

**Bachelorscriptie 'Urban, Port and Transport Economics'**

---

# **Rotterdam als naaf, Antwerpen als spaak**

Beide zijn onmisbaar

---

Erasmus Universiteit Rotterdam

*Auteur:*

Steijn van den Toorn  
[erasmus@mesoscale.nl](mailto:erasmus@mesoscale.nl)

*Begeleider:*

Michiel Nijdam

4 augustus 2010

## **Samenvatting**

Het onderzoek dat in deze scriptie is uitgevoerd probeert een antwoord op de vraag te geven of het economisch gezien verstandig is om de haven van Rotterdam te laten dienen als intercontinentale hub waarbij de haven van Antwerpen de rol van spoke op zich neemt. De omvang van containerschepen maakt nog steeds een snelle ontwikkeling door als gevolg van het verder benutten van schaalvoordelen. Het gevolg is dat de haven van Antwerpen steeds intensievere baggerwerken moet uitvoeren om de haven bereikbaar te houden voor containerschepen.

In het wereldwijde maritieme netwerk zijn drie soort netwerken te onderscheiden, hub en spoke netwerken, multiport netwerken en hybride netwerken. Hybride netwerken zijn een mengvorm van hub en spoke en multiport netwerken. Er valt geen duidelijke ontwikkeling in de richting van de ontwikkeling van maritieme netwerken te herkennen. Zowel hub en spoke netwerken als multiport netwerken komen nog steeds beide voor, waarbij meestal een balans gevonden is in de hybride netwerkform.

De focus op een hub en spoke relatie tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen is economisch gezien niet verstandig vanwege de kostbare ruimte in de haven van Rotterdam (Maasvlakte 2) en het nut dat een multiport netwerk heeft om meer klantgericht te kunnen werken voor transporteurs en rederijen.

## **Voorwoord**

Deze bachelorscriptie vormt de afsluiting van mijn bacheloropleiding Economie & Bedrijfseconomie aan de Erasmus Universiteit Rotterdam, Erasmus School of Economics. Ik ben aan deze scriptie begonnen in mei 2010 en ben op het moment van schrijven, begin augustus 2010, klaar. Ik heb met veel plezier en enthousiasme aan deze scriptie gewerkt en ik heb veel geleerd over de maritieme- en havenwereld.

Ik wil mijn scriptiebegeleider Michiel Nijdam uitdrukkelijk bedanken voor zijn begeleiding bij het schrijven van deze scriptie. Zijn nuttige feedback heeft er aan bijgedragen dat deze scriptie een helder en logisch verhaal is geworden.

Als u nog vragen of opmerkingen heeft over de scriptie stel deze dan gerust. Ik hoop dat u veel leesplezier zult beleven aan deze scriptie.

Steijn van den Toorn

Amersfoort, augustus 2010

# Personalia

## Auteur

*Steijn van den Toorn*

Student Erasmus Universiteit Rotterdam – Economie & Bedrijfseconomie

Bachelorprogramma Urban, Port and Transport Economics

Studentnummer: 307463

[erasmus@mesoscale.nl](mailto:erasmus@mesoscale.nl)

## Begeleider

*Michiel Nijdam*

Onderzoeker en universitair docent in transport- en havenconomie

Erasmus School of Economics

[mnijdam@ese.eur.nl](mailto:mnijdam@ese.eur.nl)

## Inhoudsopgave

1. Inleiding .....	2
1.1 Doel .....	3
1.2 Onderzoeksvragen.....	3
1.3 Onderzoeksmethode.....	4
1.4 Structuur .....	4
2. Ontwikkeling omvang schepen .....	5
2.1 Ontwikkelingen in de jaren 50 en 60.....	5
2.2 Ontwikkelingen vanaf de jaren 70.....	5
2.3 Toekomstige ontwikkelingen .....	8
2.4 Relatie draagvermogen en diepgang .....	9
2.5 Schaalvoordelen en schaalnadelen.....	12
2.6 Conclusie.....	13
3. Gevolgen toename omvang schepen voor de haven van Antwerpen .....	15
3.1 Huidige en toekomstige situatie Westerschelde.....	15
3.2 Kosten door beperkt tijvenster voor schepen en goederen .....	15
3.3 Conclusie.....	17
4. Netwerken.....	18
4.1 Netwerken.....	18
4.2 Kenmerken van een hub .....	20
4.2.1 Strategische locatie .....	20
4.2.2 Hoge mate van havenefficiency .....	20
4.2.3 Goede havenverbindingen.....	20
4.2.4 Adequate infrastructuur .....	21
4.2.5 Breed aanbod havendiensten .....	21
4.2.6 Adequate ICT infrastructuur.....	22
4.3 Hub en spoke netwerk of multiport netwerk?.....	22
4.3.1 Schaalvoordelen en schaalnadelen.....	22
4.3.2 Oost/west en noord/zuid handel.....	22
4.3.3 Hubs en spokes vullen elkaar goed aan.....	23
4.3.4 Impact van een hub op de omgeving.....	23
4.3.5 Multiport netwerk voor betere klantgerichtheid .....	24
4.4 Conclusie.....	25
5. Toepassing hub en spoke relatie op de havens van Rotterdam en Antwerpen.....	26
5.1 Binnenvaart of zeevaart .....	26
5.2 Hub en spoke of multiport? .....	27
5.3 Conclusie.....	28
6. Conclusie.....	29

