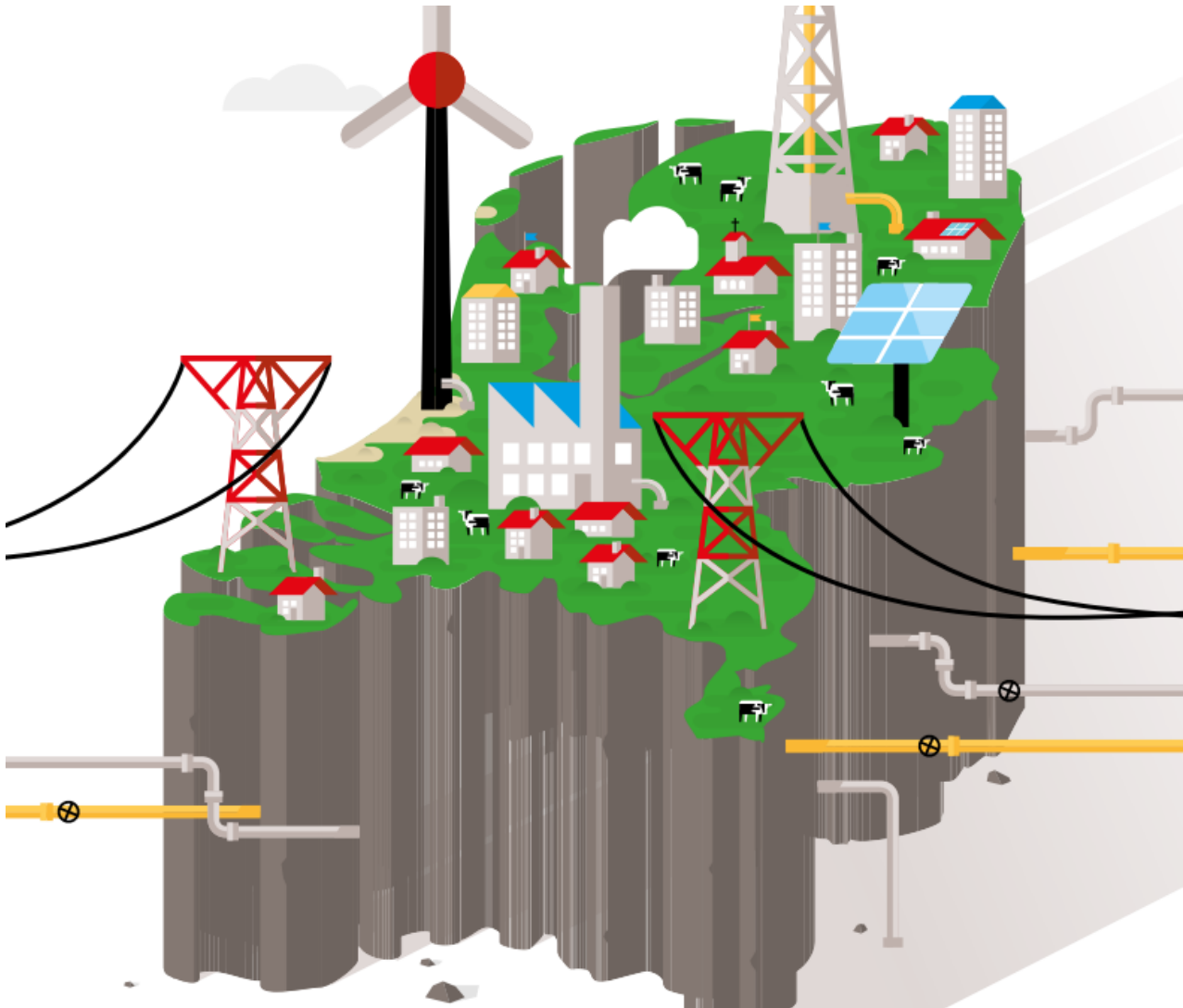


Op weg naar het toekomstige energienet

In hoeverre een lock-in situatie voorkomen kan worden in de energienettransitie



Auteur: Teun van Breukelen
Studentnummer: 4120957
Opleiding: Master planologie – Universiteit Utrecht
Opdrachtgevers: Universiteit Utrecht, Witteveen+Bos
Begeleider W+B: K.A. Haans MSc
Begeleider UU: Dr. T. Hartmann
Product: Masterthesis
Status: Definitief
Datum: 02-07-2015
Contact: teun.van.breukelen@witteveenbos.com / teunvanbreukelen@hotmail.com

**Op weg naar het toekomstige
energienet**

**In hoeverre een lock-in situatie
voorkomen kan worden in de
energienettransitie**

Masterthesis

Auteur: Teun van Breukelen
Studentnummer: 4120957
Opleiding: Master planologie – Universiteit Utrecht
Opdrachtgevers: Universiteit Utrecht, Witteveen+Bos
Begeleider W+B: K.A. Haans MSc
Begeleider UU: Dr. T. Hartmann
Product: Masterthesis
Status: Definitief
Datum: 02-07-2015
Contact: teun.van.breukelen@witteveenbos.com / teunvanbreukelen@hotmail.com
Afbeelding voorkant: Afbeelding uit energietrends, 2014

SAMENVATTING

De energienettransitie ontstaat als gevolg van de energietransitie. Door de toename van opwekking van wind- en zonne-energie zal er substantieel meer elektriciteit decentraal worden ingevoed in het elektriciteitsnetwerk. Hiernaast is de prognose dat het gebruik van elektriciteit substantieel gaat toenemen, bijvoorbeeld door toenemend elektrisch vervoer. Deze twee ontwikkelingen in de energietransitie zorgen ervoor dat er in de toekomst een ander soort energienet gewenst is. Er zijn drie opties om van het huidige energienet naar het toekomstig energienet te komen;

1. Het verzwaren van het energienet, dit komt neer op meer en dikkere kabels om zo de elektrificatie te faciliteren.
2. Het verslimmen van het energienet, dit houdt in dat de energievraag en de energiebehoefte beter op elkaar worden afgestemd, zodat pieken in het energienet vermeden kunnen worden. Door het toepassen van intelligentie in het energienet kunnen investeringen om het energienet te verzwaren uitgesteld of zelfs vermeden worden.
3. Een combinatie van het verzwaren en het verslimmen van het energienet behoort tot de mogelijkheden om tot het toekomstige energienet te komen.

Deze opties om tot het toekomstige energienet te komen leiden tot een aantal gevolgen. Uit het model van concurrerende technologieën (Thompson, 2007) blijkt dat er kans is op een lock-in situatie als er voor het verzwaren van het huidige energienet (minder efficiënt) gekozen wordt. De reden hiervoor is dat als het energienet alleen verzaamd gaat worden, een flexibel vraaggestuurd energienet overbodig wordt. Thompson (2007) stelt dat, om een lock-in situatie te voorkomen enerzijds onzekerheden weggenomen moeten worden en anderzijds het flexibele karakter behouden moet blijven.

Dit leidt tot de volgende hoofdvraag voor dit onderzoek;

In hoeverre kan een lock-in situatie vermeden worden in de transitie van het huidige- naar het toekomstige energienet?

Om deze vraag te beantwoorden is een kwalitatief onderzoek gedaan. Er zijn tien diepte interviews afgenomen, verdeeld over twee momenten in het onderzoeksproces. Gezien het verkennende karakter van het onderzoek is dit gerechtvaardigd.

De transitietheorieën van Rotmans (2013), Geels (2002) en Kemp (2010) en de theorie van Arthur (1989) verder uitgewerkt door Thompson (2007) over de competitie tussen technologische ontwikkelingen (huidige vs. toekomstige energienet) zijn hier binnen de belangrijkste theorieën die gebruikt zijn bij dit onderzoek naar het toekomstig energienet.

Tijdens dit onderzoek hebben naast de transitiekunde analyse drie topics centraal gestaan om de lock-in aspecten te achterhalen. Dit is op macroniveau; wetgeving, op mesoniveau; de netbeheerder en op microniveau; de prosumant.

Resultaten

De energiemarkt gaat veranderen van een volumegestuurde markt naar een flexibiliteitsmarkt in de toekomst. Tevens zal het zwaartepunt in de energieketen opschuiven van de energieleverancier richting de consument. Dit sluit ook aan bij de flexibiliteitsmarkt omdat flexibiliteit onder andere ontsloten wordt bij de consument. Aspecten waar rekening mee gehouden moet worden in de flexibiliteitsmarkt zijn; wetgeving (ruimte geven in de wet voor flexibel gebruik van het energienet), het daadwerkelijk aanbieden van flexibiliteit (opslag, omzetting energiedragers, demand response en vermogensturing) en de (her)definiëring van de rol en positie van huidige en nieuwe actoren, zoals de aggregator.

Uit de analyse blijkt dat er een nieuw marktmodel gewenst is, een nieuwe business case. Er is een nieuw marktmodel nodig, waarin de flexibiliteit optimaal verdeeld wordt en de waarde van de flexibiliteit maximaal benut wordt. Het correct verdelen van de waarde met de belanghebbenden is cruciaal voor een positieve business case. Voor de energienettransitie die momenteel in de voorontwikkelingsfase zit, is het daarom van belang om nu toe te werken naar de kantelfase. Kenmerkend van de kantelfase is dat systemen beginnen te schuiven en een kant op wijzen (Rotmans et. al., 2000). Hiervoor is het dus van belang dat gezamenlijk wordt nagedacht en geanticipeerd in de energieketen over bovengenoemde aspecten. Gebeurt dit niet, dan is er dus kans op een lock-in situatie in het energienet.

Om dit te vermijden is er een kritiek tijdspad opgesteld. Per fase uit het multi-fase-concept (Rotmans, 2013) is gekeken wanneer de fase begint, wie er moeten sturen in die fase, wat er gedaan moet worden in die fase, waarom het moet worden gedaan en als laatste hoe er gestuurd kan worden. Zoals al bleek is de kantelfase nu de belangrijkste fase om naar toe te werken. Uit de analyse blijkt dat deze rond 2020-2023 zal gaan plaatsvinden. Dit komt omdat naar verwachting dan de salderingsregeling er af gaat en dat er substantieel meer wind- en zonne-energie bijkomt en dus ook decentraal wordt ingevoed. Dit geeft een directe aanleiding voor het flexibel gebruik maken van het energienet. In deze flexibiliteitsmarkt is een nieuwe actor werkzaam in de keten; de aggregator. Deze handelt in flexibiliteit op basis van beschikbare data. Met als doel piekmomenten in het energieverbruik terug te dringen, zodat netverzwaringen uitgesteld of vermeden kunnen worden en dus lock-in situaties vermeden kunnen worden. Echter moet de wetgever hier wel de ruimte voor bieden, iets wat momenteel namelijk nog niet mogelijk is. In de fase na de kantelfase, de acceleratiefase, die rond 2030 begint, komt opslag op huishoudenniveau hier ook nog bij qua flexibiliteit optie, wat zorgt voor een enorme flexibiliteit mogelijkheid voor het energienet. In deze periode wordt flexibiliteit echt geld waard is de analyse. Naast kleinschalige opslag zal ook grootschalige (seizoen) opslag verder ontwikkeld zijn, is de analyse.

Dus wil een lock-in situatie vermeden worden in de energienettransitie dan zullen bovenstaande ontwikkelingen en aspecten ten eerste verder ontwikkeld moeten worden en ten tweede moet het verankerd worden in de wetgeving, zodat het ook vertaald gaat worden in beleidsdocumenten, visiedocumenten en energievoorspellingen, iets wat momenteel nog niet (genoeg) gebeurt. Nu ligt de eerste uitdaging echter om iedereen dezelfde kant op te krijgen in de transitie (Rotmans, 2013), zodat naar de kantelfase toegewerkt kan worden. Een experiment met flexibele systemen op grotere schaal dan de huidige proeftuinen lijkt een logische vervolgstap. Dit sluit ook aan bij de literatuur. Thompson (2007) stelt namelijk; om een lock-in situatie te voorkomen zit de crux hem in een balans te vinden tussen enerzijds onzekerheden wegnemen en anderzijds het behoudt van een flexibel karakter.

VOORWOORD

Voor u ligt de scriptie: op weg naar het toekomstige energienet. Geschreven in het kader van mijn masterthesis, binnen de opleiding Planologie, aan de Faculteit Geowetenschappen van de Universiteit Utrecht. Aan de masterthesis heb ik met veel plezier gewerkt. In zes maanden tijd heb ik mij weten om te scholen van planoloog tot energieplanoloog. Een soort gelijke verandering ga niet alleen ik maken maar vele Nederlanders met mij. De energiesector is namelijk in transitie.

"In the 21st century, hundreds of millions- and eventually billions- of human beings will transform their buildings into power plants to harvest renewable energies on site, store those energies in the form of hydrogen and share electricity, peer-to-peer, across local, regional, national and continental inter-grids that act much like the internet." (Rifkin, 2010)

Ingenieursbureau Witteveen+Bos heeft mij de kans gegeven om mijn masterthesis te schrijven voor de groep energie ontwikkeling. Hier wil ik speciaal Koen Haans voor bedanken. Hopelijk kunnen er voortkomend uit de inzichten en resultaten uit deze masterthesis vervolgonderzoeken gegenereerd worden.

Om de data te verzamelen heb ik gebruik gemaakt van kwalitatief onderzoek, diepte interviews. Ik wil de respondenten dan ook bedanken voor de tijd en energie die zij hierin hebben gestoken.

Als laatste wil ik voor de begeleiding vanuit de universiteit mijn begeleider Thomas Hartmann bedanken voor zijn feedback en tips gedurende het afgelopen half jaar.

Vanuit een inmiddels zonnig Deventer wens ik iedereen veel plezier bij het lezen van mijn masterthesis.



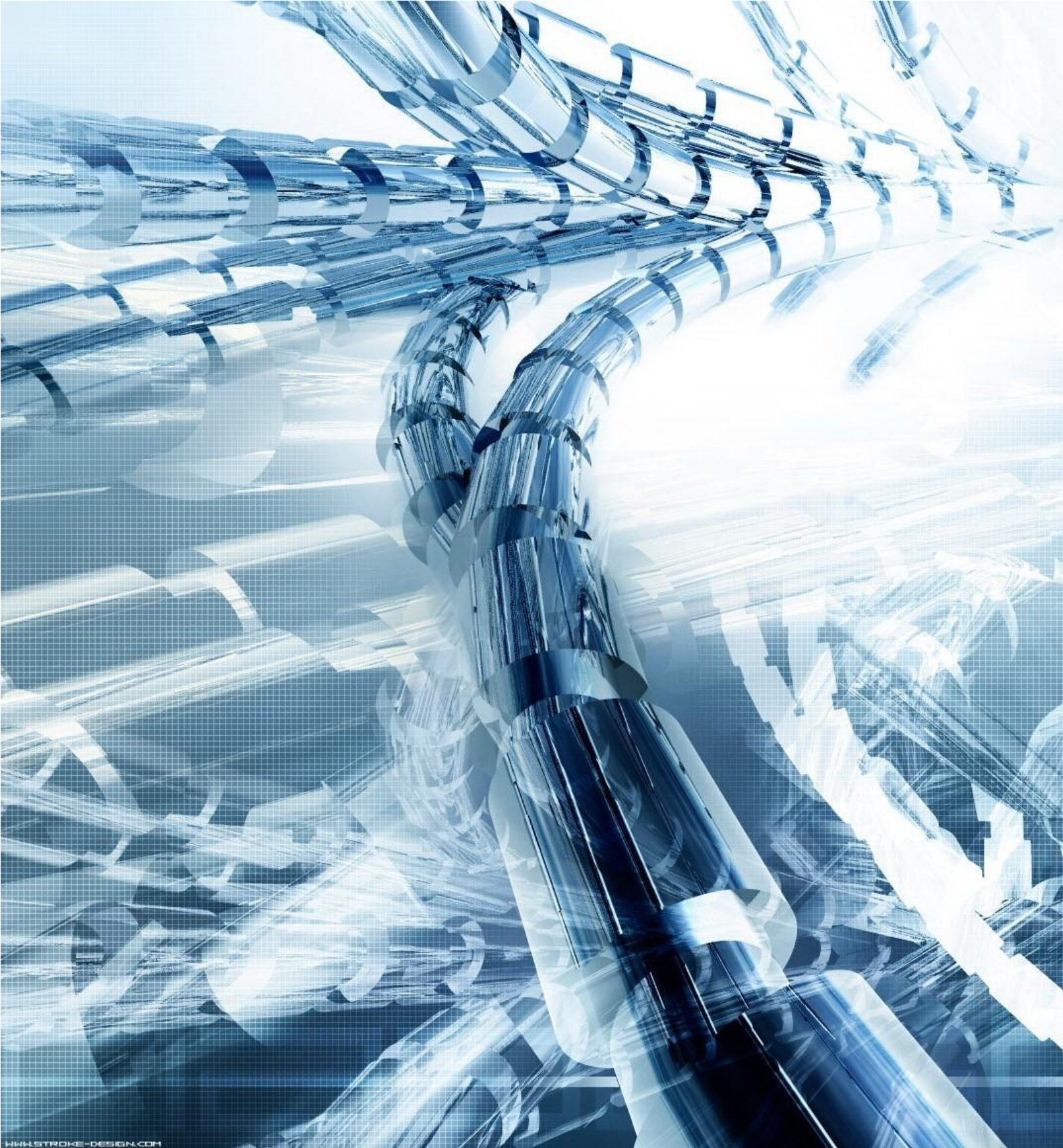
Teun van Breukelen
Deventer, juli 2015

INHOUDSOPGAVE	blz.
SAMENVATTING	I
VOORWOORD	III
1. AANLEIDING	1
1.1. Probleemschets	2
1.2. Centrale vraagstelling	4
1.3. Onderzoeksmethode en -strategie	5
2. TRANSITIEKUNDE	9
2.1. Van systeemkunde na transitiekunde	10
2.1.1. Multi-fase-concept	11
2.1.2. Multi-level-concept	11
2.1.3. Multi-pattern-concept	12
2.2. Transitiekunde	13
2.2.1. Transitiepaden	13
2.2.2. Kritiek transitiekunde	14
2.2.3. Sterktes transitiekunde	14
2.2.4. Rol transitiekunde in onderzoek	14
2.3. Transitiekunde gerelateerde concepten	15
2.3.1. Innovatiegolven van Schumpeter	15
2.3.2. Model van concurrerende technologieën	15
2.3.3. Hiërarchische verdeling theoretische modellen	17
2.4. Conclusie	17
3. ENERGIENETTRANSITIE	19
3.1. Huidig energienet	20
3.2. Toekomstig energienet	22
3.3. Conclusie	25
4. OP WEG NAAR HET TOEKOMSTIGE ENERGIENET	27
4.1. Transitieplannen	28
4.2. Toekomstbeeld 2025-2030	31
4.3. Wetgeving	32
4.4. Netbeheerder, energieleverancier en aggregator	34
4.5. Prosumpt	38
4.6. Conclusie	41
5. (KRITIEK) TIJDPAD	43
5.1. Voorontwikkelingsfase	44
5.2. Kantelfase	45
5.3. Acceleratiefase	49
5.4. Stabilisatiefase	52
5.5. Conclusie	52
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	55
6.1. Conclusies	56
6.2. Aanbevelingen	58
6.3. Discussies	59

BIJLAGEN

- ≡ I TOPICLIJST INTERVIEWS
- ≡ II LIJST DEELNEMERS RONDETAfelGESPREK 2^E KAMER
- ≡ III TRANSCRIPTIES INTERVIEWS
- ≡ IV LIJST MET GEÏNTERVIEWDE ACTOREN

1. AANLEIDING



WWW.STROKE-DESIGN.COM

In het eerste hoofdstuk wordt de aanleiding weergegeven in de probleemschets, deze mondt vervolgens uit in de centrale vraagstelling, die daarna uiteenvalt in drie deelvragen. Vervolgens wordt per deelvraag de onderzoeksmethode en onderzoeksstrategie toegelicht.

1.1. Probleemschets

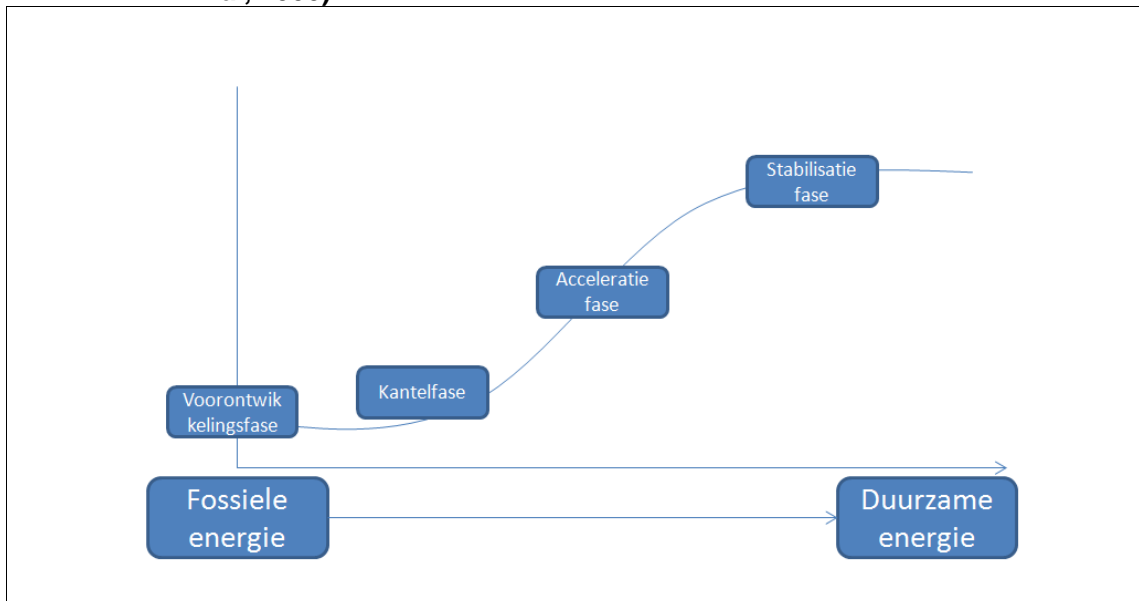
De Nederlandse energiesector is in transitie (Rotmans, 2013; I en M, 2012). Een transitie is een fundamentele verandering in de structuur, cultuur, en werkwijze van een maatschappelijk systeem. Een maatschappelijk systeem kan een publiek stelsel of sector zijn, maar ook een regio, stad, eiland, branche, keten of bedrijf (Rotmans, 2013). Deze transitie gaat over de paradigma verandering van fossiele energie naar duurzame energie (Gommans, 2012). Door deze transitie ontstaat er een andere transitie, namelijk de transitie in het energienet, hierop ligt de focus in dit onderzoek. Het huidige energienet is momenteel niet ingericht op grootschalige invoeding van decentraal opgewekte energie. Daarnaast zal de toenemende elektriciteitsvraag voor een extra druk op het energienet zorgen. Om te voorkomen dat er in de toekomst problemen ontstaan, zal de energienettransitie nu al aangestuurd moeten worden.

De energietransitie, die dus leidend is voor de energienettransitie, is een dynamisch begrip dat technische, economische, ecologische, sociale en politieke factoren kent (De Gooyert, 2014). Daarnaast moet deze energietransitie ingepast worden in de al schaarse ruimte van Nederland.

Hiernaast zijn er diverse vormen van het opwekken van duurzame energie, zoals: wind-energie, zonne-energie, bodemenergie, bio-energie en energie uit waterkracht. Naast het opwekken is ook energiebesparing een vaak genoemd thema, bijvoorbeeld in de gebouwde omgeving. De verwachting is dat het percentage duurzame opwekte energie structureel gaat toenemen de komende jaren, van vijf procent decentraal opgewekt nu naar zestien procent in 2023 (SER, 2014). Het huidige energienet is gestuurd van centraal naar decentraal, en is niet op deze toename ingericht. Door de toenemende decentrale opwekkingen is dus een anders soort energienet gewenst. Voorbeelden hiervan zijn een smart grid of een vermogensturend energienet. Dit zijn beide methoden om slimmer met het energienet om te gaan. Voordat hier dieper op in wordt gegaan, eerst een introductie in de transitiekunde, hier wordt namelijk de theorie achter transities alvast kort toegelicht.

Transitiekunde is de wetenschappelijke benaming voor het inzichtelijk maken en sturen van transitieprocessen. Transitiekunde is het afgelopen decennium ontstaan en heeft zijn oorsprong gevonden uit het complexere systeemkunde (Rotmans, 2013). Om de transities beter te begrijpen heeft de transitiekunde een drietal lenzen ontwikkeld. De eerste transitielens is het multi-fase-concept, zie afbeelding 1.1 (Rotmans et. al, 2000). Deze transitielens laat het verloop van transities in de tijd zien. Een volledig transitieproces duurt circa vijftig jaar. De energiesector zit momenteel in de kantelfase. Als deze fase begint komt het veranderingsproces opgang en begint de structuur van een proces te verschuiven. Deze fase komt na de voorbereidingsfase waarin vooral leren, ontdekken en experimenteren centraal stonden. De energienettransitie, die verbonden is aan de energietransitie, zit in de voorontwikkelingsfase zo blijkt uit dit onderzoek. Deze transitielens en de overige twee transitielenzen zullen verderop in het onderzoek uitvoerig behandeld worden.

Afbeelding 1.1. Multi-fase-concept (van Breukelen, 2015 op basis van; Rotmans et al, 2000)



Toekomstig energienet

De gehele energietransitie is lastig te onderzoeken omdat er nu eenmaal vele facetten onder vallen zoals hierboven beschreven is. Dit onderzoek richt zich op de transitie van het huidige energienet naar het toekomstige energienet, een middel om dit te realiseren is een smart grid. Een smart grid is een intelligent net dat op een intelligente wijze omgaat met het gedrag en acties van energieleveranciers en gebruikers, de vraag en het aanbod worden beter op elkaar afgestemd. Hierbij zullen netbeheerders, producenten, overheden en gebruikers maatregelen moeten treffen om het gassysteem en het elektriciteitssysteem aan te passen en voor te bereiden op een groeiend aandeel van hernieuwbare energie (SER, 2014). Duurzame bronnen als zon en wind produceren voornamelijk elektriciteit. De eerste consequenties liggen dan ook in het elektriciteitssysteem. Hier focust dit onderzoek zich dan ook op. De ontwikkeling en voorbereidingen van de energienettransitie zijn inmiddels in volle gang. Zo zijn er eenendertig smart grid proeftuinen in Nederland waar wordt geëxperimenteerd met vraag en aanbod sturende systemen, die door de verwachte toenemende druk in de toekomst, piekbelasting in het energienet moeten gaan voorkomen.

Om de transitie mogelijk te maken moeten er nog verschillende aspecten nader onderzocht worden (De Gooyert et. al, 2014). Dit zijn aspecten op technisch, organisatorisch, juridisch, economisch, sociaal en politiek niveau. De bovengenoemde proeftuinen richten zich op diverse aspecten hiervan door middel van experimenten. Een voorbeeld hiervan is dat het consumentengedrag getest wordt op kleine schaal. Of de consument klaar is voor een vraag gestuurd systeem is daarin een interessant onderwerp. De consument zal tenslotte zelf bepalen wanneer hij gebruikt maakt van elektriciteit.

Dit onderzoek is een verkennend kwalitatief onderzoek. Hierin is het belangrijk om inzichtelijk te krijgen wie er bij de transitie betrokken zijn en welke instrumenten ze tot hun beschikking hebben om de energienettransitie te sturen. Op basis hiervan worden knelpunten gesignaleerd en oplossingen gepresenteerd. Zodat inzichtelijk wordt welke actoren wanneer aan welke knoppen moeten draaien op weg naar het toekomstige energienet. Het doel hiervan is om een lock-in situatie van het energienet te voorkomen. Dit is wanneer er zodanig wordt geïnvesteerd in de minst efficiënte technologie (verzwaren energienet) waardoor je de efficiënter technologie (intelligent maken energienet) opzij zet.

Wetenschappelijk probleem

Het onderzoek gaat over twee transitie die met elkaar verbonden zijn. Allereerst de energietransitie (transitie van fossiele naar duurzame energie) welke leidend is voor de tweede transitie van het huidige- naar het toekomstige energienet. Hierbij zullen transitietheorieën van Rotmans (2013), Geels (2002) en Kemp (2010) gepresenteerd worden. Dit wordt gevolgd door 'de innovatiegolven van Schumpeter' (1938) en de theorie van Arthur (1989) verder uitgewerkt door Thompson (2007) over de competitie tussen technologische ontwikkelingen (huidige vs. toekomstige energienet). Deze theorieën worden gebruikt bij het onderzoek naar het toekomstig energienet. Hiernaast is het van meerwaarde om op basis van empirische resultaten een kritische nabespreking te houden betreffende bovenstaande literatuur.

Ruimtelijk probleem

Het probleem is dat de transitie van fossiele energie naar duurzame energie niet vanzelf gaat, en dus aangestuurd moet worden. Hierin volgt ook het ruimtelijke probleem namelijk waar en hoe dit moet plaats vinden in Nederland. Door een deel van de energietransities te onderzoeken (de energienettransitie) draagt dit onderzoek bij aan de bredere maatschappelijke- en ruimtelijke problemen. Interessant hierin is te kijken waar de ontwikkeling na het toekomstige energienet nu vastloopt, om vervolgens te kijken hoe dit anders kan en welke ruimtelijke consequenties dit heeft.

1.2. Centrale vraagstelling

In deze sectie wordt de centrale vraagstelling gepresenteerd, die voortkomt uit de probleemschets. Hieruit volgen de deelvragen en hypothesen.

Bij de start van dit onderzoek is als centrale onderzoeksvraag gedefinieerd:

In hoeverre kan een lock-in situatie vermeden worden in de transitie van het huidige- naar het toekomstige energienet?

Deelvragen & hypothesen

De centrale vraagstelling valt uiteen in de volgende drie deelvragen;

Deelvraag een: Wat zijn de gevolgen van de energienettransitie?

- 1.1 Welke theorieën zijn geschikt voor de energienettransitie?
- 1.2 Wat is de energienettransitie?

Hypothese: Het verzwaren van het energienet leidt tot een lock-in situatie wat het transitieproces aanzienlijk zal vertragen.

Deelvraag twee: Welke aspecten zijn van invloed op het vermijden van een lock-in situatie in de energienettransitie?

- 2.1 Welke aspecten zien netbeheerders?
- 2.2 Welke aspecten met betrekking tot de prosumant komen uit de proeftuinen naar voren?
- 2.3 Wat zijn de kansen voor de prosumant en netbeheerders?
- 2.4 Wat zijn de bedreigingen voor de prosumant en netbeheerders?
- 2.5 Welke rol speelt wetgeving in de energienettransitie?

