

Containerinnovatie: is de toekomst dichterbij dan gedacht?

Een analyse van verschillende containerinnovaties

Urban, Port and Transport Economics
Erasmus School of Economics
Erasmus University Rotterdam

Auteur: Leon van der Vliet
Studentnummer: 373098
Datum: 3 juli 2015
Begeleider: B. Kuipers

Samenvatting

De container wordt gekenmerkt als één van de belangrijkste uitvindingen uit de 20e eeuw. De container heeft namelijk de transportsector voorgoed veranderd. Om ons heen wordt er van alles geïnnoveerd, echter de technologische innovatie van de container lijkt stil te staan. In dit onderzoek wordt het toekomstperspectief van de container op het gebied van technologische innovatie geanalyseerd. Hierbij wordt gekeken welke innovaties mogelijk de traditionele container kunnen verbeteren, welke obstakels de innovaties bemoeilijken en welke innovaties we daadwerkelijk in de toekomst kunnen verwachten.

De innovaties die in dit onderzoek aan bod komen zijn: inklapbare containers, containers gemaakt van composiet, smartcontainers en 45-voetscontainers. Om het toekomstperspectief van de container op het gebied van technologische innovatie te bepalen, worden deze vier innovaties geanalyseerd door middel van een beoordelingsmethode. Deze beoordelingsmethode is gebaseerd op de *diffusion of innovation theory* van Rogers. Iedere innovatie wordt beoordeeld op vijf verschillende karakteristieken die zijn gekoppeld aan in totaal twintig opgestelde criteria. Op basis van deze criteria kan worden geconcludeerd welke innovatie de grootste kans heeft op acceptatie in de markt.

Uit het onderzoek blijkt dat de container gemaakt van composiet de grootste kans heeft om in de markt te worden geaccepteerd. De smartcontainer heeft daarna de grootste kans en zowel de inklapbare als de 45-voetscontainer hebben in vergelijking met de andere innovaties de kleinste kans om te worden geaccepteerd in de markt. Hoewel de vier innovaties volgens de theorie van Rogers een relatief grote kans hebben op acceptatie, hebben deze innovaties te kampen met verschillende obstakels. Uit het onderzoek blijft het grootste obstakel veelal de prijs van de innovaties te zijn. De prijs van de innovaties is namelijk aanzienlijk hoger dan de prijs van een traditionele container. Andere obstakels zijn het *dominant design* van de traditionele container en de bemoeilijking door verschillende wetgevingen.

Inhoudsopgave

1	Introductie	4
1.1	Doel en structuur van het onderzoek	7
2	Geschiedenis	8
3	Theoretisch kader	12
4	Methodologie	19
5	Het onderzoek	23
5.1	De inklapbare container	23
5.2	De container gemaakt van composiet	29
5.3	De smartcontainer	34
5.4	De 45-voetscontainer	38
6	Conclusie	44
7	Bibliografie	46
8	Bijlagen	51

1 Introductie

Wanneer er wordt gevraagd naar een van de belangrijkste ontwikkelingen in de 20e eeuw, wordt al snel de uitvinding van de container genoemd. De container zorgde ervoor dat transport over de gehele wereld mogelijk was. Vandaag de dag worden veel alledaagse producten verbeterd met kennis van de 21e eeuw. Echter, de evolutie van de container zelf staat al een tijd stil. Er zijn weliswaar technologieën aan de traditionele container toegevoegd, maar de container zelf is nagenoeg niet veranderd (The Economist, 2014).

Volgens de New York Times heeft de container de wereld voorgoed veranderd (Postrel, 2006). Dankzij de container konden de kosten van transport sterk worden gereduceerd. Tevens steeg de veiligheid van transport van goederen aanzienlijk, doordat deze voor het eerst werden vervoerd in een solide omhulsel; de container. Om onder andere deze redenen maakte de wereld kennis met het begrip 'globalisering'. Goederen konden voor het eerst gemakkelijk vanuit een klein dorpje in China worden vervoerd naar een grote stad in de Verenigde Staten.

Het globale containertransport is, sinds de introductie van de container in 1956, nog steeds aan het groeien. Deze sector is in de periode van 1996-2013 zelfs verdrievoudigd wanneer er wordt gekeken naar het aantal verscheepte TEUs, zie figuur 1 (UNCTAD, 2012). TEU staat voor *twenty-feet equivalent unit*.



Figuur 1: Wereldwijde containerhandel 1996-2013 (in miljoenen TEUs en procentuele verandering)
Bron: (UNCTAD, 2012)

Volgens de Nederlandse maritieme tak van het Noorse classificatiebureau DNV, Det Norske Verita, kan men een verdere groei verwachten van de containertransport. DNV verwacht namelijk dat de containertransport op de huidige hoofdroutes jaarlijks met 5% zal toenemen en dat zelfs de containertransport rondom China met 10% per jaar zal groeien. Dit betekent dat het containertijdperk nog lang niet ten einde is en dat er nog volop kansen zijn voor de containersector (DNV, 2012).

De alsmaar toenemende groei van de containertransport kent ook een keerzijde. Het transporteren van containers gebeurt veelal op relatief milieuvriendelijke wijze. Om grote afstanden te overbruggen, wordt het merendeel van de containers vervoerd via immense *vessels*. Om containers te vervoeren in het binnenland, wordt vaak gebruik gemaakt van *barges*, *trucks* of het spoor. Vooral het vervoer via trucks wordt bekritiseerd vanuit milieuvriendelijk oogpunt (de Langen, Nijdam, & van der Lugt, 2012). De Port of Rotterdam streeft er bijvoorbeeld naar om meer goederen te vervoeren via het water of het spoor in plaats van over de weg. Dit zal resulteren in minder milieuvervuiling en tevens zal de congestie rondom de haven van Rotterdam verminderen (Port of Rotterdam, 2010).

Het milieu speelt een steeds grotere rol in onze samenleving. Men wordt steeds milieubewuster en streeft ernaar om goederen op een zo milieuvriendelijke manier te transporteren. Doordat er wordt verwacht dat de containersector in de toekomst verder zal groeien, is het belangrijk dat het transport op een groenere manier zal plaatsvinden (Kosmeijer, 2014). Kansen voor milieuvriendelijker transport van goederen liggen mogelijk bij de innovatie van de container. De evolutie van de container zelf ligt al een tijd stil en nieuwe innovaties kunnen wellicht leiden tot efficiënter transport van goederen.

Volgens Henk Volberda, professor aan de Erasmus Universiteit te Rotterdam, bestaan er twee soorten innovaties; technologische en sociale innovaties. Wanneer men aan innovatie denkt, wordt in de meeste gevallen technologische innovatie bedoeld. Technologische innovatie betreft producten en processen en omvat onder andere technologische kennis, onderzoek en ontwikkeling, R&D en ICT investeringen en kenniscreatie. In vergelijking met technologische innovatie is sociale innovatie minder

bekend. Deze variant van innovatie gaat over managementvaardigheden en organisatieprincipes en omvat onder andere het ontwikkelen van managementkennis, het hanteren van nieuwe organisatievormen en sterke samenwerking en het toepassen van kennis. Uit onderzoek blijkt dat technologische innovatie slechts 25% van het innovatiesucces verklaart en dat de overige 75% van het succes te danken is aan de sociale variant van innovatie (Volberda, Jansen, Tempelaar, & Heij, 2011). Vandaag de dag staat de technologische innovatie van containers nagenoeg stil. De container zelf is namelijk nauwelijks veranderd sinds de introductie van de container door Malcom McLean. Sociale innovatie van de container is echter volop in ontwikkeling. Een voorbeeld van een recente sociale ontwikkeling op het gebied van containerinnovatie is synchromodaal vervoer. Deze innovatie houdt in dat verschillende modaliteiten zo optimaal mogelijk, zowel flexibel als duurzaam, worden ingezet. Hierbij is er sprake van een a-modale afspraak en bepaalt een logistieke dienstverlener uiteindelijk welke modaliteit wordt ingezet. Op deze manier krijgt de verlader een optimaal geïntegreerde oplossing aangeboden dankzij de kennis van de logistieke dienstverlener (Douma, Veenstra, & Verwey, 2012).

Dit onderzoek richt zich enkel op technologische innovatie van containers en de sociale innovatie wordt daardoor buiten beschouwing gelaten. De reden hiervan is dat de sociale innovatie van containers momenteel in ontwikkeling is, terwijl de technische innovatie stil blijkt te staan. Met dit onderzoek wordt aangetoond of er naast sociale innovatie ook technische innovatie van containers in het verschiet ligt. Wanneer er in het vervolg van het onderzoek wordt gesproken over innovatie, wordt hiermee enkel de technologische variant van innovatie bedoeld.

Vandaag de dag zijn veel bedrijven bezig met het ontwikkelen van de container van de toekomst, maar baanbrekende innovaties van de container blijven uit. In dit onderzoek wordt er gekeken naar een viertal innovaties die momenteel in ontwikkeling zijn. Verschillende bedrijven, waaronder twee in Nederland, zijn bezig met het ontwikkelen van een inklapbare container. Een inklapbare container kan mogelijk een oplossing bieden voor het *empty container problem*. Tevens zijn er bedrijven bezig met het ontwikkelen van een container gemaakt van composiet. Composiet is een materiaal wat al in andere industrieën wordt gebruikt, maar mogelijk ook voordelen kan bieden voor

de containersector. Een derde ontwikkeling is het toevoegen van verschillende technologieën aan de container. Op deze manier kan de container *smart* worden en dit kan mogelijk leiden tot efficiëntere transport mogelijkheden. De laatste ontwikkeling betreft de 45-voetscontainer. Deze container wordt al gebruikt in bepaalde sectoren van de havenindustrie, maar kan mogelijk een belangrijke rol spelen bij het innoveren van bepaalde containersectoren.

1.1 Doel en structuur van het onderzoek

Het doel van het onderzoek is om aan te tonen wat het toekomstperspectief is van de container op het gebied van technologische innovatie. Hierbij wordt een viertal innovaties belicht en beschreven en hierbij wordt gekeken wat de voor- en nadelen van deze innovaties zijn. Tevens wordt er aandacht besteed aan wat de obstakels zijn die het toepassen van deze innovaties bemoeilijken. Om structuur aan dit onderzoek te geven, is er een drietal onderzoeksvragen opgesteld:

- *Welke container innovaties zijn momenteel in ontwikkeling?*
- *Wat zijn de obstakels die innovatie van de container bemoeilijken?*
- *Welke innovaties kan men daadwerkelijk in de toekomst verwachten?*

Allereerst zal in hoofdstuk 2 de totstandkoming van de container, zoals wij die vandaag de dag kennen, uitvoerig worden beschreven. Vervolgens worden er in hoofdstuk 3 verschillende theorieën over innovatie beschreven, die van toepassing zullen zijn op het onderzoek. Daarna zal in hoofdstuk 4 de methodologie worden vermeld, hierin wordt uitgelegd hoe de theorie wordt toegepast op de verkregen informatie. Tevens wordt toegelicht waarom er voor de vier innovaties in dit onderzoek is gekozen. Na de methodologie volgt in hoofdstuk 5 het daadwerkelijke onderzoek waarin de verschillende innovaties uitvoerig worden beschreven. Er wordt in hoofdstuk 6 afgesloten met een conclusie en aanbevelingen voor mogelijk vervolg onderzoek. In de conclusie wordt kort samengevat wat de resultaten van het onderzoek zijn en hoe de eerder genoemde deelvragen kunnen worden beantwoord.

2 **Geschiedenis**

De container is vandaag de dag bijna niet uit het straatbeeld weg te denken. Op wegen, op het spoor en op het water zien we altijd wel containers die worden getransporteerd van punt A naar punt B. Toch is de container niet altijd vanzelfsprekend geweest. Er was een tijd waarin goederen niet per container werden vervoerd, maar in zakken of houten kisten. Men kwam er al snel achter dat het efficiënter was om goederen te vervoeren in zakken en houten kisten, omdat deze makkelijker vervoerbaar waren dan losse goederen. De zakken en houten kisten kunnen als simplistische voorgangers van de container worden gezien (World Shipping Council, sd-a). Goederen werden vervoerd over zee via grote houten schepen en deze werden in- en uitgeladen in verschillende havens. De goederen werden vervolgens naar het binnenland vervoerd met bijvoorbeeld paard en wagen. Het principe van vervoer van goederen voor het containertijdperk lijkt enigszins op de huidige methode van transport. Echter, de arbeidsintensiviteit is vandaag de dag afgenomen en het meeste werk wordt uitgevoerd door machines.

Het transporteren van goederen werd in de loop van de jaren steeds verfijnder, onder andere door de uitvinding van de stoommachine. Een echte doorbraak in de transportwereld werd veroorzaakt door Malcom McLean in 1956 (Mayo & Nohria, 2005). McLean was een ondernemer en was actief in de transportindustrie. Het bedrijf, McLean Trucking, groeide uit tot een van de grootste transportbedrijven van de Verenigde Staten. McLean liep al snel tegen een aantal problemen aan bij het vervoeren van goederen over de weg. Transporteren door middel van vrachtwagens bracht veel kosten met zich mee. Men moest rekening houden met allerlei *fees*, onderhoudskosten en lonen. Het in- en uitladen van vrachtwagens in de havens duurde soms zelfs langer dan de reis naar de haven. Deze problemen zorgden ervoor dat McLean zocht naar een oplossing. Deze oplossing vond hij in de container. Hij bedacht dat goederen konden worden vervoerd in een container, waarbij de container los kon worden gekoppeld van de vrachtwagen. De container zorgde voor meer efficiëntie bij het in- en uitladen, maar ook de wachttijden in de havens werden verlaagd. McLean zag ook in dat containers over de weg vervoeren niet de enige optie was. Hij realiseerde zich dat containerschepen talloze containers tegelijk konden vervoeren en dit resulteerde in aanzienlijke kostenbesparingen. Om dit idee te laten slagen, moest de container worden geaccepteerd in de transportwereld. Volgens McLean was standaardisatie de sleutel

voor het succes van de container. McLean kreeg het voor elkaar dat de container werd geaccepteerd en havens werden aangepast zodat ze containers konden in- en uitladen. Al snel veroverde de container de wereld en vandaag de dag staat de container centraal in iedere haven in de gehele wereld. Er kan worden gesteld dat het innovatieve idee van McLean heeft geleid tot een van de grootste (economische) revoluties van de geschiedenis (Levinson, 2006).