## 1. Inleiding

In het oostelijk deel van het Amazonegebied wordt ijzererts gedolven dat via een 900 kilometer lange spoorlijn naar de haven van Ponte da Madeira aan de Braziliaanse westkust wordt vervoerd. Daar wordt het geladen in de bulkcarrier Berge Stahl met een lengte van 343 meter, een breedte van 63,5 meter en een diepgang van 22,5 meter. De Berge Stahl vaart vervolgens naar de haven van Rotterdam, de enige haven in West-Europa die voor het schip toegankelijk is. Daar wordt het schip in 5 dagen gelost waarna de lading met 120 duwbakken naar de hoogovens van ThyssenKrupp in Duitsland wordt vervoerd<sup>1</sup>.

Van het staal dat in de hoogovens van ThyssenKrupp wordt geproduceerd kan in Azië een containerschip gebouwd worden. De MSC Beatrice met een containercapaciteit van 14000 TEU is door Samsung Heavy Industries gebouwd in Zuid-Korea. Het schip heeft een lengte van 366 meter, een breedte van 51 meter en een diepgang van 15 meter. Het vervoert vanuit het Verre Oosten containers naar onder andere de haven van Antwerpen<sup>2</sup>. Door deze enorme omvang zijn containerschepen in staat tegen een zeer lage prijs containers te vervoeren. Een container van 20 voet met daarin 4400 DVD-recorders kan voor 1340 Euro vanuit Shanghai naar West-Europa verscheept worden. (Stopford, 2009) Dat komt neer op 30 cent transportkosten per DVD-recorder voor een reis van 17000 km.

Deze indrukwekkende cijfers geven aan dat efficiënt vervoer van goederen een belangrijke rol speelt in de wereldwijde economische structuur. Niet alleen is het mogelijk transportkosten extreem laag te maken door het benutten van schaalvoordelen. Ook is het door een wereldwijd netwerk van maritieme transportdiensten mogelijk goederen van over de hele wereld snel en efficiënt te vervoeren naar bestemmingen over de hele wereld. Deze twee ontwikkelingen hebben een sterke groei van de wereldwijde economie mogelijk gemaakt.

Een gevolg van deze ontwikkelingen is dat schepen steeds verder in omvang toenemen. Het wordt voor havens dus steeds belangrijker zij geschikt zijn om zeer grote schepen te ontvangen. Toen de MSC Beatrice de haven van Antwerpen aan deed moest het schip eerst een deel van de lading lossen in Engeland en Nederland omdat de diepte van de Westerschelde anders niet toereikend was. (Ariese, 2010)

Hoewel containerschepen (maximaal 15,5 meter diepgang) vergeleken met olietankers en bulkcarriers (maximaal 23 meter diepgang) een vrij beperkte diepgang hebben moet de landinwaarts gelegen haven van Antwerpen in kostbare baggerwerken investeren om de toegang voor de grootste containerschepen tot de haven te kunnen waarborgen. De huidige verruiming van de Westerschelde kost eenmalig 158 miljoen euro en levert aan onderhoud jaarlijks een kostenpost van 12 miljoen euro op (ProSes,

---

<sup>1</sup> Havenbedrijf Rotterdam, 2010. 'Berge Stahl weer in Rotterdam', *Port of Rotterdam*, <http://tinyurl.com/38bdeqv> (31-07-2010). NB: Adres (URL) is verkort.

<sup>2</sup> Het Laatste Nieuws, 2010. 'Reuzecontainerschip MSC Beatrice in Antwerpse haven', *Het Laatste Nieuws*, <http://tinyurl.com/coljtw> (31-07-2010). NB: Adres (URL) is verkort.

2004). Ook voor rederijen en transporteurs ontstaan kosten als een schip moet wachten op gunstige weers- en tijomstandigheden om een haven te kunnen betreden. Vanwege deze kosten rijst de vraag of het verstandiger is schepen met een grote diepgang havens aan te laten doen die van nature een grote waterdiepte hebben (Baird, 2002) zoals de haven van Rotterdam met Maasvlakte 1 en 2. De haven van Rotterdam neemt dan de rol van diep water hub op zich waar ook de grootste schepen kunnen meren. De haven van Antwerpen gaat dan een meer regionale rol spelen in West-Europa en neemt de rol van toeleverancier van en naar de haven van Rotterdam op zich. In de haven van Rotterdam wordt de lading van kleine regionale schepen overgeslagen naar grote schepen (en andersom) die varen in het wereldwijde netwerk van maritieme verbindingen.