Hypothese: Energieopslag is een aspect dat van invloed is op het vermijden van een lock-in situatie in de energienettransitie.

Deelvraag drie: Hoe kan er gestuurd worden op het vermijden van een lock-in situatie?

- 3.1 Wat zijn de kritieke aspecten waarop gestuurd moet worden?
- 3.2 Wie moet er gestuurd worden?
- 3.3. Hoe moet er gestuurd worden?
- 3.4 Waarom moet er gestuurd worden?
- 3.5 Wanneer moet er gestuurd worden?

Hypothese: Energieopslag moet voor 2040 zo ontwikkeld zijn dat het voor elk type gebruiker toegankelijk is.

1.3. Onderzoeksmethode en -strategie

In deze sectie is de vertaling gemaakt naar het praktijk gedeelte van dit onderzoek. Name-lijk hoe het onderzoek is uitgevoerd.

De gehanteerde onderzoeksmethode voor dit onderzoek is kwalitatief onderzoek, dit volgt uit de hoofdvraag. De hoofdvraag is:

In hoeverre kan een lock-in situatie vermeden worden in de transitie van het huidige- naar het toekomstige energienet?

Het onderzoek heeft een verkennend karakter. Gezien de thematiek, de energienettransitie, nog moet plaatsvinden is dit karakter te rechtvaardigen. Om inzicht te kunnen bieden in de complexiteit en onderliggende sociale structuren (Bryman, 2012) van in hoeverre een lock-in situatie (Thompson, 2007) voorkomen kan worden, is het gebruik van kwalitatief onderzoek ook gerechtvaardigd.

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van één kwalitatieve methode voor dataverzameling op twee tijdstippen (deelvraag twee en drie). De methode is semigestructureerde diepte inter-views. Tijdens de eerste ronde interviews zijn er zeven respondenten geïnterviewd. Tijdens de tweede ronde interviews zijn er drie respondenten geïnterviewd. Voor de analyse zijn de interviews letterlijk getranscribeerd en gecodeerd. Vervolgens is een inhoudsanalyse uitge-voerd over de gecodeerde interviews (zie ook de alinea data analyse). Per deelvraag wordt in deze paragraaf de onderzoeksmethode en -strategie nader toegelicht.

Onderzoeksmethode en -strategie: deelvraag een

Deelvraag een is; *Wat zijn de gevolgen van de energienettransitie?*

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, wordt eerst een theoretisch kader geschetst. De gehanteerde methode hiervoor is een literatuurstudie. In de literatuurstudie zullen de transi-tietheorieën van Rotmans (2013), Geels (2002) en Kemp (2010) gepresenteerd worden. Dit wordt gevolgd door 'de innovatiegolven van Schumpeter' (1938) en de theorie van Arthur (1989) verder uitgewerkt door Thompson (2007). Deze gaat over de competitie tussen technologische ontwikkelingen (huidige vs. toekomstige energienet).

Na het hoofdstuk transitiekunde wordt in het tweede deel van het theoretisch kader de energienettransitie nader toegelicht. Het doel van deelvraag een is tweeledig, enerzijds om inzichtelijk te krijgen welke theorieën van invloed zijn en anderzijds om inzicht in de ener-gienettransitie te krijgen. Hierin wordt de actuele stand van zaken van het huidige energie-net en het toekomstige energienet geschetst. Aan de hand hiervan zijn de interviewtopics voor deelvraag twee en drie opgesteld. Het eindresultaat is een conceptueel model die de gevolgen van de energienettransitie laat zien.

Onderzoeksmethode en -strategie: deelvraag twee

Deelvraag twee is; *Welke aspecten zijn van invloed op het vermijden van een lock-in situatie in de energienettransitie?*

Om achter deze aspecten te komen wordt er een verkennend onderzoek gehouden aan de hand van diepte interviews. In een verkennend onderzoek kunnen diepte-interviews heel nuttig zijn om *“uit te vinden wat er gebeurt en nieuwe inzichten te verwerven”* (Robson, 2005, p. 59). In deze diepte-interviews, zijn er een aantal topics die in willekeurige volgorde afgelopen worden (zie bijlage I, voor de topiclijst). Hiernaast is er de ruimte om vrijuit over te praten over gebeurtenissen, gedrag en meningen die verband houden met het onderzoeksonderwerp. Doel hiervan is tot nieuwe inzichten en aspecten komen die je vooraf op basis van je topiclijst niet had bedacht.

Om inzicht te krijgen in deze aspecten zijn voor deelvraag twee de volgende zeven actoren geïnterviewd, zie tabel 1.1:

Tabel 1.1. Onderzoekseenheden

Functie/naam	Waarom te interviewen	Soort organisatie
Specialist energietransitie, Jaap de Boer;	Inzicht in de energiesector	Energywatch is een innovatiebedrijf op het gebied van duurzame energie.
Programmamanager van proeftuin Lochem (Liander), Ben Tubben;	Inzicht in aspecten, kansen en bedreigingen van de prosumenten;	Liander en Enexis zijn beide netbeheerders.
Programmamanager van proeftuin jouw energiemoment in Zwolle (Enexis); Ruud van de Meeberg		
Medewerker innovatie afdeling van Enexis, Gertjan Mulder	Inzicht in aspecten, kansen en bedreigingen van de netbeheerder;	Stedin en Enexis zijn beide netbeheerders
Medewerker innovatie afdeling van Stedin, Lisette Kaupmann		
Specialist duurzame energietransitie bij Netbeheer Nederland, Wil Scholten	Inzicht in aspecten, kansen en bedreigingen van de netbeheerder en prosumement;	Netbeheer Nederland is de branche organisatie van de netbeheerders in Nederland
Specialist wetgeving marktfacilitering en regulering bij Netbeheer Nederland, Martin Kie-		
ne,		

In bovenstaande tabel 1.1 staat wie er geïnterviewd zijn en waarom ze geïnterviewd zijn. Bij waarom ze geïnterviewd zijn staat het hoofddoel van het interview, hiernaast zijn alle aspecten uit de topiclijst (zie ook bijlage I) aan bod gekomen, dus ook de rol van wetgeving

bijvoorbeeld. Hiernaast is in de tweede kamer op 19 maart 2015 een hoorzitting/rondetafelgesprek geweest over de rol van de netbeheerders. Deze bijeenkomst was openbaar en is bijgewoond. Om de validiteit van de interviewresultaten te vergroten zijn ze geverifieerd met de uitkomsten van deze bijeenkomst (zie bijlage II voor lijst met deelnemers hieraan).

Resultaat van deelvraag twee is een overzicht van welke aspecten van invloed zijn op een lock-in situatie in de energienettransitie. In de volgende alinea wordt toegelicht hoe de data geanalyseerd is.

Data-analyse

Het analyseren van de data bestaat uit drie stappen. Ten eerste het lees- en denk proces, ten tijde van de het uittypen en nalezen van de transcripties. Dit gebeurt bewust of onderbewust. Ten tweede is er geselecteerd en gereduceerd, dit wil zeggen wat belangrijk is voor het onderzoek is meegenomen en de rest niet. Als derde is er gecodeerd. Dit is een iteratief proces en daarom is er ook meteen na het eerste interview aan begonnen, zodat de topics eventueel bijgesteld konden worden. Tijdens het coderen is er eerst open gecodeerd, dit is het zo letterlijk mogelijk coderen ook wel beschrijvend coderen. Hoe, wie, wat en wanneer codes volgen hier uit. Vervolgens is er axiaal gecodeerd. Dit is een abstractieniveau hoger dan open coderen. Hierin worden categorieën gemaakt waarin context, samenhang en strategieën centraal staan. Dit wordt ook wel analytisch coderen genoemd. Er is voor coderen gekozen omdat zo mogelijke verbanden en overeenkomsten makkelijk inzichtelijk gemaakt worden. Deze gecodeerde fragmenten zijn door middel van een inhoudsanalyse geanalyseerd (Baarda, De Goede en Teunissen, 2009). Hierbij zijn de gecodeerde fragmenten vergeleken zodat overeenkomsten en verbanden achterhaald konden worden.

Tijdens het coderen zijn memo's en notities gemaakt, deze helpen om het overzicht te bewaren. Het is belangrijk om te coderen omdat er zo afstand tot de data gecreëerd wordt, waardoor er zo objectief mogelijk naar gekeken kan worden. De gemaakte en gecodeerde transcripties zijn op te vragen bij de auteur (zie bijlage III).

De resultaten uit de interviews zijn geanonimiseerd, in de resultaten wordt daarom verwezen naar interview A t/m K in plaats van de naam van de respondent. Voor de consistentie zijn de verwijzingen naar het rondetafelgesprek in de tweede kamer (zie bijlage II), ook geanonimiseerd. In de resultaten wordt daarom verwezen naar spreker A t/m P. De reden voor het anonimiseren is dat sommige respondenten liever niet bij naam en organisatie genoemd wilden worden. Hiernaast heeft het gezien het verkennende karakter van het onderzoek ook geen meerwaarde om dit wel te doen. Daarom is er door de onderzoeker voor gekozen om alles te anonimiseren.

Onderzoeksmethode en -strategie: deelvraag drie

Deelvraag drie is; Hoe kan er gestuurd worden op het vermijden van een lock-in situatie?

Voor de geselecteerde aspecten uit deelvraag twee is één (kritiek) tijdspad opgesteld. Dit is een brug van de toekomst naar nu, ook wel een tijdlijn. In deze tijdlijn is geschetst waarom, wanneer, wie, wat en hoe er gestuurd moet worden op het vermijden van een lock-in situatie. Deze tijdlijn wordt ingevuld aan de hand van het multi-fase-concept (Rotmans, 2013) voortkomend uit de theorie.

Omdat het toekomstbeeld onbekend is, is gevraagd aan de geïnterviewde actoren hoe zij het toekomstige energienet voor zich zien. Op deze manier wordt er een punt in de horizon gecreëerd en haal je de toekomst naar het heden. Om te weten wanneer er gestuurd zal

moeten worden, is op basis van interviews en secundaire gegevens een tijdspanne geschetst. Bijvoorbeeld voor het aspect opslag van energie. Momenteel is opslag van energie nog niet toegankelijk voor elk huishouden. De reden is dat er is nog geen business case voor is. Uit de interviews en secundaire gegevens blijkt rond welk jaartal hier wel een business case voor is. Als dit bekend is dan kan er proactief gestuurd worden wie wat moet doen om de energienettransitie te sturen, zodat een lock-in voorkomen kan worden. Ter aanvulling zijn er nog drie verdiepende interviews gehouden, zie tabel 1.2. Doel hiervan is tweeledig. Enerzijds om de resultaten uit deelvraag twee te verifiëren en anderzijds specialistische diepte-interviews op basis van de geselecteerde aspecten uit deelvraag twee. Met als doel dat deze aspecten verder verdiept konden worden in dit onderzoek. Hiervoor zijn de volgende drie actoren geïnterviewd, zie tabel 1.2:

Tabel 1.2. Onderzoekseenheden

Functie/naam	Waarom te interviewen	Soort organisatie
Specialist energietransitie, Bert van Dorp;	Verifiëren en verdiepen onderzoeksresultaten	Witteveen+Bos, TU Delft
Medewerker innovatie afdeling van Enexis, Marijn Renting;	Verifiëren en verdiepen onderzoeksresultaten	Enexis is een netbeheerder
A.i. directeur Energie-Nederland, Anne Sypkens Smit.	Verifiëren en verdiepen onderzoeksresultaten	Energie- Nederland is de brancheorganisatie van energiebedrijven die leveren, verhandelen en produceren.

Als de drie deelvragen beantwoord zijn kan antwoord worden gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek; *In hoeverre kan een lock-in situatie vermeden worden in de transitie van het huidige- naar het toekomstige energienet?*

2. TRANSITIEKUNDE



In dit eerste hoofdstuk van het theoretisch kader wordt de wetenschap achter transities, de transitiekunde, gepresenteerd. Dit hoofdstuk beantwoordt samen met het volgende hoofdstuk de eerste deelvraag:

Wat zijn de gevolgen van de energienettransitie?

In dit hoofdstuk zal eerst kort de energietransitie worden toegelicht, die leidend is voor de energienettransitie. Daarna wordt de transitiekunde gepresenteerd, de belangrijkste wetenschappers hierin zijn; Kemp (2010), Geels (2005), de Haan, (2010) en Rotmans (2013). Hierna volgen de kritiek, sterktes en de rol van dit onderzoek in de transitiekunde. Afsluitend nog twee andere relevante modellen. Eerst worden de innovatiegolven van Schumpeter (1938) gepresenteerd en hierna wordt 'het model van concurrerende technologieën' (Arthur, 1989) gepresenteerd. In dit model worden de twee technologische opties (het huidige- en het toekomstige energienet) tegenover de kosten en efficiëntie van beide ontwikkelingen gezet. In deze laatste sectie voor de conclusie wordt ook een relatie gelegd tussen de verschillende modellen die in dit hoofdstuk gepresenteerd zijn.

Van fossiele energie naar duurzame energie

De energietransitie wordt ook wel de transitie van centraal naar decentraal opgewekte energie genoemd. Momenteel wordt vijf procent van de energie decentraal opgewekt. Het Nederlandse kabinet heeft als doelstelling dat veertien procent van de opgewekte energie duurzaam moet zijn in 2020, zestien procent in 2023 en in 2050 moet Nederland een volledig duurzame energievoorziening hebben (SER, 2014). Om dit te bereiken stimuleert de rijksoverheid duurzame energie met belastingmaatregelen en subsidies. Dit is nodig want duurzame energie is nu duurder dan fossiele energie (Rijksoverheid, 2014). Argumenten voor de transitie zijn onder andere; het vermindert de uitstoot van het broeikasgas CO₂, Nederland wordt minder afhankelijk van andere landen met betrekking tot de levering van kolen, olie en gas en technische ontwikkelingen dragen bij aan de internationale concurrentiepositie (Rijksoverheid, 2014). Dit onderzoek gaat uit van de aanname van de groei van decentraal opgewekte energie. Aan de hand van de energietransitie en de energienettransitie wordt in de rest van het hoofdstuk de transitiekunde toegelicht.

2.1. Van systeemkunde na transitiekunde

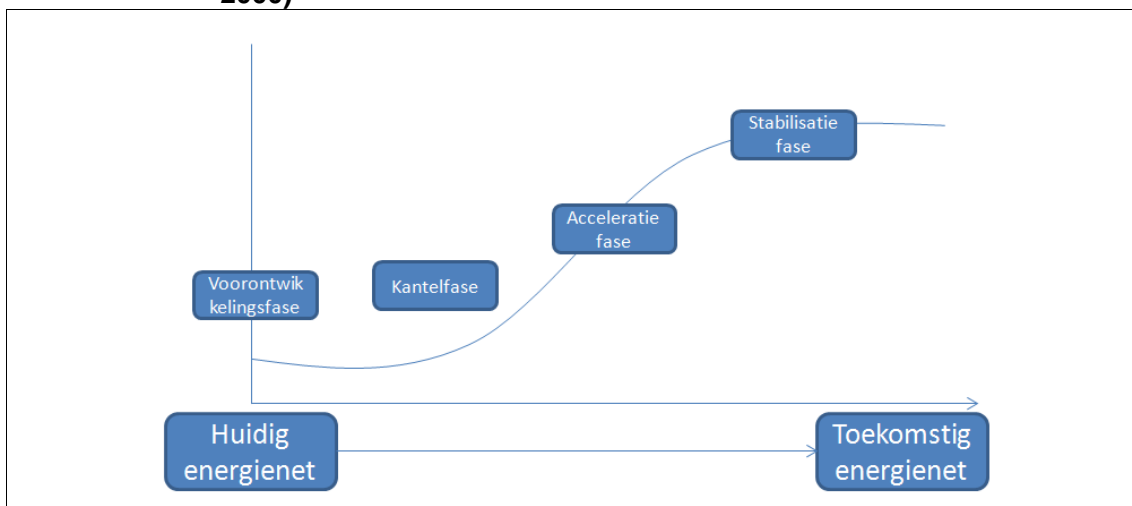
Transitiekunde is de wetenschappelijke benaming voor het inzichtelijk maken en sturen van transitieprocessen. Transitiekunde is het afgelopen decennium ontstaan en heeft zijn oorsprong gevonden uit het complexere systeemkunde (Rotmans, 2013). Om de transities te bestuderen in termen van tijd, schaal en aard, heeft de transitiekunde een drietal lenzen ontwikkeld (Rotmans, 2013). Dit zijn het multi-fase-concept, het multi-level-concept en het multi-pattern-concept. Deze worden in de volgende subsecties besproken. In de concepten gaat het om de vormgeving en transities van systemen (De Haan, 2010; Geels, 2005). Begrippen als zelforganisatie en co-evolutie voorkomend uit de systeemkunde worden gebruikt om transities te benoemen. Zelforganisatie wordt als volgende gedefinieerd door Teisman et. al (2009, p.9): *"De capaciteiten van stakeholders, organisaties en systemen om hun eigen structuur en/of strategie te behouden en/of ontwikkelen, deze moeten weerstand bieden tegen veranderingen van buitenaf."* Co-evolutie is hier een vervolg op en wordt als volgt gedefinieerd door Teisman et. al (2009, p. 12): *"Hoe verschillende stakeholders en systemen door de tijd heen vorm worden gegeven door wederzijdse invloed van zelf organiserende subsystemen"*. Eenvoudig gezegd is co-evolutie de samenvoeging van verschillende zelforganiserende subsystemen.

2.1.1. Multi-fase-concept

De eerste transitielens is het multi-fase-concept, zie afbeelding 2.1 (Rotmans et. al, 2000). Door deze lens zien we het verloop van transitie in de tijd. Een volledig transitieproces duurt circa vijftig jaar. Er zijn vier fases waarin een transitie zich in kan bevinden;

1. *Voorontwikkelingsfase* (experimenteren staat centraal);
2. *Kantelfase* (veranderingsproces komt op gang, systemen beginnen te schuiven);
3. *Acceleratiefase* (zichtbare systeemveranderingen op meerdere schaalniveaus en terreinen);
4. *Stabilisatiefase* (de snelheid van transitie neemt af en is leidend tot een nieuw evenwicht).

Afbeelding 2.1. Multi-fase-concept (van Breukelen, 2015 op basis van; Rotmans, 2000)



De energietransitie zit momenteel in de kantelfase (Ministerie van Economische zaken, 2010; PBL, 2012 en SER, 2013). In deze fase komt het veranderingsproces op gang en begint de structuur van een proces te verschuiven. Deze door Gladwell (2000) genoemde 'tipping points' zijn zeldzaam. In deze 'tipping points' wijzen trends en ontwikkelingen op verschillende schaalniveaus een kant uit. Dit is een intersectoraal proces. Zo is er in de wetenschap, politiek, techniek, economie, kunst en cultuur sector allemaal aandacht voor de paradigma shift van fossiele energie naar duurzame energie.

De kantelfase komt na de voorbereidingsfase waarin vooral leren, ontdekken en experimenteren centraal stonden. De energienettransitie zit in de voorontwikkelingsfase zoals uit dit onderzoek zal blijken. Aan het begin van dit onderzoek is de aanname gemaakt dat de energienettransitie achter de energietransitie aan loopt in de tijd, omdat de energietransitie leidend is voor de energienettransitie.

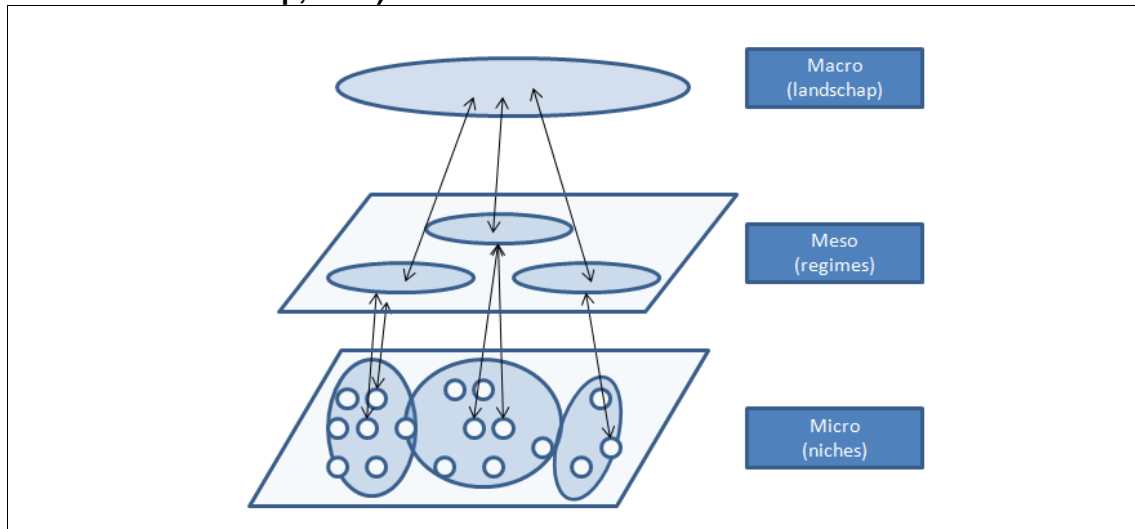
2.1.2. Multi-level-concept

De tweede transitielens is het multi-level-concept (Geels en Kemp, 2000). Deze lens kan gebruikt worden om transitie te analyseren en begrijpen maar niet om transitie te controleren (Geels, 2002). Er zijn drie schaalniveaus, deze zijn functioneel en niet geografisch (Rotmans, 2013), zie ook afbeelding 2.2;

1. *Macroniveau*, hier gaat het om hoe landschapsveranderingen beïnvloed worden door globale trends en autonome ontwikkelingen (bv. globalisering, klimaatveranderingen);
2. *Mesoniveau*, hierin zijn de huidige regimes dominant (Geels en Kemp, 2000), deze partijen willen het bestaande systeem vaak in tact houden. Echter kan de basis voor een systeemverandering ontstaan door toedoen van het huidige regime;

3. *Microniveau*, hier komen nieuwe ideeën uit door voornamelijk te experimenteren met nieuwe projecten. Doel hiervan is dat er nieuwe innovatieve systemen ontstaan, dit worden niches genoemd (Geels en Kemp, 2000) en kunnen tevens ontstaan naast of binnen een regime.

Afbeelding 2.2. Multi-level-concept (van Breukelen, 2015 op basis van; Geels en Kemp, 2000)



De stakeholders, systemen, innovaties en trends tussen de schaalniveaus hebben een relationele doorwerking welke iteratief van aard is. Feedback is de belangrijkste aanjager voor co-evolutie van zulke zelforganiserende systemen (Teisman et. al, 2009).

Voor dit onderzoek is het belangrijk om inzichtelijk te hebben hoe transitie ontstaan en veranderen. Niet als doel om ze te controleren maar om ze te sturen waar kan. Het is onmogelijk om de noodzakelijk voorwaarden te bepalen voor een transitie die gaande is. Wel kan onderzocht worden welke voorwaarden nodig zijn om een transitie te sturen. In dit geval; hoe er gestuurd kan worden om een lock-in situatie te voorkomen.

2.1.3. Multi-pattern-concept

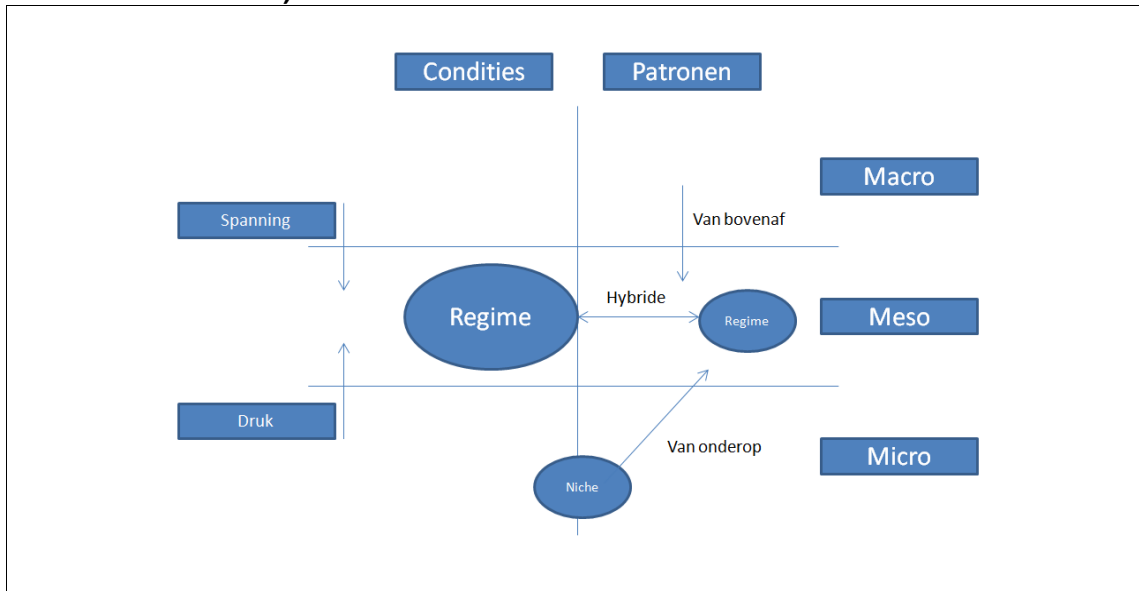
In de derde transitielens, het multi-pattern-concept (De Haan, 2010) wordt inzichtelijk gemaakt hoe systemen zich ontwikkelen en uiteindelijk het regime over kunnen nemen en dus de transitie kunnen maken¹. Hierin is een kernpatroon te ontdekken (De Haan, 2010, p.56) *“Niches ontstaan, vormen een cluster en worden voorzien van macht waardoor een niche-regime ontstaat. Het niche-regime wordt steeds sterker, terwijl het regime verzwakt. Tenslotte neemt het niche-regime de macht over en wordt de dominante factor”*. Op dit kernpatroon zijn drie varianten gemaakt, zie ook afbeelding 2.3 (De Haan & Rotmans, 2011);

1. *‘van onderop patroon’*, niches ontstaan van onderop. Er vindt co-evolutie plaats tussen deze zelforganiserende systemen wat leidt tot een niche-regime. Deze schuift het oude regime opzij en vormt het nieuwe dominante systeem;
2. *‘van bovenaf patroon’*, door ingrijpende landschapsveranderingen ontstaat een gedwongen regimeverandering;

¹ Belangrijke notificatie is dat het om complexe systemen gaat die betrekking hebben op meerdere stakeholders die op meerdere schaalniveaus actief zijn welke ook nog eens in contact staan met elkaar (Byrne, 1998).

3. 'Hybride patroon', niches ontstaan binnen het regime en breken door, deze vormen samen het niche-regime binnen het dominante regime. Samen co-evolueren ze tot een nieuw regime.

Afbeelding 2.3. Multi-pattern-concept (van Breukelen, 2015 op basis van; de Haan, 2010)



Voor dit onderzoek is het van belang om kennis en inzicht te hebben in de transitiepatronen, zodat er verklaard kan worden hoe een transitieproces zich ontwikkelt en dat er gestuurd kan worden op wat de vervolgstap zou moeten zijn. Zoals ook in de vorige stap aangegeven is, zijn zulke processen niet te controleren, maar ze zijn wel te sturen.

2.2. Transitiekunde

Nu de drie transitielenzen inzichtelijk zijn, geeft deze sectie een verdieping hieraan. Allereerst worden de transitiepaden toegelicht. Deze transitiepaden worden in hoofdstuk vijf gebruikt voor het opstellen van één (kritiek) tijdpad. Hierna wordt de kritiek en de sterktes van de transitiekunde benoemd, gevolgd door de rol van transitiekunde in het onderzoek.

2.2.1. Transitiepaden

Transitiepaden slaan een brug van de toekomst naar nu. Een vuistregel van het transitie denken is plaats een vraagstuk in langetermijnperspectief, zodat vanuit het toekomstbeeld de richting en snelheid bepaald kan worden aan de hand van transitiepaden (Rotmans, 2013).

Rotmans benoemd vijf praktische regels voor transitiesturing dit zijn (2013, p. 255);

- Stimuleren van niches op microniveau (variatie);
- Verbinden van niches in dezelfde richting (co-evolutie);
- Ontwikkelen van visie op macroniveau (creëren van attractoren);
- Stimulering van vorming van niche-regimes (selectie, opschaling);
- Bevorderen van afstemming tussen macro, meso en microniveau (interacties).

De toepassing van deze regels zijn afhankelijk van in welke fase de transitie zich bevindt en kunnen als handvatten gebruikt worden voor het opstellen van transitiepaden.

“Transitiesturing: in de kern komt het neer op zoeken, leren en experimenteren (Rotmans, 2013, p. 256)”

2.2.2. **Kritiek transitiekunde**

Door de jaren heen is er uit verschillende hoeken kritiek geleverd op de transitiekunde. Zo stelt Lachman (2013) dat transitiekunde lastig in de praktijk te gebruiken is. Hij stelt dat het moeilijk te meten is wanneer transitiekunde daadwerkelijk werkt of geslaagd is. De huidige literatuur focust zich meer op het managen van niche-regime dynamieken dan op het managen van de transitie (Lachman, 2013). Shove en Walker (2007 & 2008) bekritisieren transitiekunde op dat zij aannemen dat de transitie gestuurd kan worden door goed management. Deze aanname negeert het feit dat invloed van buitenaf blijft bestaan. In de systeemkunde heten zulke veranderingen; change events (Teisman et. al, 2009). De volgende kritiek punten komen van Kern en Smith (2008; Smith en Kern, 2009), zij stellen twee aspecten. Ten eerste hebben niches een gebrek aan middelen, geld, onderzoek en modellen om door te kunnen breken naar het regime, dit blijft onderbelicht in de hedendaagse transitiekunde literatuur. De huidige transitielenzen bieden daarom onvoldoende houvast en zijn te algemeen (Kern & Smith, 2008; Smith and Kern, 2009). Het tweede punt van kritiek van hun kant is dat uit hun onderzoek blijkt dat Nederland (waar transitie management is opgenomen binnen het politieke apparaat) significant achterblijft met andere landen, zoals Duitsland en Denemarken (waar transitie management niet opgenomen is in het politieke apparaat). Ze blijven achter als het gaat over de transitie naar duurzame energiesystemen; de energietransitie.

