

# Energietransitie

Richting een Energieneutraal Nederland.

Juni 2017

Universiteit Utrecht

**Liberal Arts & Sciences- Interdisciplinair sluitstuk**

Eva Herrewijnen (5515947): Energie & Duurzaamheid

Lisanne Lewis (5510953): Sociale geografie & Planologie



# Inhoudsopgave

<b>HOOFDSTUK 1: INLEIDING .....</b>	<b>3</b>
<b>HOOFDSTUK 2: PLANNEN EN TECHNISCHE BELEMMERINGEN VOOR EEN ENERGIENEUTRAAL NEDERLAND IN 2050 .....</b>	<b>6</b>
2.1 HET HUIDIGE NEDERLANDSE ENERGIESYSTEEM .....	7
2.1.1 Elektriciteit .....	8
2.1.2 Transport .....	9
2.1.3 Warmteproductie .....	9
2.2 PLANNEN EN BELEMMERINGEN .....	9
2.3 ELEKTRICITEIT .....	10
2.4 TRANSPORT .....	12
2.5 WARMTE .....	13
2.6 INVESTEREN IN EEN DUURZAME TOEKOMST .....	14
<b>HOOFDSTUK 3: DE SOCIALE DIMENSIE VAN DE ENERGIETRANSITIE IN NEDERLAND .....</b>	<b>16</b>
3.1 KENMERKEN ENERGIETRANSITIE .....	17
3.2 DE NEDERLANDSE SAMENLEVING .....	19
3.4 IMPLEMENTATIEPROCES .....	23
3.5 CONCLUSIE .....	25
<b>HOOFDSTUK 4: INTEGRATIE .....</b>	<b>26</b>
4.1 INZICHTEN .....	26
4.2 CONFLICTEN EN OVEREENKOMSTEN .....	26
4.3 COMMON GROUND .....	28
4.4 MORE COMPREHENSIVE UNDERSTANDING .....	29
4.4.1 Beleidsadvies .....	32
4.5 OVERZICHT INTEGRATIE .....	33
<b>HOOFDSTUK 5: DISCUSSIE .....</b>	<b>34</b>
<b>LITERATUUR .....</b>	<b>35</b>
BRONNENLIJST ALGEMENE INLEIDING .....	35
<b>BRONNENLIJST HOOFDSTUK 2: PLANNEN EN TECHNISCHE BELEMMERINGEN VOOR EEN ENERGIENEUTRAAL NEDERLAND IN 2050 .....</b>	<b>36</b>
<b>BRONNENLIJST HOOFDSTUK 3: DE SOCIALE DIMENSIE VAN DE ENERGIETRANSITIE IN NEDERLAND</b>	<b>39</b>

# Hoofdstuk 1: Inleiding

Tijdens de klimaatconferentie Parijs (COP21) in Oktober 2015 stond de problematiek rondom het versterkte broeikaseffect centraal. Deze conferentie heeft geresulteerd in een akkoord waarin afspraken staan die de mondiale temperatuurstijging moeten beperken tot onder de 2 graden celsius. Om de doelstelling van 2 graden te kunnen behalen is er vanuit het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) vastgesteld dat er maximaal 1000 Gigaton CO<sub>2</sub> toelaatbare emissies beschikbaar is tot eind deze eeuw (IPCC, 2014).

Om aan deze voorwaarde te voldoen is het noodzakelijk dat landen CO<sub>2</sub>-arm worden (zo min mogelijk CO<sub>2</sub> uitstoten). Aan de klimaatconferentie deden 186 landen mee, waaronder Nederland. Deze landen zijn goed voor 96,5 procent van de wereldwijde CO<sub>2</sub> uitstoot en kunnen dus een groot verschil maken als het draait om het inperken van de CO<sub>2</sub> uitstoot (Rijksoverheid, 2015). De broeikasgasemissies moeten in 2050 tussen de 40-70 procent zijn gereduceerd ten opzichte van 2010. Dit betekent dat in Europa de broeikasgas uitstoot in 2050 tussen de 80 en 90 procent lager moet zijn dan het niveau in 1990 (Rijksoverheid, 2016). Dit doel is door vele Europese landen overgenomen als nationale doelstelling, waaronder ook Nederland.

Op nationaal niveau heeft de Nederlandse overheid eerder een akkoord getekend voor duurzame groei, namelijk het energieakkoord in 2013. Dit energieakkoord is een verbintenis tussen ruim veertig organisaties, waaronder de overheid, werkgevers, vakbeweging, natuur- en milieuorganisaties, maatschappelijke organisaties en financiële instellingen. De kern van het akkoord zijn breed gedragen afspraken over energiebesparing, schone technologie en klimaatbeleid. Uitvoering van de afspraken moet resulteren in een betaalbare en schone energievoorziening, werkgelegenheid en kansen voor Nederland in de duurzame technologie markten (SER, 2013).

Het ontstaan van het energieakkoord en de klimaatconferentie Parijs (COP21) waren belangrijke drijfveren voor de energietransitie in Nederland. Energietransitie is een beleidsplan van de overheid waarbij het doel is om fossiele brandstoffen om te zetten naar duurzame energiebronnen (PBL, 2016). Dit gaat gepaard met een overgangperiode waarbij conventionele energiebronnen zoveel mogelijk verminderd worden en uiteindelijk worden

vervangen. Het doel van dit onderzoek is om te onderzoeken hoe de energietransitie in Nederland geoptimaliseerd kan worden.

Uit de literatuur blijkt dat de Nederlandse overheid ambitieuze doelen heeft gesteld die tot op heden tot nog weinig resultaat hebben geleid (Straver, 2017). Dit heeft geleid tot de centrale vraag: Hoe kan de energietransitie naar een energieneutraal Nederland geoptimaliseerd worden?

Om te kunnen onderzoeken hoe de energietransitie van Nederland geoptimaliseerd kan worden, is het noodzakelijk om gebruik te maken van een interdisciplinaire aanpak. De energietransitie is een ingewikkeld vraagstuk waarin zowel sociale, technologische als economische aspecten een rol spelen (Wetenschapsagenda, n.b.). Dit maakt het een complex onderwerp dat niet compleet verklaard of opgelost kan worden door één enkele discipline (Repko, 2012). Het onderzoek naar de optimalisering van de energietransitie in Nederland zal worden gedaan door de disciplines Energie en Duurzaamheid (hierna genoemd als E&D) en Sociale Geografie en Planologie (hierna genoemd als SGPL) en belicht dus de sociale en technische aspecten van de transitie.

Energie & Duurzaamheid is een relevante discipline om te betrekken in het onderzoek naar een energieneutraal Nederland, omdat het een bredere discipline is die onder andere bestaat uit de vakken: *energy-analysis*, milieufilosofie, *life-cycle assessment* en milieubeleid. In dit onderzoek zal E&D zich focussen op hoe het energiesysteem van Nederland er op dit moment uitziet en wat voor technische mogelijkheden er nodig zullen zijn om de doelstellingen te halen. De technische aspecten zullen dus worden belicht. Verwacht wordt dat het moeilijk gaat worden om de doelstellingen te behalen, met de technische mogelijkheden die we nu kennen, wanneer de transitie geleidelijk moet verlopen en de economie niet mag schaden.

SGPL is een discipline die verklaring van de ruimtelijke, organisatorische en gedragspatronen van mensen over de natuurlijke en bebouwde landschappen bestudeert. Het omvat methoden en theorieën van gedragsgeografie, cognitieve geografie en economische geografie. SGPL is een relevante discipline voor dit onderzoek omdat het de sociale aspecten van de energietransitie kan belichten. De sociale processen binnen de samenleving worden vaak te weinig belicht bij onderwerpen zoals energie en duurzaamheid. SGPL kan meer inzichten geven in de sociale processen die gepaard gaan met de energietransitie. Deze sociale processen hebben invloed op de implementatie van duurzame

innovatieve ontwikkelingen. Daarom zal SGPL in dit onderzoek gaan kijken naar wat de sociale problemen zijn, en de bijbehorende oplossingen, die komen kijken bij de implementatie van een duurzaam energiebeleid dat hoort bij de energietransitie. De verwachting is dat de implementatie van duurzame energiebronnen niet altijd succesvol zal gaan door het gebrek aan de erkenning van de sociale factoren. Dit zou opgelost kunnen worden door een beleid dat meer gericht is op de participatie en ondersteuning van de bevolking binnen de energietransitie.

Door middel van literatuuronderzoek van de desbetreffende disciplines is er onderzoek gedaan naar de energietransitie in Nederland. Voor het geïntegreerde gedeelte van dit onderzoek is gebruik gemaakt van het stappenplan van Allen F. Repko uit zijn boek *'Interdisciplinary Research'* (Repko, 2012).

# Hoofdstuk 2: Plannen en Technische Belemmeringen voor een Energieneutraal Nederland in 2050

Geschreven door: Eva Herrewijnen (5515947)

De Britse regering werd in 2008 de eerste regering met een klimaatwet. Het Verenigd Koninkrijk (VK) is daarmee pionier als het gaat om lange-termijn wetten voor een koolstofarme toekomst (Laes, Gorissen, Nevens, 2014). Na het VK wil Nederland zich nu ook in zetten voor een duurzame toekomst. Zo was de Nederlandse overheid al een van de deelnemers in het Energieakkoord 2013. Dit akkoord is getekend door meer dan 40 organisaties waaronder werkgevers, natuur- en milieuorganisaties, maatschappelijke organisaties en financiële instellingen en bevat afspraken over energiebesparing, schone technologie en klimaatbeleid. In het akkoord staat duurzame groei centraal en zijn er afspraken gemaakt om het aandeel hernieuwbare energie te vergroten tot aan 2023 (SER, 2013). Hier bleef het echter niet bij. In aanloop naar de Klimaatconferentie 2015 Parijs (COP21), presenteerden Jesse Klaver (fractievoorzitter van GroenLinks (GL)) en Diederik Samsom (toenmalig fractievoorzitter van de Partij van de Arbeid (PVDA)) de klimaatwet. Volgens deze initiatiefwet moet er elk jaar een begroting komen waarin wettelijke klimaatdoelen worden opgesteld. Na GroenLinks en PVDA hebben meerdere politieke partijen, waaronder de Politieke Partij Democraten 66 (D66) zich uitgesproken voor deze wet. In de wet worden ambitieuze doelstellingen vastgelegd. Deze klimaatwet streeft naar een vermindering van broeikasgasemissies van 55 procent in 2030 en een vermindering van 95 procent in 2050. Tevens moet er in 2050 een 100 procent duurzame energievoorziening zijn (Groenlinks, PVDA, 2015). Hoewel deze wet nog niet is doorgevoerd, heeft Nederland zich in 2015 wel daadwerkelijk verbonden aan het klimaatakkoord van Parijs en is daarmee een wettelijke verplichting aangegaan (Rijksoverheid, 2016a). De Nederlandse overheid wil een transitie maken naar een duurzamer energiesysteem en heeft als doel, een energieneutraal Nederland in 2050. Dit houdt in dat in Nederland vrijwel alle energie die wordt gebruikt, schoon moet worden opgewekt en dus met zo min mogelijk CO<sub>2</sub>- uitstoot.