## 1.1 Doel

Het doel van deze thesis is om te onderzoeken of de positie van de haven van Antwerpen in het wereldwijde maritieme netwerk als gevolg van de toename van de omvang van schepen, en de kosten die dat voor havens en havengebruikers veroorzaakt, moet veranderen. Daartoe wordt gekeken naar de historische en toekomstige ontwikkeling van de omvang van schepen. Daarnaast wordt gekeken naar de huidige positie die de havens van Antwerpen en Rotterdam in het wereldwijde netwerk van maritieme verbindingen innemen. Vervolgens wordt gekeken naar ontwikkeling van maritieme netwerken en of de positie van de haven van Antwerpen in dat netwerk heroverwogen moet worden. Dit ten gunste van de positie van de haven van Rotterdam. Ten slotte wordt de daadwerkelijke implementatie van een hub en spoke relatie voor de havens van Rotterdam en Antwerpen onderzocht.

## 1.2 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag die in dit onderzoek wordt gesteld:

*Is het economisch gezien verstandig de haven van Rotterdam te laten dienen als intercontinentale hub waarbij de haven van Antwerpen de rol van spoke op zich neemt?*

Ter beantwoording van deze hoofdvraag worden vier deelvragen onderzocht:

- *Hoe ziet de ontwikkeling van de omvang van schepen er uit en welke economische factoren liggen hieraan ten grondslag?*
- *Welke gevolgen heeft de ontwikkeling van de omvang van schepen voor de haven van Antwerpen?*
- *Welke rol spelen hub en spoke en multiport netwerken in het huidige vervoer van containers?*
- *Hoe kan een hub en spoke relatie voor de havens van Rotterdam en Antwerpen geïmplementeerd worden?*

### **1.3 Onderzoeksmethode**

Dit onderzoek bestaat gedeeltelijk uit literatuuronderzoek en gedeeltelijk uit empirisch onderzoek. Voor het literatuuronderzoek is gebruik gemaakt van wetenschappelijke artikelen, monografieën en nieuwsberichten. Eerst zijn een aantal monografieën en nieuwsberichten onderzocht om een globaal en actueel beeld van het onderwerp te krijgen. Vervolgens zijn wetenschappelijke artikelen onderzocht en zijn de argumenten genoteerd die door de auteur(s) worden aangehaald. Zo is een beeld verkregen over de status van het huidige wetenschappelijk onderzoek.

Het empirisch onderzoek is gedaan door eerst een databestand aan te leggen met daarin gegevens van schepen over bouwjaar, diepgang, draagvermogen en containercapaciteit. Het databestand is onderverdeeld in gegevens van containerschepen, olietankers en bulkcarriers. Vervolgens is een statistische analyse uitgevoerd en aan de hand daarvan zijn conclusies getrokken over de empirische eigenschappen van de data. Ten slotte is aan de hand van antwoorden op de deelvragen de hoofdvraag beantwoord.

### **1.4 Structuur**

Deze scriptie is onderverdeeld in zes hoofdstukken. In hoofdstuk 1 is een inleiding op het onderwerp gegeven, zijn de onderzoeksvragen geformuleerd en is toegelicht welke onderzoeksmethode gebruikt is. In hoofdstuk 2 is ingegaan op de ontwikkeling van de omvang van schepen en welke economische oorzaken hiervoor aan zijn te wijzen. Ook is onderzocht hoe de relatie tussen diepgang en draagvermogen er uit ziet. Hoofdstuk 3 bevat een onderzoek naar de gevolgen van de toename in omvang van schepen voor de haven van Antwerpen en welke gevolgen dat heeft voor de gebruikers van de haven van Antwerpen.

In hoofdstuk 4 is onderzocht wat de rol van hub en spoke en multiport netwerken in het huidige maritieme netwerk is. In hoofdstuk 5 is besproken hoe een hub en spoke relatie tussen Rotterdam en Antwerpen het best er uit kan zien. Ook is er een analyse gemaakt van kosten van een hub en spoke relatie ten opzichte van een multiport relatie tussen de beide havens. Ten slotte is in hoofdstuk 6 de conclusie getrokken op basis van de antwoorden op de vier deelvragen.