2.2.3. **Sterktes transitiekunde**

Transitiekunde wordt de laatste jaren steeds meer gebruikt voor transitieprocessen in ontwikkelingslanden. De wijdverspreide acceptatie van wetenschappers in zowel ontwikkelde als onontwikkelde landen is een teken van acceptatie van de transitiekunde als wetenschap (Lachman, 2013). Een volgende sterkte is dat transitiekunde zich in onbevaarbare wateren durft te begeven. Hierin bevinden zich meerdere disciplines die alle andere ideeën en concepten hebben, welke de transitiekunde tracht te combineren (Geels, 2005). Dit sterke punt om altijd co-evolutie van systemen te willen opzoeken kenmerkt het open en dynamische karakter van de transitiekunde (Lachman, 2013). Coenen et al. (2012) benoemen haar capaciteit als sterk punt van de transitiekunde om, om te gaan met structuur-actor dualiteit via evolutionaire sociaaltechnische langdurige trajecten. Hiermee wordt geëindigd op het langetermijnperspectief wat centraal staat in de transitiekunde.

2.2.4. **Rol transitiekunde in onderzoek**

In de literatuur is de transitiekunde al deels gekoppeld aan de ruimtelijke ordening en planologie. Zo hebben Hodson & Marvin (2010) bijvoorbeeld de missende rol van de stad in het multi-level-concept onderzocht. Een meer analytisch artikel is die van Coenen et al. (2012) waarin het ruimtelijk perspectief van transities geschetst wordt. Zij stellen dat bij de analyses van transities is vergeten mee te nemen waar transities daadwerkelijk plaatsvinden. Door dit wel te doen wordt de transitieliteratuur op drie manieren versterkt (Coenen et. al., 2012);

1. Door het conceptualiseren van gevoelige territoriums in de bestaande literatuur;
2. Door het benadrukken en erkennen van de diversiteit in transitieprocessen, welke volgen uit institutionele voorwaarden, netwerken, actor strategieën en onderzoeken naar de ruimte;
3. Door het aansluiten bij de huidige literatuur.

Het artikel stelt dat er twee met elkaar samenhangende problemen zijn die de aandacht verdienen. Dit is ten eerste de institutionele inbedding van sociaaltechnische ontwikkelingen in de ruimte. En ten tweede het sturen van sociaaltechnische ontwikkelingen op meerdere schaalniveaus. Om deze problemen op te lossen is onderzoek gewenst hoe de geografische oneffenheden weggenomen kunnen worden. Dit moet uit het oogpunt van mondiale netwerken en lokale knooppunten gezien worden (Coenen et al., 2012). Dit onderzoek

sluit hier goed op aan door te onderzoeken waarom, hoe, waar en door wie er gestuurd kan worden op het vermijden van een lock-in situatie.

Daarnaast zoomt dit onderzoek in op de ruimtelijke veranderingen die gaande zijn zoals; een mogelijke verschuiving van het speelveld van stakeholders en probleem herkenning op lokale schaal (analyse van proeftuinen). Dit onderzoek zal daarmee een bijdrage leveren over hoe de transitieliteratuur aangevuld kan worden aan de hand van de drie punten van Coenen et al. (2012).

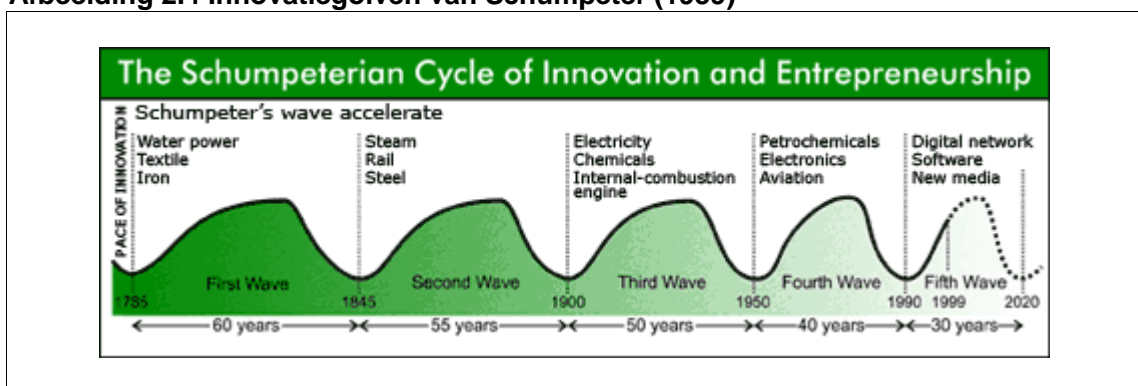
2.3. Transitiekunde gerelateerde concepten

In deze sectie worden 'de innovatiegolven van Schumpeter' (1939) en het 'model van concurrerende technologieën' (Arthur, 1989) gepresenteerd. Deze twee modellen horen van oorsprong niet bij de transitiekunde. Echter is er wel een link met de transitiekunde. Deze wordt in sectie 2.3.3. toegelicht. Zoals bij de sterktes van de transitiekunde al is vermeld, het is een kracht van de transitiekunde dat meerdere disciplines en concepten worden gecombineerd.

2.3.1. Innovatiegolven van Schumpeter

Schumpeter (1939) stelt dat de lange termijn ontwikkeling van het industriële kapitalisme gekenmerkt wordt door innovatiegolven. Hij ontdekte de eerste drie golven, zie afbeelding 2.4. Dit waren de 'industrial revolution kondratieff' (1785-1845), de 'Bourgeois of railway kondratieff' (1845-1900) en als derde de 'Neo-mercantilist kondratieff' (1900-1950). Aan deze golven is een vervolg gegeven, zo zijn inmiddels de vierde en vijfde golf ingevuld. De golven helpen verklaren wat onze economie beweegt om zich door te ontwikkelen over generaties (Schumpeter, 1939). Er kan in ieder geval vastgesteld worden dat de huidige vijfde golf zich in de 'winterfase' bevindt, ook wel recessiefase (Burnam-Fink, 2011). De verwachting is dat de zesde golf rond 2020 ontpopt in de 'lentifase', ook wel de 'groeifase'. De transitie van fossiele naar duurzame energie (nu in de kantelfase) en de zesde innovatiegolf kunnen hiermee wel eens gelijk gaan lopen, dit wil niet zeggen dat het een-op-een hetzelfde is. Wel is interessant om dit onderzoek in zulke perspectieven te zien. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat de ontwikkelingen (golven) steeds sneller in de tijd plaats vinden. Zo duurde de eerste golf zestig jaar en de vijfde golf naar verwachting nog maar dertig jaar.

Afbeelding 2.4 Innovatiegolven van Schumpeter (1939)

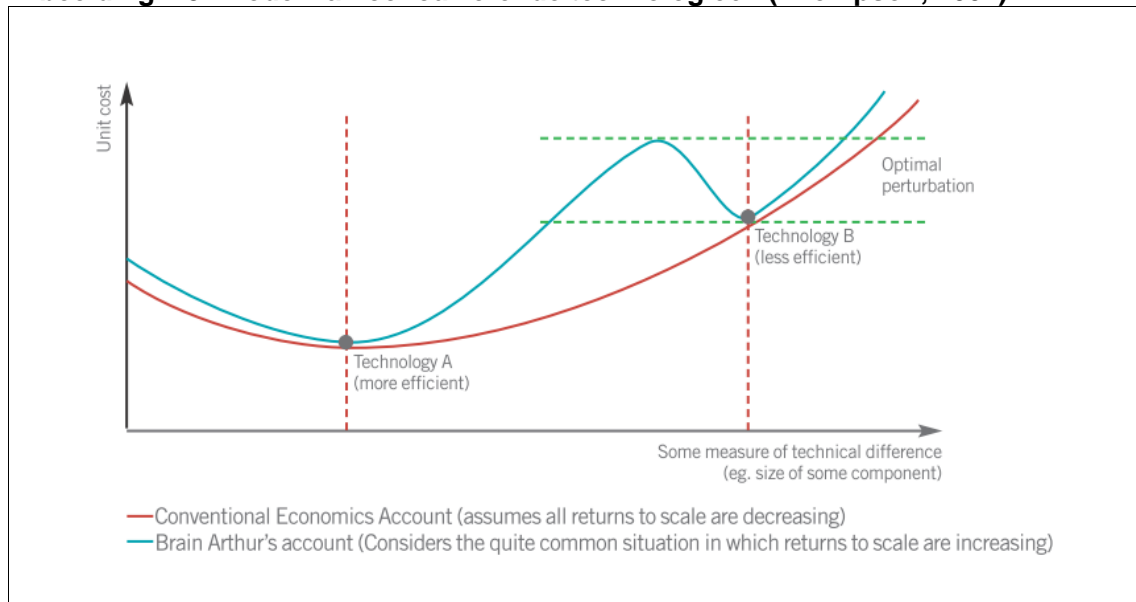


2.3.2. Model van concurrerende technologieën

Het 'model van concurrerende technologieën' is oorspronkelijk bedacht door Arthur (1989). Het is een relatief eenvoudig model dat interessante concepten als; lock-in problematiek, padafhankelijkheid en toenemende opbrengsten na adoptie inzichtelijk maakt. Het model is geoptimaliseerd door Thompson (2007), zie afbeelding 2.5. In het model zijn twee concur-

rende technologieën (A en B) die strijden om welke technologie uiteindelijk geadopteerd gaat worden. Belangrijke notificatie is dat niet altijd de meest efficiëntste of duurzaamste technologie gekozen wordt. Een bekend voorbeeld hierin is dat de VHS videoband geadopteerd is in Nederland in plaats van de technisch veel betere Video 2000 videoband. Doordat de meerderheid van de gebruikers de VHS videoband adopteerden als standaard, is er een zogenoemde lock-in situatie (zie blauwe bult, in afbeelding 2.5) ontstaan voor de Video 2000 videoband. Om weer uit deze blauwe bult te komen is er een 'optimal perturbation' nodig. Dit is een optimale verstoring wat nodig is om over de bult te gaan zodat er alsnog geswitcht kan worden naar de meer efficiënter technologie, in dit geval de Video 2000 videoband. In dit voorbeeld was de lock-in zo groot dat men nooit meer is geswitcht na de technisch betere Video 2000 videoband. De keuzes voor adaptatie hebben met de padafhankelijk (paden die op dat moment beschikbaar en/of haalbaar zijn) van een product te maken (Arthur, 1994). Echter de padafhankelijkheid kan ook door zogenoemde 'change events' veranderd worden. Het is daarom onmogelijk om de noodzakelijke voorwaarden te bepalen voor de adaptatie van een technologie. Wel kunnen de voorwaarden zo optimaal mogelijk gemaakt worden. Hierna wordt dan ook onderzoek gedaan in dit onderzoek.

Afbeelding 2.5. Model van concurrerende technologieën (Thompson, 2007)



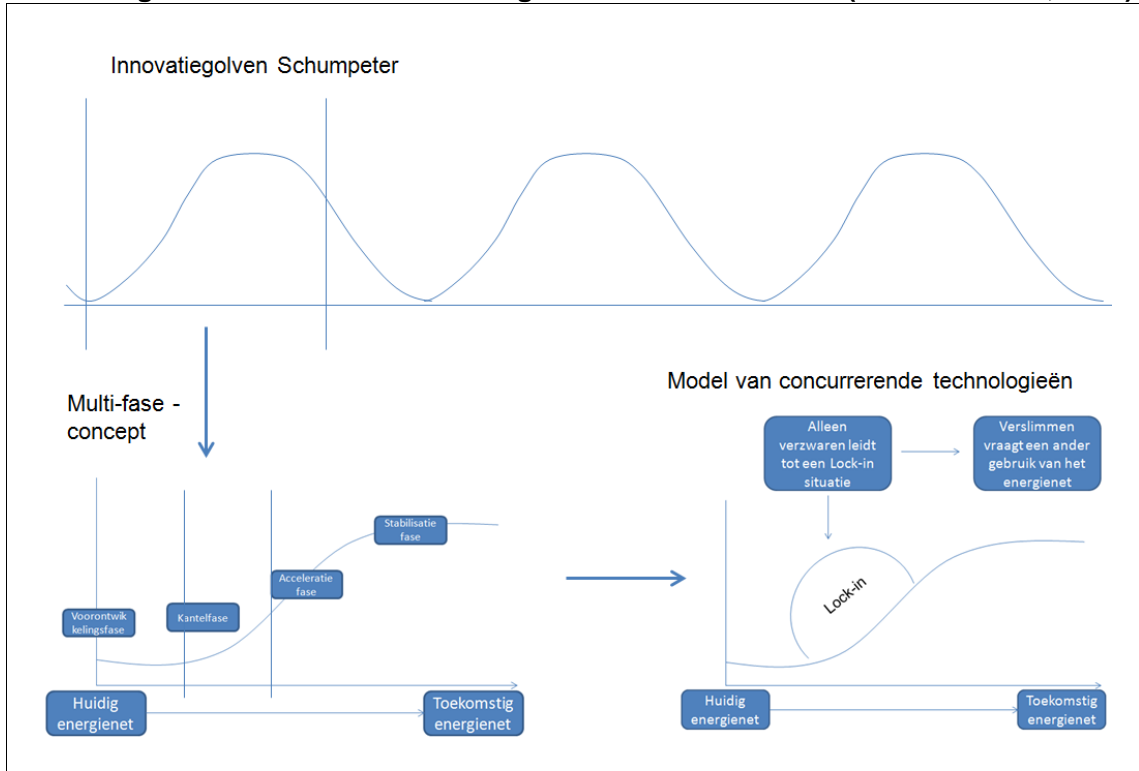
De transformatie van het huidige- naar het toekomstige (intelligente) energienetwerk kunnen als twee concurrerende technologieën worden gezien, waarbij het huidige energienet minder efficiënt en duurzaam is dan het toekomstige intelligente net.

Dit onderzoek richt zich op de vraag hoe er gestuurd kan worden op het vermijden van een lock-in situatie. Inzichtelijk wordt gemaakt welke paden momenteel beschikbaar zijn en waar die aan moeten voldoen willen ze haalbaar zijn, zodat de transitie van het huidige naar het intelligente energienetwerk vorm kan krijgen. Doordat deze voorwaarden in kaart worden gebracht, wordt verwacht dat de transitie inzichtelijk te maken is. Hierdoor kunnen knelpunten op tijd weggenomen worden. Het is dus geen garantie dat er geen lock-in ontstaat omdat die ook door 'change events' kunnen ontstaan. Om een lock-in situatie te voorkomen zit de crux hem in een balans te vinden tussen enerzijds onzekerheden wegnemen en anderzijds het behoudt van een flexibel karakter (Thompson, 2007).

2.3.3. Hiërarchische verdeling theoretische modellen

Wat opvalt aan de modellen is dat er een (mogelijke) hiërarchische verdeling van drie modellen is; de innovatiegolven van Schumpeter, het multi-fase-concept en het model van concurrerende technologieën, zie ook afbeelding 2.6.

Afbeelding 2.6. Hiërarchische verdeling theoretische modellen (van Breukelen, 2015)



Uit afbeelding 2.6. blijkt dat de innovatiegolven van Schumpeter, een S-curve bevatten die de basis zijn voor het multi-fase-concept. Vervolgens kan een lock-in situatie optreden, voortkomend uit het model van concurrerende technologieën. Bijvoorbeeld in de kantelfase, zoals in afbeelding 2.6 te zien is. Deze lock-in situatie kan dus ook in de andere fases optreden, bijvoorbeeld in de acceleratiefase. Het is dus goed om inzichtelijk te hebben wat de kritieke aspecten (lock-ins) zijn, zodat er gestuurd kan worden op het vermijden hiervan. Dit wordt in hoofdstuk vier en vijf dan ook behandeld.

2.4. Conclusie

Voor dit onderzoek is het belangrijk om inzichtelijk te hebben hoe transitie ontstaan en veranderen. Niet als doel om ze te controleren maar om ze te sturen waar kan. Het is onmogelijk om de noodzakelijk voorwaarden te bepalen voor een transitie die gaande is. Wel kan onderzocht worden welke voorwaarden nodig zijn om een transitie te sturen. In dit geval; hoe er gestuurd kan worden op het vermijden van een lock-in situatie. De drie geschetste transitieën zijn hiervoor bruikbare analyse tools om de tijd, schaal en aard van de transitie te kunnen bestuderen.

Dit hoofdstuk heeft handvatten gegeven hoe de transitie te begrijpen en eventueel te kunnen sturen aan de hand van de drie transitieën. Daarnaast is de rol van transitiekunde in het onderzoek toegelicht aan de hand van actuele literatuur. Als laatste zijn de innovatiegolven van Schumpeter en het model van concurrerende technologieën gepresenteerd, tevens is er een relatie gelegd tussen deze twee modellen en het eerdere (§2.1) gepresenteerde multi-fase-concept.

Een belangrijke aanname waar dit onderzoek vanuit gaat is dat transitie van fossiele energie naar duurzame energie gaat plaatsvinden. De snelheid waarmee deze transitie plaats gaat vinden is padafhankelijk. Het volgende hoofdstuk geeft samen met dit hoofdstuk antwoord op deelvraag een.

3. ENERGIENETTRANSITIE



In dit tweede hoofdstuk van het theoretisch kader wordt de transitie van het huidige energienet naar het toekomstige energienet theoretisch ingebed. Samen met hoofdstuk twee geeft dit antwoord op de eerste deelvraag;

Wat zijn de gevolgen van de energienettransitie?

In dit hoofdstuk zal eerst de huidige situatie geschetst worden. Vervolgens wordt vast een doorkijk gegeven richting het toekomstige energienet. Daarna wordt bepaald welke componenten empirisch onderzocht gaan worden. Het resultaat komt uiteindelijk in het conceptueel model dat antwoord geeft op de eerste deelvraag.

3.1. Huidig energienet

Het huidige energienet is grotendeels in de jaren '60 en '70 aangelegd en enigszins verouderd, echter functioneert het nu nog naar behoren (ECN et al., 2014). Zo is het Nederlandse energienet één van de betrouwbaarste energienetten in Europa. Om deze betrouwbaarheid te blijven garanderen is het goed om al vast vooruit te kijken naar de verwachte ontwikkelingen.

De eerste ontwikkeling is de groei van decentrale opwekkingen uit bijvoorbeeld zon- en/of windenergie (PBL, 2012). De tweede ontwikkeling is de verwachting dat de consument meer energie nodig heeft. In de toekomst zullen er namelijk meer elektrische auto's zijn en worden nieuwbouwhuizen standaard uitgerust met een warmtepomp (PBL, 2012).

Het Ministerie van Economische Zaken (2010) stelt dat deze ontwikkelingen tot 2020 niet tot grote problemen zullen leiden, maar na 2020 zal het decentraal opgewekte aanbod en de energievraag veler toenemen, waardoor het huidige energienet niet de capaciteit heeft om dit op te vangen. Hierdoor kan de betrouwbaarheid van het energienet in het geding komen (Ministerie van Economische Zaken 2010).

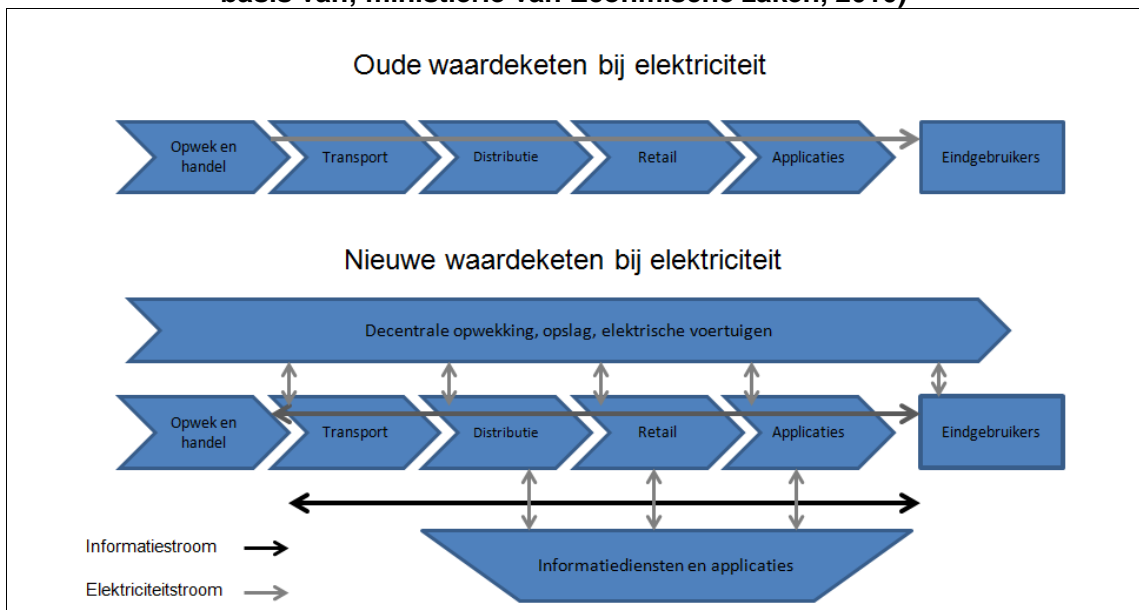
Het Ministerie van I en M (2012) heeft dan ook als nationaal belang aangekaart om ruimte voor het hoofdnetwerk voor (duurzame) energievoorziening en de energietransitie te maken. Het PBL (2012) schetst dat er drie mogelijke oplossingen zijn;

1. Meer en dikkere energiekabels (verzwaren);
2. Meer flexibeler vraag gerichter systemen zoals een smart grid;
3. Meer opslagcapaciteit.

In sectie 2.3.3 is toegelicht wat de consequenties zijn van de keuze voor meer en dikkere energiekabels (minder efficiënt) in plaats van een vraag gestuurd systeem, zoals een smart grid. Optie drie, meer opslagcapaciteit, wordt in dit onderzoek gezien als onderdeel van flexibiliteit opties en is dus vergelijkbaar met optie twee. De voorwaarde voor meer opslagcapaciteit is namelijk een flexibel intelligent net, waar vraag en aanbod op elkaar afgestemd kunnen worden (Ministerie van Economische Zaken, 2010).

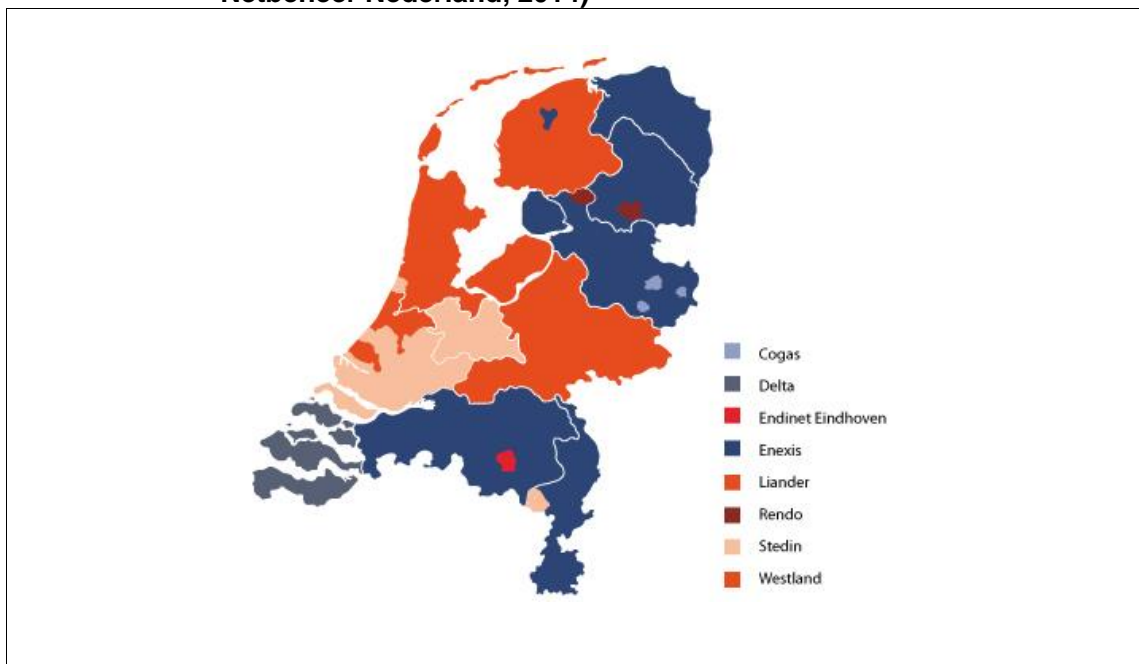
Door deze in de toekomst verwachte ontwikkelingen zal ook de waardeketen van elektriciteit veranderen. De waardeketen van elektriciteit zal veranderen van centrale sturing van elektriciteit naar decentrale sturing van informatie (data) en elektriciteit, zie ook afbeelding 3.1 voor een schematische weergave. De pijlen in het schema laten sec zien dat er naast elektriciteitsstromen ook informatiestromen tussen de ketens in de energieketen zullen gaan plaatsvinden.

Afbeelding 3.1. Oude en nieuwe waardeketen bij elektriciteit (van Breukelen, 2015 op basis van; ministerie van Economische zaken, 2010)



De netbeheerders zijn nu de belangrijkste stakeholders in de huidige situatie. De netbeheerders, zie afbeelding 3.2, zijn namelijk verplicht iedereen aan te sluiten op het elektriciteitsnet (artikel, 23 Elektriciteitswet). Daarnaast zijn ze ook verplicht energie te transporteren (artikel, 24 Elektriciteitswet). Om ook in de toekomst de betrouwbaarheid van het net te garanderen zal er nu alvast nagedacht moeten worden hoe deze transitie in te passen en wat daarin de rol van de netbeheerders in is. Nu zijn de netbeheerders grotendeels aanleveraars (transportplicht) van energie aan de consument. Of en in hoeverre deze rol blijft bestaan in de toekomst is interessant gezien de verwachte transitie.

Afbeelding 3.2. Overzicht netbeheerders in Nederland (ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland, 2014)



Het Nederlandse energienet bestaat uit een landelijk net, die de regionale netten en elektriciteitscentrales met elkaar verbindt. Dit net wordt beheerd door Tennet. Dit landelijke energienet heeft hoogspanningsniveaus van 380 en 220 kilovolt. Daarna wordt via het middenspanningsniveau aan grootverbruikers geleverd en verder gedistribueerd naar de laagspanningsnetten. Hier zijn huishoudens en bedrijven op aangesloten. De regionale netbeheerders zijn verantwoordelijk voor het beheer van het midden en laagspanningsniveau. Zoals in afbeelding 3.2 te zien is heeft elke netbeheerder zijn eigen gebied. Doordat netbeheerders van nature een monopolie positie hebben is in de wet vastgelegd dat de overheid een meerderheidsbelang in de netbeheerders bedrijven moet hebben. Commerciële bedrijven mogen geen belang hebben (Wet onafhankelijk netbeheer, 2007). Aandeelhouders van regionale netbedrijven zijn dan ook vaak provincies en gemeenten. Vanwege hun monopoliepositie mogen netbeheerders geen markttaken uitvoeren.

3.2. Toekomstig energienet

Het doel van de toekomstige energienetten is een vraag gestuurd systeem ontwikkelen, een middel hiervoor is een smart grid. Een smart grid of intelligent net is een overkoepelende naam voor tal van activiteiten in de gebouwde omgeving en de elektrische mobiliteit. Dit blijkt ook wel uit de definitie van een smart grid die in dit onderzoek gehanteerd wordt (Ministerie van Economische Zaken, 2010, p.5);

*“Smart grids zijn innovaties rond energienetten die tot doel hebben ook in de toekomst de energievoorziening betaalbaar en betrouwbaar te houden en daarnaast te verduurzamen. Essentieel in het begrip ‘smart grid is het ontstaan van **tweerichtingsverkeer** tussen energiegebruikers onderling en met producenten. Dankzij de **toevoeging van (ICT) technologie** is het mogelijk om energiestromen beter te controleren, te sturen en te beheren. Hierdoor ontstaan er mogelijkheden om;*

- *Vraagrespons bij gebruikers te activeren;*
- *Decentrale opwekking en opslag van energie beter in te passen;*
- *Nieuwe producten, diensten en markten te ontwikkelen;*
- *De flexibiliteit van het energiesysteem te verhogen;*
- *Investerings in infrastructuur te beperken of uit te stellen;*
- *De betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening te waarborgen.”*

Binnen de smart grids is het tweerichtingsverkeer essentieel. In de vorige sectie is een actor hierbinnen al toegelicht, de netbeheerders. De tweede groep actoren, de gebruikers, zijn nu de afnemers en in de toekomst de producenten, zij worden ook wel prosument genoemd (De Gooyert et. al., 2014). Voor deze partij is het van belang dat ze het toekomstige net 'smart' kunnen gebruiken. Dit wil enerzijds zeggen dat ze met de zelf-opgewekte energie hun energiekosten omlaag kunnen brengen en anderzijds om extra inkomsten te verwerven uit zelf-opgewekte energie die over is. De gebruikers moeten vooral bewust worden gemaakt en gemotiveerd, de huidige slimme energiemeter is hierin een mooie start (SER, 2014). Voordat de transitie tot stand kan komen moet er eerst onderzoek gedaan worden of Nederland hiervoor wel klaar is. Deze business cases, ook wel 'proeftuinen' genoemd, worden gehouden op diverse plaatsen in Nederland. Een doel hiervan is kijken hoe gebruikers omgaan met verschillende technologische innovaties van een smart grid. Hiernaast worden er ook naar andere facetten onderzoek gedaan in de proeftuinen. Binnen de transitie van het huidige energienet naar het toekomstige energienet hebben de gebruikers een kritieke rol, als de gebruikers niet klaar zijn voor de transitie dan kan het tweerichtingsverkeer niet ontstaan (Ministerie van Economische Zaken, 2010). Gedragsveranderingen kunnen ontstaan door verbeterde gebruiksinformatie, tariefdifferentiatie (real-time pricing) en vermogenssturing van de netbeheerder (CE Delft & KEMA, 2012) Gedragsinformatie is een voorwaarde voor vermogenssturing van de netbeheerder is geconcludeerd door CE Delft & KEMA (2012).

Onderzoekstopics

Dit onderzoek richt zich naast het algemene deel (transitiekunde) op drie onderwerpen die de komende jaren belangrijk zijn met betrekking tot de energienettransitie. Naast de al toegelichte rol van de netbeheerders en prosumenten is dit dat de wetgeving geschikt moet worden gemaakt voor de beoogde ontwikkelingen (Netbeheer Nederland, 2011). Coenen et. al. (2012) schetsen deze ontwikkeling ook al, echter stellen zij het andersom. Zij stelden dat institutionele voorwaarden de basis zijn voor de erkenning van de diversiteit in transitieprocessen.

