

Erasmus Universiteit Rotterdam

Bachelorscriptie Economie en
Bedrijfseconomie

De Rotterdamse haven

een koploper in de
energietransitie

T. Kuiper

387069

Scriptiebegeleider: dr. B. Kuipers

Tweede lezer: O. de Jong MSc

17-08-2017

Inhoud

Abstract	3
1. Inleiding	4
2. Transitiepaden.....	5
2.1 Het multi-level model.....	6
2.2 Multi-patroon model.....	8
2.3 Transitiepaden.....	9
2.3.1 Top-down transitiepaden.....	9
2.3.2 Bottom-up transitiepaden.....	10
2.3.3 Combinatie tussen top-down en bottom-up.....	10
2.3.4 Adaptatiepaden.....	11
3. Transitie management	12
3.1 Strategisch	12
3.2 Tactisch.....	13
3.3 Operationeel.....	13
3.4 Reflexief.....	14
4. Hoe komt de haven onder druk te staan door de energietransitie?.....	14
4.1 Internationaal klimaatbeleid	15
4.2 Nederlands klimaatbeleid	15
4.3 Spanningen in de Rotterdamse haven	16
4.3.1 Op- en overslag van kolen	17
4.3.2 Olieraffinage	18
4.3.3 Chemische industrie	19

5.	Welke plannen heeft het Havenbedrijf voor de energietransitie?	19
5.1	Technologische transitie.....	19
5.2	Verduurzaming van de energieopwekking.....	20
5.3	Biomassa.....	22
5.4	Carbon Capture and Storage	24
5.5	Circulaire economie.....	25
6.	Tegen welke obstakels loopt de haven aan?.....	27
6.1	Lock-in	27
6.2	Verduurzaming van de energieopwekking.....	27
6.3	Biomassa.....	29
6.4	Carbon Capture and Storage	30
6.5	Circulaire economie.....	31
7.	Hoe kan het Havenbedrijf de energietransitie sturen?.....	32
7.1	Strategisch	32
7.2	Tactisch.....	33
7.3	Operationeel.....	34
7.4	Reflexief.....	36
8.	Conclusie	37
9.	Bibliografie.....	40

Abstract

In deze scriptie is onderzoek gedaan naar de energietransitie in de Rotterdamse haven. Het Havenbedrijf ziet de toekomst van de Rotterdamse haven positief in en wil een voortrekkersrol spelen in het terugbrengen van CO₂-uitstoot en de haven tot aansprekend voorbeeld maken in de mondiale energietransitie. Om dit te bereiken richt het Havenbedrijf zich op verschillende innovatieve projecten. Aan de hand van transitieliteratuur zijn deze projecten geanalyseerd. Hoe deze innovaties zich zullen ontwikkelen en of zij een rol gaan spelen in de duurzame economie van de toekomst is onzeker. Om deze reden is het belangrijk dat het Havenbedrijf het transitieproces zo goed mogelijk coördineert. Het opstellen van een gezamenlijke transitievisie van belangrijke actoren en het onderhouden van goede samenwerking kan helpen voorkomen dat de toekomstvisie van het Havenbedrijf botst met de plannen van andere actoren. Daarnaast is het belangrijk dat de duurzame projecten goed gemonitord en geëvalueerd worden, zodat tegenvallende projecten stopgezet kunnen worden en veelbelovende projecten kunnen worden uitgebreid. Ondanks de uitkomst van de nu gekozen projecten, zou de Rotterdamse haven zich met deze op samenwerken en flexibiliteit gerichte aanpak kunnen ontwikkelen tot een leider in de energietransitie.

1. Inleiding

“12 december 2015 is de dag dat we groene historie schrijven.” Dat was de reactie van staatssecretaris Dijkema van Infrastructuur en Milieu op het VN Klimaatakkoord dat die dag in Parijs was gesloten. In dit internationale klimaatakkoord hebben 195 landen afgesproken om de opwarming van de aarde tegen te gaan. De doelstelling van het klimaatakkoord is helder: de wereldwijde temperatuurstijging onder de 2 °C houden (Rijksoverheid, 2015). Niet alleen op mondiaal niveau is klimaatverandering een hot topic. Ook op Europees niveau werken landen samen om de opwarming van de aarde tegen te gaan. De regeringsleiders van de EU-lidstaten hebben toegezegd te streven naar 80% tot 95% CO₂-reductie in 2050 ten opzichte van 1990 (Europese Commissie, 2011).

Nederland heeft ingestemd met zowel de afspraken in het klimaatakkoord van Parijs als de doelstellingen van de Europese Unie. In het kader van deze afspraken presenteerde minister Henk Kamp in december 2016 de Energieagenda. Hierin staat hoe Nederland geleidelijk de CO₂-uitstoot wil reduceren naar bijna 0 in 2050. Om dit voor elkaar te krijgen wil het kabinet de overstap maken van fossiele energie naar duurzame energie, ook wel de energietransitie genoemd. Het opwekken van energie zal duurzaam moeten worden door het gebruik van windmolenparken op zee of andere groene energiebronnen. Tegelijkertijd moet de energievraag worden teruggedrongen en het gebruik van aardgas omlaag. In de Energieagenda staan ook de ambities van het kabinet om het aantal auto's dat op elektriciteit of waterstof rijdt verder te laten toenemen. Ook de spoorsector, het wegtransport en de luchtvaart zullen uiteindelijk moeten overgaan op duurzamere alternatieven (Ministerie van Economische Zaken, 2016).

Deze energietransitie zal niet gemakkelijk zijn voor Nederland. De invoer, doorvoer en winning van verschillende fossiele energiebronnen zijn op dit moment van groot belang voor de Nederlandse economie. De Rotterdamse haven is met het grootste fossiele cluster van Noordwest-Europa een belangrijke speler op dit gebied. De aan de haven gerelateerde bedrijvigheid is goed voor ruim 180.000 banen en zorgt voor 3,3% van het Nederlands bruto nationaal product (Havenbedrijf Rotterdam, 2016). Helaas is de Rotterdamse haven ook een grote luchtvervuiler. Volgens het jaarverslag van het Havenbedrijf Rotterdam was in 2015 de CO₂-uitstoot van de regio Rotterdam 30 megaton. Meer dan 90% van deze broeikasgassen in Rotterdam komt vanuit het industriële cluster van de haven (Lalkens, 2017). Deze enorme uitstoot van broeikasgassen is goed voor bijna 20% van de totale CO₂-uitstoot in Nederland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015).

Het klimaatakkoord van Parijs en de plannen van het kabinet zijn dus van groot belang voor de haven. Het Havenbedrijf zelf schat de toekomst positief in. Zij zien kansen op het gebied van

verduurzaming van de energieopwekking, het gebruik van biomassa, het opzetten van een Carbon Capture and Storage systeem en het ontwikkelen van een gesloten koolstofkringloop in de haven. “Het Havenbedrijf Rotterdam wil een voortrekkersrol spelen in het terugbrengen van CO₂-uitstoot en de haven tot aansprekend voorbeeld maken in de mondiale energietransitie,” aldus Allard Castelein, CEO van het Havenbedrijf Rotterdam (Port of Rotterdam, 2016). Om te onderzoeken of deze positieve toekomstvisie van het Havenbedrijf Rotterdam terecht is wordt in deze scriptie de transitieplannen van het Havenbedrijf geanalyseerd met behulp van transitietheorieën. De onderzoeksvraag luidt dan ook:

Kan de Rotterdamse haven met de huidige aanpak een leidende rol spelen in de energietransitie?

Om tot een antwoord te komen op de onderzoeksvraag wordt eerst de bestaande literatuur over transitie modellen besproken. Hierbij komen het *multi-level* en *multi-patroon* model aanbod, waarmee het verloop van een transitie beschreven kan worden. Ook wordt de transitie managementcyclus besproken, een managementmodel waarmee actoren het transitieproces kunnen sturen. Vervolgens wordt gekeken welke onderdelen van de Rotterdamse haven transitiegevoelig zijn en welke plannen het Havenbedrijf heeft om een koploper te worden in deze transitie. Deze plannen worden bestudeerd en de nadelen en obstakels van deze plannen worden besproken. Tot slot wordt gekeken hoe de transitie van de Rotterdamse haven de juiste kant op gestuurd kan worden met behulp van het transitie managementcyclusmodel. Om vervolgens in de conclusie tot een antwoord te komen op de onderzoeksvraag of de Rotterdamse haven met de huidige aanpak een leidende rol kan spelen in de energietransitie.

2. Transitiepaden

Een transitie is een proces van fundamentele verandering in een maatschappelijk systeem zoals bijvoorbeeld in de energievoorziening, huisvesting, mobiliteit, landbouw, gezondheidszorg et cetera (Geels F. , 2002). Door het proces van deze structurele verandering te bestuderen probeert men meer inzicht te krijgen in het ontstaan en verloop van deze transities. Het bestuderen van transities is nog een relatief jong onderzoeksveld, maar de afgelopen jaren is de interesse in de ontwikkeling van transities sterk toegenomen (Haan & Rotmans, 2011). Het *multi-level* en *multi-patroon* perspectief worden de laatste jaren steeds vaker gebruikt om systematisch naar transities te kijken. In dit hoofdstuk wordt met behulp van deze twee modellen onderscheid gemaakt tussen elf mogelijke transitiepaden.

2.1 Het multi-level model

Het multi-level model heeft zich ontwikkeld tot een van de basismodellen om de transitiedynamiek te bestuderen. Volgens dit model kunnen transities beter bestudeerd worden door onderscheid te maken tussen drie verschillende niveaus, waarop ontwikkelingen plaatsvinden die de transitie in gang zetten. Het *regime-niveau*, dit is het gangbare systeem met vaste regels, routines en structuren. Het *niche-niveau*, waar innovatieve ontwikkelingen plaatsvinden die afwijken van het bestaande systeem. En het *landschapsniveau*, dit omvat grote maatschappelijke veranderingen over lange termijn (Geels F. , 2002).

Het regime

Het regime vertegenwoordigt de gevestigde orde en heeft in de afgelopen jaren een steeds uitgebreidere definitie gekregen. Eerst werd het regime vooral uitgelegd als een technologisch regime, waarbij het regime bestaat uit vaste regels en denkpatronen die bepalen naar welke nieuwe technologieën onderzoek wordt gedaan. Door dit vaste regime kijken technici niet naar mogelijke ontwikkelingen buiten hun focus (Nelson & Winter, 1982). Later is het begrip regime uitgebreid tot het socio-technologisch regime, waarbij ook de cultuur, structuur en vaste werkwijzen van het maatschappelijk systeem worden meegenomen. Cultuur omvat de gedeelde visies en waarden binnen dat systeem. Structuur omvat bestaande instituties, economische structuur en de fysieke infrastructuur. De werkwijzen zijn dagelijkse routines, regels en gedrag van de mensen binnen het systeem. De cultuur, structuur en vaste werkwijzen vormen en versterken elkaar, waardoor het bestaande systeem in stand wordt gehouden en verandering lastig is (Rotmans & Loorbach, 2010).

Niches

Op het niche-niveau vinden innovaties plaats met een afwijkende cultuur, structuur en werkwijze dan die van het gangbare regime. Deze innovaties worden vaak ontwikkeld in een klein netwerk van koplopers, waar ruimte is voor experimentele praktijken zonder dat het huidige regime hier invloed op uit oefent (Schot, 1998). Niches kunnen de bestaande praktijken radicaal veranderen en uitgroeien tot een nieuw regime. Dit gebeurt vaak stapsgewijs, eerst neemt de niche toe in omvang en ontstaat een niche-regime. Dit niche-regime is concurrerend met het bestaande regime en zou uiteindelijk de plek van het huidige regime kunnen overnemen. Het gevestigde orde staat vaak niet open voor deze verandering en probeert zich met allerlei juridische, financiële, organisatorische en politieke instrumenten te verdedigen (Rotmans, 2011).

Landschapsniveau

Het landschapsniveau vormt de externe maatschappelijke omgeving van het regime- en niche-niveau. Landschapontwikkelingen zijn grote maatschappelijk veranderingen op politiek of

economisch niveau, zoals globalisering, of natuurlijke kenmerken, zoals klimaatverandering. Regime- en nichespelers hebben nauwelijks invloed op het landschap. Veranderingen op landschapsniveau ontstaan meestal zelfstandig en gebeuren langzaam (Geels & Schot, 2007).

Door gebeurtenissen en ontwikkelingen op deze drie niveaus kan het huidige maatschappelijk systeem zijn stabiliteit verliezen. De Haan en Rotmans beschrijven hoe ontwikkelingen op ieder niveau op eigen wijze het huidige maatschappelijk systeem onder druk kunnen zetten (Haan & Rotmans, 2011). Ten eerste kunnen veranderingen op het landschapsniveau zorgen voor externe *spanningen*. Daarnaast kan het zijn dat het bestaande regime intern inconsistent is, dan spreken we van *stress* binnen het regime. Tot slot kunnen innovatieve ontwikkelingen in de niches uitgroeien tot concurrenten en ontstaat er *druk* vanuit niche-regimes.

Spanningen

Het bestaande maatschappelijk systeem is op vele manieren afhankelijk van ontwikkelingen op landschapsniveau. Het regime wordt door zijn omgeving voorzien van input, zoals energie, kapitaal, goederen, arbeid en informatie. Daarnaast heeft een maatschappelijk systeem vaak ook een uitstroom van afval dat wordt afgestaan aan de omgeving. Veranderingen in het landschap, zoals milieubewustzijn, het opraken van fossiele brandstoffen en afvalverwijderingsproblemen, kunnen spanningen opleveren in het huidige maatschappelijk systeem (Haan & Rotmans, 2011).

Stress

Een maatschappelijk systeem is ontstaan om in een bepaalde maatschappelijke behoefte te voorzien. Soms kan het huidige systeem onvoldoende voorzien in deze maatschappelijke behoeften of is er sprake van inconsistentie binnen het systeem. Een voorbeeld hiervan is de agrarische sector, waar de subsidieregelingen die bedoeld waren om de schommelingen tussen overproductie en tekorten tegen te gaan, juist leidden tot meer overproductie. Als het bestaande maatschappelijk regime niet goed aansluit bij de maatschappelijke behoefte die het moet dienen, dan wordt er gesproken van interne stress (Haan & Rotmans, 2011).

