



Planbureau voor de Leefomgeving

INVESTERINGEN ENERGIETRANSITIE EN FINANCIERBAARHEID

Uitdagingen met betrekking tot investeringen 2020–
2040

**K.M. Schure, F.H. de Haan, P.A. Boot, C. Boendermaker,
J.J. Geelhoed**

2 mei 2017

PBL

Colofon

Investerings energietransitie en financierbaarheid

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2017

PBL-publicatienummer: 2900

Contact

Klara.Schure@pbl.nl

Auteurs

K.M. Schure (PBL), F.H. de Haan (SER/EZ), P.A. Boot (PBL), C. Boendermaker (BNG Bank/NIA), J.J. Geelhoed (NIA)

Met dank aan de overige deelnemers bij de SER workshop:

H. van Cleef (ABN Amro), I. Horjes (NVDE), P. van Kempen (VNO-NCW), I. Lulof (Triodos), N. van de Sande (VNO-NCW), G. Schotten (DNB), N. Uil (NLI), F. Wagemans (VBDO)

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Schure et al. (2017), *Investerings energietransitie en financierbaarheid – Uitdagingen met betrekking tot investeringen 2020–2040*, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is voor alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

Investerings energietransitie en financierbaarheid	4
Uitdagingen met betrekking tot investeringen 2020–2040	4
Tijdige agendering knelpunten financierbaarheid – de non-mainstream investeringen	5
Routekaarten naar klimaatneutraliteit vanuit decentrale overheden	9
Toelichting en aannames drie modelsimulaties: Basispad, 80%-reductiescenario en 95%-reductiescenario	11
Typering investeringen	13
Verschil investeringen en nationale kosten	16
Referenties	17

BEVINDINGEN

Investerings energietransitie en financierbaarheid

Uitdagingen met betrekking tot investeringen 2020–2040

Met de energietransitie naar een vergaande CO₂-arme samenleving gaan investeringen in het energiesysteem gepaard. In deze notitie wordt een inschatting gemaakt van de extra investeringen benodigd voor 80–95% CO₂-reductie in 2050 ten opzichte van 1990 emissies, in vergelijking met bestaand beleid.

Aan de hand van vraag en aanbod, en kosten van technologieën, olie, gas, en de importprijs van elektriciteit, is berekend welke investeringen (uitbreiding of vervanging) nodig – en op dat moment het aantrekkelijkst – zijn. In totaliteit liggen de investeringen in een 80%-emissiereductiescenario in de periode 2020–2040 rond de 200 miljard euro hoger dan in een scenario met bestaand beleid (basispad), waarvan de investeringsomvang over die periode rond de 300 miljard euro ligt. Tot 2031–2035 lopen de investeringen in het reductiescenario geleidelijk op. In een simulatie van een 95%-scenario komen de investeringen uit op 250–300 miljard euro extra ten opzichte van het basispad in de periode 2020–2040. Ook investeringen in de verduurzaming en gebruik van fossiele energie zijn in het model opgenomen voor zover deze passen binnen de energie- en klimaattransitie en de CO₂ reductie.

De financierbaarheidsuitdaging betreft vooral de non-mainstream investeringen. Bij mainstream investeringen spelen markt- en systeemfalens in de financiering eigenlijk geen rol van betekenis. Er is sprake van adequate en robuuste regelgeving, goede solvabiliteit en liquiditeit en goed ondernemerschap; investeringen kunnen op reguliere wijze gefinancierd worden. Voor de non-mainstream investeringen bestaan daarentegen specifieke uitdagingen met impact op de financierbaarheid. De omvang daarvan in de 80%- en 95%-reductiescenario's ligt, inclusief non-mainstream investeringen in het basispad, rond de 300 miljard respectievelijk 350 miljard euro over de periode 2020–2040. Het aandeel op het totaal is daarmee aanzienlijk en ligt rond de 55%.

Leeswijzer

Dit document is tot stand gekomen in samenwerking tussen PBL, SER, NIA/BNG Bank, en financieringsexperts van verschillende instituten en bedrijven. Dit werkdocument gaat in op de indicatieve schatting omtrent de investeringen in een 80%- en een 95%-reductiescenario, en de financieringsopgave die daarmee gepaard gaat. Figuur 2 is een samenvatting van de aandachtspunten. Figuur 3 is een samenvatting van de investeringsopgave en de inzichten van de financieringsexperts omtrent de uitdagingen op het gebied van de financierbaarheid. In het tekstkader: "Routekaarten naar klimaatneutraliteit vanuit decentrale overheden" is door NIA/BNG Bank een analyse toegevoegd die dieper ingaat op de uitdagingen in de gebouwde omgeving. Verdere uitleg over het tot stand komen van de investeringscijfers en de modelberekeningen is te vinden onder het kopje "Toelichting en aannames drie modelsimulaties: Basispad, 80%-reductiescenario en 95%-reductiescenario". Onder paragraaf "Typering investeringen" wordt in meer detail beschreven wat er is aangenomen onder de verdeling mainstream/non-mainstream.

Tijdige agendering knelpunten financierbaarheid – de non-mainstream investeringen