Nederland had in 2015 een broeikasgasuitstoot van 196 Megaton CO<sub>2</sub>- equivalenten. Met dit cijfer is Nederland goed voor 0,64 procent van de totale mondiale uitstoot (European Commission, 2016). Deze uitstoot wordt voor het grootste deel (80 procent) veroorzaakt door het energetisch energiegebruik van Nederland (Rijksoverheid, 2016b). Veruit de meeste energie is afkomstig van fossiele brandstoffen. Bij de verbanding van deze brandstoffen komen broeikasgassen vrij waaronder CO<sub>2</sub>. Om de CO<sub>2</sub>- uitstoot te verminderen wil de overheid het aandeel energie uit hernieuwbare bronnen, die minder of geen CO<sub>2</sub> uitstoten, vergroten. Cijfers van het CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek) laten zien dat het aandeel hernieuwbare energie ten opzichte van het totale energieverbruik in Nederland op dit moment zo'n 5,9 procent is. Dit is ongeveer gelijk aan het voorgaande jaar waarin 5,8 procent van het energieverbruik door hernieuwbare energiebronnen werd opgewekt (CBS, 2017a).

Als Nederland zich wil houden aan de klimaatdoelen die het heeft gesteld en wil bijdragen aan het inperken van de effecten van klimaatverandering, betekent dit dat het aandeel hernieuwbare energie moet groeien en er dus grote veranderingen in het energiesysteem moeten worden gemaakt. Zo zal er niet alleen minder energie moeten worden verbruikt, maar moet ook een groot gedeelte van de energie vanuit hernieuwbare energiebronnen afkomstig zijn. In dit disciplinaire literatuuronderzoek zal er gekeken worden naar de (technische) haalbaarheid van de energietransitie. Om dit te onderzoeken zijn de volgende deelvragen geformuleerd. Hoe ziet het huidige energiesysteem van Nederland er nu uit? En de tweede deelvraag: Wat zijn de plannen van de overheid en welke maatregelen moeten en/of kunnen er vanuit technisch oogpunt worden ingezet om de CO<sub>2</sub>-reductie doelstellingen te behalen?

## **2.1 Het huidige Nederlandse energiesysteem**

De bedoeling van het klimaatakkoord Parijs 2015 is dat de energie die Nederland consumeert in 2050 zo veel mogelijk uit hernieuwbare, koolstofarme energiebronnen afkomstig is. De *total final consumption* (TFC) is het totale eindverbruik van energie in eindsectoren zoals huishoudens, industrie, diensten en vervoer (Blok, Nieuwlaar, 2016). In 2016 bedroeg de TFC 1860 PJ. Hiermee is het energieverbruik 3,6 procent meer dan vorig jaar (CBS, 2017b). Het aandeel hernieuwbare energiebronnen dat voor de TFC gebruikt

wordt, moet fors hoger dan de 5,8 procent die hedendaags behaald wordt. Het *Energy Research Centre for the Netherlands* (ECN) heeft, in samenwerking met het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), de 'Nationale energieverkenning 2016' (NEV) uitgegeven, met gegevens van 2015. Hierin is gekeken naar de effecten van het Energieakkoord 2013 op het Nederlandse energiesysteem. Een van de belangrijkste conclusies die naar voren kwam was dat een transitie in het energiesysteem, om broeistofgassen te verminderen, moeilijk te bewerkstelligen is door beleidsaanpassingen. De verwachting die het ECN heeft met hun vaste beleid benadering is dat er een emissiereductie van slechts 30 procent ten opzichte van 1990 kan worden bereikt in 2035 (Schoots, Hekkenberg, Hammingh, 2016). Om een emissie reductie van 80 tot 95 procent te behalen in 2050 zal er dus nog veel moeten gebeuren.

Zoals eerder benoemd is het energiegebruik de grootste veroorzaker van de broeikasgasemissies van Nederland. Nog specifiek zijn er drie functies die verantwoordelijk zijn voor het grootste gedeelte van de uitstoot. Dit zijn elektriciteit (26 procent), proces- en ruimteverwarming (37 procent) en transport (17 procent) (Rijksoverheid, 2016b).

#### 2.1.1 Elektriciteit

In 2016 is in totaal 414 PJ aan energiedragers (totaal van fossiele brandstoffen, hernieuwbare energie, kernenergie en overige energiedragers) ingezet voor de elektriciteitsproductie in Nederland. 81 procent van de brandstoffen die gebruikt werden voor de productie van energie kwamen uit niet-hernieuwbare energiebronnen. Het grootste aandeel kwam van steenkool (32 procent) en aardgas (+45 procent). Het aandeel dat vanuit hernieuwbare energiebronnen afkomstig was, betrof 13 (CBS, 2017c). Voor de energietoepassing elektriciteit was het bruto eindverbruik van biomassa 18,7 PJ, van windenergie 30 PJ en van zonne-energie 5,6 PJ (CBS, 2017a).

In het artikel '*An Exploratory Analysis of the Dutch Electricity*' is gekeken naar dertien onzekerheden, zoals verplichte ontwikkeling en koolstof prijzen, die invloed hebben op het elektriciteitssysteem (Kwakkel. Yücel, 2012). Er wordt geconcludeerd dat er binnen het elektriciteitsnetwerk de komende jaren slechts kleine veranderingen zullen plaatsvinden waaronder een geleidelijke verschuiving naar een duurzamer systeem. Deze transitie



verloopt echt heel langzaam en zal dus niet genoeg zijn om zonder radicale aanpassingen te voldoen aan de doelstellingen (Kwakkel, Yücel, 2012).

### 2.1.2 Transport

Het energieverbruik van het wegverkeer betrof 418 PJ in 2014. Het energieverbruik door railverkeer was 7 PJ, het energieverbruik in scheepvaart was 528 PJ en het energieverbruik in de luchtvaart (emissies door het verbranden van brandstoffen tijdens starts, landingen en taxiën en de verdamping van brandstof) betrof zo'n 161 PJ (CBS, 2016). In 2014 was 53 procent van de koolstofemissie die door transport veroorzaakt werden, afkomstig vanuit personenvervoer (CBS, 2016). Dit betrof 40,6 miljard kg CO<sub>2</sub> (CBS, 2017d). De Europese Commissie verwacht dat, binnen Europa, alle vormen van transport, waaronder vliegen, openbaar vervoer en privévervoer zullen stijgen in gebruik binnen. De verwachting is dat het aantal personen-km dat door auto's wordt gereden 9,1 keer zo groot zal worden als het aantal personen-km dat met het openbaar vervoer wordt afgelegd (Furfari, 2016).

### 2.1.3 Warmteproductie

Warmte ontstaat vooral bij de productie van elektriciteit. Een gedeelte van de warmte kan nuttig worden gebruikt in warmtekrachtkoppelingssystemen (WKK) en kan zo gebruikt worden in de industrie of bijvoorbeeld voor stadsverwarming. De bruto warmteproductie betrof 186 PJ in 2016 (CBS, 2017c). Hoewel het gebruik van warmte niet leidt tot directe emissies is er wel sprake van CO<sub>2</sub>-emissies bij de productie van warmte en bij de productie van energiedragers die gebruikt worden in de centrale. De CO<sub>2</sub> factor die hiermee gepaard gaat is afhankelijk van de soort centrale. Zo is dit bij de STEG-centrale 11,300 kg CO<sub>2</sub> per gigajoule (productie + conversie), bij de kolencentrale 18,500 kg CO<sub>2</sub> per gigajoule en bij een afvalverbrandingsinstallatie: 20,000 kg CO<sub>2</sub> per giga joule (CO<sub>2</sub> emissiefactoren, 2015).

## 2.2 Plannen en Belemmeringen

Het ECN verwacht dat de broeikasgasemissies een aantal jaar snel zullen dalen, maar dat deze daling steeds meer zal stagneren tot aan 2035, waarin een reductie van 30 procent wordt behaald. Dit komt niet in de buurt van de 80 tot 95 procent waar de Nederlandse overheid op hoopt. Dit houdt in dat grote veranderingen noodzakelijk zijn om de doelstelling in 2050 toch te kunnen behalen (Schoots, Hekkenberg, Hammingh, 2016)

Minister Kamp, De Nederlandse minister van economische zaken, presenteerde daarom op 12 december 2016 'De Energieagenda' (Rijksoverheid, 2016b). In deze agenda wordt besproken hoe Nederland naar een energieneutraal 2050 moet worden geleid. De overheid wil een geleidelijke transitie die de economie niet schaadt en is van plan energie te besparen, meer te investeren in hernieuwbare energie (dit geldt voor de overheid en bedrijven) en minder aardgas te gebruiken (Rijksoverheid, 2016b). De strategie die hierbij wordt gebruikt is het enerzijds stimuleren door bepaalde prikkels (investeren in veelbelovende technologieën) en anderzijds sturen door middel van regelgeving. Wat zijn de plannen en belemmeringen per functie?

### **2.3 Elektriciteit**

Uit de energieagenda, waarin het plan van de overheid beschreven staat, zijn de volgende punten naar voren gekomen met betrekking tot het verminderen van de CO<sub>2</sub>- uitstoot door elektriciteitsproductie (Rijksoverheid, 2016b):

- Het stimuleren van hernieuwbare energiebronnen door de stimuleringsregeling duurzame energieproductie (SDE+)
- Samenwerking zoeken met Noordwest-Europese landen ter voorkoming van concurrentie op subsidie-instrumenten.
- Continuering van de uitbreiding van windenergie op zee
- Verkenning van andere vormen van hernieuwbare energieopwekking op zowel land als zee
- Stimulering van lokale hernieuwbare energieproductie

Wat het elektriciteitsnetwerk betreft, bieden zonne-energie, windenergie en bio-energie de beste alternatieven. Hoewel het gebruik van bio-energie in 2015 gedaald is met zo'n 12 procent t.o.v. 2014 (door een ongunstige aanpassing in de wet in 2012), is er wel een toename van wind- en zonne-energie (Compendium voor de leefomgeving, 2016). In 'de energieagenda' speelt windenergie, zowel op land als op zee, een belangrijke rol voor het behalen van de doelstellingen. Nederland wil de capaciteit van windmolens vergroten tot 10,5 gigawatt en wil het aandeel van windenergie in de totale elektriciteitsmix vergroten tot 25 procent. Dit komt neer op 3,25 procent van de totale energieconsumptie (Soria-Rodríguez, 2016).