Druk

Druk kan ontstaan als niches zich ontwikkelen tot concurrenten voor het huidige regime. Niches kunnen concurrerend zijn in termen van producten, innovatie producten vervangen bepaalde aspecten van het huidige regime. Daarnaast kunnen niches uitgroeien tot concurrenten op het gebied van inputmiddelen. Zo kan bijvoorbeeld de opmars van biobrandstof het agrarische regime onder druk zetten, doordat ze zowel de productie van biobrandstof als de agrarische sector vraagt

Wanneer de ontwikkelingen op deze drie niveaus op een bepaalde manier samenkomen, versterken zij elkaar en ontstaat er een situatie waarin een transitieproces kan worden doorlopen (Grin, 2011). Veranderingen op het niche- en landschapsniveau zetten het bestaande maatschappelijk systeem onder druk. Het bestaande regime verliest zijn stabiliteit en sluit niet meer aan bij de maatschappelijke behoefte waarin het moet voorzien. Hierdoor wordt een kans gecreëerd voor niche-innovaties om door te breken in de heersende markt en te concurreren met het bestaande regime (Geels & Schot, 2007).

2.2 Multi-patroon model

In het *multi-patroon* model worden verschillende patronen beschreven waaruit een transitieproces is opgebouwd (Haan & Rotmans, 2011). Ten eerste het *top-down patroon* dat beschrijft hoe een regime zich aanpast aan de externe druk van veranderingen op landschapsniveau. Daarnaast wordt het *bottom-up patroon* genoemd dat beschrijft hoe een niche van onderaf kan doorbreken en het bestaand regime vervangen. Tot slot is er de mogelijkheid tot *adaptatie*, dan verandert het bestaande regime zijn werking door samen te werken of samen te voegen met een opkomende niche. Het transitieproces is vaak opgebouwd uit een aaneenschakeling van verschillende combinaties en herhalingen van deze patronen.

Top-down

Bij het top-down patroon komt een niche op door invloeden van buiten het huidige maatschappelijk systeem. Veranderingen op landschapsniveau, zoals de problematiek rond klimaatverandering kunnen discussies over het functioneren van het huidige maatschappelijk systeem veroorzaken (Rotmans & Loorbach, 2010). Vaak leidt dit er toe dat de overheid veranderingen wil doordrukken. Er ontstaan spanningen in het huidige systeem en dit creëert ruimte voor niches om door te breken. Kenmerken van het top-down patroon zijn: hervormende wetgeving vanuit de overheid en van bovenaf geïnitieerde veranderingen in de bestaande infrastructuur (Haan & Rotmans, 2011).

Bottom-up

Een nieuwe niche komt op of een bestaande wordt groter op eigen kracht of door een netwerk van niches te vormen. Een niche groeit zo uit tot een niche-regime en wordt een meer dominant alternatief voor het huidige systeem. Kenmerken van een bottom-up patroon zijn: investeren in onderzoek, het verkrijgen van erkenning door patenten en certificering en het vormen van netwerken en lobbygroepen (Haan & Rotmans, 2011).

Adaptatie

Het huidige maatschappelijk systeem blijft zichzelf verbeteren en integreert met opkomende niches om passend te blijven voor de veranderende maatschappelijke behoefte. Op deze manier probeert

het huidige systeem zijn positie vast te houden of zelfs te versterken. En is het systeem beter opgewassen tegen eventuele druk en spanningen. Kenmerkend hiervoor zijn: herpositionering van bedrijven op de markt, reorganisatie en innovatie (Haan & Rotmans, 2011).

2.3 Transitiepaden

Hierboven zijn patronen beschreven waaruit een transitieproces is opgebouwd. In werkelijkheid is een transitie een complex en constant veranderend proces. Verschillende omstandigheden oefenen op hetzelfde moment druk uit en tegelijkertijd zijn er meerder transitiepatronen gaande die elkaar onderling beïnvloeden. Bovendien beïnvloedt de reactie van het regime ook hoe de transitie verloopt. Door al deze tegelijkertijd afspelende ontwikkelingen samen te voegen kan een transitiepad geschetst worden. Een transitiepad probeert een beeld te geven van het verloop van een transitie. De Haan en Rotmans noemen de volgende elf transitiepaden en hebben deze ingedeeld naar hun meest dominante transitiepatroon (Haan & Rotmans, 2011).

2.3.1 Top-down transitiepaden

Radicale hervorming

Als het bestaande regime zich aanpast aan de nieuwe normen en eisen die ontstaan uit spanningen van bovenaf, dan spreken we van radicale hervorming. Een voorbeeld hiervan is de doorvoering van een EU-richtlijn, waarbij nationale instituties hervormd moeten worden om aan de nieuwe norm te kunnen voldoen.

Revolutie

Als het bestaande regime zich niet aanpast aan de spanningen van buitenaf, dan komt er druk vanaf het landschapsniveau om een andere oplossing te zoeken. Deze aansporing om een andere oplossing te zoeken kan komen van een abrupte verandering in de beschikbaarheid van input of van de overheid in de vorm van subsidie. Nieuwe niches krijgen de mogelijkheid om zich ontwikkelen of een bestaand niche wordt de ruimte gegeven om te groeien, zodat zij uiteindelijk de plek van het bestaande regime kunnen innemen. Het opraken van fossiele grondstoffen is een voorbeeld van een abrupte verandering op het landschapsniveau, waardoor de druk om een andere oplossing te vinden hoog oploopt.

Instorting

Vaak leidt het top-down transitiepatroon niet zomaar tot een nieuw stabiel maatschappelijk systeem. Door de spanningen op het landschapsniveau wordt het bestaande regime wel onstabiel, maar het wordt niet snel genoeg vervangen door een goed functionerend alternatief. Het radicaal privatiseren

van een gehele sector is een voorbeeld van een transitie die meer dan eens juist tot een slechter functionerend maatschappelijk systeem heeft geleid.

2.3.2 Bottom-up transitiepaden

Herschikking

Door innovatieve ontwikkelingen groeien één of meerdere niches uit tot een niche-regime. Het nieuwe niche-regime wordt opgenomen door het huidige regime. Het bestaande maatschappelijke systeem weet zo zijn positie te versterken en behoudt zijn rol als het dominante systeem.

Connexion ondergaat op dit moment een herschikking. Elektrisch rijden uitgegroeid tot een werkelijke vorm van transport en wil dit niche-regime opnemen in de eigen structuur door onder andere 100 elektrische bussen aan te schaffen (Connexion, 2017).

Substitutie

Bij substitutie groeit een niche ook uit tot een niche-regime. Het verschil met herschikking is dat het bestaande maatschappelijke systeem niet meedoet. Het niche-regime groeit op eigen kracht uit tot een concurrent voor het bestaande regime en neemt uiteindelijk de rol van dominant systeem over. Technologische innovaties zijn hier een goed voorbeeld van, maar ook de snelle opkomst van een nieuwe politieke partij kan worden gekwalificeerd als substitutie.

Terugslag

Niches verwerven aanvankelijk kracht of populariteit, maar het lukt niet om het bestaande maatschappelijk systeem te vervangen. Dit kan komen doordat de populariteit enkel een hype was of doordat de niches niet in staat blijken om de groeiende vraag aan te kunnen. Het kan ook voorkomen dat een niche-regime al op grote schaal functioneert en uiteindelijk een terugslag ervaart doordat een onvoorzien probleem of risico zichtbaar wordt. Een voorbeeld hiervan is de bitcoin, die eind 2013 mateloos populair was. Binnen een maand steeg de waarde van de munt van \$120 naar \$1150, maar de bitcoin ervoer een hevige terugval en komt niet van de grond als betaalmiddel (Van der Meer, 2015).

2.3.3 Combinatie tussen top-down en bottom-up

Technologisch

Een technologisch transitiepad bestaat uit een combinatie van top-down en bottom-up patronen. Het huidige maatschappelijk systeem probeert zich aan te passen aan de spanningen van bovenaf. Dit gebeurt niet doordat het bestaande regime zichzelf probeert te hervormen, maar door open te staan voor ontwikkelingen van onderaf. Het regime laat zich beïnvloeden door opkomende innovaties en neemt veelbelovende niches in zijn eigen structuur op. Het bestaande regime is dus

actief in het coördineren van zijn eigen veranderingsproces. Het technologische transitiepad geeft de meest de beheerste transitiemogelijkheid weer. Een voorbeeld hiervan is invoering van de Zorgverzekeringswet in 2006 die voor een stapsgewijze transitie van de Nederlandse gezondheidszorg moest zorgen (Strien & Bhageloe-Datadin, 2015).

Opkomend

Bij het opkomende transitiepad speelt er ook een combinatie van het top-down en bottom-up patroon. Ontwikkelingen op landschapsniveau creëren ruimte voor een niche om door te breken. En precies op dat moment weet een niche uit te groeien tot niche-regime en deze kans te benutten. Het grote verschil met het technologische transitiepad is dat het bestaande regime zich in dit geval niet aanpast en zal worden vervangen. De transitie wordt niet van bovenaf gecoördineerd, maar verloopt spontaan. De opkomst van communicatie via mobieltjes en internet als vervanger voor communicatie per fax of post is een voorbeeld van een opkomende niche die werd ondersteunt door de liberalisering van de telecommunicatiemarkt.

Lock-in

Het bestaande maatschappelijk systeem gaat op zoek naar een manier op zichzelf te hervormen, om zich te weren tegen de spanningen die ontstaan door ontwikkelingen op het landschapsniveau. Net als bij het technologische transitiepad laat het bestaande regime zich beïnvloeden door niches en neemt nieuwe structuren over. Bij dit transitiepad zijn de niches echter nog niet voldoende ontwikkeld of ze zijn niet verenigbaar met de structuur van het huidige systeem. Het bestaande regime hervormt zich tot een systeem dat niet goed functioneert en niet meer goed aansluit bij de maatschappelijk behoefte. Het bestaande regime is gebonden aan de niche-investeringen en zit vast in een positie waar het geen kant op kan. De transitie naar de proefdiervrije ontwikkeling van geneesmiddelen bevindt zich op dit moment bijvoorbeeld in een lock-in. Door de strakke regulatie van effectiviteits- en veiligheidsstudies voor de ontwikkeling van medicijnen en het feit het regime zich heeft vastgebeten in het gebruik van dierproeven, is de innovatie en toepassing van proefdiervrije methoden heel lastig (Hekkert, 2013).

2.3.4 Adaptatiepaden

Transformatie

Het bestaande regime kon niet meer voorzien in de maatschappelijke behoefte, maar weet zich met succes aan te passen. Het aangepaste maatschappelijk systeem kan beter omgaan met spanningen van bovenaf en de interne problemen zijn opgelost. De digitalisering bij dienstverleners is hier een voorbeeld van. Banken hebben een betaalapp ontwikkeld om te kunnen voorzien in de toenemende behoefte van de consument om bankzaken te kunnen regelen met de mobiele telefoon.

Systeem ondergang

Ondanks zijn poging tot verandering slaagt het huidige systeem er niet in zich aan te passen aan de veranderende maatschappelijke behoeften. Door de interne stress kan het bestaande systeem niet meer goed functioneren en valt het uit elkaar. Een voorbeeld hiervan is de Sovjet-Unie. Ondanks de hervormingspolitiek van Gorbatsjov was het communistische regime niet meer te redden van de ondergang (Noomen & Voerman, 1993).

	Aanpassing van het regime	Vervanging van het regime	Transitie mislukt
Top-down	Radicale hervorming	Revolutie	Instorting
Bottum-up	Herschikking	Substitutie	Terugslag
Top-down/Bottum-up	Technologisch	Opkomend	Lock-in
Adaptatie	Transformatie		Systeem ondergang

Tabel 1: Overzicht transitiepaden

3. Transitie management

Transitiemanagementtheorie probeert systematisch weer te geven hoe de betrokken actoren het transitieproces kunnen sturen. In de transitiemanagementcyclus van Loorbach worden vier verschillende typen van managementactiviteiten onderscheiden die relevant zijn voor maatschappelijke transitie. Hierbij gaat het om de strategische, de tactische, de operationele en de reflexieve fase (Loorbach, 2010).

3.1 Strategisch

In de strategische fase wordt een langetermijnvisie gevormd voor het gehele maatschappelijk systeem. Deze visie moet volgens het transitiemanagementmodel worden gevormd door een *transitie arena* op te zetten. In deze transitie arena komt een klein netwerk van koplopers bij elkaar om na te denken en te discussiëren over de toekomst van het maatschappelijk systeem. De transitie arena werkt het best als de koplopers verschillende achtergronden hebben en zo autonoom mogelijk kunnen handelen. Dit betekent dat het netwerk niet enkel uit mensen moet bestaan die een vertegenwoordiging zijn van het huidige regime, maar dat ook uit nieuwkomers met innovatieve ideeën een plekje aan de tafel moeten krijgen. De koplopers stellen een transitieagenda op waarin gezamenlijke doelstellingen, actiepunten, projecten en instrumenten om deze doelstellingen te realiseren worden vastgelegd. Deze transitieagenda zal de richtlijn vormen voor de volgende managementfasen.

In de strategische fase moet de discussie over het huidige maatschappelijke systeem vooral gaan over de overkoepelende aspecten van het systeem. Hierbij moeten de koplopers zich richten op de culturele aspecten, de gedeelde normen en waarden, ethiek, duurzaamheid en het functionele belang van het maatschappelijk systeem voor de samenleving. Uiteindelijk moet deze discussie leiden tot een gezamenlijke visie voor de toekomst. Een duidelijk en goed doordacht langetermijnbeleid is noodzakelijk om richting te geven aan de transitie. Zo is het transitieproces minder vatbaar voor de grillen van wisselende politieke partijen, individuele belangen en maatschappelijke druk.

3.2 Tactisch

In de tactische fase draait het om de beslissingen van dominante actoren in het maatschappelijke systeem. Deze actoren zijn de bedrijven, organisaties, netwerken, instituties en infrastructuren die samen het huidige regime vormen. Bedrijven of organisaties denken vaak wel na over de transitie en ontwikkelen een strategische visie voor de toekomst, maar deze visie komt voort uit eigen belangen en kijkt vooral naar de directe omgeving van het bedrijf. Vanuit het perspectief van de totale transitie leiden deze eigen strategische toekomstvisies juist tot fragmentatie. De beslissingen die deze actoren maken zijn gericht op de orde van de dag en het bereiken van eigen doelstellingen. Ze houden geen rekening met wat uiteindelijk voor iedereen de beste beslissing is.

Volgens het transitie-managementmodel moeten na het ontwikkelen van de transitieagenda de dominante actoren bij de discussie betrokken worden. De strategische langetermijnvisie zal vertaald moeten worden naar een concrete aanpak voor de verschillende bedrijven, organisaties en overheidsorganen in het maatschappelijk systeem. In deze fase vormen actoren samenwerkingsverbanden en wordt er onderhandeld over investeringen, individuele plannen en het bijschaven van strategieën.