Momenteel is de elektriciteitswet uit 1998 leidend voor het energienet. Echter is deze wet inmiddels achterhaald en niet meer geschikt voor het energienet anno 2014 (Memorie van toelichting, 2014). De elektriciteitswet heeft daarnaast veel overeenkomsten met de gaswet. Deze twee redenen zorgen ervoor dat er een ontwerp voorstel voor de nieuwe Elektriciteits- en gaswet (Egw) is ingediend.

De beoogde nieuwe wet is onderdeel van de wetgevingsagenda STROOM. STROOM is het **stroomlijnen**, **optimaliseren** en **moderniseren** van de wetgeving op het gebied van elektriciteit en gas. Die heeft als doel te komen tot een wetgeving die duidelijker en eenvoudiger is, met minder regeldruk voor bedrijven en minder lasten voor de overheid. De wetgeving is tevens geënt op Europese wetgeving. De ingangsdatum van deze nieuwe wet is nog niet vastgesteld.

In de Egw gaat het één en ander wijzigen voor het netbeheer, de netbeheerders en de tariefregulering. Allereerst de naamswijziging van netbeheer(der) naar systeembeheer(der), de reden hiervoor is betere aansluiting bij Europese standaarden. In de nieuwe wet staat welke nevenactiviteiten een systeembeheerder mag uitvoeren naast haar kernactiviteit. Daarnaast geeft de Egw, met oog op de transitie, de ruimte om nieuwe taken tijdelijk op te dragen aan systeembeheerders. Het betreft zaken waarbij niet duidelijk is of dit door de markt wordt opgepakt of dat deze als wettelijke taak bij de systeembeheerder moeten worden ondergebracht, bijvoorbeeld energieopslag (Tweede Kamer, 2014).

Hiernaast is de tariefregulering aangepast, twee interessante aspecten hieruit zijn; ten eerste het voorkomen dat afnemers die stroom teruggeven aan het net moeten betalen voor de invoeging van elektriciteit (salderingsregeling) en ten tweede mag Tennet bepaalde kosten die zijn gelieerd aan investeringen straks verwerken in de tarieven. De Egw is een kaderstellende wet waarin alleen de hoofdlijnen staan, dit komt doordat er een hoop onzekerheden zijn in de transitie.

Het kaderstellende karakter van de Egw maakt het mogelijk om toekomstige beleidswensen relatief eenvoudig in te passen.

Een ander onderdeel van de Wetgevingsagenda STROOM is de Algemene Maatregel voor Bestuur (AMvB) voor experimenten. Deze AMvB is een voorbeeld hoe toekomstige ontwikkelingen nu (tijdelijk) institutioneel ingekaderd kunnen worden. Deze maatregel moet ruimte bieden voor nieuwe experimenten binnen de transitie. Hiernaast komt er ook nog een AMvB tijdelijke taken, deze is specifiek voor de netbeheerders. Hierin komt te staan wat netbeheerders tijdelijk voor markttaken mogen oppakken zodat de transitie gefaciliteerd kan worden.

Voor dit onderzoek is het van meerwaarde om te toetsen bij netbeheerders of de Egw en AMvB's daadwerkelijk aansluiten bij hun wensen en eisen.

Wettelijk kader gemeenten

Voor het aanleggen van ondergrondse of bovengrondse energie, transport- en/of telecommunicatieleidingen is een omgevingsvergunning verplicht, dit is de wettelijke taak vanuit de gemeente. Ook is een WION (wet informatie ondergrondse netwerken) melding bij het kadaster verplicht.

Relevante, niet onderzoekstopics

Naast de drie onderzoekstopics zijn er twee aanverwante topics die niet onderzocht gaan worden, maar wel relevant zijn in de transitie. Dit is ten eerste het gebrek aan inzicht in kosten en baten van de transitie. Uit het rapport "net van de toekomst" van Netbeheer Nederland (2011) staat dat de energietransitie de netbeheerders tot 2050 in totaal tussen de twintig en eenenzeventig miljard euro zal gaan kosten (energie- en gasnet). Ter vergelijking: netbeheerders investeerden tussen 2005 en 2008 gezamenlijk circa achthonderd miljoen euro. De energienettransitie heeft nog vele onzekerheden en daardoor weten de netbeheerders niet of ze, en in welke mate, het energienet moeten verzwaren of verslimmen of misschien wel een combinatie hiervan moeten toepassen. De energienettransitie vraagt om proactieve investeringen wat de netbeheerder voor een dilemma zet. Ze zijn namelijk ofwel de roekeloze investeerder ofwel de remmende factor in de energienettransitie (Steenhuisen & Bruijne, 2014)? Dit dilemma schetst natuurlijk twee uitersten. Daarom is het belangrijk inzichtelijk te krijgen wat de kosten en baten zullen zijn, zodat de netbeheerder maatschappelijk geaccepteerde investeringen kan doen. Echter is dit een onderzoek op zich en omwille van de tijdspanne waarbinnen dit onderzoek afgerond moet worden. Wordt dit niet verder meegenomen.

De tweede ontwikkeling is het beleid ten aanzien van energienetten. Belangrijke onderwerpen als betrouwbaarheid, capaciteit, balans en veiligheid van het net moeten hierin terugkomen (Netbeheer Nederland, 2011). Nu gebeurt dit via kwaliteits- en capaciteitsdocumenten en de regeling voor uitbreidingsinvesteringen. De Tweede Kamer (2014) pleit voor een Netontwikkelingsplan (NOP). Dit plan moet om de twee jaar gezamenlijk opgesteld worden door alle netbeheerders in Nederland en gaat over de ontwikkelingen over de komende tien jaar. In een nog nader te ontwikkelen ministeriele regeling zullen nadere regels worden gesteld waaraan een NOP moet voldoen (Tweede Kamer, 2014). Het proces van het NOP is als volgt;

1. De transmissiesysteembeheerder (landelijke netwerkbeheerder) stelt het NOP op. Het NOP omvat alle uitbreidingsinvesteringen.
2. De transmissiesysteembeheerder consulteert belanghebbenden en geeft aan hoe input uit consultaties is verwerkt.
3. Autoriteit consument en markt (ACM) geeft een advies over het plan aan de Minister van Economische Zaken.
4. De Minister kan een aanwijzing geven over het NOP. Een eventuele aanwijzing wordt onderbouwd op basis van maatschappelijke belangen en/of publieke doelen. De Minister stuurt het plan na tussenkomst van de ministerraad naar de Tweede Kamer.

Deze procesverplichting richt zich op de landelijke netwerkbeheerder Tennet. Tennet is verantwoordelijk voor de verbinding van alle regionale elektriciteitsnetten en het Europese net. Daarnaast houdt zij toezicht op de betrouwbaarheid en continuïteit van de Nederlandse elektriciteitsvoorziening. Echter zullen voor regionale netbeheerders in grote lijnen dezelfde verplichtingen gelden (Tweede Kamer, 2014).

Door het groeiende aandeel duurzame energie is er meer behoefte aan flexibiliteit in het energienet. Net als het energienet zal het beleid en de wetgeving ook flexibel moeten zijn (Agentschap NL, 2011). De uitdaging ligt enerzijds in het betrouwbaar houden en veilig maken van het energienet en anderzijds het net flexibel te maken, zodat optimaal met de capaciteit van het net kan worden omgegaan en het net in balans blijft. Het doel hiervan is dat piekbelasting en 'black outs' van het net voorkomen kunnen worden.

Dit onderzoek zal daarom in hoofdstuk zes beleidsaanbevelingen geven, zodat door de netbeheerders proactief het NOP kan worden geschreven.

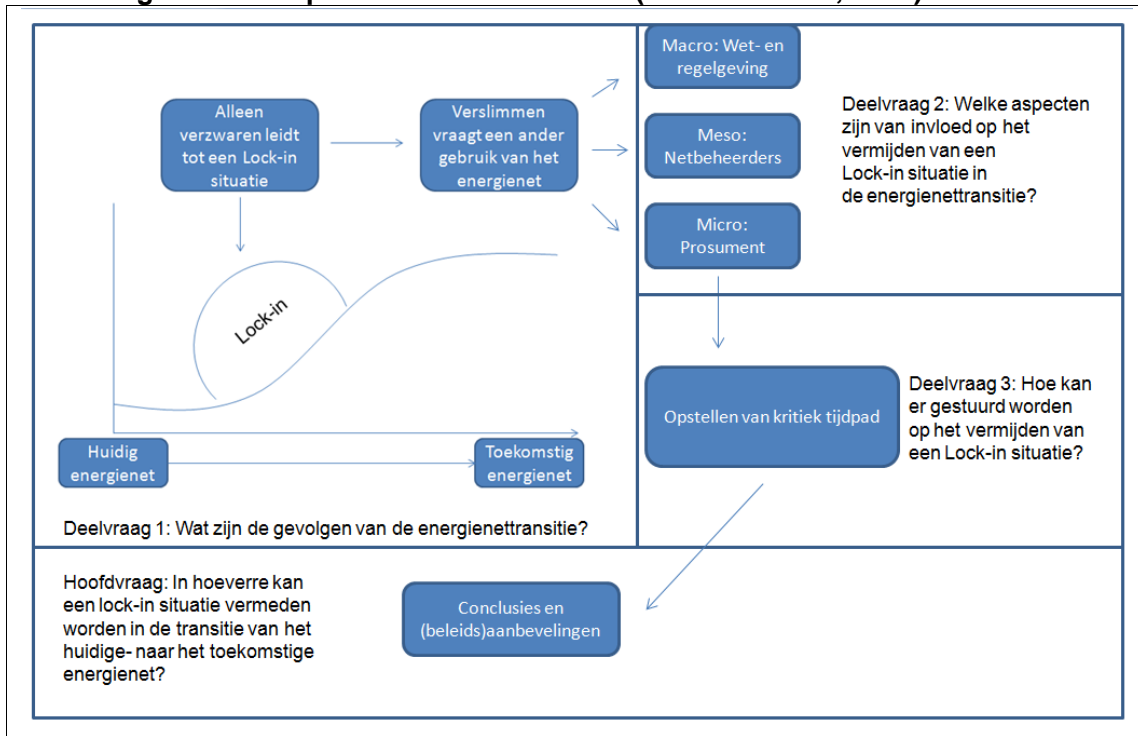
3.3. Conclusie

In deze conclusie wordt antwoord gegeven op deelvraag een;

Wat zijn de gevolgen van de energienettransitie?

Aan de hand van onderstaand conceptueel model, zie afbeelding 3.4, wordt deze deelvraag beantwoord. Tevens leidt het tot meer inzicht in de rol van deelvraag twee en drie ten opzichte van deelvraag een.

Afbeelding 3.4. Conceptueel model onderzoek (van Breukelen, 2015)



De energienettransitie ontstaat als gevolg van de energietransitie. Door de toename van wind- en zonne-energie zal er substantieel meer elektriciteit decentraal worden ingevoerd. Hiernaast is de prognose dat het gebruik van elektriciteit ook substantieel gaat toenemen, bijvoorbeeld door toenemend elektrisch vervoer. Deze twee ontwikkelingen in de energietransitie zorgen ervoor dat er in de toekomst een ander soort energienet gewenst is. Er zijn drie opties om van het huidige naar het toekomstige energienet te komen. Dit is ten eerste het verzwaren van het energienet, dit komt neer op meer en dikkere kabels om zo de elektrificatie te faciliteren. Ten tweede; het verslimmen van het energienet, dit houdt in dat de energievraag en de energiebehoefte beter op elkaar worden afgestemd, zodat pieken in het energienet vermeden kunnen worden. Door het toepassen van intelligentie in het energienet kunnen investeringen om het energienet te verzwaren uitgesteld of zelfs vermeden worden. Ten derde, behoort een combinatie van het verzwaren en het verslimmen van het energienet tot de mogelijkheden om tot het toekomstige energienet te komen.

Deze opties om tot het toekomstige energienet te komen leiden tot een aantal gevolgen. Uit het model van concurrerende technologieën blijkt dat er kans is op een lock-in als er voor het verzwaren van het huidige energienet (minder efficiënt) gekozen wordt. De reden hiervoor is dat als het energienet alleen verzwaaard wordt een flexibel vraaggestuurd energienet overbodig wordt. Thompson (2007) stelde dat om een lock-in situatie te voorkomen enerzijds onzekerheden weggenomen moeten worden en anderzijds het flexibele karakter be-

houden moet blijven. De vooraf opgestelde hypothese, dat het verzwaren van het energienet leidt tot een lock-in situatie wat het transitieproces aanzienlijk zal vertragen, wordt hiermee bevestigd.

Het tweede gevolg van de energienettransitie is dat het intelligent maken van het energienet om een ander gebruik van het energienet vraagt, zie ook afbeelding 3.4. In de energienettransitie wordt daarom onderzocht hoe er gestuurd kan worden op het vermijden van een lock-in situatie. Hier worden de randvoorwaarden geschetst, niet de noodzakelijke voorwaarden die zijn namelijk padafhankelijk. Om tot deze randvoorwaarden te komen wordt eerst onderzocht welke aspecten van invloed zijn op het vermijden van een lock-in situatie.

Tijdens dit onderzoek staan, naast de transitiekunde analyse, drie topics centraal om de lock-in aspecten te achterhalen. Dit is op macroniveau; wetgeving, op mesoniveau; de netbeheerder en op microniveau; de prosumant. De gehanteerde topiclijst voor de interviews is opgenomen in bijlage I.

Voor de kritische reflectie is het van belang om ook weer uit te kunnen zoomen na de theorieën achter de transities (hoofdstuk twee) en te bekijken welke rol dit onderzoek daarin speelt en hoe andere onderzoeken hier een vervolg aan kunnen geven. Dit onderzoek heeft als doel de energienettransitie te sturen op basis van de onderzochte aspecten.

4. OP WEG NAAR HET TOEKOMSTIGE ENERGIENET



De resultaten in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op zeven diepte interviews. Om de betrouwbaarheid te vergroten zijn (deel) resultaten geverifieerd met de uitkomsten van het rondetafelgesprek die in de tweede kamer heeft plaats gevonden. Dit ging over de rol van de netbeheerders. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op deelvraag twee deze luidt;

Welke aspecten zijn van invloed op het vermijden van een Lock-in situatie in de energienettransitie?

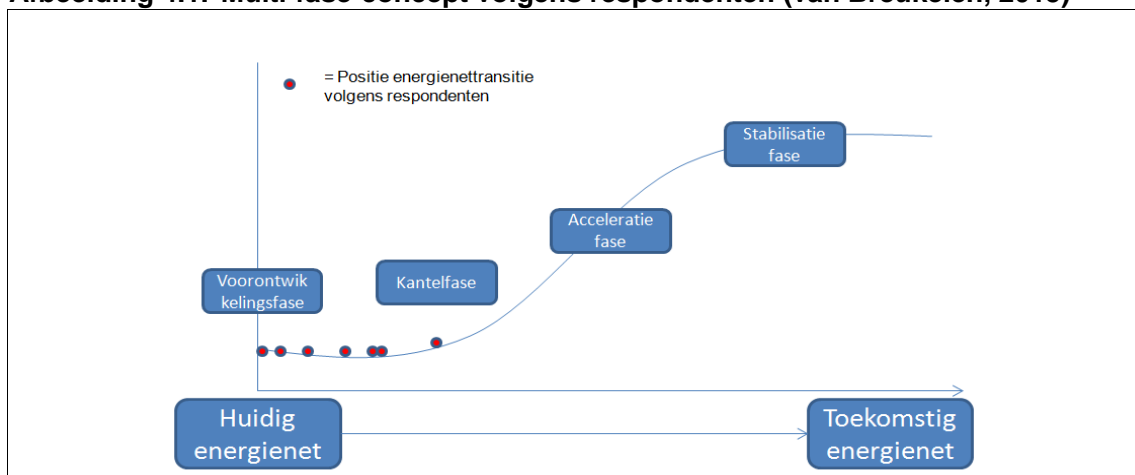
Om deze vraag te beantwoorden wordt eerst de energienettransitie geanalyseerd aan de hand van de drie transitieelensen. Vervolgens wordt een toekomstbeeld geschetst, zodat de richting en snelheid bepaald kunnen worden. Hierna wordt de rol die de wetgeving in de transitie speelt behandeld. Vervolgens wordt de rol geschetst van de vier belangrijkste partijen in de transitie; de netbeheerder, de energieleverancier, de aggregator en de prosumment. Hierin komt naar voren welke aspecten van invloed zijn en wat hierin de kansen en bedreigingen zijn voor deze actoren.

4.1. Transitieelensen

Multi-fase-concept

De eerste transitieelens is het multi-fase-concept. Dit is een tool om te analyseren in welke fase een transitie zich bevindt. In onderstaande afbeelding 4.1 is weergegeven waar de respondenten vinden dat de energienettransitie zich in bevindt.

Afbeelding 4.1. Multi-fase-concept volgens respondenten (van Breukelen, 2015)

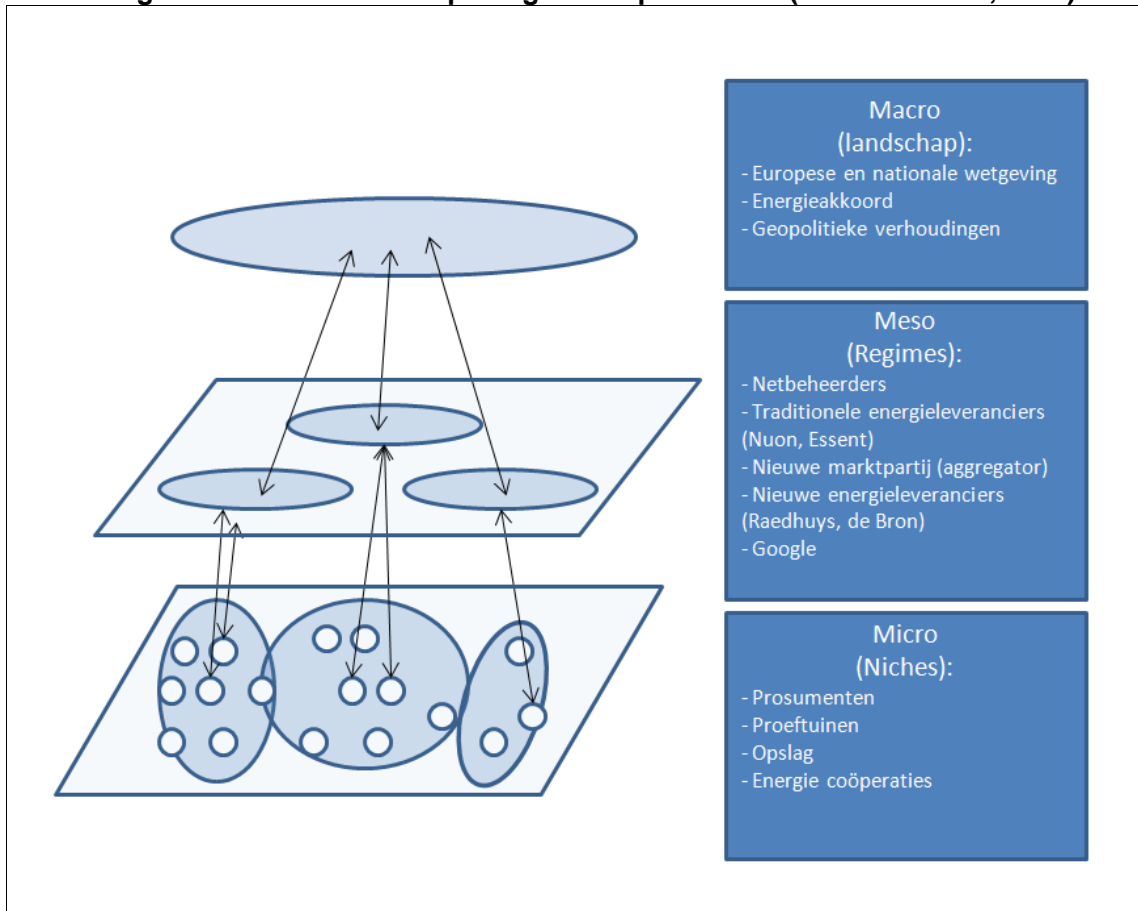


Uit afbeelding 4.1 blijkt dat de positie van de energienettransitie zich tussen de voorontwikkelingsfase en kantelfase bevindt. In de voorontwikkelingsfase staan experimenten centraal. En in de kantelfase komen veranderingsprocessen op gang en beginnen systemen te schuiven (Rotmans et. al, 2000). Zo zegt één van de respondenten (interview D); *“We zitten iets dichterbij de kantelfase dan bij de voorontwikkelingsfase. Er is namelijk al redelijk veel onderzocht en geëxperimenteerd dat wil niet zeggen dat alles al tot in de diepte is onderzocht. Maar in de meeste gevallen weten we wat we op korte termijn moeten doen, daarom denk ik dat we voorbij de voorontwikkelingsfase zijn.”* Er kan in ieder geval geconcludeerd worden dat de energienettransitie nog niet voorbij de kantelfase is. De eerste stap is om hier naar toe te werken. De aanname uit paragraaf 2.1.1. dat de energienettransitie leidend is aan de energietransitie wordt hiermee ook bevestigd.

Multi-level-concept

De tweede transitie is het multi-level-concept. Dit is een tool om transitie te analyseren en te begrijpen. In onderstaande afbeelding 4.2 staan welke ontwikkelingen en actoren de respondenten waarnemen op de verschillende niveaus. Alles wat minimaal door twee respondenten is gezegd is opgenomen.

Afbeelding 4.2. Multi-level-concept volgens respondenten (van Breukelen, 2015)



Macroniveau

Op macroniveau is de Europese en nationale wetgeving de belangrijkste actor in de energienettransitie, dit wordt door alle respondenten aangegeven (interview A t/m G), zie ook afbeelding 4.2. Paragraaf 4.3 gaat hier dan ook dieper op in. Hierna wordt de actor; het energieakkoord genoemd, waarin staat dat decentrale opwekkingen structureel gaan toenemen (SER, 2014), waardoor dus een ander energienet is gewenst. Als laatste worden de geopolitieke verhoudingen genoemd. Uit de interviews A en B kwam dit naar voren. De argumentatie hiervoor is dat geopolitieke verhoudingen zorgen voor spanningen op de energiemarkt, hetgeen leidt tot een behoefte aan zelfvoorziening in het energiegebruik op lokaal niveau, wat automatisch weer van invloed is op het energienet.

Mesoniveau

Op mesoniveau zijn drie actoren dominant blijkt uit de interviews, dit zijn de rol van de netbeheerders (interviews A t/m G), traditionele energieleveranciers (interviews B t/m G) en nieuwe marktpartijen (aggregator) (interviews B t/m G). Deze drie actoren worden in paragraaf 4.4 uiteengezet. Naast deze dominante actoren op regime niveau, zijn er ook twee actoren minder dominant namelijk de nieuwe energieleveranciers en Google. Deze actoren

worden momenteel niet als dominant ervaren, echter zijn het wel partijen die in de gaten gehouden moeten worden. Nieuwe energieleveranciers richten zich vooral op de productie en verkoop van decentraal opgewekte energie. Google richt zich voornamelijk op de data die energiemanagement systemen verzamelen, hiernaast heeft Google ook zijn eigen windpark.

Microniveau

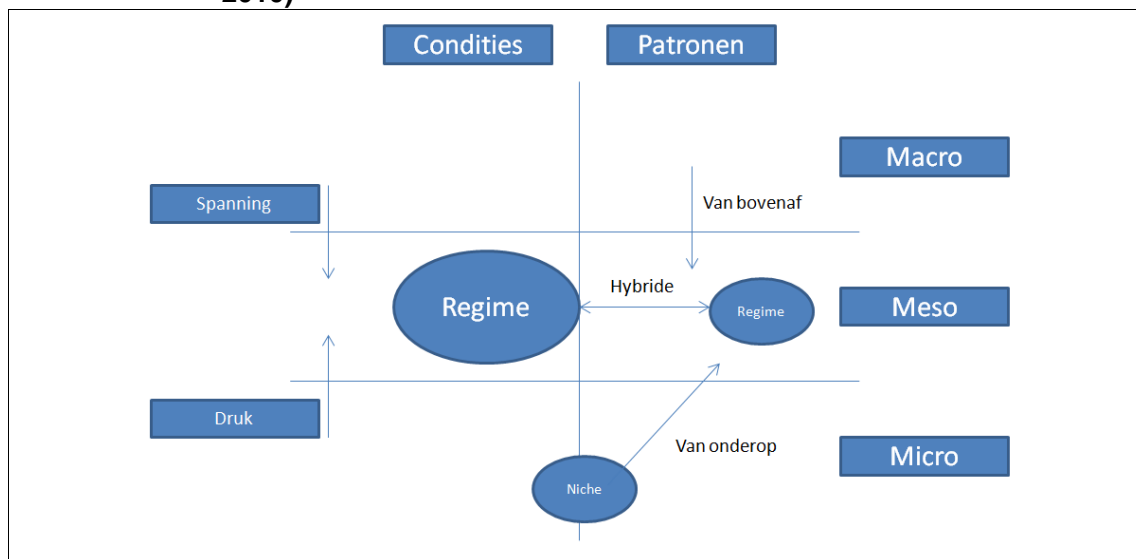
Uit de interviews blijkt dat op microniveau de prosumenten (interviews A en D t/m G), al dan niet verenigd in energie coöperaties en proeftuinen (interviews B en D t/m G) waar geëxperimenteerd is en wordt, de belangrijkste actoren zijn. Deze actoren worden uitgebreid toegelicht in paragraaf 4.5. Een belangrijke indicator waar rekening mee gehouden moet worden is de rol van opslag, deze wordt op micro niveau al drie keer genoemd maar wordt in alle interviews, ook onder andere thema's genoemd, deze komt dan ook in sectie 4.2, 4.4, 4.5 en 4.6 terug.

Multi-pattern-concept

De derde transitie lens is het multi-pattern-concept. Dit is een tool om te analyseren hoe systemen ontwikkelen. Samenvattend kan worden gesteld dat op macroniveau (van bovenaf) in de toekomst wordt gekeken. Op microniveau (van onderop) worden de oplossingen bedacht, deze oplossingen moeten opgeschaald worden op het mesoniveau hier stopt het in de energienettransitie. Op meso niveau moet betere integratie en communicatie komen met betrekking tot de capaciteit van het energiesysteem.

Er is dus niet één dominant patroon te ontdekken maar een combinatie van patronen. Zo stelt interview C; *“Van bovenaf is wetgeving dominant en van onderop de participatiesamenleving wat leidt tot lokaliteit, de waarheid ligt daarom in het midden; een hybride vorm”*. Interview F vult dit aan en zegt *“Onderop en bovenaf ontwikkelingen zorgen voor meer tweerichtingsverkeer in de meso laag”*. Interview B stelt dat; *“Bedrijven op het meso niveau de grootste veranderingen voor de kiezen krijgen”*.

Afbeelding 4.3. Multi-pattern-concept (van Breukelen, 2015 op basis van; de Haan, 2010)



Zo moet bijvoorbeeld een netbeheerder als regimespeler inspelen op de veranderende omgeving, eisen en wensen. Van bovenaf is dat de veranderende wetgeving en van onderop veranderende eisen en wensen van de gebruikers, waardoor een ander type ener-

gienet gewenst is. In de volgende sectie wordt daarom een toekomstbeeld geschetst, zodat de richting en snelheid van de energienettransitie bepaald kan worden.

4.2. Toekomstbeeld 2025-2030

Aan de respondenten is gevraagd hoe zij denken dat het energienet er over tien tot vijftien jaar (2025-2030) uit zal zien, en welke factoren daarbij een rol zullen spelen.

Factoren die alle actoren herkennen en benoemen zijn (interview A t/m G); toenemende decentrale productie van voornamelijk wind- en zonne-energie, elektrificatie (denk aan toename elektrisch vervoer en warmtepompen), dalende vraag naar gas, vraag naar warmtewetten en energiebesparing. Deze (toekomstige) ontwikkelingen leiden er toe dat een ander soort energienet gewenst is, één waar meer flexibiliteit (verslimmen) in zit. De andere manier om de toekomstige ontwikkelingen te faciliteren is het verzwaren van het energienet, echter leidt dit tot een lock-in situatie, zo blijkt uit hoofdstuk twee.

Momenteel wordt het energienet uitgelegd op de piek in het energieverbruik. Slimme toepassingen zouden kunnen helpen bij het afvlakken van deze piek, zodat met lagere kosten het energienet beheerd kan worden. Hiernaast wordt er ook decentraal energie aangeboden en door de toename van decentrale ontwikkelingen wordt dit naar verwachting alleen maar meer. Om deze ontwikkeling te faciliteren is opslag, een ontwikkeling die alle respondenten herkennen (interview A t/m G). Hierbij is zowel klein- (huishouden) als grootschalige opslag van belang. Hiernaast wordt verwacht dat er omzetting tussen energiedragers mogelijk is. Power to Gas (P2G) of Power to Heat (P2H) zijn hier voorbeelden van. Deze omzetting is nuttig omdat warmte en gas makkelijker zijn op te slaan dan energie. Een nadeel is echter wel dat omzetting energie kost, waarbij al snel een derde van de energie verloren gaat. Daarnaast wordt verwacht dat vermogensturing door de netbeheerder en/of leverancier en demand response vanuit de consument de andere manieren zijn om flexibiliteit in de toekomst te ontsluiten.

Om deze flexibiliteit te ontsluiten wordt een spel van vraag en aanbod als gegeven genomen (interviews B t/m G). Gegeven de flexibiliteitsvraag moeten er lokale oplossingen gekozen worden. Dit leidt tot een mandje met mogelijke oplossingen, waar per situatie de beste oplossing gekozen kan worden. Meerdere systemen kunnen hierin naast elkaar bestaan. Zoals off-grid energienetten, decentrale energienetten die nog wel de mogelijkheid tot back-up van het energienet hebben, maar ook nog zeker hoe het huidige energienet is vormgegeven (interview D, E en F). Een partij die dit spel van vraag en aanbod kan faciliteren is een marktpartij, een aggregator (interviews B t/m G).

Naast flexibeler om te gaan met het net (verslimmen), zal het energienet ook versterkt moeten worden om congestie tegen te gaan. De mate waarop zal per locatie verschillen (interview A, C en F). Tevens is de toekomst erg afhankelijk van de wetgeving, hierin staat namelijk wat een netbeheerder wel en niet mag. Wanneer hier niets in verandert, dan is verslimmen geen optie (interview D en E).

