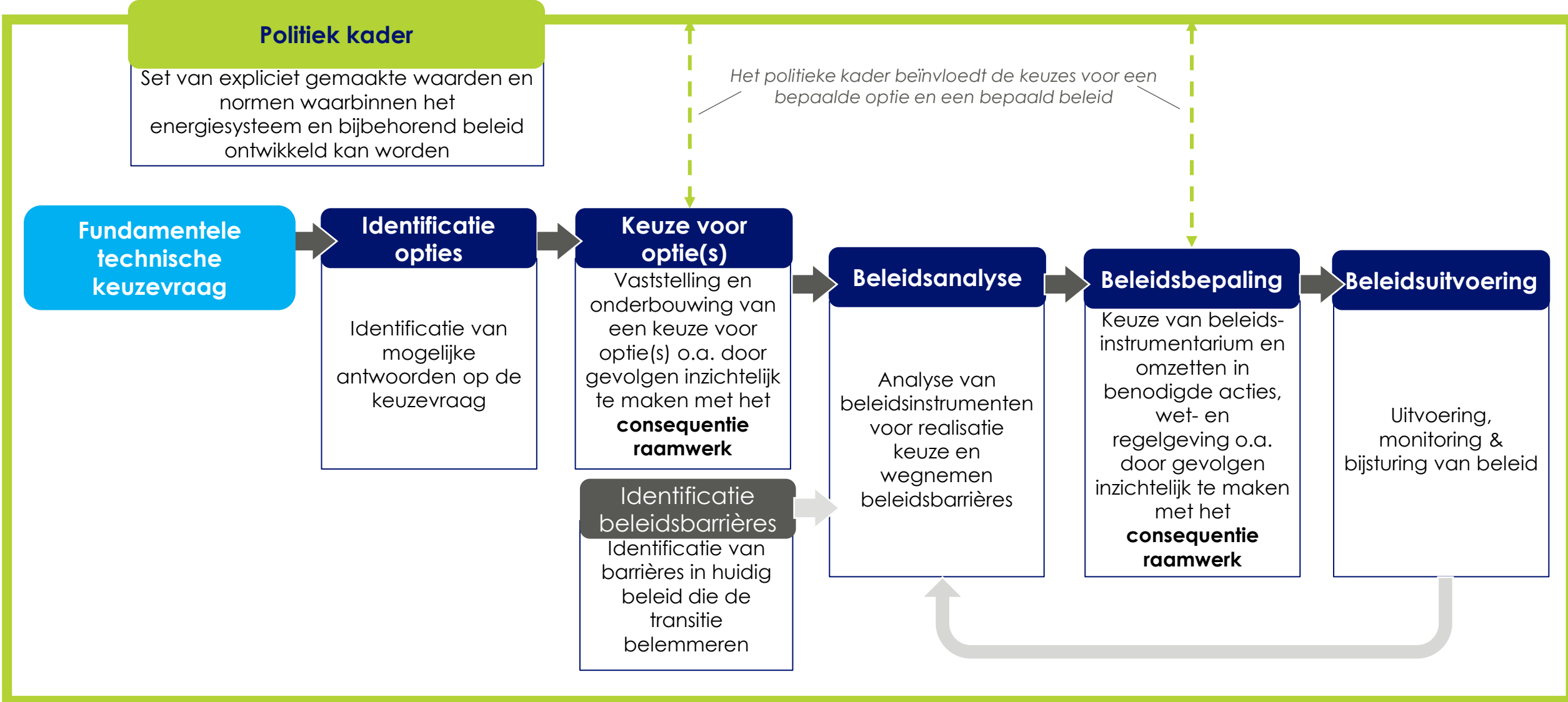
- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- **III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid**
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen
- Appendix

# III. DE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN IN SAMENHANG: VAN KEUZEVRAAG NAAR BELEID (1/7)

Samenhang tussen de stappen van fundamentele keuzevraag naar beleid

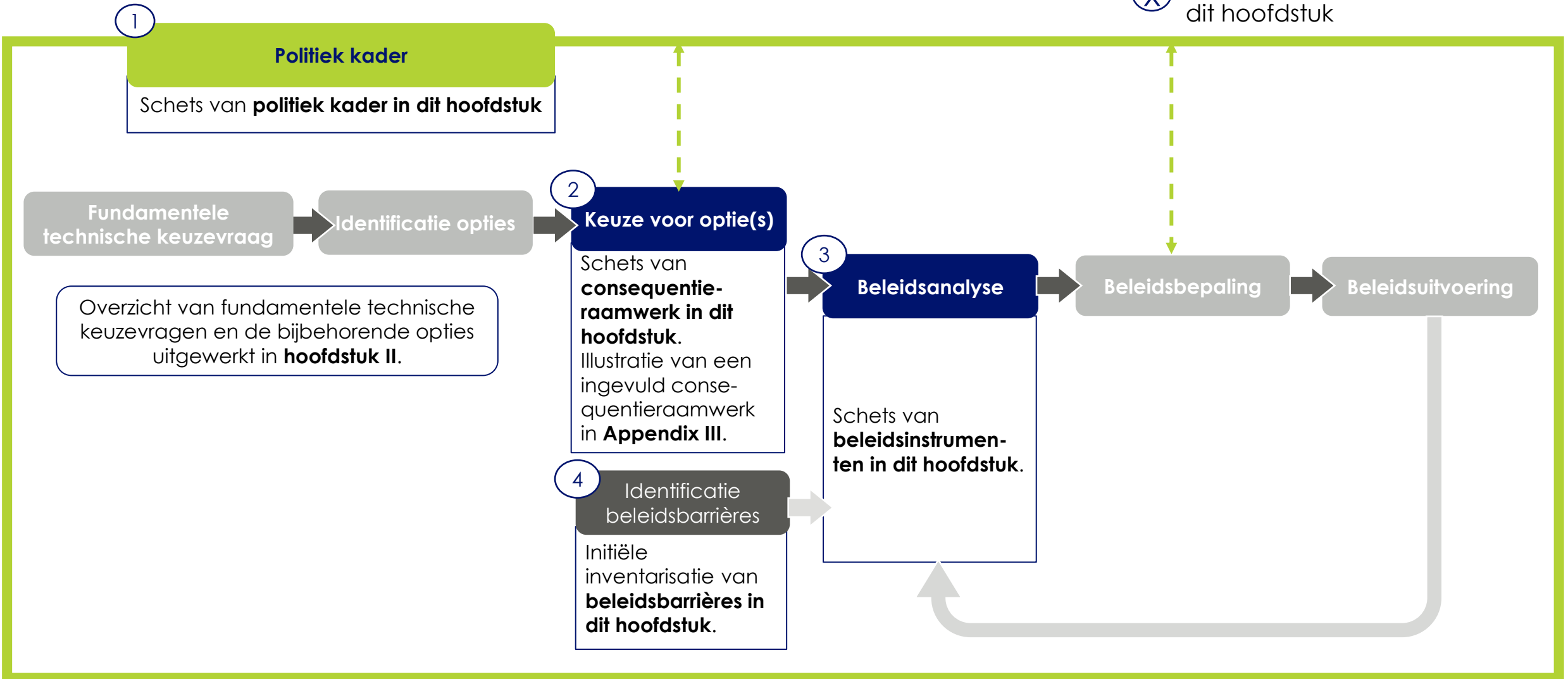
Om van een fundamentele keuzevraag te komen tot handelen door de overheid zijn een aantal stappen te onderscheiden. Op de volgende slide is de samenhang uitgewerkt. Deze samenhang is het theoretische verloop van beleidsontwikkeling. In de huidige realiteit verloopt dit proces vaak niet zo gestructureerd, zie ook de discussie aan het einde van dit hoofdstuk.

# SAMENHANG: FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAAG NAAR BELEID



# INHOUDELIJKE ONDERDELEN IN DIT HOOFDSTUK

(X) Onderdeel dat uitgewerkt is in dit hoofdstuk



### III. DE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN IN SAMENHANG: VAN KEUZEVRAAG NAAR BELEID (2/7)

Alle keuzes en het uiteindelijke beleid moeten vallen binnen het politieke kader, dat bepaalt aan welke waarden en normen het energiesysteem en het bijbehorend beleid moet voldoen. Een overzicht van het politieke kader dat relevant is voor het energiesysteem is te vinden in de slide hierna.

*Definitie: Het politieke kader is de expliciet gemaakte verzameling waarden en bijbehorende normen waarmee de verschillende belangen in de samenleving gewaarborgd worden bij het nemen van beslissingen over verdelingsvraagstukken en over de in te zetten middelen om gewenste doelen te bereiken.*

# ① HET POLITIEKE KADER VOOR HET ENERGIESYSTEEM

Schetsmatig

Scope	Politieke kader	BBVDA	Bestaand gerelateerd beleid of visie
Brede duurzame transitie doelstellingen <sup>1</sup>	Wat zijn de <b>doelstellingen voor emissiereductie</b> en welke emissies vallen er onder die doelstellingen?	Duurzaam	Beleid: Klimaatakkoord (49% reductie in 2030)
	In hoeverre moeten opties en beleid voor de energietransitie robuust zijn voor de effecten van <b>klimateverandering</b> en in hoeverre moeten ze <b>bijdragen aan klimaatadaptatie</b> ?	Duurzaam	Visies: Nationaal Deltaprogramma, Nationale Adaptatie Strategie, Bestuursakkoord Klimaatadaptatie
	In hoeverre moeten opties en beleid voor de energietransitie <b>grondstoffenverbruik verlagen en circulariteit verhogen</b> ?	Duurzaam	Visie: Nederland Circulair (50% minder grondstoffen in 2030, circulair in 2050)
	In hoeverre moeten opties en beleid voor de energietransitie bijdragen aan het behoud of de vergroting van de <b>biodiversiteit</b> ?	Duurzaam	Visie: Nederland Natuurpositief, Ambitiedocument voor een gezamenlijke aanpak in natuurbeleid, LNV & provincies
Brede transitiekader(s)	In hoeverre moet er <b>een vrije keuze voor burgers en bedrijven</b> bestaan in de verschillende aspecten van de energietransitie versus meer regie van de overheid?	Acceptabel	Niet geïdentificeerd
	Welk deel en op wat voor locaties van Nederlandse <b>grondoppervlak</b> en zeebodem kan energie infrastructuur worden aangelegd (of wordt het voor andere doelen gebruikt)?	Acceptabel	Niet geïdentificeerd
Specifieke energietransitie-kaders	In hoeverre kunnen kosten voor de energietransitie betaald worden uit verhoging van de energierekening <b>van niet-kwetsbare</b> huishoudens en bedrijven, onder andere ter de bevordering van <b>energiegelijkheid</b> ?	Betaalbaar	Beleid: Klimaatakkoord (woonlastenneutraliteit)
	Wat zou de <b>leveringszekerheid</b> moeten zijn voor verschillende energiedragers en gebruikers tijdens/na de energietransitie? <sup>2</sup>	Betrouwbaar	Beleid: Nederlandse leveringszekerheidsnorm (4 uur Loss Of Load Expectation per jaar), Besluit schadecompensatie
	In hoeverre moet Nederland <b>energieonafhankelijk</b> zijn, dus welke typen energiedrager wil Nederland (deels) importeren en van welke (groepen van) landen wil Nederland afhankelijk zijn voor import van deze energiedragers?	Acceptabel	Niet geïdentificeerd
	Wat zou de <b>veiligheid</b> voor mens en milieu van het energiesysteem de energietransitie moeten zijn? <sup>2</sup>	Veilig	Beleid: § 7.2 Netcode elektriciteit (Kwaliteit transport) Beleid: § 7.3 Netcode elektriciteit (Veiligheid transport)

<sup>1</sup> Zie omschrijving verduurzamingsopgave RLI 2019 Naar een duurzame economie (tijdelijk) moet worden ingeleverd

<sup>2</sup> Het is mogelijk dat er op deze punten tijdens de transitie



### III. DE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN IN SAMENHANG: VAN KEUZEVRAG NAAR BELEID (3/7)

Per fundamentele technische keuzevraag worden opties gedefinieerd. Een overzicht van opties per fundamentele technische keuzevraag is te vinden in de Appendix II.b. in dit Eindverslag.

*Definitie: Een optie is een mogelijk antwoord op een keuzevraag.*

Die opties worden vergeleken en afgewogen, bijvoorbeeld aan de hand van het consequentieraamwerk. Het consequentieraamwerk dat relevant is in de context van het energiesysteem is te vinden op de volgende slide.

*Definitie: Het consequentieraamwerk gericht op het energiesysteem is een geordend overzicht waarmee de consequenties van een optie op een gestructureerde manier inzichtelijk gemaakt kunnen worden, om de gevolgen van verschillende opties met elkaar te kunnen vergelijken. Het consequentieraamwerk gericht op het energiesysteem toetst minimaal in welke mate de consequenties in lijn zijn met het politieke kader gericht op het energiesysteem.*

# ② OVERZICHT AFWEGINGSKADER VOOR HET MAKEN VAN KEUZES

Het afwegingskader van de consequenties bestaat uit twee onderdelen:

## A. Het consequentieraamwerk

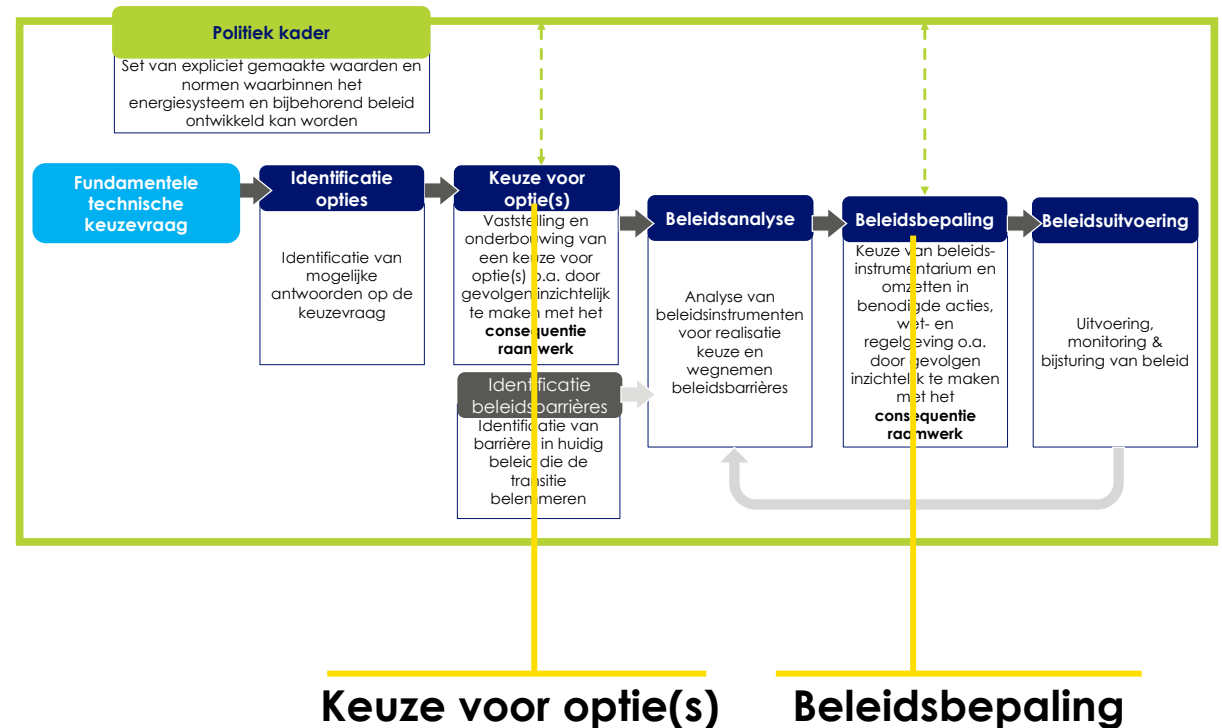
- Het bevat een overzicht van de onderwerpen die meegenomen moeten worden om tot een brede afweging te komen

## B. De scoringsmethodiek – illustratief

- Voor elke consequentie zou een gestandaardiseerde scoring uitgewerkt kunnen worden, bijvoorbeeld een schaal van 1-5

NOOT: De scoringsmethodiek is illustratief en wellicht niet hetzelfde voor alle keuzevragen. De realiteit is dat niet alle opties op de zelfde manier afgewogen (zouden moeten) worden

Het afwegingskader kan worden toegepast bij de keuze voor een optie én bij de bepaling van beleid