3.3 Operationeel

In de operationele fase van de transitie-managementcyclus worden experimenten uitgevoerd waarvan gedacht wordt dat ze een bijdrage kunnen leveren aan het transitieproces. Deze experimenten moeten niche-innovaties helpen ontwikkelen, zodat ze op grote schaal toepasbaar zijn. Deze experimenten zijn vaak duur en kosten veel tijd, daarom is het belangrijk om bevindingen met elkaar te delen en van elkaar te leren. Daar waar het mogelijk is moet geprobeerd worden gebruik te maken van bestaande structuren. Het doel in de operationele fase is het creëren van een portfolio met relevante experimenten, die elkaar aanvullen en versterken, bijdragen aan een duurzaam transitieproces, geschikt zijn voor schaalvergroting en waarvan de voortgang goed te monitoren is.

3.4 Reflexief

Een essentieel onderdeel van de transitie managementcyclus is het constant monitoren van de voortgang. Het nauwlettend volgen van ontwikkelingen in het transitieproces, maar ook het monitoren van het transitie management draagt bij het leerproces van transities. Voortgang in het transitieproces bevat fysieke veranderingen in het maatschappelijk systeem, zoals het doorbreken van niche-ontwikkelingen, maar ook acties van individuen en collectieve actoren op het regime niveau. Het monitoren van transitie management gebeurt voor alle fasen van de transitie managementcyclus. Bij de transitie arena wordt gelet op het gedrag en de netwerkactiviteiten van de koplopers. Hoe staat het met de activiteiten en projecten waar zij verantwoordelijk voor zijn en lukt het ze om nieuwe samenwerkingsverbanden tussen regimeactoren te vormen? Bij de volgende fasen moet de transitie agenda in de gaten gehouden worden. Sluiten de afspraken, doelen, projecten en instrumenten aan bij de overeengekomen visie. Ook bij het monitoren van de opgezette experimenten moet de transitie agenda in het achter hoofd worden gehouden. Zijn de transitie-experimenten nog relevant met betrekking tot de huidige kennis en inzichten en hoe kunnen de lessen uit de experimenten het best overgedragen worden.

In het transitieproces moeten verschillende actoren met elkaar samen werken en van elkaar leren. Door goed te monitoren en evalueren in alle fasen van de transitie managementcyclus wordt dit leerproces gestimuleerd. Aandacht voor de voortgang, struikelblokken en verbeterpunten in iedere fase zorgt ervoor dat het transitieproces constant bijgestuurd en verbeterd kan worden. De transitie managementcyclus is een continu proces. De verschillende fasen schikken zich naar uitkomsten uit de bovenliggende fase, maar gedurende het verloop van het transitieproces zullen de managementactiviteiten in de verschillende fasen tegelijk plaatsvinden.

4. Hoe komt de haven onder druk te staan door de energietransitie?

Sinds de jaren '60 trekken wetenschappers al aan de bel dat de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer toeneemt en dit samengaat met wereldwijd stijgende temperaturen. Klimaatverandering heeft lange tijd weinig prioriteit gehad, maar de laatste jaren is de aandacht voor klimaatverandering sterk toegenomen. In 2015 vond 91% van de Europeanen dat klimaatverandering een ernstig probleem is (Europese Commissie, 2015). In het multi-level model kunnen deze toenemende zorgen over klimaatverandering worden beschouwd als spanningen op het landschapsniveau. De toenemende aandacht voor het klimaatprobleem is ook in de politiek waar te nemen. Zowel op nationaal als op internationaal niveau worden klimaatdoelstellingen opgesteld.

4.1 Internationaal klimaatbeleid

Eind 2015 is wereldwijd afgesproken om de opwarming van de aarde tegen te gaan. Bijna alle landen hebben toen het klimaatakkoord van Parijs getekend. Het hoofddoel van dit klimaatakkoord is de wereldwijde temperatuurstijging in ieder geval niet boven de 2 °C te laten komen, met het streven deze tot 1,5 °C te beperken. Door het klimaatakkoord te tekenen verplichten de landen zich tot het nemen van maatregelen die uitstoot van broeikasgassen zoveel mogelijk beperken en tot het doen van investeringen die een bijdrage kunnen leveren aan een klimaatneutrale samenleving (Rijksoverheid, 2015).

Ook in de Europese Unie is veel aandacht voor klimaatverandering. In 2010 is een 10-jarenplan opgesteld voor slimme, duurzame en inclusieve groei, genaamd Europa 2020. Hierin heeft de Europese Unie zichzelf bindende doelstellingen opgelegd voor 2020. Klimaatverandering en duurzame energievoorziening zijn een belangrijk onderwerp in deze Europa 2020 strategie (Rijksoverheid, 2017). In dit 10-jarenplan stond dat in 2020:

- de uitstoot van broeikasgassen in de Europese Unie 20% minder moet zijn dan in 1990
- 20% van de energie in de Europese Unie uit duurzame energiebronnen moet komen
- het energieverbruik met 20% verminderd moet zijn door energie-efficiënte maatregelen.

Maar het blijft niet alleen bij de klimaatdoelstellingen van Europa 2020. In 2014 zijn ook voor de langere termijn klimaatdoelstellingen opgesteld. De regeringsleiders van de EU-lidstaten hebben toegezegd te streven naar een CO₂-reductie van 80% tot 95% in 2050 ten opzichte van 1990. Om deze koolstofarme economie van 2050 te bereiken, zijn tussendoelen opgesteld. In 2030 moet de uitstoot van broeikasgassen met 40% teruggedrongen zijn en in 2040 met 60% (Europese Commissie, 2011). Zowel de afspraken in het klimaatakkoord van Parijs als de doelstellingen van de Europese Unie hebben invloed op klimaatbeleid en -doelstellingen in Nederland.

4.2 Nederlands klimaatbeleid

Ook op nationaal niveau is er de laatste jaren veel klimaatbeleid bijgekomen. Nederland was in 2013 een van de grote achterblijvers wat de Europese afspraken voor duurzame energie betreft. Volgens de opgestelde doelstellingen moet in 2020 ten minstens 14% van het totale energieverbruik in Nederland duurzaam zijn opgewekt. Maar in 2013 was het aandeel duurzaam opgewekte energie in Nederland pas 4,5% (Molenaar & Kakebeeke, 2015). Om de verduurzaming in Nederland een boost te geven is in dat jaar het Energieakkoord gesloten door meer dan 40 organisaties, die zich gezamenlijk in gaan zetten voor de verduurzaming van de samenleving en economie. In het Energieakkoord is onder andere afgesproken dat 14% van de Nederlandse energieproductie in 2020 afkomstig moet zijn uit hernieuwbare bronnen, zodat aan de Europese doelstellingen wordt voldaan.

In 2023 moet de duurzame energieproductie zelfs 16% zijn. Daarnaast zetten de partijen van het Energieakkoord zich in voor een besparing van het energieverbruik van 1,5% per jaar en het creëren van 15.000 voltijdsbanen (Sociaal-Economische Raad, 2013). De afspraken in het Energieakkoord lopen tot 2023. Daarom werd in 2016 de Energieagenda gepresenteerd door minister Kamp van Economische Zaken: “De Energieagenda beschrijft het einddoel dat we in 2050 moeten bereiken en de route daarnaartoe.”

In de Energieagenda is vastgelegd dat Nederland geleidelijk de CO₂-uitstoot wil reduceren, zodat er in 2050 nauwelijks nog CO₂ wordt uitgestoten. Om de CO₂-uitstoot fors te verminderen wordt ingezet op een *energietransitie*: het kabinet wil af van fossiele brandstoffen en kolencentrales en overstappen op het gebruik van duurzame energiebronnen. Om dit te bereiken zet het kabinet in op de verduurzaming van zowel de energievraag als het energieaanbod. Om de energievraag terug te dringen wordt de verwarming van woningen, gebouwen en tuinbouwkassen verbeterd en verduurzaamd om energie te besparen. Daarnaast wordt het gebruik van duurzaam opgewekte elektriciteit en duurzame warmte gestimuleerd om de vraag naar aardgas te verminderen. De Energieagenda bevat ook de ambities van het kabinet om het aantal auto's dat rijdt op elektriciteit of waterstof te laten toenemen. Vanaf 2035 mogen er dan alleen nog maar duurzame auto's worden verkocht in Nederland. Ook andere vervoersopties moeten eraan geloven. De spoorsector moet volledig overschakelen op groene stroom en ook de scheep- en luchtvaart zullen ze over moeten op CO₂-arme brandstoffen. Tot slot moet ook de energiebehoefte en CO₂-uitstoot van de industrie fors teruggedrongen worden (Ministerie van Economische Zaken, 2016).

Het kabinet noemt in de Energieagenda ook plannen voor de verduurzaming van het energieaanbod. Energiecentrales op kolen en andere fossiele brandstoffen moeten geleidelijk gesloten worden en vervangen worden door groenere opties. De uitbreiding van windenergie op land en op zee moeten hier een belangrijke rol in gaan spelen. Net als energieproductie door zonnepanelenparken. Daarnaast kan ook de energieopwekking en productie van duurzame brandstoffen uit biomassa een bijdrage aan leveren aan de verduurzaming van het energieaanbod (Ministerie van Economische Zaken, 2016).

4.3 Spanningen in de Rotterdamse haven

De toenemende belangstelling voor het klimaatprobleem en de komst van veel nieuw klimaatbeleid veroorzaken in de haven van Rotterdam spanningen op het landschapsniveau. Als gevolg van de aangescherpte milieuwetgeving en de veranderende vraag op de fossiele markt zal vooral het industriële cluster van de haven het zwaar krijgen. Het industriële cluster draait vooral om de olieraffinaderijen, de energieopwekking en de chemische industrie en heeft een sterke fossiele

positie (Wuppertal Institute, 2016). Fossiele grondstoffen en minerale olieproducten zijn goed voor 54% van de totale overslag in Rotterdam (Havenbedrijf Rotterdam, 2016). Grote stromen ruwe olie en kolen worden aangevoerd en in het fossiele cluster van de haven verwerkt of doorgevoerd naar het achterland. Het industriële cluster in de Rotterdamse haven omvat meer dan 45 chemiebedrijven, vijf olieraffinaderijen, terminals, energiecentrales en bijbehorende scheepsvaartactiviteiten en is daarmee het grootste fossiele cluster van Noordwest-Europa (Port of Rotterdam, 2016). Het is een samenkomst van fossiele activiteiten: op- en overslag van olie, gas en kolen, verwerking van fossiele grondstoffen tot producten in de raffinage en in de chemische industrie, en de doorvoer van fossiele producten naar binnen- en buitenland. Het fossiele cluster is daarmee verantwoordelijk voor een groot deel van de Rotterdamse bedrijvigheid en werkgelegenheid (TNO, 2016).

Dit indrukwekkende fossiele cluster gaat echter wel gepaard met een enorme uitstoot van broeikasgassen. In 2015 was de CO₂-uitstoot van de regio Rotterdam rond de 30 megaton, dit is bijna 20% van de totale CO₂-uitstoot in Nederland (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015). De energiecentrales produceren samen 14 megaton CO₂, de raffinaderijen 10 megaton en de chemische industrie 4 megaton. Dit betekent dat het petrochemisch cluster en de energiecentrales samen verantwoordelijk zijn voor 28 van de 30 megaton CO₂ die in de haven uitgestoten wordt, dit is meer dan 90% van de totale uitstoot van de haven (Lalkens, 2017).

Om aan de klimaatdoelstellingen te voldoen zal de CO₂-uitstoot van het fossiele cluster in de komende jaren dus fors moeten worden teruggedrongen. Maar niet alleen het terugdringen van de CO₂-uitstoot heeft hoge prioriteit. Ook de voorgenomen energietransitie zal grote gevolgen hebben voor de Rotterdamse haven. Door het terugdringen van het gebruik van fossiele grondstoffen bij de energieproductie en de productie van brandstoffen zullen de afzetmogelijkheden voor fossiele producten flink teruglopen en dit zal terug te zien zijn in de overslagcijfers van de haven.

4.3.1 Op- en overslag van kolen

De Rotterdamse haven is het centrale punt voor de aan- en doorvoer van kolen in Noordwest-Europa. Door de gunstige waterdiepte van 23,65 meter kunnen zelfs de allergrootste schepen lossen en laden in de haven van Rotterdam. Dit maakt de haven aantrekkelijk voor de overslag van grote hoeveelheden kolen. Een deel van de ingevoerde kolen blijft in de Rotterdamse haven en is bestemd voor energieopwekking in de kolencentrales (Port of Rotterdam, 2017). Deze kolencentrales worden hard geraakt door het aangescherpte milieubeleid. In het Energieakkoord was al besloten dat de oude kolencentrales moesten sluiten, maar nu wordt ook gesproken over sluiting van de nieuwe centrales die net geopend zijn (Havenbedrijf Rotterdam, 2016).

Het deel van de kolen dat voor de industrie in Rotterdam is bestemd is maar klein. Bijna 87% van de kolen wordt namelijk direct doorgevoerd naar het achterland. Vooral de Duitse kolencentrales en de Duitse staalindustrie zijn grote afnemers van kolen. Het is dus niet alleen Nederlands beleid dat de kolenoverslag onder druk zet, ook het Duitse klimaatbeleid kan veel invloed hebben op de aan- en doorvoer van kolen. Wat de Duitse kolencentrales betreft, de kans dat deze binnenkort moeten sluiten is niet zo groot. Na de ramp bij de kerncentrale in Fukushima heeft Duitsland in 2011 aangekondigd dat alle 17 kerncentrales uiterlijk in 2022 gesloten moeten zijn. Sinds 2015 moeten ook de vervuilende bruinkoolcentrales eraan geloven. Na deze aankondigingen is het onwaarschijnlijk dat de kolencentrales ook vervroegd moeten sluiten, omdat dit een stabiele elektriciteitsvoorziening in Duitsland in gevaar brengt. Ook in de staalindustrie wordt voorlopig nog geen sterke daling in de vraag naar kolen verwacht, omdat er nog nauwelijks efficiënte alternatieven zijn voor grootschalige staalproductie. Toch groeit ook in Duitsland het maatschappelijk verzet tegen de vervuilende kolenindustrie. Als deze maatschappelijke weerstand ertoe leidt dat het gebruik van kolen in Duitsland wordt verminderd, dan gaat de Rotterdamse haven de afname van de op- en overslag van kolen in de portemonnee voelen (TNO, 2016).