In het paper *'Using wind energy to save fuel and reduce CO<sub>2</sub> emissions'* wordt gekeken naar de potentie van windenergie voor Nederland (Udo, Le Pair, De Groot, Van den Berg, & Verkooien, 2015). Er wordt geconcludeerd dat de Nederlandse overheid een té positieve benadering heeft gehad. Windmolens zullen een aandeel van 1 procent van de totale consumptie kunnen behalen, maar geen 3,25 procent. De overheid zal daarom meer moeten investeren in veelbelovende technologieën die nog niet bekend zijn in plaats van de alom bekende technologieën (Udo, Le Pair, De Groot, Van den Berg, & Verkooien, 2015). Hoewel windmolens potentie hebben, is deze naar verwachting dus niet genoeg om een groot verschil te maken en moet de overheid geen tunnelvisie hebben op de bestaande technologie, maar ook verder durven kijken.

Wat kunnen we verwachten van zonne-energie in Nederland? Op kortere termijn verwacht het ECN dat zonne-energie in Nederland zal doorgroeien naar 5 gigawatt in 2020. Dit is vijf keer zoveel als het nu levert (Schoots, Hekkenberg, Hammingh, 2016). In *'A review of the Dutch ecosystem for building integrated photovoltaics'* wordt gekeken naar hoe de bouw van geïntegreerde zonnepanelen het best in zijn werk kan gaan (Osseweijer, Van den Hurk, Teunissen, Van Stark, 2016). Dit zijn zonnepanelen die in plaats van het dak kunnen worden gebruikt. Als advies aan de Nederlandse overheid wordt gesteld dat deze een zekerheid voor de toekomst moet bieden. Zo moet er onderzoek komen naar de kosten en certificering en de acceptatie van burgers om te zien wat het potentieel is. In Nederland wordt wel veel onderzoek gedaan naar zonnepanelen, wat gunstig is, ook op internationaal gebied (Osseweijer, Van den Hurk, Teunissen, Van Stark, 2016). Het opwekken van zonne-energie is een complexe en dure techniek. Hoe goed het werkt, hangt af van veel milieufactoren zoals windsnelheid, zonne-intensiteit en bewolking. Het is geen consistente manier van energie genereren en daarom moeten er altijd andere energiebronnen in het netwerk zijn om het aanbod constant te houden (Vakeesan, Kannan, 2016).

Wat biobrandstof betreft, is het niet zo eenvoudig in te schatten wat voor betekenis het kan hebben in de toekomst. Enerzijds heeft de overheid de ambitie om in 2050, in een vraag van 1600 PJ aan biomassa te kunnen voorzien, waarvan 28 procent voor de elektriciteit is bestemd (PBL, 2014). De verwachting is echter, dat de overheid maar 290 PJ zal kunnen leveren vanuit biomassa (PBL, 2014). Belemmeringen zijn onder andere dat men niet weet of er in de toekomst genoeg biobrandstof op duurzame wijze kan worden geleverd. Voor de productie van biobrandstof is landbouwgrond nodig en het resulteert ook

weer in CO<sub>2</sub> uitstoot (PBL, 2011). Het PBL verwacht dat de benodigde grond een groot probleem gaat worden in de toekomst. Hoewel er tegenwoordig technologieën zijn die biobrandstof kunnen halen uit afval, zal de hoeveelheid afval niet genoeg zijn om de benodigde hoeveelheid biomassa te leveren (PBL, 2012). Het PBL vindt dat de ontwikkeling van nieuwe technologieën en procedures voor het produceren van biomassa en de ontwikkelingen van specifiek technologieën om koolwaterstoffen vanuit biomassa te produceren, prioriteiten moeten zijn voor de transitie naar een duurzame toekomst (PBL, 2012).

## **2.4 Transport**

Wat betreft het verduurzamen van de transportsector zijn de volgende plannen in de energieagenda benoemd (Rijksoverheid, 2016b):

- Het aantrekkelijker maken van fietsen en een omschakeling naar volledig elektrische auto's
- Overschakeling naar volledig hernieuwbare energie (windenergie) in de spoorsector
- Omschakeling naar biobrandstof en zuinige motoren voor het wegtransport
- Overgang op CO<sub>2</sub> arme brandstoffen en efficiënter vliegen van de luchtvaart

Er zijn veel mogelijkheden voor het verminderen van energieverbruik in het transport. Zo zijn er verschillende mogelijkheden om het privé transport energiezuiniger te maken. Voertuigen kunnen lichter worden gemaakt en efficiëntere motoren kunnen ook zorgen voor minder energieverbruik. De verwachting is dat in 2050, 30 procent minder brandstof hoeft te worden geconsumeerd door efficiëntere auto's (Furfari, 2016). Ten tweede komen er ook steeds meer elektrische auto's op de markt. Ook in het vliegtransport wordt geëxperimenteerd met het gebruik van andere materialen en hogere efficiëntie. De vraag is echter of dit voldoende is. Door de verwachte groei in Europa en Nederland, de aankomende decennia in vracht-, vlieg-, en personenverkeer, zal de komende tijd de energieconsumptie blijven stijgen (Furfari, 2016). Dit ondanks de mogelijkheden die er zijn. Een van de punten die de overheid tevens benoemt is een omschakeling naar biobrandstof waar moeilijkheden mee gepaard gaan die al eerder aan bod zijn gekomen. Het is daarom noodzakelijk dat er een vooruitgang komt in efficiëntie en dan met name in het

wegtransport, omdat dit het meest gebruikt wordt. Ook is het van belang dat de bevolking zelf bewuster kiest voor duurzame vervoersmiddelen.

## 2.5 Warmte

Toekomstscenario's van het PBL gaan uit van een warmtevraag tussen de 770 en 774 PJ in 2050 (Hoogervorst, 2017). De mogelijkheden die de overheid ziet wat betreft vermindering van de CO<sub>2</sub> uitstoot door warmteproductie, zijn opgedeeld in warmte binnen woningen en warmte in de industrie. De punten hebben betrekking op 4 fronten: reductie van finale aanvraag, efficiëntere productie, overschakeling op hernieuwbare energiebronnen en beperken van de broeikasgasemissies (Hoogervorst, 2017).

Warmte in de industrie (Rijksoverheid, 2016b):

- Voorkomen van CO<sub>2</sub> uitstoot door een ambitieuze inzet op energiebesparing en voortzetting van afspraken over energiebesparing vanuit het Energieakkoord.
- Ontwikkelen van alternatieve warmte-opties, zoals bijvoorbeeld geothermie en een betere benutting van reststromen
- Opslag van CO<sub>2</sub> wanneer er geen CO<sub>2</sub>- arme alternatieven zijn onder de grond of in voormalige aardgasvelden in het Noordzeegebied

Warmte in woningen (Rijksoverheid, 2016b):

- Verplichten van een minimum energielabel
- Stimulatie van wat verder gaat dan minimum
- Wegnemen van knelpunten voor nieuwe specifieke technieken

Een van de mogelijkheden is de aanleg van nieuwe warmtenetten. Het verschil tussen de huidige en de nieuwe warmtenetten is dat de huidige warmtenetten gevoed worden door fossiele brandstoffen uit één grote bron. Dit terwijl de nieuwe warmtenetten gevoed zullen worden door meerdere kleinere bronnen die niet fossiel gestook worden (Hoogervorst, 2017). De verwachting is dat op termijn 350 PJ, goedkoop, door warmtenetten kan worden geleverd. Hoewel de overheid dus over wil op nieuwe warmtenetten, is er meer stimulatie nodig vanuit de overheid om dit te realiseren (Hoogervorst, 2017).

Wat warmteproductie in de industrie betreft, legt de overheid de verantwoordelijkheid bij de bedrijven zelf om de transitie te maken en ziet zelf veel potentie

bij gebruik van restwarmte (Rijksoverheid, 2016b). Tevens geeft de overheid aan dat het zelf moet inzetten in onderzoek, kostenverlaging en investeringsprikkels en benadrukt de overheid, dat de technologie van nu nog niet voldoende is om een koolstofarm 2050 te realiseren. Er zijn innovaties nodig op het gebied van efficiënter restwarmte gebruik, geothermie en op gebied van nieuwe producten (Rijksoverheid, 2016b). Voor warmteproductie in woningen zijn er ook mogelijkheden om de warmteproductie te reduceren. Beter geïsoleerde huizen kunnen bijvoorbeeld wel resulteren in minder warmtegebruik (Blok, Visser, 2005). De oplossingen hangen echter ook af van de mate waarin bewoners willen meewerken en belang hechten aan het reduceren van de warmteproductie.

De opslag van CO<sub>2</sub> die de overheid als optie bestempelt, is echter geen wenselijke oplossing. Dit omdat het niet strookt met de definitie van duurzame energietransitie zoals die in dit onderzoek wordt bedoeld, namelijk een transitie naar een energievoorziening die uit vrijwel enkel hernieuwbare energie afkomstig is.

## **2.6 Investeren in een duurzame toekomst**

Het realiseren van een energieneutraal Nederland in 2050 is een moeilijke opgave. Hoewel er verschillende mogelijkheden zijn om CO<sub>2</sub>-emissies te reduceren, is het onwaarschijnlijk dat de doelstellingen van 2050 zullen worden behaald onder de voorwaarde die de overheid heeft gesteld, namelijk een geleidelijke transitie die de economie niet schaadt.

Voor de drie functionaliteiten met de grootste uitstoot zijn plannen gemaakt door de overheid om de emissies te reduceren, maar er zijn ook veel belemmeringen. Het elektriciteitssysteem blijkt een moeilijk stuurbaar systeem. Hoewel het aandeel wind en zonne-energie in een groeiend gedeelte van de energiemix gaan voorzien, is het bij lange na niet genoeg om energieneutraal te worden. De overheid zal daarom meer moeten investeren in veelbelovende technologieën die nog niet bekend zijn en niet enkel in de al bekende technologieën. Wat transport en warmteproductie betreft, is dezelfde conclusie mogelijk. Er wordt gewerkt aan het verminderen van de CO<sub>2</sub> uitstoot op alle twee de gebieden, maar met de huidige technologie zal dit niet genoeg zijn om de doelstellingen te behalen. Tevens wordt duidelijk dat het slagen van de energie transitie niet enkel afhangt

van technische aspecten maar ook van de bereidwilligheid van de maatschappij om de energietransitie te laten slagen.