De container anno 2015 is langzaamaan steeds gecompliceerder geworden in vergelijking met de container die McLean ontwikkelde. Allerlei soorten technologieën en vernuftigheden zijn aan de container toegevoegd. Echter, het basisprincipe van de container is nog steeds te vergelijken met de container van McLean. De meeste containers zijn gemaakt van de metalen staal of aluminium. Staal en aluminium zijn allebei sterke metalen met elk hun eigen voor- en nadelen. Een voordeel van een stalen container is dat deze relatief goedkoop is om te fabriceren en dat deze goed bestand is tegen corrosie. Een nadeel is dat een stalen container relatief zwaar van gewicht is, dit betekent dat de transportkosten voor deze container relatief hoog zijn. Een voordeel van een aluminium container is dat deze relatief licht in gewicht is, daar tegenover staat echter dat deze container relatief duur is om te fabriceren (van den Burg, 1975). Beide containers beschikken dikwijls over een houten vloer. Er is gekozen voor hout, omdat dit materiaal veerkrachtig, sterk en makkelijk vervangbaar is. De meeste containers bestaan uit deze materialen, maar er zijn uiteraard ook uitzonderingen. Er bestaan bijvoorbeeld containers met een stalen of bamboevloer of een container met houten wanden (Cools, 2005).

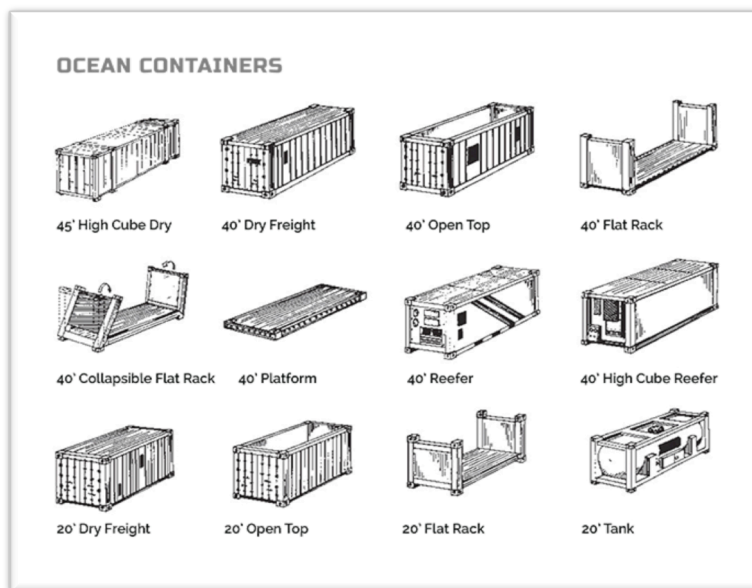
Niet alleen de materialen van een container zijn gestandaardiseerd, maar ook de maten van een container. De standaardisatie van de maten werd in 1961 gerealiseerd door de International Organisation for Standardization (ISO) en dankzij hen worden deze standaardmaten nog steeds gebruikt. De vijf meest gebruikte standaard maten zijn 20-, 40-, 45-, 48- en 53-voetscontainers, waarbij de laatste twee voornamelijk in de Verenigde Staten worden gebruikt (Dekker & Acciaro, 2014). De 20- en 40-voetscontainers worden in de praktijk het meest gebruikt. In de havenindustrie wordt niet gewerkt met de aanduiding voet, maar wordt er voornamelijk gewerkt met de vaste aanduiding TEU. Hierbij staan de 20- en 40-voetscontainers gelijk aan respectievelijk 1

en 2 TEU(s). De TEU aanduiding wordt gebruikt om bijvoorbeeld de capaciteit van een *vessel* of de grootte van de containerthroughput van een haven te bepalen (World Shipping Council, sd-b). Het gebruik van gestandaardiseerde materialen en maten resulteert in een efficiëntere wijze van het transporteren van containers (Bohlman, 2001). Schepen, treinen, trucks en kranen in de haven kunnen zich specifiek richten op een bepaalde containermaat, waardoor het transport van containers wordt versneld.

Niet alle goederen passen qua afmetingen of substantie gemakkelijk in een standaard container. Daardoor zijn er met de tijd steeds meer containers ontwikkeld die op bepaalde aspecten afwijken van het basisprincipe van een traditionele container (Singla, 2011). Zo zijn er varianten van containers te vinden waarbij het dak eraf is gehaald. Hierdoor kunnen goederen met een abnormale hoogte alsnog worden vervoerd in een container. Tevens zijn er containers te vinden waarbij zowel het dak als de muren ontbreken, de zogenaamde flatracks. Deze vergemakkelijken het transport van goederen met abnormale afmetingen (Maersk Line, sd). Er zijn ook containers ontwikkeld die zijn uitgerust met speciale apparatuur om de temperatuur binnenin de container te regelen, de zogenaamde reefers.

Dit soort type containers zijn de laatste tijd enorm in opkomst en er wordt zelfs een groei in de capaciteit van reefers van 22% verwacht (Drewry, 2014). Een ander soort container is de tankcontainer, hierbij is een tank binnenin de container geconstrueerd.

Door deze container is het mogelijk om vloeibare goederen te vervoeren in containers.



Figuur 2: Verschillende varianten van containers
Bron: (Saratogaforwarding, sd)

Door deze container is het mogelijk om vloeibare goederen te vervoeren in containers.

Zoals te zien is in figuur 2, zijn er veel verschillende varianten van containers op de markt. In dit figuur staan 12 van de meest bekende varianten van de standaardcontainer afgebeeld. Vandaag de dag bestaat er een talloos aantal soorten containers die elk op een bepaald aspect afwijken van de traditionele container.

De container heeft sinds de uitvinding van Malcom McLean de transportindustrie voorgoed veranderd. De standardisatie van materialen en afmetingen heeft onder andere geleid tot het grote succes van de container. De vele soorten varianten van de container hebben er ook aan bijgedragen dat nagenoeg elk type goederen kan worden vervoerd in een (aangepaste) container. Toch is de container een product dat op verschillende gebieden kan worden geïnnoveerd. De technologische innovatie van de container staat immers al een tijd stil.

3 Theoretisch kader

Innovatie is een begrip wat de laatste decennia veel - in zowel de economie als het dagelijks leven - wordt gebruikt. Er wordt vaak verkondigd dat bedrijven geacht worden om zichzelf en hun producten te innoveren om zo de concurrentie een stap voor te blijven. Tevens zou innovatie ten goede komen aan de consumenten, aangezien zij een verbeterd en innovatief product in handen zullen krijgen (Balasubramanian, 2013). Dit versimpelde beeld van de samenleving over innovatie geeft geen goede weergave van wat het begrip daadwerkelijk betekent. Het is dan ook van belang om te weten waar innovatie over gaat en wat dit veelgebruikte begrip precies inhoudt.

Wanneer men gevraagd wordt naar innovatie, wordt er al snel een handje vol bedrijven genoemd die volgens velen innovatief zijn. Google en Apple behoren onder andere tot deze categorie bedrijven (Shaughnessy, 2013). Zo gaf Apple met de iPhone het startschot om de 'domme' mobiele telefoon te vervangen door een smartphone en zorgde de zoekmachine van Google ervoor dat informatie binnen handbereik kwam voor de internetgebruiker. De producten die door deze bedrijven worden geproduceerd hebben tot veel vernieuwing geleid in het dagelijks leven van de mens (DeGraff, 2014). Er wordt al snel gedacht dat innovatie enkel gaat over het introduceren van baanbrekende producten zoals de iPhone. Maar wie enige kennis heeft over de bestaande innovatieliteratuur, weet dat innovatie veel meer omvat dan enkel het introduceren van nieuwe producten.

De Oostenrijkse econoom Joseph Schumpeter staat bekend om zijn theorie over innovatie en kan worden gezien als één van de grondleggers van de literatuur over innovatie. Schumpeter introduceerde de definitie van innovatie aan de hand van 5 verschillende aspecten (Groenewegen, 2011; Pas, 2010; Schumpeter, 1934):

- a. *De introductie van een nieuw product, welke nog niet bekend is bij de consument, of een nieuwe mate van kwaliteit van het product.*
- b. *De introductie van een nieuwe productiemethode, welke niet is gebaseerd op een nieuwe wetenschappelijke ontdekking, of nog niet eerder werd gebruikt in de branche.*
- c. *Het ontsluiten van een nieuwe afzetmarkt, tot welke nog niet eerder is toegetreden, of welke nog niet eerder bestond.*

- d. *Het benutten van een nieuwe toevoerbron voor grondstoffen en halffabrikaten, ongedacht of deze bron al eerder bestond of werd gecreëerd.*
- e. *Het invoeren van een nieuwe vorm van organisatie binnen de branche.*

Schumpeter benadrukt dat een innovatie niet hetzelfde is als een uitvinding. Een uitvinding richt zich enkel op het creëren van nieuwe ideeën, terwijl innovatie veel meer inhoudt. Innovatie richt zich onder andere op het creëren van nieuwe ideeën, maar omvat ook het proces dat deze ideeën doormaken tot deze als product of dienst op de markt worden gebracht. Eveneens wordt door Schumpeter, zoals te lezen is in de eerder genoemde vijf aspecten, de nadruk gelegd op introductie. Volgens Schumpeter richt innovatie zich vooral op het vernieuwen of introduceren van verschillende zaken zoals een product, productiemethode of afzetmarkt. (Pas, 2010).

Nu er een definitie aan het begrip innovatie is gekoppeld, kan er dieper in de theorie worden gedoken. In dit onderzoek komen vier verschillende innovaties aan bod, welke worden beoordeeld met als doel het toekomstperspectief van deze innovaties vast te stellen. Op het gebied van innovatie bestaan er meerdere theorieën om innovaties te beoordelen.

Een van de theorieën die kan helpen bij het beoordelen van innovatie is de theorie van Christensen. Christensen heeft een theorie ontwikkeld over zogenaamde *disruptive innovations*. Disruptive innovation houdt in dat een product of dienst een nieuwe markt creëert die uiteindelijk een bestaande markt verdringt. Tegelijkertijd introduceerde Christensen als tegenhanger van disruptive innovation het begrip '*sustaining innovation*'. Deze variant van innovatie omvat het verbeteren van bestaande producten en creëert geen nieuwe markten (The Economist, 2015). De innovatie van containers kan worden toegeschreven aan de categorie sustaining innovation, omdat de innovaties die momenteel in ontwikkeling zijn de traditionele container proberen te verbeteren. Op basis van de theorie van Christensen is een *framework* gecreëerd, waarmee een innovatie beoordeeld kan worden. Aan de hand van het framework kan worden bepaald of een innovatie disruptive of sustaining is en of deze een grote of klein kans van slagen heeft. Dit framework bestaat uit drie criteria: marktpositie, technologie en *other favourable drivers*. Het laatste criterium kan naar eigen wens worden ingevuld met

verschillende criteria, zoals de mate van verhindering van de wetgeving of de mate van milieuvriendelijkheid. Door middel van dit framework kan uiteindelijk de innovatie worden beoordeeld (Chen, Hang, & Yu, 2011).

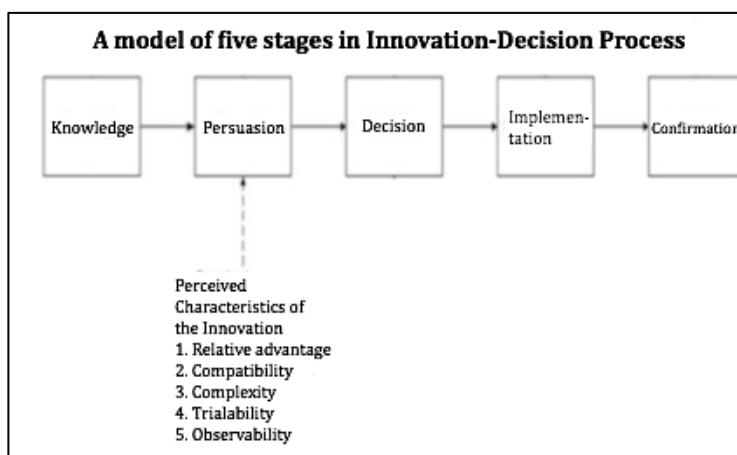
Een andere manier om innovaties te beoordelen is door middel van het *Innovation Management Maturity Model* ontwikkeld door Planview. Dit complexe model is gebaseerd op het *Capability Maturity Model Integration framework* en is ontwikkeld op de Carnegie Mellon University. Het model van Planview omvat alle fases die een product doorloopt, van idee tot de *end-of-life* fase van het product. Door middel van het model kunnen innovaties worden beoordeeld op basis van drie verschillende categorieën. Iedere categorie wordt toegepast op vijf verschillende *levels of maturity* van de innovatie, waarbij level 1 staat voor het beginstadium van de innovatie en level 5 staat voor de optimale toepassing van de innovatie binnen het bedrijf. De innovatie wordt beoordeeld op de categorieën; *people*, *processes* en *tools*. Dankzij het model kunnen innovaties vergeleken worden met innovaties die worden ontwikkeld door andere bedrijven. Op deze manier kan een inschatting worden gemaakt hoe succesvol de innovatie kan worden (Berg, 2013; Nauyals, 2013).

Hoewel de eerder genoemde methoden innovaties kunnen beoordelen, worden deze methoden niet in dit onderzoek gebruikt. Het van de theorie van Christensen afgeleide framework richt zich enkel op twee aspecten, waarbij een derde aspect kan worden toegevoegd op eigen besluit. Dit framework wordt als te beknopt ervaren en is niet in staat om een goed toekomstperspectief van de containerinnovaties aan te tonen. Daarentegen is het model van Planview te complex en te uitgebreid en wordt dan ook om deze reden niet in dit onderzoek gebruikt.