4.3.2 Olieraffinage

Ruwe olie kent ook een grote doorvoer naar het achterland. Bijna een derde van de ingevoerde olie wordt direct weer geëxporteerd naar onder andere België en Duitsland. De rest van de olie is bestemd voor de petrochemische industrie in de Rotterdamse haven. Hier wordt ruwe olie in olieraffinaderijen omgezet in verschillende raffinageproducten. Een deel van deze producten is bestemd voor de transportsector, bijvoorbeeld diesel, benzine en kerosine. Het andere deel van de raffinageproducten wordt gebruikt voor de productie van plastic en andere petrochemische producten. Veel van deze olieproducten worden meteen weer geëxporteerd. Het milieubeleid in België en Duitsland heeft dus ook invloed op de op- en overslag van ruwe olie in de Rotterdamse haven. Een radicale vergroening van de transportsector in deze landen kan direct een afname van de in- en doorvoer van ruwe olie in Rotterdam betekenen. Het bijkomstige indirect effect van de verminderde vraag naar raffinageproducten kan deze afname in ruwe olieoverslag ook nog eens versterken (Ruwe olie, 2017).

De transitie van olie naar groene alternatieven zal waarschijnlijk langer duren dan de uitfasering van kolen. De vergroening van de transportsector en de overgang naar elektrisch rijden vragen om grotere maatschappelijke aanpassingen. Maar uiteindelijk zal de vraag naar transportbrandstoffen en olieproducten voor de chemische industrie afnemen. De Rotterdamse haven heeft wel het voordeel dat zij een gunstige concurrentiepositie heeft. De raffinagesector in Rotterdam is relatief groot en schoon in vergelijking met andere concurrenten in Noordwest-Europa. En ook de nabijheid van de

chemische industrie levert een concurrentievoordeel op. Hierdoor kan het Rotterdamse oliecluster waarschijnlijk beter overeind blijven in de kleiner wordende raffinagemarkt dan andere Europese locaties (TNO, 2016).

4.3.3 Chemische industrie

De Rotterdamse haven kent een van de grootste concentraties van chemische bedrijven in de wereld. Door de samenwerking en synergie tussen chemiebedrijven en het fossiele cluster ontstaat een zeer gunstig bedrijfsklimaat. De dichtbijgelegen olieraffinaderijen kunnen de chemiesector voorzien van organische grondstoffen. En door de strategische ligging van de haven zijn andere chemische grondstoffen gemakkelijk aan te voeren vanuit de hele wereld (Port of Rotterdam, 2017). Maar ook de chemische industrie moet verduurzamen. Uitstoot van broeikasgassen moet omlaag en de chemische sector moet zoveel mogelijk af van fossiele grondstoffen. De overstap van fossiele input naar groene grondstoffen maakt de chemische sector ook minder afhankelijk van het fossiele cluster. Als de raffinagesector dan in de problemen raakt door dalende vraag vanuit de transportsector, dan zorgt dit niet meer gelijk voor een crisis in de aanvoer van organische stoffen voor het chemisch cluster. Ook de druk op het chemische sector om een snelle overstap te maken naar groene industrie wordt dus steeds groter (TNO, 2016).

5. Welke plannen heeft het Havenbedrijf voor de energietransitie?

5.1 Technologische transitie

Het Havenbedrijf Rotterdam wil van de haven een internationale koploper maken in het ontwikkelen en het grootschalig toepassen van technieken om CO₂-uitstoot van de industrie tot vrijwel nul terug te brengen en zo de Rotterdamse haven tot een aansprekend voorbeeld maken in de mondiale energietransitie. Het Havenbedrijf wil actief een bijdrage leveren aan de versnelling van de energietransitie en probeert alle mogelijke initiatieven die ons een stapje dichterbij een klimaatneutrale economie brengen te ondersteunen. Samen met bedrijven wil het Havenbedrijf concrete proefprojecten opzetten om te experimenteren met uiteenlopende technieken en maatregelen. Hierbij richt het Havenbedrijf zich niet alleen op bedrijven die nu in de haven gevestigd zijn, maar ook op nieuwe bedrijven met innovatieve ideeën (Port of Rotterdam, 2016).

Met deze strategie probeert het Havenbedrijf een transitie in gang te zetten die het best te kwalificeren valt als een technologisch transitiepad. Het Havenbedrijf probeert zich namelijk aan te passen aan de spanningen op het landschapsniveau, die zijn ontstaan door de nieuwe klimaatdoelstellingen. En neemt actief deel aan de energietransitie door zich te laten beïnvloeden

door innovatieve ideeën en deze in hun eigen structuur op te nemen. Door een coördinerende rol aan te nemen wil het Havenbedrijf aansturen op een zo beheerst mogelijk veranderingsproces.

Om het transitieproces in de haven te sturen en te ondersteunen heeft het Havenbedrijf in 2011 de Havenvisie 2030 opgesteld. Dit Port Compass geeft de ambities aan voor de toekomst van de Rotterdamse haven en welke acties het Havenbedrijf wil ondernemen om dit te bereiken. Als cruciale acties voor 2030 noemt de Havenvisie: “de transitie naar meer biobased chemie en industrie, verduurzamen van de energieopwekking en realisatie van *Carbon Capture and Storage*.” Het Havenbedrijf wil het onderzoeken en toepassen van deze verschillende innovaties zoveel mogelijk faciliteren. In 2016 heeft het Wuppertal Instituut in opdracht van de haven onderzocht langs welke transitiepaden de Rotterdamse industrie haar CO₂-uitstoot drastisch kan verminderen zonder dat de productie van onder andere brandstoffen en chemische producten hieronder moet lijden (Wuppertal Institute, 2016). Het Wuppertal Instituut heeft gekeken naar de impact van het gebruik van biomassa, de realisatie van een Carbon Capture and Storage systeem of het opzetten van een circulaire economie. Het Havenbedrijf stelt dat een combinatie van de onderzochte paden nodig zal zijn om transitie door te kunnen maken. In het Rotterdamse havengebied is een aantal projecten opgezet die in deze transitiepaden passen. Het gaat om niche-projecten op het gebied van verduurzaming van de energieopwekking, biomassa, Carbon Capture and Storage en circulaire economie (Port of Rotterdam, 2017).

Ieder van de door het Havenbedrijf uitgekozen niche-projecten moet een eigen ontwikkeling doormaken en het bestaande regime verbeteren of vervangen. Deze ontwikkelingen, en de struikelblokken die daarbij komen kijken, kunnen ook weer beschreven worden aan de hand van transitiepaden. In het vervolg van dit hoofdstuk zullen van de vier eerdergenoemde niche-projecten de transitiepaden verder uitgewerkt worden.

5.2 Verduurzaming van de energieopwekking

De huidige energieproductie draait vooral op aardgas en kolen. Het Havenbedrijf wil naast deze de opwekking van energie met deze traditionele energiebronnen, ook investeren in energieproductie op basis van andere energiedragers zoals de zon, wind en biomassa. Energieopwekking door gebruik van biomassa zal verderop in deze scriptie aan bod komen. In deze paragraaf wordt vooral aandacht besteed aan zonne- en windenergie.

De Rotterdamse haven is een gunstige locatie voor windparken. Vanwege de ligging aan de Noordzee staat er bijna altijd een stevige wind. In de Havenvisie 2030 heeft het Havenbedrijf als doel gesteld om in 2020 een totaal opgesteld windvermogen van 300 megawatt te hebben. Op dit moment zijn de windturbines die in de Rotterdamse haven staan opgesteld samen goed voor een vermogen van 200

megawatt. Dit is bijna 6,5 procent van de totale Nederlandse windenergieproductie. Voor de aanleg van een nieuw windturbinepark is de zeewering van Maasvlakte 2 een belangrijke locatie. De zeewering is eigendom van de Nederlandse staat en vanaf 2023 is Rijkswaterstaat verantwoordelijk voor het beheer van de zeewering. Het Havenbedrijf wordt door Rijkswaterstaat betrokken bij onderzoek naar de mogelijkheden en bij de realisatie van windturbines op de zeewering. Windparken op zee zijn voorlopig nog niet aan de orde voor de kust van de Rotterdamse haven. Het Havenbedrijf stelt dat dit de veilige afhandeling van scheepsvaart in gevaar kan brengen (Port of Rotterdam, 2016).

Bij windkracht 2 tot 3 beginnen moderne windturbines stroom op te wekken. Het vermogen van een windturbine neemt toe als het harder gaat waaien. Vanaf windkracht 6 leveren de meeste windturbines het volle vermogen. Bij een hogere windkracht zal de hoeveelheid stroom per seconde niet meer toenemen. Boven windkracht 10 wordt de turbine uitgeschakeld om overbelasting te voorkomen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2017). Gemiddeld levert een moderne windturbine een vermogen van 2 tot 3 megawatt. Met één windturbine van 3 megawatt in Nederland wordt bijna 4.000 ton aan CO₂-uitstoot bespaard. Per megawatt kunnen ongeveer 600 huishoudens van elektriciteit worden voorzien (Port of Rotterdam, 2016). Het doelvermogen van 300 megawatt in 2030 zou dus bij optimale windcondities elektriciteit opleveren voor 180.000 huishoudens.

Op dit moment is het opwekken van windenergie op land en op zee duurder dan het opwekken van energie door gas en kolen. Door te investeren in nieuwe technieken om windenergie goedkoper en aantrekkelijker te maken proberen bedrijven daar verandering in te brengen. Ook de Rijksoverheid de productie van duurzame energie aantrekkelijker maken. De overheid geeft subsidies om investeringen in windenergie en de aanleg van vier grote windparken in de Noordzee te stimuleren (Port of Rotterdam, 2016).

Het groeiende aantal windparken voor de Nederlandse kust biedt kansen voor de Rotterdamse haven. De aanleg, installatie en het onderhoud van de windparken brengt een hoop werk met zich mee. Aangezien het voordelig is om dit soort activiteiten vanuit een locatie aan de kust te organiseren, kan de Rotterdamse haven het centrum worden voor windenergie-gerelateerde bedrijvigheid. Bovendien is de Rotterdamse haven een belangrijk knooppunt in het elektriciteitsnetwerk. Dit maakt de haven een handige plek voor een aansluitingspunt waar de hoogspanningsstroom van de windparken op zee wordt aangesloten op het landelijke elektriciteitsnet (Wuppertal Institute, 2016).

Het gebruik van zonne-energie loopt minder vaart dan windenergie. Toch ziet het Havenbedrijf kansen voor de Rotterdamse haven. De daken van bedrijfspanden in de haven zijn te gebruiken voor energieopwekking met zonnepanelen. Met een totaal bebouwd oppervlakte van 3.500 hectare biedt de Rotterdamse haven volop ruimte voor grootschalige zonnepanelenparken. In 2016 is het grootste zonnepark van Rotterdam geopend. Op het dak van het vriespakhuis van FrigoCare zijn op een oppervlakte van 7.500 vierkante meter 3.100 zonnepanelen geïnstalleerd. Hiermee kan jaarlijks 750.00 kWh elektriciteit worden opgewekt. De aanleg van het zonnepark voorkomt jaarlijks de uitstoot van bijna 325 ton CO₂ (Port of Rotterdam, 2016). Het Havenbedrijf wil bedrijven die de ontwikkeling van zonne-energieparken verder kunnen helpen ondersteunen.

De groei van het aandeel groene elektriciteit in de energievoorziening leidt wel tot meer fluctuatie in het aanbod van elektriciteit. Op bewolkte, windstille dagen zal energie ergens anders vandaan moeten komen. En bij harde wind kan het zijn dat volop draaiende windturbines stilgezet moeten worden omdat de vraag achterblijft. Als grote energieconsument zou de Rotterdamse haven kunnen functioneren als flexibele elektriciteitsvrager. Bepaalde elektrische processen, zoals elektrolyse en elektrische warmte- en stoomopwekking, zullen in de toekomst waarschijnlijk steeds meer worden toegepast in de haven en zijn over het algemeen geschikt om flexibel ingezet te worden. Dit vanwege de lage investeringskosten van warmte- en stoomopwekking en omdat de warmte kan worden opgeslagen. In tijden van lage elektriciteitsprijzen zal op volle toeren gedraaid worden en bij een hoge elektriciteitsprijs neemt de vraag af om zo de fluctuaties op het elektriciteitsnet te compenseren (Wuppertal Institute, 2016).

Het Havenbedrijf zet in op de niche-ontwikkeling van wind en zonne-energie als vervanger voor de fossiele energieproductie. De bouw van steeds meer wind- en zonneparken zal er uiteindelijk toe leiden dat de meeste energiecentrales moeten sluiten. Deze niche-ontwikkeling van duurzame energie gaat niet samen met de huidige inrichting van het regime. Wind- en zonne-energie vraagt om aanpassing van het huidige elektriciteitsnetwerk. En door het fluctuerende aanbod van wind- en zonne-energie zal de manier waarop omgegaan wordt met vraag en aanbod van elektriciteit flink moeten veranderen. De doorbraak van wind- en zonne-energie past het best bij het transitiepad: *substitutie*. Een niche-innovatie groeit uit tot een concurrent voor het bestaand regime en zal het uiteindelijk vervangen.

5.3 Biomassa

Het Havenbedrijf ziet de enorme voordelen die biomassa kan hebben als duurzame grondstof voor verschillende toepassingen (Port of Rotterdam Authority, 2015). Zo is biomassa inzetbaar bij de productie van duurzame brandstoffen, bij de opwekking van energie en als vervanger van fossiele

input in de chemische sector. Vraag naar brandstof van koolwaterstoffen zal er waarschijnlijk ook in een klimaatneutrale economie nog zijn. Deze vraag zal grotendeels komen van de transportsector, omdat het voor zwaar wegtransport, scheepsvaart en luchtvaart lastig is om op elektriciteit over te schakelen (Wuppertal Institute, 2016). Voor de productie van deze duurzame brandstof zijn koolstofhoudende grondstoffen nodig. Om het gebruik van fossiele grondstoffen af te remmen, kan biomassa in de toekomst een grondstof voor biobrandstoffen zijn. In een Fischer-Tropschfabriek kan vergaste biomassa met behulp van een katalysator worden omgezet in allerlei producten, waaronder gasolie, nafta, kerosine en grondstoffen voor de chemische industrie (Ikink, 2008). Deze techniek om brandstof uit biomassa moet nog verder worden ontwikkeld, maar heeft de mogelijkheid om uit te groeien tot een duurzame manier van brandstofproductie. Deze duurzame brandstoffen bieden mogelijkheden voor de toepassing in scheeps- en luchtvaart en kunnen zonder aanpassingen of extra kosten worden gebruikt in bestaande dieselmotoren (ASFE, 2017). Bovendien zijn deze groene brandstoffen geschikt voor de huidige brandstofinfrastructuur, de haven kan de bestaande pijpleidingen en schepen gebruiken om de groene brandstof naar de vrager te vervoeren (Wuppertal Institute, 2016).