Dit disciplinaire onderzoek heeft enkel gekeken naar beleidsmogelijkheden van de overheid, met als conclusie dat deze niet gaan leiden tot het behalen van de doelstellingen en meer onderzoek naar het verbeteren en creëren van technieken noodzakelijk is. Wellicht is onderzoek naar andere vormen van beleid een mogelijke oplossing. Want zoals de overheid zelf ook vermeld, zal de transitie naar een energieneutraal Nederland inzet vereisen van niet enkel de overheid, maar ook het bedrijfsleven en de maatschappij.

# Hoofdstuk 3: De sociale dimensie van de energietransitie in Nederland

Geschreven door: Lisanne Lewis (5510953)

De afgelopen jaren is er steeds meer bewijs gekomen van de toenemende verslechtering van het klimaat. Welvarende landen maken in grote mate nog steeds in grote mate gebruik van fossiele brandstoffen voor het opwekken van energie en voor transport (Burningham, Barnett, & Thrush, 2006). Net zoals vele andere landen wil Nederland de klimaatverslechtering tegen gaan door middel van een energietransitie waarbij de uitstoot van broeikasgassen in 2050 met 80 tot 95 procent verminderd wordt. Deze doelstelling is afgestemd op het klimaatakkoord van Parijs en wordt ook wel energieneutraliteit genoemd (Ros, 2015). Een van de manieren om klimaatverslechtering tegen te gaan of te verminderen is het overstappen op duurzame energie die is opgewekt door middel van biobrandstoffen, wind, water en zon (hernieuwbare energie). Het overgaan op alternatieve energiebronnen is echter iets wat niet zonder slag of stoot gaat. In het verleden is vaak gebleken dat mensen niet altijd open stonden voor de soms grote veranderingen die dit met zich mee brengt. Daarnaast is uit recent onderzoek van CBS gebleken dat het aandeel van duurzame energie in Nederland het afgelopen jaar slecht met één procent is gestegen terwijl het totale energieverbruik met 4 procent is toegenomen (Straver, 2017). Door het stijgende energieverbruik van de Nederlanders is het erg lastig tot vrijwel onmogelijk om de vastgestelde doelen te behalen. Het energieverbruik in Nederland is zo hoog dat alle nieuwe windmolens en zonnepanelen te kort schieten om de toename van het energieverbruik te dekken. Mensen moeten dus niet alleen openstaan voor duurzame energiebronnen zoals windmolens en zonnepanelen, maar men moet zich ook bewuster worden van het te hoge energieverbruik. Aanpassingen in huishoudens en bedrijven, zoals goede isolatie en een maxima voor energieafnamen, zouden voor een betere balans kunnen zorgen tussen vraag en aanbod van (duurzame) energie (Straver, 2017). Naast de extra inzet van hernieuwbare energiebronnen en vermindering van de energievraag in verschillende sectoren kan er ook door middel van warmtenetten of *carbon capture and storage* (CCS) de uitstoot van broeikasgassen verminderd worden (Koelemeijer, Daniëls, Koutstaal, & Boot, 2017). In dit



verslag wordt er echter vooral gefocust op de inzet van hernieuwbare energiebronnen in de energietransitie.

Het is wenselijk voor de Nederlandse overheden op nationaal, regionaal en lokaal niveau, om zich meer te focussen op de sociale processen die van belang zijn bij de energietransitie in Nederland. Er is alleen een kans van slagen wanneer de doelstelling krachtige en langdurige politieke steun heeft en een breed ondersteunend maatschappelijk draagvlak (Ros, 2015).

In dit disciplinaire gedeelte wordt er onderzocht welke maatregelen er genomen moeten worden om Nederland energieneutraal te krijgen in 2050. Om hier antwoord op te vinden is het noodzakelijk om te kijken naar de kenmerken van de energietransitie in Nederland en de bijbehoren actoren. Daarnaast is het belangrijk om het implementatieproces van de energietransitie in kaart te brengen omdat dit een grote invloed heeft op het succes van de energietransitie.

Met dit in het achterhoofd is de volgende vraag geformuleerd als centrale vraag binnen dit stuk: In hoeverre is een energieneutraal Nederland realistisch met kijk op de implementatie ervan?

### **3.1 kenmerken energietransitie**

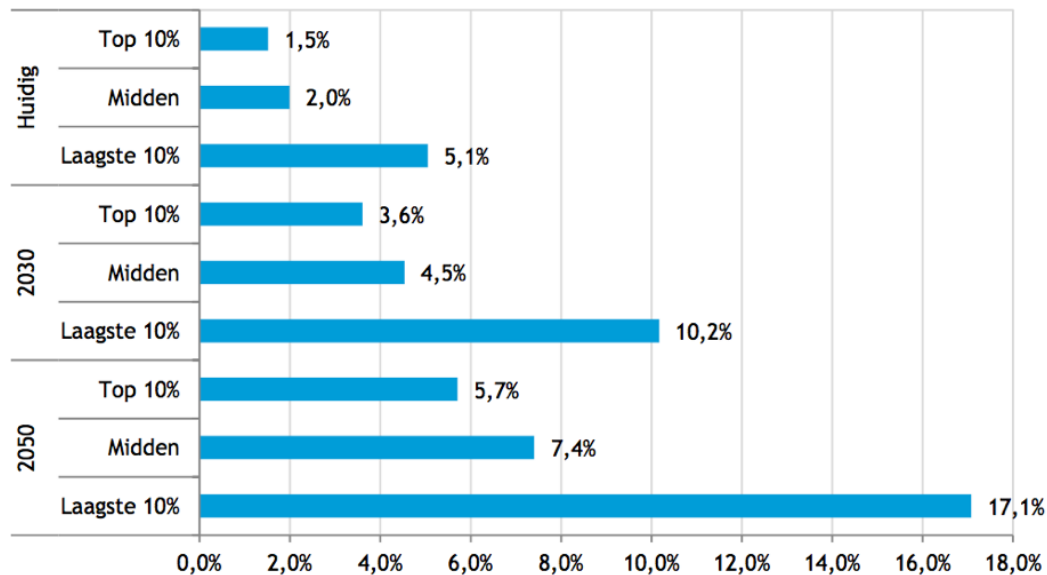
Klimaatneutraal, CO<sub>2</sub>-arm, koolstofarm en energieneutraal zijn allemaal begrippen die verwijzen naar hetzelfde doel: een situatie waarbij de klimaatveranderingen beperkt blijven. Dit uit zich in een energiesysteem waarbij vraag en aanbod van warmte, brandstoffen en elektriciteit in balans zijn. Daarnaast moet de vraag aangevuld kunnen worden vanuit duurzame energiebronnen (PBL, 2016). Energieneutraliteit kan worden bereikt door middel van een transitie. Een transitie is een structurele verandering in maatschappelijke systemen zoals energievoorzieningen, huisvesting, mobiliteit, landbouw, gezondheidszorg etc. Transitie ontstaan wanneer de dominerende structuren in de maatschappij onder druk komen te staan door externe veranderingen (bijvoorbeeld milieuveranderingen) en innovaties (Loorbach, 2010).

Energietransitie houdt in dat er, in verschillende maatschappelijke systemen in Nederland, een structurele verandering zou moeten plaatsvinden met betrekking tot de energiebronnen. Om de doelstelling in 2050 te behalen (80 tot 95 procent CO<sub>2</sub>-reductie)

moet Nederland zeer ambitieus te werk gaan. In 2030 zou er al een reductie van 43-49 procent behaald moeten worden om te kunnen spreken van een succesvolle energietransitie in 2050. Recent onderzoek van PBL en ECN laat zien dat de kosten van de energietransitie in 2030 tussen de 1,6 en 2,6 miljard euro per jaar zullen zijn. Deze kosten kunnen oplopen tot 3,5-5,5 miljard per jaar bij een reductie van 49 procent in 2030 (Koelemeijer, Daniëls, Koutstaal, & Boot, 2017). De energietransitie is een verandering die veel kosten met zich mee brengt. Deze kosten worden verhaald op de Nederlandse burgers door middel van de verhoging van energiekosten. De verdeling van deze lasten is echter niet rechtvaardig. Het bedrijfsleven wordt volgens CE Delft (2017) grotendeels ontzien bij het verdelen van de lasten van de energietransitie. Volgens het onderzoek richten bedrijven voor 3,3 miljard euro klimaatschade aan maar betalen ze maar 1,5 miljard mee. Huishoudens veroorzaken 2,6 miljard euro klimaatschade en betalen 5,4 miljard euro mee (Vergeer, Rooijers, & Davidson, 2017). Vooral de huishoudens met de laagste inkomens gaan het duurzame energiebeleid dat de Nederlandse overheid heeft vastgesteld het hardst voelen. De extra energiekosten wegen voor lagen inkomens zwaarder omdat zij een groter deel van hun besteedbaar inkomen hier aan kwijt zullen zijn dan de huishoudens met een hoger inkomen (Vergeer, Rooijers, & Davidson, 2017).

Huishoudens met een laag inkomen geven nu iets meer dan 5 procent uit aan de kosten van het klimaatbeleid terwijl de huishoudens met het hoogste inkomen maar 1,5 procent van het besteedbaar inkomen hieraan besteden. Verwacht wordt is dat deze kosten alleen maar gaan stijgen voor de burgers doordat de kosten van het klimaatbeleid ook gaan stijgen (Vergeer, Rooijers, & Davidson, 2017). Deze verdeling is des te oneerlijker omdat mensen met een hoger inkomen gemiddeld dubbel zoveel energieverbruiken dan huishoudens met een lager inkomen.

Figuur 1: Ontwikkelingen in de kosten van het klimaatbeleid als aandeel van het besteedbaar inkomen voor inkomensgroepen van huishoudens



Bron:

(Vergeer, Rooijers, & Davidson, 2017)

### 3.2 De Nederlandse samenleving

Er zijn een aantal actoren die een rol spelen bij de realisatie van een energieneutraal Nederland. De belangrijkste actoren zijn de burgers, bedrijven en de overheden op verschillende niveaus. Er is een goede samenwerking tussen alle partijen nodig om te zorgen voor een succesvolle energietransitie in Nederland. Voor de energietransitie is het noodzakelijk dat er sprake is van een publieke acceptatie van duurzame energiebronnen. Hierdoor is zijn de Nederlandse burgers een van de belangrijkste actor. Acceptatie is een begrip dat kan worden verdeeld in drie soorten; *socio-political acceptance*, *market acceptance* en *community acceptance* (Wüstenhagen, Wolsink, & Bürer, 2007). *Socio-political acceptance* is de meest algemene term. Hieronder valt de acceptatie van technologieën of beleid, door de samenleving, belangrijke aandeelhouders of beleidsmakers.