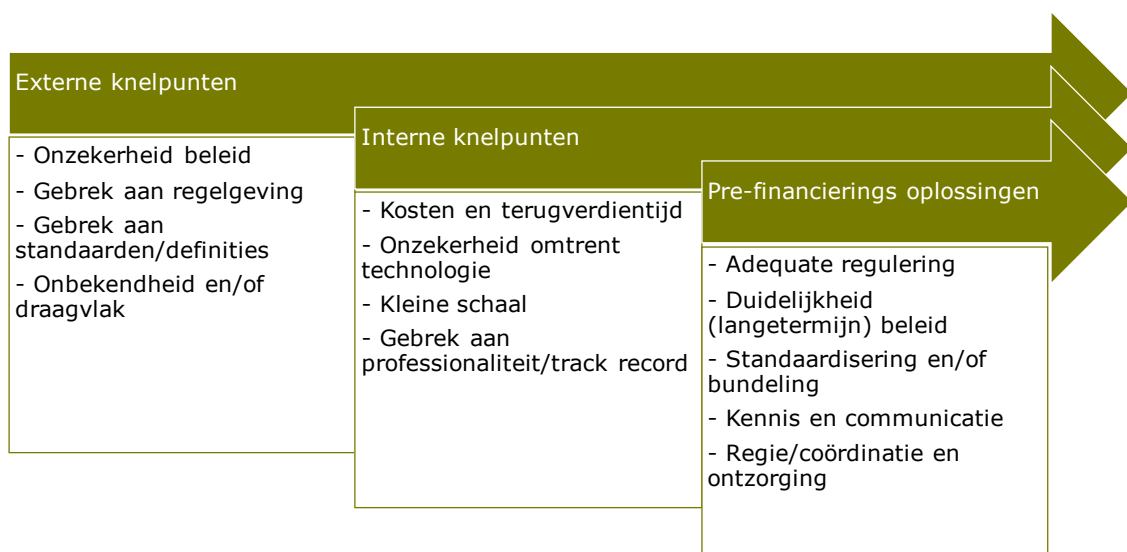
Half maart 2017 is tijdens een bijeenkomst bij de SER besproken wat de geschatte financieringsopgave is, en is met (financierings)deskundigen verkend of er bij de financierbaarheid van deze omvangrijke extra investeringen problemen mogen worden verwacht. Daarbij is het onderscheid van belang tussen mainstream-investeringen ten opzichte van non-mainstream. Bij mainstream investeringen spelen markt- en systeemfalen in de financiering eigenlijk geen rol van betekenis. Er is sprake van adequate en robuuste regelgeving, goede solvabiliteit en liquiditeit en goed ondernemerschap; investeringen kunnen op reguliere wijze gefinancierd worden. Voor de non-mainstream investeringen bestaan daarentegen specifieke uitdagingen betreffende de financierbaarheid (zie Figuur 1, in Figuur 7 wordt de typering mainstream/non-mainstream per investeringsdomein verder uitgelicht).

Figuur 1 Mainstream versus non-mainstream investeringen (SER, 2016a)

	Mainstream	Non-mainstream
Typering	Projecten die de massaproductie van de innovatie betreffen. Vanwege standaardisatie en bundeling, en/of de positie in de markt onder de huidige omstandigheden, op korte termijn adequate mogelijkheden voor opname in investeringsportefeuilles.	Nieuwe technologie (b.v. geothermie), kleinere projecten (b.v. decentraal), aanpakken met initieel hoge kosten ('Nul op de meter') en projecten onder nieuwe rechtsvormen (coöperaties, PPS, etc.).

De uitdagingen zijn onderverdeeld in interne knelpunten die te maken hebben met technologische karakteristieken van een mogelijk non-mainstream project, externe knelpunten, en pre-financierings oplossingsrichtingen. Deze zijn terug te vinden in Figuur 2. Hierin zijn de 5 hoofdknelpunten terug te vinden uit een recente analyse van DNB (2017), aangevuld met aandachtspunten die tijdens de SER bijeenkomst boven tafel kwamen.

Figuur 2 Mogelijke aandachtspunten bij financiering van non-mainstream projecten



Externe knelpunten hebben te maken met de omgeving en inpassing van projecten. Hier hebben we vier knelpunten geïdentificeerd:

- Onzekerheid over lange termijn beleid van overheden speelt in de huidige transitie op alle schaalniveaus (EU, nationaal, lokaal). Uitvoering van de Parijsafspraken, uitwerking van de transitiepaden 2030, regionale plannen van gemeenten en provincies is voor investeringen en hun financierbaarheid van belang.
- Uitdagingen in de vorm van regelgeving en adequate handhaving kan bijvoorbeeld te maken hebben met veranderende eigenaar/gebruiker constructies, zoals bij het al-dan-niet socialiseren van warmtenetten, het isoleren van huurwoningen, waarbij vaak lange terugverdientijden gelden die door onzekerheid of gebrek aan adequate regelgeving nog langer worden gemaakt, of normstellingen.
- Gebrek aan standaarden en definities kan het beoordelen van de duurzaamheid van een project bemoeilijken, en daarmee bij de inschatting van risico's en mogelijk rendement.
- Gebrek aan bekendheid en/of gebrek aan draagvlak van projecten kan gelden op maatschappelijk vlak, alsook voor de instanties die de (financierings)beoordeling doen. Dit kan gelden voor nieuwe technologieën (CCS¹), te maken hebben met de locatie (windmolen), of risico in de toekomst door stigma beladen te worden (fossiele centrales die voor leveringszekerheid nog van belang kunnen zijn).

Interne knelpunten hebben te maken met het karakter van het project zelf, en zijn verdeeld in vier categorieën:

- Hoge kosten resulterend in een lange terugverdientijd geldt bijvoorbeeld bij projecten in de gebouwde omgeving, waar nul-op-de-meter woningen binnen de huidige financiële kaders voorlopig niet uit kunnen. Deze projecten hebben baat bij sterke kostendaling, door innovatie, of relatieve kostendaling, door beprijzen van CO₂ of andere instrumenten die impact hebben op de (relatieve) marktpositie, zoals heffingen, belastingen, of subsidies.
- Onzekerheid omtrent technologie resulteert in een verhoogd technisch risico van een project. Hiervan kan op verschillende manieren sprake zijn: Bij onvolwassen technologie, als deze nog niet (op grote schaal) bewezen is, maar ook bij technologie die een hoge mate van inpassing vereist, met mogelijke onzekerheden voor de kwaliteit van een product of leveringszekerheid, zoals een alternatieve warmte installatie bij industrie of nieuwe procesinstallatie.
- Bij projecten met kleine schaal kan gedacht worden aan relatief kleine zon PV- of andere hernieuwbaarheidsprojecten, of verduurzamingsplannen van huiseigenaren. Het kost dan relatief veel tijd om een gedegen inschatting of due diligence te maken van een project, waardoor de kosten niet opwegen tegen het risico of mogelijke rendement.
- Het ontbreken van professionaliteit kan ook een knelpunt zijn. Goed ondernemerschap is veelal de basis voor soepele financiering; de ondernemer dient zowel technische, economische als sociale (draagvlak) overwegingen in te bouwen in zijn aanpak. Het professionaliseren van ondernemerschap wordt nagestreefd door brancheorganisaties actief in wijken en op locatie, zoals bijvoorbeeld met de faciliteit lokale energiecoöperaties.