Verder kan biomassa ook gebruikt worden in de energieproductie. Energie kan opgewekt worden door in plaats van kolen, biomassa te verbranden. Hiervoor moeten de kolencentrales omgebouwd worden tot groene elektriciteitscentrales. In de komende jaren zullen de kolencentrales op de Maasvlakte starten met het gezamenlijk verbranden van biomassa en kolen. Door de bijstook van biomassa gaat de CO₂-voetprint van de kolencentrales omlaag. De nieuwe kolencentrales op de Maasvlakte is het al mogelijk 20 tot 30 procent biomassa bij te stoken (Port of Rotterdam Authority, 2015). Tegen 2050 kunnen de kolencentrales omgebouwd zijn tot volledig biomassa verbrandende energiecentrales (Wuppertal Institute, 2016).

Het Havenbedrijf ziet een goede toekomst in biomassa en wil deze industrie ondersteunen met ruimte en faciliteiten. Een voorbeeld hiervan is de Rotterdam Bio Port, waar alle verschillende toepassingen van biomassa zijn samengebracht. Door alle biomassa activiteiten hier samen te brengen moet de Rotterdamse haven het centrale biomassa overslagpunt worden. De biomassaproductie in Europa is lang niet voldoende om te voldoen aan de vraag. Biomassa voor de Rotterdamse industrie en het achterland moet dus vooral komen van overzee. Voor de bulkimport van biomassa is de Rotterdamse haven een geschikte locatie, omdat gebruik gemaakt kan worden van de bestaande faciliteiten (TNO, 2016). Zo moet Rotterdam niet alleen het biomassa aanvoerpunt worden voor de Nederlandse markt, maar vanuit hier de hele Noordwest Europese markt van biomassa worden voorzien (Port of Rotterdam Authority, 2015).

Biomassa als duurzame vervanger van fossiele grondstoffen vraagt vooral om grote investeringen en technologische ontwikkelingen. Het Havenbedrijf probeert de faciliteiten te bieden, zodat de biomassa-industrie zich kan ontwikkelen en een essentieel onderdeel gaat uitmaken van de energie- en brandstofproductie. Hiermee wil het Havenbedrijf een transitiepad creëren voor biomassa dat valt onder *herschikking*. Bij *herschikking* wordt een opkomend niche opgenomen in het bestaande regime, waardoor het huidige maatschappelijke systeem wordt versterkt. Door de kolencentrales om te bouwen naar biomassa verbrandende energiecentrales kunnen zij hun functie blijven vervullen. En ook de huidige brandstofinfrastructuur en transportsector kunnen blijven bestaan met de duurzame brandstof.

5.4 Carbon Capture and Storage

Carbon Capture and Storage, afgekort CCS, is het afvangen en ondergronds opslaan van CO₂ dat vrijkomt bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Omdat de vrijgekomen CO₂ niet in de atmosfeer terecht komt, spreekt men van een klimaatneutrale toepassing. CCS wordt met name voor olieraffinaderijen, de staalproductie en de chemiesector gezien als een belangrijk instrument om de CO₂-uitstoot te verminderen. Deze sectoren zijn van groot economisch en maatschappelijk belang en de kans dat deze industrieën snel alternatieven vinden om duurzaam te produceren en hun CO₂-uitstoot terug te dringen is niet zo groot. Het Havenbedrijf denkt dat door onder andere CCS toe te passen ook de kolencentrales op Maasvlakte 2 nog lange tijd open kunnen blijven (Port of Rotterdam, 2017). In 2016 was er een concreet plan om een grootschalig CCS-demonstratieproject te doen bij de energiecentrale van Uniper op de Maasvlakte. De bedoeling was om gedurende twee jaar 25% van de CO₂-uitstoot van de energiecentrale af te vangen en op te slaan in lege gasvelden onder de Noordzee. De energiebedrijven Uniper en Engie zouden samen 100 miljoen euro bijdragen aan dit project, zodat de techniek en infrastructuur ontwikkeld kon worden om CCS op grote schaal toe te passen in de Rotterdamse haven (Port of Rotterdam, 2016). Echter, Uniper en Engie hebben recentelijk aangekondigd te willen stoppen met het CCS-demonstratieproject (Port of Rotterdam, 2017).

Het Havenbedrijf ziet nog steeds toekomst in het opslaan van CO₂ onder de Noordzee. Samen met enkele andere partijen wordt daarom een verkenning gedaan naar het realiseren van een basisinfrastructuur voor het verzamelen en transporteren van CO₂ in het Rotterdamse havengebied. Het Havenbedrijf wil een pijpleiding aanleggen die langs alle bedrijven in het havengebied gaat om de afgevangen CO₂ af te voeren en op te slaan onder de Noordzee. Door deze basisinfrastructuur als collectieve voorziening op te zetten kunnen er veel kosten worden bespaard (Port of Rotterdam, 2017). De Rotterdamse haven is uitstekend geschikt om een centrale rol te spelen in het verzamelen

van de in Europa uitgestoten CO₂ en het opslaan hiervan onder de Noordzee. De Rotterdamse industrie is zelf een grote CO₂-uitstoter en ook naburige industriegebieden in Duitsland en Frankrijk zijn grote potentiële CO₂-bronnen. Door de ligging van de haven is ook de afstand tot potentiële CO₂ opslagplaatsen relatief klein. Dit geldt vooral voor de lege gasvelden maar verder op zee bevinden zich ook zoutwaterlagen in de zeebodem als potentiële opslagplek. Als het aanleggen van pijpleidingen naar deze opslagplaatsen niet mogelijk blijkt, dan kan de CO₂ vanuit de haven ook met schepen vervoerd worden. Bovendien heeft Nederland veel ervaring met verschillende soort gasnetwerken en kan deze kennis gebruikt worden voor het opzetten van een CCS-systeem (Wuppertal Institute, 2016).

Door een CCS-pijpleiding aan te leggen in de Rotterdamse haven probeert het Havenbedrijf ondersteuning te bieden aan bedrijven die moeite hebben hun CO₂-uitstoot te verminderen. Deze industrieën maken intern niet een echt transitieproces door, maar door de afvang van CO₂ zijn ze beter opgewassen tegen de druk om duurzamer te produceren. Er is hier dan ook geen sprake van een transitiepad, deze situatie past beter bij het aanpassingspad: *transformatie*. Het systeem is niet in staat een transitie door te maken, maar weet zich zo aan te passen dat het beter om kan gaan met de maatschappelijke druk om CO₂-uitstoot te verminderen.

5.5 Circulaire economie

In een circulaire economie worden in tegenstelling tot de traditionele economie geen grondstoffen weggegooid. Door de productie en consumptie zo efficiënt en schoon mogelijk te organiseren wordt verspilling tegen gegaan. De circulaire economie begint bij het gebruik van circulaire grondstoffen. Dit zijn grondstoffen die niet uitgeput raken maar zichzelf snel weer aanvullen zoals bijvoorbeeld bij biomassa het geval is.

In de gesloten kringlopen worden producenten en grondstoffen zo veel mogelijk hergebruikt, zodat minder nieuwe grondstoffen nodig zijn en waardevernietiging wordt beperkt. Nuttige materialen kunnen worden herwonnen door afvalstromen te recyclen. En bijproducten van het ene bedrijf kunnen worden gebruikt als input in de productie van een ander bedrijf. Hierbij gaat het niet alleen om fysieke producten, maar ook warmte is een bijproduct dat nuttig kan zijn voor een ander bedrijf. Door pijpleidingen aan te leggen tussen bedrijven en terminals kunnen bedrijven warmte en stoom uitwisselen. In 2030 wil het Havenbedrijf door onder andere levering aan stedelijke gebieden en kassen in de Greenport de restwarmte van de Haven zo volledig mogelijk benutten. Deze circulaire infrastructuur moet de energiekosten en CO₂-uitstoot van bedrijven in de Rotterdamse haven terugdringen. Met behulp van een uitgebreide uitwisselingsinfrastructuur moeten bedrijven niet alleen warmte, maar uiteindelijk alle mogelijke materialen kunnen delen (Havenvisie 2030: Port

Compass, 2016). Als het restproduct uiteindelijk op geen enkele manier meer nuttig kan worden ingezet, dan kan door de verbranding van afval energie opgewekt worden (Circulaire economie, 2017).

Een van de scenario's in het Wuppertal Rapport spreekt ook van een circulair systeem voor fossiele brandstoffen. Het petrochemische cluster produceert een hoop koolwaterstofafval. Dit wordt nu vooral in afvalverbrandingsinstallaties verwerkt om warmte en elektriciteit te produceren. Maar in een gesloten kringloop waar verschillende productieprocessen op elkaar aangesloten worden, kunnen fossiele restproducten in een volgend productieproces gebruikt worden. De koolwaterstofresten uit de olieraffinaderijen kunnen in vergassingsinstallaties worden omgezet tot *syngas*, een gasmengsel van koolstofmonoxide, koolstofdioxide en waterstof. Syngas kan in de eerdergenoemde Fischer-Tropschfabriek gebruikt worden voor het vormen van synthetische brandstoffen en chemicaliën zoals methanol. De synthetische brandstoffen zijn vaak schoner en van hogere kwaliteit dan fossiele brandstoffen. Chemicaliën als methanol zijn belangrijke grondstoffen voor de chemische industrie. Het gebruik van synthetische chemicaliën draagt ook bij aan de vergroening van de chemische sector (Ikink, 2008).

De productie van syngas kan enorm uitgebreid worden door ook gemeentelijk afval en plasticafval te gaan vergassen. Op deze manier kunnen ook de koolstofresten in dit afval hergebruikt worden en de industrie in de haven voorzien van grondstoffen voor synthetische brandstoffen en chemicaliën. In het scenario van de fossiele kringloop schetst het rapport de Rotterdamse haven als een bijna koolstofneutrale economie. Waarin de overstap is gemaakt van minerale olie als grondstof naar het gebruik van hernieuwbare grondstoffen. Om dit te kunnen realiseren moet de industrie voorzien worden van genoeg koolstofhoudend afval. Dit kan alleen als het afval in West-Europa wordt verzameld en is de Rotterdamse haven omgezet wordt in koolstofhoudende grondstoffen (Wuppertal Institute, 2016).

Bij het hervormen van de Rotterdamse haven tot een circulaire economie met een gesloten koolstofkringloop, heeft de haven een paar gunstige eigenschappen. Zo kan afval vanuit West-Europa gemakkelijk per schip naar de haven worden vervoerd. Bovendien kan het geproduceerde syngas meteen door het bestaande petrochemische cluster worden opgenomen (Wuppertal Institute, 2016).

Om het industrieel cluster te ontwikkelen tot een circulaire economie denkt het Havenbedrijf na over hoe met grondstoffen omgegaan moet worden en hoe het Havenbedrijf bij kan dragen aan de gesloten kringloop. Door te investeren in, faciliteren en adviseren aan bedrijven en ondernemers wil het Havenbedrijf ondersteunen bij de opbouw van een circulaire economie (Port of Rotterdam, 2017). Het Havenbedrijf oefent vanaf landschapsniveau druk uit op het regime om de ontwikkeling

tot een circulaire economie in gang te zetten. Als het industriële cluster er met de juiste investeringen en technische ontwikkelingen in slaagt zich om te compleet te hervormen tot circulair systeem, dan kan gesproken worden van het transitiepad: *radicale hervorming*.

6. Tegen welke obstakels loopt de haven aan?

6.1 Lock-in

Vanwege de toenemende druk om minder CO₂ uit te stoten en duurzamer te produceren wil het Havenbedrijf wil een actieve speler zijn in de energietransitie. Door in te zetten op innovatieve niche-ontwikkelingen en deze onderdeel te maken van de huidige havenstructuur wil het Havenbedrijf de transitie sturen. De hoop is dat doordat het Havenbedrijf een coördinerende rol aan neemt, de transitie zo beheerst mogelijk verloopt. Hoe de transitie uiteindelijk gaat uitpakken is vooral afhankelijk van de ontwikkeling van de niches. In het vorige hoofdstuk is voor ieder niche een positieve uitkomst geschetst. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de obstakels die iedere niche-ontwikkeling moet overwinnen. Als deze obstakels te groot blijken en de niches niet in staat blijken uit te groeien tot een volwaardige vervanging van het regime, kan de haven in een *lock-in* komen. De niches waarin is geïnvesteerd blijken niet voldoende ontwikkeld of verenigbaar met de huidige structuur. De Rotterdamse haven kan zich ontwikkelen tot een systeem dat niet goed functioneert. En zo in een positie terecht komt waarin het vast zit aan gedane investeringen, die niet aansluiten bij de behoeftes van het maatschappelijk systeem.

6.2 Verduurzaming van de energieopwekking

Het Havenbedrijf investeert in wind en zonne-energie om de energieproductie door fossiele brandstoffen te vervangen (Port of Rotterdam, 2016). Het substitutiepad dat het Havenbedrijf voor ogen heeft is niet vanzelfsprekend. De ontwikkeling van wind en zonne-energie brengt een aantal uitdagingen met zich mee. Ten eerste is het aanleggen van een wind of zonnepark een enorme investering. Op dit moment worden ondernemers met een windparkproject door de overheid gecompenseerd met subsidies en belastingvoordeel, maar deze overheidssteun zal een keer ophouden. Windenergie is met de huidige technieken duurder dan energie uit fossiele brandstoffen. Sommige van de grootste en modernste windmolens kunnen concurreren met fossiele energieproducenten, maar alleen als ze ergens staan waar het genoeg waait en waar de aanlegkosten minimaal zijn (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2017).

Windparkontwikkelaars concurreren om dit soort locaties waar de wind en randvoorwaarden het gunstigst zijn. Als de beste locaties al volgebouwd zijn, hebben windparkontwikkelaars verschillende opties. Ze kunnen uitwijken naar minder gunstige locaties. Bij locaties met lagere windsnelheden

zullen windmolens op technologische vlak nog flink moeten verbeteren om genoeg rendement te halen. Windparken verder op zee vangen wel veel wind, maar brengen ook hogere aanlegkosten met zich mee. Daarnaast moet bij windparken op zee ook rekening worden gehouden met rendementsverlies vanwege de lange kabelafstand. Om windparken rendabel te maken zonder subsidie zal dus nog een hoop geïnvesteerd moeten worden in de verbetering van windturbines.