De *socio-political acceptance* kan gestimuleerd worden door bijvoorbeeld het opzetten van betrouwbare financiële systemen die het opties creëren voor nieuwe investeerders. Daarnaast kan de acceptatie vergoot worden door het veranderen van ruimtelijke beleidssystemen die samenwerkende besluitvorming stimuleren. *Community*

*acceptance* verwijst naar de specifieke acceptatie van beslissingen en duurzame energieprojecten door bewoners en lokale autoriteiten. *Market acceptance* kan geïnterpreteerd worden als het adoptieproces van een innovatie door de markt. De focus ligt hier niet alleen op de acceptatie van consumenten, maar ook op de acceptatie binnen bedrijven en investeerders (Wüstenhagen, Wolsink, & Bürer, 2007). Alle vormen van acceptatie zijn met elkaar verbonden. Er kan bijvoorbeeld veel vraag zijn naar groene energie (*Community acceptance*), maar als de markt niet open staat (*market acceptance*) doordat er bedrijven vast zitten in hun gewoontes wat betreft hun investeringsgedrag (*path-dependency*), kan dit niet worden gerealiseerd.

Nationale enquêtes laten zien dat men nieuwe energietechnologieën vaak ondersteunen. Deze bevindingen worden echter geïnterpreteerd als een hoge mate van acceptatie van de aanwezigheid van lokale duurzame energiebronnen (zoals windmolens) (Petrova, 2016). Echter, het is vaak zo dat de ondersteuning van duurzame energiebronnen op nationaal niveau niet automatisch zorgt voor een succesvolle implementatie op lokaal niveau. Deze discrepantie is te koppelen aan het fenomeen “not in my back yard” (NIMBY). Dit is een populaire term die opduikt als het gaat over de acceptatie van duurzame energiebronnen zoals windmolens en zonnepanelen. *Community acceptance* is de acceptatie vorm die hier toepasselijk is (Wüstenhagen, Wolsink, & Bürer, 2007). Wolsink (2000) beschrijft NIMBY als: mensen die zowel een positieve houdingen hebben als weerstand bieden door de berekende persoonlijke kosten en voordelen die aanwezig zijn. Wolsink beweert ook dat er een U-vormig patroon is in de lokale acceptatie. Het begint met een hoge mate van acceptatie wat vervolgens overgaat naar relatieve lage mate van acceptatie de implementatie. Daarna gaat de mate van acceptatie weer omhoog zodra een project eenmaal gevestigd is (Wüstenhagen, Wolsink, & Bürer, 2007). NIMBY blijft binnen de literatuur een vaag begrip. Veel auteurs gebruiken het woord in een andere context. De populaire betekenis van de term slaat echter meestal op de egoïstische eigenschappen van individuen die de bescherming van hun individuele belangen boven het algemeen goed plaatsen (Burningham, Barnett, & Thrush, 2006). Mensen kunnen ook weerstand bieden tegen bepaalde technieken. Hierdoor kan de reikwijdte van het fenomeen NIMBY verbreden naar “NIABY” (Not in Anyone’s backyard) or “NOPE” (Not on Planet Earth). Tegenwoordig verschijnt de tegenstelling, YIMBY (Yes in my backyard), steeds vaker. YIMBY is een informele term die vooral bekend is in San Francisco en Los Angeles en wordt omgeschreven

als de tegenhanger van het fenomeen NIMBY (Burningham, Barnett, & Thrush, 2006). Dit betekent dat er een groeiende beweging is die de installatie van duurzame energiebronnen aanmoedigt.

Petrova (2016) beweert dat NIMBY kan worden onderverdeeld in vier categorieën: visueel/landschap, milieu, sociaaleconomisch en procedurele aspecten. Deze categorieën hebben betrekking op de acceptatie van duurzame energiebronnen (specifiek het gebruik van windmolens). Uit het onderzoek blijkt dat de meeste weerstand tegen windmolens gebaseerd is op de esthetische aspecten. Veranderingen in het landschap zijn vaak ongewenst. De acceptatie van duurzame energiebronnen kan ook af hangen van de invloed die het kan hebben op het milieu. Tegenstanders van windmolens kunnen bijvoorbeeld opperen dat de windmolens zorgen voor de verstoring van de lokale flora en fauna. Daarnaast hebben sociaaleconomische factoren ook een invloed op de mate van acceptatie. Het verlies van banen, recreatiemogelijkheden en toerisme kunnen redenen zijn om weerstand te bieden. Het dalen van de waarde van grond en huizen wordt door veel mensen ook gezien als een legitieme reden voor het bieden van weerstand. Ook procedurele aspecten spelen een grote rol bij de mate van acceptatie. Het betrekken van de samenleving is cruciaal voor het succes van de implementatie van duurzame energiebronnen. Het feit dat er geen mogelijkheid is geweest om überhaupt inspraak te hebben kan al zorgen voor minder acceptatie (Petrova, 2016).

### **3.3 Publieke participatie**

Een andere belangrijke factor die een rol speelt bij de acceptatie van innovatie is de collectieve gedeelde verbondenheid met een gebied. Mensen die zich sterk verbonden voelen met een gebied(woonomgeving) zijn meer gemotiveerd om het te beschermen en het te verbeteren (Süsser, Döring, & Ratter, 2017). Dit kan voor de energietransitie in Nederland gunstig werken (YIMBY) of nadelig (NIMBY). Het betrekken van de samenleving in de ontwikkeling van milieubeleid is een politieke strategie om voor meer acceptatie te zorgen van duurzame innovatie. Publieke participatie wordt als volgt gedefinieerd; Het betrekken van burgers in het maken van beslissingen met als doel de mogelijkheid bieden voor burgers om invloed uit te oefenen op het beleidsproces. Participatie is een begrip dat uit meerdere levels bestaat, gebaseerd op verschillende acties, contexten en omgevingen.

Hoe hoger het level is, hoe meer controle de bevolking heeft over de activiteiten (Langer, Decker, & Menrad, 2017).

1. Geen participatie: individuen ervaren geen participatie in het proces
2. Alibi participatie: burgers die zich willen bemoeien met het project, maar hun participatie is inefficiënt vanwege de onderdrukking van meningen.
3. Informatie: passieve participatie. Het individu informeert zichzelf door bijvoorbeeld websites bezoeken.
4. Consultatie: actieve participatie en expressie van persoonlijke meningen door dialogen, discussies, enquêtes of voorlichtingen.
5. Samenwerking: actieve participatie door co-beslissingen met betrekking tot beleidsplannen. Dit wordt gedaan door middel van tafel overleg of werkgroepen.
6. Financiële samenwerking: Hierbij wordt er geïnvesteerd in het project. Dit is het hoogste participatie level.

Publieke participatie heeft een positieve invloed op het NIMBY-probleem. Het is essentieel dat de inbreng van burgers gehoord worden als het gaat over beslissingen die hun direct aan gaan. Ook is het belangrijk dat er wordt uitgelegd hoe en waarom bepaalde beslissingen worden gemaakt en wat de gevolgen hiervan zullen zijn op een individu (Langer, Decker, & Menrad, 2017). Echter, wanneer de mening van de samenleving niet wordt gehoord of geen invloed heeft op de beslissingen die genomen worden, heeft dat vaak tot gevolg dat er met afkeer en mistrouwen gekeken wordt naar de lokale/regionale overheden (Sun, Zhu, & Chan, 2016). Hierbij speelt de timing van het betrekken van de samenleving een grote rol. Het betrekken van de samenleving is het effectiefst wanneer dit in een vroeg stadium van het proces wordt gedaan. Dit zorgt voor transparantie en voorkomt dat de persoonlijke invloed op het proces in twijfel wordt getrokken (Sun, Zhu, & Chan, 2016). Op deze manier kan de mate van participatie de mate van acceptatie positief beïnvloeden.

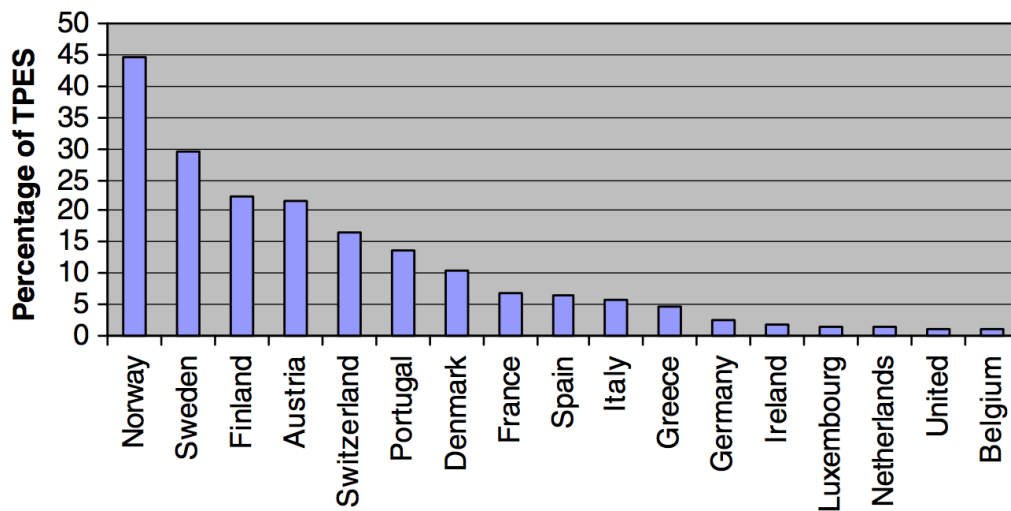
Nederlandse burgers willen steeds vaker hun steentje bijdragen aan het verduurzamen van de samenleving. Er is een sterke groei te zien van duurzame burgerinitiatieven in de afgelopen 5 jaar. Het blijft lastig om deze burgerinitiatieven te registreren want een eenduidige definitie van een lokaal duurzaam energie-initiatief bestaat er niet. Wat deze initiatieven in Nederland wel gemeen hebben is dat het

samenwerkingsverbanden zijn tussen burgers, bedrijven en lokale overheden. Op het moment zijn er ongeveer 214 lokale duurzame energie-initiatieven in Nederland (Hier opgemaakt, sd). Burgerinitiatieven zijn bottom-up, community-based projecten die zorgen voor gedragsveranderingen die de top-down beleidsinstrumenten niet kunnen bereiken. Door de grote lokale kennis en betrokkenheid van de burgerinitiatieven kan er vaak veel bereikt worden (Hielscher, Seyfang, & Smith, 2011).