# 2 A. HET CONSEQUENTIE RAAMWERK

**Dikgedrukt** = gekoppeld aan politiek kader

Illustratieve uitwerking scoringsmethodiek op volgende pagina  
**Schetsmatig**

Wenselijkheid

Haalbaarheid

Onderwerp	Mogelijke consequentie van technische optie of beleidsoptie	Sub-onderwerpen
<b>Duurzaam</b>	In welke mate draagt de optie bij aan het halen van de 2030 klimaatdoelen?	Binnen de sector; breder dan de sector
	In welke mate draagt de optie bij aan het halen van de 2050 klimaatdoelen?	Binnen de sector; breder dan de sector
	In hoeverre levert de optie een bijdrage aan klimaatadaptatie?	Bijvoorbeeld wateropslag, kustwering
	In welke mate vergroot of verkleint van de optie het gebruik van grondstoffen?	Efficiënt gebruik van (hergebruikte) grondstoffen; mogelijkheden voor recycling na levensduur
	In welke mate vergroot of verkleint de optie de (negatieve) impact op het milieu?	Biodiversiteit; luchtverontreiniging; waterverontreiniging; bodemverontreiniging
<b>Acceptabel (Sociaal-maatschappelijk)</b>	In hoeverre verschuift de optie problematiek naar het buitenland?	'Waterbed effect' van emissies, verontreiniging
	<b>Wat is het verwachte relatieve ruimtegebruik van de optie?</b>	Efficiënt ruimtegebruik voor uitbouw infrastructuur (inclusief zeebodem)
	Hoe verschuift de lastenverdeling van (energie)kosten bij deze optie?	Tussen groepen burgers; tussen burgers en bedrijven; tussen bedrijven; tussen regio's
	<b>In welke mate vergroot of verkleint de optie de keuzevrijheid voor burgers/bedrijven?</b>	Specifieke verplichting
	In welke mate is er maatschappelijk draagvlak voor de optie?	Impact op woonomgeving; op natuur, op bedrijfsvoering; op burgers
<b>Betrouwbaar</b>	<b>In welke mate is of wordt Nederland afhankelijk van het buitenland voor de import van een energiedrager?</b>	Welke landen; mate van concentratie afhankelijkheid (1 of meerdere landen); in welke mate afhankelijk
	In welke mate is de optie in lijn met de regelgevingsprincipes?	Regelgevingsprincipes (dus uitgangspunten onderliggend aan het beleid/regelgeving)
<b>Veilig</b>	<b>In welke mate vergroot of verkleint de optie de leveringszekerheid?</b>	Betrouwbaarheid van de levering aan bedrijven en huishoudens; stabiliteit van het elektriciteitsnet
	<b>In welke mate vergroot of verkleint de optie de veiligheid voor mens en milieu?</b>	Gezondheidsnormen; (technische) veiligheid; milieunormen
<b>Betaalbaar (Economisch)</b>	<b>In welke mate vergroot of verkleint de optie de digitale veiligheid van het energiesysteem?</b>	Hack proof, privacy proof
	In welke mate vergroot of verkleint de optie de totale kosten van het energiesysteem?	Totale operationele kosten; totale investeringskosten
	<b>In welke mate vergroot of verkleint de optie de lasten voor bedrijven en/of burgers?</b>	Aandeel in totale kosten; impact huishoudbudget, impact bedrijfskosten
	In welke mate is voor de optie een haalbare business case voor uitvoering en operatie?	Voor verschillende partijen: subsidiemogelijkheden; belastingbeperkingen
	In welke mate creëert de optie kansen voor secundaire waarde creatie voor Nederland?	Lokale productie technologie; lokale project ontwikkeling; lokaal eigenaarschap; nieuwe export technologieën; lokale nieuwe banen
<b>Toekomstbestendig</b>	In hoeverre is de optie robuust onder verschillende (energie)scenario's?	Effect andere politieke keuzes; effect mogelijke innovaties op waarde, werking, of benodigde uitrol van de optie (techniek en infrastructuur, e.g. autonoom vervoer)
	<b>In hoeverre is de optie robuust voor de onontkoombare effecten van klimaatverandering?</b>	Bijvoorbeeld zeespiegelstijging, temperatuurschommelingen, temperatuurstijging, extreem weer
<b>Tijdigheid en uitvoerbaarheid</b>	In hoeverre is de optie in lijn met de stikstofwetgeving?	
	In hoeverre is de technologie benodigd voor de uitvoering van de optie robuust?	Betrouwbaarheid installatie/werking technologie; TRL level; tijd tot commercialisatie
	In welke mate zijn schaarse arbeidskrachten nodig voor de uitvoering van de optie?	Elektrische personeel, bouw personeel
	In hoeverre vraagt de optie om een aanpassing van de huidige/geplande energie infrastructuur?	Aanwezigheid energie infrastructuur; voldoende netcapaciteit; tijdige aansluiting; Concrete transport/conversie/opslag plannen systeembeheerder; eventuele nieuwe plannen
	In hoeverre vraagt de optie om een nieuwe rolverdeling tussen partijen in de uitvoering van de optie?	Afgesproken of wettelijke rolverdeling; rol private ondernemingen vs (semi)-publieke organisaties
<b>Juridisch</b>	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van bestaande Nederlandse wetgeving?	Stimuleren: verdeling lasten, belegging prikkels: ODE, Energiebelasting; netkosten tarifiering Reguleren: regulering rol netbeheerders; Mijnbouwwet /Waterwetten
	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van bestaande Nederlands beleidsregels?	
	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van de huidige ruimtelijke ordening?	Bestemmingsplannen
	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van bestaande EU wetgeving?	Regulering uit fit for 55%; Regulering netbeheerders 'decoupling'

# ② B. ILLUSTRATIEF VOORBEELD VAN DE SCORINGSMETHODIEK

Illustratief

Betrouwbaar

In welke mate vergroot of verkleint de optie de leveringszekerheid?

- Betrouwbaarheid van de levering aan bedrijven en huishoudens
- Stabiliteit van het elektriciteitsnet

Voor elke consequentie wordt een score gegeven, bijvoorbeeld op basis van een 5-punts schaal waarbij de score hoger is naarmate de consequentie wenselijker is

**Context:**  
**De huidige Nederlandse leveringszekerheidsnorm**

- De Nederlandse leveringszekerheid wordt jaarlijks vastgesteld en geprognosticeerd door TenneT in het **Rapport Monitor Leveringszekerheid**, conform wettelijke verplichting
- Leveringszekerheid wordt gemeten volgens de international Loss of Load Expectation (**LOLE**) methode – hierbij wordt in kaart gebracht hoeveel uren per jaar schaarste optreedt
- TenneT legt zichzelf een leveringszekerheidsnorm op van **4 uur per jaar** (LOLE = 4)
- Dit criterium zegt niets over de omvang van schaarste – alleen de duur ervan

**Score consequentie** (Rood = valt buiten grenswaarde politiek kader)

Score gebaseerd op de feitelijke consequentie van een bepaalde keuzeoptie of uitvoering van een bepaald beleid

1	De leveringszekerheid wordt lager; de LOLE overschrijdt de Nederlandse norm van een 4 uur per jaar
2	De leveringszekerheid blijft binnen de Nederlandse norm; de LOLE zit tussen de 3.5 en 4 uur per jaar
3	De leveringszekerheid blijft binnen de Nederlandse norm maar daalt ten opzichte van 2019; de LOLE zit tussen de 2.42 en 3.5
4	De leveringszekerheid blijft tussen de bandbreedte van 2016-2019; de LOLE zit tussen de 0.02 en 2.42 uur per jaar
5	De leveringszekerheid wordt groter ten opzichte van de bandbreedte tussen 2016 en 2019, de LOLE is lager dan 0.02

### III. DE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN IN SAMENHANG: VAN KEUZEVRAAG NAAR BELEID (4/7)

Vervolgens worden mogelijke beleidsopties en beleidsinstrumenten geïdentificeerd. Hierin kan worden gekeken naar meer lokaal beleid of juist meer centraal beleid.<sup>1</sup> Deze opties worden daarna afgewogen, bijvoorbeeld aan de hand van het consequentieraamwerk, waarna het beleid wordt uitgevoerd. Een schetsmatig overzicht van beleidsinstrumenten is te vinden op de volgende pagina's.

*Definitie: Een beleidsinstrument is een middel dat een organisatie inzet om beleid uit te voeren. Meestal wordt de term gebruikt in het kader van overheidsbeleid.*

<sup>1</sup> Een voorbeeld is het toepassen van een holarchisch model, zie

[https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Systeemintegratie/TSE\\_SI\\_holarchie\\_202011.pdf](https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Systeemintegratie/TSE_SI_holarchie_202011.pdf)

# ③ SAMENHANG BELEIDSKEUZE EN INTEGRAAL AFWEGINGSKADER

Stap in 'van  
keuzevraag  
naar beleid'

Stap in het  
IAK<sup>1</sup>

Informatie  
en/of  
raamwerk dat  
gebruikt kan  
worden om  
deze vragen in  
het IAK te  
beant-  
woorden

## Beleidsanalyse

- A. *Doelstelling beleid*
1. Wat is de aanleiding?
  2. Wie zijn de betrokkenen?
  3. Wat is het probleem?
  4. Wat is het doel?
  5. Wat rechtvaardigt (Rijks)overheidsinterventie?

- Fundamentele technische keuzevraag, inclusief rationale voor overheidsingrijpen
- Consequentieraamwerk waarmee optie is afgewogen en gekozen

- B. *Instrumentkeuze*
6. Wat is het beste instrument?

- **Sturingsconcepten en beleidsinstrumenten (zie volgende pagina)**

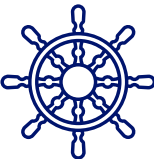



## Beleidsbepaling

7. Wat zijn de gevolgen?

- Consequentie raamwerk

# ③ OVERZICHT STURINGSCONCEPTEN EN BELEIDSINSTRUMENTEN

Schetsmatig

	Rol overheid (sturingsconcepten)	Soorten beleidsinstrumenten <sup>1</sup> (niet uitputtend)	Mogelijke specifieke beleidsinstrumenten energietransitie (niet uitputtend)
	<b>1. Besturen/beheren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Instellen zelfstandig bestuursorgaan</li><li>• Instellen rechtspersoon met een wettelijke taak</li><li>• Agentschap instellen</li><li>• Staatsdeelneming aankopen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tennet, GasUnie, DSO's (Alliander, Stedin)</li><li>• Groeifonds</li></ul>
	<b>2. Mobiliseren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Convenant</li><li>• Bestuurlijk overleg</li><li>• Algemene voorlichting</li><li>• Onderzoek</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klimaatakkoord</li><li>• Transitie agenda's (CE)</li><li>• Expertise centrum warmte</li><li>• Topsectoren</li></ul>
	<b>3. Stimuleren (markt-economisch)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Subsidie</li><li>• Financiële prikkel</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• SDE++</li><li>• ODE, Energiebelasting, CO2 prijs</li></ul>
	<b>4. Reguleren (klassiek)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Certificeren</li><li>• Vergunningen</li><li>• Verbieden of verplichten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verbod op het gebruik van kolen voor elektriciteitsproductie</li><li>• Verplichting label C kantoren</li><li>• Centrale wind op zee vergunningen</li></ul>

Noot: Verschillende sturingsconcepties en beleidsinstrumenten kunnen gelijktijdig worden ingezet

1 Deze beleidsinstrumenten zijn te vinden op de website van Kenniscentrum voor beleid en regelgeving, behalve 'verbieden en verplichten'

2 Een overzicht van de huidige specifieke beleidsinstrumenten energietransitie is opgesteld door het

PBL voor de KEF 2021 en is te vinden op de website van PBL

### III. DE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN IN SAMENHANG: VAN KEUZEVRAAG NAAR BELEID (5/7)

Naast de fundamentele technische keuzevragen kunnen ook beleidsbarrières aanleiding geven om beleid te maken of aan te passen met als doel de energietransitie te realiseren. Een overzicht van beleidsbarrières is te vinden op de volgende pagina.

*Definitie: Een beleidsbarrière in de energietransitie is een onderdeel van het huidige overheidsbeleid dat de energietransitie vertraagt of anderszins belemmert.*



# ④ OVERZICHT BELEIDSBARRIÈRES DIE DE ENERGIETRANSITIE HINDEREN

Gebaseerd op recente publicaties, niet uitputtend

Barrières	Negatieve consequentie	Niveau	Bron	Gerelateerde keuzevragen
<b>Regulering netbeheerders</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beperkte investeringsruimte netbeheerders</li> <li>Beperkte en reactieve rol netbeheerders, mede door: 'invest upon individual request' model</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maakt grootschalige netinvesteringen moeilijk financieerbaar</li> <li>Geen lange termijn, integrale, anticiperende investeringen</li> <li>Beperkte doelmatigheid &amp; duurzaamheid investeringen</li> </ul>	Rijk Gemeente (aandeel- houders net)	II3050 NVDE Klimaatbeleid in regeerakkoord	Op welke wijze zou het <b>elektriciteitsnet verzaamd en/of uitgebreid</b> moeten worden?
<b>Vergunningprocedures elektriciteitsnetten</b> Trage besluitvormingsprocessen T&D investeringen	Vertraagt (en mogelijk: beperkt) aansluiting en verdere uitrol van duurzame opwek & investeringen in elektrificatie industrie	Gemeente Provincie Netbeheer	II3050	
<b>Regulering fossiele infrastructuur:</b> Verplichting om gasnetten op te ruimen zodra deze niet meer gebruikt	Beperkt mogelijkheden tot hergebruik later moment	Rijk	II3050	Waar en tot wanneer zou <b>fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand</b> moeten blijven?
<b>Vergunningprocedures Wind op zee</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aanwijzen nieuwe gebieden wind op zee niet tijdig</li> <li>Aanbestedingstraject kavels te langzaam</li> </ul>	Vertraagt (en mogelijk: beperkt) uitrol duurzame opwek op korte en lange termijn	Rijk	NVDE	Waar, in welke mate en met welke technologie <b>zou elektriciteit uit duurzame bronnen</b> moeten worden opgewekt in Nederland?
<b>Subsidies duurzame elektriciteit</b> SDE++ plafond voor zon en wind op land	Beperkt mogelijk additionele uitrol boven op 35 TWh van Klimaatakkoord	Rijk	NVDE Klimaatbeleid in regeerakkoord	
<b>Energiebelasting en nettarifering</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verschillen in relatieve energiebelasting gas en elektriciteit</li> <li>Dubbele energiebelasting bij opslag en conversie</li> <li>Asymmetrie in transporttarieven elektriciteit (alle kosten bij afnemer)</li> <li>Hoogte aansluittarieven nieuw gebruik</li> <li>Degressief energiebelasting stelsel en hoge ODE/EB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertraagt uitrol en beperkt aantrekkelijkheid van investeringen in:               <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrificatie industrie &amp; gebouwde omgeving</li> <li>Flexibiliteitsoplossingen (vraagverplaatsing, conversie en opslag)</li> </ul> </li> <li>Suboptimale prikkels t.a.v. vermindering verbruik</li> <li>Oneerlijke energiebelasting verdeling groot/klein verbruik</li> </ul>	Rijk	II3050 IBO	Overig (stimulatie elektrificatie, warmtebron gebouwde omgeving)
<b>Subsidies elektrificatie</b> Geen separate SDE++ voor elektrificatie & lage subsidiabele aantal vollast uren	Beperkt uitrol elektrificatie	Rijk	NVDE	
<b>Subsidies warmtenetten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geen separate SDE++ voor ontsluiting warmtebron voor warmtenet</li> <li>Onvoldoende financiële prikkel voor uitrol netten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Onzekerheid lange termijn duurzaamheid warmtebronnen</li> <li>Trage uitrol grootschalige warmtenetten</li> </ul>	Rijk	NVDE	

# III. DE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN IN SAMENHANG: VAN KEUZEVRAAG NAAR BELEID (6/7)

De stappen van fundamentele keuzevraag naar beleid in de praktijk

In de realiteit gaat het ontwikkelen van beleid niet zo gestructureerd. Onder andere uit interviews in experts blijkt dat:

- Het politieke kader voor het energiesysteem niet altijd expliciet is. Daarnaast schuift het politieke kader mee met de politieke verhoudingen wat van invloed is op het maken van de keuzes.
- Een specifiek beleidsinstrument (zoals het beprijzen van CO<sub>2</sub>) soms het uitgangspunt is voor het ontwikkelen van nieuw beleid, in plaats van een keuzevraag in de ontwikkeling van het energiesysteem.
- Opties vaak niet expliciet worden afgewogen op basis van de consequenties. Soms worden daardoor de gevolgen van een keuze niet goed overzien.
- In de praktijk blijkt vaak dat niet alles stuurbaar is en dat niet van te voren te voorspellen is wat de precieze impact van beleid zal zijn. Dat vraagt om regelmatige evaluaties en tijdige aanpassingen als dat nodig is.

De beslissingen die de transitie van het energiesysteem aangaan kunnen een grote impact hebben, niet in de laatste plaats op het leven van burgers in Nederland en de Nederlandse economie. Het is daarom passend om voor een gestructureerde aanpak te kiezen die leidt tot onderbouwde keuzes met bijpassend beleid.

# III. DE FUNDAMENTELE KEUZEVRAGEN IN SAMENHANG: VAN KEUZEVRAAG NAAR BELEID (7/7)

## **Veranderende context: De oorlog in Oekraïne**

Gedurende de afrondende fase van dit project brak oorlog uit in Oekraïne. Dit veranderde de lijst van fundamentele technische keuzevragen.

Er is toen een fundamentele technische keuzevraag toegevoegd, namelijk

- In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?

Een keuzevraag rond de winning van aardgas was geïdentificeerd, maar had eerder niet voldoende hoge prioriteit gekregen om opgenomen te worden in het overzicht van fundamentele technische keuzevragen. De prioriteit was laag omdat de beslissing (afbouw van de binnenlandse aardgaswinning) zo goed als genomen leek. Door de veranderde geopolitieke situatie is dit toch weer ter discussie komen te staan en moet nu met een hoge urgentie worden beantwoord.

Daarnaast kan de ambitie om versneld onafhankelijk te worden van Russisch aardgas (zoals uitgesproken door Eurocommissaris Frans Timmermans en Minister President Rutte) beïnvloeden hoe de keuzevragen beantwoord worden. Voorbeelden zijn:

- Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?
- In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?
- Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt mogen worden?
- In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?

Dit onderstreept dat de veranderingen in de context de lijst met fundamentele keuzevragen, de beantwoording van de keuzevragen en zelfs eerder genomen besluiten beïnvloedt. Dit laat ook zien dat binnen de gekozen aanpak voor de selectie van fundamentele keuzevragen ruimte is om op een gestructureerde manier het overzicht van fundamentele keuzevragen aan te passen aan een nieuwe context.

# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- **IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid**
- V. Mogelijke vervolgstappen
- Appendix

## IV. ANDERE ONDERSTEUNENDE VOORWAARDEN VOOR ENERGIETRANSITIE-BELEID (1/4)

Om de fundamentele keuzevragen in samenhang te kunnen beantwoorden zijn er gedeelde uitgangspunten op systeemniveau nodig. Deze ondersteunende voorwaarden behoorden niet tot de opdracht van dit project en zijn niet in detail uitgewerkt. Ze zijn wel beschreven in dit hoofdstuk om een completer beeld te geven en om recht te doen aan de inzichten van experts en stakeholders.