In het energiesysteem vindt en gaat een verschuiving van een volumegestuurde markt naar een flexibiliteitsmarkt plaatsvinden. Een consequentie hiervan is dat de ruimtevrage op het net belangrijker wordt dan de energie zelf (interview B, D, E en F). Een van de respondenten vergelijkt het met downloaden van data van het internet, zie achtergrondkader 4.1.

Achtergrond kader 4.1: vergelijking energienet met het downloaden van internet

“Ik vergelijk het energienet met het downloaden van internet, de data die je ophaalt die kost echt helemaal niks, maar je betaalt wel voor de dikte van de verbinding, zo is bijvoorbeeld je download snelheid anders dan je upload snelheid. Dat kan je wel veranderen maar daar moet je voor betalen. Dat zou voor het energienet, in ieder geval voor het elektriciteitsnet, van toepassing kunnen worden” (interview D).

Samenvattend gezegd moet er rekening gehouden worden met de capaciteit die een net heeft, zodat voor het gehele systeem de duurzaamste oplossing kan worden bedacht. ICT of intelligente oplossingen zijn hiervoor ondersteunend. De wetgever moet een aantal spelregels opstellen, waar een flexibel net aan moet voldoen. In de flexibiliteitsmarkt komt ruimte voor een nieuwe marktpartij zoals een aggregator.

Toekomstig zwaartepunt energieketen

Uit sectie 3.1, afbeelding 3.1, blijkt dat de oude waardeketen van energie van centrale opwek en handel naar de eindgebruiker loopt. De verwachting was dat deze waardeketen van energie gaat veranderen van centrale sturing van elektriciteit naar decentrale sturing van informatie (data) en elektriciteit. Deze verandering heeft ook invloed op het energienet en het gebruik daarvan.

Uit de interviews A t/m G blijkt dat het zwaartepunt verschuift van centraal naar decentraal. Echter is het nog niet duidelijk waar hierbinnen het definitieve zwaartepunt komt te liggen. Zo stellen interview (B, D, E en F) dat de energieleveranciers minder machtig worden en opzoek moeten naar nieuwe diensten, naast de opwek en handel van energie. Het zwaartepunt verschuift hierdoor naar meerdere partijen. Wie de leiding hierin zal nemen is nog onbekend.

Zo stelt interview D: *“Het is duidelijk dat de energieketen verschuift naar de onderkant van de keten (eindgebruiker) toe, maar het is niet zo dat de consument een deel van zijn comfort wil inleveren. Daarom moet er altijd een soort van back-up zijn. Hij verschuift zeker maar of hij omslaat is de vraag”.*

Aan de onderkant van de keten komt op lokaal niveau, een spel om flexibiliteit bij de consument te faciliteren. Dit geldt voor zowel prosumenten al dan niet verenigd in energiecoöperaties, als voor lokale capaciteitspartijen, welke een netbeheerder kan zijn maar ook een marktpartij. De uitdaging is om iedereen in de nieuwe keten zijn eigen rol te geven, waarbij samenwerking cruciaal is om een flexibel energienet te creëren.

4.3. Wetgeving

Sectie 4.1 laat zien dat de ontwikkeling van Europese en nationale wetgeving essentieel is om tot een flexibel energienet te komen en dus een lock-in situatie voor het energienet te vermijden. Het is essentieel omdat de actoren gebonden zijn aan de geldende wetgeving. In deze paragraaf wordt daarom uiteengezet welke aspecten uit de interviews naar voren zijn gekomen en wat de respondenten als kansen en bedreigingen zien voor de transitie van het energienet.

Momenteel is de wetgevingsagenda STROOM in de maak. De consultatie hiervan is geweest. STROOM gaat de elektriciteit- en gas wet uit 1998 op volgen. Doel van STROOM is een kaderwet met een flexibel karakter. Daarom liggen er onder STROOM meerdere AMvB's waarin ruimte wordt gemaakt voor experimenten. Nu is dan ook het moment om kritieke aspecten voor te leggen aan het ministerie van Economische Zaken, aangezien de AMvB's nog in de maak en/of in consultatie zijn. De relevante AMvB's zijn: experimenten en tijdelijke taken. Momenteel is alleen de AMvB voor experimenten in consultatie geweest.

De AMvB tijdelijke taken moet nog geschreven worden door het ministerie van Economische Zaken.

De AMvB experimenten is voor partijen die willen experimenteren in de energie(net)transitie. Net als de AMvB tijdelijke taken doet vermoeden, is deze AMvB tijdelijk van kracht om bepaalde ontwikkelingen en experimenten te faciliteren. De AMvB moet echter eerst goedgekeurd worden door het ministerie van Economische zaken. De AMvB is in het leven geroepen om tijdelijk buiten de wet te kunnen treden om zo bepaalde ontwikkelingen te versnellen. Als de netbeheerders willen experimenten dan moeten zij aan tweeëntwintig voorwaarden voldoen. Dit maakt de ruimte om te experimenteren juist weer beperkt terwijl die groter zou moeten zijn (zie ook achtergrondkader 4.2). De overheid wil een bepaalde vorm van grip houden wat juist de transitie weer niet versneld (interview B, D, E en F).

Achtergrond kader 4.2: Respondent over de nieuwe AMvB experimenten

“Er is een nieuwe AMvB waarin iedereen mag experimenteren behalve de netbeheerder. In deze strikte rol is het lastig om aan te geven waar het misgaat, omdat we niks mogen. Dit is het verschil tussen een marktpartij en een netbeheerder. De marktpartij kan gewoon zeggen ‘ik heb een leuke propositie en ga er mee aan tafel’, de netbeheerder is gebonden aan wetgeving, terwijl deze partijen wel veel kennis in huis hebben. De wetgeving zal altijd achter de feiten aanlopen, maar geef in ieder geval wat ruimte aan de netbeheerders.” (interview F)

De AMvB tijdelijke taken is speciaal voor netbeheerders. De netbeheerders hebben nu eenmaal in het hele energiesysteem een centrale rol. Hierin zou meer ruimte gegeven kunnen worden om te kijken wat nodig is. Netbeheerders zijn daarom van mening dat de huidige wetgeving te strikt is en willen meer experimenteerruimte. Terwijl het volgens ‘de markt’ niet strikt genoeg kan. De marktpartijen zijn namelijk bang dat de netbeheerder marktactiviteiten gaat ontplooiën. Doordat het niet mogelijk is om te experimenteren wordt de transitie vertraagd, daarom is het moeilijk om te bepalen wat tijdelijk is. Wanneer wordt die taak bijvoorbeeld overgenomen door een marktpartij? Zulke aspecten moeten in de AMvB tijdelijke taken terugkomen, blijkt uit de interviews (B, C, F en G) en het rondetafelgesprek (zie bijlage II).

Key Quote 4.1: Respondent over de wetgeving

“We zijn het energienet van morgen aan het ontwerpen met de wetgeving van gisteren” (interview D)

Kansen en bedreigingen

Momenteel is er geen incentive voor het flexibel gebruik van het energienet (Interview B). De huidige salderingsregeling maakt het namelijk mogelijk om teruggegeven stroom kosteloos te verrekenen met gebruikte stroom. Deze salderingsregeling is gunstig geweest voor het op gang helpen van de energietransitie, maar zal in de toekomst niet houdbaar blijven. Naar verwachting zal de salderingsregeling in ieder geval tot 2020 blijven bestaan (interview E). Als de salderingsregeling er af gaat is het een bedreiging voor de consument en een kans voor de transitie van het energienet.

Als de energiemarkt daadwerkelijk een flexibiliteitsmarkt wordt dan moet de wet aspecten als: flexibele tarieven en dynamische netwerktarieven binnen bepaalde kaders mogelijk maken. Zoals vermeld is er in de huidige tariefstructuur namelijk geen ruimte voor flexibel gebruik. Het maken van een tariefstructuur gebaseerd op de piek in het energieverbruik zou daarom een kans zijn (interview B, F en G). Momenteel kent de energiemarkt geen

schaarste, geen spel tussen vraag en aanbod en heeft de netbeheerder de verplichting om altijd stroom te leveren (interview C). Als er te weinig capaciteit is, dan is de netbeheerder verplicht om te zorgen voor die capaciteit, zelfs wanneer dat betekent dat er een verdeelstation bij moet komen, wat niet de meest efficiënte oplossing is. Zoals blijkt uit het model van concurrerende technologieën (Thompson, 2007) is verzwaren de minst efficiënte oplossing, wat zelfs tot een lock-in kan leiden. Als de tariefstructuur aangepast wordt, dan is er een middel beschikbaar om te sturen in het energiegebruik, wat flexibiliteit mogelijk maakt. Dit is de meest efficiënte oplossing, en kan volgens het model van concurrerende technologieën (Thompson, 2007) een lock-in voorkomen.

Een bedreiging voor de overheid is dat er minder energiebelasting binnen zal komen als er meer bespaard wordt op het afnemen van energie doordat decentrale opwekking en lokale verhandeling zullen toenemen (interview B t/m E). Ter indicatie aan belastingen op energie wordt circa twintig miljard euro binnen gehaald, als dit wordt verlaagd, zal het dus ergens anders op moeten worden terugverdiend is de verwachting (interview D en E).

Van netbeheerders wordt verwacht dat zij op een efficiënte en doelmatige manier investeren in het energienet, waarbij de netbeheerder moet zorgen voor genoeg transportcapaciteit. Dus mochten er andere interventies mogelijk zijn, dan het verzwaren van het net, dan zou een netbeheerder dat kunnen doen. Echter is daar nu geen mogelijkheid voor.

Samenvattend kan gesteld worden dat Economische Zaken flexibiliteit wil bieden, maar ze weten niet goed hoe, zie ook key quote 4.1. Netbeheerders willen experimenteren maar worden daarin niet genoeg gefaciliteerd door de wetgeving. Marktpartijen vinden dat de netbeheerder moet doen wat er in de wet staat. In hoofdstuk vijf worden mogelijke oplossingen gepresenteerd hoe er gestuurd kan worden op het voorkomen van een lock-in situatie.

4.4. Netbeheerder, energieleverancier en aggregator

Op mesoniveau zijn drie actoren dominant, dit zijn de netbeheerder, traditionele energieleveranciers, en nieuwe marktpartijen (aggregator). Deze drie actoren worden in deze sectie uiteengezet. Opvallend is de rol van de aggregator, deze wordt al als dominant ervaren, terwijl deze rol nog in de voorontwikkelingsfase (niet ontwikkeld op businesscase niveau) zit.

Netbeheerder

De netbeheerder heeft een centrale rol in het energiesysteem. Dit komt door haar monopolie positie. Deze positie is logisch omdat de netbeheerder uit efficiëntie oogpunt niet twee of meer energienetten naast elkaar kan hebben. De netbeheerder heeft een transportplicht en aansluitplicht op het gebied van energie en gas. Doordat de netbeheerder een natuurlijk monopolie heeft, zijn de taken van de netbeheerder strikt verankerd in de wetgeving. De uiteindelijke basistaak van de netbeheerder is om te zorgen voor een betrouwbaar, veilig, betaalbaar en duurzaam energienet. Incidenten zoals de grote stroomstoring rond Diemen van 27 maart jl. zijn de grootste vrees van de netbeheerders en gelukkig eerder uitzondering dan regel in Nederland. In de interviews is gevraagd welke rol de respondenten zien, weggelegd voor de netbeheerder. Ook is gevraagd wat de kansen en bedreigingen zullen zijn met betrekking tot het toekomstig energienet.

Rol netbeheerder

De rol van de netbeheerder is proactief reageren op ontwikkelingen zodat de betrouwbaarheid, veiligheid en betaalbaarheid van het energienet niet in gevaar komt. Echter zijn er ook ontwikkelingen die de netbeheerders niet aan zien komen. Deze in de literatuur genoemde 'change events', zijn verraderlijk en vormen een bedreiging (interview B en C). Een voor-

beeld van een mogelijke 'change event' is een onverwachte technologische ontwikkeling die ervoor zorgt dat de energie(net)transitie in een stroomversnelling komt.

Netbeheerders zien dat de energievoorziening ingrijpend gaat veranderen in de toekomst, echter wat de precieze rol van de netbeheerder wordt vinden ze lastig te definiëren. Zo blijkt ook uit de interviews: *"Welke rol de netbeheerder of een marktpartij inneemt in de vermogensturing van de consument moet de toekomst uitwijzen. Maar dat de energievoorziening ingrijpend gaat veranderen is wel duidelijk"* (interview D). Sommigen denken dat er voorlopig weinig gaat veranderen, alleen dat er wat bijkomt. *"De rol van de netbeheerder over vijftien jaar zal deels hetzelfde zijn en er zal een stukje bijkomen, zeg maar over intelligentie."* (interview B).

Door haar monopolie positie, bepaalt de wet nu het taakveld van de netbeheerder *"De netbeheerder heeft nu eenmaal in het hele energiesysteem een best wel centrale rol, je zou kunnen denken aan een regierol, zonder dat de netbeheerder marktverstoring bezigt is."* (interview F). Zoals blijkt uit interview F, geeft dit de netbeheerder automatisch een centrale rol in de keten, daarom is wetgeving ook belangrijk echter werkt dit soms ook belemmerend zoals blijkt uit interview G; *"De wetgeving bepaalt uiteindelijk wat de taak van ons is. Maar voorlopig is dit wel een belangrijke, je merkt dat we soms meer willen doen dan mag"*.

Om met de toekomstige veranderingen om te gaan, *"De druk op het elektriciteitsnet zal toenemen en die op het gasnet afnemen"* (interview E), zal er meer de samenwerking moeten worden gezocht. Dit is niet alleen flexibiliteit vinden bij de klant maar ook samenwerking zoeken met energieleveranciers (interview B). Hier ligt dan ook voor een deel de uitdaging voor de netbeheerders.

Achtergrond kader 4.3: Opslag en de rol van de netbeheerder

De netbeheerder heeft een transportplicht, opslag is dan ook voor netbeheerders een vorm van transport buffering, wat niks te maken heeft met commerciële in- en verkoop van elektriciteit. Als een netbeheerder het over opslag realiseren in de netten heeft, dan gaat het over het feit dat er daadwerkelijk een soort van 'pakhuisje' geleverd wordt, waar iedereen die het wil een fee kan betalen om de ruimte te gebruiken. Maar wat er commercieel gezien met de elektriciteit gaat gebeuren dat er inzet, dat moet de energie-eigenaar allemaal zelf weten. De netbeheerder mag nu eenmaal niet handelen in energie volgens de wetgeving. Energieleveranciers zullen echter meteen denken aan energieopslag, aan de daadwerkelijke handel, deze terminologie ligt daarom gevoelig (interview E).

Kansen en bedreigingen netbeheerder

De grootste bedreiging is als de verwachte aantallen aan duurzame energie, die uiteindelijk in het energienet moeten worden ingepast, significant onjuist zijn. Er zitten natuurlijk bandbreedtes in wat het energienet wel aan kan maar als de aantallen fundamenteel anders worden, dan is dit een reële bedreiging. Deze bedreiging is een 'change event' waar slechts binnen realistische bandbreedtes op geanticipeerd kan worden (interviews A, D, E en F).

Uit de interviews blijkt dat de grootste kans die wordt gezien is: vermogensturing. Echter wordt wel aangegeven dat een marktpartij (aggregator) deze taak op zich zal moeten nemen (interviews B t/m G). Hiervoor is dan ook een aparte sectie opgenomen.

In onderstaande tabel 4.1 staan de overige kansen en bedreigingen. Wat opvalt is dat veel van deze een link hebben met het systeemdenken.

Tabel 4.1. Kansen en bedreigingen volgens respondenten (van Breukelen, 2015)

Kansen	Bedreigingen
De energietransitie verder faciliteren, zodat het percentage hernieuwbare energie ook ingepast kan worden in het energienet.	De netbeheerder is minder flexibel dan de rest van de keten, waardoor de systeemoptimalisatie in gevaar kan komen.
Integraal denken, kijk verder dan een enkele aansluiting en luister daarbij naar de consument.	Te strikte wetgeving kan leiden tot lock-in voor de netbeheerder. De netbeheerder heeft namelijk een aansluitplicht en transportplicht.
Samenwerken, betrek de gehele keten voor een efficiënte systeemoplossing.	Gedrag van marktpartijen kan leiden tot een lock-in situatie voor de netbeheerder. De netbeheerder heeft namelijk een aansluitplicht en transportplicht.
Opslag van energie biedt flexibiliteit mogelijkheden. Dit kan ook in combinatie met elektrisch vervoer, daar zit namelijk al een accu (batterij) in.	Als de subsidieverstrekker RVO stopt met subsidiering van experimenten.
Kennis tussen netbeheerders wordt goed gedeeld. Maak hier gebruik van.	Als de netbeheerder te weinig experimenteer ruimte krijgt. Als er niet wordt samengewerkt, maar als elke partij voor zichzelf gaat.

Systeemdenken

In de huidige volumegestuurde markt heeft de netbeheerder de plicht tot aansluiting op het energienet en het leveren van energie. In de toekomstige flexibiliteitsmarkt, wordt flexibiliteit en capaciteit aangeboden door de markt (zowel leveranciers als prosumenten). Deze ontwikkeling vraagt om herdefiniëring van het energie systeem en de rollen van de actoren.

In de oude situatie werd het energienet aangelegd op de hoogst mogelijke piek in het energieverbruik. Echter zal door de toekomstige ontwikkelingen deze piek vaker voorkomen en hoger gaan liggen niet alleen door vraag maar ook door energieaanbod van bijvoorbeeld zon- en windenergie die decentraal wordt opgewekt. Dan is de vraag voor de netbeheerder; moet hij dan puur van uit zijn transport- en aansluitplicht zorgen voor een dikkere en grotere kabel of mag de netbeheerder hier ook van af wijken met flexibele oplossingen als demand side response, vermogensturing, opslag en/of omzetting van energiedragers? Op dit punt zit een discussie met de rest van de keten, wat mag een netbeheerder nu wel en wat niet. Deze discussie zorgt voor een deel van de kansen en bedreigingen uit tabel 4.1. Bijvoorbeeld de bedreiging dat de netbeheerder minder flexibel is omdat ze aan wetgeving gebonden is. Een respondent omschrijft dit als volgt;

“Een bedreiging is dat de netbeheerder minder flexibel is, wat voor de systeemoptimalisatie niet goed is. Hoe het niet moet bijvoorbeeld is bij de WKK's (warmte kracht koppelingen), toen is er veel koper de grond in gegaan terwijl er geld was te verdienen bij de tuinders met flexibiliteit “ (interview G).

De ideale situatie voor de netbeheerder is dan ook een systeemoplossing zodat onnodig verzwaren van het energienet kan worden uitgesteld of zelfs vermeden. Dit wil niet zeggen dat het energienet helemaal niet meer verzaard moet worden. Er is namelijk een grens aan hoeveel intelligentie je in een net kan stoppen om de toenemende elektriciteitsvraag te faciliteren. Bij de netbeheerders wordt dan ook door middel van toestandsbepaling het vervangingsbeleid bepaald. Modellen kunnen dit berekenen, echter moeten hier wel de juiste aspecten worden ingestopt. Huidige kritieke aspecten die voor een mogelijke lock-in kunnen zorgen zijn de wetgeving en marktpartijen die alleen naar zichzelf kijken. Hiermee

wordt bedoeld dat als een marktpartij vraagt om een aansluiting, dat de netbeheerder deze moet realiseren want dit staat in de wet, ongeacht of dit de beste oplossing is voor het energienet.

Rol slimme toepassing in verhouding tot verzwaren

Het energienet kan dus verzwared worden, wat niet de beste systeemoplossing is, of er kan gekeken worden hoe je door middel van een aantal slimme toepassingen de netten beter kan gebruiken. Bijvoorbeeld slimme toepassingen die worden ingezet om de (vaak) tijdelijke piekvraag naar beneden te drukken, zodat met lagere kosten het net kan worden beheerd. Slimme toepassingen kunnen hierbij helpen. Netbeheerders zien een coördinerende rol in de energieketen ten behoeve van de systeemoptimalisatie als neutrale partij wel zitten. Het punt is wel dat andere partijen deze rol niet altijd even goed zullen zien en accepteren (interview B).

Achtergrond kader 4.4: Voorbeelden simpele verzwaring mogelijkheden

Alleen verslimmen is niet de oplossing. Het energienet moet ook (plaatsafhankelijk) verzwared worden. Een netbeheerder wil dit altijd zo eenvoudig mogelijk doen tegen de laagste kosten. Twee voorbeelden van "relatief eenvoudige" verzwaringsopties zijn; het updaten van het 10kv middenspanningsniveau naar 20kv. Hier wordt dus de capaciteit verdubbeld waar eigenlijk relatief weinig voor gedaan hoeft te worden. En als tweede; als er spanningsproblemen zijn in het laagspanningsnet door te veel afname of invoeging van energie, dan wordt er een transformatorhuis (zet middenspanning om in laagspanning) bijgezet en wordt de wijk of straat in tweeën gedeeld. Zulke oplossingen zijn voordeliger dan alle kabels opgraven en er allemaal dikkere kabels in leggen plus een nieuwe transformator er in zetten. De netbeheerder streeft er uiteindelijk ook naar om een zo goed mogelijke systeemoplossing te bedenken.

Wat in het systeem enerzijds een dilemma is, is dat kosten die worden gemaakt elders in de keten worden geïncasseerd. Anderzijds zijn het maatschappelijke kosten, althans degenen die de netbeheerder maakt, dus er kan afgevraagd worden in hoeverre dit een dilemma is.

Traditionele energieleveranciers

De energieleveranciers willen dat de netbeheerders doen wat er in de wet staat en wat hun kerntaak is (spreker C, D en P). Zij vinden dat netbeheerders geen marktversturende werkzaamheden mogen verrichten want dan ontstaat er een ongelijk speelveld, doordat netwerkbreedrijven gevoed worden door een vaste stroom geld vanuit netbeheer. Daardoor kunnen zij goedkoper producten neerzetten in de markt. Hierdoor wordt de markt buitenspel gezet (interview D).

De traditionele energieleveranciers zullen tevens op zoek moeten naar nieuwe verbredende business cases, gezien de verschuiving in de energieketen. Spreker P zegt hierover; *"Er zitten wat rafelranden aan de transitie, deze moeten gezamenlijk door de stakeholders worden besproken zo dat duidelijk wordt wie welke rol oppakt"*. De marktoptimalisatie wens kan strijdig zijn met de netwerkoptimalisatie wens van de netbeheerder of huis optimalisatie wens van de consument. Een samenwerking in het energiesysteem is daarom cruciaal.

Aggregator

Uit de interviews B t/m F blijkt dat er in de energieketen plaats is voor een nieuwe rol de aggregator. Deze partij is een ICT platform die het mogelijk maakt dat je lokaal met energie kan spelen, zoals lokaal balanceren en lokale verhandeling van energie. De aggregator kan lokaal met de consument prijsafspraken maken, dit is iets wat de netbeheerder niet mag, en momenteel ook niet mag in de wet. De aggregator kan dan vermogensturing gaan toe-

passen met flexibele prijzen als incentive met als doel de piekmomenten naar beneden afvlakken door veranderd consumentengedrag op basis van flexibele beprijzen op zowel de capaciteit van net als op de energieprijzen.

Het managen van zulke IT platformen zal gaan op basis van energiedata vanuit de consument, meteodata, en data uit het energienet. Netbeheerders zouden deze ontwikkeling kunnen faciliteren middels de AMvB tijdelijke taken en los moeten laten als een marktpartij instaat is dit over te nemen.

Natuurlijk zullen er ook risico's aan zulke partijen zitten betreffende de betrouwbaarheid van de energievoorziening of privacy kwesties over de veiligheid van betaalgegevens van klanten, dit zijn slechts twee voorbeelden.

4.5. **Prosument**

Uit het multi-level-concept blijkt dat op microniveau prosumenten (interviews A en D t/m G), al dan niet verenigd in energie coöperaties en proeftuinen (interviews B en D t/m G) de belangrijkste actoren zijn. Deze actoren worden dan ook in deze sectie toegelicht. Dit gebeurt aan de hand van twee proeftuin cases; *Jouw energiemoment*, Zwolle en *PowerMatching City 2*, Hoogkerk, waar is en wordt geëxperimenteerd. Hierin zullen onder andere de belangrijkste aspecten, kansen en bedreigingen van de prosument naar voren komen. Na de twee proeftuinen wordt een algemeen beeld geschetst voorkomend uit de interviews.

Jouw energiemoment, Zwolle

Het huidige energiesysteem is vraaggestuurd, waarin gebruikers altijd toegang hebben tot elektriciteit. Echter komt dit systeem in de toekomst onder druk te staan, wanneer er meer elektriciteit decentraal wordt ingevoed en de elektriciteitsvraag gaat toenemen. Naast aspecten als elektriciteitsopslag of het verzwaren van het energienet lijkt er qua flexibiliteit een flinke potentie te liggen bij de prosument. Door vraag en aanbod beter op elkaar te laten afstemmen, kunnen net investeringen vermeden of zelfs uitgesteld worden.

In de Muziekwijk in Zwolle is hier dan ook mee geëxperimenteerd om hier van te leren. In de Muziekwijk doen 266 woningen mee. Deze woningen zijn voorzien van zonnepanelen, voorzieningen voor elektrische voertuigen, slimme apparatuur ((af)wasmachines, drogers) en een energie managementsysteem.

De focus van deze proeftuin ligt op consumentengedrag. Doel van *Jouw energiemoment* is om flexibiliteit te creëren. Een manier om flexibiliteit te sturen en dus te creëren is aan de hand van het gedrag van consumenten. Het doel is om de piek in het energieverbruik naar beneden te drukken. Hierin is dynamisch tarief een middel om dit te bereiken. Hiernaast kan ook de energieprijs van de leverancier dynamisch worden. Echter moet dit wel ten goede komen van het systeem. Hierom is een consortium van partijen betrokken bij deze proeftuin waaronder een energieleverancier en een netbeheerder.

Jouw energiemoment geeft inzicht in het gebruik van energie, onderdeel hiervan zijn competitieachtige elementen waar de prosument kan vergelijken en concurreren met de bureu. Met een energiecomputer kan de prosument zien hoeveel energie ze verbruiken en wanneer ze veel of weinig energie verbruiken, op basis hiervan kunnen ze sturen. Een voorbeeld is een financieel programma of een duurzaam programma. Bij het financiële programma kan de prosument instellen dat je, je wasmachine wil laten draaien wanneer de energieprijs, het goedkoopst is. Bij een duurzaam programma doe je dit wanneer het, het beste voor het systeem is.

Resultaten

Momenteel is er geen drive voor consumenten om daadwerkelijk over te gaan op een flexibel systeem, eerst moet de salderingsregeling er af (interview F). Als de salderingsregeling er namelijk af is dan wordt het heel interessant om de zonne-energie die je produceert gelijk te benutten, tevens wordt de rol van opslag dan belangrijk want deze creëert flexibiliteit achter de meter.

“Bij Jouw energiemoment zien we dat iedereen duurzaamheid belangrijk vind, maar dat het uiteindelijk wel draait om geld. Je gaat dus pas investeren als je ermee kan verdienen”. (interview F).

De belangrijkste incentive is dus geld. Echter als je kijkt naar de daadwerkelijke besparing, zo'n €5 per huishouden, per maand, dan is het lastig om daar heel veel waarde aan te hechten. Echter het geeft de consument wel inzicht, maakt hen bewust en hoopt dat zij hun energie anders gaan inzetten. Momenteel is er dus geen positieve business case. Aspecten die missen, zijn in deze proeftuin, geen flexibele energietarieven.

Wil de proeftuin opgeschaald worden dan moet de business case in ieder geval omlaag om het rendabeler te maken. Manieren om de business case omlaag te brengen is standaardisatie van producten en aansluitingen. Tevens is de verwachting dat er in de toekomst meer verdiend kan worden op flexibiliteit door toename van bijvoorbeeld elektrisch vervoer en warmtepompen. Daarnaast is samenwerking in de energieketen cruciaal. De flexibiliteit van de consument is nog niet de flexibiliteit van de netbeheerder of de leverancier.

Een andere driver in Jouw energiemoment is het competitieachtige element dat is toegevoegd, zodat de bewoners hun verbruik met bijvoorbeeld die van de burens kunnen vergelijken. Dit wordt met een home energiemangement systeem geregeld. Een partij zorgt ervoor dat alle data wordt aangeleverd (meteo data, voorspellingen PV opbrengsten en APX gegevens) op basis van die voorspellingen wordt de afname bepaald. Hier worden ook prijsprikkels mee gegeven zodat de consument kan zien wanneer de prijs het laag is.

Nu wordt er afgerekend op basis van voorspellingen, hier worden klantprofielen op gemaakt. Wil er meer flexibiliteit gecreëerd worden dan moet er worden afgerekend op basis van daadwerkelijk verbruik, hiervoor zijn flexibele energieprijzen wel een voorwaarde.

PowerMatching City 2, Hoogkerk

PowerMatching city 2 (PMC2) is een vervolg op PowerMatching city (PMC). PMC is vergelijkbaar met Jouw energiemoment in Zwolle. De belangrijkste verschillen zijn enerzijds dat bij PMC meer flexibiliteitsmogelijkheden zijn zoals; micro WKK's, hybride warmtepompen en elektrische voertuigen. En anderzijds dat PMC wel experimenteert met flexibel prijzen. Flexibele tarieven bieden de mogelijkheid om de incentive bij de eindgebruiker te leggen. Momenteel worden alle kleinverbruikeraansluitingen afgerekend op basis van profiel, of je nou thuis bent of niet, je krijgt gewoon een standaardprofiel voorgeschreven, momenteel kan het ook niet anders wettelijk gezien. Zou dit wel kunnen dan kunnen mensen met een tegengesteld gebruik hiervoor gecompenseerd worden.

In PMC2 is de werkelijke energieafname en energieproductie van elk apparaat gemeten gedurende zeven maanden. Apparaten die meer flexibiliteit genereren zoals hierboven genoemd kregen extra aandacht.

Resultaten

De bewoners van de veertig betrokken woningen van PMC2 zijn geïnterviewd om onder andere gedragsincentives te achterhalen (DNV GL, 2015). Conclusie hiervan is dat de systemen zo simpel en transparant mogelijk moeten zijn voor de consument. Tweederde van

de bewoners geeft aan de voorkeur financieel besparen ten opzichte van duurzaam besparen.

In tegenstelling tot Jouw energiemoment zijn in PMC2 de daadwerkelijke besparingen groter omdat er is geëxperimenteerd met apparaten die meer flexibiliteit genereren. Zo is de flexibiliteit van elke micro WKK goed voor gemiddeld €21 per jaar, een warmtepomp €28 en een elektrische auto zelfs €58. En de verwachting is dat met energieopslag nog meer flexibiliteit gegenereerd kan worden.