## 2. Ontwikkeling omvang schepen

In dit hoofdstuk is de historische ontwikkeling van de omvang van schepen uiteengezet. Eerst is gekeken naar de ontwikkeling in de jaren 50 en 60. Daarop volgend is de ontwikkeling vanaf de jaren 70 besproken. Verder is de toekomstige ontwikkeling van de omvang van schepen onderzocht. Vervolgens wordt een onderzoek naar de relatie tussen draagvermogen en diepgang beschreven en zijn de uitkomsten van dit onderzoek besproken. Daarna is de ontwikkeling in de omvang van schepen geanalyseerd aan de hand van een economische analyse.

### 2.1 Ontwikkelingen in de jaren 50 en 60

Tot in de jaren 50 van de twintigste eeuw bestond het vervoer van goederen per schip uit schepen die algemene goederen vervoerden in een lijndienst en uit schepen die zonder een vast schema, en tegen variabele prijzen, goederen vervoerden. De schepen die hiervoor werden ingezet waren gericht op flexibiliteit. Een schip kon op de heenreis bulkgoed, zoals ruwe olie, vervoeren en op de terugreis algemene goederen zoals fruit, plantaardige olie en machines. (Stopford, 2009)

Het vervoer via deze niet-gespecialiseerde schepen was arbeids- en kapitaalintensief. Gedurende de jaren 50 werd arbeid steeds duurder. Ook ontstond er een opmars van gespecialiseerde bulkschepen waardoor het voor de flexibele schepen niet langer mogelijk was voor een concurrerende prijs transport aan te bieden. Daarnaast groeide de wereldhandel met de ontwikkeling van industriële centra in Europa, Japan en Noord-Amerika. Betrouwbaar, snel en veilig transport werd voor klanten steeds belangrijker. Tevens werd in jaren 60 de container ontwikkeld. De containerisatie die hier op volgde maakte het mogelijk algemene goederen tegen veel lagere kosten te transporteren dan voorheen. Deze factoren samen leidden er toe dat lijndiensten met traditionele flexibele schepen niet langer rendabel waren. (Cullinane, Khanna, 2000; Stopford 2009)

### 2.2 Ontwikkelingen vanaf de jaren 70

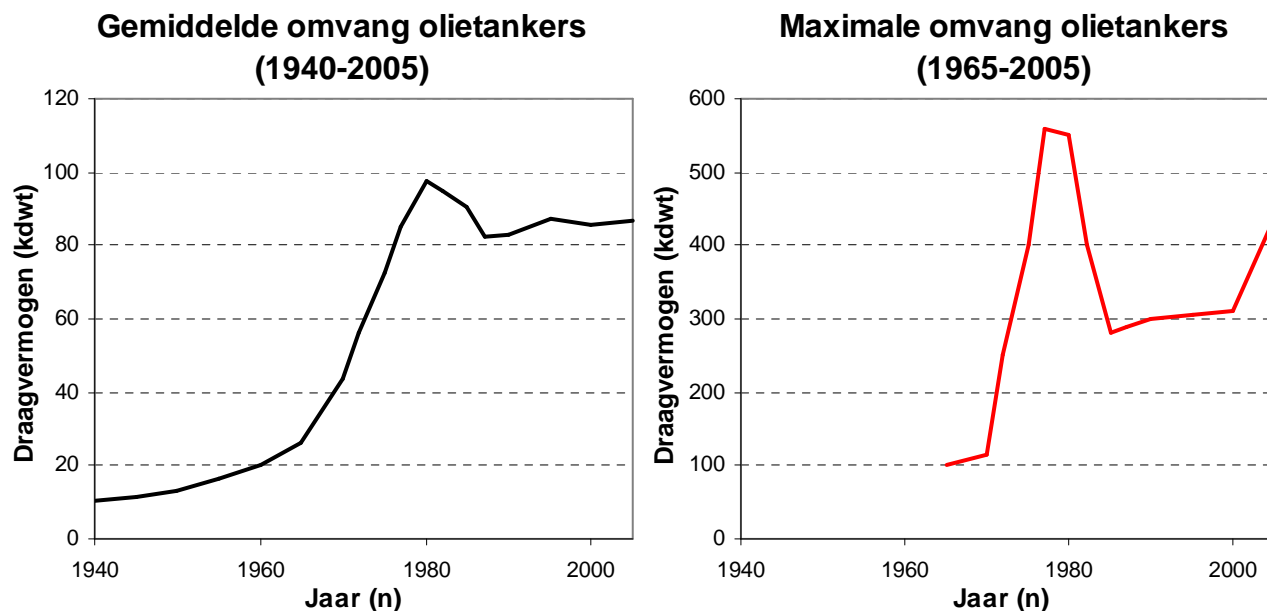
In de jaren 50 en 60 werd een specialisatie in het vervoer van goederen ingezet, er ontstonden gespecialiseerde schepen voor het vervoer van droge bulkgoederen, ruwe olie, containers en voor specifieke goederen zoals gas en auto's. Doordat natte en droge bulkgoederen uniform van aard zijn lenen zij zich goed voor het benutten van schaalvoordelen in het vervoer van deze goederen. (Cullinane, Khanna, 2000) Tegenwoordig bestaat de totale handelsvloot naar draagvermogen voor 35,1 % uit olietankers, voor 35,1 % uit bulkcarriers en voor 13,6 % uit containerschepen. (UNCTAD, 2009). 83,8 % van de wereldwijde handelsvloot wordt dus ingezet voor het vervoer van droge bulkgoederen, ruwe olie en algemene goederen in containers.