Er zijn drie ondersteunende voorwaarden geïdentificeerd:

- Een brede transitievisie
- Een gedegen feitelijke onderbouwing van de transitievisie.
- Een stevig, overkoepelend wettelijk kader dat de voortgang richting de klimaatdoelen borgt

Deze ondersteunende voorwaarden komen deels terug in de Programma Energie Systeem (PES), waarin ook het belang van een visie en feitelijke onderbouwing wordt benadrukt, en het Klimaatakkoord, waarin een transitievisie is neergezet (voor het energiesysteem) en een blauwdruk is ontwikkeld tot 2030.

# ONDERSTEUNENDE VOORWAARDEN

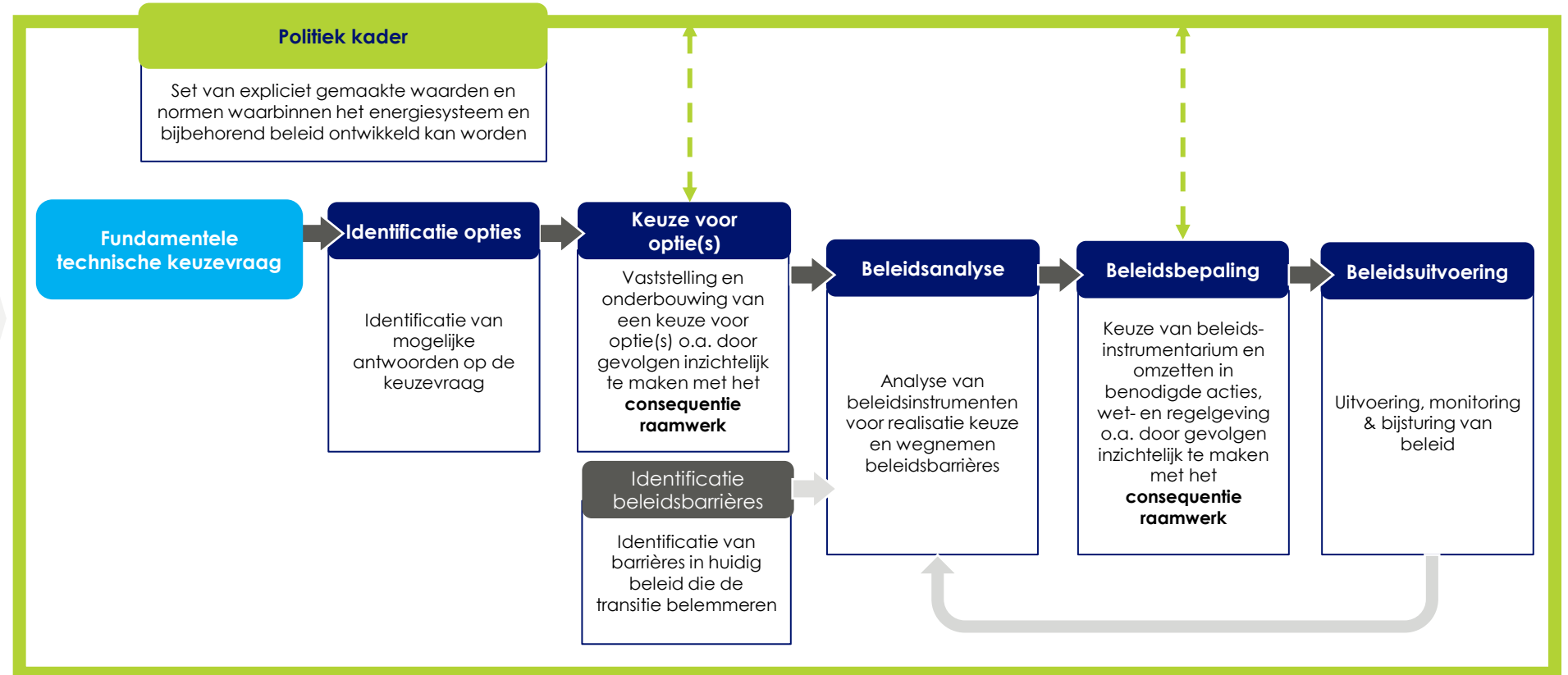
## Ondersteunende voorwaarden

Brede transitievisie

Feitelijke onderbouwing voor transitie / 'blueprint'

Overkoepelend wettelijk kader en borging

## Keuzes die het energiesysteem vormgeven



## IV. ANDERE ONDERSTEUNENDE VOORWAARDEN VOOR ENERGIETRANSITIE-BELEID (2/4)

### Ontwikkeling brede transitievisie

De energietransitie vraagt om een integrale, lange termijn transitievisie voor Nederland die breder is dan alleen het energiesysteem. Zo'n brede visie omvat de verschillende maatschappelijke opgaven en transities met duidelijke raakvlakken, waaronder in ieder geval de klimaat- en energietransitie, kringlooplandbouw, biodiversiteit, de bouwopgave en de stikstofopgave. Het maakt daarnaast expliciet hoe deze transitie plaatsvindt in de internationale context. Hoewel er op onderdelen voorstellen zijn ontwikkeld, zoals het SER rapport 'Economie in transitie' (2019), ontbreekt een brede transitievisie. Zonder zo'n visie is niet duidelijk waar de energietransitie op afkoerst, hoe de verbanden met andere transities gezien moeten worden en met welk achterliggende doelen de transitie ontworpen moet worden. De politieke kaders (zoals genoemd in hoofdstuk III) zouden op basis van deze visie opgesteld kunnen worden.

De visie kan gebaseerd zijn op een toekomstbeeld van hoe Nederland eruitziet in 2050. Hierin kan onder andere worden geschetst welke economische activiteiten belangrijk zijn voor Nederland en hoe Nederland ruimtelijk is ingedeeld. Dit is van invloed op de ontwikkeling van het energiesysteem. Als voorbeeld: blijft Nederland een groot handelsland, met veel lucht- en scheepvaartverbindingen, dan past daar een stevig aandeel energie import (en export) bij. Daarnaast kan de visie de stappen beschrijven naar 2050 door terug te redeneren vanaf dat toekomstbeeld. De visie kan onderbouwd worden door een feitelijke analyse, zie de volgende pagina.

## IV. ANDERE ONDERSTEUNENDE VOORWAARDEN VOOR ENERGIETRANSITIE-BELEID (3/4)

### Feitelijke onderbouwing energietransitie

Om gefundeerde beslissingen te kunnen nemen over bepaalde opties en beleid is een feitelijke onderbouwing noodzakelijk. Hoewel verschillende partijen rapporten hebben gepubliceerd over deelonderwerpen, missen inzichten voor een optimale transitie naar een klimaatneutraal energiesysteem op basis van een overkoepelend, flexibel model van het gehele Nederlandse energiesysteem. Onder andere de recente publicatie van de Cluster Energie Strategieën (CES) laat zien dat een integrale kijk op het energiesysteem (en overige emissies) nodig is om de juiste afwegingen te kunnen maken.<sup>1</sup> Hoewel zo'n systeemanalyse onherroepelijk gebaseerd is op aannames, geeft het een onderbouwd startpunt voor discussies in de politiek en met marktpartijen over de afweging tussen de transitiepaden.

Verschillende scenario's kunnen laten zien wat de manieren zijn de klimaatdoelstellingen van 2030 en 2050 te bereiken, geoptimaliseerd voor bijvoorbeeld de laagste maatschappelijke kosten, het minimale grondstofgebruik of de snelst mogelijke emissiereductie. Het bevat idealiter niet alleen een analyse van energievraag en -aanbod, maar ook de benodigde infrastructuur én wordt verder gekeken door bijvoorbeeld ook uitstoot van andere sectoren, de benodigde investeringen, het grondstoffengebruik, de impact op biodiversiteit en het landgebruik mee te nemen. Daarnaast kan de analyse inzicht geven in de robuustheid van verschillende energiesystemen, de vraag naar bepaalde geschoolde werknemers, benodigde (nieuwe) waarde ketens etc. Een perspectief op invloed van de Nederlandse energietransitie op die in andere landen zou onderdeel moeten zijn van de feitenbasis om bijvoorbeeld 'export' van emissies te voorkomen.

Deze inzichten kunnen bijdragen aan de onderbouwing van fundamentele keuzes. Uiteindelijk kan een 'blueprint' ontwikkeld worden, een uitgewerkt transitiepad (op basis van antwoorden op de fundamentele keuzes) waarin is uitgespeld hoe de transitie van het energiesysteem er concreet uit komt te zien.



# IV. ANDERE ONDERSTEUNENDE VOORWAARDEN VOOR ENERGIETRANSITIE-BELEID (4/4)

## Overkoepelend wettelijk kader voor de ontwikkeling van klimaatbeleid

Het Nederlandse energietransitiebeleid is nu grotendeels vastgelegd in de Klimaatwet, dat de wettelijke vertaling is van het Klimaatakkoord. Jaarlijks wordt de voortgang richting de emissiedoelen gemonitord in de KEV onder leiding van het PBL. Op onderwerpen die niet binnen het Klimaatakkoord vallen is de rol van de overheid niet altijd duidelijk, met name op de onderwerpen waar de overheid traditioneel geen rol heeft, zoals nieuwe soorten van energie infrastructuur. Dat leidt ertoe dat de Rijksoverheid daarin vaak reactief handelt op basis van initiatieven uit de markt zonder dat daar een duidelijke visie aan ten grondslag ligt. Een voorbeeld hiervan is de roep om een al dan niet centrale waterstof infrastructuur.

In de versnelling richting de doelen van de EU Green Deal kan het nodig zijn het overkoepelende wettelijk kader aan te passen dat de rol van de overheid verduidelijkt. Hoe de rol van de overheid ingestoken wordt in dit overkoepelende wettelijke kader kan bepalend zijn voor het behalen van de transitiedoelen. Er is verschil tussen landen in de Europese unie in de opzet van het wettelijke kader; wat van invloed is op de mate waarin de overheid proactief regie neemt versus kiest voor een meer markt gedreven aanpak, en in de mate waarin de overheden verantwoordelijk kunnen worden gehouden voor het nakomen van de afspraken/halen van de doelstellingen.

Twee voorbeelden:

- In het Verenigd Koninkrijk is een onafhankelijke Council for Climate Change (CCC) wettelijk verplicht doelen voor de uitstoot te stellen, om jaarlijks verslag te doen op bepaalde onderwerpen in de energietransitie en (ook tussentijds) advies te geven aan de overheid. De overheid is wettelijk verplicht te reageren op de bevindingen en het advies van de CCC, maar hoeven de adviezen niet over te nemen. De emissiedoelstellingen zijn wel wettelijk bindend.
- In Denemarken is in 2019 een Klimaatwet ingevoerd met als doelstelling 70 procent in 2030 en volledige energieneutraliteit in uiterlijk 2050. Daarnaast moet de regering elke vijf jaar bindende emissiedoelen te stellen voor alle economische sectoren.

# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- **V. Mogelijke vervolgstappen**
- Appendix

# V. MOGELIJKE VERVOLGSTAPPEN

De uitkomsten van dit project laten zien dat er op korte termijn keuzes gemaakt moeten worden in de ontwikkeling van het energiesysteem om de klimaatdoelen binnen bereik te krijgen en houden. Om de transitie goed te laten verlopen is een besluit nodig op alle fundamentele keuzevragen. Uit interviews en literatuuronderzoek is gebleken dat er initiatieven lopen op veel van deze fundamentele technische keuzevragen, bijvoorbeeld in de vorm van de ontwikkeling van een visie of beleid, soms op initiatief van de overheid en soms op dat van marktpartijen. De koppeling tussen de verschillende initiatieven is niet expliciet.

Concrete vervolgstappen:

- Vanuit de juiste (overheids)organen een geïntegreerde tijdslijn opstellen met de uiterste momenten waarop (delen van) de fundamentele technische keuzevragen beantwoord moeten zijn
- De 16 fundamentele technische keuzevragen beleggen (bijvoorbeeld bij EZK). De verschillende keuzevragen zullen in verschillende (samenwerkings-) verbanden beantwoord moeten worden. Met dit centrale overzicht kan gestuurd worden op zowel
  - voldoende voortgang, als
  - samenhang tussen de verschillende vragen
- De ondersteunende voorwaarden uitwerken (zoals de transitievisie) om de transitie in bredere zin vorm te geven, bijvoorbeeld in de context van de PES.
- De lange lijst met technische keuzevragen (in excel onderdeel van de oplevering van dit project) breed delen als overzicht van alle keuzes in de energietransitie en waar die nu belegd zijn
- Het consequentieraamwerk verder uitwerken en breed inzetten op verschillende overheidsniveaus (eventueel aangesloten op bestaande processen zoals de MER) om het maken van afgewogen beslissingen te formaliseren

Concluderend kunnen de bevindingen van dit project op verschillende manieren worden ingezet of gekoppeld aan bestaande initiatieven. En, hopelijk zullen de uitkomsten bijdragen aan de versnelling van de energietransitie in Nederland.

# INHOUDSOPGAVE

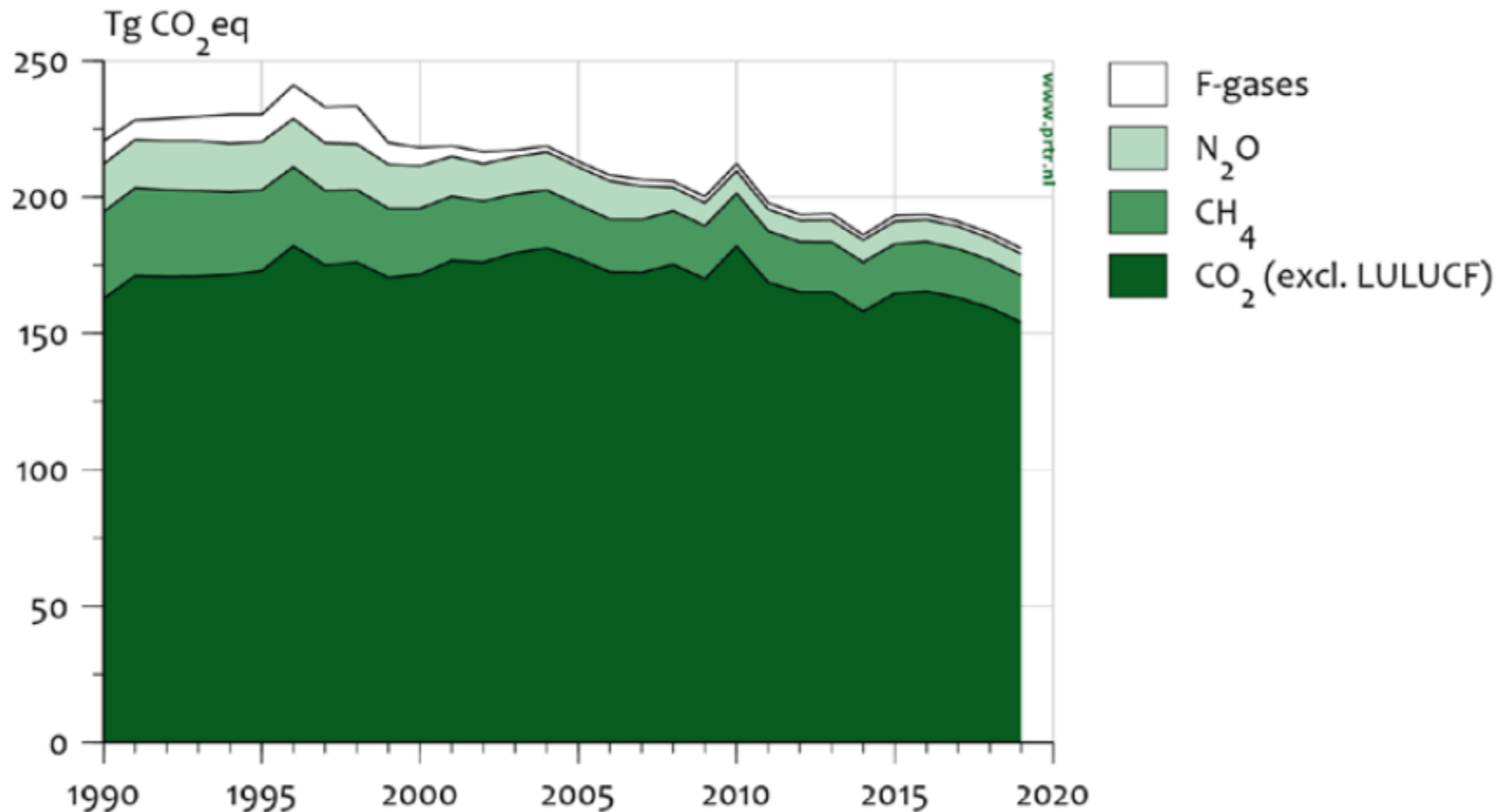
- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen

## ▪ Appendix

### ▪ I. Historisch energieverbruik en emissies

- II.a. Aanpak identificatie fundamentele technische keuzevragen
- II.b. Opties voor fundamentele technische keuzevragen
- II.c. Aannames ordening fundamentele technische keuzevragen
- III.a. Definities
- III.b. Illustratieve uitwerking consequentieraamwerk

# HISTORICAL EMISSIONS - THE NETHERLANDS



## Take-aways from the graph:

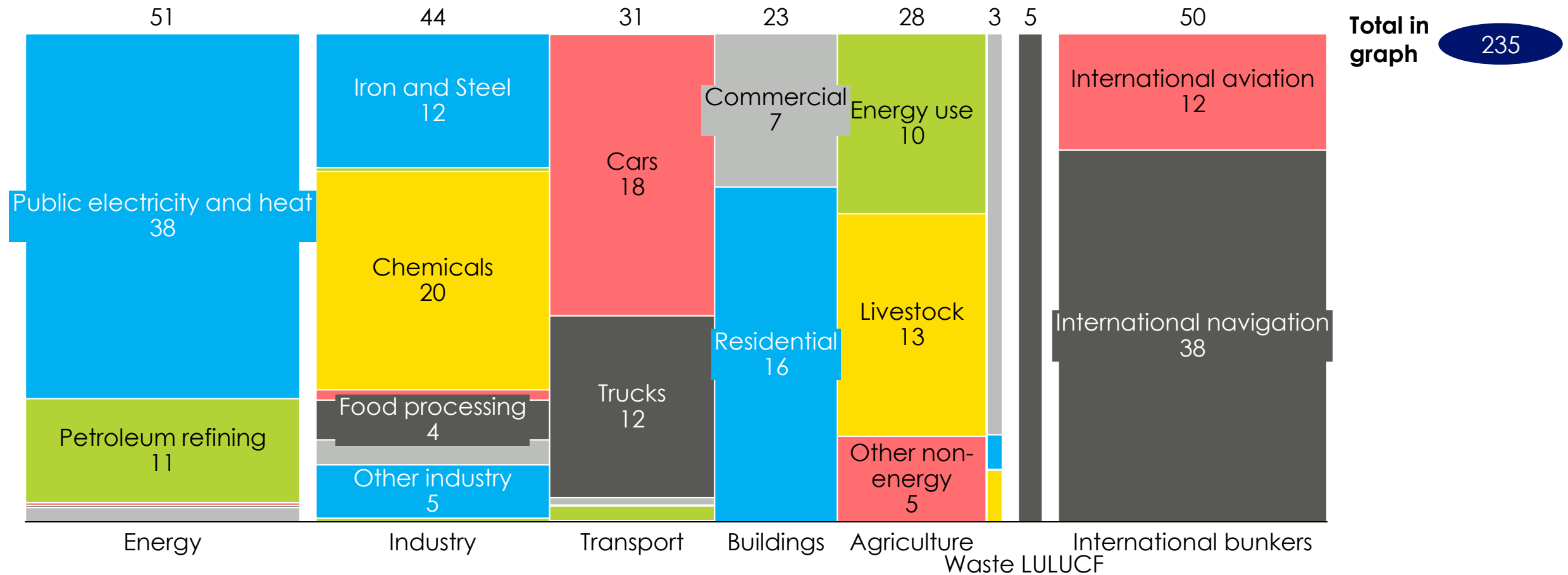
- **18%** GHG emission reduction between 1990 and 2019
- **85%** of GHG emissions in 2019 are CO<sub>2</sub> emissions
- Between 1990 and 2019 CO<sub>2</sub> emissions were reduced by **~6%**, while other GHGs were reduced by more than **50%**

Figure ES.2 Overview of the trends in GHG emissions (excl. LULUCF), 1990–2019.