Pre-financieringsoplossingen:

Niet alle knelpunten zijn op te lossen met (nieuwe) financieringsconstructies. Naast de financieringsopgave zijn er juist andere knelpunten met de energietransitie gemoeid. Zo kan er bijvoorbeeld (ook) sprake zijn van een opgave op het vlak van coördinatie en regie, opgave op het creëren van bewustzijn en draagvlak, en het opstellen van beleid en het type instru-

¹ CCS: Carbon Capture and Storage

mentatie. Ook kunnen risico's en kosten gemitigeerd worden door standaardisering en bundeling van projecten. Dit type oplossingen gaat vaak vooraf aan de financieringsfase maar kan er ook parallel aan lopen. De financierbaarheidsuitdaging voor de komende transitiefase zit derhalve in het vinden van passende oplossingen in zowel de pre-financieringsfase als de financieringsfase zelf.

Figuur 3 is een samenvatting van de PBL analyse en de inzichten van de financieringsexperts en poogt de verwachte problemen met financierbaarheid in kaart te brengen.

Toelichting per kolom:

- Kolom 1, investeringsdomein, bevat de onderverdeling naar de gangbare domeinen uit de Nationale Energieverkenning en hun clusters. Deze komen overeen met de uitvoeringsdomeinen uit het Energieakkoord en/ of zijn te herleiden op de energiefuncties uit de Energieagenda.
- Kolom 2, omvang investeringen, bevat cf. analyses PBL in welke mate extra investeringen plaatsvinden in een scenario dat richting 80–95% broeikasgasreductie gaat, ten opzichte van een scenario met vastgesteld en voorgenomen beleid in NEV 2016 (basispad). De zichtperiode is 2020–2040. Verdere uitleg over hoe deze getallen tot stand zijn gekomen is te vinden in de paragraaf: "Toelichting en aannames drie modelsimulaties: Basispad, 80%-reductiescenario en 95%-reductiescenario".
- Kolom 3, aandeel non-mainstream, bevat op basis van expert- en praktijkjudgement een inschatting van het aandeel non-mainstream binnen de door PBL verwachte investeringen. Meer uitleg wordt gegeven in de paragraaf: "Typering investeringen".
- Kolom 4, type knelpunt, typeert kort waar de uitdaging zit om de financierbaarheid op orde te brengen. Met experts/deelnemers aan de verkenning zijn in maart de belangrijkste verwachte knelpunten 2017–20 geïdentificeerd en vooral de verwachte problemen (Energieagenda=ceteris paribus) naar 2030/40.
- De kolom 5, pre-financieringsoplossingen, schetst kort de hoofdoplossingsopties voor niet-financiers. Hier worden vraagstukken benoemd die vooraf aan de financiering door financiële instellingen aan de orde dienen te komen als:
 - a) Is het commitment en eigenaarschap goed belegd en geen knelpunt meer? Bijvoorbeeld bij industriële energiebesparing speelt buitenlands eigendom en off-balance financiering.
 - b) Is er een goed plan en een oplossing voor een eventuele onrendabele top? Bijvoorbeeld bij nul-op-de-meter koopwoningen.
 - c) Is de regelgeving vanuit overheden adequaat en zeker? Bijvoorbeeld is label A 2030 een harde richtlijn voor eigenaar/bewoners of zijn er alternatieven? En bijvoorbeeld voor warmtenetten de handreiking aan andere overheden en de nieuwe warmtewet per 2018?
 - d) Is er innovatie inspanning nodig met hoge risico's en mogelijk ook hoge toegevoegde waarde? Zijn innovatieprogramma's per energiefunctie toereikend? Bijvoorbeeld bij elektriciteit zullen nieuwe opslagsystemen bij bedrijven (MKB) en burgers uitgetest moeten worden; bij de grote industrie nieuwe hoge temperatuur technieken.
- Kolom 6, rol financiers, geeft aan waar de uitdaging per cluster ligt voor de financiers (leden NVP², leden NVB, leden NLII, pensioenfondsen, verzekeraars), zodat zij financiering goed en tijdig aansluiten op besluitvorming over de pre-financieringsoplossingen (zie boven):
 - a) Tijdig kennis opdoen (alle financiers) en samenwerking met trekkers transitiepaden en icoonprojecten;
 - b) Tijdig verkennen standaardisering en bundelen (met name verzekeraars en pensioenfondsen);

² NVP: Nederlandse Vereniging van Participatiemaatschappijen; NVB: Nederlandse Vereniging van Banken; NLII: Nederlandse Investerings Instelling

- c) Tijdig starten van financiële ontzorging naar klanten (bijvoorbeeld ABN Amro met utiliteit in 2016);
- d) Tijdig in de financiering stappen met nieuwe financieringsconstructies zoals bij ontwikkelfaciliteit lokale energiecoöperaties en bij innovatie cleantech.