Daarnaast werd het door de voortschrijdende stand van de techniek in de scheepsbouw steeds beter mogelijk grotere schepen te bouwen zodat schaalvoordelen ook daadwerkelijk benut konden worden.

In figuur 2.1 is de ontwikkeling van de gemiddelde omvang van olietankers weergegeven. Vanaf 1950 tot aan 1980 is er sprake van een sterke toename van het

gemiddelde draagvermogen van olietankers. In 1958 had de grootste tanker een draagvermogen van 104 kdwt, in 1966 had de grootste tanker een draagvermogen van 206 kdwt, gevolgd door de realisatie van de Seawise Giant in 1976 met een draagvermogen van 419 kdwt. In 1979 werd dit schip verlengd waardoor het draagvermogen tot 564 kdwt toenam (zie figuur 2.2). (Wijnolst, 2007)

Geschat wordt dat door deze toename in omvang van olietankers de transportkosten per eenheid olie met 75 % gedaald zijn. (Stopford, 2009) Kenmerkend is verder de overschietende top begin jaren 80 die zowel in de gemiddelde omvang als de maximale omvang van olietankers te zien is. Wijnolst (2007) wijt dit aan een limiet op schaalvoordelen in het vervoer van olie. Maar waarschijnlijk hangt het ook met de meer ontspannen situatie in het Midden-Oosten vanaf 1975 samen. De heropening van het Suezkanaal zorgde voor een minder grote noodzaak voor het gebruik van zeer grote olietankers. Pas sinds 2005 neemt de maximale omvang van olietankers weer toe.

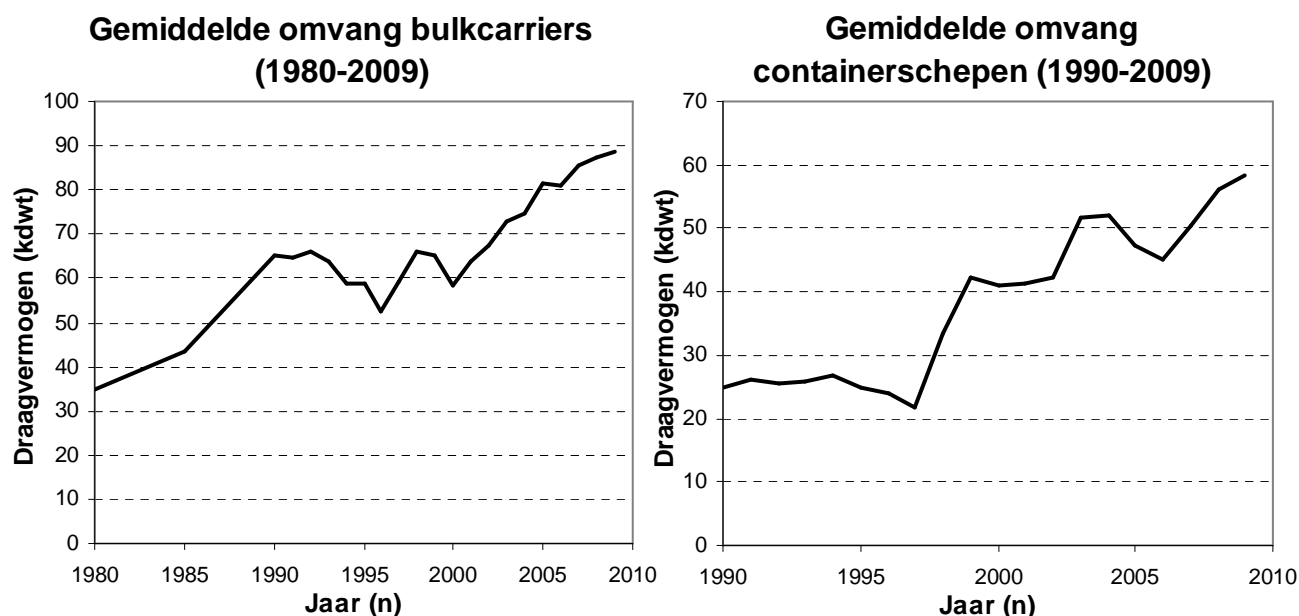


Figuur 2.1 (links): De ontwikkeling van de gemiddelde omvang van olietankers van 1940 tot 2005. Bron: Stopford, 2009  
 Figuur 2.2 (rechts): Het verloop van de maximale omvang van olietankers naar de maximale omvang in het betreffende bouwjaar in de periode 1965 tot 2005. Bron: Wijnolst, 2007