NOTE: Tg equals Mton. Numbers exclude emissions from biomass, international bunkering, Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)

Source: National Inventory Report 2021, The Netherlands

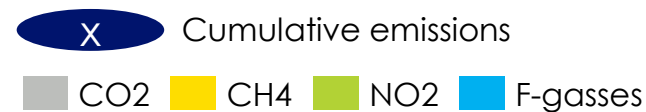
# EMISSIONS INCL. INTERNATIONAL BUNKERS - THE NETHERLANDS (MTCO2EQ, 2019)



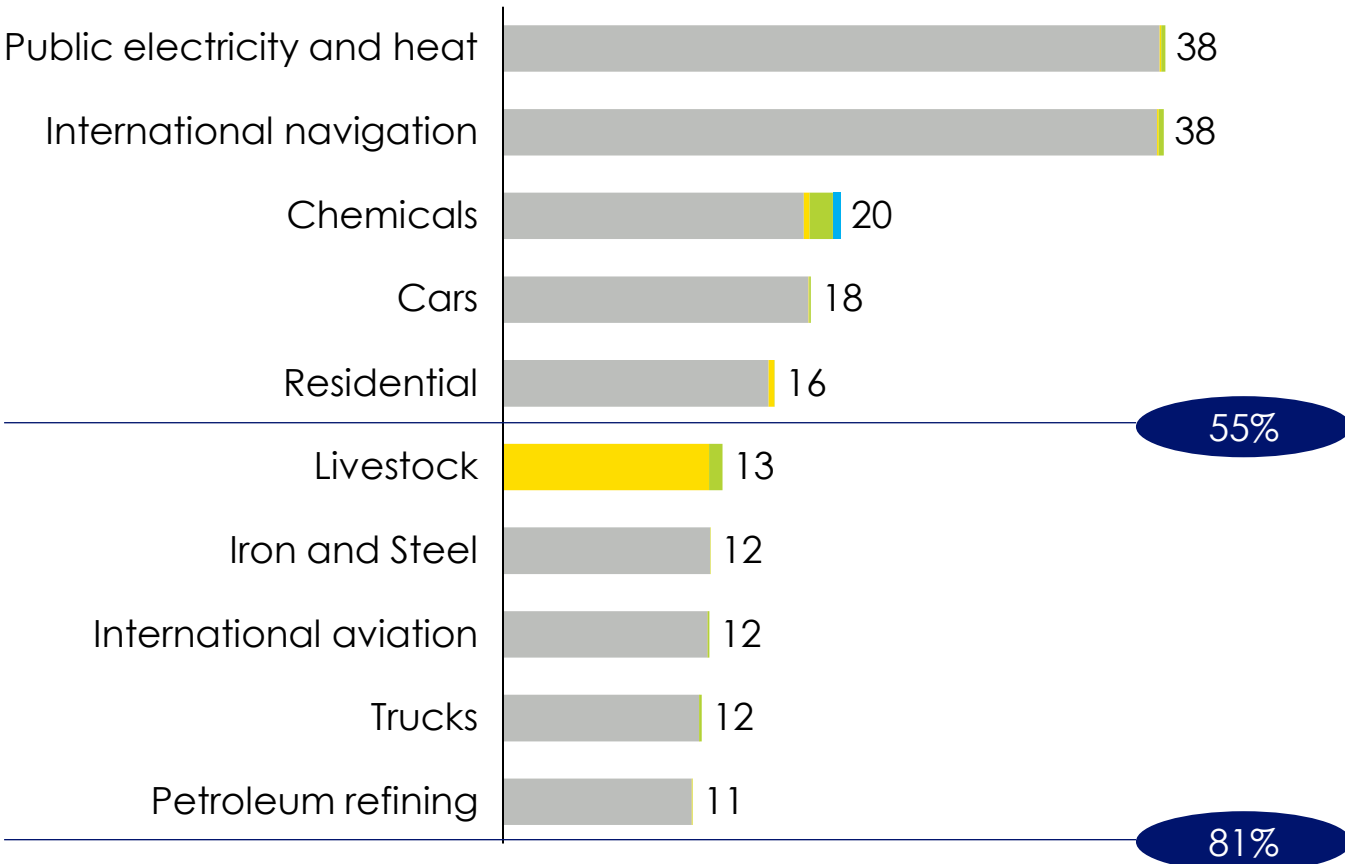
NOTE: Emissions from biomass excluded. Emissions from power generation from steel production flue gases accounted as iron and steel emissions

Source: National Inventory Report 2021, The Netherlands

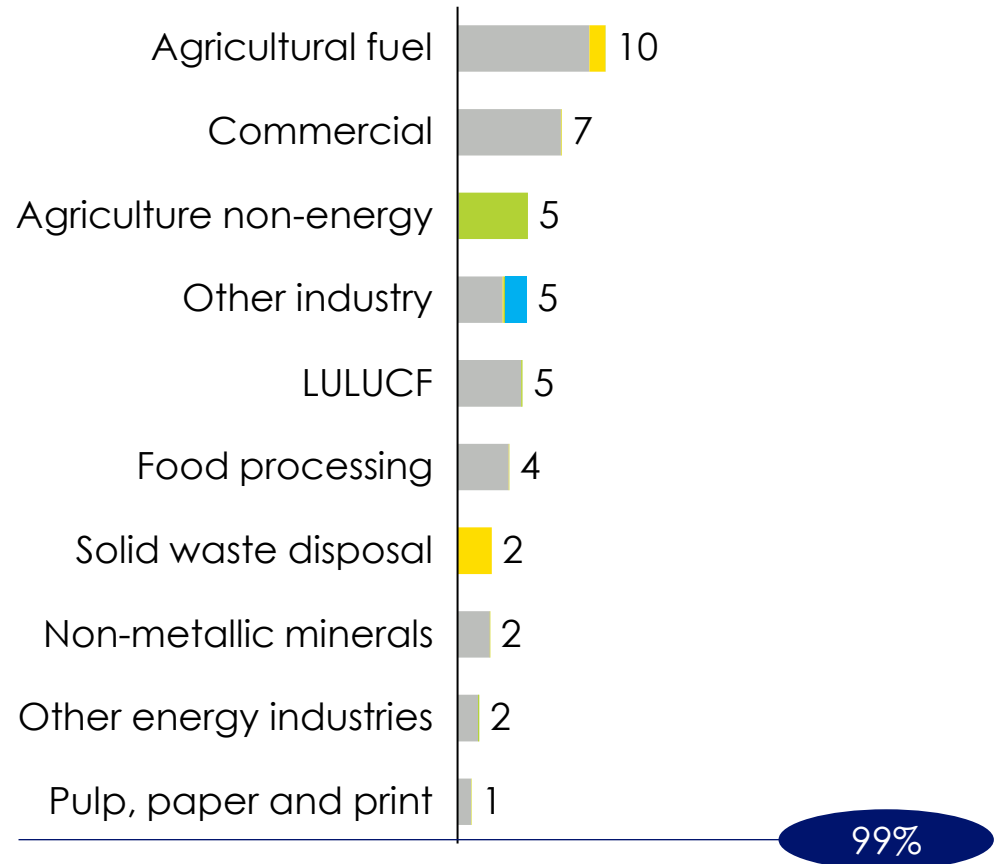
# TOP EMITTING SECTORS - THE NETHERLANDS (MTCO2EQ 2019)



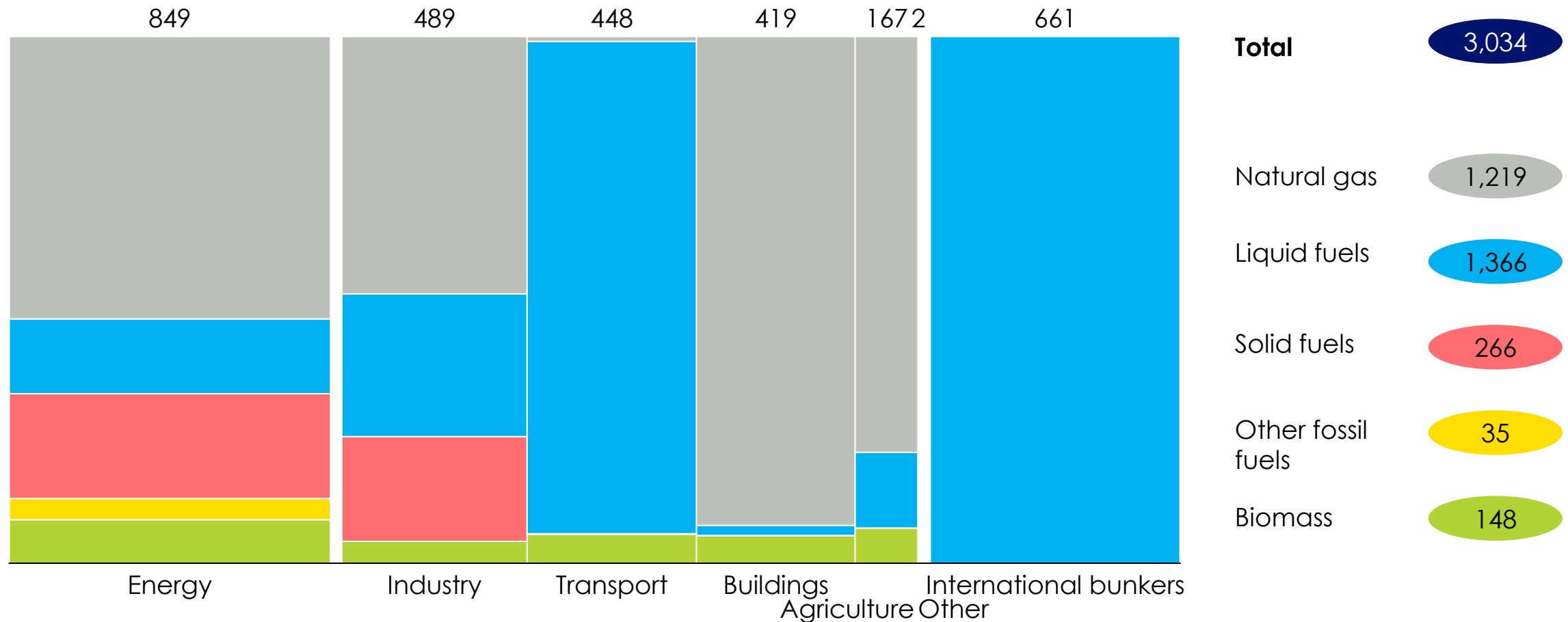
## Top 10



## Top 11-20



# ENERGY CONSUMPTION, INCL. INTERNATIONAL BUNKERS - THE NETHERLANDS (PJ, 2019)



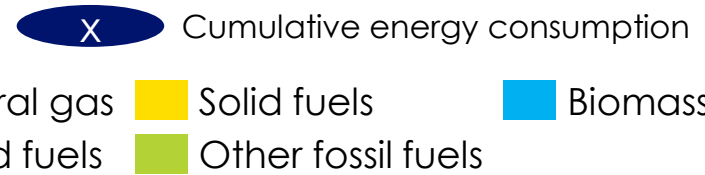
NOTE: Energy consumed for feedstock and other uses (e.g., lubricants) not included in this overview. This totals about 674 PJ

Part of the solid fuels consumed in the energy sector should be moved to the iron and steel sector

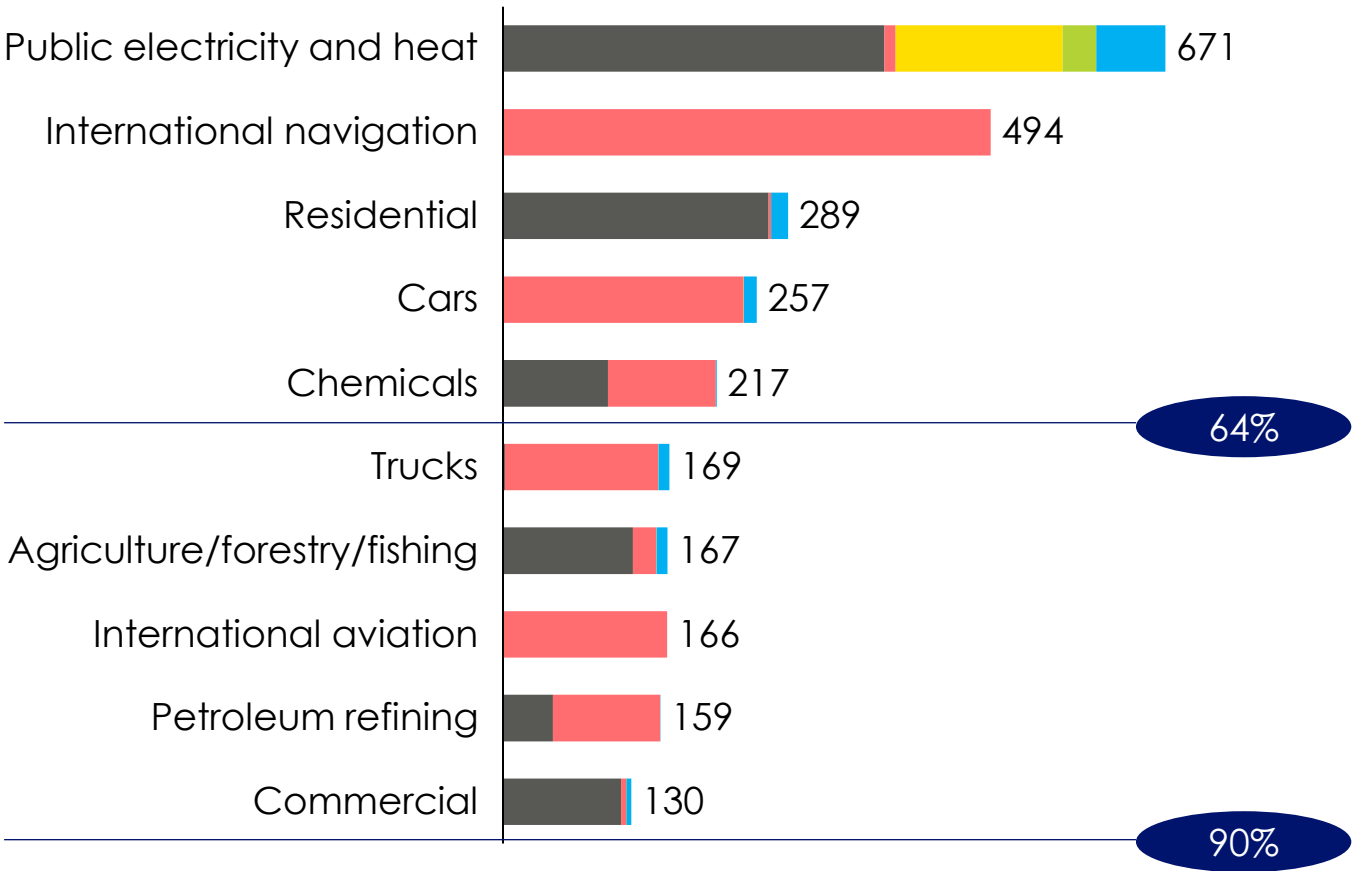
Source: National Inventory Report 2021, The Netherlands