Figuur 3 Schema investeringen en financieringsaanpak 2020–2040

1. Investerings-domein	2. Omvang investeringen 2020–2040 80%–95% reductie-scenario's	3. Aandeel non-mainstream 2020–2040 80%–95% reductiescenario	4. Type knelpunt (Expert + Praktijk)	5. Opties pre-financierings oplossing (Expert + Praktijk)	6. Rol Financiers (Financierings Experts)
Gebouwde omgeving	12–14 mld/jr	60–70%	Lange terugverdiertijd; Onrendabele top; Ontbreken standaarden en definities; Mismatch eigenaar/gebruiker; Leenaversie; Gebrek aan professionaliteit/track record energiecoöperaties	Koop: financiering onrendabele top door overheden en kopers; Inspanning markt op kostenreductie en innovatie; Participatie	Experimenten nodig van aanpak standaardisering; bundeling en financiële ontzorging naar lokale gebruikers
Industrie	3–4 mld/jr	60–80%	Tekort aan durfkapitaal en risicodragend vermogen; Gebrek aan standaardisering/ontzorging; Financiering ESCO's off-balance	Aanpassing MEE en/of regelgeving; Experimenteren met stimuleren ESCO's; Decentrale sturing branches/bedrijven; Inspanning op innovatie en kostenreductie	Experimenten nodig met ESCO aanpak en balansfinanciering
Zonpv en wind	2–3 mld/jr	<20%	Schaal/gebrek aan standaardisering kleinschalige projecten; Onzekerheid beleid (saldering, postcoderoos); Gebrek aan track record energiecoöperaties; Eigenaar zonPV/eigenaar gebouw mismatch	Helderheid regulering en beleid; Professionalisering/standaardisering energiecoöperaties; Participatie en draagvlak	Bijdrage financiers aan faciliteren lokale energiecoöperaties
Bioenergie en overig hernieuwbaar	0,5–3 mld/jr	tot 100%	Schaal/gebrek aan standaardisering; Onvolwassenheid technologie; Ontbreken standaarden en definities; Onbekendheid met (inpassing) technologie; Looptijd en terugverdiertijd	Ingestelde Versnellingsstafels leveren in 2017–20; Participatie en draagvlak; Inspanning kostenreductie en innovatie	Experimenten en uitrol nodig van aanpak standaardisering; bundeling en financiële ontzorging naar lokale gebruikers
Overig fossiel	0–2 mld/jr	30–60%	Onbekendheid en gebrek draagvlak CCS; Imago fossiele investeringen; Kosten	Helderheid regulering en beleid; Participatie en draagvlak	Helderheid duurzaamheids-eisen en rol fossiel in energietransitiepad
Netten	2–4 mld/jr (exclusief smart grid)	0–5%	Warmtenetten; Looptijd en terugverdiertijd; Eigenaar/gebruiker; Regelgeving netten; Restrisico smart grid	Evaluatie Proeftuin en demo; Experimenteer-ruimte; Regulering; Regie/coördinatie; Participatie en draagvlak	Kennis opbouwen inzake smart grids; meedoen aan experimenten
Transport	3–5 mld/jr	55–80%	Type PHEV/BEV/FCEV. 55% van investeringen is privaat. Nog nader te verkennen wat dat betekent voor aandeel non-mainstream	Zie visie Brandstofmix en uitwerkingen transitiepad mobiliteit (o.a. Anders betalen voor mobiliteit) Meerjareninnovatie programma's per functie energie	Financiers nemen deel aan experimenten en bouwen kennis op
Innovatie (ingebouwd per cluster)	Niet berekend	Niet berekend	Opschaling en uitrol; demonstratiefase; Looptijd	taakstellend verbinden met slimme uitrol; Extra middelen voor demonstratie; Aansluiting subsidie en private equity bij uitrol	Rol NVP/Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen /Invest-NL; aansluiting op incubators en demo's

Routekaarten naar klimaatneutraliteit vanuit decentrale overheden

De decentrale overheden werken routekaarten uit om vanuit hun huidige energieverbruik nu te komen tot klimaatneutraliteit in de periode 2030–2050. Zie “Naar een duurzaam Nederland”; investeringsagenda VNG, IPO en UVW voor kabinetsformatie 2017. In feite bestaan al deze routekaarten uit een mix van drie type maatregelen: drie knoppen waar aan gedraaid kan worden.

- 1) Energiebesparing, bijvoorbeeld door middel van isolerende maatregelen of beïnvloeding van gedrag;
- 2) Opwekking van hernieuwbare elektriciteit, bijvoorbeeld door middel van zonnepanelen of windmolens;
- 3) Gebruik van hernieuwbare warmte, bijvoorbeeld via warmtenetten, gebruik van groen gas of warmte-koude opslag systemen.

Beïnvloedbaarheid van de knoppen op weg naar energietransitie

Een routekaart naar klimaatneutraliteit bestaat doorgaans uit een nulmeting (huidig energieverbruik en aandeel hernieuwbare energie daarin) en beleid om energie te besparen in combinatie met beleid om hernieuwbare elektriciteit en/of warmte op te wekken. Met name de grote meer dichtbevolkte gemeenten hebben moeite om de gehele opgave op het eigen grondgebied op te lossen en maken soms gebruik van een vierde knop:

- 4) Import van hernieuwbare energie van buiten de gemeentegrenzen.

Financierbaarheid en de knoppen

Eén van de factoren die invloed hebben op de effectiviteit van de maatregelen in de routekaarten (beïnvloedbaarheid van de knoppen) betreft de financierbaarheid. In Figuur 4 is per doelgroep (in de gebouwde omgeving) aangegeven of er ten aanzien van de financiering sprake is van een grote uitdaging (non-mainstream) of een beperkte uitdaging danwel geen uitdaging (mainstream). De grootste uitdagingen liggen in de hernieuwbare warmtevoorziening terwijl hernieuwbare elektriciteit momenteel (dankzij beleidsmaatregelen zoals SDE+, saldering en postcoderoos) goed financierbaar zijn. Energiebesparing vormt ook nog een uitdaging al lijkt daar niet zozeer de financiering alswel de ontzorging en fasering van maatregelen de belangrijkste uitdaging te vormen.

Figuur 4 Schema de belangrijkste knoppen op weg naar energie neutraliteit

Gebouwde omgeving	Knop 1 besparen	Knop 2 hernieuwbare warmte	Knop 3 hernieuwbare elektriciteit
Woningen			loopt
Corporatiewoningen			
Particuliere woningen	uitdaging	uitdaging	
Verenigingen van Eigenaren	uitdaging		
Bedrijven			
MKB & energie intensieve industrie	uitdaging	uitdaging	
Maatschappelijk vastgoed			
Onderwijs, zorg, cultuur, sport ea.	uitdaging	uitdaging	

Toelichting knop 1: besparen en isoleren (beperkte financieringsuitdaging)

De financiering van energiebesparing is de meest diverse opgave. De opdrachtgevers variëren van zeer professioneel (woningcorporaties en beheerders van commercieel vastgoed) tot gefragmenteerd en veelal onervaren (particulieren en verenigingen van eigenaren). In algemene zin vormt niet de financiering alswel het ontzorgen en de fasering van de maatregelen de grootste uitdaging. Uitgangspunt voor de opdrachtgever vormt primair het meerjaren onderhoudsplan en niet zozeer de routekaart naar energieneutraliteit. Bovendien ligt het voor de hand met de energiebesparingsmaatregelen de oplossingen op gebiedsniveau voor hernieuwbare warmte te volgen. Immers uitzicht op de methode van hernieuwbare warmtevoorziening voor de toekomst maakt het uitdenken van de besparingsmaatregelen veel eenvoudiger.