### **3.4 Implementatieproces**

Het blijft lastig om de veranderingen die nodig zijn bij de energietransitie te implementeren in de samenleving. Hierdoor gaat de energietransitie in Nederland langzamer dan verwacht en zal het doel (energieneutraal in 2050) niet of met moeite gehaald zal worden. In vergelijking met andere landen is de implementatie van hernieuwbare energie in Nederland erg laag (figuur 2). De verschillende percentages van de implementatie van hernieuwbare energiebronnen hebben te maken met een aantal factoren. Subsidies en institutionele factoren zoals moeilijke samenwerkingen tussen voorzieningen en energieproducenten, spelen hier een belangrijke rol in. Ook het gebrek aan implementatie vaardigheden, financiering en toegankelijkheid tot de markt hebben invloed op de implementatie (van der Vleuten & Raven, 2006). Landen waarvan het aandeel hernieuwbare energie hoog is hebben vaak een geschiedenis waarin de overheid duurzame onderzoeksprogramma's ondersteunt en duurzame energiebronnen langer bekend zijn onder de bevolking (van der Vleuten & Raven, 2006).

Figuur 2: Implementatie van hernieuwbare energie in de *total primary energy supply*



Bron: (IEA, 2003)

Energietransitie wordt doorgaans bekeken in termen van een overgang van fossiele brandstoffen naar duurzame energiebronnen. Deze opvatting van de energietransitie is onvolledig. De belangrijkste keuzes met betrekking tot energietransitie gaan niet zo zeer over welke technologieën of brandstoffen er gebruikt moeten worden, maar het moet meer draaien om welke sociale, economische en politieke regelingen met betrekking tot duurzame energiebronnen gemaakt moeten worden (Miller, Iles, & Jones, 2013). Met andere woorden, het draait er niet om welke energiebron het beste is, maar hoe er een nieuw energiesysteem moet worden georganiseerd rondom de desbetreffende energiebron. Hierdoor moet de focus van het energiebeleid meer liggen op de implementatie van het beleid. Dit is noodzakelijk omdat het maatschappelijk draagvlak de belangrijkste factor is voor een succesvolle energietransitie.

Om een energietransitie te laten slagen is het belangrijk om een systeem in Nederland te hebben dat aansluit op dit gedachten goed. Een manier om dit te doen is door middel van het "*socio-energy system*" (Miller, Richter, & O'Leary, 2015). Hierbij is er sprake van geïntegreerde systemen dat sociale, economische en politieke dimensies linkt aan het ontwerp en uitvoering van technische systemen. Het huidige energiebeleid focus zich voornamelijk op drie hoofddoelen; het produceren en verdelen van genoeg energie om aan de vraag te voldoen, het minimaliseren van de kosten van die energie en het bereiken van de milieudoelen die geassocieerd worden met energieproductie (zoals lage CO<sub>2</sub>-uitstoot). Het



sociaal-technische systeem erkent dat deze doelen moeten worden gebalanceerd door andere factoren.

### 3.5 Conclusie

De Nederlandse overheid streeft erna om energieneutraal te zijn in 2050. Deze doelstelling vertaalt zich vaak in een energiebeleid wat gericht is op de transitie van fossiele brandstoffen naar hernieuwbare energiebronnen. De energietransitie in Nederland brengt veel obstakels met zich mee. Het grootste obstakel dat overwonnen moet worden is de implementatie van nieuwe wetgeving dat gericht is op het vervangen van de conventionele energiebronnen door duurzame energiebronnen. De implementatie van deze energiebronnen is vaak nog problematisch. Dit heeft vaak te maken met het fenomeen NIMBY en de participatiemogelijkheden die de bevolking heeft binnen de energietransitie. De tunnelvisie van de overheid waarin er weinig rekening wordt gehouden met de sociale problematiek rondom duurzame energiebronnen. Deze visie is een van de oorzaken van NIMBY en is ook een belemmering voor een succesvolle energietransitie.

Een energieneutraal Nederland in 2050 is geen realistisch doel gezien de omstandigheden met betrekking tot de implementatie van de energietransitie. Ondanks dat er een groeiend aantal burgerinitiatieven zijn in Nederland blijft het totale energieverbruik hoog en de acceptatie van duurzame energiebronnen, zoals wind en zonne-energie, laag. Burgers zijn de belangrijkste actoren die kunnen zorgen voor een succesvolle energietransitie. De samenwerkingsverbanden tussen overheden, burgers en bedrijven zijn cruciaal om een energieneutraal Nederland in 2050 te behalen.

Op dit moment is het huidige energiebeleid erg top-down. De overheid heeft plannen die ze graag willen doorvoeren maar in de meeste gevallen worden de burgers niet betrokken in het proces. Door middel van een beleid dat gebaseerd is op een “*socio-energy system*” kan de overheid uit de tunnelvisie komen en het implementatieproces verbeteren. Het oplossen van NIMBY of ander sociale problemen die gekoppeld zijn aan de opkomst van duurzame energiebronnen, kan niet alleen worden gedaan door de mensen beter te informeren. Voor een succesvolle energietransitie binnen Nederland moet de samenleving meer betrokken worden door middel van het creëren van meer actieve participatiemogelijkheden.

# Hoofdstuk 4: Integratie

## 4.1 Inzichten

De inzichten uit de hoofdrichtingen sociale geografie en planologie (SGPL) en Energie & Duurzaamheid dragen elk vanuit hun eigen perspectief bij aan het beantwoorden van de hoofdvraag. E&D heeft gekeken naar de technische mogelijkheden en het plan van de overheid voor het maken van de energietransitie. Hierbij kwam goed naar voren dat de overheid geen realistisch beeld heeft wat betreft het slagen van de energietransitie. De verwachting dat dit gaat lukken met de technische mogelijkheden die er nu zijn, en met een geleidelijke transitie die de economie niet schaadt is niet haalbaar. Ook kwam naar voren dat een transitie van het huidige energiesysteem moeilijk te bewerkstelligen is door beleidsaanpassingen. Meer investeren in veelbelovende alternatieven om duurzame energie op te wekken in plaats van de al bekende technieken die niet voldoende blijken te zijn, kan resulteren in nieuwe technische ontwikkelingen die een positief effect kunnen hebben op de energietransitie. Tot slot wordt vermeld dat de haalbaarheid van de energietransitie niet enkel kan worden bepaald door het kijken naar de technische aspecten en het beleid van de overheid, maar dat er meerdere actoren een rol spelen en invloed uitoefenen op de haalbaarheid.

SGPL laat zien dat de kenmerken van de huidige energietransitie een gebrek hebben aan een sociale focus. Het succes van de implementatie van duurzame energiebronnen hangt af van de acceptatie ervan. Een manier om de implementatie te verbeteren door middel van het vergroten van de acceptatie, is het implementeren van een *socio-economic system* in het energiebeleid. Vaak gaat dit gepaard met het erkennen van sociaaleconomische problemen en het vergroten van de participatie van de bevolking in het beleidsproces. Dit is de sleutel tot het succes van de implementatie van duurzame energiebronnen.

## 4.2 Conflicten en overeenkomsten

Om een *common ground* te creëren is het noodzakelijk dat er wordt gekeken naar de conflicten en overeenkomsten tussen de inzichten van de verschillende disciplines. Het eerste conflict dat naar voren kwam in dit verslag is het begrip 'optimaliseren' dat genoemd

wordt in de hoofdvraag. Optimaliseren heeft in beide disciplines een andere betekenis. Bij E&D is het verminderen van de koolstofemissies binnen het gekozen tijdsperspectief op zich al een optimalisatie. Bij SGPL speelt echter de sociale kant van de energietransitie een grotere rol. Hier wordt optimalisering van de energietransitie gezien als het verminderen van de koolstofemissie met inachtneming van de sociale en economische problemen die gepaard gaan bij de energietransitie.

Een ander conflict was het begrip 'transitie'. De definitie die E&D gebruikt voor 'transitie' houdt in dat er een structurele verandering zou moeten ontstaan met betrekking tot de energiebronnen in Nederland. Voor SGPL heeft de definitie 'transitie' een bredere betekenis. Transitie houdt voor SGPL in dat er een structurele verandering zou moeten ontstaan met betrekking tot de energiebronnen in Nederland in verschillende maatschappelijke systemen.

Het laatste conflict tussen de disciplines is het begrip 'duurzaamheid'. E&D gebruikt een brede definitie van duurzaamheid zoals deze gebruik wordt binnen de milieuwetenschappen: een ontwikkeling is duurzaam wanneer die in de behoefte van de huidige generatie voorziet zonder het vermogen van toekomstige generaties om in de eigen behoefte te voorzien te beschadigen (Morelli, 2013). De definitie die SGPL geeft aan de term duurzaamheid is hetzelfde als E&D. De focus ligt wel meer op het verdedigen van de behoeftes van de huidige generatie. Het container begrip 'sociale duurzaamheid' kan hieraan gekoppeld worden. Sociale duurzaamheid wordt vaak geassocieerd met het betrekken van de bewoners bij duurzame ontwikkelingen in de samenleving. Duurzame sociale processen worden hier gekenmerkt door flexibiliteit en openheid (De Ruimte Projectontwikkeling B.V., sd).

Naast de conflicten zijn er ook een aantal overeenkomsten tussen de stukken van SGPL en E&D. Ten eerste viel het op dat in beide disciplinaire onderzoeken de algemene hoofdvraag te positief geladen was. De algemene hoofdvraag van het onderzoek; hoe kan de energietransitie naar een energieneutraal Nederland geoptimaliseerd worden?, impliceert dat het beoogde doel behaald kan worden door middel van verbeteringen. Uiteindelijk is echter gebleken dat de overheid een niet realistisch beeld heeft bij het slagen van de energietransitie en is het nog maar de vraag of de beoogde doelen daadwerkelijk behaald kunnen worden.

Een andere overeenkomst is de tunnelvisie van de overheid. De overheid heeft, in sommige gevallen, een beperkte kijk op de verschillende hernieuwbare energiebronnen en zou meer moeten investeren in technieken die nog niet zo bekend zijn, maar die wellicht succesvol kunnen blijken. SGPL laat ook zien dat de energietransitie vaak vanuit een tunnelvisie wordt bekeken door overheden. Overheden op nationaal, regionaal en lokaal niveau laten de sociaal factoren vaak links liggen terwijl deze grote invloed hebben op het succes van de energietransitie. Tevens richten beide disciplines zich voornamelijk op nationaal niveau wat ook als een overeenkomst gezien kan worden.