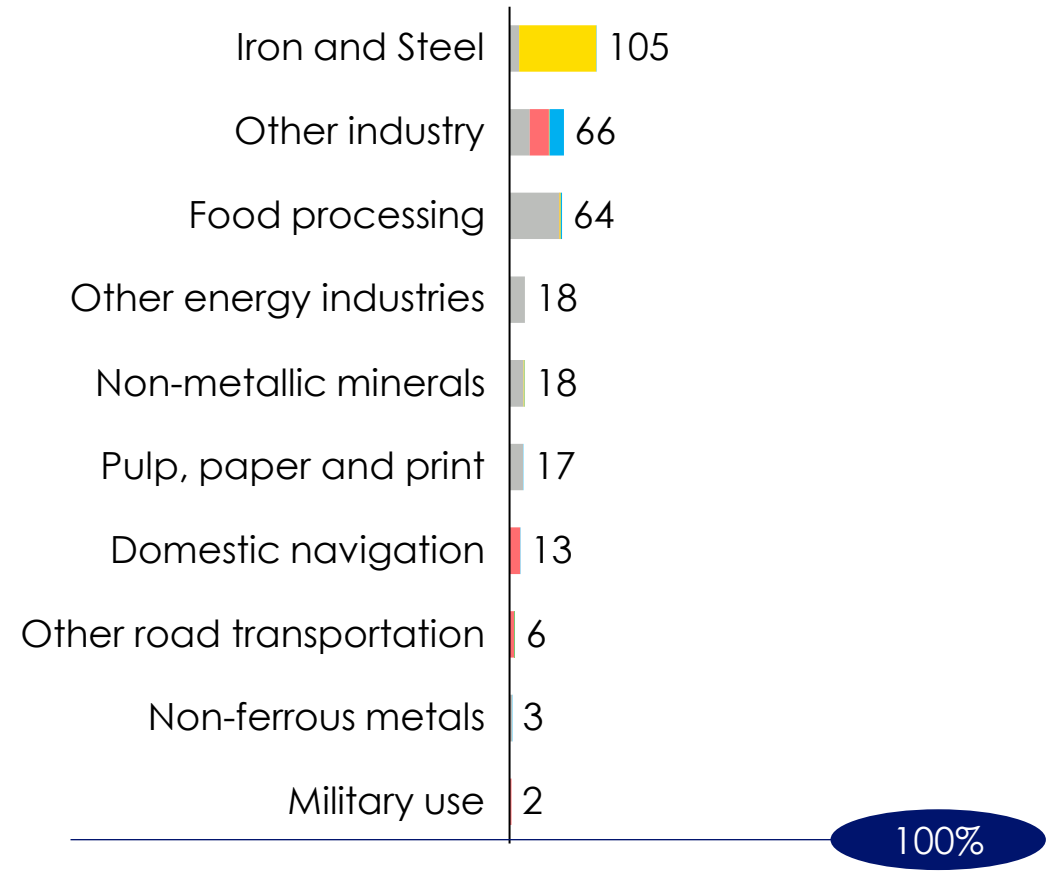
# TOP ENERGY CONSUMING SECTORS – THE NETHERLANDS (PJ 2019)



## Top 10



## Top 11-20



NOTE: Energy consumed for feedstock and other uses (e.g., lubricants) not included in this overview. This totals about 674 PJ  
 Source: National Inventory Report 2021, The Netherlands

# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen

## ▪ Appendix

- I. Historisch energieverbruik en emissies

## ▪ II.a. Aanpak identificatie fundamentele technische keuzevragen

- II.b. Opties voor fundamentele technische keuzevragen
- II.c. Aannames ordening fundamentele technische keuzevragen
- III.a. Definities
- III.b. Illustratieve uitwerking consequentieraamwerk

# AANPAK IDENTIFICATIE FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN

Deze stappen zijn expliciet terug te vinden in de excel

Stap	Beschrijving	Voorbeeld uitwerking	
I Inventariseren technische keuzevragen in energietransitie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uitputtend overzicht maken van technische keuzevragen in de energietransitie per energiedrager en gebruiksector</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mate van gebruik van biomassa als energiebron en grondstof voor ammoniakproductie tijdens de transitie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimale energie efficiëntie internationale scheepvaart</li> </ul>
II Aangeven wie de besluitnemer is	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voor elke keuzevraag aangeven of dit nu een beslissing is van de markt, overheid of netbeheerder en aangeven op welk overheidsniveau (EU/international, Rijksoverheid, provincie, gemeente) eventueel sturing gegeven kan worden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huidige besluitnemer: Markt</li> <li>Niveau overheidssturing: Rijksoverheid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huidige besluitnemer: Markt<sup>1</sup></li> <li>Niveau overheidssturing: EU/internationaal</li> </ul>
III Beslissen of technische keuzevraag 'fundamenteel' is	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beslissen welke van de keuzevragen op het Rijksoverheidsniveau fundamenteel is, op basis van een overzicht van rationales voor overheidsingrijpen, belang en urgentie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rationale: Beperkte beschikbaarheid van biomassa (als grondstof/brandstof)<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>nvt - niet op Rijksoverheidsniveau</i></li> </ul>
IV Clustering in fundamentele technische keuzevragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clusteren van de keuzevragen in fundamentele technische keuzevragen op basis van het onderwerp of energiedrager, en de plaats in de waardeketen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt mogen worden?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>nvt - niet op Rijksoverheidsniveau</i></li> </ul>

**Noot: Naast deze stappen (die ook terug te vinden zijn in de excel uitdraai), zijn ook diverse experts en stakeholders geïnterviewd om de initiële selectie fundamentele technische keuzevragen te toetsen**

<sup>1</sup> Huidige besluitnemer is IMO. EU bereidt wetgeving voor: <https://www.nt.nl/scheepvaart/2020/11/19/imo-stemt-in-met-energielabel-voor-scheepvaart/>

<sup>2</sup> Zie rapport SER: <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2020/biomassa-in-balans.pdf>



# OVERZICHT RATIONALES OM HANDELEN VAN DE OVERHEID IN HET ENERGIESYSTEEM TE RECHTVAARDIGEN

Rationale		Gedetailleerde rationale voor handelen Rijksoverheid <sup>2</sup> (eventuele bron tussen haakjes)
Taak van de Rijksoverheid		<ul style="list-style-type: none"> <li>Significante <b>geopolitieke</b> consequenties</li> <li>Invloed op <b>ruimtelijke ordening</b></li> <li>Invloed op <b>vestigingsklimaat/economie</b></li> </ul>
Overheids-ingrijpen bij marktfalen (zie IAK <sup>1</sup> )	1. Negatieve externe effecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prijs van producten/goederen reflecteert onvoldoende de <b>maatschappelijke kosten en baten</b> (RLI 2019)</li> <li>Beperkte beschikbaarheid van <b>biomassa (incl. biogas)</b> (als grondstof/brandstof) rechtvaardigt maatschappelijke afweging gebruik (SER 2020)</li> </ul>
	2. Collectieve goederen	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Collectieve kennis is</b> vereist waar de markt niet in (kan) voorzien (RLI 2019)</li> <li><b>Collectieve infrastructuur</b> is vereist waar de markt niet in (kan) voorzien (RLI 2019)</li> <li>Markt komt niet (tijdig) tot een <b>stelsel-efficiënte oplossing</b></li> <li><b>Innovatie</b> is vereist waar de markt niet in (kan) voorzien</li> </ul>
	3. Informatie-gebreken	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Relevante informatie</b> om beslissingen op te baseren ontbreekt (RLI 2019)</li> </ul>
	4. Monopolievorming	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risico op <b>ongewenste monopolievorming</b> (RLI 2019)</li> </ul>
Verregaand ingrijpen van de Rijksoverheid (in de markt)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Versnellen van de <b>marktontwikkeling</b> om eerder een positieve verandering te realiseren</li> <li>Direct ingrijpen in <b>keuzevrijheid marktpartijen</b> zodat de keuzes in lijn zijn met de maatschappelijke belang</li> </ul>

# II KEUZEVRAGEN OP EU/INTERNATIONAAL NIVEAU

Opgesplitst in vier thema's

Deze technische keuzevragen vallen dus niet onder een fundamentele technische keuzevraag  
**Onderbouwing in de keuzevragen excel**

Energieproductie en -import	Energieinfrastructuur	Energieverbruik	Omvang energievraag
-	-	Type klimaatneutrale brandstof voor de internationale scheepvaart	Mate van energie efficiëntie internationale scheepvaart
-	-	Type klimaatneutrale energiedrager zeer zwaar vervoer over lange afstanden	Mate van vervanging internationale scheepvaart door andere manieren van vervoer
-	-	Mate van bijmenging biodiesel in brandstof voor zwaar wegvervoer tijdens de transitie	Toepassing digitale optimalisatie van internationaal vrachtvervoer
-	-	Type klimaatneutrale brandstof voor de internationale luchtvaart	Mate van energie efficiëntie licht wegvervoer
-	-	-	Mate van energie efficiëntie zwaar wegvervoer
-	-	-	Mate van digitale optimalisatie van zwaar wegvervoer
-	-	-	Mate van energie efficiëntie huishoudelijke apparatuur
-	-	-	Mate en manier van vervanging gebruik van staal door andere materialen
-	-	-	Omvang van binnenlands staalverbruik
-	-	-	Mate van energie efficiëntie apparatuur commerciële gebouwen
-	-	-	Mate van energie efficiëntie internationale luchtvaart
-	-	-	Mate van vervanging internationaal vliegvervoer door andere manieren van vervoer
-	-	-	Mate en manier van vervanging van gebruik van ammoniak en urea door andere meststoffen
-	-	-	Omvang van binnenlands plastic verbruik
-	-	-	Mate van gebruik van gerecycled materiaal voor productie van stoomkraakproducten

# II KEUZEVRAGEN OP PROVINCIE/ENERGIE REGIO NIVEAU

Opgesplitst in vier thema's

Deze technische keuzevragen vallen dus niet onder een fundamentele technische keuzevraag  
**Onderbouwing in de keuzevragen excel**

Energieproductie en -import	Energieinfrastructuur	Energieverbruik	Omvang energievraag
Locatie van productie van waterstof voor zwaar vervoer	Aanpassingen en uitbreidingen T&D infrastructuur voor brandstoffen voor de internationale scheepvaart	Type industrieel verbruiker met aansluiting op centrale klimaatneutrale warmtevoorziening	Mate van verplaatsing licht wegvervoer naar het OV
Hoeveelheid en type energieopwekking op daken (en muren) van woningen	Aanpassingen en uitbreidingen opslag infrastructuur voor brandstoffen voor de internationale scheepvaart	-	-
Hoeveelheid en type energieopwekking op daken (en muren) van commerciële gebouwen	Locatie van opslag van elektriciteitsproductie van woningen	-	-
Mate van elektriciteitsproductie en andere energieproductie door de glastuinbouw	Mate van decentrale opslagcapaciteit van elektriciteitsproductie van woningen	-	-
Locatie productie klimaatneutrale elektriciteit op land	Mate van decentrale opslagcapaciteit van elektriciteitsproductie van commerciële gebouwen	-	-
Locatie geothermie in Nederland	Locatie van opslag van elektriciteitsproductie van commerciële gebouwen	-	-
Locatie productie duurzame bio-energie	Mate van aansluiting van de landbouw op warmtenetten	-	-
-	Locatie en capaciteit van transport van CO2 naar glastuinbouw	-	-
-	Locatie en capaciteit van transport van CO2 naar urea productie	-	-
-	Locatie en capaciteit van transport van CO2 naar synplastic productie	-	-
-	Locatie uitbreiding elektrische distributienet	-	-
-	Locatie verzwaring elektrische distributienet	-	-
-	Locatie opslag infrastructuur variaties elektriciteitsvraag	-	-
-	Mate van opslag capaciteit centraal geproduceerde warmte	-	-
-	Locatie opslag centraal geproduceerde warmte	-	-

# II KEUZEVRAGEN OP GEMEENTE NIVEAU

Opgesplitst in vier thema's

Deze technische keuzevragen vallen dus niet onder een fundamentele technische keuzevraag  
**Onderbouwing in de keuzevragen excel**

Energieproductie en -import	Energieinfrastructuur	Energieverbruik	Omvang energievraag
-	Locatie van elektrische laadinfrastructuur	Type klimaatneutrale verwarmingstechnologie voor woningen	Mate van vervanging licht wegvervoer naar (elektrische) fiets, elektrische scooter
-	Hoeveelheid en locatie waterstof tank infrastructuur voor licht wegvervoer	Type klimaatneutrale verwarmingstechnologie voor commerciële gebouwen	Mate van vervanging particulier autobezit door deelauto's
-	Type energie aansluiting van woningen	Type gebouwen met aansluiting centrale klimaatneutrale warmtevoorziening	Minimale isolatiegraad van een bepaald type woning
-	Type energie aansluiting van commerciële gebouwen	-	Minimale isolatiegraad commerciële gebouwen
-	Locatie centrale warmtevoorziening (grootschalige warmtenetten)	-	-

# II KEUZE NIET NODIG/AL GEMAAKT

Opgesplitst in vier thema's

Deze technische keuzevragen vallen dus niet onder een fundamentele technische keuzevraag  
**Onderbouwing in de keuzevragen excel**

Energieproductie en -import	Energieinfrastructuur	Energieverbruik	Omvang energievraag
Deel productie klimaatneutrale warmte in Nederland	Locatie uitbreiding aardgasnet	Type klimaatneutrale energiedrager voor licht wegvervoer	-
Mate van productie aardolie in Nederland	Mate van opslag capaciteit voor aardgas	-	-
Locatie productie aardolie in Nederland	Mate van opslag capaciteit voor aardolie	-	-



# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen

## ▪ Appendix

- I. Historisch energieverbruik en emissies
- II.a. Aanpak identificatie fundamentele technische keuzevragen

## ▪ II.b. Opties voor fundamentele technische keuzevragen

- II.c. Aannames ordening fundamentele technische keuzevragen
- III.a. Definities
- III.b. Illustratieve uitwerking consequentieraamwerk

# OPTIES PER FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAG (1/6)

## Uitwerking ter illustratie van de fundamentele keuzevragen

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Opties - illustratief en niet uitputtend	Welke informatie is nodig om deze vraag te kunnen beantwoorden?
<b>1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?</b>	Aandeel variabele elektriciteitsproductie per technologie	- % Wind op zee (gedreven door hoeveelheid GW additionele locaties bovenop vastgelegde kavels) - % Wind op land (gedreven door hoeveelheid GW additionele locaties bovenop vastgelegde kavels) - % Zon op land (gedreven door hoeveelheid GW additionele locaties bovenop vastgelegde kavels) - % Zon op dak - % Zon op zee	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatschappelijk draagvlak voor opweklocaties en typen opwek</li> <li>• Kosten van verschillende typen elektriciteitsproductie</li> <li>• Productieprofiel van opwek</li> <li>• Uitrolsnelheid van verschillende typen elektriciteitsproductie</li> </ul>
	Locatie van windparken op zee Aanlanding van windparken op zee	- Locaties op zee a. Dicht bij park aan de kust b. Dicht bij vraag aan de kust c. Dicht bij vraag in binnenland d. Aanlanding in vorm van waterstof e. Aan elektrische interconnectie	
<b>2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?</b>	Mate van verbruik energiedrager in bepaalde sectoren en locaties	Mate van verbruik per sector en per industriële locatie. Apart te beantwoorden voor ieder energiedrager; Elektriciteit, Waterstof, Bio-energie, Aardgas, Aardolie, Kolen: - Verbruik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten toepassing van energiedrager in bepaalde processen</li> <li>• Beschikbaarheid van energiedragers in Nederland/ op productielocaties</li> </ul>
	Verdeling beschikbare soorten energiedragers over sectoren	a. Geen gestuurde verdeling beschikbare energiedragers over verschillende sectoren b. Gestuurde verdeling beschikbare energiedragers over sectoren, voor selectie van energiedragers (e.g. bio-energie, aardgas) c. Gestuurde verdeling beschikbare energiedragers over sectoren, voor alle energiedragers	
<b>3. In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?</b>	Mate van afhankelijkheid van import per type energiedragers	- Apart te beantwoorden voor ieder energiedrager; Elektriciteit, Waterstof, Bio-energie, Aardgas, Aardolie, Kolen a. Geen import; zelfvoorzienend b. Import is X% deel van de Nederlandse vraag naar energiedrager c. Volledig afhankelijk van import	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mogelijkheden lokaal produceren</li> <li>• Verhouding kosten lokaal/internationaal produceren</li> <li>• Transportkosten</li> <li>• Geopolitieke situatie mogelijke productielanden</li> </ul>
	Mate van afhankelijkheid van import van energie uit bepaalde landen (of groepen van landen)	a. van 1 land afhankelijk in de Westerse wereld (e.g. Europa of USA) b. van 2 of meer landen afhankelijk in de Westerse wereld c. van 1 land afhankelijk in de niet-Westerse wereld (e.g. Rusland, land in Afrika, Zuid-Amerika of Midden-Oosten) d. van 2 of meer landen afhankelijk in zowel Westerse als niet-Westerse wereld	
	Mate van afhankelijkheid van import van energie voor specifieke sectoren	Per sector (e.g. internationale scheepvaart, internationale luchtvaart, olieraffinage): a. Geen import b. % deel van de sectorale energievraag afhankelijk van import c. Volledig afhankelijk van import voor de sectorale energievraag	