Een methode die wel geschikt is om het toekomstperspectief van containerinnovatie aan te tonen, is gebaseerd op de *diffusion of innovation theory* van Everett Rogers. Deze theorie beschrijft en verklaart welke factoren een rol spelen bij het accepteren van een innovatie door de samenleving. Hierbij wordt door Rogers het proces beschreven die een innovatie door kan maken voordat het in zijn geheel wordt geaccepteerd.

Volgens Rogers zijn er 5 categorieën van individuen die een innovatie daadwerkelijk zullen kopen (Kotler & Keller, 2011). Allereerst zullen de *innovators* het product kopen. Zij zijn degenen die altijd het nieuwste willen hebben en durven het risico te nemen om iets onbekends aan te schaffen. Daarna volgen de *early adopters*, zij worden gezien als de belangrijkste groep aangezien mensen waarde hechten aan de opinie van deze groep over de producten. Mocht het product de *early adopters* bevalen, dan is het waarschijnlijk dat de volgende categorieën van mensen zullen volgen bij het aanschaffen van het product. Hierna volgt de *early majority*, dit is een grote groep mensen die eerst afwachtend was, maar nu toch de stap heeft durven zetten om tot koop over te gaan. Daarna volgt de *late majority*, deze categorie individuen durft pas te consumeren wanneer het merendeel van de mensen dit al heeft gedaan. Tot slot zullen de *laggards* overgaan tot koop, zij zijn de groep die niet snel een verandering zullen accepteren, maar uiteindelijk toch overstag gaan. Wanneer al deze categorieën daadwerkelijk het product hebben gekocht, kan men pas spreken van een algemene acceptatie van de innovatie.

De theorie van Rogers omvat niet enkel categorieën van individuen, maar beschrijft ook het proces dat de individuen doormaken om de innovatie te accepteren (Rogers, 2003). Hierbij ervaart een individu 5 verschillende stadia voordat de innovatie wordt geaccepteerd, zie figuur 3. Allereerst belandt men in de *knowledge stage*, hierbij komt het individu voor het eerst in contact met de innovatie en begint te begrijpen hoe de innovatie functioneert. Daarna belandt het individu in de *persuasion stage*, hierbij ontwikkelt het individu een houding tegenover de innovatie. Deze houding kan positief



Figuur 3: Model van de 5 verschillende stadia die een individu ervaart
 Bron: (utwente.nl, sd)

of negatief zijn en deze fase is erg belangrijk in het proces. De houding van het individu wordt bepaald door vijf karakteristieken, die later worden toegelicht. De volgende fase

is de *decision stage*, in deze fase voert het individu activiteiten uit die leiden tot de acceptatie of weigering van de innovatie. Hierna volgt de *implementation stage*, deze fase begint wanneer het individu daadwerkelijk de innovatie gaat gebruiken. Tot slot dient de *confirmation stage* aan, het individu gaat in deze fase op zoek naar informatie die de acceptatie van de innovatie bevestigt (van Benthem, 2010).

In dit onderzoek wordt de focus gelegd op de *persuasion stage*. Deze fase omvat, zoals eerder gezegd, vijf verschillende karakteristieken die een rol spelen bij de acceptatie of weigering van een innovatie. Deze vijf karakteristieken zullen in het vervolg van het onderzoek als graadmeters dienen om verscheidene containerinnovaties te beoordelen. Deze karakteristieken bepalen namelijk de houding van het individu tegenover de innovatie. Een positieve houding zal sneller leiden tot een acceptatie van de innovatie dan een negatieve houding. De vijf karakteristieken betreffen: relatieve voordelen, compatibiliteit, complexiteit, observability en trialability (Rogers, 2003).

Relatieve voordelen

Het relatieve voordeel van een innovatie is de mate waarin de innovatie als beter wordt ervaren dan zijn voorganger(s). Dit relatieve voordeel kan in veel aspecten naar voren komen zoals bijvoorbeeld kostenbesparingen, tijdsparingen, verbeterde veiligheid en verbetering van de duurzaamheid (Yocco, 2015). Het is voor een individu belangrijk om te realiseren wat de relatieve voordelen van een innovatie zijn, omdat deze voordelen de beweegredenen kunnen zijn om de voorganger(s) achter zich te laten. Wanneer een innovatie veel relatieve voordelen biedt ten opzichte van de voorganger(s), is de kans groter dat de innovatie sneller wordt geaccepteerd (Rogers, 2003).

Compatibiliteit

Compatibiliteit staat voor de mate waarin de innovatie verenigbaar is met het dagelijks leven van de gebruiker. Wanneer de gebruiker een grote verandering moet ondergaan om de innovatie te kunnen gebruiken, zal de aantrekkelijkheid van de innovatie afnemen. Wanneer er bijvoorbeeld een nieuwe container op de markt komt die erg veel relatieve voordelen biedt, maar alle havens moeten hun kranen en machines aanpassen, dan zal deze innovatie niet snel worden geaccepteerd.

Een innovatie is op het gebied van compatibiliteit op zijn best wanneer de innovatie zijn voorganger direct kan vervangen zonder dat de gebruiker enige aanpassingen moet verrichten (Rogers, 2003).

Complexiteit

De complexiteit van een innovatie betreft de moeilijkheidsgraad om de innovatie te begrijpen en in gebruik te nemen. Hoe complexer de innovatie, hoe minder snel deze innovatie zal worden geaccepteerd. Gebruikers prefereren een innovatie die direct te gebruiken is op basis van intuïtie en dikwijls willen gebruikers geen moeite doen om te leren hoe de innovatie kan worden gebruikt. Een innovatie is op het gebied van complexiteit op zijn best wanneer door de gebruikers van de innovatie de mate van complexiteit als laag wordt ervaren (Rogers, 2003).

Observability

Observability betreft in hoeverre de voordelen van de innovatie zichtbaar zijn voor anderen. Wanneer anderen sneller de voordelen van de innovatie waarnemen, is de kans groter dat de innovatie wordt geaccepteerd. Een nieuwe container waarbij het uiterlijk en design geheel zijn veranderd en verbeterd, zal sneller opvallen dan een container waarbij binnenin een klein aspect is veranderd. Een innovatie is op het gebied van observability op zijn best wanneer de voordelen van de innovatie overduidelijk zichtbaar zijn voor anderen (Rogers, 2003).

Trialability

Trialability duidt op de mate waarin met de innovatie kan worden geëxperimenteerd door potentiële kopers. Potentiële kopers willen vaak eerst een innovatie uitproberen voordat zij geheel overgaan op aanschaf van de innovatie. De mogelijkheid om een innovatie te testen, is aantrekkelijk voor potentiële kopers en het testen kan mogelijk enige onzekerheden bij de potentiële kopers wegnemen. Een innovatie is op het gebied van trialability op zijn best wanneer potentiële kopers uitgebreid de innovatie kunnen testen, voordat zij tot definitieve aankoop overgaan (Rogers, 2003).

Innovatie is niet vanzelfsprekend, het heeft ook te maken met een aantal problemen. Een veel voorkomend probleem bij innovatie is het principe van *dominant design*. Dit probleem houdt in dat in veel markten de consumenten loyaal zijn aan een bepaald product of dienst. Dit product wordt gezien als de norm binnen de markt en hoeft niet per se het best beschikbare product te zijn. Het product met dominant design zorgt ervoor dat innovatieve varianten van het product moeizaam marktaandeel kunnen veroveren. Een markt waarbij er sprake is van dominant design staat vaak niet open voor innovatie en grote veranderingen blijven in deze markt daardoor uit (Murmman & Tushman, 1997).

4 Methodologie

In dit onderzoek wordt een viertal innovaties op het gebied van containers beoordeeld op basis van de *diffusion of innovation theory* van Rogers. Door middel van deze theorie wordt gekeken wat de voor- en nadelen zijn van deze innovaties. Tevens wordt beschreven welke mogelijke obstakels de acceptatie van de verschillende innovaties bemoeilijken.

De eerste innovatie die wordt besproken is de inklapbare container. Een bekend probleem binnen de havenindustrie is het probleem van de *empty container*. Naar schatting betreft 25% van de getransporteerde containers een lege container. Dit logistieke probleem zorgt ervoor dat rederijen lege containers moeten herpositioneren. Dit herpositioneren zorgt voor een jaarlijkse kostenpost van €20 miljard die wordt gedragen door de rederijen. Een kostenpost van deze omvang vraagt om een oplossing. De inklapbare container kan mogelijk deze oplossing bieden. Aangezien een ingeklapte container minder volume inneemt, kunnen er vier ingeklapte containers worden vervoerd in tegenstelling tot één traditionele lege container. Doordat de inklapbare container mogelijk een oplossing kan bieden voor dit probleem, wordt deze innovatie uitvoerig in dit onderzoek besproken (Bandara, Garaniya, Chin, & Leong, 2015).

De tweede innovatie waarvoor is gekozen, is de container gemaakt van composiet. Tegenwoordig worden er miljoenen containers per jaar verscheept zonder dat deze allemaal uitvoerig worden gecontroleerd door douaniers. Dit betekent dat het risico wordt gelopen dat illegale goederen een land worden in- of uitgesmokkeld zonder dat dit wordt opgemerkt. De traditionele containers gemaakt van aluminium of staal kunnen niet gemakkelijk bij de douane worden gescand om te controleren of er zich binnenin de container illegale goederen bevinden. Dit komt doordat de materialen aluminium en staal signalen en straling blokkeren. Een oplossing is het fabriceren van een container gemaakt van een alternatief materiaal. Een goede kanshebber is het materiaal composiet, doordat dit materiaal transparant is voor signalen en straling. De container gemaakt van composiet wordt tegenwoordig als serieuze innovatie gezien. Dit is onder andere te merken aan het feit dat de *U.S. Department of Homeland Security* maar liefst \$60 miljoen heeft geïnvesteerd in onderzoek naar een container gemaakt van composiet. In dit onderzoek is gekozen om de container gemaakt van composiet te

analyseren, omdat deze innovatie mogelijk de veiligheid van de haven aanzienlijk kan verbeteren (Pacella, 2011).

De derde innovatie die wordt besproken is de smartcontainer. Deze innovatie sluit gedeeltelijk aan op de container gemaakt van composiet. Het uitrusten van een container met verschillende technologieën kan mogelijk ook een oplossing zijn voor het probleem van de veiligheid in de havens. Sensoren kunnen in de gaten houden wat er met de container gebeurt en wat er in wordt vervoerd. Hierdoor kan er door de douane sneller worden opgemerkt of er zich binnenin de container illegale goederen bevinden. Een andere reden om aandacht te besteden aan de smartcontainer is dat tegenwoordig vaak wordt gesproken over *internet of things*. Dit betekent dat alledaagse producten worden voorzien van allerlei technologieën. De traditionele container is weliswaar uitgerust met enkele technologieën, maar met de kennis van de 21e eeuw kan dit verder worden uitgebreid. Het antwoord op internet of things in de havenindustrie zou de smartcontainer kunnen zijn.

De vierde en laatste innovatie die in dit onderzoek wordt beschreven, is de 45-voetscontainer. Er is voor deze innovatie gekozen, omdat het mogelijk een oplossing kan bieden voor een bestaand logistiek probleem binnen Europa. In Europa gebeurt het vaak dat een 40-voetscontainer van Rotterdam naar Oostenrijk wordt getransporteerd, waarbij deze container vervolgens leeg terugkomt. Tegelijkertijd worden er 45-voetscontainers vanuit Oostenrijk via Rotterdam naar het Verenigd Koninkrijk getransporteerd en keren uiteindelijk wederom leeg terug. Logistiek gezien is deze situatie niet optimaal en wordt er een *empty container problem* gecreëerd. Het geheel accepteren van de 45-voetscontainer in de havensector kan dit logistieke probleem mogelijk oplossen en om deze reden wordt er in dit onderzoek aandacht besteed aan de 45-voetscontainer (Transport Research Institute, 2014).

In Rotterdam zijn verschillende bedrijven bezig met het ontwikkelen van één of meerdere van deze innovaties. Dit is een overeenkomend aspect van de gekozen innovaties.

Informatie over de eigenschappen en gegevens van de verschillende innovaties is verkregen via het internet. Tevens is er contact opgenomen met de bedrijven CargoShell en Holland Container Innovations die informatie voor het onderzoek hebben verstrekt. Daarnaast heeft er een bedrijfsbezoek plaatsgevonden aan CargoShell in Rotterdam, waarbij de eigenaar van het bedrijf, René Giesbers, extra informatie heeft verstrekt. Bij het verkrijgen van informatie via het internet is er gebruik gemaakt van informatie op websites van producenten die momenteel een containerinnovatie aan het ontwikkelen zijn. Eveneens is er gebruik gemaakt van online gepubliceerde onderzoeken. Op basis van deze gegevens kan er een duidelijk beeld worden geschetst welke innovaties momenteel in ontwikkeling zijn om de traditionele container te verbeteren. Tevens kunnen de voor- en nadelen en de obstakels van iedere innovatie worden beschreven op basis van deze informatie.

In het onderzoek worden de verschillende innovaties gekoppeld aan de theorie van Rogers. Iedere innovatie wordt beoordeeld op de vijf karakteristieken – relatieve voordelen, compatibiliteit, complexiteit, observability en trialability – die reeds beschreven zijn. Voor elk karakteristiek is een aantal criteria opgesteld, waarbij het totaal aantal criteria neerkomt op twintig. Deze twintig criteria zijn gekozen, omdat ze als belangrijk kunnen worden gekenmerkt binnen de havenindustrie. Er wordt geanalyseerd of de verschillende innovaties voldoen aan deze twintig criteria. Wanneer een innovatie voldoet aan een criterium, wordt er een waarde van 1 toegekend. In totaal is er per innovatie een maximale waarde van 20 te behalen. Door de toegekende waarden van iedere innovatie bij elkaar op te tellen, kan een toekomstverwachting van de verschillende innovaties in kaart worden gebracht. Hoe hoger de som van de waarden, hoe meer kans de innovatie heeft op acceptatie in de markt. Hierdoor kan er worden voorspeld welke innovaties naar waarschijnlijkheid succesvol worden en welke innovaties neigen naar geen acceptatie. Tevens kan er op basis van de karakteristieken worden aangetoond op welk(e) gebied(en) de innovaties zwakheden vertonen. Deze zwakheden zullen te vertalen zijn naar de obstakels die leiden tot een bemoeilijking van de acceptatie van de innovaties. In Tabel 1, te vinden op de volgende pagina, staat een overzicht van de twintig gekozen criteria weergegeven.