Tot slot is de invulling van het begrip energieneutraal een overeenkomst tussen de twee disciplines. In beide gevallen wordt gesproken over een broeikasgasreductie van 80 tot 95 procent ten opzichte van de broeikasuitstoot in 1990. Ook het belang van de energietransitie naar een energieneutraal Nederland is voor beide disciplines hetzelfde, namelijk het inperken van de broeikasgasemissies om zo opwarming van de aarde tegen te gaan.

#### **4.3 Common Ground**

Het viel in dit onderzoek op dat er vanaf het begin al een gedeeltelijke *common ground* bestond. Zo was er sprake van een bepaalde mate van overlap in beide disciplines die terug te vinden is in overeenkomsten van definities die worden gebruikt. Beide disciplines behandelen echter verschillende aspecten van hetzelfde probleem. Veel termen die in het sociale aspect van de energietransitie voorkomen, zijn niet genoemd in het technische aspect en andersom. Dit maakte dat er relatief weinig conflicten waren. Zo was er geen problemen met veel centrale begrippen zoals 'energieneutraliteit' en het belang van de transitie. Ook kwam tijdens het onderzoek al naar voren dat in beide disciplines een tunnelvisie van de overheid merkbaar was.

Hoewel er dus al een bepaalde mate van overeenkomstigheid bestond voorafgaand aan het interdisciplinaire gedeelte van dit onderzoek, waren er toch ook conflicten die moesten worden opgelost. Voor het oplossen van de conflicten is gebruik gemaakt van het boek '*interdisciplinary research: process and theory*' (Repko, 2012).

Het eerste conflict, betreft een verschil in betekenis van het begrip 'optimalisering'. Dit kan worden opgelost met behulp van de techniek *extension*. Met *extension* wordt het verbreden van de definitie van een begrip buiten het domein van de discipline waar het

begrip origineel wordt gebruikt, bedoelt (Repko,2102). In dit geval verbreden we de definitie van optimaliseren zodat het begrip in beide disciplines gebruikt kan worden. Het begrip kan dan als volgt gedefinieerd worden: Het optimale punt bereiken met inachtneming van sociale, economische en technische aspecten. Op deze manier kan de hoofdvraag vanuit SGPL en E&D beantwoord worden.

Bij het volgende conflict is gekozen voor het aanhouden van de definities zoals die in SGPL worden gebruikt. Er is hiervoor gekozen omdat de definitie van SGPL in beide gevallen gelijk was aan de definitie van E&D maar dan extra uitgebreid om dat ook sociale en economische aspecten zijn opgenomen in de definitie. Deze tactiek zou men kunnen scharen onder dezelfde techniek als eerder ook gebruikt; *extension*. Het gaat immers nog steeds om het verbreden van een definitie zodat deze in meer dan één discipline past. Het gaat hierbij om het verschil in definitie van de term 'transitie'. Hierbij is de definitie van SGPL leidend geworden en ook aangehouden door E&D, namelijk: Het ontstaan van een structurele verandering met betrekking tot de energiebronnen in Nederland in verschillende maatschappelijke systemen.

Tot slot is het conflict over de definitie van duurzaamheid ook opgelost door middel van *extension*. Het begrip 'duurzaamheid' is verbreed naar een de definitie van milieu- en natuurwetenschappen; een ontwikkeling is duurzaam wanneer die in de behoefte van de huidige generatie voorziet zonder het vermogen van toekomstige generaties om in de eigen behoefte te voorzien te beschadigen (Morelli, 2013). Het accent vanuit SGPL ligt echter wel bij de sociale en economische behoeften van de huidige generatie.

#### **4.4 More comprehensive understanding**

De afzonderlijke disciplinaire onderzoeken hebben geleid tot nieuwe inzichten waarmee antwoord kan worden gegeven op de hoofdvraag: Hoe kan de energietransitie naar een energieneutraal Nederland geoptimaliseerd worden? Het realiseren van een energieneutraal Nederland in de toekomst is op dit moment niet erg haalbaar. Zowel op sociaal als technisch vlak is de huidige doelstelling niet realistisch. Er moet niet alleen gekeken worden naar het beleid maar ook naar de snelheid waarmee dit beleid moet worden ingezet. Om in 2050 energieneutraal te zijn is het noodzakelijk dat er snelle en grote beslissingen worden

gemaakt. Dit staat echter weer lijnrecht tegenover de voorwaarden waaraan de energietransitie moet voldoen (geleidelijk en zonder schade aan de economie).

Het optimaliseren van de energietransitie houdt vooral in dat er niet alleen gekeken moet worden naar de haalbaarheid op technisch vlak maar ook op sociaal vlak. Het verminderen van de technische belemmeringen hangt grotendeels af van de ontwikkelingen in de wetenschap. Echter, het verminderen van de sociale belemmeringen hangt af van het maatschappelijk draagvlak. Voor technische vooruitgang is men afhankelijk van de ontwikkelingen in de wetenschap. Hierin kan wel worden geïnvesteerd maar dit is geen garantie dat een nieuwe technologie gelijk beschikbaar is. Maatschappelijk draagvlak daarentegen kan directer worden beïnvloed. Hierdoor ligt het antwoord van onze hoofdvraag meer in de sociale dimensie van de energietransitie.

Het eerste antwoord op de vraag is voortgekomen uit de tunnelvisie van de overheid die in beide stukken naar voren komt. Om het doel van een energieneutraal Nederland in 2050 te behalen is het noodzakelijk dat er minder gefocust wordt op de alom bekende hernieuwbare energiebronnen, zoals bio-, wind- en zonne-energie omdat er (technische) belemmeringen aan vastkleven waardoor ze mogelijk niet succesvol genoeg zullen. Daarnaast is de implementatie van deze bronnen ook zeer problematisch. Het neerzetten van windmolens of het opslaan van CO<sub>2</sub> in de grond brengt veel weerstand met zich mee. Dit is problematisch omdat het maatschappelijk draagvlak de belangrijkste factor is voor het succes van de energietransitie. Hernieuwbare energiebronnen moeten niet alleen efficiënt zijn op technisch gebied, maar moeten ook maatschappelijk acceptabel zijn. De energietransitie in Nederland kan geoptimaliseerd worden door middel van meer investeringen in nieuwe technieken voor hernieuwbare energiebronnen die minder sociale weerstand met zich meebrengen en daardoor makkelijker te implementeren zijn in de samenleving. Hierbij moet gedacht worden aan nieuwe technieken om energie te produceren, op te slaan, te distribueren of efficiënter te gebruiken.

Een tweede oplossing heeft te maken met het erkennen van een gebrek aan sociaal draagvlak. Behalve dat het belangrijk is om te investeren in technische mogelijkheden is het ook noodzakelijk om het algemene draagvlak voor de energietransitie te vergroten. Er moet dus meer geïnvesteerd worden in technische mogelijkheden én in het vergroten van het maatschappelijk draagvlak van de energietransitie.

Tot slot kan het verminderen van het top-down proces en versterken van het bottom-up proces een manier zijn om de energietransitie te optimaliseren is. Het blijkt moeilijk om met beleidsaanpassingen het energiesysteem te hervormen. Het stimuleren en steunen van duurzame burgerinitiatieven en het vergroten van de participatie van de bevolking in de energietransitie kan hier een oplossing bieden.

Aan de hand van een beleidsadvies van deze geïntegreerde inzichten hoopt dit onderzoek bij te dragen aan de energietransitie.

#### 4.4.1 Beleidsadvies

Bij het optimaliseren van de energietransitie hoopt een beleid waarbij alle factoren van een energietransitie in acht worden genomen. De geïntegreerde inzichten van de disciplines SGPL en E&D hebben gezorgd voor de volgende adviespunten met betrekking tot een energiebeleid. Aan de hand van de volgende punten kan er een beleidsplan worden opgesteld waarbij de energietransitie geoptimaliseerd wordt door een bottom-up benadering

1. Er moet meer gefocust worden op alternatieve technieken voor hernieuwbare energiebronnen die meer kunnen betekenen voor de energietransitie dan de huidige hernieuwbare energiebronnen. Daarnaast is de implementatie van deze technieken soms problematisch door het gebrek aan maatschappelijk draagvlak. Er moet daarom meer geïnvesteerd worden in alternatieve hernieuwbare energiebronnen die over genoeg maatschappelijk draagvlak beschikken om te zorgen voor een succesvolle implementatie.
2. Het is belangrijk dat er niet enkel geïnvesteerd wordt in het verbeteren van de technische mogelijkheden. Het is ook noodzakelijk om te investeren in de sociale kant van de energietransitie. Er moet gekeken worden naar manieren waarop het draagvlak van de transitie, en de bijbehorende hernieuwbare energiebronnen, vergroot kan worden. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden door het geven van meer voorlichting over duurzaamheid en de energietransitie.
3. De top-down benadering van de overheid, als het gaat om uitvoering van de energietransitie, is niet succesvol genoeg. Het is daarom wellicht tijd voor een bottom-up benadering. De Nederlandse bevolking moet meer betrokken worden in het proces van de energietransitie. Regionale en lokale overheden moeten hoopvolle burgerinitiatieven meer ondersteunen en meer participatiemogelijkheden creëren als een manier voor het vergroten van het maatschappelijk draagvlak. Tevens moeten burgers de mogelijkheid hebben om te participeren in duurzame energieprojecten en invloed kunnen uitoefenen op het beleidsproces van de energietransitie.



## 4.5 Overzicht integratie

Figuur 3 geeft een schematisch overzicht weer van de integratie. Uit de disciplinaire stukken van E&D en SGPL zijn een aantal *common ground* concepten gekomen. De inzichten van beide disciplines hebben gezorgd voor een *more comprehensive understanding*.

Figuur 3: Overzicht integratie

### Energie & Duurzaamheid

- Het plan van de overheid om in 2050 energieneutraal te zijn is in technisch opzicht niet haalbaar
- Investeren in nog kleinere veelbelovende mogelijkheden om duurzame energie op te wekken in plaats van in de al bekende technieken die niet genoeg blijken te zijn, kan resulteren in nieuwe technische ontwikkelingen die een positief effect hebben op de energietransitie.