PMC2 stelt dat opschaling mogelijk is mits;

- Er een acceptabele verdeling van flexibiliteit, lees opbrengstenverdeling, komt tussen netbeheerder, energieleverancier en consument;
- Er reductie van risico's is, zo zijn de technologie en business case nog onvolwassen;
- Er standaardisatie komt, om de businesscase omlaag te krijgen is standaardisatie nodig. Standaardisaties van het raamwerk waarbinnen deze systemen gerealiseerd worden en gestandaardiseerde interfaces en protocollen die passen binnen dit raamwerk;
- Er strategische beleidskeuzes op Europees niveau worden gemaakt. Het verschaffen van heldere tijdslijnen draagt hieraan bij zodat de kans op desinvesteringen minimaal wordt.

Hoofdstuk vijf van dit onderzoek gaat daarom een stap verder en gaat een tijdlijn schetsen op basis van de meest kritieke aspecten voortkomend uit dit hoofdstuk.

Consumentengedrag

In deze sectie wordt een algemeen beeld geschetst voorkomend uit de interviews.

Voordat consumenten daadwerkelijk hun gedrag aanpassen moeten ze eerst inzicht krijgen in hun energieverbruik (interview A t/m G). De slimme meter biedt dit inzicht. Door dit inzicht zullen ze enerzijds uit zichzelf gaan besparen en anderzijds door zogenoemde incentives. Het besparen sluit aan op punt 1 van de trias energetica (1. Minimaliseer energiegebruik, 2. Gebruik duurzame energieopwekking en 3. Efficiënt gebruik fossiele brandstof) geïntroduceerd door de Brundtland Commission (1987).

Uit de interviews is gebleken dat er vier soorten incentives zijn die bij de consument zijn te herkennen dit zijn;

- Financiële incentives zoals; subsidies, regelingen en flexibele prijzen (interview B, D, E, F en G);
- Duurzame incentives denk aan oplossingen die voor het milieu en systeem het beste zijn (interview A t/m G);
- Consumenten die het gewoon leuk vinden om aan een proeftuinexperiment mee te doen (interview B, C en F);
- Consumenten die meedoen omdat het de sociale norm is in een buurt of wijk (interview C en G).

Uit onderzoek van Schut (2015) is gebleken dat consumenten hun gedrag niet aan willen passen als het energiegebruik gerelateerd is aan algemene activiteiten (werk, studie, sport en hobby). Wel wil de consument zijn gedrag aanpassen als het gaat om huishoudelijke activiteiten (wassen, vaatwassen, drogen). Hierbij is inzicht in het verbruik en tarief belangrijk. Dat inzicht belangrijk is komt ook overeen met de resultaten uit de interviews. In de volgende sectie wordt de conclusie gegeven van de tweede deelvraag.

4.6. Conclusie

In deze sectie wordt antwoord gegeven op deelvraag twee;

Welke aspecten zijn van invloed op het vermijden van een lock-in situatie in de energienettransitie?

Voordat hier op in wordt gegaan wordt eerst de huidige situatie en het toekomstbeeld kort samengevat.

Huidige situatie

In de energienettransitie ligt de eerste stap nu om naar de kantelfase toe te werken. Kenmerk van de kantelfase is dat trends en ontwikkelingen op verschillende schaalniveaus een kant uitwijzen (Gladwell, 2000). Uit het multi-pattern-concept blijkt dat op het mesoniveau uiteindelijk de veranderingen doorgevoerd moeten worden. Macro en micro ontwikkelingen drukken echter wel sterk op het Mesoniveau. Voorbeelden hiervan zijn Europese en nationale wetgeving of experimenten zoals de proeftuinen.

Toekomstbeeld

Om de richting en snelheid van de transitie te bepalen is een toekomstbeeld opgezet. Het energienet gaat veranderen van een volumegestuurde markt naar een flexibiliteitsmarkt. Er moet dus rekening worden gehouden met de capaciteit die een energienet heeft. Een oplossing hiervoor is flexibel omgaan met je energienet, ICT is hiervoor ondersteunend en wetgeving leidend. Van de wetgever wordt verwacht dat er een aantal spelregels komen waar een flexibel energienet aan moet voldoen. De verwachting is dat hier ruimte komt voor een nieuwe marktpartij; een aggregator.

Het zwaartepunt in de energieketen zal opschuiven van de leverancier naar de eindgebruiker, echter is de vraag of deze zal omslaan, de eindgebruiker wil namelijk wel altijd voorzien worden in de energievraag.

Aspecten

Er zijn drie hoofdthema's te onderscheiden waarin verschillende aspecten naar voren komen. De thema's zijn wetgeving, flexibiliteit en rolverdeling energieketen.

Wetgeving

De wetgever in Nederland kan de energienettransitie faciliteren. Dit kan door ruimte te maken voor flexibele tarieven en dynamische netwerktarieven. Daarnaast moet er goed nagedacht worden over de rol van saldering, nu is er namelijk geen aanleiding om flexibel om te gaan met je energienet, gaat de saldering eraf dan komt hiervoor een incentive. Als laatste punt moet goed nagedacht worden over de rol die de energiebelasting nu speelt en wat de verwachte toekomstige ontwikkelingen hiervoor gaan betekenen. Van de wetgever wordt daarom verwacht dat zij kaders stellen zodat de energienettransitie gefaciliteerd kan worden.

Flexibiliteit

Om flexibiliteit te bieden zijn er vier opties, dit zijn;

- Opslag van energie faciliteren (zowel op huishoudenniveau als grootschalige seizoen opslag);
- Omzetting van energiedragers faciliteren (P2H, P2G), wat overigens ook een vorm van opslag is, echter warmte of gas is makkelijker op te slaan dan elektriciteit;
- Demand response (vanuit de consument) faciliteren;
- Vermogensturing (vanuit de energieleverancier) faciliteren.

Zoals in de tekst hierboven al staat, om flexibiliteit te bieden moeten eerst de wetgeving worden aangepast. Hiernaast is er momenteel nog geen positieve business case voor opslag en omzetting van energiedragers.

Deze flexibiliteit opties kwamen ook in het rondetafelgesprek in de Tweede Kamer naar voren. Zo stelde spreker O: *“flexibiliteit bieden kan op drie manieren: opslag, vermogensturing en demand response”*. De vooraf opgestelde hypothese dat; energieopslag een aspect is dat van invloed is op het vermijden van een lock-in situatie in de energienettransitie wordt dan ook geaccepteerd. Het model van Thompson (2007) stelt namelijk dat een lock-in situatie voorkomen kan worden door efficiënt om te gaan met je energienet, flexibiliteit creëren is hier een middel voor. Naast opslag zijn er dus nog twee andere opties op het gebied van flexibiliteit creëren of drie opties als omzetting van energiedragers niet onder opslag wordt gerekend.

Rolverdeling energieketen

Het toekomstig energienet en veranderend zwaartepunt in de energieketen vraagt om een herdefiniëring van de actoren in de energieketen. Energieleveranciers willen marktoptimalisatie, consumenten willen optimalisatie in hun huis en de netbeheerders willen netwerkopimalisatie. Wat voor de ene partij een goede oplossing is, is voor de andere partij een mindere oplossing. Daarom zijn wetten, samenwerking, overleg en afspraken dus essentieel in het toekomstige energienet. Dit beeld kwam ook in het rondetafelgesprek in de Tweede Kamer naar voren. Zo stelde spreker B: *“Nu ligt de uitdaging om de rollen en verantwoordelijkheden opnieuw te definiëren”*. Een nieuwe actor die iedereen herkent is de aggregator. Deze partij is een ICT platform die het mogelijk maakt dat je lokaal met energie kan spelen, zoals lokaal balanceren en lokale verhandeling van energie. De aggregator kan lokaal met de consument prijsafspraken maken, dit is iets wat de netbeheerder niet kan, en momenteel ook niet mag in de wet. De aggregator kan dan vermogensturing gaan toepassen met flexibele prijzen als incentive.

Business case

Uit de analyse blijkt dat er een nieuw marktmodel gewenst is, een nieuwe business case. Er is een nieuw marktmodel nodig, waarin de flexibiliteit optimaal verdeeld wordt en de waarde van de flexibiliteit maximaal benut wordt. Het correct verdelen van de waarde met de belanghebbenden is cruciaal voor een positieve business case. De genoemde aggregator zou deze flexibiliteit kunnen bundelen en verdelen. Flexibiliteit heeft waarde voor elke van de belanghebbenden; de leverancier, de netbeheerder en de consument. Naast de hier boven genoemde aspecten is standaardisatie van de cost-to-serve en de cost-to-connect essentieel om de business case te realiseren zodat grootschalige opschaaling mogelijk wordt (DNV GL, 2015). Cost-to-serve zijn alle kosten om een dienst in de lucht te houden (bv; cloud abonnementen en data opslag), dit zijn kosten voor de aggregator. En cost-to-connect zijn alle kosten om de apparatuur bij de consument te ontsluiten (bv; aansluitingen en home gateways).

Deze analyse sluit ook aan bij het advies van Netbeheer Nederland (2014) namelijk: betrek de gehele energieketen. Smart grid projecten hebben vaak een gefragmenteerde businesscase, door recht te doen aan de belangen van meerdere partijen ontstaat de kans op een volledige businesscase.

In het volgende hoofdstuk wordt een (kritiek) tijdspad geschetst zodat er proactief gestuurd kan worden wie wat moet doen om de energienettransitie te sturen, zodat een lock-in voorkomen kan worden. De thema's wetgeving, flexibiliteit en rolverdeling in de energieketen met onderliggende aspecten zullen hier in terugkomen.

5. (KRITIEK) TIJDPAD



In dit hoofdstuk wordt een kritiek tijdpad opgesteld met als doel dat een lock-in situatie vermeden kan worden. Dit hoofdstuk is gebaseerd op drie diepte interviews die de aspecten uit hoofdstuk vier geverifieerd hebben, hierna is er een verdieping geweest op de drie thema's; wetgeving, flexibiliteit en rolverdeling actoren en de daarbij horende onderliggende aspecten.

“Ja, ik herken deze aspecten, dit zijn nu echt de discussies die gevoerd worden” (interview J).

Als aanvulling worden deze resultaten aangevuld met secundaire kwantitatieve energie verkenningen. Zodat in dit hoofdstuk antwoord kan worden gegeven op deelvraag drie, deze luidt;

Hoe kan er gestuurd worden op het vermijden van een lock-in situatie?

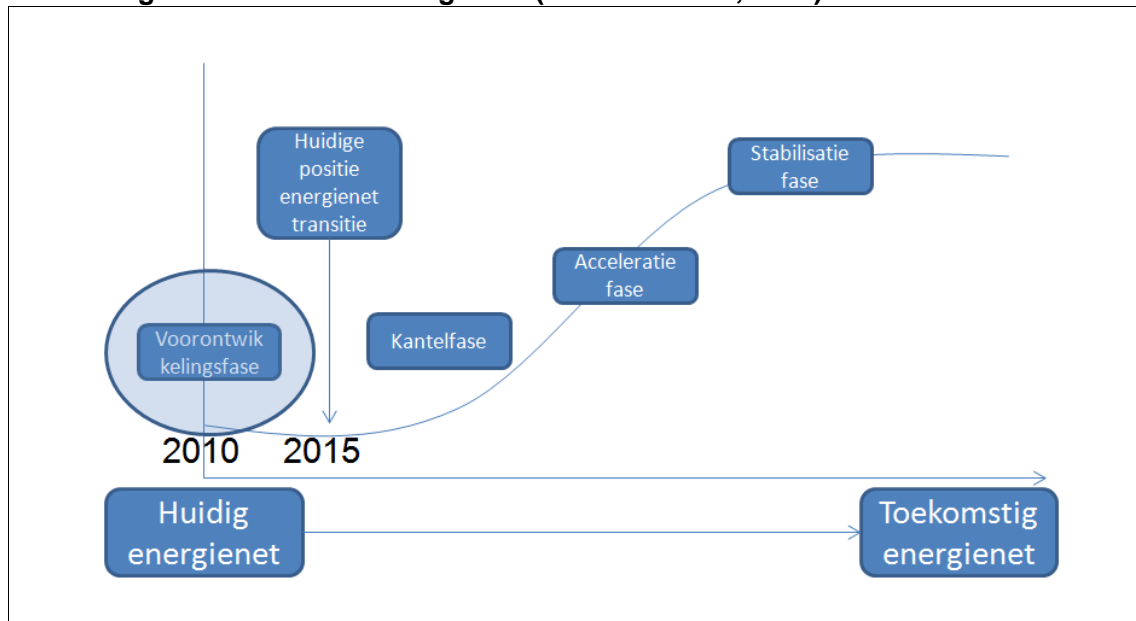
Per fase uit het multi-fase-concept zal er geschetst worden wanneer, wie, wat, waarom en hoe er gestuurd moet worden op het vermijden van een lock-in situatie. Waar mogelijk wordt deze tijdlijn gelinkt aan de theoretische concepten voorkomend uit hoofdstuk twee.

5.1. Voorontwikkelingsfase

Wanneer

In het vorige hoofdstuk is geconcludeerd dat de energienettransitie nog niet in de kantelfase zit. Het doel is dan ook om hier naar toe te werken. In afbeelding 5.1 is dit schematisch weergegeven. De voorontwikkelingsfase is in 2010 ingezet met het document op weg naar intelligente netten (Ministerie van Economische Zaken, 2010) en heeft een vervolg gekregen met tal van proeftuinen die eind 2011 en begin 2012 van start zijn gegaan (RVO, 2011). Als startdatum van de S-curve wordt daarom 2010 aangehouden.

Afbeelding 5.1. Voorontwikkelingsfase (van Breukelen, 2015)



Wie

In deze fase zijn er drie partijen die gezamenlijk naar de kantelfase moeten toewerken dit zijn de energieleverancier, de netbeheerder en de consument (interview I, J en K). Deze drie partijen hebben verschillende belangen maar zullen toch gezamenlijk als keten afspra-

ken moeten maken. Gezien de rolveranderingen (zie ook hoofdstuk vier), waarbij de partijen al druk genoeg zijn om hun eigen rol en positie te (her)definiëren, zal dit nog een flinke opgave worden (interview I, J en K).

“Omdat de lijnen voor alle drie op dit moment nog onduidelijk zijn, bestaat er een diepe, diepe onzekerheid in een markt die volledig wordt gekenmerkt, met investeringen voor een zichthorizon van 30, 40 jaar [...]. En dat maakt het een heel spannend en precair moment in de tijd van de energietransitie” (interview I).

Wat

Naast samenwerking moeten er ook universele standaarden worden ontwikkeld, wil de flexibiliteitsmarkt vorm krijgen (interview I en J), zie ook achtergrondkader 5.1. Gebeurt dit niet dan is de kans op een positieve business case kleiner. Hiernaast moeten de flexibiliteitsaspecten uit hoofdstuk vier nader doorontwikkeld, onderzocht en mee geëxperimenteerd worden.

Achtergrondkader 5.1 Standaardisatie onmisbaar in de transitie van het energienet

“Bij de elektrische auto's is eigenlijk binnen no time een universele standaard ontwikkeld als gevolg van, als we niet samenwerken, komen we helemaal nergens. De uitdaging van de elektrische auto is niet, de elektrische auto zelf maar tussen haakjes de fossiele auto's. Dus als zo'n zelfde begrip ontstaat in de flexibiliteitsmarkt dan zou het zo kunnen zijn dat het zich autonoom ontwikkelt” (interview I).

Waarom

Uit de verdiepende interviews blijkt dat energieopslag en ontwikkeling van duurzame energie technologieën de belangrijkste drivers zijn voor de toekomst van het energienet (interview I en J). Echter voordat hier op gestuurd kan worden moet er eerst aanleiding voor komen. Nu is deze directe aanleiding er nog niet. Uit alle interviews (A t/m K) kwam naar voren dat eerst de salderingsregeling er af moet en dat er substantieel meer wind- en zonne-energie moet komen. Dan pas is er een directe aanleiding voor het flexibel gebruik van het energienet. Nu, in de voorontwikkelingsfase, is het goed dat er breed geëxperimenteerd wordt.

Hoe

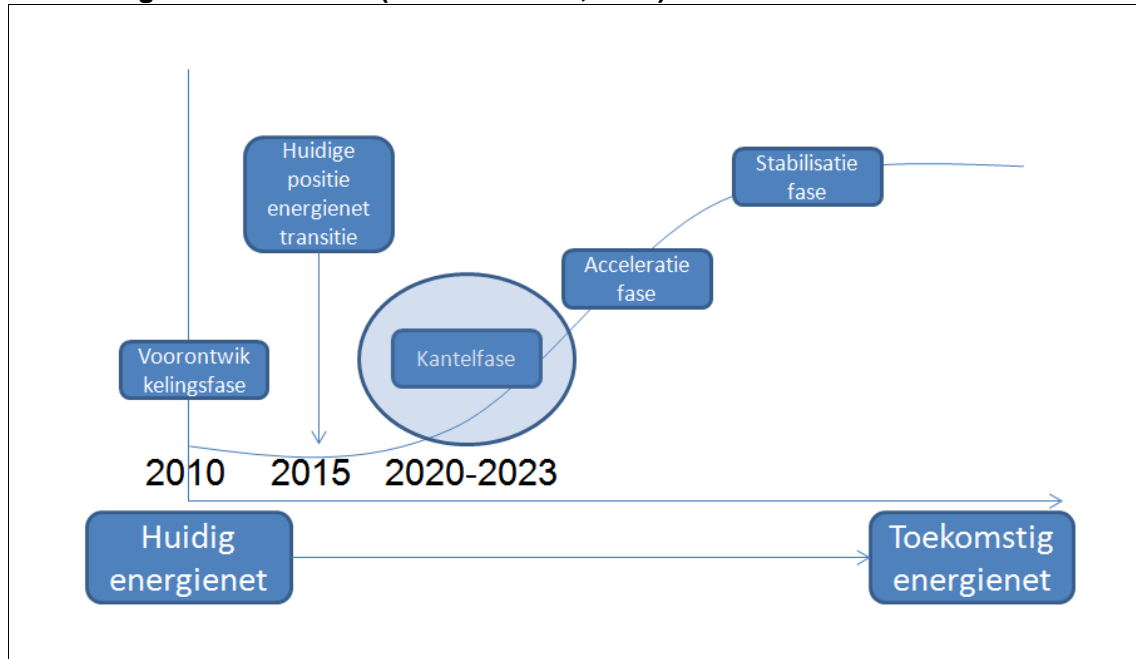
Omdat de toekomst van het energienet sterkt afhankelijk is van de wetgeving, zoals uit hoofdstuk vier is gebleken. Moet de wetgever de vrije ruimte die het biedt middels de AMvB tijdelijke taken en experimenten verder specificeren en invullen. Met als doel om in de voorontwikkelingsfase iedereen de ruimte te geven om te experimenteren en om ontwikkelingen van nieuwe diensten, producten en ideeën te stimuleren. Dit sluit aan bij de transitie-regels uit paragraaf 2.2.1. Zo stimuleert vrije ruimte in de wetgeving niches op microniveau, wat voor meer variatie zorgt. Dit past bij de voorontwikkelingsfase. In de volgende fase de kantelfase beginnen systemen te schuiven en wijzen ze een kant op (Rotmans et. al, 2000).

5.2. Kantelfase

Wanneer

In de periode 2020-2023 is de verwachting dat de salderingsregeling eraf gaat (interviews A t/m J) en zal er substantieel meer decentrale invoeging van wind- en zonne-energie komen (SER, 2014). De verwachting is dan ook dat de kantelfase rond deze periode van start gaat, zie ook afbeelding 5.2 voor een schematische weergave.

Afbeelding 5.2. Kantelfase (van Breukelen, 2015)



Wie

In de kantelfase zal er naast de drie traditionele actoren nog een vierde actor er bij komen, de aggregator (interview B t/m K). Deze aggregator handelt in flexibiliteitsdiensten in de capaciteitsmarkt. Zo maakt de aggregator gebruik van meteo en data gegevens om zo elementen in het energiesysteem (elektrische auto's, witgoed) te kunnen af- of bij schakelen. Het doel hiervan is de piek in het energienet op te vangen en te kunnen verwerken. Een andere flexibiliteit dienst, opslag, zal er voor zorgen dat de aggregator nog slimmer en beter kan gaan sturen op de capaciteit van het energienet. In de kantelfase zal er dus continue tweerichtingsverkeer zijn van informatie en energie (interview B t/m K). Deze ontwikkeling is in lijn met de nieuwe waardeketen van energie uit afbeelding 3.1. In deze afbeelding wordt weergegeven dat er naast elektriciteitsstromen ook informatiestromen zullen zijn. En deze gaan niet meer een kant op, maar allebei de kanten.

Wat

In de kantelfase begint het systeem te schuiven en begint het een kant op te wijzen. Het energienet zal steeds meer geleid worden door de (beschikbare) capaciteit op het energienet. Flexibiliteitsdiensten als opslag, omzetting van energiedragers, demand response en vermogensturing zullen zich autonoom kunnen gaan ontwikkelen zonder dat de consument hier al te veel van merkt. De (consumenten) koplopers en early adopters zullen al kleinschalige thuisopslag hebben en zelfvoorzienend zijn qua energiegebruik (interview I en J), zie als voorbeeld hiervan ook achtergrondkader 5.2. Echter zal deze ontwikkeling er niet voor iedereen inzitten. Het vraagt namelijk om een investering in energieopslag en opweksystemen. Dit kan er toe leiden dat er energiearmoede kan komen op het energienet. Dit betekent dat de mensen die gebruik maken van het energienet naar verhouding meer moeten betalen omdat ze met minder mensen het energienet in de lucht houden. Echter stellen alle respondenten dat het energienet niet zal verdwijnen (interview A t/m K) er moet namelijk altijd een vorm van back-up blijven zodat de betrouwbaarheid en zekerheid van het energienet niet in gevaar komt. Deze nieuwe flexibiliteitsmarkt vraagt om nauwere samenwerking tussen de betrokken partijen en facilitering door de wetgever (interview B, I en J).

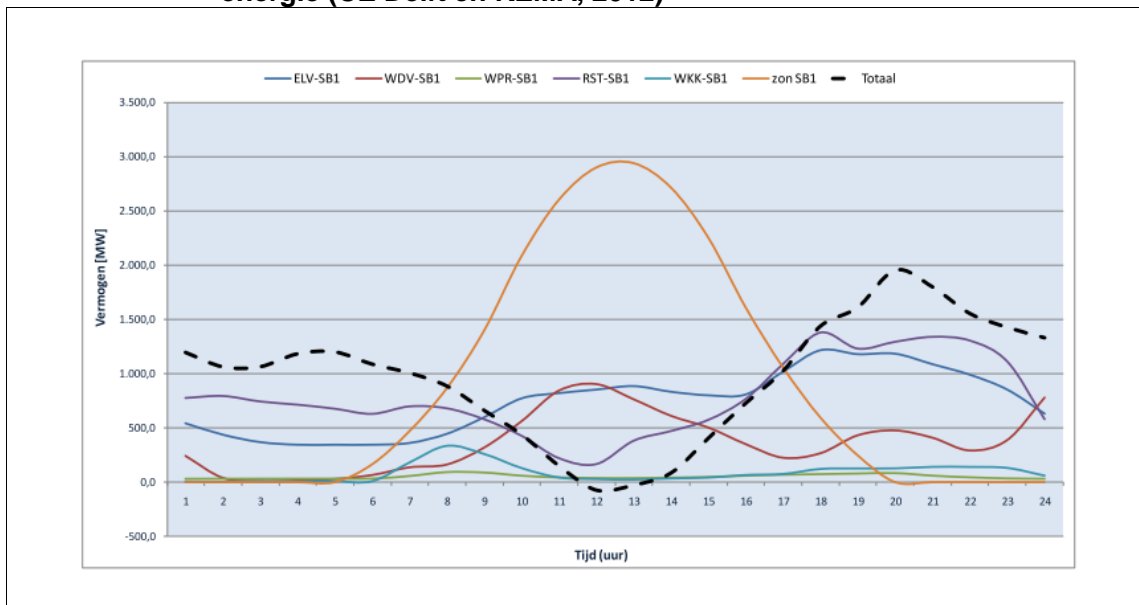
Achtergrondkader 5.2 Opslag in Duitsland in plaats van verzwaring

De zonnestroom die Duitse huishoudens overdag thuis opwekken gaat vrijwel linea recta het elektriciteitsnet op. In de avond gebruiken de Duitse burgers juist thuis veel elektriciteit, terwijl de zonnepanelen dan niet of nauwelijks produceren. Om het netwerk te ontlasten stimuleert de Duitse overheid sinds 2013 de installatie van accusystemen. De opslagsystemen vlakken overdag de productiepiek af en dempen 's avonds de piekconsumptie. Hierdoor vergt de 'energiewende' minder investeringen in netverzwaring. (interview J)

Waarom

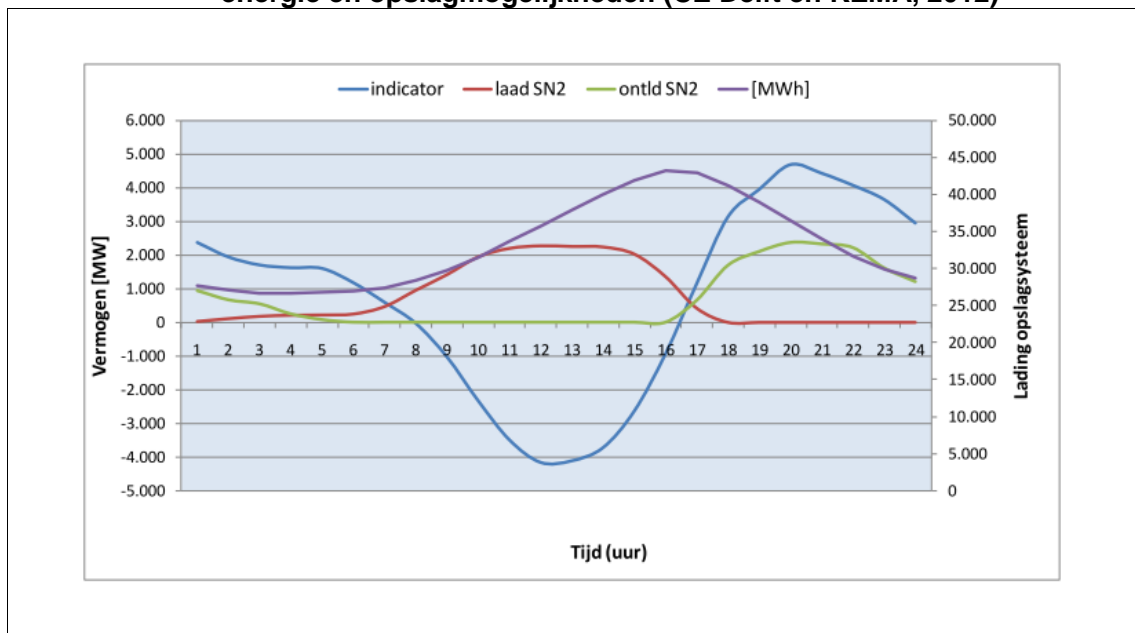
In de kantelfase is er een directe aanleiding voor een ander gebruik van het energienet. Zo is het gevolg van substantieel meer zonne-energie, dat er een aanbodpiek ontstaat in de middag terwijl de vraag weer hoger is rond het begin van de avond, zie ook de oranje lijn in onderstaande afbeelding 5.3.

Afbeelding 5.3. Voorbeeld curve bij gemiddeld verbruik en opwekking van zonne-energie (CE Delft en KEMA, 2012)



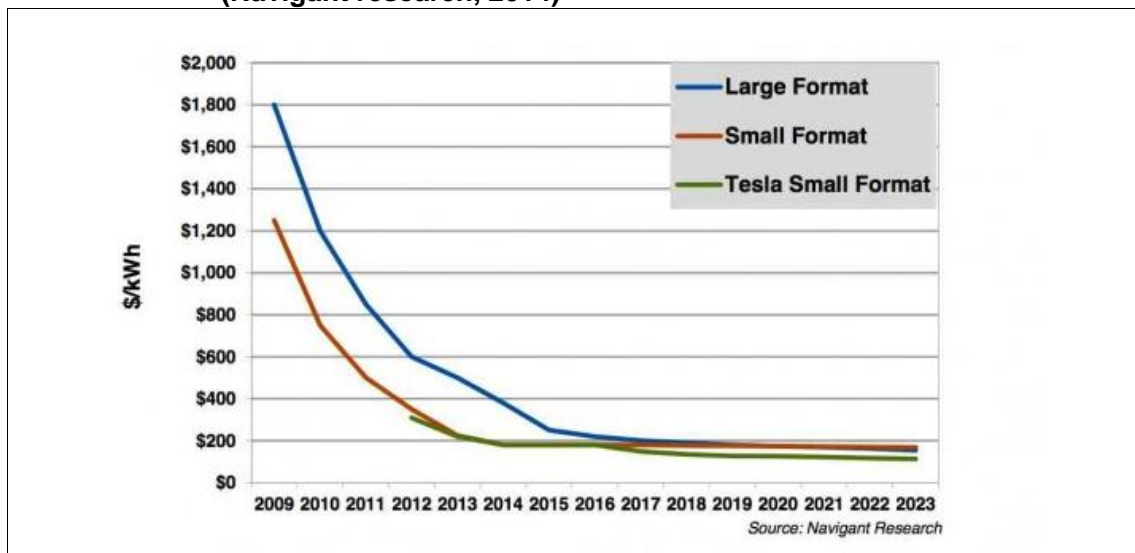
Een logische (autonome) oplossing hiervoor is opslag achter de meter van zonne-energie, zodat de opgewekte energie later weer kan worden gebruikt. Nu kan de opgewekte stroom gratis worden teruggegeven aan het energienet en dit wordt gratis verrekend met de stroom die je weer van het energienet haalt (salderingsregeling). Als deze salderingsregeling eraf gaat komt er dus een natuurlijke aanleiding voor het flexibel gebruik van je energienet. In afbeelding 5.4 is een vergelijkbare curve te zien maar dan met opslagmogelijkheden.