Relatieve voordelen	Kostenbesparing	Ruimtebesparing	Verbetering van de efficiëntie	Verbetering van de duurzaamheid met betrekking tot het milieu	Verbetering van de veiligheid
Compatibiliteit	Geen kleine investeringen benodigd om standaard processen aan te passen	Geen grote investeringen benodigd om standaard processen aan te passen	Toepasbaar op iedere traditionele container	Door de wetgeving geheel goedgekeurd	
Complexiteit	Direct te begrijpen	Geen extra mankracht benodigd	Geen extra tijd benodigd	Niet complexer dan de traditionele container	
Observability	Waarneembaar vanaf relatief kleine afstand	Waarneembaar vanaf relatief grote afstand	Wijkt af van het beeld bij een traditionele container	Het voordeel van de innovatie komt naar voren bij het uiterlijk van de innovatie	
Trialability	Trials toepasbaar in standaard processen	Trials beschikbaar voor afnemers	Trials op grote schaal uit te voeren		

Tabel 1: Criteria van de verschillende karakteristieken

5 Het onderzoek

Vandaag de dag zijn er meerdere ontwikkelingen en innovaties gaande waarmee wordt getracht de traditionele container te verbeteren. In dit onderzoek wordt een aantal van deze ontwikkelingen en innovaties belicht en beschreven. De innovaties die worden geanalyseerd zijn inklapbare containers, containers gemaakt van composiet, smartcontainers en 45-voetscontainers. Iedere innovatie wordt op basis van de vijf karakteristieken van Rogers met de daaraan gekoppelde criteria beoordeeld. In Tabel 3-7, te vinden in de bijlagen van dit onderzoek, staat per karakteristiek weergegeven aan welke criteria iedere innovatie voldoet. Tevens wordt er in dit onderzoek gekeken welke mogelijke obstakels de acceptatie van de innovaties bemoeilijken.

5.1 De inklapbare container

De eerste innovatie die wordt behandeld is de inklapbare container. Vele bedrijven, in zowel Nederland als de rest van de wereld, zijn momenteel bezig met de ontwikkeling van een inklapbare container. Echter, een echte doorbraak van de inklapbare container blijft uit.

Eén van deze bedrijven is het Nederlandse Holland Container Innovations (HCI). Dit bedrijf is opgericht door 4 studenten die aan de Technische Universiteit Delft hebben gestudeerd. Zij bedachten een stalen inklapbare container met de naam '4FOLD'. HCI beschikt over meerdere patenten omtrent het principe van de inklapbare container en sinds kort beschikken zij over het ISO-keurmerk. Dit ISO-keurmerk houdt in dat HCI haar container mag produceren voor de gehele wereldmarkt (Dijkhuizen, 2014). Het bedrijf is twee en een half jaar geleden in Azië begonnen met de productie van de inklapbare container. Momenteel worden er trials door het bedrijf uitgevoerd in samenwerking met zijn klanten, deze trials verlopen probleemloos en voorspellen een goede toekomst voor deze container (Holland Container Innovations, sd).

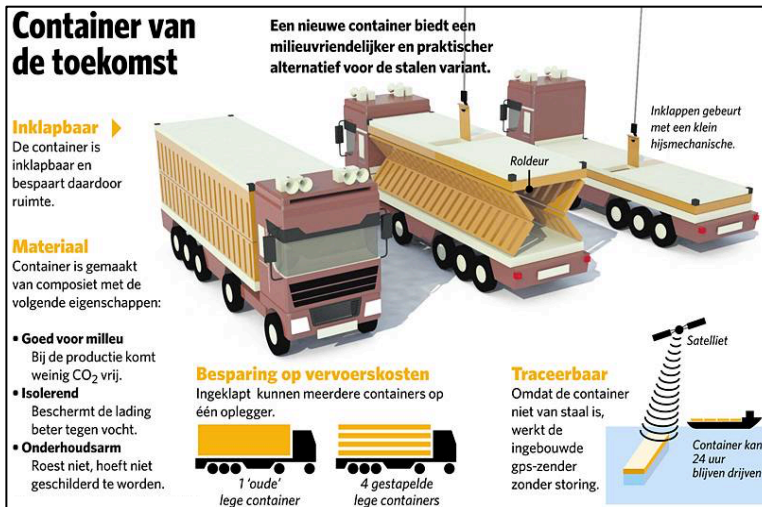
Een soort gelijk project is de inklapbare container van het Rotterdamse bedrijf CargoShell. Echter, gaat dit project een stuk verder dan alleen het inklappen van een container. Volgens de eigenaar en bedenker van CargoShell, René Giesbers, is het bedrijf bezig met het ontwikkelen van de container van de toekomst. Hij spreekt over het concept van de 21^e eeuw op het gebied van containers. Het bedrijf is namelijk begonnen

met het produceren van een composiete container die tevens ingeklapt kan worden. Daarnaast is de container voorzien van gepatenteerde deuren, die gemakkelijker geopend kunnen worden dan de huidige deuren in traditionele containers. Deze container is gepatenteerd en heeft het CSC-certificaat ontvangen van de Germanischer Lloyd in Hamburg. Dit certificaat houdt in dat de container alle zware tests heeft doorstaan en aan alle gestelde eisen voldoet. Het verkrijgen van dit certificaat is voor het bedrijf een stap in de goede richting. Het voordeel van de inklapbare CargoShell is dat hij binnen 30 seconden kan worden ingeklapt met behulp van slechts één persoon en een kraan of heftruck. Momenteel is CargoShell bezig met het testen van de container en is het van plan om zijn assortiment uit te breiden. Een totaal vernieuwde versie van de reefer container staat onder andere op de planning. Het bedrijf loopt voorop wat betreft containerinnovatie en er kan nog veel van dit bedrijf worden verwacht (Dijkhuizen, 2014; CargoShell, sd-a).

Relatieve voordelen

Een inklapbare container is op basis van meerdere aspecten een verbeterde variant van de traditionele container. Een inklapbare container is onder andere milieuvriendelijker, efficiënter en ruimte- en kostenbesparend (CargoShell, sd-b).

Een relatief groot probleem in de havensector is het vervoeren van de zogenaamde *empty containers*. Dit probleem houdt in dat er volle containers worden vervoerd van locatie A naar B en vervolgens keren lege containers terug naar locatie A of worden geherpositioneerd naar een andere locatie die een te kort heeft aan containers. Er wordt geschat dat het bij 25% van de containers die worden vervoerd via trein, schip of truck lege containers betreft (Port of Rotterdam Authority, 2013). Het vervoeren van lege containers brengt transportkosten met zich mee en tevens zorgt dit (onnodige) vervoer voor extra vervuiling van het milieu. De inklapbare container biedt mogelijk een oplossing voor dit probleem. Doordat een ingeklapte container minder volume inneemt, kunnen er meerdere containers worden vervoerd per schip, trein of truck. De inklapbare containers van zowel Holland Container Innovations als CargoShell zijn ingeklapt een kwart van het volume van een uitgeklapte traditionele container, zie figuur 4 op de volgende pagina. Dit betekent dat de onnodige kosten en bijkomende milieuvervuiling aanzienlijk kunnen worden verlaagd wanneer inklapbare containers de



Figuur 4: Relatieve voordelen van een inklapbare container
Bron: (AD.nl, 2009)

standaard worden. Niet alleen is een ingeklapte container efficiënter bij het vervoer, maar ook in het depot van een haven biedt hij voordelen. Vandaag de dag worden lege containers gestapeld in zogenaamde *empty depots*, iets wat veel ruimte in de haven opeist. Door de container

ingeklappt op te slaan, zullen ook deze empty depots aanzienlijk in omvang worden verkleind. Dit zal leiden tot ruimtebesparing, waardoor er meer ruimte overblijft voor andere activiteiten in de havens (Konings, 2005). Kortom, de inklapbare container biedt voordelen ten opzichte van de traditionele container op het gebied van transportkosten, efficiëntie, milieuvriendelijkheid en ruimtebesparing. Hoewel de inklapbare container kostenvoordelen biedt, voldoet de container niet aan het gestelde criterium van kostenbesparing. De reden hiervan is dat de container netto gezien nog geen kostenvoordeel biedt. Dit wordt verder uitgelegd bij de obstakels van de inklapbare container. Om deze reden voldoet de inklapbare container aan 3 van de 5 gestelde criteria uit Tabel 3.

Compatibiliteit

De meeste inklapbare containers, zoals de CargoShell en 4FOLD, vereisen geen grote investeringen om in gebruik genomen te kunnen worden. De huidige kranen en machines in havens zijn geschikt om de inklapbare containers te verplaatsen en om ze in- en uit te laden van schepen. De inklapbare containers van CargoShell en HCI zijn getest voor meerdere keurmerken en zijn hiervoor geslaagd. Deze keurmerken garanderen dat deze containers voldoen aan de eisen die worden gesteld en zijn daardoor volledig compatibel in de huidige havenindustrie (Dijkhuizen, 2014). Doordat de inklapbare containers compatibel zijn met huidige kranen en machines, hoeven er in de haven geen relatief grote aanpassingen te worden gedaan. Dit betekent dat de mate

van compatibiliteit van de inklapbare container hoog is (CaruContainers, 2015). Echter, voor het in- en uitklappen van de containers is een kraan of machine benodigd. Dit vergt een relatief kleine investering, maar kan toch voor een drempel zorgen bij de acceptatie van de inklapbare container. Om de 4FOLD container in en uit te klappen is namelijk een zogenaamde *reach stacker driver* benodigd, welke wordt bediend door één persoon. Daarnaast zijn er twee extra personen benodigd om het in- en uitklappen van de container te voltooien. De CargoShell moet eveneens met behulp van een kraan of machine worden in- en uitgeklaapt en dit proces vergt de hulp van één persoon. In Tabel 4 staat weergegeven aan welke 2 van de 4 criteria de inklapbare container voldoet op het gebied van compatibiliteit.

Complexiteit

Men denkt al lang na over een inklapbare container, maar een echte doorbraak hiervan blijft uit. Daardoor kan gesteld worden dat het principe van een inklapbare container complex in elkaar zit. De meeste inklapbare containers vereisen één, twee of drie personen om met behulp van een kraan de container in en uit te klappen. Doordat het meeste werk tijdens het in- en uitklappen van de container wordt gedaan door een kraan of machine, kan aan deze handeling geen hoge moeilijkheidsgraad worden toegeschreven. Echter, er is wel enige ervaring en kennis benodigd voordat deze handelingen kunnen worden uitgevoerd. Het in- en uitklappen van bijvoorbeeld de CargoShell duurt slechts 30 seconden, terwijl men bij een traditionele container geen tijd kwijt is aan het in- en uitklappen van containers. Het in- en uitklappen van een container vereist dus extra tijd vergeleken met een traditionele container. Er kan worden gesteld dat de inklapbare container vele malen complexer is dan de traditionele container. De inklapbare container voldoet dan ook aan geen enkel criterium die wordt gesteld in Tabel 5.

Observability

De inklapbare container lijkt in uitgeklaapte toestand uiteraard op een traditionele container, maar wanneer deze is ingeklapt toont dit geheel anders. Wanneer de container is ingeklapt, wijkt hij enorm af van het beeld dat men heeft bij traditionele containers. Daarbij komt duidelijk naar voren wat het grote voordeel van de container is, namelijk het innemen van minder volume ten opzichte van een traditionele container.

Een inklapbare container zal enkel opvallen op een relatief kleine afstand, van veraf zal het nauwelijks te zien zijn of het een inklapbare of een traditionele container betreft. De inklapbare container trekt daarentegen veel de aandacht bij potentiële kopers. Dit komt onder andere doordat deze container de nodige publiciteit krijgt. Producenten zoals CargoShell en HCI vergroten de publiciteit van de inklapbare container door aanwezig te zijn op verschillende beurzen die zich richten op de havenindustrie. Er kan worden gesteld dat de inklapbare container een opvallende innovatie is. In Tabel 6 is dan ook te zien dat de inklapbare container voldoet aan 3 van de 4 criteria die worden gesteld op het gebied van observability.

Trialability

Het testen van een container gebeurt niet binnen een dag. Daarom moeten er proefprojecten worden uitgevoerd om te testen hoe de container in de praktijk werkt. Dit is ook het geval bij inklapbare containers. Shipping lines zullen niet direct hun gehele assortiment traditionele containers vervangen voor inklapbare containers. Zij zullen eerst trials willen uitvoeren met de inklapbare containers voordat zij tot aankoop over zullen gaan. De twee Nederlandse bedrijven CargoShell en HCI zijn momenteel volop bezig met het testen van hun innovaties. Volgens Simon Bosschieter, managing director bij HCI, is het voor iedere potentiële klant mogelijk om de container te testen. HCI heeft zelf ook baat bij de trials, door middel van feedback van de potentiële klanten kan het bedrijf namelijk de container perfectioneren. Dit betekent dat er voor potentiële kopers genoeg ruimte is om de inklapbare containers te testen alvorens er over wordt gegaan tot aankoop. Eveneens is CargoShell druk bezig met het uitvoeren van verschillende trials, waarbij veelbelovende resultaten zijn behaald. Doordat de inklapbare container gemakkelijk toe te passen is op de huidige gestandaardiseerde processen, kunnen ook de trials gemakkelijk worden uitgevoerd. Doordat het produceren van een inklapbare container veel geld en tijd kost, worden er enkel trials op kleine schaal uitgevoerd. Het is nog niet lucratief om deze trials op grote schaal uit te voeren. Over het algemeen kan worden gesteld dat de inklapbare container een redelijk hoge mate van trialability heeft, mede dankzij de medewerking van de producenten. In Tabel 7 is te zien hoe de inklapbare container scoort op het gebied van trialability. Hieruit blijkt dat deze container voldoet aan 2 van de 3 gestelde criteria.

Obstakels

De inklapbare container heeft veel relatieve voordelen ten opzichte van de traditionele container en scoort redelijk goed op de andere karakteristieken van Rogers. Maar toch blijft een doorbraak van deze container uit. Dit betekent dat de inklapbare container te kampen heeft met verschillende obstakels die de acceptatie van deze container bemoeilijken.