Een andere manier om wind- en zonne-energie concurrerend te maken op de energiemarkt, is door de kosten van milieuvervuiling door te berekenen aan fossiele energieproducent. Sinds 2005 werkt Europa met het *European Union Emissions Trading System*, afgekort ETS-systeem, om CO₂-uitstoot te verminderen. Er wordt een limiet gesteld aan de totale maximale CO₂-uitstoot, binnen deze vastgestelde uitstoot kunnen bedrijven emissierechten kopen. Per jaar mag een bedrijf niet meer CO₂ uitstoten dan het aantal gekochte emissierechten, anders worden hoge boetes opgelegd. Als bedrijven minder uitstoten kunnen ze hun emissierechten onderling verhandelen (Europese Commissie, 2017). Het probleem met dit systeem is dat er een overschot aan emissierechten is. Onder andere vanwege de crisis werd er minder gestookt en minder CO₂ uitgestoten. Hierdoor is de vraag naar emissierechten laag en daalt de prijs (Grol, 2016). Als de prijs van emissierechten flink zou toenemen, gaan fossiele energieproducenten dit voelen in hun kosten. Dit verbetert de concurrentiepositie van groene energie op de energiemarkt.

Als de opwekking van wind- en zonne-energie uitgroeit tot een grootschalig succes, dan brengt dit echter wel wat uitdagingen met zich mee voor het de elektriciteitsvoorziening in Nederland. Ten eerste zal het elektriciteitsnetwerk moeten worden aangepast. De capaciteit van hoogspanningsmasten en ondergrondse stroomkabels moet worden uitgebreid om de toename van groene stroom aan te kunnen (Dijk, 2017). Daarnaast moet nagedacht worden over hoe met een fluctuerend aanbod van wind- en zonne-energie toch een stabiele stroomvoorziening kan worden gegarandeerd. Het Havenbedrijf ziet potentie in de ontwikkeling van de Rotterdamse industrie als flexibele vrager van elektriciteit, die zich aanpast aan schommelingen in het energieaanbod (Wuppertal Institute, 2016). Ook wordt het in de toekomst misschien mogelijk dat huishoudens gaan functioneren als flexibele energie vragers, door nauwkeurige elektriciteitsmeters te plaatsen en variabele elektriciteitsstarieven te hanteren (Bontenbal, 2016).

Het Havenbedrijf ziet een nieuwe rol voor de haven als het centrum voor windpark-gerelateerde activiteiten zoals de aanleg, installatie en het onderhoud. De Rotterdamse haven is hiervoor een geschikte locatie, maar heeft niet noodzakelijk betere uitgangspunten dan andere Noordzeehavens. Bovendien zal de omvang van de bedrijvigheid uit groene energie hoogstwaarschijnlijk nooit in de buurt komen van de huidige fossiele activiteiten (TNO, 2016).

Om van wind- en zonne-energie een succes te maken moet nog veel gebeuren. Als de overheid de subsidies stopzet en het rendement van windenergie te verbeteren, dan zijn windparken met deze hoge investeringskosten niet rendabel. Fossiele energiecentrales kunnen veel goedkoper blijven produceren zolang de prijzen van emissierechten niet drastisch worden verhoogd. Daarnaast vergt deze groene energie aanpassingen van het regime. Het elektriciteitsnetwerk moet snel op de schop en er moet een oplossing komen voor het fluctuerende aanbod van wind- en zonne-energie. Als wind- en zonne-energie deze problemen niet kan overwinnen en ongeschikt blijkt te zijn om het bestaande systeem te vervangen, dan spreken we van het transitiepad: *terugslag*. Hierbij klimt een niche op, maar weet het vanwege tekortkomingen niet uit te groeien tot het nieuwe regime.

6.3 Biomassa

Het Havenbedrijf ziet toekomst in biomassa als duurzame grondstof de productie van energie en groene brandstof. Het vervangen van fossiele brandstoffen door biomassa wordt steeds populairder voor allerlei toepassingen. Hierdoor stijgt ook de vraag naar biomassa. En dan vooral de vraag naar duurzame biomassa. Er klinkt nu namelijk veel kritiek van onder andere milieuorganisaties dat het gebruik van biomassa lang niet altijd duurzaam is. Biobrandstoffen worden vooral gemaakt van voedselgewassen zoals soja, palmolie, koolzaad of mais. Bij de verbranding van deze gewassen komt ook gewoon CO₂ vrij. Het idee achter biomassa is dat deze uitstoot wordt gecompenseerd door het aanplanten van nieuwe gewassen, die deze CO₂ weer opnemen. Om al deze biomassa te produceren is veel landbouwgrond nodig, daarom wordt bos gekapt om soja- en palmolieplantages aan te leggen. Dat terwijl ontbossing juist bijdraagt aan de CO₂-uitstoot. Naast dat het produceren van grote hoeveelheden biomassa misschien juist bijdraagt aan de CO₂-uitstoot, heeft biomassa nog andere gebreken. Door de toenemende bio-industrie stijgt de vraag naar de eerdergenoemde voedselgewassen en wordt steeds meer landbouwgrond gebruikt voor de productie van biobrandstoffen. Hierdoor komt de voedselvoorziening in vooral arme landen onder druk te staan (Europese Commissie, 2010).

Deze discussie over duurzame biomassa houdt ook de politiek bezig. De Europese Commissie adviseert lidstaten om een eigen duurzaamheidsbeleid voor biomassa te ontwikkelen (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2017). Voor de langere termijn moet dus alleen gekeken worden naar het aanbod van duurzame biomassa, dus biomassa dat geproduceerd is zonder mensen of het milieu te schaden. Uit het Wuppertal Rapport kwam naar voren dat de Rotterdamse haven in het bioscenario in 2050 jaarlijks 8,8 megaton aan biomassa verbruikt. Als dit wordt vergeleken met de verwachte hoeveelheid duurzame biomassa, dan is het zeer onzeker of aan deze vraag voldaan kan worden (Wuppertal Institute, 2016).

Biomassa als grondstof voor de productie van energie en brandstoffen klinkt op het eerste gezicht als een groene oplossing. Maar gaandeweg komen er steeds meer vraagtekens bij de duurzaamheid van biomassa. Om de CO₂-uitstoot echt tegen de gaan moeten er hoge eisen worden gesteld aan de gebruikte biomassa. En het is nog maar de vraag of er dan voldoende duurzame biomassa beschikbaar is om aan de toenemende vraag te voldoen. Het gebrek aan voldoende duurzame biomassa kan ertoe leiden dat ook deze niche-ontwikkeling eindigt in een *terugslog*. Biomassa wint aanvankelijk populariteit, maar vanwege onvoorziene gebreken blijkt de bio-industrie toch ongeschikt om onderdeel te worden van het bestaande regime.

6.4 Carbon Capture and Storage

Het Havenbedrijf wil de kolencentrales in de Rotterdamse haven nog lange tijd ophouden en de CO₂-uitstoot beperken door CCS. Het demonstratieproject met de energieconcerns Uniper en Engie is echter op de klippen gelopen (Port of Rotterdam, 2017). Uniper en Engie zijn niet de enigen bedrijven die huiverig zijn om grote investeringen te doen in het experimenteren met en realiseren van een CCS-netwerk. De CCS-technologie vraagt om grote investeringen en bedrijven hebben verschillende redenen om hier geen grote bedragen voor te willen neerleggen. Ten eerste is de politieke impasse over het wel of niet sluiten van de kolencentrales, waaronder die in de Rotterdamse haven, een grote onzekerheidsfactor (Duursma & Postma, 2017). Het uitfaseren van kolen is niet alleen discussiepunt in de nationale politiek, ook op Europees niveau lijkt vergaand gezamenlijk energiebeleid onwaarschijnlijk. De verschillen in benaderingen en uitgangspunten van lidstaten zijn groot. Om een eensgezinde Europese uitfasering van kolen te bewerkstelligen zullen eerst de Oost-Europese kolenlanden, zoals Polen, overtuigd moeten worden (TNO, 2016). Daar komt bij dat grote milieuvuilers tot nu toe nog weinig kosten ervaren van hun CO₂-uitstoot. Door de lage prijs van CO₂-emissierechten worden bedrijven niet gestimuleerd om grote investeringen te doen in CO₂-reductie en CCS (Lalkens, 2017). De verwachting is dat de prijs van emissierechten de komende jaren wel zal stijgen, maar niet hard genoeg om grootschalige investeringen in CCS in de nabije toekomst rendabel te maken (TNO, 2016). Bovendien is de publieke acceptatie van CCS in Nederland niet zo groot. Dit geldt vooral voor opslag onder land, als CO₂ onder de Noordzee wordt opgeslagen is daar al minder weerstand tegen. Zonder publieke acceptatie van CCS wordt het succesvol implementeren van deze technologie een uitdaging. Vanwege de hoge investeringskosten, lage CO₂ prijzen en het gebrek aan publieke acceptatie komen CCS-projecten in Europa niet op gang (Wuppertal Institute, 2016).

Ondanks de poging van het Havenbedrijf is het nog niet gelukt om een CCS-demonstratieproject van de grond te krijgen. De vooruitzichten voor CCS blijven onzeker door technologische uitdagingen,

onduidelijk beleid en onzekerheden over de toekomstige kosten van CO₂-uitstoot. Het verzamelen en opslaan van een aanzienlijke hoeveelheid CO₂ in komende 10 tot 15 jaar lijkt daardoor onwaarschijnlijk (Wuppertal Institute, 2016). Zeker als het opzetten van CCS-projecten in de Rotterdamse haven lastig blijft kan dit nog veel langer duren. Hierdoor zal het voor onder andere de kolencentrales lastig worden om aan de komende jaren aan de klimaatdoelstellingen te voldoen. In plaats van het transformatiepad dat het Havenbedrijf voor ogen had, eindigt het voor de kolencentrales in een *systeemondergang*. Doordat het bestaande systeem niet goed kan voldoen aan veranderde maatschappelijke behoefte valt het uit elkaar.

6.5 Circulaire economie

Het ontwikkelen van een circulaire economie in de Rotterdamse haven vraagt om radicale veranderingen in de huidige structuur van het industriële cluster. Op verschillende terreinen moeten enorme en gelijktijdige investeringen worden gedaan om de circulaire economie op technisch en ecologisch vlak haalbaar te maken (Wuppertal Institute, 2016). Daarnaast brengt het extra bedrijfsrisico's met zich mee omdat de bedrijven in de productieketen meer afhankelijk van elkaar worden. Er moet een nieuw systeem gevormd worden met nieuwe partners, hier moeten goede afspraken over gemaakt worden. Het overstappen naar een hele nieuwe manier van werken kost alles bij elkaar een hoop tijd en geld en niemand weet nog precies hoe de circulaire economie gaat uitpakken (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015).

Om van de Rotterdamse haven een gesloten koolstofkringloop te maken moet syngas worden omgezet in hernieuwbare brandstoffen en chemicaliën. Tijdens dit proces moet veel stoom worden toegevoegd. In een industrie die alleen op hernieuwbare energie draait wordt voldoende aanvoer van stoom een uitdaging. Dit is voor de Rotterdamse haven extra nadelig, omdat hier in tegenstelling tot industrie in het Midden-Oosten of Afrika, ook geen stoom geproduceerd kan worden door het gebruik van zeer geconcentreerde zonne-energie (Wuppertal Institute, 2016).

In een Fischer-Tropschfabriek wordt het syngas omgezet met behulp van een katalysator. Hoe succesvol het Fischer-Tropschproces is hangt af van de gebruikte katalysator. Na verloop van tijd wordt de activiteit van een industrieel gebruikte katalysator minder (Ikink, 2008). Het vinden van de optimale katalysator voor het Fischer-Tropschproces is een cruciaal. Maar blijkt mede vanwege de grote variatie aan producten een lastige taak (Jahangiri, 2014).

Het Havenbedrijf wil de Rotterdamse haven graag radicaal omvormen tot een circulaire economie. Er zijn wel verschillende projecten gaande waarbij afvalstromen worden hergebruikt en verspilling wordt tegengegaan (Port of Rotterdam, 2017). Toch is een gesloten koolstofkringloop in de Rotterdamse haven nog ver weg. Het voldoende ontwikkelen van de benodigde technologieën kost

tijd en vraagt om enorme investeringen op verschillende terreinen (Wuppertal Institute, 2016). Door te pushen voor hervorming kan het Havenbedrijf het huidige systeem onstabiel maken. Als de circulaire economie nog niet goed functioneert kan dit bedrijven schaden en leiden tot het transitiepad: *ineenstorting*.

7. Hoe kan het Havenbedrijf de energietransitie sturen?

7.1 Strategisch

In de strategische fase moet een langetermijnvisie voor het hele maatschappelijk systeem worden gevormd. Dat betreft dus niet alleen de haven, maar de hele energiemarkt. Deze langetermijnvisie moet door een netwerk van koplopers worden ontwikkeld. Om mee te kunnen denken over de toekomst van de energiemarkt en een leidende rol te kunnen spelen in de transitie, is het belangrijk dat het Havenbedrijf een plek krijgt in dit netwerk. Daarnaast is moeten ook overheidsactoren aan de tafel plaatsnemen. In ieder geval vanuit de Nederlandse overheid, maar het liefst ook van Europees niveau. Ook grote spelers uit de energiemarkt moeten bij dit netwerk aansluiten. Samen vertegenwoordigen zij het bestaande regime. Het is minstens net zo belangrijk om aan dit netwerk ook innovatieve buitenstaanders toe te voegen. Experts op het gebied van elektrisch rijden of op het gebied van wind- en zonne-energie. Dit kunnen zowel innovatieve denkers uit het bedrijfsleven en uit de wetenschap zijn. Tot slot is het goed om niet enkel experts op het gebied van innovatie te hebben, maar bijvoorbeeld ook een goede netwerker of opinieleider (Loorbach, 2010).

De groep van koplopers gaat in de transitie arena een langetermijnvisie en een transitieagenda ontwikkelen. Daarbij moeten ze nadenken over de grote lijnen. Onderwerpen die hier besproken worden zijn bijvoorbeeld hoe energie in de toekomst opgewekt gaat worden. Moet er vooral ingezet worden op wind- en zonne-energie, en is kernenergie een optie? Hoe wordt er gedacht over CCS? Gaat iedereen elektrisch rijden en maken we steden autovrij? Uiteindelijk moeten al deze verschillende partijen met verschillende standpunten een gezamenlijke visie weten te vormen. Deze visie moet duidelijk zijn en zekerheid geven over de na te streven doelen. Investeerders moeten weten dat het klimaatvisie over 10 jaar niet weer compleet anders is. Deze zekerheid moet vooral gewaarborgd worden door Nederlandse en Europese beleidsmakers. Zij moeten duidelijk communiceren en handelen in overeenstemming met eerder beleid en de opgestelde transitieagenda. Om hoge investeringszekerheid te creëren is het bijvoorbeeld belangrijk om een gezamenlijk stappenplan voor de uitfasering van bepaalde zeer vervuilende activiteiten op te stellen. Hieronder vallen afspraken dat alle kolencentrales voor een bepaald jaar dicht moeten. Of dat er na een bepaalde datum geen nieuwe investeringen mogen worden gedaan in bepaalde vervuilende industrieën. Als deze uitfaseringsschema's worden opgesteld door overleg en consensus tussen de

verschillende partijen in de transitiearena, waarbij ook wordt gekeken naar het maatschappelijk draagvlak, dan is de kans dat de plannen worden nageleefd groter. Dit wekt vertrouwen bij investeerders dat toekomstig beleid ook aansluit bij de transitievisie en biedt hoe investeringszekerheid (Wuppertal Institute, 2016).