Toelichting knop 2: hernieuwbare warmte (grote financieringsuitdaging)

De grootste uitdagingen ten aanzien van de financiering van hernieuwbare warmte vormen de vele oplossingsrichtingen en testcases (pilots). Er is vooralsnog weinig focus en centrale regie. Veel decentrale overheden werken weliswaar aan gebiedsanalyses om de meest efficiënte oplossing op gebiedsniveau voor hernieuwbare warmte te selecteren. Er worden echter nog weinig keuzes gemaakt op gebiedsniveau voor warmtenetten op basis van restwarmte en geothermie, collectieve warmte-koude opslag systemen, groen gas of 'all electric' oplossingen. Zonder deze sturing en collectivisering van de financiering en bekostiging van warmteleidingen (als onderdeel van een warmtenet) is het moeilijk om financierbare business cases te ontwikkelen en een pool van ervaren ondernemers in hernieuwbare warmte op te bouwen.

Toelichting knop 3: hernieuwbare elektriciteit (geen financieringsuitdaging)

De opwekking van hernieuwbare elektriciteit met behulp van wind en zon is dankzij het huidige rijksbeleid goed financierbaar. Er is sprake van een 'volwassen' financieringsmarkt voor wind (op land en op zee) en voor zon (op daken en op land). Er zijn nog wel in bepaalde deelmarkten uitdagingen ten aanzien van de financiering zoals de schaal en professionaliteit en continuïteit bij initiatieven van energiecoöperaties en postcoderoos projecten. De regionale energiefondsen spelen juist op deze deelmarkten een belangrijke rol.

Conclusie: Topprioriteit vormt regie met betrekking tot hernieuwbare warmte

Om te komen tot een goed financierbare routekaart naar klimaatneutraliteit is het primair van belang op gebiedsniveau keuzes te maken voor de meest efficiënte hernieuwbare warmtevoorziening en faciliteren op het gebied van wet- en regelgeving voor de nutsvoorzieningen (bijvoorbeeld het collectiviseren van de leidingen). Op die manier worden de uitdagingen op het gebied van isoleren en besparen niet alleen overzichtelijker, maar ook minder kostbaar en beter financierbaar. Institutionele maatregelen zoals het collectiviseren van warmteleidingen maakt de financierbaarheid van warmtenetten eenvoudiger. De financiering van de opwekking van hernieuwbare elektriciteit vergt hooguit nog wat aanvullende acties op specifieke deelmarkten maar is in het algemeen te beschouwen als mainstream.

VERDIEPING

Toelichting en aannames drie modelsimulaties: Basispad, 80%-reductiescenario en 95%-reductiescenario

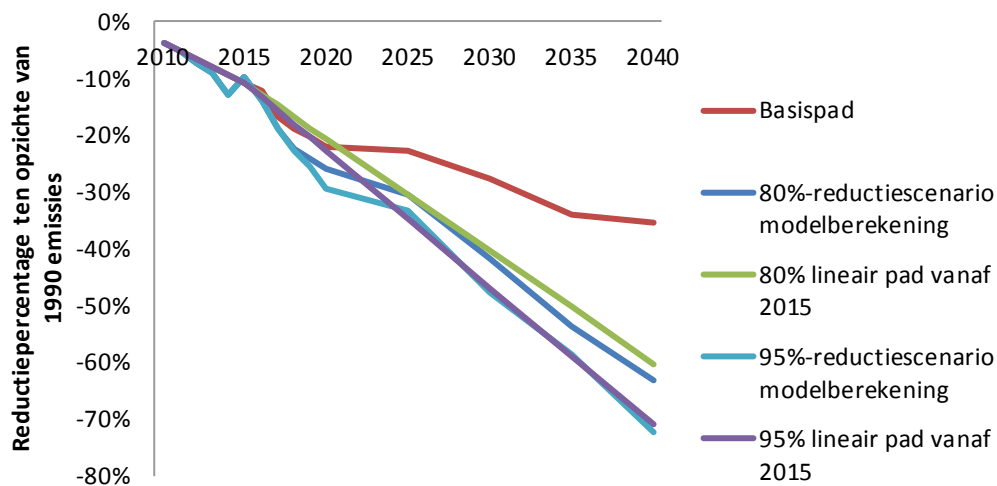
PBL heeft drie scenario's gesimuleerd met het nieuwe ontwikkelde Energy-System-Simulation model Ensysi. Het basispad sluit aan bij de uitgangspunten van de Nationale Energieverkenning (Schoots et al., 2016). Er wordt bijvoorbeeld verondersteld dat de SDE+-subsidie wordt voortgezet, en ook projecties van energieprijzen en van de CO₂-prijs in het emissiehandelssysteem (ETS) sluiten daar bij aan. Bij het 80%-reductiescenario wordt een CO₂-prijs verondersteld die hoger ligt dan die in het basispad en aansluit bij de lage schatting uit het 2-graden scenario uit de WLO (CPB/PBL, 2015), oplopend richting 500 euro/ton in 2050. In Tabel 1 worden de veronderstelde energieprijzen, en CO₂-prijzen in de verschillende scenario's samengevat. In het 95%-reductiescenario wordt de hoge schatting voor de CO₂ prijs uit de WLO gehanteerd (800 euro/ton in 2050). In zowel het 80%- als het 95%-reductiescenario wordt ook een CO₂-prijs voor niet-ETS sectoren gehanteerd (1,4 respectievelijk 2 maal de ETS prijs, omdat emissiereductie daar gemiddeld duurder is dan in de ETS sector).