# OPTIES PER FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAG (2/6)

Uitwerking ter illustratie van de fundamentele keuzevragen

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Opties - illustratief en niet uitputtend
<b>4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?</b>	Mate van aardgaswinning	Hoeveelheid aardgaswinning
	Locatie van aardgaswinning	% winning op zee % winning op land
<b>5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzwafd en/of uitgebreid moeten worden?</b>	Moment van aansluiten	a. Pas als vraag of aanbod zeker is b. Vooruitlopend op nieuwe vraag of aanbod
	Alternatieve manieren van aansluiten	a. Directe aansluiting van opwek aan verbruik b. Flexibel verbruik (hybride boiler, waterstofproductie) aansluiten in plaats van het net verzwafden/uitbreiden c. Andere alternatieve manieren van aansluiten
	Prioritering van aansluitingen/verzwafden	a. Geen prioritering b. Prioritering op basis van maatschappelijk belang c. Prioritering op basis van bijdragen door de partij die een aansluiting/verzwafding verlangt d. Prioritering op basis van lokaal beschikbare arbeidskrachten e. Prioritering op basis van volgorde van aanvragen: 'first come first serve' f. Andere manier van prioritering
<b>6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?</b>	Mate van productie klimaatneutrale waterstof in Nederland	a. Geen binnenlandse productie klimaatneutrale waterstof b. % binnenlandse productie klimaatneutrale waterstof van totale nationale vraag c. Meer productie dan binnenlandse vraag, deel bestemd voor export
	Type klimaatneutrale waterstofproductie	a. Nederland produceert alleen groene waterstof b. Nederland produceert alleen blauwe waterstof c. Nederland produceert zowel groene als blauwe waterstof
	Locatie productie klimaatneutrale waterstof	a. Op land - dichtbij consumptie b. Op land - dichtbij i) elektriciteitproductie of ii) aardgas/CCS voorziening c. Op zee - gekoppeld aan parken op zee
<b>7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt moeten worden?</b>	Mate van beperking en regulering van gebruik van biomassa in energiesysteem (incl. groen gas)	a. Geen gebruik van (bepaalde typen) biomassa b. Beperkt en gereguleerd (e.g. volgens Europese duurzaamheidscriteria) gebruik biomassa c. Onbeperkt maar gereguleerd (e.g. volgens Europese duurzaamheidscriteria) gebruik biomassa d. Onbeperkt en ongereguleerd gebruik biomassa
	Toepassing van biomassa (incl. groen gas) als brandstof en/of grondstof in bepaalde sectoren	a. Geen gebruik biomassa in bepaalde sectoren b. Gebruik van biomassa in sectoren volgens biomassa cascadering c. Onbeperkt gebruik van biomassa in alle sectoren

# OPTIES PER FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAG (3/6)

Uitwerking ter illustratie van de fundamentele keuzevragen

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Opties - illustratief en niet uitputtend
<b>8. Wat zou het type en omvang van de energie-intensieve industrie moeten zijn?</b>	Type industrie behouden (e.g. staal productie, olie raffinage, klimaatneutrale brandstof productie, ammoniak productie, stoomkraken)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Behoud alle soorten industrie</li> <li>b. Alleen behoud industrie met hoge maatschappelijke en economische waarde (e.g. banen, kennis, aantrekking andere economische activiteiten)</li> <li>c. Alleen behoud industrie met relatief lage decarbonisatie kosten</li> <li>d. Alleen behoud industrie met geopolitieke strategische waarde</li> <li>e. Alleen behoud industrie met een andere reden</li> <li>f. Geen fossiele en energie intensieve industrie</li> </ul>
	Type industrie aantrekken/uitbreiden	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Aantrekken/uitbreiden van alle soorten industrie</li> <li>b. Alleen aantrekken/uitbreiden industrie met hoge maatschappelijke en economische waarde (e.g. banen, kennis, aantrekking andere economische activiteiten)</li> <li>c. Alleen aantrekken/uitbreiden industrie met relatief lage decarbonisatie kosten</li> <li>d. Alleen aantrekken/uitbreiden industrie met geopolitieke strategische waarde</li> <li>e. Alleen aantrekken/uitbreiden industrie met een andere reden</li> </ul>
	Omvang industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Industriële productie capaciteit niet gelimiteerd</li> <li>b. Industriële productie gelimiteerd (bijvoorbeeld in lijn gebracht met het daadwerkelijke binnenlandse gebruik van de geproduceerde producten)</li> </ul>
	Locatie industrie ten op zichte van verwachte effecten klimaatverandering	<ul style="list-style-type: none"> <li>A. Huidige industriële clusters</li> <li>B. Alleen locaties waar weinig impact van klimaatverandering verwacht wordt</li> </ul>
	Technische manier van uitrollen centrale waterstof infrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Uitsluitend hergebruik bestaand gasnet</li> <li>b. Voornamelijk hergebruik bestaand gasnet</li> <li>c. Voornamelijk nieuw leidingnet</li> </ul>
<b>9. Waar zou (centrale) waterstof transport- en distributie-infrastructuur uitgerold moeten worden?</b>	Ruimtelijke en sectorale dekking van waterstof transport en distributie infrastructuur	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Alleen transmissie tussen industriële vraag-(en productie)clusters (backbone)</li> <li>b. Landelijk en alle sectoren dekkend</li> <li>c. Alleen transmissie tussen Rotterdam en Ruhrgebied</li> <li>d. Alleen transmissie langs de Nederlandse kust</li> <li>e. Alleen in industriële clusters</li> </ul>
	Moment van aanleg	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pas als vraag of aanbod zeker is</li> <li>b. Vooruitlopend op nieuwe vraag of aanbod</li> </ul>

# OPTIES PER FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAG (4/6)

Uitwerking ter illustratie van de fundamentele keuzevragen

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Opties - illustratief en niet uitputtend
<b>10. Wat zou de mate van flexibiliteit en (centrale) sturing van het elektriciteitsverbruik moeten zijn?</b>	Mate van flexibiliteit en (al dan niet centrale) sturing	Per verbruikssector: a. Geen flexibiliteit en centrale sturing b. % flexibiliteit en centrale sturing op niveau van het centrale net c. % flexibiliteit en centrale sturing op niveau van het lokale net d. % flexibiliteit en centrale sturing 'achter de meter'
	Type flexibiliteit	a. Onbalans b. Voorkomen netcongestie c. Uurlijkse variaties d. Intraday e. Seizoensvariatie f. Ander type flexibiliteit
	Type flexibiliteit in verbruik	Per verbruikssector: a. Alleen flexibiliteit in afname b. Alleen flexibiliteit in teruglevering c. Flexibiliteit in zowel afname als teruglevering
<b>11. Op welke wijze zou de regelbare elektriciteitsproductie moeten worden ingevuld?</b>	Type technologie voor regelbare klimaatneutrale elektriciteitsproductie	a. Waterstofcentrale (groen of blauw) b. Aardgas + CCS c. Bio-energie (biomassa of biogas) d. Andere technologie
	Mate van opslag capaciteit uurlijkse variaties elektriciteitsvraag	a. Geen opslag - alle variatie opvangen via regelbare productie b. Variatie % verminderd tov huidige business-as-usual scenario door vraag- en aanbodsturing, overige voorzien door lokale of centrale opslag c. Totale variatie voorzien door lokale of centrale opslag d. Variatie voorzien door interconnecties
	Mate van opslag capaciteit intraday variaties elektriciteitsvraag	a. Geen opslag - alle variatie opvangen via regelbare productie b. Variatie % verminderd tov huidige business-as-usual scenario door vraag- en aanbodsturing, overige voorzien door lokale of centrale opslag c. Totale variatie voorzien door lokale of centrale opslag d. Variatie voorzien door interconnecties
	Mate van opslag capaciteit seizoensvariaties elektriciteitsvraag	a. Geen opslag - alle variatie opvangen via regelbare productie b. Variatie % verminderd tov huidige business-as-usual scenario door vraag- en aanbodsturing, overige voorzien door lokale of centrale opslag c. Totale variatie voorzien door lokale of centrale opslag d. Variatie voorzien door interconnecties

# OPTIES PER FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAG (5/6)

Uitwerking ter illustratie van de fundamentele keuzevragen

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Opties - illustratief en niet uitputtend
<b>12. In welke mate zou er waterstof en/of biogas bijgemengd moeten worden in het aardgasnet?</b>	Mate van bijmengen waterstof in aardgasnet	a. 0% b. 0-15% c. >15%
	Mate van bijmengen biogas in aardgasnet	a. 0% b. 0-100%
<b>13. Waar en in welke mate zou transport en opslag van CO<sub>2</sub> moeten plaatsvinden?</b>	Ruimtelijke en sectorale dekking van CO <sub>2</sub> transport infrastructuur	a. Landelijk en alle sectoren dekkend b. Alleen in vraagclusters c. Alleen in en tussen vraag-(en productie)clusters (backbone) d. Internationale infrastructuur
	Locatie CO <sub>2</sub> opslag infrastructuur	a. Alleen in lege gasvelden op zee b. In lege gasvelden op zee en op land
	Moment van aanleg	a. Pas als vraag zeker is b. Vooruitlopend op nieuwe vraag of aanbod
	Mate van toepassing CO <sub>2</sub> opslag	a. Onbeperkte toepassing b. Gelimiteerd in de tijd: tot aan een bepaald jaar c. Gelimiteerd in hoeveelheid: tot aan een bepaalde hoeveelheid
<b>14. Waar en tot wanneer zou fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand moeten blijven?</b>	Locatie en tijdsfad van in stand blijven bestaand aardgas net	a. In heel Nederland, tot laatste gebruiker aardgas (e.g. in industrie, laatste huis woonwijk) b. In industriële clusters waar aardgas blijvend gebruikt zal worden, tot laatste gebruiker. Rest weghalen zodra overgestapt op alternatieve energiebron voor warmte. c. Alleen in stand blijven voor locaties interessant voor retrofit tot waterstofnet. Rest weghalen zodra overgestapt op alternatieve energiebron voor warmte.

# OPTIES PER FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAG (6/6)

Uitwerking ter illustratie van de fundamentele keuzevragen

Fundamentele technische keuzevraag	Deelvraagstukken	Opties - illustratief en niet uitputtend
<b>15. In welke mate zou kernenergie onderdeel moeten zijn van de elektriciteitsproductie?</b>	Capaciteit kerncentrale in Nederland	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Uitbreiden naar X% van baseload elektriciteitsvraag voor eindgebruik elektriciteit</li> <li>b. Geen additionele kernenergie in Nederland, huidige capaciteit behouden tot bepaald jaar</li> <li>c. Geen kernenergie in Nederland</li> </ul>
	Locatie kerncentrale in Nederland	Locatie kerncentrale(s)
<b>16. Waar, in welke mate en op welke wijze zou een strategische reserve voor nieuwe energiedragers aangelegd moeten worden?</b>	Capaciteit strategische reserve	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. % van energieaanbod dat wordt ingevuld door import</li> <li>b. % van energieaanbod dat kwetsbaar is voor onvoorziene interrupties (bijv. digitale aanval)</li> <li>c. Ander % van energieaanbod</li> </ul>
	Type strategische reserve	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Waterstof</li> <li>b. Aardgas</li> <li>c. Biogas</li> <li>d. Batterij</li> <li>e. Ander type opslag</li> </ul>
	Locaties strategische reserve	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Zoutcavernes Noord-Nederland</li> <li>b. Tanks verspreid door Nederland</li> <li>c. Andere locaties</li> </ul>

# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen

## ▪ Appendix

- I. Historisch energieverbruik en emissies
- II.a. Aanpak identificatie fundamentele technische keuzevragen
- II.b. Opties voor fundamentele technische keuzevragen

## ▪ II.c. Aannames ordening fundamentele technische keuzevragen

- III.a. Definities
- III.b. Illustratieve uitwerking consequentieraamwerk



# ORDENINGSCRITERIA VAN FUNDAMENTELE TECHNISCHE KEUZEVRAGEN

Een fundamentele technische keuzevraag is van groter belang als...

## 1 Belang voor transitie van het energiesysteem

- ... het een grote impact heeft op de verwachte **verandering in het energiesysteem** tussen nu en 2050. Of;
- ... het een groot deel van de verwachte verandering in het energiesysteem tussen nu en 2050 mogelijk maakt.

**Scoring: % van de energievraag in 2050**

- Hoog: >20% van de energievraag in 2050
- Midden: 10-20% van de energievraag in 2050
- Laag: <10% van de energievraag in 2050

## 2 Belang voor beantwoorden van andere keuzevragen

...het maken van de keuze van invloed is op het beantwoorden van meer **andere** fundamentele technische **keuzevragen**

**Scoring: aantal keuzevragen dat alleen beantwoord kan worden na het maken van deze keuze:**

- Hoog: >5 andere keuzevragen
- Laag: <5 andere keuzevragen

Een fundamentele technische keuzevraag heeft een grotere urgentie als...

- 3 ...het nodig is dat de Rijksoverheid eerder handelt zodat een keuze tijdig gemaakt wordt

**Scoring:**

- Zeer hoog: De Rijksoverheid moet zo snel mogelijk handelen omdat de energietransitie **nu al vastloopt**
- Hoog: De Rijksoverheid moet in de komende 2 jaar handelen zodat andere partijen stappen kunnen zetten om projecten (met een langere looptijd) **voor 2030** te kunnen opstarten
- Midden: De Rijksoverheid moet in de komende 2 jaar handelen zodat andere partijen stappen kunnen zetten om projecten (met een langere looptijd) **voor 2035** te kunnen opstarten
- Laag: De Rijksoverheid hoeft nog niet te handelen, want dit vraagstuk is nu nog niet relevant, zelfs als de looptijd van het project wordt meegenomen

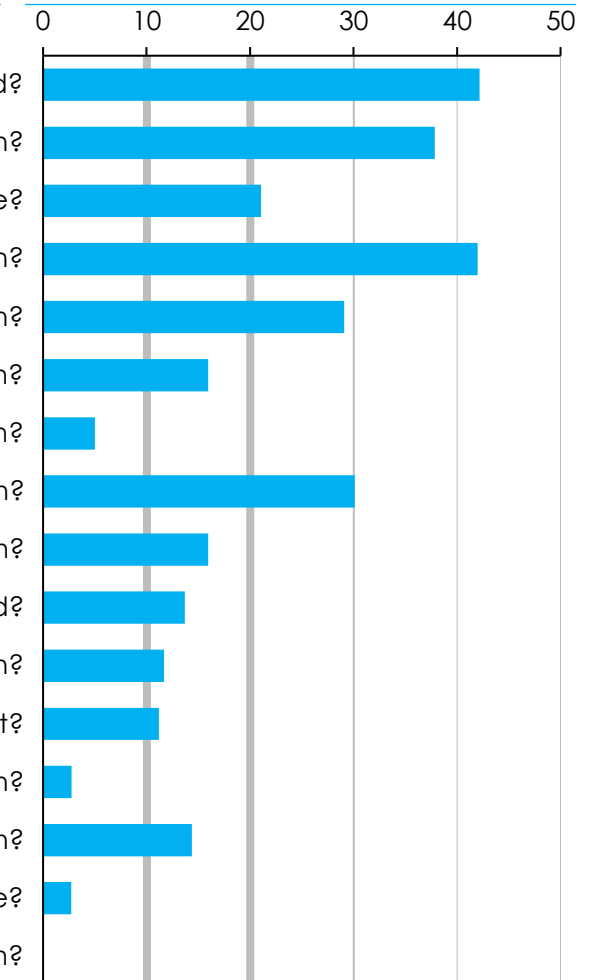
Noot: De ordeningscriteria hebben als doel om zo neutraal mogelijk het bereik van een keuzevraag weer te geven. Uiteraard zijn er ook andere ordeningscriteria mogelijk.

# ① BELANG VOOR TRANSITIE VAN HET ENERGIESYSTEEM

## Fundamentele technische keuzevraag

1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?
2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?
3. In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?
4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?
5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzaamd en/of uitgebreid moeten worden?
6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?
7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt moeten worden?
8. Wat zou het type en omvang van de energie-intensieve industrie moeten zijn?
9. Waar zou (centrale) waterstof transport- en distributie-infrastructuur uitgerold moeten worden?
10. Op welke wijze zou de regelbare elektriciteitsproductie moeten worden ingevuld?
11. Wat zou de mate van flexibiliteit en sturing van het elektriciteitsverbruik moeten zijn?
12. In welke mate zou er waterstof en/of biogas bijgemengd moeten worden in het aardgasnet?
13. Waar en in welke mate zou CCS moeten plaatsvinden?
14. Waar en tot wanneer zou fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand moeten blijven?
15. In welke mate zou kernenergie onderdeel moeten zijn van de elektriciteitsproductie?
16. Waar, in welke mate en op welke wijze zou een strategische reserve voor nieuwe energiedragers aangelegd moeten worden?