Afbeelding 5.4. Voorbeeld curve bij gemiddeld verbruik, opwekking van zonne-energie en opslagmogelijkheden (CE Delft en KEMA, 2012)



Wat direct opvalt is dat deze curve, de blauwe lijn, negatief is. Wat ook logisch is omdat de opgewekte energie wordt opgeslagen. Wat dit voorbeeld laat zien is dat er pas aanleiding komt tot flexibel gebruik komt als de salderingsregeling er af gaat en als er substantieel meer zon en windenergie wordt opgewekt. Zulke opslag achter de meter is kleinschalig op huishoudenniveau en de verwachting uit de interviews is dat zulke opslag er rond 2030 zeker is (Interviews I en J). Dit beeld wordt ondersteund door de introductie van de nieuwe TESLA batterij, welke zes keer goedkoper op de markt is gebracht dan verwacht, zie ook onderstaande afbeelding 5.5 waar de historische en verwachte prijscurve van Li-ion batterijen is te zien. Dit laat zien dat batterij opslag steeds goedkoper de KW/H wordt.

Afbeelding 5.5. Historische en verwachte prijscurve Li-ion batterijen 2009-2023 (Navigant research, 2014)



Hoe

Kijkende naar de transitiepaden uit paragraaf 2.2.1 betekent dit dat er co-evolutie moet worden gezocht tussen niches die dezelfde richting opgaan. Dit betekent dat er meer samenwerking moet worden gezocht tussen de actoren in de energieketen. Dit was ook een van de hoofd aspecten voortkomend uit hoofdstuk vier. Gezien de actoren soms tegengestelde belangen hebben zullen ze moeten samenwerken om tot een maatschappelijk gedragen oplossing te komen (interview K). Om dit mogelijk te maken moet er een visie op macroniveau gecreëerd worden. Er moeten attractoren gecreëerd worden. Dit betekent dat de wetgever het mogelijk moet maken om flexibiliteit diensten aan te bieden.

Momenteel mag dit niet en heeft de netbeheerder een aansluitplicht, wat betekent dat de netbeheerder altijd de aansluiting moet leveren die gevraagd wordt, ongeacht of dit de beste systeemoplossing is. Dit kan leiden tot een lock-in situatie, hier zal dus tijdig op gestuurd moeten worden. Dit moet door de wetgever gebeuren omdat de wet nu eenmaal bepaalt wat het taakveld van een netbeheerder is. Hiervoor zullen de actoren in de keten vooraf input kunnen geven aan de wetgever. Hierbij is het dus belangrijk dat ondanks tegengestelde belangen een maatschappelijk optimum gevonden gaat worden, zodat in de kantelfase de systemen beginnen te schuiven en een kant op gaan wijzen.

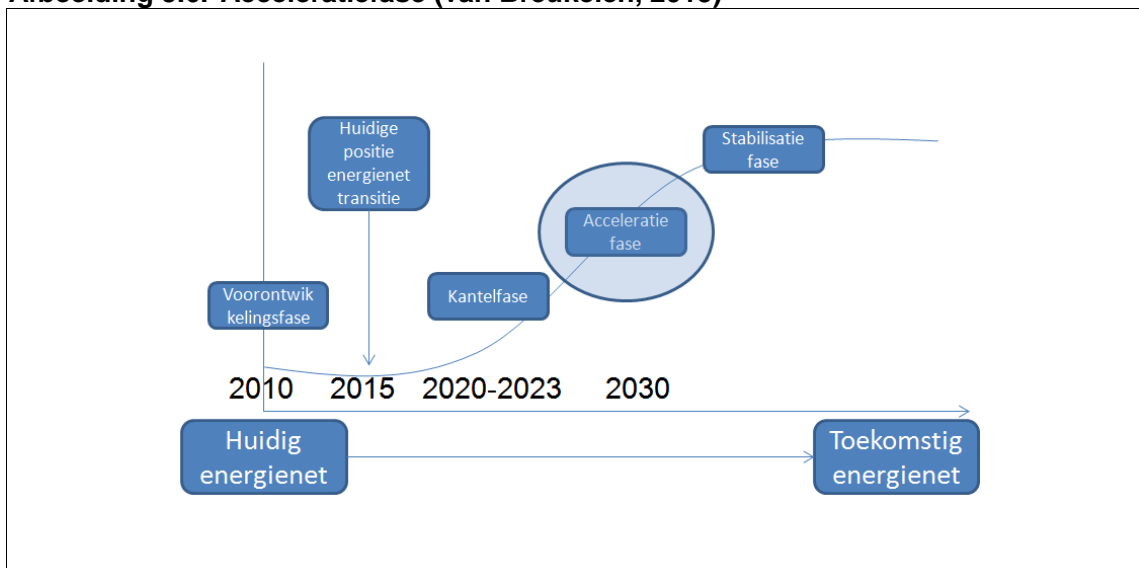
Een mogelijke oplossing is maak wetgeving die het mogelijk maakt om te experimenteren voor netbeheerders echter stel wel kaders dat deze experimenten niet marktverstoring mogen zijn en als een marktpartij een bepaalde taak kan overnemen, dat dit ook moet gebeuren. De AMvB tijdelijke taken lijkt hiervoor een geschikt instrument. Deze ontwikkelingen en stimuleringen moeten leiden tot nieuwe niche-regimes zodat er na selectie (volgend uit overleggen) een opschaling plaats kan vinden. Met als doel alle actoren op een lijn te krijgen, zodat in de acceleratiefase kan worden doorgepakt.

5.3. Acceleratiefase

Wanneer

De acceleratiefase wordt gekenmerkt wanneer er op meerdere schaalniveaus en terreinen zichtbare veranderingen plaatsvinden (Rotmans et. al, 2000). Wat opvalt uit de interviews en secundaire data is dat het jaartal 2030 vaak wordt genoemd bij diverse ontwikkelingen.

Afbeelding 5.6. Acceleratiefase (van Breukelen, 2015)



Zo zegt interview I bijvoorbeeld: *“In 2030 is flexibiliteit echt geld waard”*. Hiernaast stellen de Royal bank of Scotland, UBS en Navigant research (Reneweconomy, 2015) dat er in 2030 geen gascentrales meer nodig zijn maar dat er energie wordt opgeslagen en verhandeld met opslagcentrales. Een consequentie hiervan is dat het gehele energielandschap zal gaan veranderen (interview I). Zo wordt ook in twee verdiepende interviews (I en J) gezegd dat er in 2030 zeker opslag is bij huishoudens achter de meter. Omdat dit een zichtbare verandering is wordt dan ook 2030 als start van de acceleratiefase aangemerkt, zie ook afbeelding 5.6.

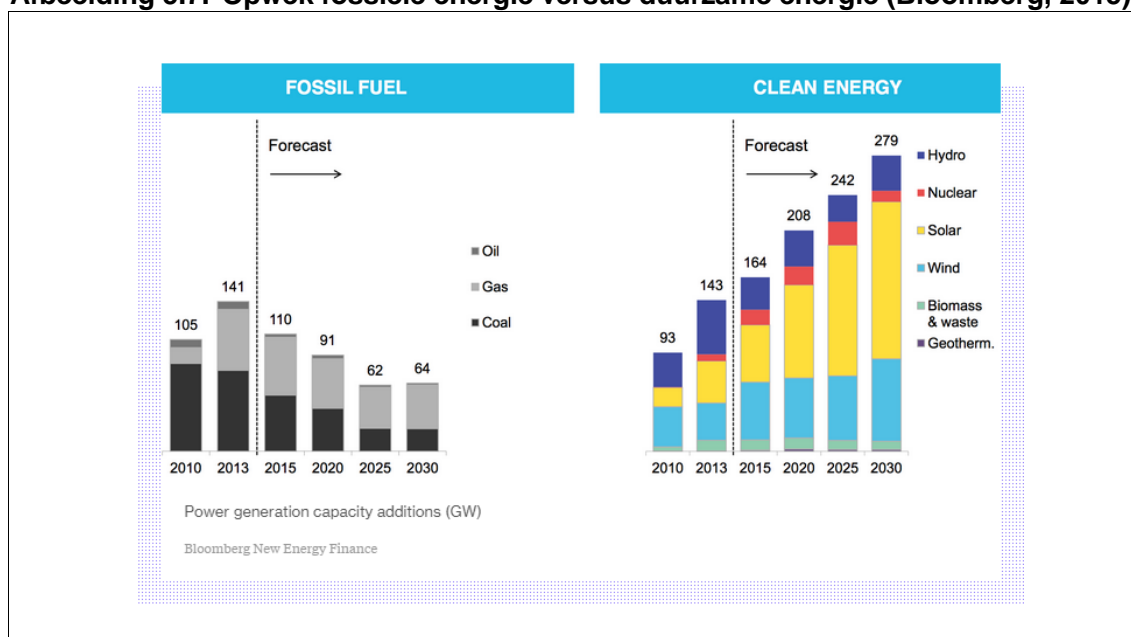
Wie

In de acceleratiefase zullen door de vorming van nieuwe niche-regimes naast de al eerder genoemde vier partijen (energieleverancier, netbeheerder, consument en aggregator) waarschijnlijk nieuwe coalities zijn gevormd. Dit kunnen nieuwe partijen of start ups zijn, maar ook combinaties van de al eerder genoemde vier partijen. Wie dit precies zullen zijn hangt mede af van de ontwikkelingen op het gebied van duurzame energietechnologie (interview I en J).

Wat

Nieuwe energietechnologieën en meer duurzame opwek zullen leiden tot een nieuw energielandschap. Afbeelding 5.6 van financieel adviesbureau Bloomberg ondersteunt de uitspraak dat er door de komst van duurzame energie een ander energielandschap is gewent.

Afbeelding 5.7. Opwek fossiele energie versus duurzame energie (Bloomberg, 2015)



Zoals in afbeelding 5.7. te zien is, wordt er wereldwijd momenteel al meer duurzame energie dan fossiele energie opgewekt dan wel geproduceerd. Dit aandeel gaat de komende jaren alleen maar verder toenemen. Het gevolg hiervan is dat het energielandschap gaat veranderen. Bijvoorbeeld door de fysieke komst van meer windmolens, zonnepanelen en opslagsystemen. Maar ook door nieuwe partijen die hierop inspelen, zoals de eerder genoemde aggregator. Zie ook achtergrondkader 5.3 voor een unieke omschrijving hiervan.

Achtergrondkader 5.3: Visie op toekomst energiemarkt volgens respondent

De grootste taxi dienst van de wereld UberPOP heeft zelf geen taxi's.
De grootste hotel site van de wereld airbnb heeft zelf geen hotels.
De grootste thuisbezorgsite van Nederland heeft zelf geen eten.
Zal de toekomst van de energiemarkt zijn, dat de grootste energiehandelaar (aggregator) zelf geen energie heeft?

Waarom

De Europese Unie heeft de ambitie om tachtig a vijftiennegentig procent CO2 reductie in 2050 te hebben bewerkstelligd. Voor Nederland zijn daarom op korte termijn doelen doorvertaald in het energieakkoord (SER, 2014). Om deze doelen te bereiken is sturing nodig, deze sturing komt van macroniveau. Een manier om te sturen is bijvoorbeeld via wetgeving.

Op microniveau zijn er drie trends die terugkomen uit de interviews. Dit zijn lokalisering wat leidt tot meer lokale opwek en behoefte aan lokale energiecoöperaties (interviews B, D, F, G). Als tweede trend, dat de consument minder afhankelijk wil zijn van instabiele regio's die ons fossiele energie leveren (interviews A en B). En als derde trend het perspectief van de circulaire economie wat leidt tot zelf opwek, verhandeling en recycling van energie op straat, buurt, wijk en/of stad niveau.

De ontwikkelingen op macro- en microniveau drukken op het tussenliggende mesoniveau. Wat zorgt voor druk op mesoniveau hier moeten de veranderingen doorgevoerd worden. Daarom moet nu al geanticipeerd worden op de verwachte ontwikkelingen in de acceleratiefase.

Wil de EU tachtig a vijftiennegentig procent CO2 reductie bereiken in 2050 dan betekent dat, dat alle energie naar elektriciteit moet en alle elektriciteit moet duurzaam zijn (interview I). Als dat weer terug wordt gebracht op windmolens en zonnepanelen dan krijg je een totaal ander landschap. Waar naast opslag op huishoudenniveau ook seizoensopslag aangeboden zal moeten worden (interview I).

Dit betekent dat er naast opslag achter de meter, ook andere vormen van opslag moeten bijkomen. Zowel op laagspannings-, middenspannings- als op hoogspanningsniveau. Echter blijkt uit de interviews (B, D, E, F, I en J) dat het moeilijk is om zoveel energie op te slaan in een accu of batterij zoals op huishoudenniveau. Hierom moet er onderzocht worden of er andere vormen van energieopslag zijn. De recentste ontwikkeling is opslag via een ondergrondse zweef trein door middel van kinetische energie (ECN, 2015). Echter is dit geen seizoensopslag nog maar tijdelijke opslag voor maximaal achtenveertig uur. Ter indicatie; een gemiddeld persoon verbruikt 1500 KW/h per jaar in Nederland (ECN et al., 2014). De nieuw op de markt gebrachte Tesla thuis batterij kan 10 KW/h opslaan. Dit betekent dat er een enorme accu moet worden ontwikkeld wil seizoensopslag van energie mogelijk gemaakt worden.

Hoe

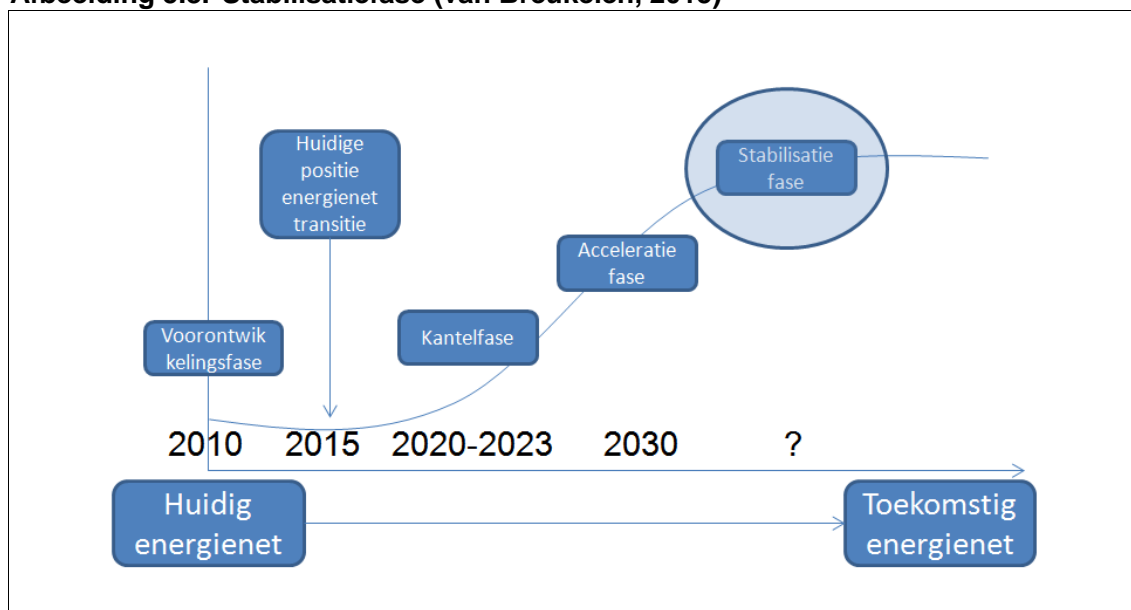
Uit de transitiepaden uit paragraaf 2.2.1. blijkt dat in de acceleratiefase het van belang is dat de afstemming tussen macro-, meso- en microniveau blijft gehandhaafd. De interacties tussen de drie niveaus moet mogelijk blijven. Hier moet opgestuurd worden, rekening houdende met de genoemde ontwikkelingen.

5.4. Stabilisatiefase

In de stabilisatiefase neemt de snelheid van de transitie af en wordt er gezocht naar een nieuw evenwicht (Rotmans et. al., 2000). Wanneer dit gaat gebeuren is nog onbekend er wordt dan ook geen jaartal aangehangen in deze thesis. Voordat er gestuurd kan worden op een nieuw evenwicht, moet eerst de kantelfase aanbreken gevolgd door de acceleratiefase.

Een standaard S-curve duurt vijftig jaar (Rotmans et. al., 2000), echter kijk je naar de hiërarchische verdeling van de theoretische concepten (paragraaf 2.2.3.) dan blijkt dat de innovatiegolven van Schumpeter steeds sneller gaan. De vraag is dan ook duurt de gehele curve wel vijftig jaar, of misschien maar twintig of dertig jaar. Mede gezien deze afweging is de stabilisatiefase open gelaten, zie ook afbeelding 5.8.

Afbeelding 5.8. Stabilisatiefase (van Breukelen, 2015)



5.5. Conclusie

In deze sectie wordt antwoord gegeven op deelvraag drie;

Hoe kan er gestuurd worden op het vermijden van een lock-in situatie?

Om deze vraag te beantwoorden is er per fase uit het multi-fase-concept geschetst wanneer, wie, wat, waarom en hoe er gestuurd moet worden op het vermijden van een lock-in situatie. In dit hoofdstuk zijn al deze vragen een voor een beantwoord. Hier, in de conclusie zullen kort per fase de belangrijkste punten beschreven worden op basis van de resultaten uit dit hoofdstuk.

Voorontwikkelingsfase

Nu zit de energienettransitie in de voorontwikkelingsfase, deze fase is in 2010 gestart, blijkt uit dit hoofdstuk. Kenmerkend in deze fase is dat variatie gestimuleerd wordt. Dit betekent dat er breed geëxperimenteerd mag worden. Dit is sinds 2010 door middel van proeftuinen en experimenten ook gedaan. Deze stimulatie kan ook mogelijk gemaakt worden door de wetgever, door middel van vrije ruimte in de wet te bieden aan de actoren, dit kan met de AMvB's experimenten en tijdelijke taken. Met als doel dat er toegewerkt kan worden naar de kantelfase.

Kantelfase

De kantelfase, waarin systemen beginnen te schuiven en een kant op wijzen (Rotmans et. al, 2000), is momenteel de belangrijkste fase. Hier moet naar toegewerkt worden wil de energienettransitie verder vorm krijgen. De verwachting is dat de kantelfase in de periode 2020-2023 van start gaat. In de periode zal er namelijk een directe aanleiding komen voor het flexibel gebruik van het energienet. Enerzijds gaat de salderingsregeling eraf en anderzijds komt er substantieel meer wind- en zonne-energie dat decentraal moet worden ingevoerd. Naast het flexibel gebruik van je energienet komt er dan ook een directe aanleiding voor opslag van energie.

De energiemarkt zal langzaam gaan veranderen van een volumegestuurde markt naar een flexibiliteitsmarkt. In deze nieuwe markt is er plaats voor een nieuwe actor; de aggregator. Deze actor handelt in flexibiliteitsdiensten.

Uit de transitiepaden uit paragraaf 2.1.1. blijkt dat er co-evolutie moet worden gezocht tussen niches die dezelfde richting opgaan. Dit komt ook overeen met de deelconclusie uit hoofdstuk vier, waar gesteld werd dat er meer samengewerkt moet worden. Om dit te stimuleren moeten er op macroniveau attractoren gecreëerd worden. Dit betekent dat de wetgever het mogelijk moet maken om flexibiliteitsdiensten aan te bieden.

Momenteel mag dit niet en heeft de netbeheerder een aansluitplicht, wat betekent dat de netbeheerder altijd de aansluiting moet leveren die gevraagd wordt, ongeacht of dit de beste systeemoplossing is. Dit kan leiden tot een lock-in situatie, omdat dus niet altijd de efficiëntste oplossing gekozen gaat worden, hier zal dus tijdig op gestuurd moeten worden.

Dit moet door de wetgever gebeuren omdat de wet nu eenmaal bepaalt wat het taakveld van een netbeheerder is. Hiervoor zullen de actoren in de keten vooraf input kunnen geven aan de wetgever. Hierbij is het dus belangrijk dat ondanks tegengestelde belangen een maatschappelijk optimum gevonden gaat worden, zodat in de kantelfase de systemen beginnen te schuiven en een kant op gaan wijzen.

Deze unieke momenten door Gladwell (2000) 'tipping points' genoemd gebeuren niet vaak. Het is dan ook van belang dat alle actoren zowel op macro-, meso- en microniveau op een lijn te krijgen met betrekking tot welke kant het energienet opgaat. Met als doel dat hier tijdig op geanticipeerd kan worden, zodat een lock-in situatie vermeden kan worden.

Acceleratiefase

De acceleratiefase wordt gekenmerkt doordat er op meerdere schaalniveaus en terreinen zichtbare veranderingen plaats gaan vinden (Rotmans et. al., 2000). Uit de analyse blijkt dat rond 2030 de acceleratiefase van start zal gaan. In deze fase wordt flexibiliteit echt geld waard en zal zowel kleinschalige als grootschalige opslag verder zijn ontwikkeld is de verwachting. Dit betekent dat er een landschapsverandering gaat plaatsvinden. Om dit te sturen zal er energieplanologie toegepast moeten worden, zodat de landschapsverandering niet ten koste gaat van de ruimtelijke kwaliteit en andere functies van het landschap. De energienettransitie zal dus ingepast moeten worden in het Nederlandse landschap.

De hypothese die vooraf is opgesteld is dat: energieopslag voor 2040 zo ontwikkeld moet zijn dat het voor elk type gebruiker toegankelijk is. Deze hypothese kan echter maar deels bevestigd worden. Als er gekeken wordt naar kleinschalige opslag op huishoudenniveau dan is de verwachting dat, dat in 2030 zeker aanwezig is bij een deel van de consumenten. Wordt er naar grootschalige energieopslag gekeken dan is het nog onbekend of en in welke mate het in 2040 aanwezig is. Dit hangt namelijk af van de duurzame energietechnolo-

gische ontwikkelingen. Wordt er echter naar 2050 gekeken dan is de analyse iets anders omdat wil de EU haar doelstellingen halen van tachtig à vijftiennegentig procent CO2 reductie dan betekent het dat alle energie naar elektriciteit moet en alle elektriciteit moet duurzaam. Dit leidt tot een compleet ander energielandschap waar ook grootschalige (seizoensopslag) in verwerkt moet zijn. Is dit niet aanwezig en wil de EU wel haar doelstellingen halen dan zal dit leiden tot een lock-in situatie. Hier moet dus tijdig op geanticipeerd worden door de actoren. Om een lock-in situatie te voorkomen zullen dus minimaal deze verwachte ontwikkelingen meegenomen moeten worden in beleidsdocumenten, visiedocumenten en energievoorspellingen, iets van nu niet tot nauwelijks gebeurd.

Stabilisatiefase

De stabilisatiefase is te ver weg in de tijd om hier een goede betrouwbare analyse over te maken. Hij is daarom opengelaten. Ook mede gezien de vraag of een standaard S-curve nog wel vijftig jaar duurt zoals in de theorie beschreven is, kijkende naar de innovatiegolven van Schumpeter (1939) die steeds sneller gaan.

Samenvattend kan worden gesteld dat het nu van belang is om naar de kantelfase gevolgd door acceleratiefase toe te werken. En in elke fase te anticiperen op bovengenoemde ontwikkelingen en aspecten zodat een lock-in situatie voorkomen kan worden.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN



Dit onderzoek toont aan dat de energiemarkt en daarmee het energienet in transitie is. Geconcludeerd is dat het energienet in de voorontwikkelingsfase zit. Een voorbeeld van de transitie is de historische en verwachte prijscurve van Li-ion batterijen. Deze laat zien dat batterij opslag steeds goedkoper de KW/h wordt. Een ander voorbeeld is de transitie van een volumegestuurde markt naar een flexibiliteitsmarkt. Deze twee voorbeelden zullen een enorme impact hebben op het toekomstige energienet. Echter is er een grote verduurzamings onzekerheid die de snelheid en grootte van de transitie van het energienet zal bepalen. Waardevol aan dit onderzoek is de combinatie van gebruikte theoretische concepten, deze combinatie is namelijk niet eerder toegepast. In dit hoofdstuk wordt eerst antwoord gegeven op de hoofdvraag van dit onderzoek;

In hoeverre kan een lock-in situatie vermeden worden in de transitie van het huidige- naar het toekomstige energienet?

Vervolgens worden er aanbevelingen gegeven onder andere richting vervolg onderzoeken. Hierna wordt er kort gereflecteerd op de gebruikte methode en literatuur. Hierin zal bediscussieerd worden of de juiste methode en literatuur gehanteerd is of dat andere methoden en literatuur misschien tot een beter resultaat hadden geleid.

6.1. Conclusies

Met het model van concurrerende technologieën van Thompson (2007) is aangetoond dat het verzwaren van het energienet de minst efficiënte technologie is en kan leiden tot een lock-in situatie. Dit onderzoek is daarom gericht op het zoeken naar efficiëntere oplossingen zoals het verslimmen (gebruik maken van flexibiliteit) van het energienet. Daarom is met de drie transitielenzen onderzocht in hoeverre een lock-in situatie vermeden kan worden. Uit het onderzoek blijkt dat drie topics centraal staan om de lock-in aspecten te achterhalen. Dit zijn de topics wetgeving, netbeheerder en prosumant.

In het onderzoek is eerst de huidige situatie geschetst en vervolgens een toekomstbeeld gecreëerd, zodat de richting en snelheid van de transitie bepaald kan worden. Uit dit onderzoek blijkt dat de energiemarkt gaat veranderen van een volumegestuurde markt naar een flexibiliteitsmarkt in de toekomst. Tevens zal het zwaartepunt opschuiven van de energieleverancier richting de consument. Aspecten waar rekening mee gehouden moet worden in de flexibiliteitsmarkt zijn; wetgeving (ruimte geven in de wet voor flexibel gebruik van het energienet), het daadwerkelijk aanbieden van flexibiliteit (opslag, omzetting energiedragers, demand response en vermogensturing) en de (her)definiëring van de rol en positie van huidige en nieuwe actoren, zoals de aggregator. Verder wordt uit dit onderzoek duidelijk dat er een nieuw marktmodel gewenst is, een nieuwe business case. Er is een nieuw marktmodel nodig, waarin de flexibiliteit optimaal verdeeld wordt en de waarde van de flexibiliteit maximaal benut wordt. Het correct verdelen van de waarde met de belanghebbenden is cruciaal voor een positieve business case. Voor de energienettransitie die momenteel in de voorontwikkelingsfase zit, is het daarom van belang om nu toe te werken naar de kantelfase. Kenmerkend van de kantelfase is dat systemen beginnen te schuiven en een kant op wijzen (Rotmans et. al., 2000). Voortkomend uit het onderzoek blijkt dat er gezamenlijk moet worden nagedacht en geanticipeerd in de keten over bovengenoemde aspecten. Gebeurt dit niet, dan is er dus kans op een lock-in situatie in het energienet blijkt uit deelvraag 2.

Uit dit onderzoek wordt duidelijk dat de kantelfase rond 2020-2023 zal plaatsvinden. Dit komt omdat naar verwachting de salderingsregeling er af gaat en dat er substantieel meer wind- en zonne-energie bijkomt en dus ook decentraal wordt ingevoerd. Dit geeft een directe aanleiding voor het flexibel gebruik van het energienet. In deze flexibiliteitsmarkt is een nieuwe actor werkzaam in de keten; de aggregator. Deze handelt in capaciteit en flexibiliteit

op basis van beschikbare data. Met als doel piekmomenten in het energieverbruik terug te dringen, zodat netverzwaringen uitgesteld of vermeden kunnen worden en dus lock-in situaties vermeden kunnen worden. Echter moet de wetgever hier wel de ruimte voor bieden, hetgeen momenteel nog niet mogelijk is. In de acceleratiefase, die rond 2030 begint, komt opslag op huishoudenniveau hier ook nog bij qua flexibiliteit optie, wat zorgt voor een enorme flexibiliteit mogelijkheid voor het energienet. De verwachting is dat er een positieve business case voor flexibiliteit in de acceleratiefase is. Naast kleinschalige opslag zal ook grootschalige (seizoen) opslag verder ontwikkeld zijn.

Wil een lock-in situatie vermeden worden in de transitie naar het toekomstige energienet dan zullen bovenstaande ontwikkelingen en aspecten ten eerste verder ontwikkeld moeten worden en ten tweede moet het verankerd worden in wetgeving, zodat het ook vertaald gaat worden in beleidsdocumenten, visiedocumenten en energievoorspellingen, hetgeen momenteel nog niet (genoeg) gebeurt. De eerste uitdaging is om alle actoren dezelfde kant op te krijgen in de transitie zodat naar de kantelfase toegewerkt kan worden. Een experiment met flexibele systemen op grotere schaal dan de huidige proeftuinen lijkt een logische vervolgstap. Dit sluit ook aan bij de literatuur, Thompson (2007) stelt namelijk; om een lock-in situatie te voorkomen zit de crux hem in een balans te vinden tussen enerzijds onzekerheden wegnemen en anderzijds het behoudt van een flexibel karakter.

Sociale implicaties

Door de substantiële toename van windmolens en zonnepanelen zal het Nederlandse landschap gaan veranderen. Om dit gecontroleerd te doen zonder dat het ten koste gaat van de ruimtelijke kwaliteit is energieplanologie gewenst. Taken van een energieplanoloog zijn energiegebiedsvisies opstellen en het uitvoeren van een energietoets als voorbereiding op bestemmingsplannen en inpassingplannen. Het doel hiervan is een gecontroleerde inpassing van duurzame energie in het landschap.

Er zal niet één oplossing zijn en komen voor het flexibel gebruik maken van het energienet. Per locatie zal op straat, buurt, wijk, dorp en/of stad niveau gekeken moeten worden wat voor dat gebied de beste oplossing is. Wat klaar moet liggen is een mandje met mogelijke oplossingen. Dit hoeven niet alleen bovengenoemde flexibiliteitsaspecten te zijn maar kunnen ook relatief simpele verzwaringsopties zijn zoals in achtergrondkader 4.4 beschreven. Het belangrijkste voor het energienet is dat er zo doelmatig en efficiënt mogelijk geïnvesteerd moet worden in het energienet zonder dat het voor een lock-in situatie zorgt. Hier botsen wetenschap en praktijk. De wetenschap stelt namelijk dat verzwaren minder efficiënt is, echter stelt de praktijk dat dit niet altijd zo hoeft te zijn.

Theoretische implicaties

In paragraaf 2.2.3. is een hiërarchische verdeling van de gebruikte theoretische modellen gepresenteerd. Uit de praktijk blijkt dat er in verschillende fases van het multi-fase-concept, lock-in situaties kunnen ontstaan. Sommige van deze lock-in situaties overlappen verschillende fases. Zoals de wetgeving die bepalend is voor het taakveld van actoren. Dit wordt in de theorie niet beschreven, maar komt voort uit dit onderzoek waar bij beide concepten gecombineerd zijn.