### More Comprehensive Understanding

Advies door middel van beleidsplan voor het optimaliseren van de energietransitie

### Common ground Concepten

- Energieneutraal
- Transitie
- Tunnelvisie overheid
- Belang van de energietransitie
- Optimaliseren
- Duurzaamheid

### Sociale Geografie & Planologie

- De kenmerken van de huidige energietransitie een gebrek hebben aan een sociale focus
- De implementatie van duurzame energiebronnen hangt af van de acceptatie ervan
- Een manier om de transitie te realiseren is door het implementeren van een *socio-economic system* in het energiebeleid

## Hoofdstuk 5: Discussie

In de afgelopen hoofdstukken is er onderzoek gedaan naar de hoofdvraag: Hoe kan de energietransitie naar een energieneutraal Nederland geoptimaliseerd worden? Uit de inzichten van de disciplines SGPL en E&D is een *more comprehensive understanding* ontstaan. Aan de hand van de *more comprehensive understanding* is er een beleidsadvies opgesteld betreft het optimaliseren van de energietransitie in Nederland. Door de inzichten van meerdere disciplines was het mogelijk om het complexe vraagstuk van de energietransitie in Nederland gedeeltelijk te beantwoorden. E&D was noodzakelijk om de haalbaarheid op technisch vlak te begrijpen, maar SGPL was noodzakelijk om de haalbaarheid op maatschappelijk vlak te onderzoeken.

Een overheidsbeleid dat rekening houdt met alle factoren van een energietransitie (technisch, economisch en sociaal) zou optimaal zijn. Hoewel er in dit onderzoek een completer antwoord is gegeven op de hoofdvraag dan de disciplines afzonderlijk zouden kunnen doen, zijn er nog verbeteringen mogelijk. In dit onderzoek is er enkel gekeken naar de maatschappelijke en technische kant van de energietransitie in Nederland. Er zijn echter meer dan twee perspectieven vanwaar je de energietransitie kan bekijken. Zoals eerdergenoemd in de inleiding is een energietransitie een ingewikkeld vraagstuk waarin zowel sociale, technologische als economische aspecten een rol spelen (Wetenschapsagenda, n.b.). Het economische aspect van de energietransitie is een belangrijk gedeelte dat ontbreekt in dit onderzoek naar de optimalisering van de energietransitie. Een economische invalshoek is noodzakelijk om inzicht te krijgen in de financiële haalbaarheid van de energietransitie. Ook kunnen er vanuit de politicologie nuttige inzichten komen met betrekking tot het beleidsproces en de mogelijkheden die er zijn voor het optimaliseren ervan.

In dit onderzoek wordt er gepleit voor meer investeringen in nieuwe technieken en in het creëren van draagvlak. Het is dan wel noodzakelijk om ook verder onderzoek te doen naar specifieke manieren om het draagvlak te vergroten en specifieke technische alternatieven die hoopvol kunnen zijn voor de energietransitie.

# Literatuur

## Bronnenlijst Algemene Inleiding

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland, 151 pp: IPCC.

Jan Ros, Klara Schure. (2016). *Vormgeving van de energietransitie*. Den Haag: PBL.

Repko, A. (2012). *Interdisciplinary Research: Process and Theory*. Sage Publications Inc.

Rijksoverheid. (2016). *Energieagenda - Naar een CO2 arme energievoorziening*. Den Haag: Rijksoverheid.nl.

SER. (2013). *Energieakkoord voor een Duurzame groei*. Den Haag: SER.

Straver, F. (2017, Mei 31). We besparen veel te weinig energie. *Trouw*.

Wetenschapsagenda, N. (n.b.). *Energietransitie*. Retrieved from <https://vragen.wetenschapsagenda.nl/route/energietransitie>

## **Bronnenlijst Hoofdstuk 2: Plannen en Technische Belemmeringen voor een Energieneutraal Nederland in 2050**

Blok, K., Nieuwlaar, E. (2016). *An Introduction to Energy Analysis*. Taylor & Francis Ltd.

Blok, K., Visser, E. (2005). *Energiebesparing: De Onbegrensde Mogelijkheden*. Utrecht.

CBS. (2016). *Transport en Mobiliteit*. Den Haag/ Heerlen: CBS.

CBS. (2017a). *Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing*. Den Haag/Heerlen: CBS.

CBS. (2017b). *Energiebalans; kerncijfers*. Den Haag/Heerlen: CBS.

CBS. (2017c). *Elektriciteit en warmte; productie en inzet naar energiedrager*. Den Haag/Heerlen: CBS.

CBS. (2017d). *Emissies naar lucht op Nederlands grondgebied; mobiele bronnen*. Den Haag/Heerlen: CBS.

CO2 emissiefactoren. (2015). *WARMTELEVERING – VERSIE JANUARI 2015*.

Compendium voor de leefomgeving. (2016, Juli 19). *Rijksoverheid*. Opgehaald van Verbruik van hernieuwbare energie 1990 - 2015; indicatoren:

<http://www.clo.nl/indicatoren/nl0385-verbruik-van-hernieuwbare-energie>

European Comission. (2016, November 28). *Joint Research Centre: EDGAR- Emissions Database for Global Atmospheric Research*. Opgehaald van CO2 time series 1990-2015 per region/country: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=CO2ts1990-2015>

Furfari, S. (2016). Energy efficiency of engines and appliances for transport on land, water and in air. *Ambio*, Volume 45, Supplement 1, pp 63-68.

Groenlinks, PVDA. (2015, 11 23). *Voorontwerp voor een Klimaatwet*. Opgehaald van

Groenlinks:

<https://groenlinks.nl/sites/groenlinks.nl/files/downloads/newsarticle/151123-voorontwerp-web.pdf>

- Groenlinks. PVDA. (2015, 11 23). *Voorontwerp voor een Klimaatwet*. Opgehaald van Groenlinks:  
<https://groenlinks.nl/sites/groenlinks.nl/files/downloads/newsarticle/151123-voorontwerp-web.pdf>
- Hoogervorst, N. (2017). *Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland*. Den Haag: PBL.
- Kwakkel, J.H., Yücel, G. (2012). An Exploratory Analysis of the Dutch Electricity System in Transition. *Journal of the Knowledge Economy*, 5: 670.
- Laes, E., Gorissen, L., Nevens, F. (2014). A Comparison of Energy transition Governance in Germany, The Netherlands and the United Kingdom. *Sustainability*, 1129-1152.
- Osseweijer, F.J.W., Van den Hurk, L.B.P., Teunissen, E.J.H.M., Van Stark, W.G.J.H.M. (2016). A review of the Dutch ecosystem for building integrated photovoltaics. *Elsevier*, 974–981.
- PBL. (2011). *Naar een schone economie in 2050: Routes verkend. Hoe Nederland klimaat Neutraal kan worden*. Den Haag: PBL, ECN.
- PBL. (2012). *Sustainability of biomass in an bio-based economy*.
- PBL. (2014, Maart 3). *Biomassa; Wensen en Grenzen*. Opgehaald van <http://infographics.pbl.nl/biomassa/>
- Rijksoverheid. (2016a, September 16). Opgehaald van Kabinet omarmt Klimaatakkoord Parijs: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2016/09/16/kabinet-omarmt-klimaatakkoord-parijs>
- Rijksoverheid. (2016b). *Energieagenda - Naar een CO2 arme energievoorziening*. Den Haag: Rijksoverheid.nl.
- Schoots, K., Hekkenberg, M., Hammingh, P. (2016). *Nationale energieverkenning 2016*. ECN.
- SER. (2013). *Energieakkoord voor een Duurzame groei*. Den Haag: SER.
- Soria-Rodríguez, C. (2016). Marine Renewable Energies and the European Regional Seas Conventions. *Climate Law*, Volume 6, Issue 3-4, pages 314 – 335.

Udo, F., Le Pair, C., De Groot, K., Van den Berg, K., & Verkooien, A. H. (2015). Using wind energy to save fuel and reduce CO<sub>2</sub> emissions. *Energy and Environment*, 1293- 1304.

Vakeesan, D., Kannan, N. (2016). Solar energy for future world: - A review. *Elsevier*, 1092-1105.

### **Bronnenlijst hoofdstuk 3: De sociale dimensie van de energietransitie in Nederland**

- Burningham, K., Barnett, J., & Thrush, D. (2006). *The limitations of the NIMBY concept for understanding public engagement with renewable energy technologies: a literature review*. Manchester: the School of Environment and Development.
- Hielscher, S., Seyfang, G., & Smith, A. (2011). Community innovation for sustainable energy. *CSERGE Working Paper*.
- Hier opgewekt* . (sd). Opgeroepen op Juni 7, 2017, van Wat is een lokaal duurzaam energie initiatief : <https://www.hieropgewekt.nl/initiatieven>
- IEA. (2003). *Renewable Energy Sources*. Parijs.
- Koelemeijer, R., Daniëls, B., Koutstaal, P., & Boot, P. (2017). *Nationale kosten energietransitie in 2030*. Den Haag: PBL.
- Langer, K., Decker, T., & Menrad, K. (2017). Public participation in wind energy projects located in Germany: Which form of participation is the key to acceptance? *Renewable Energy*, 63-73.
- Loorbach, D. (2010). Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework. *Governance*, 161-183.
- Miller, C., Iles, A., & Jones, C. (2013). The Social Dimensions of Energy Transitions. *Science as Culture*, 135-148.
- Miller, C., Richter, J., & O'Leary, J. (2015). Socio-energy systems design: A policy framework for energy transitions. *Energy Research & Social Science*, 29-40.
- PBL. (2016, maart 21). *Energietransitie: Joelebak 2050*. Opgehaald van Planbureau voor de Leefomgeving: <http://themasites.pbl.nl/energietransitie/>
- Petrova, M. (2016). From NIMBY to acceptance: Toward a novel framework For organizing and interpreting community concerns. *Renewable Energy*, 1280-1294.

- Ros, J. (2015). *Energietransitie: Zoektocht met een helder doel*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Süsser, D., Döring, M., & Ratter, B. (2017). Harvesting energy: Place and local entrepreneurship in community-based renewable energy transition . *Energy Policy*(101), 332–341.
- Straver, F. (2017, Mei 31). We besparen veel te weinig energie. *Trouw*.
- Sun, L., Zhu, D., & Chan, E. (2016). Public participation impact on environment NIMBY conflict and environmental conflict management: Comparative analysis in Shanghai and Hong Kong. *Land Use Policy*, 208-217.
- van der Vleuten, E., & Raven, R. (2006). Lock-in and change: Distributed generation in Denmark in a long-term perspective. *Energy policy* , 3739-3748.
- Vergeer, R., Rooijers, F., & Davidson, M. (2017). *Rechtvaardigheid en inkomenseffecten van het klimaatbeleid; De impact van het klimaatbeleid op de inkomensongelijkheid*. Delft: CE Delft.
- Wüstenhagen, R., Wolsink, M., & Bürer, M. (2007). Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*, 2683-2691.
- Walet, K. (2017, Mei 10). Denk bij energietransitie aan de lagere inkomens. *De Volkskrant*.
- Wolsink, M. (2000). Wind Power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support. *Renewable Energy*, 49-64.