De ontwikkeling van de omvang van bulkcarriers laat een soortgelijke ontwikkeling zien. In 1950 werden ertsen in carriers met een draagvermogen van maximaal 12 kdwt vervoerd, in 1970 nam dat toe tot 200 kdwt en midden jaren 80 deden carriers van 300 kdwt hun intrede. (Stopford, 2009) In de periode de 1980 tot 2009 groeide de gemiddelde omvang van bulkcarriers met 150 % van 35 kdwt in 1980 tot bijna 90 kdwt in 2009 (zie figuur 2.3).

Ook bij containerschepen is de trend van toename in omvang te zien. Door de containerisatie is het vervoer van algemene goederen omgevormd tot het vervoer van goederen met een uniforme aard. Logischerwijs volgt hieruit ook de toename in

omvang van containerschepen als gevolg van het benutten van schaalvoordelen tijdens vervoer, zoals dat ook het geval is bij schepen die olie en droog bulkgoed vervoeren.



Figuur 2.3 (links): Ontwikkeling van de gemiddelde omvang van nieuw opgeleverde bulkcarriers in de periode 1980 tot 2009. Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op UNCTAD 1996, 2001, 2009.

Figuur 2.4 (rechts): Het verloop van de gemiddelde omvang van nieuw opgeleverde containerschepen over de periode 1990 tot 2009. Bron: Eigen berekeningen gebaseerd op UNCTAD 1996, 2001, 2009.

Door containerisatie is het tevens mogelijk geworden om een geïntegreerde transportketen op te zetten. De gestandaardiseerde eigenschappen van containers zorgen er voor dat containers snel uitgewisseld kunnen worden tussen verschillende modaliteiten. Hierdoor kan transport sneller, goedkoper en betrouwbaarder plaats vinden. Mede hierdoor is het volume van de wereldwijde handel in algemene goederen sterk toegenomen. In samenhang met de eerder beschreven schaalvoordelen is dit de belangrijkste oorzaak van de toename in omvang van containerschepen (zie figuur 2.4). (Notteboom, 2004; Stopford, 2009)

Generatie	Periode	Type	Containercapaciteit (TEU)	Draagvermogen (kdw)
1	1956 - 1970	Converted Vessel	500-800	10 - 13
2	1970 - 1980	Cellular	1000-2500	15 - 35
3	1980 - 1995	Panamax	3000-4000	40 - 50
4	1995 - 2000	Post Panamax	4000-5000	50 - 60
5	2000 - 2005	Post Panamax Plus	5000-8000	60 - 95
6	2006 - heden	New Panamax	11000-14500	130 - 170

Tabel 2.1: Zes generaties containerschepen. Bron: Eigen berekeningen en Notteboom, Rodrigue, 2009; Rodrigue, Comtois, Slack, 2009.

In tabel 2.1 staan zes generaties containerschepen. De eerste generatie containerschepen bestond uit omgebouwde tankers en vrachtschepen. De tweede generatie was de eerste generatie schepen die daadwerkelijk als containerschip

ontworpen was. Hierop volgde vanaf 1980 de Panamax generatie. Daarmee wordt verwezen naar de maximale omvang van een schip dat nog gebruik kon maken van het Panamakanaal met sluizen van 32,3 meter breed. Vanwege deze beperkingen heeft deze generatie relatief lang stand gehouden. Pas halverwege de jaren 90 werd de Panamax grens doorbroken als gevolg van de snelle ontwikkeling van de wereldwijde handel. (Notteboom, Rodrigue, 2009) Een nadeel van de vierde tot en met de zesde generatie containerschepen is dat zij vanwege hun diepgang een steeds beperkter aantal havens aan kunnen doen. De zesde generatie wordt New Panamax genoemd. Deze schepen hebben de maximale omvang die nog in de sluizen van het vernieuwde Panamakanaal past. (Rodrigue, Comtois, Slack, 2009)

### 2.3 Toekomstige ontwikkelingen

Verwacht wordt dat tenminste tot 2014 de omvang van de wereldwijde vloot droge bulkcarriers zal blijven groeien als gevolg van de toenemende vraag naar staal. De totale capaciteit laat een groei van 9,5 % per jaar zien, waarbij het snelst groeiende segment bestaat uit schepen met een draagvermogen groter dan 200 kdw<sup>3</sup>.