Het belangrijkste obstakel waar de inklapbare container mee te kampen heeft, is de prijs. Een inklapbare container is gemiddeld twee tot tien maal duurder dan een traditionele container (Weissink, 2009). Dit weerhoudt veel afnemers ervan om de inklapbare container aan te schaffen. Niet alleen ligt de aanschafprijs hoger, ook de arbeidskosten nemen toe. Het in- en uitklappen van een container vereist namelijk extra mankracht. De inklapbare container zorgt weliswaar voor een besparing op transportkosten, maar deze wegen (nog) niet op tegen de overige kosten die moeten worden gemaakt. Uiteindelijk levert de inklapbare container dus nog geen kostenvoordeel op.

Eveneens heeft de inklapbare container te maken met het probleem van *dominant design*. De traditionele container is alom geaccepteerd en gestandaardiseerd in de markt, waardoor het moeilijk is voor aangepaste containers om een voet tussen de deur te krijgen in deze markt (Srinivasan, Lilien, & Rangaswamy, 2006). Volgens de eigenaar en bedenker van CargoShell, René Giesbers, is de havenindustrie namelijk een conservatieve markt die niet snel open staat voor veranderingen. Iedere innovatie wordt belemmerd door deze conservatieve houding en dus is het bij voorbaat al moeilijk om de innovatie van de grond te krijgen. Er kan worden gesteld dat de traditionele container zo sterk staat, dat de inklapbare container weinig kans heeft om zijn concurrentie te verdringen.

Momenteel wegen de voordelen van de inklapbare container nog niet op tegen de nadelen en obstakels. De container scoort redelijk goed op de karakteristieken van Rogers, wat zou betekenen dat deze innovatie een relatief grote kans op acceptatie in de markt heeft. Toch heeft deze container nog een lange weg te gaan voordat hij als succesvol kan worden bestempeld. Wellicht wanneer de prijzen dalen en er een voet

tussen de deur kan worden verkregen in de markt, kan de inklapbare container een grote revolutie veroorzaken op het gebied van transport.

5.2 De container gemaakt van composiet

De traditionele container is meestal gemaakt van de metalen staal of aluminium. Aangezien deze materialen te maken hebben met enige nadelen, zijn verschillende bedrijven bezig met het produceren van een container gemaakt van een ander materiaal. Een mogelijke kanshebber is het materiaal composiet. Composiet is een materiaal dat wordt verkregen door twee of meer materialen samen te voegen. Composiet is vaak sterker dan andere materialen en heeft speciale eigenschappen (RSC, sd).

Volgens Dr. Stephan Lechner is de traditionele container toe aan innovatie op verschillende gebieden. Onder andere stelt hij dat de containerindustrie achter loopt op het gebied van materiaalgebruik op verschillende industriën zoals de auto- en luchtvaartindustrie. De auto- en luchtvaartindustrie gebruiken namelijk al verschillende soorten composiete materialen. Deze materialen bieden verschillende voordelen ten opzichte van de materialen staal en aluminium die veelal worden gebruikt bij containers. Momenteel is het Joint Research Centre in Italië bezig met de ontwikkeling van containers gemaakt van *carbon fibre*, een variant van composiet. Deze testen voorlopen voorspoedig en beloven veel voor de toekomst (Lechner, 2014).

Vandaag de dag hebben containers gemaakt van composiet nog geen grote doorbraak teweeggebracht. Echter, niet lang geleden is er een contract gesloten tussen de bedrijven TenCate Advanced Armor en Air Cargo Containers, LCC om gezamenlijk *air cargo containers* te fabriceren bestaande uit composiet (Moore, 2014). Deze containers worden al gebruikt in de luchtvaartindustrie en blijken daar een succes. Wellicht zal dit succes in de toekomst kunnen worden uitgebreid naar de havenindustrie. Ook in Nederland is men bezig met de ontwikkeling van een container gemaakt van composiet. Het eerder genoemde CargoShell is bezig met de ontwikkeling van een inklapbare container gemaakt van dit materiaal. Dit omdat het materiaal verschillende voordelen biedt en eveneens het inklappen van de container vergemakkelijkt (CargoShell, sd-b). Tevens is het Nederlandse bedrijf DSM, een bedrijf wat zich bezig houdt met innovatie

op allerlei gebieden, bezig met de ontwikkeling van een lichtgewicht container (Altairenligheten.com, 2012). Dit doet DSM in samenwerking met rederij Samskip. De container die zij ontwikkelen, de HighQ, is. eveneens gemaakt van composiet. De HighQ zal 20% lichter zijn dan de traditionele container en voor veel kostenbesparingen zorgen (Samskip, 2012; DSM,2012).

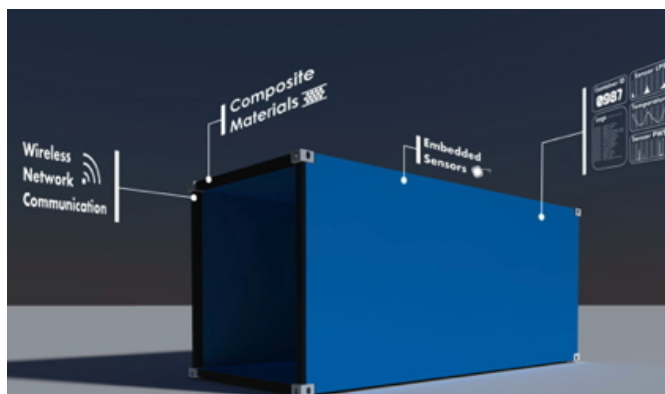
Relatieve voordelen

Meerdere bedrijven zijn momenteel bezig met het ontwikkelen van een container gemaakt van composiet. Dit materiaal heeft een aantal voordelen ten opzichte van de materialen die worden gebruikt in de traditionele container. Een groot voordeel van composiet is dat het over het algemeen lichter is dan aluminium of staal. Een lichtere container betekent kostenbesparingen. Wanneer containers minder wegen, hoeft er minder gewicht te worden vervoerd. Dit resulteert in een besparing op de brandstofkosten van bijvoorbeeld schepen of trucks. Om deze reden is de container gemaakt van composiet ook milieuvriendelijker, doordat er minder wordt verbruikt. Niet alleen het gewicht resulteert in kostenbesparingen, ook verwacht men dat een container van composiet een langere levensduur heeft dan een traditionele container. Hierdoor hoeven bedrijven minder vaak te investeren in nieuwe containers. Tevens wordt composiet gezien als een sterker materiaal dan staal en aluminium, waardoor er minder onderhoud en reparatie benodigd is. Om deze reden kunnen de kosten voor onderhoud en reparatie worden gereduceerd (DSM, 2012).

Containers gemaakt van composiet kunnen als hygiënischer worden gekenmerkt dan traditionele containers. Dit komt doordat schimmels en insecten zich op de houten bodems van de traditionele containers nestelen. Bij een container van composiet is dit niet langer mogelijk. Dit betekent dat de vloer van een container van composiet minder snel hoeft te worden vervangen, wat uiteindelijk kan resulteren in een kostenbesparing. Composiet is niet alleen hygiënischer, tevens verkleurt het nauwelijks, verbuigt het moeizaam en corrodeert het niet (CargoShell, sd-a; DSM, 2012).

Een ander groot voordeel van composiet is dat het transparant is voor zowel electromagnetische als radiografische signalen. Hierdoor kunnen er verschillende sensoren in de container worden geplaatst, zonder dat deze signalen worden verzwakt.

Materialen zoals staal verzwakken namelijk het signaal van verschillende sensoren. Hierdoor is het mogelijk om bijvoorbeeld een betere GPS verbinding met de container tot stand te brengen, waardoor uiteindelijk de efficiëntie van de



Figuur 5: Composiet is transparant voor signalen
Bron: (Moore, 2014)

containertransport kan worden verbeterd (CargoShell, sd-b). Niet alleen is composiet handig voor het gebruik van sensoren, het helpt ook bij een verbetering van de veiligheid. De inhoud van containers kan gemakkelijker worden gescand met behulp van Röntgenstraling (ook wel bekend als X-ray), zonder dat de container daadwerkelijk geopend hoeft te worden (Moore, 2014).

Een container van composiet heeft te maken met veel relatieve voordelen. Het zorgt voor kostenbesparingen op verschillende aspecten, verbetering van de efficiëntie van de containertransport en dankzij transparantie is een verbetering van de veiligheid mogelijk. Hoewel de container gemaakt van composiet enkele kostenbesparingen met zich mee brengt, voldoet de container niet aan het criterium van kostenbesparingen uit Tabel 3. Netto gezien levert deze container namelijk nog geen kostenvoordeel op. Dit wordt bij de obstakels van deze innovatie verder toegelicht. Om deze redenen voldoet de container gemaakt van composiet op het gebied van relatieve voordelen aan 3 van de 5 criteria.

Compatibiliteit

Een container van composiet hoeft niet te leiden tot relatief veel aanpassingen in de markt. De stalen containers kunnen immers makkelijk worden vervangen door de variant van composiet. Daarentegen moeten bedrijven uiteraard relatief grote investeringen doen om hun assortimenten stalen containers te vervangen door composiete containers. Een directe vervanging lijkt niet realistisch, maar een geleidelijke vervanging is wellicht mogelijk. Composiete containers passen in de gestandaardiseerde processen van de havensector, doordat deze dezelfde formaten als

de traditionele stalen containers hebben. Hierdoor is het mogelijk voor kranen en machines om zowel stalen als composiete containers te verplaatsen. Tevens hebben de containers gemaakt van composiet, zoals die van CargoShell, verschillende keurmerken verkregen. Dat de container gemaakt van composiet het goed doet op het gebied van compatibiliteit is terug te zien in Tabel 4. Hieruit blijkt dat deze container voldoet aan 3 van de 4 gestelde compatibiliteitscriteria.

Complexiteit

Het veranderen van een materiaal van een container kan niet als complex worden gekenmerkt. De eigenschappen van de container blijven namelijk hetzelfde, enkel hetgeen waar de container van is gemaakt, verandert. Om deze reden kan de mate van complexiteit van de container gemaakt van composiet als even hoog worden ervaren als bij een traditionele container. Doordat het gebruik van de container gemaakt van composiet erg lijkt op het gebruik van een traditionele container, is deze innovatie direct te begrijpen. Tevens vereist de composiete container geen extra personeel en neemt de container ook geen extra tijd in beslag in vergelijking met de traditionele container. Om deze redenen wordt de mate van complexiteit van deze innovatie als erg laag ervaren en daarom is in Tabel 5 te zien dat de container gemaakt van composiet voldoet aan alle gestelde criteria.

Observability

Een container gemaakt van composiet wijkt af van de traditionele container qua materiaalgebruik. Door te kiezen voor een ander materiaal is de container op relatief kleine afstand te onderscheiden van traditionele containers. Echter, op grote afstanden zal dit onderscheid niet meer gemaakt kunnen worden. Met het blote oog is op een relatief grote afstand namelijk niet te zien of een container gemaakt is van staal of composiet. Hoewel de container op korte afstand opvalt tussen de traditionele containers, zijn de voordelen van de container niet direct waarneembaar. Er kan bijvoorbeeld niet worden waargenomen dat de container transparant is voor straling en signalen. Tevens kan er worden gesteld dat de composiete container, door het materiaalgebruik, afwijkt van het beeld wat men heeft bij een traditionele container.

Om deze redenen kan over het algemeen worden gesteld dat de mate van observability redelijk aanwezig is bij de container gemaakt van composiet. In Tabel 6 is dan ook te zien dat deze innovatie voldoet aan 2 van de 4 criteria.

Trialability

Momenteel wordt er reeds geëxperimenteerd met de container van composiet door producenten zoals CargoShell en DSM. Aangezien de container compatibel is met de huidige gestandaardiseerde processen in de markt, is het gemakkelijk om trials uit te voeren (CargoShell, sd-a; DSM, 2012). Het is echter nog niet mogelijk voor potentiële kopers om een container van composiet daadwerkelijk aan te schaffen, maar de meeste producenten staan wel open voor trials. De trials die momenteel worden uitgevoerd, vinden plaats op kleine schaal. De reden hiervan is dat de producenten bezig zijn met het perfectioneren van de composiete container waardoor het niet verstandig is om trials op grote schaal uit te voeren. Doordat er met de container gemaakt van composiet wel degelijk trials worden uitgevoerd en deze ook toepasbaar zijn op de gestandaardiseerde processen, voldoet de innovatie aan 2 van de 3 criteria uit Tabel 7.

Obstacles

Verschillende bedrijven zijn bezig met de ontwikkeling van een container gemaakt van composiet. In de haven zal, vandaag de dag, echter nog niet snel een container van composiet aangetroffen worden. Er zijn dus toch redenen waarom deze innovatie (nog) niet aanslaat. Het prijskaartje van de container kan als één van die redenen worden gezien. Een container van composiet wordt vele malen duurder geschat dan een container van staal of aluminium (Moore, 2014). Dit prijsverschil is een groot obstakel voor potentiële kopers, omdat de mogelijke kostenbesparingen nog niet opwegen tegen de hoge aanschafprijs van de container. Tevens heeft de composiete container ook te maken met het *dominant design* van de traditionele container. De aluminium en stalen containers worden als de standaard beschouwd binnen de havenindustrie. Het is voor producenten van de composiete container dan ook moeilijk om de markt te overtuigen van hun innovatie.

Momenteel blijft de overstap naar een container gemaakt van composiet uit, maar wellicht zal dit in de toekomst veranderen. De obstakels zijn op dit moment te groot om

de markt te veroveren. Wanneer de prijs van deze containers daalt, wordt het aannemelijker dat de havens in de toekomst vol zullen staan met de composiete container.

5.3 De smartcontainer

Tegenwoordig worden alledaagse producten met allerlei soorten sensoren uitgerust. Dit staat ook wel bekend als *internet of things*. Door traditionele containers uit te rusten met nieuwe technologieën, kan men in de gaten houden wat de toestand is van deze smartcontainers tijdens het transporteren. Eveneens kunnen technologieën ervoor zorgen dat het transporteren van illegale goederen sneller wordt opgemerkt door douaniers. Momenteel wordt slechts 2% van alle containers door de douaniers geïnspecteerd (UNODC, sd). Door nieuwe technologieën toe te passen kan dit percentage worden opgeschroefd, waardoor men beter in staat is om illegale handel in te perken.