Tabel 1 Gehanteerde prijzen in de verschillende scenario's

	<i>Enheid</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>	<i>2040</i>
<i>Kolen</i>	[EUR/GJ]	1,68	3,08	3,24
<i>Olie</i>	[EUR/GJ]	7,84	13,89	15,85
<i>Gas</i>	[EUR/GJ]	5,69	8,85	10,43
<i>Basispad</i>				
<i>CO₂ ETS</i>	[EUR/ton CO ₂ -eq]	11	26	39
<i>CO₂ niet-ETS</i>	[EUR/ton CO ₂ -eq]	0	0	0
<i>80% scenario</i>				
<i>CO₂ ETS</i>	[EUR/ton CO ₂ -eq]	50	90	225
<i>CO₂ niet-ETS</i>	[EUR/ton CO ₂ -eq]	70	126	315
<i>95% scenario</i>				
<i>CO₂ ETS</i>	[EUR/ton CO ₂ -eq]	100	250	475
<i>CO₂ niet-ETS</i>	[EUR/ton CO ₂ -eq]	200	500	950

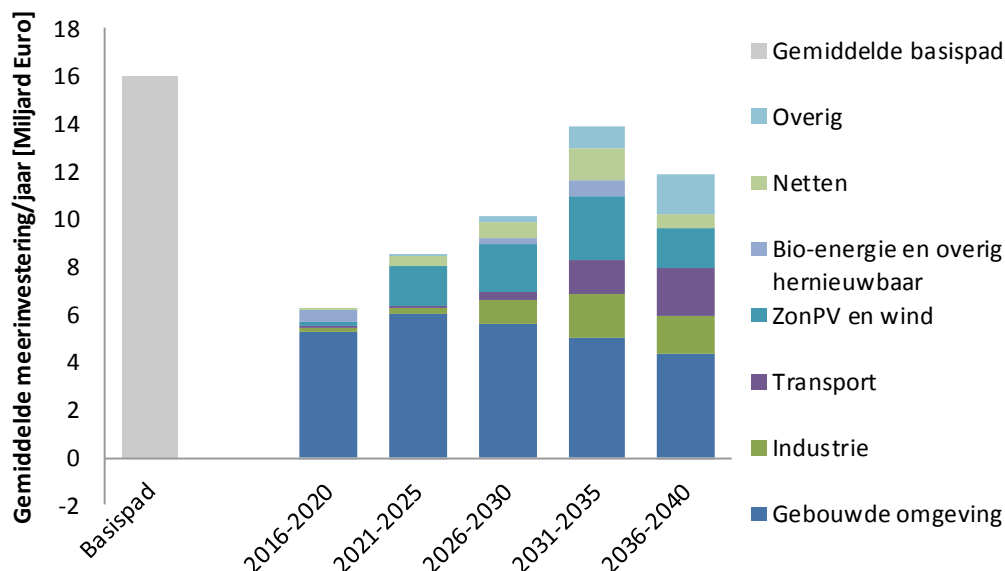
De broeikasgasreducties die in de modelsimulaties worden behaald zijn weergegeven in Figuur 5. Het model berekent de CO₂ reducties; de overige BKG reducties worden uit de WLO scenario's gehaald (CPB/PBL 2015).

Figuur 5 Emissiereductiepaden van modelscenario's en lineaire referentiepaden



De totale meerinvesteringen in het 80%-reductiescenario zijn grofweg 200 miljard euro in de periode 2020–2040, zie ook Figuur 6. Dat is ongeveer twee derde meer dan in het basispad, waarvan de investeringsomvang in die periode rond de 300 miljard (15 miljard/jaar) ligt; dit is in lijn met de schatting van Roelofsen et al. (2016). In het 95% scenario komen deze investeringen uit op 250–300 miljard euro extra ten opzichte van basispad in de periode 2020–2040. De financierbaarheidsuitdaging betreft vooral de non-mainstream investeringen. De omvang daarvan in de 80%- en 95%-reductiescenario's ligt, inclusief non-mainstream in het basispad, rond de 300 miljard respectievelijk 350 miljard euro over deze periode. Het aandeel op het totaal is daarmee aanzienlijk en ligt rond de 55%.

Figuur 6 Extra investering bij 80%-reductiescenario



De absolute waarden van de investeringen zoals genoemd moeten worden gezien binnen de afbakening van het gebruikte simulatiemodel, en kunnen niet zonder meer direct worden

vergeleken met investeringen uit andere schattingen of modellen. We rekenen met vaste waarden (2010 euro's).

Typering investeringen

In Figuur 7 wordt samengevat welke technologieën op dit moment onder de main-stream/non-mainstream investeringen worden geschaard. De non-mainstream categorieën worden eronder in tekst verder toegelicht.

Figuur 7 Indeling investeringen in Mainstream/Non-mainstream

	Mainstream	Non-mainstream
Gebouwde omgeving	<ul style="list-style-type: none"> Nieuwbouw woningen met schil-label A HR ketel op gas 	<ul style="list-style-type: none"> Schilrenovatie naar label A 'Nul op de meter' Zonneboilers, warmtepompen (lucht/grondwater), hybride ketels
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> Energiebesparing met terugverdientijd < 3 jaar 	<ul style="list-style-type: none"> Industriële energiebesparing met ingrijpende consequenties voor het proces/ lange terugverdientijd (> 3 jaar) Hernieuwbare warmtebronnen (geo/bio/warmtepomp/elektriciteit/waterstof) CCS
Zonpv en wind	<ul style="list-style-type: none"> Wind op zee Wind op land Grootschalige zonPV 	<ul style="list-style-type: none"> Kleinschalige zonPV
Bio-energie en overig hernieuwbaar	<ul style="list-style-type: none"> Waterkracht 	<ul style="list-style-type: none"> Productie groen gas Geothermische warmte
Overig fossiel	<ul style="list-style-type: none"> Gascentrales Warmte-kracht centrales Kolencentrales 	<ul style="list-style-type: none"> CCS
Transport	<ul style="list-style-type: none"> ICE 	<ul style="list-style-type: none"> PHEV BEV FCEV
Netten	<ul style="list-style-type: none"> Elektriciteitsnet Gasnet 	<ul style="list-style-type: none"> Warmtenet Waterstofnet