**Belang voor het energiesysteem**  
Verschil tussen 2015 en 2050, als % van energieaanbod in 2050<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Energieaanbod incl. non-energetisch en incl. internationale bunkers, is 2846 PJ in 2050. Op basis van het Nationale sturing scenario van Berenschot, Kalavasta (2020) Klimaatneutrale energie scenario's, TNO, CBS

# 1 BELANG VOOR TRANSITIE VAN HET ENERGIESYSTEEM – AANNAMES

Fundamentele technische keuzevraag	Verandering '15-'50 (PJ) <sup>†</sup>	Aannames
1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?	1,200	Verskil in opwekking duurzame elektriciteit in het totale energieaanbod
2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?	1,077	Absolute verandering per energiedrager in energievraag industrie (incl. raffinage, incl. non-energetisch) in 2050
3. In hoeverre en voor welke energiedragers zou Nederland afhankelijk moeten zijn van de import van energie?	(599)	Verskil in geïmporteerd energieaanbod (elektriciteit, waterstof, olie, kolen, gas) in het totale energie aanbod (incl. non-energetisch)
4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?	1,195	Absoluut verschil tussen productie in 2015 (volledig uit binnenlandse productie), en 2050 (geen aardgasverbruik in scenarios)
5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzaamd en/of uitgebreid moeten worden?	828	Verskil tussen elektriciteitsvraag in '15 (elektriciteit vooral uit omzetting andere brandstoffen) en elektriciteitsaanbod in '50 (elektriciteit vooral uit duurzame bronnen, dat daarna deels wordt omgezet in waterstof, aannahme dat die elektriciteit via elektriciteitsnet naar de waterstofproductie gaat)
6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?	454	Aandeel waterstof in totale energie aanbod in '50. Met bunkers en kerosine minimaal verschil, aangezien wordt aangenomen dat import in vorm van synfuel & ammonia is, alleen binnenlandse productie gebruikt direct waterstof, dat binnenlands geproduceerd is. Aangenomen dat in '15 geen klimaatneutrale waterstof werd geproduceerd
7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt moeten worden?	143	Verskil tussen bioenergieverbruik '15 en '50 per type bioenergie drager
8. Wat zou het type en omvang van de energie-intensieve industrie moeten zijn?	857	Volledige energievraag van energie intensieve industrie in '50
9. Waar zou (centrale) waterstof transport- en distributie-infrastructuur uitgerold moeten worden?	454	Aandeel waterstof in totale energie aanbod in '50. Met bunkers en kerosine minimaal verschil, aangezien wordt aangenomen dat import in vorm van synfuel & ammonia is, alleen binnenlandse productie gebruikt direct waterstof, mogelijk van het waterstof net. Waterstofnet in '15 aangenomen op praktisch 0
10. Op welke wijze zou de regelbare elektriciteitsproductie moeten worden ingevuld?	390	Hoeveelheid regelbare elektrische opwek en opslag. Voor 2015 is een factor 6 verkleining aangenomen (gebaseerd op schatting TNO)
11. Wat zou de mate van flexibiliteit en sturing van het elektriciteitsverbruik moeten zijn?	333	Hoeveelheid flexibele electriciteitsvraag in '50. Voor 2015 is een factor 6 verkleining aangenomen (gebaseerd op schatting TNO)
12. In welke mate zou er waterstof en/of biogas bijgemengd moeten worden in het aardgasnet?	319	Dit is maximaal het groen gasaanbod plus waterstofvraag (alleen waterstofvraag niet bestemd voor bunkers en kerosine) in '50 mijn groen gas aanbod in '15
13. Waar en in welke mate zou CCS moeten plaatsvinden?	79	Energie van energiedragers gerelateerd aan CCS van 5,9 Mt/yr in '50 (aangenomen gemiddeld 75 kg CO <sub>2</sub> /GJ)
14. Waar en tot wanneer zou fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand moeten blijven?	409	Waterstof vraag in '50 (excl. bunkers en kerosine, aannahme dat vooral synfuel & ammonia zal zijn) plus aanbod (groen) gas
15. In welke mate zou kernenergie onderdeel moeten zijn van de elektriciteitsproductie?	78	Aangenomen 2x 1.5 GW centrale, baseload productie additioneel in '50
16. Waar, in welke mate en op welke wijze zou een strategische reserve voor nieuwe energiedragers aangelegd moeten worden?	-	0 TWh voor strategische reserve (zoals aangenomen in nationaal scenario)

<sup>†</sup> Verschil tussen 2050 en 2015 in PJ incl. non-energetisch en incl. internationale bunkers. Op basis van het Nationale sturing scenario van Berenschot, Kalavasta (2020) Klimaatneutrale energie scenarios, TNO, CBS

### 3 URGENTIE – AANNAMES EN BRONNEN (1/4)

Fundamentele keuzevraag	Urgentie	Gewenste oplevertijd projecten	Bron	Ontwikkeltijd	Bron
1. Waar, in welke mate en met welke technologie zou elektriciteit uit duurzame bronnen moeten worden opgewekt in Nederland?	Hoog	2030. Wind op zee is nodig om klimaatdoelstellingen in 2030 te behalen. Huidige plannen zorgen niet voor afdoende WOZ voor de aangescherpte klimaatdoelstellingen voor 2030	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid	7 - 10 jaar (WOZ). 5-10 jaar (Wind/Zon op land)	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid
2. In welke mate zou welk type energiedrager in de industriële sector gebruikt moeten worden?	Hoog	2030. dan moet de industrie 14.3 Mton minder CO2 uitstoten en sterker verduurzamen (Klimaatakkoord, specifieke aantallen en jaartallen voor verdere reductie zijn sector & bedrijf afhankelijk). Verwachting is dat een deel hiervan komt van bijvoorbeeld elektrificatie van industriële processen en de toepassing van CCS.	Klimaatakkoord (2019) Klimaattransitie door de Nederlandse Industrie (2020)	8-13 jaar. Aantal jaren en moment van start afhankelijk van industrie en type verduurzaming.	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid
3. In hoeverre en voor welke energiedragers wil Nederland afhankelijk zijn voor de import van energie?	Hoog	2030. Afhankelijkheid van aardgas nu relevant vanwege afschaling Groningen en situatie rondom Rusland. Situatie voor klimaatneutrale energiedragers in 2022 niet een barrière voor transitie, maar belangrijk om voor 2030 op te lossen gezien de groei in vraag naar deze energiedragers en daarmee de eventuele uitbouw van binnenlandse energieproductie dan wel import infrastructuur (bijv. voor waterstof)	Klimaatakkoord (2019) Berenschot (2020)	7-10 jaar (Wind op zee) 8-13 jaar (Waterstof import of productie)	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid
4. In welke mate zou er in Nederland aardgas gewonnen moeten worden?	Zeer hoog	Nu urgent. Door de oorlog in Oekraïne is het debat over de binnenlandse aardgasproductie weer geopend. Op korte termijn is er een antwoord nodig	Kamerbrief Staatssecretaris Vijlbrief: 'Antwoorden op Kamervragen over winnen extra gas uit Groningenveld' (8 maart 2022)		

### 3 URGENTIE – AANNAMES EN BRONNEN (2/4)

Fundamentele keuzevraag	Urgentie	Gewenste oplevertijd projecten	Bron	Ontwikkeltijd	Bron
5. Op welke wijze zou het elektriciteitsnet verzaard en/of uitgebreid moeten worden?	Zeer hoog	Nu urgent. Dit is momenteel een barrière in de energietransitie, waardoor in bepaalde gevallen nieuwe zon op dak of zon op land niet aangesloten kan worden, of decentraal opgewekte elektriciteit niet kan worden getransporteerd	I13050 (2021) Brief voor formateurs - Netbeheer Nederland (2021)	1-10 jaar; afhankelijk van soort kabel/station: - 1 jaar voor MS/LS station, 7-10 jaar voor HS station. (voor een groot deel wordt deze ontwikkeltijd gedreven door vergunningstrajecten)	Energiebeheer Nederland (2019) Basisdocument Energie infrastructuur
6. Waar en op welke wijze zou in Nederland klimaatneutrale waterstof geproduceerd moeten worden?	Hoog	2030. 3-4 GW electrolyse in NL in Klimaatakkoord. In coalitieakkoord wordt de start van grootschalige productie van groene/blauwe waterstof niet genoemd	Klimaatakkoord (2019) Coalitieakkoord (2021)	8-13 jaar (electrolyse project)	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid
7. Op welke wijze en in welke mate zou biomassa (inclusief groen gas) gebruikt moeten worden?	Hoog	2030. Nu al onderwerp van debat, met name het gebruik van biomassa voor verbranding. Tegelijkertijd is het gebruik van biomassa de afgelopen 5 jaar aanzienlijk toegenomen en zijn er plekken aan te wijzen waar biomassa de transitie kan versnellen	SER (2020), Biomassa in balans CBS ( <a href="https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/39/steeds-meer-hernieuwbare-energie-uit-biomassa">https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/39/steeds-meer-hernieuwbare-energie-uit-biomassa</a> )	4-13 jaar	Inschatting op basis Diemen biomassa centrale Vattenfall (eventuele productie 2026) en grootschalige ombouw projecten chemische industrie.
8. Wat zou het type en omvang van de energie-intensieve industrie moeten zijn?	Midden	voor 2035. In 2030 moet de industrie 14.3 Mton minder CO2 uitstoten en sterker verduurzamen. Wellicht wordt in eerste instantie gekozen voor de minder ingrijpende stappen in de productieprocessen. Hoewel duidelijkheid voor industriële partijen belangrijk is, is voor het halen van de doelstellingen een beslissing over de samenstelling van de Nederlandse industrie waarschijnlijk pas later eventueel van belang.	Klimaatakkoord (2019) Berenschot (2020)	Uitrol van emissiereductie technologie vanaf het moment van de investeringsbeslissing is minder dan 5 jaar (NVDE)	Inschatting op basis van TATA (DRI deels van start voor 2030, deels voor 2035) <a href="https://omgeving.tatasteel.nl/nieuws/2021/onafhankelijk-onderzoek-fnv-en-tata-staal-groene-productie-staal-haalbaar.html">https://omgeving.tatasteel.nl/nieuws/2021/onafhankelijk-onderzoek-fnv-en-tata-staal-groene-productie-staal-haalbaar.html</a> NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid

### 3 URGENTIE – AANNAMES EN BRONNEN (3/4)

Fundamentele keuzevraag	Urgentie	Gewenste oplevertijd projecten	Bron	Ontwikkeltijd	Bron
9. Waar zou (centrale) waterstof transport- en distributie-infrastructuur uitgerold moeten worden?	Hoog	2030 conform plannen van HyWay27. Het is niet gegeven dat die door hoeven te gaan, maar het is wel belangrijk nu te beslissen of die door moeten gaan indien de wens is voor 2030 te realiseren. Daarbij komt dat voor grootschalige electrolyse of waterstofimportprojecten het van belang is zicht te hebben over mogelijke afname op locaties waarvoor pijpleidingen gewenst zijn.	HyWay 27	3 jaar. De ontwikkeltijd van een tracé is ongeveer drie jaar vanaf FID tot aan ingebruikname. Gegeven mogelijke vrijval van bestaande tracés, schat Gasunie in dat bij tijdige besluitvorming een landelijk waterstoftransportnet in 2030 gerealiseerd zou kunnen zijn.	HyWay 27
10. Wat zou de mate van flexibiliteit en (centrale) sturing van het elektriciteitsverbruik moeten zijn?	Hoog	2030. Voorgesteld beleidsdoel tot 42 TWh elektriciteitsverbruik in 2030 conform advies van stuurgroep 'Extra Opgave' aan EZK. Tijdens groei in elektrificatie is het belangrijk dat flexibiliteit wordt meegenomen.	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid	5-10 jaar (grootschalige warmtepompen & elektrische boilers). Ondergrens van 5 jaar alleen haalbaar als er geen netverzwaring nodig is.	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid
11. Op welke wijze zou de regelbare elektriciteitsproductie moeten worden ingevuld?	Hoog	2030. Bij het snel overschakelen naar duurzame elektriciteitsvoorziening wordt ook de bestaande regelbare productie afgeschaald. Eneco geeft aan haar laatste gascentrales in 2035 te sluiten en in 2030 al een groot deel. Geen uitspraak Essent & Vattenfall over eventuele jaar van sluiting of CCS, verwacht wordt voor 2040	Eneco persbericht (2021)	10 jaar.	Inschatting
12. In welke mate zou er waterstof en/of biogas bijgemengd moeten worden in het aardgasnet?	Hoog	2030. Groen gas wordt al bijgemengd in aardgasnetwerk en er wordt nu al gesproken over bijmengen waterstof in gebouwde omgeving. Omdat er slechts één type gas door hetzelfde gasnet gaat, kan de infrastructuur bepalend zijn voor welk type gas waar opportuun is. Keuzes hierover moeten per verzorgingsgebied worden gemaakt.	I13050 (2021)	1-8 jaar. Biogas kan nu al maar vereist aansluiting productie. Klimaatneutrale waterstof productie opschalen kost naar schatting 8 jaar. Daarnaast zijn er aanpassingen aan het net nodig en eventueel aan apparatuur zoals boilers	NVDE (2021) Pleidooi versnelling besluiten klimaatbeleid

### 3 URGENTIE – AANNAMES EN BRONNEN (4/4)

Fundamentele keuzevraag	Urgentie	Gewenste oplevertijd projecten	Bron	Ontwikkeltijd	Bron
13. Waar en in welke mate zou transport en opslag van CO2 moeten plaatsvinden?	Hoog	2030. Aramis van plan om in 2026 operationeel te zijn, met een investeringsbeslissing in 2023. Extra CCS bovenop Porthos nu niet expliciet meegenomen voor 2030 in coalitieakkoord	Aramis website Coalitieakkoord (2021)	6 jaar	Aramis website
14. Waar en tot wanneer zou fossiele infrastructuur (zoals het aardgasnet) in stand moeten blijven?	Midden	voor 2035. Afhankelijk van uitfasering aardgasgebruik in gebouwde omgeving, elektriciteitsopwek en industrie & waar de infrastructuur voor waterstof zal worden gebruikt. Volgens huidige wetgeving mogen gasleidingen die overbodig zijn niet in de grond blijven liggen - besluiten infrastructuur te houden moeten dus tijdig worden genomen en met concreet doel voor hergebruik. Verwachting is dat dit pas later in de transitie gaat spelen	Alliander, expert interviews	Als inschatting ongeveer 1 jaar. Een ongebruikte (verzegelde) gasleiding wordt (bij particulieren) na een jaar verwijderd.	Websites Netbeheer Nederland, Enexis
15. In welke mate zou kernenergie onderdeel moeten zijn van de elektriciteitsproductie?	Midden	Voor 2035. Ondanks ambitieuze plannen is eerder dan 2035 waarschijnlijk niet realistisch haalbaar vanwege lengte ontwikkeltijd.	Coalitieakkoord (2021)	10-18 jaar.	Trouw (2021). Recente projecten Finland: 17 jaar. Frankrijk: 15 jaar. Schatting UK: 10-12 jaar. "In theorie kan een nieuwe centrale er in een jaar of tien staan", zegt Thijs Vandenbussche, klimaat- en energie-expert bij denktank EPC in Brussel. "Maar vaak zorgen technische problemen voor vertraging."
16. Waar, in welke mate en op welke wijze zou een strategische reserve voor nieuwe energiedragers aangelegd moeten worden?	Laag	Na 2035. Verwachting is dat een strategische reserve voor nieuwe energiedragers (elektriciteit, waterstof) pas relevant wordt in de latere stadia van de transitie	Expert interviews		

# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen

## ▪ Appendix

- I. Historisch energieverbruik en emissies
- II.a. Aanpak identificatie fundamentele technische keuzevragen
- II.b. Opties voor fundamentele technische keuzevragen
- II.c. Aannames ordening fundamentele technische keuzevragen

## ▪ III.a. Definities

- III.b. Illustratieve uitwerking consequentieraamwerk



# DEFINITIES (1/6)

## Energiesysteem

### Energiesysteem

Het energiesysteem omvat de gehele energiewaardeketen; alles wat nodig is om energie van opwek naar gebruik te brengen. In een energiesysteem komen zowel technische, economische, sociaal-maatschappelijke en juridische deelsystemen samen. Onder het technische deelsysteem verstaan we de gehele keten van opwek, transport, conversie, opslag en gebruik van verschillende vormen van energie. Het economische deelsysteem omvat onder andere marktmodellen, business cases en financieringsvormen. Het sociaal-maatschappelijke deelsysteem richt zich op onder meer ruimtelijke inrichting, besluitvorming en menselijk gedrag. Het juridisch deelsysteem betreft wet- en regelgeving inclusief het onderliggende vergunningen- en normenkader en governance.

## Politieke kader

### Politieke kader

Het politieke kader is de expliciet gemaakte verzameling waarden en bijbehorende normen waarmee de verschillende belangen in de samenleving gewaarborgd worden bij het nemen van beslissingen over verdelingsvraagstukken en over de in te zetten middelen om gewenste doelen te bereiken.

# DEFINITIES (2/6)

## Keuzevragen

Hieronder worden verschillende subsets van keuzevragen besproken.

- Keuzevraag
- Fundamentele keuzevraag, fundamentele keuzevraag in het energiesysteem
- Technische keuzevraag (in het energiesysteem), niet-technische keuzevraag (in het energiesysteem)
- Fundamentele technische keuzevraag

## Keuzevraag

Een keuzevraag is een vorm van vraagstelling waarbij gekozen kan worden tussen twee of meer opties.

## Fundamentele keuzevraag

Een fundamentele keuzevraag is een keuzevraag met een grote impact, zoals bijvoorbeeld een grote sociale en/of ecologische en/of economische impact en die sterk richtinggevend is (en daarmee ten grondslag ligt aan andere keuzevragen).

# DEFINITIES (3/6)

Fundamentele keuzevraag gericht op het energiesysteem

Een fundamentele keuzevraag gericht op het energiesysteem is een fundamentele keuzevraag die betrekking heeft op het energiesysteem, met name gericht op de inrichting en/of ontwikkeling en/of het functioneren daarvan.

Technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem)

Een technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem) is een keuzevraag die betrekking heeft op het technische deelsysteem van het energiesysteem, met name gericht op de inrichting en/of ontwikkeling en/of het functioneren daarvan.

**Duiding:** Het technische deelsysteem van het energiesysteem bestaat uit de gehele keten van opwek, transport, conversie, opslag en gebruik van verschillende vormen van energie.

Fundamentele technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem)

Een fundamentele technische keuzevraag is een fundamentele keuzevraag die zich beperkt tot het technische deelsysteem van het energiesysteem.

**Duiding:** De opties en consequenties kunnen betrekking hebben op andere deelsystemen van het energiesysteem dan alleen het technische deelsysteem.

# DEFINITIES (4/6)

Niet-technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem)

Een niet-technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem) is een keuzevraag die betrekking heeft op het economische, en/of sociaal-maatschappelijke en/of juridische deelsysteem van het energiesysteem, met name gericht op de inrichting en/of ontwikkeling en/of het functioneren daarvan.

**Duiding:** Het economische deelsysteem omvat onder andere marktmodellen, businessmodellen en financieringsvormen. Het sociaal-maatschappelijke deelsysteem richt zich op onder meer ruimtelijke inrichting, besluitvorming en menselijk gedrag. En het juridisch deelsysteem betreft wet- en regelgeving inclusief het onderliggende vergunningen- en normenkader en governance.

Fundamentele niet-technische keuzevraag (gericht op het energiesysteem)

Een fundamentele niet-technische keuzevraag is een fundamentele keuzevraag die zich beperkt het economische, en/of sociaal-maatschappelijke en/of juridische deelsysteem van het energiesysteem.

**Duiding:** De opties en consequenties kunnen betrekking hebben op alle deelsystemen van het energiesysteem.

# DEFINITIES (5/6)

## Optie

## Optie

Een optie is een mogelijk antwoord op een keuzevraag.

## Consequentie

## Consequentie

Een consequentie is een gevolg van de keuze voor een bepaalde optie.