Eén van deze nieuwe technologieën is het Isotrack project, welke wordt gefinancierd door de Europese Unie (Bryce, 2011). Isotrack is een tracking en monitoring systeem dat bevestigd is in een deur van composiet om onder andere koolstofmonoxide, vluchtige organische stof en straling te meten, welke allen schadelijk zijn voor de mens. Eveneens kan de Isotrack bijhouden of de deuren van de container (ongewenst) worden geopend. Wat de Isotrack onderscheidt van soortgelijke sensoren, is dat hij binnenin de container kan worden geplaatst. De Isotrack kan worden uitgerust met verschillende sensoren die naar wens van de gebruiker kunnen worden gekozen; een Co2-sensor, GPS-tracker of bewegingssensor behoren tot de mogelijkheden. Dankzij de Isotrack kan er precies in de gaten worden gehouden wat er in de container wordt vervoerd, of de container tijdens transport is geopend en waar hij zich bevindt.

Er zijn nog vele andere bedrijven bezig met de ontwikkeling van systemen om containers *smart* te maken. GlobeTracker werkt momenteel aan een systeem dat vergelijkbaar is met de Isotrack. Het systeem meet onder andere temperatuur, openen van deuren en luchtvochtigheid (GlobeTracker, 2013). In tegenstelling tot de Isotrack wordt dit systeem permanent aan de buitenkant van de container gemonteerd. Volgens GlobeTracker zijn sensoren voor containers *booming*.

Uit onderzoek van Berg Insight blijkt dat in januari 2012 ongeveer 77.000 containers waren uitgerust met sensoren. In 2017 wordt verwacht dat dit aantal zal oplopen tot maar liefst 1 miljoen containers, zie figuur 6 (GlobeTracker, sd).



Figuur 6: Aantal geïnstalleerde tracking systemen (wereldwijd 2011-2017)
Bron: (Berg Insight, 2013)

Relatieve voordelen

Het uitrusten van een container met allerlei sensoren biedt verschillende voordelen. Het zorgt er onder andere voor dat transport efficiënter verloopt, diefstal van goederen wordt verminderd en dat er meer containers kunnen worden gecontroleerd door de douane. Het installeren van zulke sensoren zorgt ervoor dat het transport van een container transparanter wordt. Vanaf de computer kan worden bekeken waar de container zich bevindt, wat er in de container is opgeslagen en wat de status is van de container (GlobalTracker, sd; Bryce, 2011).

Door de sensoren kan gemakkelijk worden gecontroleerd wat er binnenin de container zit. Hierdoor is het voor de douane gemakkelijk om de inhoud van containers te controleren, waardoor illegale goederen minder gemakkelijk kunnen worden vervoerd. Dit zal resulteren in minder illegale handel tussen landen door middel van containers en zal de veiligheid in de haven verbeteren.

Eveneens kunnen smartcontainers voor kostenbesparingen zorgen. Sensoren waarborgen de veiligheid van de goederen in de container, waardoor verzekeringen

bereid zijn om de verzekeringspremies te verlagen (GlobeTracker, sd). Op grote schaal kan dit tot aanzienlijke kostenbesparingen leiden. Door sensoren is er ook minder controle nodig voor de container, een beschadiging wordt hierdoor al snel opgemerkt. Dit leidt er toe dat er minder werknemers nodig zijn voor de controle van containers. Een smartcontainer leidt tot kostenbesparingen, verbetering van de veiligheid en een verbetering van de efficiëntie van transport. Om deze reden is in Tabel 3 weergegeven dat de smartcontainer voldoet aan 3 van de 5 criteria op het gebied van relatieve voordelen.

Compatibiliteit

Het implementeren van nieuwe technologieën kan worden gezien als een toevoeging aan de traditonele container en niet als een vervanging van een voorganger. De sensoren worden zo gemaakt, dat ze op bijna iedere container kunnen worden gemonteerd. Tevens zijn er geen aanpassingen in de standaard processen van de havenindustrie benodigd, omdat de sensoren worden toegevoegd aan de traditionele container. De informatie die de sensoren verstrekken, is in te zien op bestaande computers, waardoor ook deze niet opnieuw hoeven te worden aangeschaft. Een mogelijk probleem voor de smartcontainer kan de wetgeving zijn. Het is mogelijk dat sommige technologieën niet worden goedgekeurd, waardoor ze uiteindelijk niet compatibel zullen zijn met de containerindustrie. Om deze reden voldoet de smartcontainer niet aan alle criteria die worden gesteld op het gebied van compatibiliteit. In Tabel 4 is te zien dat de smartcontainer voldoet aan 3 van de 4 gestelde criteria.

Complexiteit

De sensoren in de container kunnen worden gezien als complex, maar de gebruiker van deze sensoren hoeft niet te weten hoe deze sensoren te werk gaan. Het is belangrijk dat de software op de computers, die de informatie van de sensoren weergeeft, als niet complex wordt ervaren. Door middel van de software kan de verstrekte informatie worden geanalyseerd en hierdoor kan er in de gaten worden gehouden wat er met de container en de inhoud van de container gebeurt. Dergelijke software zal niet direct te begrijpen zijn en vergt naar waarschijnlijkheid enige kennis en ervaring. Het transport van deze container vergt geen extra tijd in vergelijking met de traditionele container en

eveneens is er geen extra mankracht benodigd om de container te transporteren. De containers werden immers al gecontroleerd door personeel. Doordat er aan een smartcontainer allerlei technologieën worden toegevoegd, kan worden gesteld dat deze als complexer wordt ervaren dan de traditionele container. Uit Tabel 5 blijkt dat de smartcontainer voldoet aan 2 van de 4 gestelde criteria op het gebied van complexiteit.

Observability

Nieuwe technologieën in de containers zijn klein van formaat. Het gaat vaak om een aantal chips gemonteerd in een metalen omhulsel. Sommige sensoren worden aan de binnenkant van een container gemonteerd, waardoor ze niet waarneembaar zijn voor anderen. De sensoren die aan de buitenkant worden gemonteerd zijn dermate klein, dat ze niet opvallen. Het is uiteraard de bedoeling van de producenten om de sensoren nauwelijks waarneembaar te maken. Wanneer de sensoren groot van formaat zouden zijn, zou dit enkel nadelig werken bij het transporteren van de container. Om deze reden kan worden gesteld dat de sensoren op zowel een relatief kleine als grote afstand niet waarneembaar zijn. Hoewel de sensoren zelf niet opvallen, ligt er een kans bij de producenten om het systeem achter de sensoren wel op te laten vallen. Dit kan door het systeem en bijbehorende software gebruiksvriendelijk en aantrekkelijk te maken voor potentiële kopers. Hoewel er bij de smartcontainer een lage mate van observability aanwezig is, voldoet deze container toch aan 1 van de 4 gestelde criteria uit Tabel 6, mede dankzij de kans om het systeem achter de sensoren op te laten vallen.

Trialability

Het testen van nieuwe technologieën voor containers hoeft niet voor moeilijkheden te zorgen. De technologieën en sensoren kunnen namelijk gemakkelijk worden geïmplementeerd in een traditionele container. Hierdoor is het voor potentiële afnemers makkelijk om eerst één container te voorzien van dergelijke sensoren, voordat het gehele assortiment aan containers met sensoren moet worden uitgerust. Hoewel de technologie van Isotrack momenteel nog in ontwikkeling is, worden er door het bedrijf zelf verschillende trials uitgevoerd. Daarentegen zijn de trials van de technologie van GlobeTracker afgerond en is het product klaar voor verkoop. Deze technologie kan om deze reden uitvoerig worden getest door potentiële afnemers. Doordat sommige technologieën reeds op de markt zijn verschenen, zoals van GlobeTracker, kunnen de

trials op grote schaal worden uitgevoerd. Om deze reden is er bij de smartcontainer een hoge mate van trialability aanwezig. Uit Tabel 7 blijkt dan ook de de smartcontainer voldoet aan alle criteria die worden gesteld op het gebied van trialability.

Obstakels

Internet of things is een veel gebruikt begrip in de 21e eeuw, steeds meer producten worden verrijkt met allerlei technologieën. De traditionele container kan dan ook niet achterblijven. Momenteel is er een begin gemaakt aan het *smart* maken van de container, maar men is er nog lang niet. De schatting van Berginsight is dat er in 2017 één miljoen tracking systemen zijn geïmplementeerd in traditionele containers. Dit betekent dat deze innovatie nog veel marktaandeel kan behalen.

Grote obstakels zijn er dan ook niet voor deze innovatie. Het is wachten op de wettelijke goedkeuring van sommige technologieën zoals die van Isotrack, maar daarna zal de toepassing van deze innovatie naar waarschijnlijkheid in omvang toenemen. Een mogelijke drempel is uiteraard het prijskaartje. Jarenlang heeft men al zonder deze technologieën gewerkt, dus men moet bereid zijn om voor deze technologieën te betalen. Wanneer deze obstakels eenmaal zijn overwonnen, is de kans groot dat men in de toekomst bij iedere container een aantal sensoren aantreft.

5.4 De 45-voetscontainer

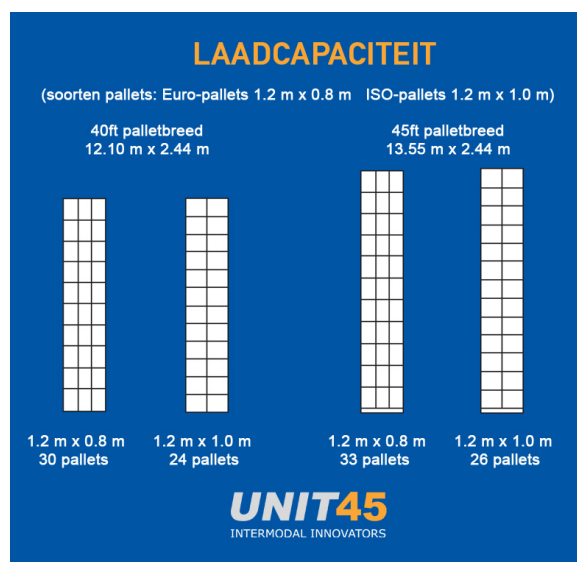
Vandaag de dag worden de 20- en 40-voetscontainers als standaard gezien. Er zijn weliswaar enkele maten van containers beschikbaar die afwijken van deze standaard, maar deze zijn van toepassing op een klein deel van de markt (World Shipping Council, sd-b). Een van deze afwijkende maten is de container van 45 voet. Deze container bestaat al langer, maar wint sinds een aantal jaar aan populariteit. Het vervoeren van een container met deze omvang ondervindt problemen doordat dit onder andere wettelijk wordt bemoeilijkt. Voor het vervoer van de 45-voetscontainer geldt een speciale regeling en zijn speciale vergunningen vereist. In september 2014 is door de Benelux besloten dat de regeling en de vergunningen moeten worden afgeschaft. Deze beslissing heeft het vervoer van de 45-voetscontainer gestimuleerd (Rijksoverheid, 2014). Momenteel probeert men om dit besluit door te voeren voor geheel Europa, maar tot nu toe is dit nog niet gelukt (Nicolai, 2014).

Uit onderzoek blijkt zelfs dat verladers een grotere container zoals de 45-voetscontainer prefereren. Dit komt doordat een grotere container meerdere voordelen biedt, op zowel financieel als milieuvlak. Momenteel wordt de 45-voetscontainer voornamelijk gebruikt voor continentaal transport (*short sea shipping*), maar intercontinentaal transport (*deep sea shipping*) is voor deze container nog relatief onbekend gebied (Nicolai, 2012). De 45-voetscontainer kan om deze reden als innovatie worden gezien wanneer deze container in de gehele maritieme wereld wordt geaccepteerd.

Dat er een rooskleurige toekomst is voor de 45-voetscontainers, blijkt uit het feit dat verschillende grote spelers in de markt bezig zijn met het experimenteren met deze container. Zo betreft het eerder genoemde project van Samskip en DSM een 45-voetscontainer van composiet. Tevens is het Nederlandse bedrijf UNIT45 druk bezig met het produceren van een gepatenteerde 45-voetscontainer (Houweling, 2010). Deze container heeft zogenaamde afgevlakte *corner castings*. Corner castings hebben als functie het mogelijk maken van het stapelen of vastzetten van containers (HSE, 2008). Door het afvlakken van deze corner castings voldoet de UNIT45 aan alle eisen die de Europese Unie stelt aan 45-voetscontainers. Om deze reden is het al mogelijk om zonder problemen de UNIT45 containers te vervoeren via schip, trein of truck. UNIT45 is inmiddels uitgegroeid tot een van de grootste spelers op het gebied van 45-voetscontainers.

Relatieve voordelen

De huidige containersector bestaat bijna geheel uit 20- en 40-voetscontainers. De 45-voetscontainers worden enkel ingezet bij continentaal transport en zijn momenteel niet in gebruik bij transport voor relatief lange afstanden. Toch biedt de 45-voetscontainers voordelen waardoor het wellicht logisch is dat men in de toekomst deze container ook voor de lange afstanden zal gaan gebruiken.



Figuur 7: Vergelijking laadcapaciteit van 40-voetscontainer en 45-voetscontainer
 Bron: (UNIT45, sd-b)

De 45-voetscontainer is breder en hoger dan de standaard containers. Dit betekent dat er meer ruimte is om goederen te vervoeren. Veel goederen worden vervoerd door middel van pallets. In de havenindustrie wordt er gebruik gemaakt van standaard maten voor pallets zoals de Euro- en ISO-pallets. De Euro-pallets hebben een afmeting van 1.2 meter x 0.8 meter en de ISO-pallets hebben een afmeting van 1.2 meter x 1.0 meter. Bij het gebruik van pallets komt het ruimtevoordeel van de 45-voetscontainer duidelijk naar voren (UNIT45, sd-a). Een 40-voetscontainer kan namelijk 30 Euro-pallets of 24 ISO-pallets vervoeren, terwijl een 45-voetscontainer 33 Euro-pallets of 26 ISO-pallets kan vervoeren, zie figuur 7 op de vorige bladzijde.