Gebouwde omgeving: Dit kan worden onderverdeeld in schilkosten (zoals isolatie) en verwarmingssysteemkosten (bijvoorbeeld CV ketel of warmtepomp). In deze eerste benadering worden isolatiekosten tot label A van bestaande bouw met CV ketel of warmtenet onder non-mainstream gerekend. Daarentegen zijn kosten van de schil van nieuwbouw wel mainstream, ook al is het een label A schil. Niet-conventionele warmtesystemen worden onder non-mainstream geschaard. Denk aan hybride warmtepompen, elektrische warmtepompen (lucht/grondwater), micro-WKK, zonneboiler. Ook warmte uit bio-energie en geothermie voor warmtenetten valt onder de non-mainstream categorie. In Figuur 8 worden de meerkosten uitgesplitst naar de categorieën efficiëntie/warmtesysteem en wordt duidelijk dat de meeste meerkosten in vraagvermindering (isolatie) neerslaan. Een onderscheid kan worden gemaakt tussen huizen en utiliteitsbouw. Binnen huishoudens kan verder koop en huur onderscheiden worden, en sociale huur versus vrije sector woningen. Binnen utiliteitsbouw kan publieke en commerciële bouw worden onderscheiden. Dit kan van belang zijn voor verder onderscheid van mainstream/non-mainstream investeringen. In samenwerking met NIA / BNG Bank is een analyse toegevoegd in het hieraan voorafgaande kader "Routekaarten naar klimaatneutraliteit decentrale overheden", die dieper ingaat op de uitdagingen in de gebouwde omgeving.

Industrie: De non-mainstream investeringen omvatten zowel installaties als warmtebronnen. Installaties kunnen energiezuiniger gemaakt worden/opereren, of middels CCS emissie-artermer worden. Bij warmtebronnen kan substitutie plaatsvinden, van bijvoorbeeld fossiel naar

bio-energie. Investerings met lange terugverdientijd, CCS, en hernieuwbare warmtebronnen vallen in de non-mainstream categorie.

Zon en wind: Bevat het elektriciteitsopwekkingsdeel van zonne- en windenergie.

Bio-energie en overig hernieuwbaar: Omvat alle vormen van bio-energie minus installaties bij industrie en gebouwde omgeving, inclusief productie van groen gas, en bijv. geothermische elektriciteitsopwekking. Op waterkracht na is dit onder non-mainstream investeringen gecategoriseerd.

Overig: Reguliere fossiele investeringen, maar ook CCS op fossiele energiecentrales vallen onder deze categorie. CCS wordt als non-mainstream beschouwd.

Transport: Onder non-mainstream worden voornamelijk PHEV, BEV, en FCEV³ geschaard.

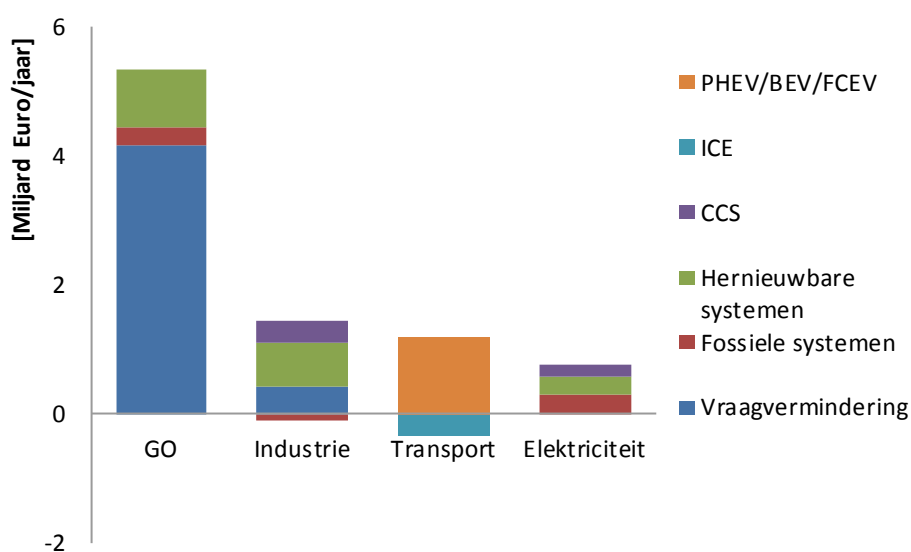
Mede van belang is hier het eigendomsysteem: lease-auto rijders profiteren met BEV en FCEV van verlaagde belastingtarieven voor de bijtelling, en daarmee zal een deel eerder onder 'mainstream' vallen. Van de 383.000 nieuwverkopen⁴ is 45%⁵ een lease auto. In het model wordt rekening gehouden met de meerkosten van de aandrijving (en minder onderhoudskosten van elektromotor), maar voornamelijk niet met de lease versus private markt. Bij de scheepvaart wordt de ombouw naar LNG als non-mainstream gecategoriseerd.

Netten: Hieronder vallen elektriciteitsnetten, gasnet, warmtenet, en waterstofinfrastructuur. Voornamelijk vallen de meerkosten met name in de offshore-energiecentrales. Alleen warmtenetten worden onder non-mainstream gecategoriseerd. Dit aandeel is met de huidige modelparameters relatief klein.

Innovatie is in het model geen aparte categorie, maar binnen elk domein zal innovatie een (mogelijk grote) rol spelen in de invulling van de energietransitie. Ook smart grids, smart ICT, en opslagsystemen zijn hier een onderdeel van, die een rol kunnen spelen bij bijvoorbeeld balanceren van het elektriciteitsnet. Deze worden in het model impliciet meegenomen, maar vallen omtrent de financiering onder de non-mainstream categorie. De investeringen daarin zijn niet opgenomen in de getallen.

Om een beter beeld te krijgen bij welk type investeringen de *meer*-investeringen terechtkomen hebben we deze per domein opgesplitst per categorie in Figuur 8.