## Consequentieraamwerk (gericht op het energiesysteem)

Het consequentieraamwerk gericht op het energiesysteem is een geordend overzicht waarmee de consequenties van een optie op een gestructureerde manier inzichtelijk gemaakt kunnen worden, om de gevolgen van verschillende opties met elkaar te kunnen vergelijken. Het consequentieraamwerk gericht op het energiesysteem toetst minimaal in welke mate de consequenties in lijn zijn met het politieke kader gericht op het energiesysteem.

# DEFINITIES (6/6)

## Beleid

### Beleidsbarrière in de energietransitie

Een beleidsbarrière in de energietransitie is een onderdeel van het huidige overheidsbeleid dat de energietransitie vertraagt of anderszins belemmert.

### Beleidsinstrument

Een beleidsinstrument is een middel dat een organisatie inzet om beleid uit te voeren. Meestal wordt de term gebruikt in het kader van overheidsbeleid.

# INHOUDSOPGAVE

- I. Context
- II. Belangrijkste bevindingen fundamentele technische keuzevragen
- III. De fundamentele keuzevragen in samenhang: van keuzevraag naar beleid
- IV. Andere ondersteunende voorwaarden voor energietransitie-beleid
- V. Mogelijke vervolgstappen

## ▪ Appendix

- I. Historisch energieverbruik en emissies
- II.a. Aanpak identificatie fundamentele technische keuzevragen
- II.b. Opties voor fundamentele technische keuzevragen
- II.c. Aannames ordening fundamentele technische keuzevragen
- III.a. Definities

## ▪ III.b. Illustratieve uitwerking consequentieraamwerk

# UITGEWERKTE OPTIES TER ILLUSTRATIE VAN CONSEQUENTIERAAMWERK

## 8. Waar zou (centrale) waterstof transport en distributie infrastructuur uitgerold moeten worden?

### Deelvraag- stukken

**Technische manier** van uitrollen waterstof transport en distributie infrastructuur

**Ruimtelijke en sectorale dekking** waterstof transport en distributie infrastructuur

### Opties

1. Uitsluitend hergebruik bestaand gasnet
2. **Voornamelijk hergebruik bestaand gasnet**
3. Voornamelijk nieuw leidingnet

1. **Alleen transmissie tussen industriële vraag-(en productie)clusters (backbone)**
2. **Landelijk en alle sectoren dekkend**
3. Alleen transmissie tussen Rotterdam en Ruhrgebied
4. Alleen transmissie langs de Nederlandse kust
5. Alleen in industriële clusters

*Illustratieve uitwerking van deze twee opties op de volgende pagina*

NOOT: Zoals besproken is de uitwerking van de opties in het consequentieraamwerk illustratief. Bij werkelijk gebruik van het raamwerk zouden de antwoorden kwantitatief moeten zijn (ipv met name kwalitatief zoals in deze voorbeelden)



# KEUZEVRAAG WATERSTOFNET: UITWERKING CONSEQUENTIES (1/3) Illustratief

Wenselijkheid

Onderwerp	Mogelijke consequentie van technische optie of beleidsoptie	Consequenties optie 1. Alleen waterstofnet tussen industriële vraag-(en productie)clusters (backbone)	Consequenties optie 2. Landelijk en alle sectoren dekkend waterstofnet
<b>Duurzaam</b>	In welke mate draagt de optie bij aan het halen van de 2030 klimaatdoelen?	<b>Het transportnet faciliteert een reductie in CO2 uitstoot van X ton tot 2030</b> bij gebruik van klimaatneutrale waterstof. Het faciliteert transport tussen clusters van gemiddeld 4 PJ -15 PJ per tracé (conservatief – progressief, HyWay 27) en zo de ontwikkeling van grote waterstofproductie projecten.	<b>Het transportnet faciliteert een reductie in CO2 uitstoot van X ton tot 2030</b> bij gebruik klimaatneutrale waterstof. Het is niet aannemelijk dat voor 2030 distributienetten nodig zullen zijn.
	In welke mate draagt de optie bij aan het halen van de 2050 klimaatdoelen?	<b>Het transportnet faciliteert een reductie in CO2 uitstoot van X ton tot 2050.</b>	<b>Het transportnet faciliteert een reductie in CO2 uitstoot van X ton tot 2050.</b>
	In hoeverre levert de optie een bijdrage aan klimaatadaptatie?	<b>Geen bijdrage.</b>	<b>Geen bijdrage.</b>
	In welke mate vergroot of verkleint van de optie het gebruik van grondstoffen?	<b>Gering vergroting.</b> Het gebruik van huidige tracés heeft een neutrale invloed op het lange termijn grondstoffen gebruik. Voor het grootste deel van de transportbehoefte tot 2040 zijn bestaande aardgasleidingen beschikbaar. Er zullen voor aansluiting ook nieuwe tracés moeten worden gebouwd.	<b>Overwegende vergroting (aannemelijk).</b> Voor fijnmazige distributie zijn pas bestaande gasleidingen beschikbaar zodra deze van aardgas afgaan – tegelijk aansluiten aan gebruik aardgas is vaak niet mogelijk omdat er beperkt parallelle leidingen zijn gelegd.
	In welke mate vergroot of verkleint de optie de (negatieve) impact op het milieu?	<b>Geen tot gering vergroting.</b> Het gebruik van huidige tracés heeft een neutrale invloed op het milieu.	<b>Overwegende vergroting (aannemelijk).</b> Nieuwe leidingen kunnen impact op het milieu veroorzaken.
<b>Acceptabel (Sociaal-maatschappelijk)</b>	In hoeverre verschuift de optie problematiek naar het buitenland?	<b>Geen,</b> mits de productie van de waterstof in het buitenland op klimaatneutrale wijze gebeurt	<b>Geen,</b> mits de productie van de waterstof in het buitenland op klimaatneutrale wijze gebeurt
	Wat is het verwachte relatieve ruimtegebruik van de optie?	<b>Beperkt.</b> Alleen nieuw ruimtegebruik voor nieuwe pijpleidingen, deze vallen binnen de gereserveerde ruimte in de Structuurvisie Buisleidingen.	<b>Beperkt tot overwegend (aannemelijk).</b> Alleen nieuw ruimtegebruik voor nieuwe leidingen, verwacht voor distributie.
	Hoe verschuift de lastenverdeling van (energie)kosten bij deze optie?	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van marktordening (met name tarief regulering) en de mate en manier waarin eventuele publieke investeringen worden verhaald.	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van marktordening (met name tarief regulering) en de mate en manier waarin eventuele publieke investeringen worden verhaald.
	In welke mate vergroot of verkleint de optie de keuzevrijheid voor burgers/bedrijven?	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van marktordening: toegangs- en tarief regulering, ontvlechting en eigendom.	<b>Vergroot aanzienlijk</b> voor keuze tussen warmtebronnen. Afhankelijk van marktordening: toegangs- en tarief regulering, ontvlechting en eigendom.
	In welke mate is er maatschappelijk draagvlak voor de optie?	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van mate en verhaling van publieke investeringen, marktordening en tariefstructuur.	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van mate en verhaling van publieke investeringen, marktordening en tariefstructuur.
	In welke mate is of wordt Nederland afhankelijk van het buitenland voor de import van een energiedrager?	<b>Geen invloed.</b> Het transportnet reikt alleen tussen industriële clusters.	<b>Meer afhankelijk.</b> Indien de aanwezigheid van het transportnet de vraag dermate beïnvloed dat lokale productie niet meer voldoet.
	In welke mate is de optie in lijn met de regelgevingsprincipes?	<b>Redelijk in lijn met regelgevingsprincipes,</b> afhankelijk van transparantie voor keuze marktordening en rol Gasunie.	<b>Redelijk in lijn met regelgevingsprincipes,</b> afhankelijk van transparantie voor keuze marktordening en rol Gasunie.
	<b>Betrouwbaar</b>	In welke mate vergroot of verkleint de optie de leveringszekerheid?	<b>Het transportnet vergroot de leveringszekerheid</b> van waterstof aan industriële clusters door toegang tot meerdere productiebronnen en eventuele toegang tot opslag.

# KEUZEVRAAG WATERSTOFNET: UITWERKING CONSEQUENTIES (2/3) Illustratief

Onderwerp	Mogelijke consequentie van technische optie of beleidsoptie	Consequenties optie 1. Alleen waterstofnet tussen industriële vraag-(en productie)clusters (backbone)	Consequenties optie 2. Landelijk en alle sectoren dekkend waterstofnet
<b>Veilig</b>	In welke mate vergroot of verkleint de optie de veiligheid voor mens en milieu?	<b>Nader te bepalen.</b> Er moet worden voldaan aan de veiligheidsvoorschriften van het Besluit externe veiligheid buisleidingen.	<b>Nader te bepalen.</b> Er moet worden voldaan aan de veiligheidsvoorschriften van het Besluit externe veiligheid buisleidingen
	In welke mate vergroot of verkleint de optie de digitale veiligheid van het energiesysteem?	<b>Geen effect</b> indien benodigde IT aanpassingen de huidige digitale veiligheid waarborgen.	<b>Geen effect</b> indien benodigde IT aanpassingen de huidige digitale veiligheid waarborgen.
<b>Betaalbaar (Economisch)</b>	In welke mate vergroot of verkleint de optie de totale kosten van het energiesysteem?	<b>X stijging/daling in energiesysteemkosten per PJ.</b> Hergebruik van aardgasnetten is 4x goedkoper dan de aanleg van nieuwe leidingen per km, maar heeft een inherent leegstand risico.	<b>X stijging/daling in energiesysteemkosten per PJ.</b> Aannemelijk dat systeemkosten relatief hoog zijn indien groot deel pijpleidingen niet in gebruik zal worden genomen.
	In welke mate vergroot of verkleint de optie de lasten voor bedrijven en/of burgers?	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van marktordening (met name tariefsregulering) en de mate en manier waarin eventuele publieke investeringen worden verhaald.	<b>Aannemelijk stijgende kosten</b> door leegstand bij ondergerbuik. Afhankelijk van marktordening en de mate en manier waarin eventuele publieke investeringen worden verhaald.
	In welke mate is voor de optie een haalbare business case voor uitvoering en operatie?	<b>Geen haalbare business case zonder financiële ondersteuning overheid</b> (HyWay 27). De totale investering bestaat uit ongeveer € 850 miljoen voor de overname en ombouw van bestaande aardgasleidingen en € 650 miljoen voor van nieuwe leidingen.	<b>Geen haalbare business case zonder financiële ondersteuning.</b>
	In welke mate creëert de optie kansen voor secundaire waarde creatie voor Nederland?	<b>Nader te bepalen.</b> 1. Het faciliteert het ontwikkelen van Nederland als hub voor klimaatneutrale energie-en grondstoffen. 2. Mate van lokaal geproduceerde pijpleidingen, lokale project ontwikkelaars en lokaal beheer.	<b>Nader te bepalen.</b> 1. Het faciliteert het ontwikkelen van Nederland als hub voor klimaatneutrale energie-en grondstoffen. 2. Mate van lokaal geproduceerde pijpleidingen, lokale project ontwikkelaars en lokaal beheer.
<b>Toekomst-bestendig</b>	In hoeverre is de optie robuust onder verschillende (energie) scenario's?	<b>Beperkt robuust.</b> Gaat uit van aanzienlijke vraag naar waterstof in industriële clusters voor warmte – kan eventueel worden elektrificeerd.	<b>Niet robuust.</b> Gaat uit van hoge en wijd verspreide vraag naar waterstof.
	In hoeverre is de optie robuust voor de onontkoombare effecten van klimaatverandering?	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van diepte bestaande en nieuwe pijpleidingen.	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van diepte bestaande en nieuwe pijpleidingen.
<b>Tijdigheid en uitvoerbaarheid</b>	In hoeverre is de optie in lijn met de stikstofwetgeving?	<b>Eventueel belemmerend.</b> Stikstofwetgeving kan een knelpunt vormen tijdens de bouwfase vanwege nodige vergunningen.	<b>Eventueel belemmerend.</b> Stikstofwetgeving kan een knelpunt vormen tijdens de bouwfase vanwege nodige vergunningen.
	In hoeverre is de technologie benodigd voor de uitvoering van de optie robuust?	<b>Tijdig.</b> Waterstoftransmissie is bestaande technologie, bijvoorbeeld in het Rotterdam-Antwerpen tracé	<b>Onzeker.</b> Waterstofdistributie vraagt om nieuwe, nog niet op grote schaal geteste, apparatuur
	In welke mate zijn schaarse arbeidskrachten nodig voor de uitvoering van de optie?	<b>Arbeidskrachten hoog nodig.</b> Voldoende geschoold personeel kan een knelpunt vormen tijdens de bouwfase.	<b>Arbeidskrachten hoog nodig.</b> Voldoende geschoold personeel kan een knelpunt vormen tijdens de bouwfase.
	In hoeverre vraagt de optie om een aanpassing van de huidige/geplande energie infrastructuur?	<b>Aanpassing huidige planning nodig.</b> Het moment en tempo van uitrol hangt af van besluiten ten aanzien van de routing van aardgasstromen van Gasunie.	<b>Aanpassing huidige planning nodig.</b> Het moment en tempo van uitrol hangt af van besluiten ten aanzien van de routing van aardgasstromen van Gasunie.
	In hoeverre vraagt de optie om een nieuwe rolverdeling tussen partijen in de uitvoering van de optie?	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van marktordening.	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van marktordening.

# KEUZEVRAAG WATERSTOFNET: UITWERKING CONSEQUENTIES (3/3) Illustratief

Onderwerp	Mogelijke consequentie van technische optie of beleidsoptie	Consequenties optie 1. Alleen waterstofnet tussen industriële vraag-(en productie)clusters (backbone)	Consequenties optie 2. Landelijk en alle sectoren dekkend waterstofnet
Haalbaarheid			
	<b>Juridisch</b>		
	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van bestaande Nederlandse wetgeving?	<b>Aanpassingen nodig.</b> Ombouwen aardgasleidingen vergt aanpassingen in het juridische kader (ruimtelijke ordening, vergunningen). Verdere inpassing in huidige Nederlandse wetgeving hangt af van marktordening.	<b>Aanpassingen nodig.</b> Ombouwen aardgasleidingen vergt aanpassingen in het juridische kader (ruimtelijke ordening, vergunningen). Verdere inpassing in huidige Nederlandse wetgeving hangt af van marktordening.
	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van bestaande Nederlands beleidsregels?	<b>Geen aanpassingen nodig.</b> Het waterstofnet faciliteert de ontwikkeling van groene waterstof, een beleidsdoel uit het Klimaatakkoord.	<b>Aanpassingen nodig.</b> Landelijke en sector dekkende uitrol impliceert de verwachting en wens grootschalig waterstof te gebruiken.
	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van de huidige ruimtelijke ordening?	<b>Het past overwegend goed.</b> Aanpassingen aardgaspijpleidingen vergt aanpassingen in het juridische kader (ruimtelijke ordening, vergunningen). Voor nieuwe pijpleidingen geldt dat ze binnen de gereserveerde ruimte in de Structuurvisie Buisleidingen vallen.	<b>Het past overwegend goed.</b> Aanpassingen aardgaspijpleidingen vergt aanpassingen in het juridische kader (ruimtelijke ordening, vergunningen). Voor nieuwe pijpleidingen geldt dat ze binnen de gereserveerde ruimte in de Structuurvisie Buisleidingen vallen.
	In hoeverre vraagt de optie om aanpassing van bestaande EU wetgeving?	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van mate en vorm van overheidssteun, marktordening en nog te ontwikkelen EU-wetgeving voor waterstof.	<b>Nader te bepalen.</b> Afhankelijk van mate en vorm van overheidssteun, marktordening en nog te ontwikkelen EU-wetgeving voor waterstof.

# OVERZICHT BELANGRIJKSTE BRONNEN EN GEÏNTERVIEWDEN

STATUS MAART 2022

Referentie afkorting	Volledige titel
II3050	Energiesysteem van de toekomst (april 2021), Netbeheer Nederland
NVDE	2030 is volgen jaar! Klimaatdoelen 2030 vragen radicale versnelling besluitvorming (oktober 2021), Klimaatcoalitie van bedrijven olv NVDE
Bestemming Parijs	Bestemming Parijs Wegwijzer voor klimaatkeuzes 2030, 2050 (januari 2021), Eindrapportage studiegroep Invulling klimaatopgave Green Deal olv Laura van Geest
KEV 2021	Klimaat- en energieverkenning (oktober 2021), PBL
KEV beleidsoverzicht 2021	Beleidsoverzicht en factsheets beleidsinstrumenten, Achtergronddocument bij de Klimaat- en Energieverkenning 2021 (oktober 2021), PBL
Klimaatbeleid in regeerakkoord	Klimaatbeleid in regeerakkoord (oktober 2021), Voortgangsoverleg Klimaatakkoord olv Ed Nijpels
IBO	Financiering Energietransitie: beleidsmatige keuzes in kosten, prikkels en verdeling (maart 2021), IBO iov Ministerie van Financiën
RLI 2019	Naar een duurzame economie, overheidssturing op transities (november 2019), RLI
SER 2020	Biomassa in balans, Een duurzaamheidskader voor hoogwaardige inzet van biograndstoffen (juli 2020), SER

Geïnterviewde	Organisatie
Maarten Abbenhuis	TenneT
Kornelis Blok	TU Delft
Hans Coenen	Gasunie
Nico van Dooren	Havenbedrijf Rdam
Annemarie van Doorn	Dutch Green Building Council
Erik ten Elshof	EZK
Albert Faber	EZK
Hans Grünfeld	VEMW
Peter de Jong	Natuur & milieu
Jules Kortenhorst	RMI
Lennart Lalieu	NP RES (Nationaal Programma RES) Directeur topsectoren en industriebeleid
David Pappie	Stedin
David Peters	SYSTEMIQ
Janez Potočnik	EZK
Peter Schmeitz	TU Eindhoven
David Smeulders	Trouble in Paradise
Marjolijn Vencken	