Een 45-voetscontainer kan leiden tot kostenbesparingen, omdat er efficiënter gebruik kan worden gemaakt van de beschikbare ruimte. Transportkosten kunnen omlaag doordat er minder trucks, schepen of treinen benodigd zijn dan wanneer er 20 of 40-voetscontainers worden vervoerd. Een vermindering van het aantal benodigde vervoersmiddelen betekent automatisch een vermindering van de milieuvervuiling. De 45-voetscontainers kan dus worden beschouwd als een relatief milieuvriendelijke container. Wanneer de 45-voetscontainer geheel wordt geaccepteerd in de maritieme wereld, kan dit een oplossing bieden voor het eerder genoemde logistieke *empty container problem* binnen Europa. Vandaag de dag gaan er gevulde 40-voetscontainers van Rotterdam naar Oostenrijk en vervolgens keren deze containers leeg terug. Tegelijkertijd worden er 45-voetscontainers vanuit Oostenrijk via Rotterdam naar het Verenigd Koninkrijk getransporteerd om vervolgens eveneens leeg terug te keren. Wanneer de 45-voetscontainer volledig wordt geaccepteerd, kan het vervoer van lege containers worden gereduceerd. In plaats van lege 40-voetscontainers terug te sturen vanuit Oostenrijk naar Rotterdam kunnen er gevulde 45-voetscontainers worden gebruikt die als eindbestemming het Verenigd Koninkrijk hebben. Er kan worden gesteld dat de 45-voetscontainer veel voordelen heeft te bieden. In Tabel 3 blijkt dan ook dat de 45-voetscontainer voldoet aan 3 van de 5 gestelde criteria op het gebied van relatieve voordelen.

Compatibiliteit

Op het gebied van compatibiliteit loopt de 45-voetscontainers tegen een aantal problemen aan. Veel schepen zijn namelijk aangepast om kleinere containers te

transporteren. Dit betekent dat de 45-voetscontainers niet door elk schip kan worden vervoerd. Tevens zijn niet alle kranen en machines in de haven geschikt om de container te verplaatsen of in- en uit te lossen. Om de 45-voetscontainer volledig compatibel te maken met de huidige gestandaardiseerde processen, moeten er zowel relatief kleine als grote aanpassingen worden gedaan (Monnikhof, 2007). Tevens wordt de acceptatie van de 45-voetscontainer bemoeilijkt door verschillende wetgevingen, waardoor het niet mogelijk is om in elk land de container te transporteren. Om deze redenen kan worden gesteld dat er een lage mate van compatibiliteit aanwezig is bij de 45-voetscontainer. In Tabel 4 is te zien dat de 45-voetscontainer dan ook aan geen van de gestelde criteria voldoet op het gebied van compatibiliteit.

Complexiteit

Het principe van een 45-voetscontainer verschilt nauwelijks van die van 20- of 40-voetscontainers. Enkel de breedte en hoogte verschillen van de standaard containers. Dit betekent dat men al bekend is met hoe men deze container in gebruik moet nemen, hierdoor zal er niet snel tegen moeilijkheden aan worden gelopen. Doordat de container op dezelfde manier wordt vervoerd als een traditionele container, is er geen extra tijd of mankracht benodigd. Er kan worden gesteld dat de 45-voetscontainer als een innovatie met een erg lage mate van complexiteit kan worden beschouwd. In Tabel 5 is te zien dat de 45-voetscontainer voldoet aan alle gestelde eisen op het gebied van complexiteit.

Observability

De 45-voetscontainer wijkt niet in grote mate af van de standaard 20- en 40-voetscontainers. Enkel de afmetingen van de container wijken af. Doordat de 45-voetscontainer kan worden gezien als een grotere variant van de standaard containers, komt het beeld van deze container overeen met het beeld wat men heeft van de traditionele container. Op een relatief kleine afstand is duidelijk te zien dat het om een grotere container dan de standaard containers gaat. Wanneer er echter op een relatief grote afstand wordt gekeken, is het niet gemakkelijk te zien of het een 40-voets- of een 45-voetscontainer betreft. Het voordeel dat de container kan bieden, is daarentegen wel duidelijk waarneembaar. Het is namelijk gemakkelijk te zien, dat in deze container meer ruimte is voor goederen dan in een standaard container. Om deze redenen kan worden gesteld dat de container weliswaar is te onderscheiden van de standaard containers,

maar erg opvallen doet hij niet. Om deze reden voldoet de 45-voetscontainer aan 2 van de 4 criteria uit Tabel 6.

Trialability

Hoewel de 45-voetscontainer reeds verkrijgbaar is op de markt, worden er niet op grote schaal trials uitgevoerd. De reden hiervan is dat de 45-voetscontainer nog niet een groot genoeg marktaandeel heeft verkregen in vergelijking met de standaard 20- en 40-voetscontainer. De producenten van 45-voetscontainers staan wel open om met de container te experimenteren en om deze reden zijn er momenteel verschillende trials gaande. De 45-voetscontainer wordt reeds (weliswaar in relatief kleine mate) gebruikt voor continentaal transport, waardoor het mogelijk is om informatie te verkrijgen over de toepassing van deze container. Het testen van de container ondervindt ook een aantal problemen. De wetgeving, zoals eerder vermeld, zorgt er namelijk voor dat het niet overal is toegestaan om de container te transporteren. Tevens is het moeilijk om bijvoorbeeld de 45-voetscontainer te testen bij intercontinentaal vervoer, doordat niet elke haven of schip geschikt is om de container in- en uit te laden. Om deze redenen kan worden gesteld dat de trials van de 45-voetscontainer niet optimaal kunnen worden uitgevoerd. Wellicht zal dit in de toekomst veranderen. In Tabel 7 is te zien dat de 45-voetscontainer niet voldoet aan alle criteria op het gebied van trialability. Er wordt namelijk voldaan aan slechts één criterium.

Obstakels

De 45-voetscontainer is al beschikbaar op de markt, maar toch blijft een gehele acceptatie van de container uit. Dit betekent dat de container een aantal problemen ondervindt. Allereerst wordt het de 45-voetscontainer bemoeilijkt door verschillende regelgevingen. Zoals eerder vermeld, is het sinds 2014 toegestaan om in de Benelux deze container te vervoeren. In Europa wordt echter het vervoer van deze container nog steeds bemoeilijkt. Momenteel is men bezig met het veranderen van de regelgeving, maar een indicatie wanneer dit wordt aangepast is niet bekend (Nicolai, 2014).

Een tweede obstakel is de compatibiliteit van de container. Niet alle schepen, treinen en trucks zijn geschikt voor het vervoeren van een container met dit formaat. Dit levert een aanzienlijk nadeel op. Tevens moeten sommige schepen, treinen, trucks, machines en

kranen worden aangepast om het vervoer van deze container mogelijk te maken (Monnikhof, 2007). Deze aanpassingen vergen grote investeringen en zorgen voor een grote drempel voor de acceptatie van de 45-voetscontainer. Er moet niet alleen geïnvesteerd worden in het aanpassen van huidige processen, ook de container zelf heeft een relatief hoog prijskaartje. Potentiële kopers moeten bereid zijn om voor deze container een meerprijs te betalen in vergelijking met de traditionele containers.

Het is afwachten of de 45-voetscontainer de wereld gaat veroveren. Hij wordt weliswaar al gebruikt in de havenindustrie, maar niet in dermate grote getalen. De container loopt tegen een aantal obstakels aan, waarvan wordt verwacht dat deze niet op de korte termijn zullen worden opgelost.

6 Conclusie

Het doel van dit onderzoek is om aan te tonen wat het toekomstperspectief is van de container op het gebied van technologische innovatie. Hierbij is een viertal innovaties belicht en beschreven; de inklapbare container, de container gemaakt van composiet, de smartcontainer en de 45-voetscontainer. Met behulp van de theorie van Rogers is geanalyseerd wat het toekomstperspectief is voor iedere innovatie. Deze theorie omvat vijf verschillende karakteristieken: relatieve voordelen, compatibiliteit, complexiteit, observability en trialability. Op basis van deze karakteristieken zijn er twintig criteria opgesteld waarop de verschillende innovaties werden getoetst. Wanneer een innovatie aan een criterium voldeed, werd er een waarde van 1 aan de innovatie toegekend. In totaal kon een innovatie een maximale waarde van 20 behalen. In Tabel 2 hieronder staat een overzicht van de totale behaalde waarden per innovatie.

Karakteristieken Innovaties	Relatieve voordelen	Compatibiliteit	Complexiteit	Observability	Trialability	Totaal
Inklapbare container	3	2	0	3	2	10
Container gemaakt van composiet	3	3	4	2	2	14
Smartcontainer	3	3	2	1	3	12
45-voetscontainer	3	0	4	2	1	10

Tabel 2: Overzicht van de toegekende waarden aan de verschillende innovaties

Uit de tabel blijkt dat een container gemaakt van composiet, met een totale waarde van 14, de grootste kans heeft om te worden geaccepteerd in de markt. Daarop volgt de smartcontainer met een totale waarde van 12 en zowel de inklapbare container als de 45-voetscontainer hebben een totale waarde van 10 behaald en hebben daarom relatief de kleinste kans om te worden geaccepteerd in de markt. Hoewel de container gemaakt van composiet de grootste kans heeft op acceptatie, hebben de overige innovaties ook een relatief goede kans op acceptatie. In de toekomst kan dan ook worden verwacht dat één van deze innovaties daadwerkelijk in de praktijk zal worden toegepast. Uit dit onderzoek valt te concluderen, op basis van de theorie van Rogers, dat de grootste kanshebber hierop de container gemaakt van composiet is.

Niet enkel de karakteristieken van Rogers spelen een rol bij de acceptatie van een innovatie, ook de obstakels van een innovatie zijn belangrijk. Hoewel de voorspelling

van de acceptatie van een innovatie rooskleurig kan zijn, zal een innovatie die te maken heeft met relatief grote obstakels alsnog niet snel worden geaccepteerd in de markt. Uit dit onderzoek blijkt dat alle vier de innovaties te kampen hebben met een aantal obstakels. Het grootste obstakel dat bijna bij iedere innovatie terug kwam, waren de bijkomende kosten. De innovaties zijn over het algemeen duurder dan de traditionele container, waardoor er een drempel ontstaat om de innovatie daadwerkelijk in de praktijk te gebruiken. Eveneens is het *dominant design* van de traditionele container een obstakel. De traditionele container wordt omarmd door de markt, waardoor het moeilijk is voor een innovatie om een voet tussen de deur te krijgen. Tevens bemoeilijkt een aantal wetgevingen de acceptatie van sommige innovaties. Momenteel is men bezig met het versoepelen van deze wetgevingen, waardoor dit obstakel wellicht wordt opgeheven. Het is echter nog niet bekend wanneer deze wetgevingen daadwerkelijk worden aangepast. Het is van belang voor de containersector om te zorgen dat de obstakels van de innovaties worden geminimaliseerd. Alleen dan kan de traditionele container worden onderworpen aan innovatie.

Een beperking in het onderzoek is dat de innovaties enkel zijn beoordeeld op basis van de vijf karakteristieken van Rogers. Er bestaan voor het beoordelen van innovaties namelijk meerdere methoden. Wanneer een andere beoordelingsmethode wordt gebruikt, is het mogelijk dat er andere conclusies worden getrokken met betrekking tot welke innovatie de grootste kans heeft op acceptatie in de markt. Tevens zijn er 'slechts' twintig criteria opgesteld met betrekking tot de karakteristieken van Rogers. Vervolgonderzoek zou het aantal criteria verder uit kunnen breiden om een nauwkeurigere voorspelling te kunnen doen van wat het toekomstperspectief is van de container op het gebied van innovatie.

Een andere beperking van dit onderzoek is dat het zich enkel richt op technologische innovaties, terwijl er in de havenindustrie momenteel ook sociale innovaties in ontwikkeling zijn. Vervolgonderzoek zou de analyse kunnen uitbreiden door ook sociale innovaties, zoals synchromodaal vervoer, te behandelen.

7 Bibliografie

AD.nl. (2009, april 24). *Opklapkratje van 2000 kilo*. Opgeroepen op juni 29, 2015, van AD.nl: <http://www.ad.nl/ad/nl/4566/Geld/article/detail/2017770/2009/04/24/Opklapkratje-van-2000-kilo.dhtml>

Altairnlighten.com. (2012, november 28). *Shipping Container Uses Composite Panels to Save 20% Weight*. Opgeroepen op juni 10, 2015, van altairnlighten.com: <http://altairnlighten.com/2012/11/shipping-container-uses-composite-panels-to-save-20-percent-weight/>

Balasubramanian, S. (2013, maart 22). *Insight into Innovation: Why companies must innovate*. Opgeroepen op mei 25, 2015, van kenan-flagler.unc.edu: <http://www.kenan-flagler.unc.edu/news/2013/03/why-companies-must-innovate>

Bandara, Y. M., Garaniya, V., Chin, C., & Leong, Z. H. (2015). Improving Logistics Management Using Folding/Collapsible Containers: A Case Study. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31, 161-185.

Berg Insight. (2013). *Container Tracking and Security*. Opgeroepen op juni 29, 2015, van berginsight.com: <http://www.berginsight.com/reportpdf/productsheet/bi-container2-ps.pdf>

Berg, R. (2013). *The Innovation Maturity Model*. Melbourne: Berg Consulting Group Pty Ltd.

Bohlman, M. (2001, september). ISO's container standards are nothing but good news. *ISO Bulletin September 2001*, 12-15.

Bryce, D. (2011, januari). Inside Track. *Cargo Security International*, 20-21.

CargoShell. (sd-a). *CargoShell*. Opgeroepen op juni 13, 2015, van cargoshell.com: <http://www.cargoshell.com>

CargoShell. (sd-b). *Concept*. Opgeroepen op Juni 7, 2015, van Cargoshell.com: <http://www.cargoshell.com/concept.php>

CaruContainers. (2015). *Foldable container 4FOLD for sale and lease*. Opgeroepen op juni 8, 2015, van carucontainers.com: <http://www.carucontainers.com/nl-en/container/4fold-foldable-containers>

Chen, J., Hang, C., & Yu, D. (2011). An assessment framework for disruptive innovation. *Foresight*, 13 (5), 4-13.