7.2 Tactisch

In de tactische fase moeten de langetermijnvisie en transitieagenda vertaald worden in concrete plannen en doelen. Het Wuppertal Rapport heeft al de nodige stappen uiteengezet die verschillende belangrijke actoren op het tactische en operationele level kunnen nemen. Deze actoren dragen op hun eigen manier bij aan de voortgang van de transitie. Als in de strategische langetermijnvisie is bepaald dat het investeren in CO₂-reductie aantrekkelijker gemaakt moet worden, dan gaan Nederlandse en Europese overheidsinstanties dit uitwerken. Herziening van het *Emission Trading System* wordt gezien als een belangrijke stap voor het aantrekkelijker maken van groene investeringen. Sinds eind 2011 is de prijs voor emissierechten niet boven de 10 euro geweest. Onderzoek laat zien dat de prijs voor CO₂-uitstoot een stuk hoger moet worden om bijvoorbeeld elektriciteitsproductie met CCS concurrerend te laten zijn. Een emissierecht voor het uitstoten van één ton CO₂ moet minstens 30 tot 50 euro kosten, anders zullen de aanzienlijke investeringen die nodig zijn om een CCS-systeem op te zetten achterblijven. Maar ook voor de totstandkoming van andere duurzame technologieën, zoals vergassingsinstallaties voor biomassa en een Fischer-Tropschfabriek, zijn enorme investeringen nodig die door de lage CO₂-prijs onaantrekkelijk zijn. In plaats van herziening van het ETS-systeem kunnen beleidsmakers er ook voor kiezen om het ETS-systeem te vervangen door bijvoorbeeld een belasting op CO₂ die met verloop van tijd steeds duurder wordt (Wuppertal Institute, 2016).

Bij het verbinden van kosten aan CO₂-uitstoot moeten beleidsmakers er wel rekening mee houden dat de bedrijven hier moeten concurreren met de rest van de wereld. De kosten van CO₂-uitstoot moet niet zo hoog worden dat de concurrentiepositie van de Europese bedrijven nadelig wordt beïnvloed. Anders kan het zijn dat deze vervuilende industrieën zich gaan verplaatsen naar de Verenigde Staten, die zich in de zomer van 2017 hebben teruggetrokken uit het klimaatakkoord van Parijs (Leijten & Sondermeijer, 2017). Dit leidt in Europa tot het verlies van banen en levert qua terugdringen van de uitstoot van broeikasgas niks op. Om de industrie in Europa niet ten onder te laten gaan aan CO₂-kosten kunnen verschillende stappen worden ondernomen. Niet-Europese landen kunnen onder druk worden gezet om gelijke klimaatmaatregelen door te voeren. Ook zou een Europese importheffing op CO₂-intensieve goederen kunnen helpen. Tot slot zouden beleidsmakers ervoor kunnen kiezen de kosten van CO₂-uitstoot niet drastisch te verhogen. In dat geval moeten er

subsidies komen om te zorgen dat de ontwikkeling van duurzame technologieën toch op gang komt (Wuppertal Institute, 2016).

In de transitievisie kunnen de koplopers transitiegebieden aanwijzen, waar verduurzamingsprojecten worden opgezet en experimenten worden uitgevoerd. De Rotterdamse haven moet proberen deze status te krijgen. Het Havenbedrijf moet Rotterdam presenteren als uitstekende locatie voor grote verduurzamingsprojecten, vanwege de internationale aandacht voor de haven en de goede ligging. In de Noordzee bevinden zich genoeg potentiële opslagplaatsen voor CO₂ en de haven is gemakkelijk te bereiken voor goederen zoals afval en biomassa. De potentie van de Rotterdamse haven is veelbelovend en gesteund met financiële, regelgevende en andere hulp zou de haven uit kunnen groeien tot een voorbeeld voor de klimaatneutrale industrie (Wuppertal Institute, 2016).

Daarnaast is het voor de Rotterdamse haven belangrijk om samen te werken met aandeelhouders en bedrijven in de haven. Door voortdurend ideeën uit te wisselen over toekomstige uitdagingen en kansen en de rol van het industriële cluster in een klimaatneutrale economie, kunnen bedrijven zich samen met het Havenbedrijf beter voorbereiden op de impact van het aangescherpte klimaatbeleid en de energietransitie. In dit samenwerkingsverband moet ook een toekomstplan worden opgesteld voor de ontwikkeling van het industriële cluster. Voor de opstelling van dit plan is het goed om ook adviseurs met een wetenschappelijke achtergrond te betrekken. Het is belangrijk dat de projecten en doelstellingen die in het plan worden vastgelegd overeenkomen met de langetermijnvisie die bepaald is in de transitie arena. Zeker als de haven wordt aangewezen als transitiegebied moeten de toekomstplannen goed in de totale transitievisie passen. In het toekomstplan van de haven moet verschillende ontwikkelingstrajecten worden uitgestippeld die steeds aangepast kunnen worden aan de veranderende omstandigheden. Hierbij is het belangrijk dat in het ontwikkelingsplan criteria worden opgesteld voor nieuwe investeringen in CO₂-intensieve activiteiten. Wanneer mag het Havenbedrijf uitbreiding van fossiele activiteiten tegenhouden in het belang van de verduurzaming? Daarnaast moet worden bepaald welke nieuwe industrieën aangetrokken moeten worden en hoe dit moet gebeuren. Door dit gezamenlijk te bekijken kunnen groene innovaties beter geïntegreerd worden in het huidige industriële cluster. Ook is het goed om overleggen over hoe het Havenbedrijf de verduurzaming van het industriële cluster kan ondersteunen met investeringen in de infrastructuur van de haven (Wuppertal Institute, 2016).

7.3 Operationeel

In de operationele fase moet op nationaal en Europees niveau bepaald worden welke innovatieve projecten en experimenten financiële ondersteuning verdienen. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen technologieën die bij een stijgende prijs voor CO₂-uitstoot waarschijnlijk zelf genoeg

investeringen aantrekken enerzijds. En aan de andere kant nieuwe duurzame technologieën die, zelfs bij een passende prijs voor CO₂-emissierechten, niet concurrerend kunnen worden geproduceerd, maar waarvan verwacht wordt dat ze wel een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan een CO₂-neutrale economie. Vooral de tweede categorie komt in aanmerking voor extra subsidie en steun. In deze categorie valt onder andere het opzetten van nieuwe infrastructuur die nodig zal zijn in een klimaatneutrale economie. Voor private partijen is het investeren in infrastructuur vaak onaantrekkelijk, omdat de investering te riskant is of de terugverdientermijn te lang is. Bovendien heeft infrastructuur vaak de eigenschappen van een collectief goed, dit maakt het voor private partijen lastig om gebruikers van de infrastructuur tot betalen te dwingen. Als het opzetten van nieuwe infrastructuur noodzakelijk is voor het gebruik van nieuwe duurzame technologieën, dan is het beter als de overheid hierin investeert. Bij het opzetten van deze nieuwe infrastructuur moet eerst zorgvuldig onderzocht worden welk type en welke locatie het meest potentie hebben en waarschijnlijk het best bestand is tegen de onzekere toekomstige ontwikkelingen (Wuppertal Institute, 2016).

Ook het Havenbedrijf moet kijken welke investeringen een essentiële bijdrage kunnen leveren aan de ontwikkeling van het industriële cluster en waarvan de kans klein is dat deze door de bedrijven in het cluster zelf worden gedaan. Met ondersteuning van het Havenbedrijf kunnen sommige van die investeringen toch gedaan worden. Ondersteuning betekent dat het Havenbedrijf bijvoorbeeld zelf zorgt dat bepaalde voorzieningen worden gebouwd, dat het Havenbedrijf financiële steun geeft of helpt door kennis te delen. Projecten die de komende jaren waarschijnlijk ondersteuning van het Havenbedrijf nodig hebben zijn de aanleg van CO₂-pijpleidingen en het opstarten van CCS-experimenten. Daarnaast kan het Havenbedrijf besluiten zelf te investeren in een warmte net, slimme-metertechnologieën en wind- en zonneparken om de groene energieopwekking te ondersteunen. Bovendien is ook coördinatie vanuit het Havenbedrijf hard nodig om een succes te maken van de circulaire economie, omdat een circulaire economie veel verschillende bedrijfsprocessen en belangen bij elkaar gebracht moeten worden (Wuppertal Institute, 2016).

Ook de bedrijven in het industriële cluster moeten bepalen hoe zij in de toekomst een rol denken te kunnen blijven spelen in een klimaatneutrale economie en welke investeringen daarvoor nodig zijn. Bedrijven moeten beoordelen welke investeringen de moeite waard zijn, die robuust zijn in deze snel veranderende omgeving en die zo min mogelijk risico met zich mee brengen. Vooral over langetermijninvesteringen moet goed nagedacht worden of deze stand kunnen houden in een CO₂-neutrale haven. Investeringen die hoogstwaarschijnlijk in elke transitieagenda passen zijn op het gebied van wind- en zonne-energie, slimme technologieën om wind- en zonne-energie te integreren

en management van de flexibele energievraag. Bij andere technologieën zoals CSS, het gebruik van biomassa en het maken van plastic uit afval, is de toekomst onzeker. Het is onduidelijk of deze technologieën uiteindelijk rendabel zullen zijn, maar het is verstandig om ontwikkelingen op dit gebied goed in de gaten te houden (Wuppertal Institute, 2016).

Het demonstratieproject voor CCS was een goed voorbeeld van operationele activiteit, waarbij het Havenbedrijf in samenwerking met bedrijven uit het industriële cluster wilde investeren in een nieuwe, veelbelovende technologie. Echter, het project staat nu stil omdat Uniper en Engie zich hebben teruggetrokken. Dit is precies waarom het zo nuttig kan zijn om gebruik te maken van het transitie-managementmodel. Door eerst op strategisch niveau met zijn allen rond de tafel te gaan zitten en een gezamenlijke visie te ontwikkelen, kunnen dit soort projecten vanuit verschillende niveaus worden ondersteund. Investeerders hebben meer zekerheid, omdat ze weten dat het project binnen de transitievisie past en dat beleid niet van het ene op het andere moment wordt omgegooid.

7.4 Reflexief

In iedere fase van de transitie-managementcyclus moet de voortgang gemonitord worden. Op het operationele niveau klinkt het vanzelfsprekend dat de experimenten en projecten nauwlettend in de gaten moeten worden gehouden. Als bepaalde technologieën een doorbraak maken, kunnen deze nieuwe inzichten meteen benut worden. Maar ook als blijkt dat een experiment niet op de gewenste manier uitpakt is het belangrijk om dit vroeg te weten. Nieuwe investeringen in dit project kunnen stopgezet worden en op een andere manier nuttig worden besteed. Echter, op het tactische en strategische niveau is het ook van groot belang om te monitoren en te evalueren. Op het tactische niveau ontwikkelen actoren, zoals de nationale en Europese overheid en het Havenbedrijf, plannen die vorm moet geven aan de transitievisie. Bij de uitvoering van deze plannen moet opgelet worden op de juiste manier gebeurt, maar ook of de plannen het verwachte effect hebben. Als het ETS-systeem wordt herzien moet bijvoorbeeld gekeken worden of prijs van emissierechten daadwerkelijk omhoog gaat, maar daarnaast moet ook onderzocht worden of de hoge emissieprijs wel leiden tot meer investeringen en een CO₂-reductie. Dit geldt ook voor het strategische niveau. Hier moet gemonitord worden de toekomstvisie van het Havenbedrijf wel in lijn is met de gezamenlijke transitievisie en -agenda. De toekomstvisie van de Haven moet kritisch worden bekeken.

Het Havenbedrijf heeft eerder te ambitieuze doelen gesteld op het gebied van duurzaamheid. In 2007 werd het Rotterdam Climate Initiative gelanceerd, het klimaatprogramma waarin de CO₂-uitstoot van Rotterdam fors teruggebracht moest worden door een samenwerking tussen de gemeente Rotterdam, Havenbedrijf Rotterdam NV, DCMR Milieudienst Rijnmond en Deltalinqs. In 2025 moest de CO₂-uitstoot van Rotterdam teruggedrongen zijn tot de helft van de uitstoot in 1990.

De doelstelling van het Rotterdam Climate Initiative gaat bij lange na niet gehaald worden. In 2015 werd in Rotterdam 40% meer CO₂ uitgestoten dan in 1990. De CO₂-uitstoot is, onder andere door de opening van de twee nieuwe kolencentrales, vooral gestegen de laatste jaren (Havenbedrijf Rotterdam, 2016). Bij het ontwikkelen van een toekomstvisie moet het Havenbedrijf dus kritisch zijn. Zijn de gestelde doelen haalbaar en effectief en zijn de benodigde investeringen te betalen? Niet alleen de toekomstvisie van het Havenbedrijf zelf moet worden onderworpen aan een kritische blik, ook op de rapporten en onderzoeken waarop de visie van het Havenbedrijf steunt moet men kritisch zijn. Bijvoorbeeld op Wuppertal Rapport, dat mogelijke transitiepaden voor de haven schetst door gebruik te maken van een scenarioanalyse. Bij de scenarioanalyse wordt in een denktank nadacht over welke hypothetische stappen de haven moet doorlopen om een ontwikkeling door te maken of juist tegen te gaan. Deze scenario's zijn geen toekomstvoorspellingen. Hoe de ontwikkeling van de haven daadwerkelijk uitpakt is afhankelijk van vele onzekere factoren op het gebied van technologie, klimaatbeleid, economie publieke opinie et cetera. Hierdoor zijn uitspraken in het Wuppertal Rapport niet altijd even specifiek. Zo wordt er vaak gesproken van 'massive' of 'high' investments en blijft het rapport vaag over de betaalbaarheid van bepaalde investeringen.