Figuur 8 Gemiddelde meerinvesteringen per jaar bij 80%-reductiepad ten opzichte van basispad voor periode 2020-2040



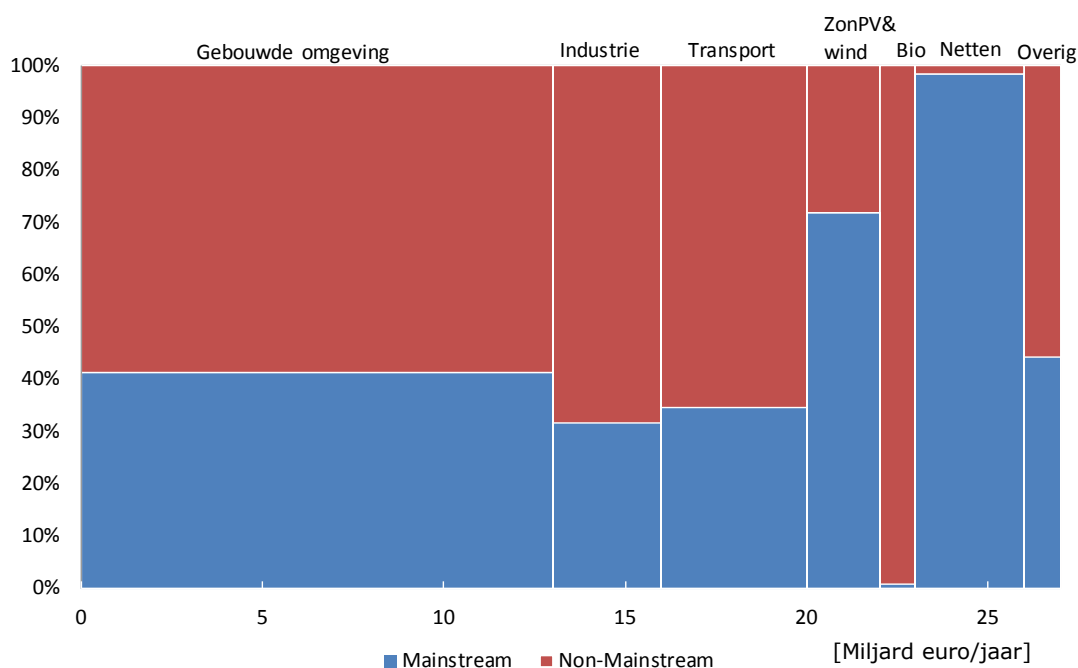
³ PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle; BEV: Battery Electric Vehicle; FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle

⁴ <https://www.raivereniging.nl/autos>

⁵ <https://www.vna-lease.nl/website/iedereen/feiten-cijfers/infographics-2015>

In de reductiescenario's vinden bij sommige posten naast *meer non-mainstream* investeringen ook *minder mainstream* investeringen plaatsvinden. Bij de gebouwde omgeving, industrie, en transport ligt de *reductie* van mainstream investeringen in de modelberekeningen tussen 0–1 miljard/jaar. Daar staan hogere non-mainstream investeringen tegenover. Binnen onze afbakening ziet de onderverdeling in mainstream/non-mainstream voor de verschillende categorieën binnen het totaal voor het 80% scenario er als volgt uit (Figuur 9):

Figuur 9 Gemiddelde jaarlijkse investeringen (totaal) 2020-2040 in 80% BKG reductie scenario



In Figuur 9 is te ook zien waar de grote investeringen vallen. De gebouwde omgeving is de grootste categorie. Het aandeel non-mainstream in het totaal is het grootst bij bio-energie (en overige hernieuwbaar) en industrie. In de simulaties vinden overigens ook non-mainstream investeringen plaats in het basispad scenario, al is het aandeel een stuk kleiner dan in de reductiescenario's.

Per functie of sector is bovengenoemde een handreiking om uit te komen op de echte financierbaarheidsproblematiek en is een nadere analyse vereist van de knelpunten en uitdagingen. Voor de energiebesparing in de gebouwde omgeving is dat hierboven door NIA/BNG uitgewerkt. Het verdient aanbeveling per transitiepad 2030–2050 op vergelijkbare systematische wijze tot uitwerkingen te komen waar, wie en aan welke knoppen het eerst gedraaid moet worden om tot kans op mainstreamfinanciering te komen.

Verschil investeringen en nationale kosten

PBL heeft onlangs voor politieke partijen (PBL, 2017) en voor de rijksoverheid (Koelemeijer et al. (2017)) becijferd welke range aan nationale kosten gepaard gaan met de energie-en klimaattransitie. Daarin worden kosten voor burgers, bedrijven of overheden bij elkaar opgeteld. Het gaat daarbij om kapitaalkosten en operationele kosten, die omgerekend worden in jaarlijkse kosten. Wanneer maatregelen tot een besparing leiden, wordt deze besparing in mindering gebracht op de kosten. Daarbij komt Koelemeijer et al. (2017) uit op nationale kosten in de orde van grootte van 2,6–5,5 miljard euro per jaar extra ten opzichte van het basispad in 2030. Die kosten zijn met andere modellen berekend dan de investeringen die in dit document zijn uitgewerkt, maar wanneer de investeringen uit dit rapport worden beoordeeld op de nationale kosten, zijn die consistent met de range uit bovengenoemde notitie. Het inrichten van een goed investeringsklimaat en bijbehorende financierbaarheidsagenda als bepleit in dit werkdocument zal bijdragen aan de reductie van de nationale kosten die gepaard gaan met deze investeringen.

Referenties

CPB/PBL (2015), *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Cahier Klimaat en Energie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving/Centraal Planbureau.

DNB (2017), *Knelpunten in de financiering van groene investeringen*, online februari 2017: <https://www.dnb.nl/nieuws/nieuwsoverzicht-en-archieef/dnbulletin-2017/index.jsp#>.

Koелеmeijer et al. (2017), *Nationale kosten energietransitie in 2030*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

PBL (2017), *Analyse Leefomgevingseffecten Verkiezingsprogramma's 2017–2021*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Roelofsen et al. (2016), *Accelerating the energy transition: cost or opportunity?*, McKinsey & Company

Schoots, K., M. Hekkenberg & P. Hammingh (2016) *Nationale Energieverkenning 2016*. ECN-O—16-035. Petten: Energieonderzoek Centrum Nederland.

SER (2016a), *Verslaglegging Ronde tafel Financiering Energietransitie*, Borgingscommissie Energieakkoord, Den Haag: Sociaal Economische Raad.

SER (2016b), *Energieakkoord voor duurzame groei – Voortgangsrapportage 2016*, Den Haag: Sociaal Economische Raad.