Cools, J. (2005, september). *cargo-containers*. Opgeroepen op mei 19, 2015, van TUDelft.nl: http://homepage.tudelft.nl/f2n51/01_CargoContainers.pdf

de Langen, P. W., Nijdam, M. H., & van der Lugt, L. M. (2012). *Port Economics, Policy and Management*. Rotterdam: Erasmus University.

DeGraff, J. (2014, september 29). *What Is Innovation?* Opgeroepen op mei 27, 2015, van Huffingtonpost.com: http://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/what-is-innovation_b_5939508.html

Dekker, R., & Acciaro, M. (2014). *Container Logistics*. Rotterdam: Lectures slides beschikbaar gesteld door Erasmus University Rotterdam.

Dijkhuizen, B. (2014, januari 28). *Opvouwbare zeecontainers zijn marktrijp*. Opgeroepen op juni 6, 2015, van logistiek.nl: <http://www.logistiek.nl/distributie/nieuws/2014/1/opvouwbare-zeecontainers-zijn-marktrijp-10154361>

DNV. (2012, november 6). *Shipping 2020*. Opgeroepen op mei 10, 2015, van DNV.nl: http://www.dnv.nl/binaries/shipping%202020%20-%20final%20report_tcm141-530559.pdf

Douma, A., Veenstra, A., & Verwey, K. (2012). *Synchromodaal vervoer in 2020*. Rotterdam.

Drewry. (2014, augustus 12). *Reefer Box Capacity Forecast to Grow 22% Over Next Five Years*. Opgeroepen op mei 25, 2015, van Drewry.co.uk: <http://www.drewry.co.uk/news.php?id=282>

DSM. (2012). *HighQ: The lightweight container for heavyweight challenges*. Opgeroepen op juni 10, 2015, van DSM.com: https://www.dsm.com/content/dam/dsm/automotive/en_US/documents/highqfolderfinalallowres.pdf

GlobeTracker. (2013). *Globe Tracker Communications Unit*. Opgeroepen op juni 11, 2015, van globetracker.com: <http://www.globetracker.com/products/globe-tracker-communications-unit/>

GlobeTracker. (sd). *Globe Tracker Smart Container Tracking and it's Impact on Global Ocean Freight*. Opgeroepen op juni 11, 2015, van intermodal-events.com: http://www.intermodal-events.com/files/technology_case_study_don_miller.pdf

Groenewegen, G. (2011). *Kritische succesfactoren van radicale innovatie door starters*. Delft: Open Universiteit.

Holland Container Innovations. (sd). *History*. Opgeroepen op juni 6, 2015, van hcinnovations.nl: <http://www.hcinnovations.nl/company.php>

Houweling, F. (2010, juli 1). *Deelnemer in het zonnetje - UNIT45*. Opgeroepen op juni 12, 2015, van unit45.com: http://www.unit45.com/108/?form_104.replyids=62

HSE. (2008, oktober). *Freeing jammed freight containers and container fittings on ships*. Opgehaald van hse.gov.uk: <http://www.hse.gov.uk/pubns/dis1.pdf>

Konings, R. (2005). Foldable Containers to Reduce the Costs of Empty Transport? A Cost-Benefit Analysis from a Chain and Multi-Actor Perspective. *Maritime Economics & Logistics* (7), 223-249.

Kosmeijer, K. (2014, mei 19). *Europese politici in spe willen groener vervoer*. Opgeroepen op mei 11, 2015, van nieuwsbladtransport.nl: <http://www.nieuwsbladtransport.nl/Nieuws/Article/tabid/85/ArticleID/40728/ArticleName/Europesepoliticiinspewillengroenervervoer/Default.aspx>

Kotler, P., & Keller, K. L. (2011). *A Framework for Marketing Management*. Londen: Pearson Education Limited.

Lechner, S. (2014). Future cargo containers: how smart can they get? *Port Technology*, 62, 126-128.

Levinson, M. (2006). *The Box*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.

Maersk Line. (sd). *Special Cargo Containers*. Opgeroepen op mei 25, 2015, van maerskline.com: <http://www.maerskline.com/tr-tr/shipping-services/special-cargo/equipment-and-services/reefer>

Mayo, A. J., & Nohria, N. (2005, oktober 3). *The Truck Driver Who Reinvented Shipping*. Opgeroepen op mei 11, 2015, van Harvard Business School Working Knowledge: <http://hbswk.hbs.edu/item/5026.html>

Monnikhof, T. O. (2007, januari 31). Creatief met containertoepassingen. *Het Financieele Dagblad*, 10.

Moore, S. (2014, maart 30). *Composites could revolutionize shipping containers*. Opgeroepen op juni 10, 2014, van PlasticsToday: <http://www.plasticstoday.com/articles/composites-could-revolutionize-shipping-containers-20140330a>

Murmann, J. P., & Tushman, M. L. (1997). *Dominant Designs, Technology Cycles, and Organizational Outcomes*. Philadelphia: The Wharton School University of Pennsylvania.

Nauyalis, C. (2013). *A new framework for assessing your innovation program: introducing the innovation management maturity model by Planview*. Opgeroepen op juni 30, 2015, van planview.com: <http://www2.planview.com/im3/docs/Planview-Innovation-Maturity-Model.pdf>

Nicolai, F. (2014, december 3). *De 45-voeter raakt geheel ingeburgerd*. Opgeroepen op juni 12, 2015, van nieuwsbladtransport.nl: <http://www.nieuwsbladtransport.nl/Nieuws/Article/tabid/85/ArticleID/43013/ArticleName/De45-voeterraaktgeheelingeburgerd/Default.aspx>

Nicolai, F. (2012, april 20). *Zoek het in de 45-voeter*. Opgeroepen op juni 12, 2015, van nieuwsbladtransport.nl: <http://www.nieuwsbladtransport.nl/Nieuws/Article/tabid/85/ArticleID/25608/ArticleName/Zoek-het-in-de-45-voeter/Access/Anonymous/Default.aspx>

Pacella, R. M. (2011). A sensor-packed shipping container that folds flat in 30 seconds. *Populair Science*, 60-61.

Pas, S. (2010). *The digital divide and innovativeness in Europe*. Rotterdam: Erasmus University.

Port of Rotterdam Authority. (2013, oktober 29). *Transport of empty containers a thing of the past*. Opgeroepen op juni 7, 2015, van portofrotterdam.com: <http://www.portofrotterdam.com/en/News/pressreleases-news/Pages/transport-empty-containers.aspx>

Port of Rotterdam. (2010, juni 23). *Rotterdam modalsplit in top 3*. Opgeroepen op mei 10, 2015, van portofrotterdam.com: http://www.portofrotterdam.com/nl/actueel/pers-en-nieuwsberichten/Pages/20100623_03.aspx

Postrel, V. (2006, maart 23). *The Container That Changed The World*. Opgeroepen op mei 5, 2015, van NYTimes: http://www.nytimes.com/2006/03/23/business/23scene.html?_r=0

Rijksoverheid. (2014, september 30). *Vrij verkeer van grote containers binnen Benelux*. Opgeroepen op juni 13, 2015, van Rijksoverheid.nl: <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2014/09/30/vrij-verkeer-van-grote-containers-binnen-benelux.html>

Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5e Editie ed.). New York: Free Press.

RSC. (sd). *Composite Materials*. Opgeroepen op juni 13, 2015, van rsc.org: <http://www.rsc.org/Education/Teachers/Resources/Inspirational/resources/4.3.1.pdf>

Samskip. (2012, november 27). *Samskip Multimodal and DSM develop new lightweight container*. Opgeroepen op juni 10, 2015, van samskip.com: <http://www.samskip.com/who-we-are/news/nr/468>

Saratogaforwarding. (sd). *Container specs*. Opgeroepen op juni 29, 2015, van Saratogaforwarding.com: <https://saratogaforwarding.com/references/container-specs/>

Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Boston: Harvard University Press.

Shaughnessy, H. (2013, januari 15). *Apple and Google, #1 and #2 of World's Most Innovative Companies. Why?* Opgeroepen op mei 26, 2015, van forbes.com: <http://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/01/15/apple-and-google-1-and-2-of-worlds-most-innovative-companies-why/>

Singla, S. (2011, augustus 24). *16 Types of Container Units and Designs for Shipping Cargo*. Opgeroepen op mei 25, 2015, van marineinsight.com: <http://www.marineinsight.com/sports-luxury/equipment/16-types-of-container-units-and-designs-for-shipping-cargo/>

Srinivasan, R., Lilien, G. L., & Rangaswamy, A. (2006). The Emergence of Dominant Designs. *Journal of marketing*, 70, 1-17.

The Economist. (2014, mei 1). *Engineers are trying to upgrade the humble shipping container*. Opgeroepen op juni 1, 2015, van economist.com: <http://www.economist.com/news/science-and-technology/21597878-engineers-are-trying-upgrade-humble-shipping-container-boxing-clever>

The Economist. (2015, januari 25). *What disruptive innovation means*. Opgeroepen op juni 30, 2015, van economist.com: <http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2015/01/economist-explains-15>

Transport Research Institute. (2014). *Empty Container Repositioning for Scottish Shippers*. Edinburgh: Edinburgh Napier University.

UNCTAD. (2012, december 4). *Review of Maritime Transport 2012*. Opgeroepen op mei 10, 2015, van UNCTAD.org: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2012_en.pdf

UNIT45. (sd-a). *45Ft Palletwide Dry Freight Containers*. Opgeroepen op juni 18, 2015, van UNIT45.com: <http://www.unit45.com/299/text/800/files/Sheet%20UNIT45%20Dry.pdf>

UNIT45. (sd-b). *Laadcapaciteit*. Opgeroepen op juni 29, 2015, van UNIT45.com: <http://www.unit45.com/286/text/760/files/Laadcapaciteit%20UNIT45.jpg>

UNODC. (sd). *UNODC-WCO Global Container Control Programme*. Opgeroepen op juni 11, 2015, van unodc.org: <http://www.unodc.org/ropan/en/BorderControl/container-control/ccp.html>

utwente.nl. (sd). *Diffusion of innovations theory*. Opgeroepen op juni 29, 2015, van utwente.nl: http://www.utwente.nl/cw/theorieenoverzicht/Theory%20Clusters/Communication%20and%20Information%20Technology/Diffusion_of_Innovations_Theory/

van Benthem, F. (2010). *Belangrijke factoren bij de diffusie en adoptie van een organisatie strategie*. Enschede: Universiteit Twente.

van den Burg, G. (1975). *Containerisation and other unit transport*. Londen: Hutchinson Benham.

Volberda, H., Jansen, J., Tempelaar, M., & Heij, K. (2011). Monitoren van sociale innovatie: slimmer werken, dynamisch managen en flexibel organiseren. *Tijdschrift voor HRM*, 85-110.

Weissink, A. (2009, november 20). *Na drie jaar is opvouwbare container klaar voor de markt*. Opgeroepen op juni 8, 2015, van stichting-iod.nl: <http://www.stichting-iod.nl/files/HCI%20FD-artikel%2021%2009%20'11.pdf>

World Shipping Council. (sd-a). *Before Container Shipping*. Opgeroepen op mei 11, 2015, van worldshipping.org: <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/history-of-containerization/before-container-shipping>

World Shipping Council. (sd-b). *Containers*. Opgeroepen op mei 19, 2015, van worldshipping.org: <http://www.worldshipping.org/about-the-industry/containers>

Yocco, V. (2015, januari 29). *Five Characteristics Of An Innovation*. Opgeroepen op mei 30, 2015, van smashingmagazine.com: <http://www.smashingmagazine.com/2015/01/29/five-characteristics-of-innovations/>

8 Bijlagen

Innovaties Relatieve voordelen	Inklapbare container	Container gemaakt van composiet	Smartcontainer	45-voetscontainer
Kostenbesparing			✓	✓
Ruimtebesparing	✓			
Verbetering van de efficiëntie	✓	✓	✓	✓
Verbetering van de duurzaamheid m.b.t. het milieu	✓	✓		✓
Verbetering van de veiligheid		✓	✓	
Totaal	3	3	3	3

Tabel 3: Relatieve voordelen van de verschillende innovaties

Innovaties Compatibiliteit	Inklapbare container	Container gemaakt van composiet	Smartcontainer	45-voetscontainer
Geen kleine investeringen benodigd om standaard processen aan te passen		✓	✓	
Geen grote investeringen benodigd om standaard processen aan te passen	✓	✓	✓	
Toepasbaar op iedere traditionele container			✓	
Door de wetgeving geheel goedgekeurd	✓	✓		
Totaal	2	3	3	0

Tabel 4: Compatibiliteit van de verschillende innovaties

Innovaties \ Complexiteit	Inklapbare container	Container gemaakt van composiet	Smartcontainer	45-voetscontainer
Direct te begrijpen		✓		✓
Geen extra mankracht benodigd		✓	✓	✓
Geen extra tijd benodigd		✓	✓	✓
Niet complexer dan de traditionele container		✓		✓
Totaal	0	4	2	4

Tabel 5: Complexiteit van de verschillende innovaties

Innovaties \ Observability	Inklapbare container	Container gemaakt van composiet	Smartcontainer	45-voetscontainer
Waarneembaar vanaf relatief kleine afstand	✓	✓		✓
Waarneembaar vanaf relatief grote afstand				
Wijkt af van het beeld bij een traditionele container	✓	✓		
Het voordeel van de innovatie komt naar voren bij het uiterlijk van de innovatie	✓		✓	✓
Totaal	3	2	1	2

Tabel 6: Observability van de verschillende innovaties

Innovaties	Inklapbare container	Container gemaakt van composiet	Smartcontainer	45-voetscontainer
Trialability				
Trials toepasbaar in standaard processen	✓	✓	✓	
Trials beschikbaar voor afnemers	✓	✓	✓	✓
Trials op grote schaal uit te voeren			✓	
Totaal	2	2	3	1

Tabel 7: Trialability van de verschillende innovaties