Voor wat betreft olietankers verwacht Marshall (2007) vanaf 2010 een daling van het orderboek. Veel van de olietankers die nu besteld zijn en gebouwd worden, dienen als vervanging voor de verouderde, zeer grote, olietankers uit het begin van de jaren 80 (Ultra Large Crude Carriers, draagvermogen groter dan 320 kdw). Geschat wordt dat tot 2016 de vloot olietankers met een draagvermogen van 200 kdw tot 320 kdw (Very Large Crude Carriers) en van 120 kdw tot 200 kdw (Suezmax) als gevolg hiervan een toename zal laten zien van gemiddeld 28 %. In de segmenten met olietankers kleiner dan 120 kdw wordt tot 2016 een gemiddelde groei van 46 % verwacht. De gemiddelde omvang van olietankers zal dus gaan dalen.

Bij bulkcarriers en olietankers wordt dus voornamelijk een toename van het aantal schepen in bestaande omvangklassen verwacht. Dit is een belangrijk verschil met de ontwikkeling die te verwachten is bij containerschepen. Naast dat bestaande omvangklassen in aantal toe zullen nemen, zullen containerschepen ook nog verder in omvang toenemen.

In Zuid-Korea hebben diverse scheepswerven al containerschepen ontworpen met een containercapaciteit van 16000 TEU. Deze ontwerpen laten zien dat de maatvoering van het verbrede Panamakanaal als maatstaf genomen wordt voor de dimensies van nieuwe containerschepen. (Døhlie, 2009) Naast de schaalvoordelen die behaald kunnen worden met deze omvangrijke schepen spelen ook strengere emissie-eisen voor schepen een rol. Deze nieuwe schepen hebben lagere emissies en een relatief een lager brandstofverbruik ten opzichte van de huidige containerschepen<sup>4</sup>. Verwacht wordt dat in 2013 200 schepen van 14000 TEU in gebruik zijn. In deze trend van

---

<sup>3</sup> Maritime Information Centre (2009). 'Lloyd's Register-Fairplay Research: Bulk carrier fleet poised for robust growth over next five years', *MIC Portal*, <http://tinyurl.com/38rgoj9> (24-07-2010). NB: Adres (URL) is verkort.

<sup>4</sup> Johnson, K. (2009). 'Ship Shape: Gargantuan Cargo Ships Carry Environmental Benefits', *The Wall Street Journal Blogs*, <http://blogs.wsj.com/environmentalcapital/2009/01/28/ship-shape-gargantuan-cargo-ships-carry-environmental-benefits/> (24-07-2010).

steeds grotere containerschepen past ook het ontwerp van STX Shipbuilding voor een containerschip van 22000 TEU. (Miller, 2009) Døhlie (2009) verwacht echter dat de sprong van schepen met een containercapaciteit van 14000 tot 16000 TEU naar 22000 TEU niet ineens zal worden gemaakt, maar via tussenstappen zal verlopen.

Wijnolst (2000) ziet met de limiet van de diepte van de Straat van Malakka (21 meter) de uiteindelijke maximale containercapaciteit van containerschepen eindigen op 18000 TEU. Opvallend is echter, dat uitgaande van een waterdiepte van 21 meter en een kielspeling van 15 % dat betekent dat een schip van 18,3 meter diepgang nog veilig de Straat van Malakka kan passeren. Uitgaande van de geschatte relatie tussen diepgang en containercapaciteit (zie formule 2.1, bepaald met de gegevens uit paragraaf 2.4,  $R^2 = 0,93$ ), waarin TEU staat voor de containercapaciteit en  $d_s$  voor de diepgang van het schip, zou dat echter betekenen dat een schip met een capaciteit van 18000 TEU een diepgang heeft van 16,6 meter. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat het om een extrapolatie gaat waardoor een foutmarge kan ontstaan maar die is waarschijnlijk kleiner dan de 1,7 meter verschil tussen beide schattingen.

$$2.1 \quad d_s = 2,7182 \ln(\text{TEU}) - 10,1091$$

Het verschil ontstaat doordat uit is gegaan van een lineaire relatie tussen containercapaciteit en diepgang (Wijnolst 2000; 2007) terwijl de empirische relatie logaritmisch van aard is. Dat zou dus betekenen dat uiteindelijke maximale containercapaciteit boven de 18000 TEU kan liggen, te meer omdat al een schip met een containercapaciteit van 22000 TEU in ontwikkeling is.