Als er gekeken wordt naar de innovatiegolven van Schumpeter (1939), welke steeds sneller gaan, dan is de vraag of de S-curve uit het multi-fase-concept daadwerkelijk nog wel vijftig jaar duurt, zoals de theorie vermeld (Rotmans et al, 2000). Uit de praktijk blijkt dat de S-curve uit het multi-fase-concept begint in 2010 en dat de acceleratiefase begint rond 2030. Dit is zonder de stabilisatiefase, echter is het de vraag of de S-curve inclusief stabilisatiefase vijftig jaar gaat duren. Het lijkt uit de analyse van dit onderzoek in ieder geval niet die kant op te gaan.

Een andere theoretische implicatie is die van Coenen et. al (2000). Zij stellen dat in huidige transitieonderzoeken, is vergeten te onderzoeken waar deze daadwerkelijk plaatsvinden. Uit dit onderzoek is dit ook niet specifiek naar voren gekomen. De reden hiervoor is dat de energienettransitie in de voorontwikkelingsfase zit en dus nog moet plaatsvinden. Dit maakt het lastig te onderzoeken waar dit specifiek gaat plaatsvinden. Dit is meer een onderwerp voor een vervolgonderzoek. Wel is in de tweede alinea bij de sociale implicaties hier al een aanzet tot gegeven.

6.2. Aanbevelingen

In deze paragraaf zullen puntsgewijs alle (beleids) aanbevelingen opgesomd worden, ook voor eventueel vervolgonderzoek. Als laatste zal de relevantie voor de opdrachtgever kort besproken worden.

- Om te anticiperen op de verwachte ontwikkelingen en aspecten is het aan te bevelen dat strategische beleidskeuzes gemaakt worden door alle actoren in de energieketen (inclusief passende wetgeving die ruimte biedt). Dit onderzoek geeft input voor deze strategische beleidskeuzes.
- Het is aan te bevelen voor het rijk, provincies en gemeentes om allemaal een energievisie opstellen zodat duidelijk is welke koers gevaren wordt door de overheid. De eerdere genoemde strategische beleidskeuzes kunnen hierin vertaald worden.
- Dit onderzoek geeft input welke richting het energienet in de toekomst opgaat. Zulke transitieanalyses kunnen andere onderzoekers ook voor andere netten opstellen, bijvoorbeeld voor het gasnet of warmtenet.
- Gezien de energiemarkt lijkt om te slaan van een volumegestuurde markt naar een flexibiliteitsmarkt, is een interessante vervolg hypothese; hoe goedkoper energie wordt, hoe duurder het wordt om het te transporteren (capaciteit).
- Een interessant vervolgonderzoek is om te bepalen wat maatschappelijk gezien de meest efficiënte rolverdeling in de energieketen is. Hoe ga je bepalen wat maatschappelijk gezien de meest optimale oplossing is? Kan een energieleverancier verplicht worden om zijn windmolen het ene moment uit te zetten en het andere moment maximaal te laten draaien? En hoe zit dit bij de consument, kan de consument verplicht worden om haar elektrische auto op gezette tijden op te laden? Hier zitten tegengestelde belangen in zoals reeds aangetoond in dit onderzoek, die elkaar kunnen bijten. Een hypothese voor vervolgonderzoek is: zonder duidelijke spelregels hoe het energienet gebruikt mag worden, zullen de actoren in de energieketen een ander maatschappelijk optimum nastreven.
- Een blinde vlek in het geheel is hoe snel de ontwikkelingen van duurzame energietechnologieën zullen gaan. Het is daarom ook van belang dat vanuit het rijk het wordt aangemoedigd om te innoveren rondom deze thematiek, willen de eerder in het rapport genoemde doelstellingen uit het energieakkoord (SER, 2014) en van de EU gehaald worden. Met de blinde vlek wordt bedoeld dat nieuwe technologische ontwikkelingen de energietransitie en dus ook de energienettransitie in een stroomversnelling kunnen brengen. Bijvoorbeeld als wind- en zonne-energie substantieel goedkoper worden en meer energie kunnen opwekken dan momenteel. Of dat er nieuwe en verbeterde energieopslag faciliteiten komen voor energie.

- Naast de (zakelijke) consumentenmarkt zijn de procesindustrie en de transportsector groot verbruikers van elektriciteit. Het is daarom ook van belang dat deze sectoren ook een verduurzamings- en flexibiliteitslag gaan maken.

Relevantie voor de opdrachtgever

Voor Witteveen+Bos is dit onderzoek van meerwaarde omdat inzichtelijk is gemaakt hoe een lock-in situatie in de energienettransitie vermeden kan worden. Er is inzichtelijk gemaakt waarop geanticipeerd moet worden en in welke fase van het multi-fase-concept hierop gestuurd kan worden. Specifiek de groep energie ontwikkeling kan deze masterthesis gebruiken als input voor haar adviesdiensten met betrekking tot vragen rondom het energienet. Ook kunnen de onderzoeksstructuur en achterliggende theoretische concepten gebruikt worden om vervolgonderzoeken op te zetten en te genereren. Het genereren van nieuwe opdrachten kan worden gedaan door het onderzoek te presenteren op vakinhoudelijke beurzen en congressen zoals de 8^e themamiddag voor SmartgridsNL. Hiernaast kan er een artikel of paper over de uitkomsten van het onderzoek gepubliceerd worden bijvoorbeeld in Energy Policy.

6.3. Discussies

Methodologische discussies

De belangrijkste vraag die hier beantwoord wordt is of andere methoden meer geschikt waren voor dit onderzoek. Gezien het verkennende karakter van dit onderzoek, is het nog steeds gerechtvaardigd dat er kwalitatief onderzoek is gedaan. Met diepte interviews aan de hand van een aantal topics is er namelijk kwalitatief veel informatie verkregen. Deze informatie was met kwantitatief onderzoek niet of in mindere mate verkregen, omdat hier niet de mogelijkheid is tot doorvragen en wijzigen van de volgorde van je vragen. Een kritiekpunt is dat dit onderzoek niet generaliseerbaar is, dit komt door de keuze voor kwalitatief onderzoek.

De interviews zijn letterlijk getranscribeerd en gecodeerd. Over de gecodeerde interviews is een inhoudsanalyse gedaan, zodat overeenkomsten en verbanden snel inzichtelijk zijn gemaakt. Het transcriberen kost in verhouding redelijk veel tijd, de vraag is dan ook of dit niet anders had gekund. Het heeft zeker zijn meerwaarde gehad, maar zet je het af tegen de tijd die de onderzoeker er aan kwijt is, dan zal ik dit aspect van de data-analyse anders aanpakken in een toekomstig vergelijkend onderzoek.

Literaire discussies

Naast de in paragraaf 6.1 genoemde theoretische implicaties wordt hier nog kort ingegaan op de gebruikte theorieën en literatuur. De transitietheorieën van Rotmans (2013), Geels (2002) en Kemp (2010) en de theorie van Arthur (1989) verder uitgewerkt door Thompson (2007) over de competitie tussen technologische ontwikkelingen (huidige vs. toekomstige energienet) zijn de belangrijkste theorieën die gebruikt zijn bij dit onderzoek naar het toekomstig energienet.

Gedurende het onderzoeksproces zijn geen andere theorieën en concepten gevonden die beter bij de thematiek pasten dan de gebruikte theorieën en concepten. De meerwaarde van de gebruikte theorieën in dit onderzoek is dat ze gecombineerd zijn in dit onderzoek, zie paragraaf 2.3.3. Deze combinaties zijn nieuw en dat maakt dit onderzoek uniek. Het zou van meerwaarde zijn als er verdiepende onderzoeken komen op basis van deze combinaties. Bijvoorbeeld hoe een lock-in situatie in de acceleratiefase voorkomen kan worden. Hoe vaker deze theorieën worden gebruikt, hoe meer valide de combinatie van gebruikte literatuur wordt.

In sectie 2.2.2 zijn de kritiekpunten op de transitiekunde beschreven. Hierin kwam naar voren dat de huidige literatuur zich meer focust op het managen van niche-regime dynamie-

ken dan op de het managen van de daadwerkelijke transitie. Dit onderzoek heeft zich meer gefocust op het managen van de daadwerkelijke transitie, specifiek hoe een lock-in in deze transitie voorkomen kan worden. Op dit punt is de literatuur aangevuld.

7. LITERATUURLIJST

- Agentschap NL (2011). *Smart grid pilots, Handvatten voor toepassing van de wetgeving*. Amsterdam, Utrecht en Delft, September 2011.
- Arthur, W. (1989). *Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in By Historical Events*. *Economic Journal* 99(394), pp. 116-131.
- Arthur, W. (1994). *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. University of Michigan Press.
- Baarda, D.B., de Goede, M.P.M., & Teunissen, J. (2009). *Basisboek Kwalitatief onderzoek*. Nederland: Noordhoff Uitgevers bv Afdeling Hoger Onderwijs.
- Bloomberg (2015). *Fossil Fuels just lost the race against renewables*. Publication in Bloomberg new energy finance, April 2015.
- Brundtland Commission (1987). *Our common future*. Oxford university press.
- Bryman, A. (2012). *Social research methods (4th edition)*. New York: Oxford University Press.
- Byrne, D. (1998). *Complexity theory and the social sciences: an introduction*. London: Routledge.
- CE Delft (2012). *Maatschappelijke kosten en baten van intelligente netten*, Delft, CE Delft, januari 2012
- Coenen, L., Benneworth, P. & Truffer, B., (2012). *Towards a spatial perspective on sustainability transitions*. *Research Policy* 41 (6), 968–979.
- De Gooyert V. et. al. (2014). *Dynamiek van de energietransitie, naar een gedeeld beeld van kansen en uitdagingen*. Radboud Universiteit Nijmegen.
- De Haan, H. (2010). *Towards transition theory*. Erasmus Universiteit Rotterdam
- De Haan, H. & Rotmans, J. (2011). *Patterns in transition: understanding complex patterns of change*. *Technological forecasting and social change*, vol. 78, no1, 90/102.
- DNV GL (2015). *Wonen en ondernemen in de energiewereld van morgen*. Arnhem, april 2015.
- ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland (2014). *Energietrends 2014*, een uitgave van ECN, Energie-Nederland en Netbeheer Nederland.
- ECN, (2015). *ECN bedenkt zweeftrein voor ondergrondse energieopslag*. Publicatie in cobouw, mei 2015.
- Elektriciteitswet (1989). *16 November 1989 elektriciteitswet*. gepubliceerd in Staatsblad 535, 16 November.

- European Technology Platform SmartGrids (2012). *SmartGrids SRA 2035: Strategic Research Agenda Update of the SmartGrids SRA 2007, for the needs by the year 2035*.
- Geels, F. & Kemp, R. (2000). *Transities vanuit sociotechnisch perspectief: achtergrondrapportage voor het Vierde Nationaal Milieubeleidsplan*. Een uitgave van het Centrum voor studies van Wetenschap, Technologie en Samenleving/ MERIT, Enschede / Maastricht.
- Geels, F. (2002). *Understanding the dynamics of technological transitions; a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Universiteit Twente, Enschede.
- Geels, F. W. (2005). *Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Gladwell, M. (2000). *The tipping point: How little things can make a big difference*. New York: Little, Brown and Company.
- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery grounded theory: strategies for qualitative inquiry*. London, England: Wiedenfeld and Nicholson.
- Gommans, L.J.J.H.M. (2012). *Gebiedsgerichte energetische systeemoptimalisatie: een onderzoek naar de mogelijkheden voor een duurzame energietransitie*. Published by delft digital press.
- Guizani, M. et. al, (2014). *Smart grid opportunities and challenges of integrating renewable sources: A survey*. Purdue University. Calument, Hammond, USA.
- Hodson, M. & Marvin, S. (2010). *Can cities shape socio-technical transitions and how would we know if they were?* Research Policy 39 (4), 477–485.
- Kemp, R. (2010). *The Dutch energy transition approach*. International Economics and Economic Policy, 7(2-3), 291–316.
- Kern F. & Smith, A. (2008). *Restructuring energy systems for sustainability? Energy transition policy in the Netherlands*. Energy policy, 36 (11) (2008), pp. 4093-4103.
- Lachman, D. A. (2013). *A survey and review of approaches to study transitions*. Energy Policy, 58, 269–276.
- Memorie van toelichting (2014). *Consultatie nieuwe Elektriciteits- en gaswet*. Gepubliceerd door Economische Zaken op 31-07-2014.
- Ministerie van Economische Zaken (2010). *Op weg naar intelligente netten in Nederland*. Den Haag: ministerie van Economische Zaken.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2012). *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Mulder, M. (2014). *De relatie tussen consumenten en energiemarkt onder spanning*. Publicatie in de Economisch Statistische Berichten, Dossier “Consumentenwelvaart als beleidsdoelstelling”, april 2014.

- Navigant research (2014). *Energy storage supply chain opportunities*. Publication of Navigant research, september, 2014.
- Netbeheer Nederland (2011). *Net voor de toekomst, een verkenning*, Arnhem.
- Netbeheer Nederland (2013). *Actieplan duurzame energievoorziening*, Den Haag.
- Netbeheer Nederland, (2014). *Succesvolle praktijkervaringen met duurzame initiatieven*, Den Haag.
- PBL (2012). *Climate and energy roadmaps towards 2050 in north-western Europe*. The Hague/Bilthoven, the Netherlands.
- Reneweconomy (2015). *Why battery storage may but peakings gas plants out of business*, publication on reneweconomy.com.au, April 2015.
- Rifkin (2010). *The empathic civilization: the race to global consciousness in a world in crisis*. Tarcher/penguin; January 2010.
- Rijksoverheid (2014). *Duurzame energie*. Publicatie op: <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/meer-duurzame-energie-in-de-toekomst>.
- Robson, C. (2002). *Real World Research (2^e ed.)* Oxford, Blackwell.
- Rotmans, J., Kemp, R., van Asselt, M.B.A., Geels, F., Verbong, G. & Molendijk, K. (2000). *Transities & transitie management: de casus van een emissiearme energievoorziening*. ICIS-boek, Maastricht, december 2000.
- Rotmans, J. (2013). *In het oog van de orkaan*. Boxtel: Aeneas.
- RVO (2011). *IPIN projectenkaart van proeftuinen van intelligente netten 2011-2015*. publicatie van de rijksdienst voor ondernemend Nederland (RVO), december 2011.
- Schumpeter J. A. (1939). *Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. Two vols. New York: McGraw Hill Book Co. pp. xvi, 1095
- Schut, M. (2015). *The flexibility of the consumers and their preferences regarding the energy bundles*. Eindhoven University of Technology.
- SER (2014). *Energieakkoord voor Duurzame Groei*, Den Haag.
- Shove, E. & Walker, G. (2007). *CAUTION! Transitions ahead: politics, practice and sustainable transition management*. Environment and planning, 39 (4) (2007), pp. 763-770.
- Shove, E. & Walker, G. (2008). *Transition management and the politics of shape shifting*. Environment and planning, 40 (4) (2008), pp. 1012-1014.
- Smith, A. & Kern, F. (2009). *The transitions storyline in Dutch environmental policy*. Environmental politics, 18 (1) (2009), pp. 78-98.

- Steenhuisen, B & de Bruijne, M. (2014). *Waarom worstelen netbeheerders met de energietransitie? Vijf holle antwoorden en een empirisch perspectief*. Paper at the ESEIA-IGS conference SMART AND GREEN TRANSITIONS IN CITIES/REGIONS.
- Teisman, G. et. al. (2009). *Managing complex governance systems*. Routledge critical studies in public management.
- Thompson, M. (2007). *Democratic Governance, technological change and globalisation*. Workshop report from ESRC science in society's Lisbon Symposium.
- Tweede Kamer (2014). *Energierapport*. Publicatie van de tweede kamer, vergaderjaar 2013-2014, 31 510, nr.49.
- Unruh, G.C. (2000). *Understanding carbon lock-in*. *Energy policy*, 28 (2000), pp. 817-830.
- Wet onafhankelijk netbeheer (2007). *7 juni 2007 Wet onafhankelijk netbeheer*. Kamerstukken 7070091, 7 juni 2007.

BIJLAGE I TOPICLIJST INTERVIEWS

Interviewer: Teun van Breukelen
Geïnterviewde:
Interview datum:
Interview tijd:
Interview locatie:

Introductie:

- Bezwaar tegen geluidsopname;
- Voorstel ronde;
 - Introduceren onderwerp masterthesis: *Hoe kan een lock-in situatie vermeden worden tijdens de transitie van het huidige- naar het toekomstige energienet?*
 - Toelichting doel interview

Toekomst:

- Voordat we aan de gespreksonderwerpen beginnen, wil ik u eerst een **Toekomst-vraag** stellen over het energienet: **Hoe ziet u het energienet in 2025-2030** uitgaande van de aanname dat er substantieel meer decentrale invoeding plaats gaat vinden in het energienet (denk aan verzwaren/intelligent maken van het net en de van rol actoren hierin)?
- Kijkende naar de energieketen, waar zal in de **toekomst** het **zwaartepunt** in de keten komen te liggen?
 - Bij de consument-producent;
 - Systeembeheerder (netbeheerder 2.0);
 - Leverancier handelaar/inzamelaar of bij de;
 - Producent.
- Hoe komen we volgens u tot het toekomstige energienet?

Algemene vragen energienet transitie (bijlagen er bij pakken):

- In welke fase zit de energienettransitie kijkende naar het multi-fase-concept? (+toelichting vragen)
- Kijkende naar het multi-level-concept, wat speelt er in de energienettransitie en wie zijn betrokken op (een voor een doorlopen) macro-, meso- en microniveau (+toelichting vragen)?
- Kijkende naar het multi-pattern-concept, welk patroon (onderop, hybride of bovenaf) ziet u in de energienettransitie? (+toelichting vragen)?
- Hoe kan in de energienettransitie een balans gevonden worden tussen het weg nemen van onzekerheden en het behoudt van een flexibel karakter? (Als je alleen gaat verzwaren hoeft je niet meer te verslimmen)

Netbeheerders:

- Wat voor rol (initiator of facilitator) spelen netbeheerders in de energienettransitie (+toelichting vragen)?
- Hoe is de samenwerking tussen de netbeheerders?

- Wat verandert er door de energienettransitie aan taken voor de netbeheerders (nieuwe producten, diensten, ontwikkelingen)?
- Wat zijn kansen en bedreigingen voor de netbeheerders (bijvoorbeeld met betrekking tot de betrouwbaarheid en/of veiligheid van het energienet)?

Consumentengedrag:

- Denkt u dat het consumentengedrag klaar is voor een vraag gestuurd systeem zoals een smart grid op basis van de proeftuinresultaten?
- Gedragsveranderingen kunnen ontstaan door **verbeterde gebruiksinformatie, tariefdifferentiatie (real-time pricing)** en **vermogenssturing** van de netbeheerder hoe kijkt u hier tegen aan (een voor een doorlopen)?
- Wat zijn de kansen en bedreigingen voor de consument/prosument met betrekking tot de energienettransitie?

Wet- en regelgeving:

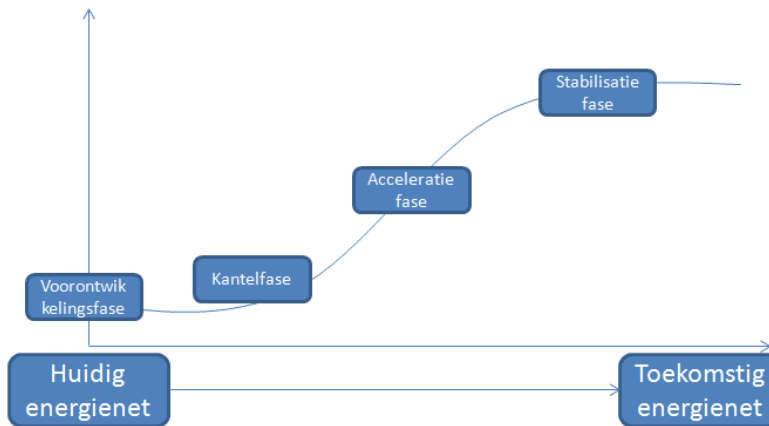
- Rol nieuwe elektriciteit- en gas wet (Egw)
- Rol wetgevingsagenda STROOM
- Rol AMvB experimenten
- Rol AMvB tijdelijke taken
- Rol tariefregeling (flexibele aansluitingen, capaciteit en transport)?
- Wat moet de **capaciteit** van het **netwerk** zijn (ga je vanuit dat iedereen een elektrische auto en warmtepomp heeft)? Hoe kan je dit bepalen?

Afsluiting:

- Wilt u nog ergens op terugkomen of iets toevoegen?
- Transcriptie opsturen en mogelijkheid bieden voor aanpassingen;
- Anonimiteit van de geïnterviewde mits gewenst;
- Heeft u nog tips voor te interviewen stakeholders:
- Interesse in eindresultaat van de masterthesis;
- Bedanken voor de tijd.

Bijlagen algemene vragen:

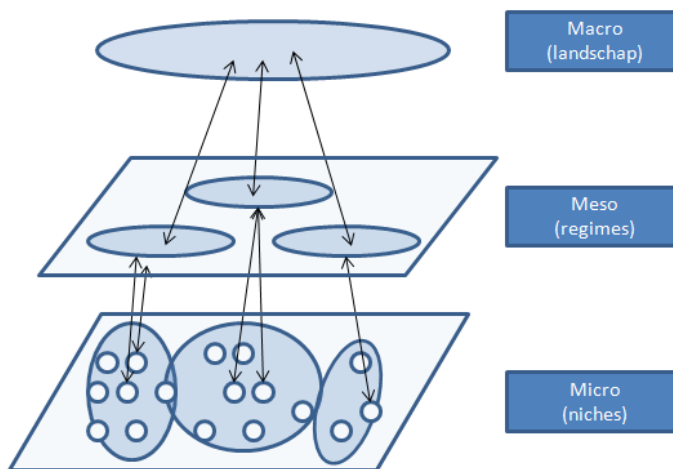
Multi-phase-concept



Er zijn vier fases waarin een transitie zich in kan bevinden;

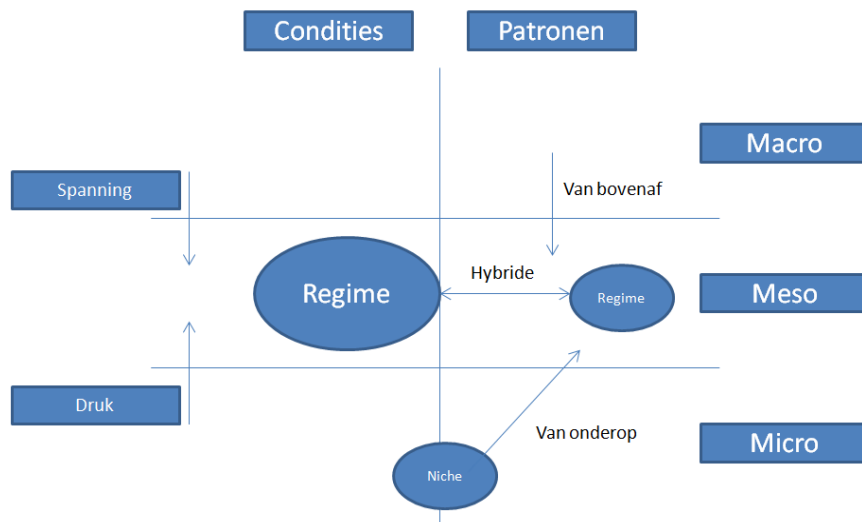
1. Voorontwikkeling fase (experimenteren staat centraal);
2. Take-off fase (veranderingsproces komt op gang, systemen beginnen te schuiven);
3. Acceleratie fase (zichtbare systeemveranderingen op meerdere schaalniveaus en terreinen);
4. Stabilisatie fase (snelheid van transitie neemt af en is leidend tot een nieuw evenwicht).

Multi-level-concept



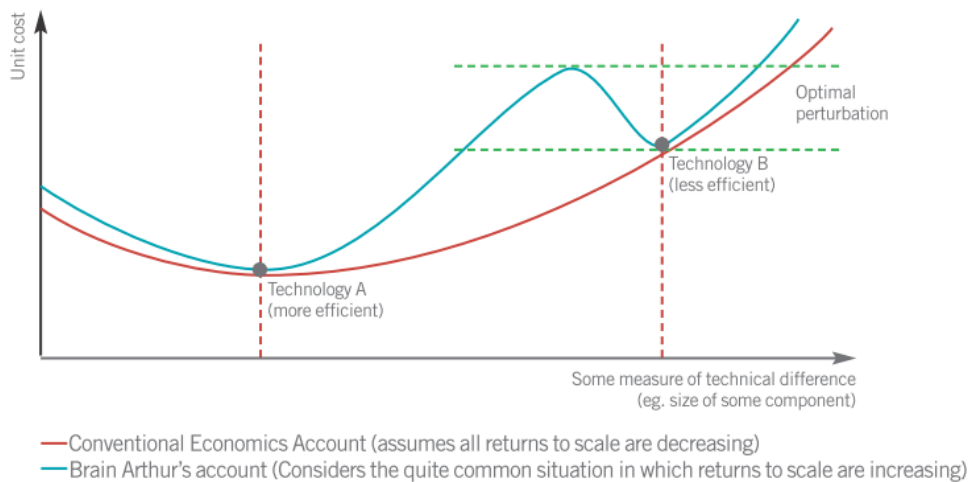
1. Macroniveau, hier gaat het om hoe landschapsveranderingen beïnvloed worden door globale trends en autonome ontwikkelingen (bv. globalisering, klimaatveranderingen);
2. Mesoniveau, hierin zijn de huidige regimes dominant (Geels en Kemp, 2000), deze partijen willen het bestaande systeem vaak in tact houden echter kan de basis voor een systeemverandering ontstaan door toedoen van het huidige regime;
3. Microniveau, hier komen nieuwe ideeën uit door voornamelijk te experimenteren met nieuwe projecten. Doel hiervan is dat er nieuwe innovatieve systemen ontstaan, dit worden niches genoemd (Geels en Kemp, 2000) en kunnen tevens ontstaan naast of binnen een regime.

Multi-pattern-concept



1. "van onderop" patroon, niches ontstaan van onderop. Er vindt co-evolutie plaats tussen deze zelf organiserende systemen wat leidt tot een niche-regime. Deze schuift het oude regime opzij en vormt het nieuwe dominante systeem;
2. "van bovenaf" patroon, door ingrijpende landschapsveranderingen ontstaat een gedwongen regimeverandering;
3. "Hybride" patroon, niches ontstaan binnen het regime en breken door, deze vormen samen het niche-regime binnen het dominante regime. Samen co-evolueren ze tot een nieuw regime.

Model van concurrerende Technologieën





Tweede Kamer

DER STATEN-GENERAAL

Den Haag, 5 maart 2015

HERZIENE CONVOCATIE (Lijst van deelnemers)

Voortouwcommissie: **vaste commissie voor Economische Zaken**

Activiteit: **Rondetafelgesprek**
Datum: donderdag 19 maart 2015
Tijd: 14.00 - 17.00 uur
Openbaar/besloten: openbaar

Onderwerp: Rondetafelgesprek over de rol van netbeheerders

De hierna volgende organisaties en personen zullen aan het rondetafelgesprek deelnemen:

Blok 1

Rol netbeheerders, kostenverdeling van net op zee en transparantie (van 14.00 - 14.40 uur)

- Dhr. Nillesen, PricewaterhouseCoopers
- Dhr. Straathof, Nederlandse Wind Energie Associatie
- Dhr. Grünfeld, Vereniging voor Energie, Milieu en Water
- Dhr. Tieben, SEO Economisch Onderzoek
- Dhr. Kuijpers, Tennet

Blok 2a

Experimenten en het wettelijke domein (van 14.45 - 15.25 uur)

- Mw. Huygen, professor of regulating energy markets, Universiteit van Amsterdam
- Mw. Pielage, Vereniging Particuliere Rijkswegvergunningen van tankstations
- Dhr. Korthals Altes, Fastned
- Dhr. Bos, Autoriteit Consument en Markt

Blok 2b

Experimenten en het wettelijke domein (van 15.30 - 16.10 uur)

- Dhr. Molengraaf, Netbeheer Nederland en Alliander
- Mw. Krist, Gasunie
- Dhr. Kamerbeek, Delta
- Dhr. De Haas, Eneco

Blok 3

Samenhang duurzame opwek en opslag/balanceren (van 16.15 - 17.00 uur)

- Dhr. Brester, Lokale Energie Netwerken & Services
- Dhr. Bokhoven, Duurzame Energie Koepel
- Mw. De Jong, Essent
- Dhr. Alders, Energie Nederland

Griffier: M.C.T.M. Franke

Activiteitsnummer: 2015A00446

BIJLAGE III TRANSCRIPTIES INTERVIEWS

Vanwege de grote omvang van de transcripties zijn deze niet opgenomen in de bijlagen.
Deze zijn echter wel digitaal op te vragen bij de auteur: teunvanbreukelen@hotmail.com.

BIJLAGE IV LIJST MET GEÏNTERVIEWDE ACTOREN

In de tekst wordt geanonimiseerd naar de interviews verwezen. Hiervoor worden de letters A t/m K gebruikt. Welke geïnterviewde bij welke letter hoort is dus alleen bekend voor de onderzoeker. De reden hiervoor is dat sommige respondenten niet letterlijk in het onderzoeksrapport wilde worden opgenomen op deze manier is het niet letterlijk terug te leiden naar wie wat gezegd heeft.

Tabel IV.1 Lijst met geïnterviewde actoren (van Breukelen, 2015)

Geïnterviewde	Datum	Tijdstip	Plaats
Jaap de Boer	24-02-2015	11:00-12:15	Almelo
Ben Tubben	05-03-2015	15:00-16:30	Arnhem
Ruud van de Meerberg	13-03-2015	10:30-11:30	Hengelo
Gert-Jan Mulder	05-03-2015	10:00-11:20	Den Bosch
Lisette Kaupmann	11-03-2015	10:30-11:25	Rotterdam
Wil Scholten	09-03-2015	13:30-15:00	Den Haag
Martin Kiene	09-03-2015	13:30-15:30	Den Haag
Bert van Dorp	04-05-2015	11:30-12:30	Deventer
Marijn Renting	07-05-2015	13:00-14:00	Den Bosch
Anne Smit Sykens	18-05-2015	15:30-16:00	Deventer, telefonische verdieping n.a.v. schriftelijke reactie op de inter- viewvragen