Bij het opstellen van dit soort toekomstscenario's en transitiepaden wordt vaak gebruik gemaakt van de transitietheorie. De transitietheorie gaat uit van een normatieve aanpak. De transitiepaden en -scenario's zijn vaak vooral theoretisch en hebben weinig ondersteuning van empirische data. Er is weinig data beschikbaar over het verloop van transities, omdat het doen van empirisch onderzoek naar de ontwikkeling van een geheel regime niet eenvoudig is en de transitiedynamiek nog een relatief jong onderzoeksveld is (Rotmans, 2015). Men moet ervoor waken dat het gebrek aan empirische ondersteuning er niet voor zorgt dat toekomstscenario's en transitiepaden ongefundeerde en niet reële toekomstwensen worden (Tonkens & Duyvendak, 2015).

Toekomstige ontwikkelingen zijn altijd onzeker en door steeds te blijven kijken naar de voortgang op ieder niveau en deze gezamenlijk te evalueren en kritisch te zijn op toekomstplannen en onderzoeksrapporten, kunnen de transitievisie en de bijbehorende uitvoering zich blijven ontwikkelen in de juiste richting. In iedere fase kunnen nieuwe inzichten worden opgedaan en deze nieuwe kennis kan gebruikt worden om volgende stappen uit te denken (Loorbach, 2010).

8. Conclusie

In de voorgaande hoofdstukken zijn de transitieplannen van het Havenbedrijf besproken en is aan de hand van transitie modellen bekeken of deze aanpak geschikt is om de Rotterdamse haven een koploper te maken in de energietransitie. Het Havenbedrijf probeert het transitieproces te coördineren in de hoop dat de transitie dan zo soepel mogelijk verloopt. Met behulp van het

Wuppertal Instituut heeft het Havenbedrijf een toekomstvisie gevormd en een aantal innovatieve projecten gekozen die in deze toekomstvisie passen. Door deze niche-innovaties aan te trekken en op te nemen in de structuur van de haven probeert het Havenbedrijf de transitie te sturen. Hiertoe probeert het Havenbedrijf de verduurzaming van bedrijven in het industriële cluster te ondersteunen en doet het zelf investeringen in groene technologieën en infrastructuur. Het Havenbedrijf spreidt zijn kansen en zet in op verschillende niches zoals de verduurzaming van de energieopwekking, biomassa als vervanging voor fossiele brandstoffen, het opzetten van een CCS-systeem en het ontwikkelen van een gesloten koolstofkringloop. Doordat deze niches binnen de haven uitgroeien tot de nieuwe duurzame manier van produceren en verweven raken met de structuur van haven, kan de haven een voorloper worden in de energietransitie. Dit transitieproces volgt het *technologische transitiepad*.

De vier geselecteerde niches laten potentie zien om zich te ontwikkelen tot de nieuwe standaard in een klimaatneutrale economie. Door verschillende transitiepaden te bewandelen kunnen de niches de huidige productieprocessen in de haven veranderen of vervangen. Maar de niches bevinden zich nog in een kwetsbaar stadium, voordat ze kunnen uitgroeien tot een niche-regime moeten ze ieder nog grote technologische ontwikkeling doormaken en hebben ze obstakels te overwinnen. Om duurzame energieopwekking uit zonne- of windenergie zonder subsidies concurrerend te maken met fossiele energie moet het rendement van groene energie groter of moeten de kosten van fossiele energie omhoog. Het gebruik van biomassa in plaats van fossiele brandstoffen kan alleen een succes worden als er in de toekomst voldoende aanbod is van duurzame biomassa. Voordat CCS grootschalig kan worden toegepast moet er nog veel geëxperimenteerd worden, maar de investeringen die hiervoor nodig zijn blijven voorlopig uit. Ook de technologie en infrastructuur die nodig is om een gesloten koolstofkringloop te vormen vraagt om grote investeringen en tijdrovende projecten.

Als de niches niet in staat blijken zich voldoende te ontwikkelen op technologisch gebied en de geschetste obstakels te overwinnen, dan zullen ze de huidige productieprocessen in de haven niet kunnen verbeteren of vervangen. Als de Rotterdamse haven zich diepgaand geëngageerd heeft aan deze niches, dan kan de haven in een positie terecht komen waarin de gekozen niches niet aansluiten bij de behoeftes van het maatschappelijk systeem maar deze niet los gelaten kunnen worden vanwege de gedane investeringen. En vanwege deze gedane investeringen ook nooit meer om zich heen heeft gekeken naar andere innovatieve ontwikkelingen. De haven bevindt zich dan in een *lock-in*.

Het transitie managementcyclusmodel kan helpen om een *lock-in* te voorkomen. In de tactische en operationele fase heeft het Havenbedrijf goede stappen ondernomen. In deze fases staat het ontwikkelen van een toekomstvisie en opstellen van een plan van aanpak centraal. Het Havenbedrijf laat met de Havenvisie 2030 en het Wuppertal Rapport zien dat ze veel aandacht besteden aan deze toekomstvisie. Echter, op strategisch niveau kan het transitie management nog verbeterd worden. Op dit moment komen de toekomstvisie en plannen voor de Rotterdamse haven niet altijd overeen met de visie van de overheid en de plannen van andere actoren. Deze botsingen kunnen voorkomen worden door op strategisch niveau met de belangrijkste actoren een gezamenlijke totale transitievisie te vormen en deze vervolgens als leidend instrument te gebruiken bij het opstellen van eigen toekomstplannen. De gezamenlijke visie en het afstemmen van de ontwikkelingsplannen biedt ook zekerheid voor investeerders.

Naast het verbeteren van de samenwerking op strategisch niveau, is het ook belangrijk dat het Havenbedrijf actief is in de reflexieve fase. Het nauwlettend monitoren van de niche-projecten kan helpen een eventuele *lock-in* af te wenden. Als het ernaar uitziet dat een niche zich niet gaat ontwikkelen tot een rendabele oplossing, dan kan op tijd de stekker eruit worden getrokken. Bespaarde investeringen kunnen dan gebruikt worden voor projecten die wel potentie laten zien.

Het is niet met zekerheid te zeggen of de nu gekozen projecten geschikt zijn om de Rotterdamse haven een leidende positie te geven in de energietransitie. Het is een goed begin dat het Havenbedrijf een actieve rol speelt en niches probeert op te nemen in de havenstructuur, maar het is onzeker of precies deze niches zullen uitgroeien tot het nieuwe regime. Het Havenbedrijf moet zich richten op een gezamenlijke transitievisie en goede samenwerking met alle belangrijke actoren, de niches goed monitoren en open staan voor andere innovatieve ontwikkelingen. Met deze aanpak kan de Rotterdamse Haven zich constant aanpassen aan het resultaat van de projecten en de veranderende maatschappelijke omgeving. Ondanks de uitkomst van de nu gekozen projecten, zou de Rotterdamse haven zich met deze op samenwerken en flexibiliteit gerichte aanpak kunnen ontwikkelen tot een leider in de energietransitie.

9. Bibliografie

- ASFE. (2017, juli 22). *Technical Properties*. Opgehaald van Synthetic fuels: <http://www.synthetic-fuels.eu/paraffinic-fuels/technical-properties>
- Bontenbal, H. (2016, maart 7). *Een duurzame energievoorziening is een flexibele energievoorziening*. Opgehaald van Website van Stedin: <https://www.stedin.net/over-stedin/duurzaamheid-en-vernieuwing/lokaal-vraag-en-aanbod/een-duurzame-energievoorziening-is-een-flexibele-energievoorziening>
- Dijk, B. v. (2017, juli 14). Wind op zee vergt vooral aanpassingen op land. *Het Financieele Dagblad*, pp. <https://fd.nl/ondernemen/1210348/wind-op-zee-vergt-vooral-aanpassingen-op-land>.
- Duursma, M., & Postma, R. (2017, april 6). Haven neemt al afscheid van steenkool. *NRC Handelsblad*.
- Europese Commissie. (2011, maart 8). *Routekaart naar een concurrerende koolstofarme economie in 2050*. Opgehaald van EUR-lex: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=EN>
- Europese Commissie. (2015, november 25). *Overwhelming support from Europeans for collective global action on climate change*. Opgehaald van Website van de Europese Commissie: https://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2015112502_en
- Europese Commissie. (2017, juli 27). *The EU Emissions Trading System (EU ETS)*. Opgehaald van Website van de Europese Commissie: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets_en
- Geels, F. (2002). Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-Study. *Research Policy*, 1257-1274.
- Geels, F., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 399-417.
- Greenpeace. (2017, juli 25). *Bio-energie*. Opgehaald van Website van Greenpeace: <http://www.greenpeace.nl/campaigns/oerbossen-2/Bio-energie/?gclid=CKvVsdSAmNUCFUU6Gwod0q0BAG>
- Grin, J. (2011). The politics of transition governance. Conceptual understanding and implications for transition management. *International Journal of Sustainable Development*.
- Grol, C. (2016, februari 10). Prijs CO2-emissierechten sinds eind november met 46% gedaald. *Het Financieele Dagblad*.

Haan, J. d., & Rotmans, R. (2011). Patterns in transitions: Understanding complex chains of change. *Technological Forecasting & Social Change*, 90-102.

Havenbedrijf Rotterdam. (2016). *Havenbedrijf Rotterdam Jaarverslag 2016*.

Ikink, H. (2008, november 6). *Katalysatoronderzoek voor betere productie van synthetische diesel*.
Opgehaald van Nemo Kennislink:
<https://www.nemokennislink.nl/publicaties/katalysatoronderzoek-voor-betere-productie-van-synthetische-diesel>

Jahangiri, H. (2014). A review of advanced catalyst development for Fischer-Tropsch synthesis of hydrocarbons from biomass derived syn-gas. *Catalysis Science & Technology*, 2210-2229.

Lalkens, P. (2017, maart 22). Nieuw offensief Rotterdamse haven tegen CO₂-uitstoot. *Financieel Dagblad*, p. 9.

Loorbach, D. (2010). Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive Complexity-Based Governance Framework. *Governance: An International Journal of Policy, Administration and Institutions*, 161-183.

Ministerie van Economische Zaken. (2016). *Energieagenda. Naar een CO₂-arme energievoorziening*. Den Haag: Xerox/OBT.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2015). *CO₂-uitstoot*. Opgehaald van Klimaatmonitor databank: https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/CO2-Uitstoot--CO2_Uitstoot/

Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2015). *Informatiekaart Circulaire Economie*. Nederland Circulair!

Molenaar, C., & Kakebeeke, P. (2015, november 9). Nederland grote achterblijver met schone energie. *Het Financieele Dagblad*.

Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press.

Port of Rotterdam. (2016). *De kracht van windenergie*. Rotterdam: Port of Rotterdam.

Port of Rotterdam. (2016). *Havenvisie 2030: Port Compass*. Rotterdam: Port of Rotterdam.

Port of Rotterdam. (2016, december 5). *Rotterdamse haven wil koploper zijn in de energietransitie*. Opgehaald van Website van Port of Rotterdam:

<https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/rotterdamse-haven-wil-koploper-zijn-in-de-energietransitie>

Port of Rotterdam. (2016, april 20). *Standpunt Havenbedrijf Rotterdam over kolencentrales*.

Opgehaald van Website van Port of Rotterdam:

<https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/standpunt-havenbedrijf-rotterdam-over-kolencentrales>

Port of Rotterdam. (2016, augustus 22). *Waalhaven heeft grootste zonnepark van Rotterdam*.

Opgehaald van Website van de Port of Rotterdam:

<https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/waalhaven-heeft-grootste-zonnepark-van-rotterdam>

Port of Rotterdam. (2017, juli 28). *Chemische industrie*. Opgehaald van Website van de Port of

Rotterdam: <https://www.portofrotterdam.com/nl/lading-industrie/raffinage-en-chemie/chemische-industrie>

Port of Rotterdam. (2017, juli 24). *Circulaire economie*. Opgehaald van Website van de Port of

Rotterdam: <https://www.portofrotterdam.com/nl/de-haven/energietransitie/circulaire-economie>

Port of Rotterdam. (2017, juli 30). *Kolen*. Opgehaald van Website van Port of Rotterdam:

<https://www.portofrotterdam.com/nl/lading-industrie/droge-bulk/kolen>

Port of Rotterdam. (2017, maart 23). *Onderzoek laat zien hoe Rotterdamse industrie kan voldoen aan*

klimaatakkoord Parijs. Opgehaald van Website van de Port of Rotterdam:

<https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/onderzoek-laat-zien-hoe-rotterdamse-industrie-kan-voldoen-aan-klimaatakkoord>

Port of Rotterdam. (2017, juni 28). *ROAD stopt, CCS gaat door*. Opgehaald van Website van de Port of

Rotterdam: <https://www.portofrotterdam.com/nl/nieuws-en-persberichten/road-stopt-ccs-gaat-door>

Port of Rotterdam. (2017, juli 28). *Ruwe olie*. Opgehaald van Website van de Port of Rotterdam:

<https://www.portofrotterdam.com/nl/lading-industrie/natte-bulk/ruwe-olie>

Port of Rotterdam Authority. (2015). *European Hub for Biomass*. Rotterdam: Port of Rotterdam.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2017, juli 25). *Duurzaamheid van biomassa*. Opgehaald

van Website van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland:

<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bio-energie/duurzaamheid-van-biomassa>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2017, juli 25). *Windenergie op zee*. Opgehaald van Website van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/sde/windenergie-op-zee>

Rijksoverheid. (2015, december 12). *Nederland stemt in met historisch klimaatakkoord*. Opgehaald van Rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2015/12/12/nederland-stemt-in-met-historisch-klimaatakkoord>

Rijksoverheid. (2017, juli 23). *Europa 2020*. Opgehaald van Website van de Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/europese-unie/europa-2020>

Rotmans, J. (2011, augustus 30). *Staat van de Energietransitie in Nederland*. Opgehaald van Blogspot van Jan Rotmans: <http://janrotmans.blogspot.nl/2011/08/staat-van-de-energietransitie-in.html>

Rotmans, J., & Loorbach, D. (2010). Towards a Better Understanding of Transitions and Governance: A Systemic and Reflexive Approach. In J. Grin, J. Rotmans, & J. Schot, *Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term structural change*. New York: Routledge.

Schot, J. (1998). The usefulness of evolutionary models for explaining innovation: The case of the Netherlands in the nineteenth century. *History of Technology*, 173-200.

Sociaal-Economische Raad. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.

TNO. (2016). *Het fossiele dilemma van Rotterdam*. TNO.

Wuppertal Institute. (2016). *Decarbonization Pathways for the Industrial Cluster of the Port of Rotterdam*. Wuppertal: Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.