## 2.4 Relatie draagvermogen en diepgang

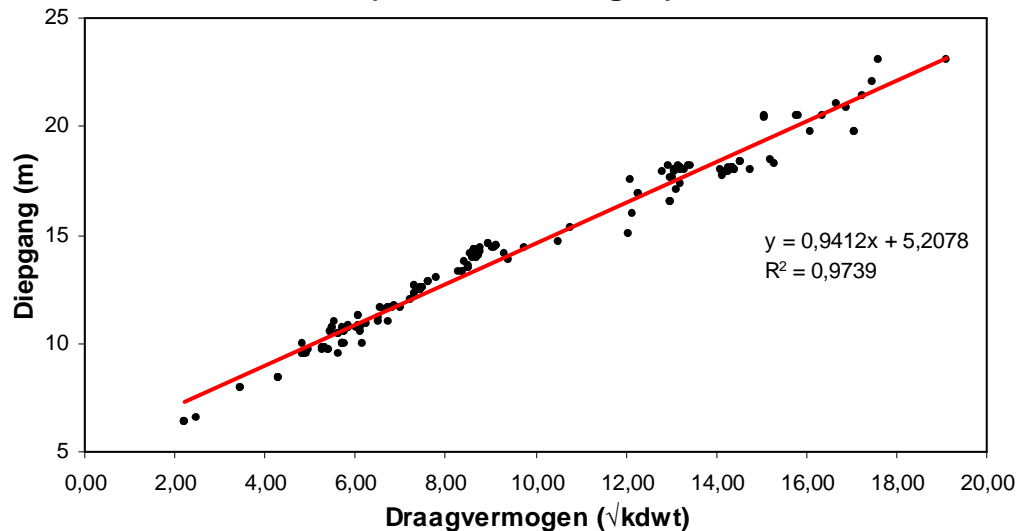
Het draagvermogen wordt uitgedrukt in deadweight tonnage (dwt). Dit omvat het totale draagvermogen van het schip, dus naast lading, ook brandstof, drinkwater, ballastwater en bemanning. Een vuistregel is dat ongeveer 95 % van het draagvermogen beschikbaar is voor de te vervoeren lading. Dit percentage neemt toe bij grotere schepen. (Stopford, 2009) Het draagvermogen is dus een betrouwbare maat voor de maximale hoeveelheid lading die een schip kan vervoeren.

De data is verzameld door de vloot bestaande uit olietankers en/of bulkcarriers en/of containerschepen van rederijen op te vragen via de website van de rederij. In het geval van de gegevens over containerschepen is gebruik gemaakt van een database met scheepsgegevens. Er is data verzameld over het bouwjaar, het draagvermogen (dwt) en de diepgang (m). In het geval van containerschepen zijn ook gegevens over de maximale containercapaciteit (in TEU) verzameld. De data omvat schepen van diverse werven met een bouwjaar uit de periode 1970-2010. Alle schepen zijn in 2010 nog in bedrijf.

Voor de analyse van de data is gebruik gemaakt van een regressiemodel zodat de relatie tussen het draagvermogen en de diepgang van een schip geschat kan worden. Om tot een betere verklarende kracht van het regressiemodel te komen is voor alle drie de scheepstypen gebruikt gemaakt van een wiskundige bewerking (wortel of natuurlijk logaritme) van de onafhankelijke variabele (het draagvermogen). In de

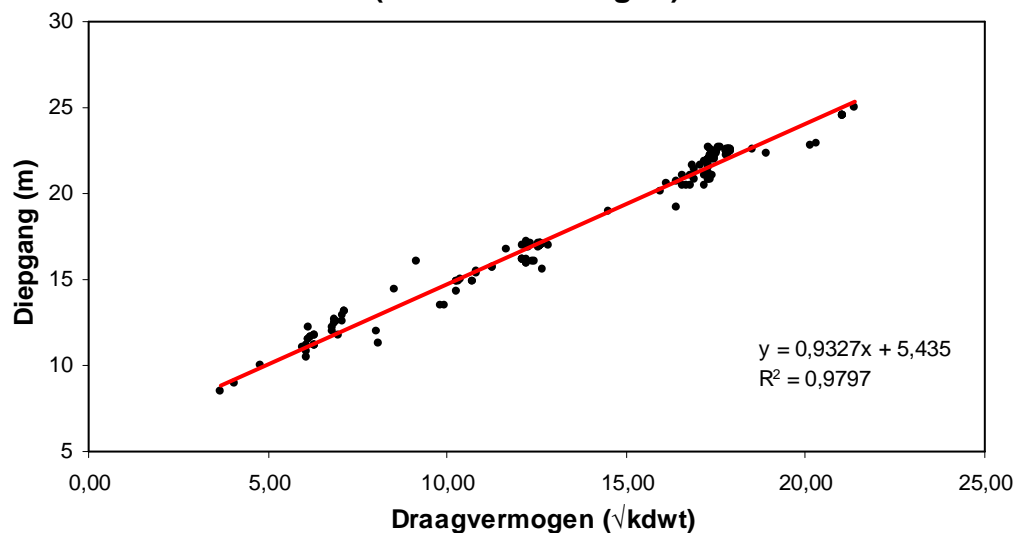
figuren 2.5, 2.6 en 2.7 zijn de scatterplots met daarin de relatie tussen draagvermogen en diepgang weergegeven.

### Relatie draagvermogen/diepgang bulk carrier (180 waarnemingen)

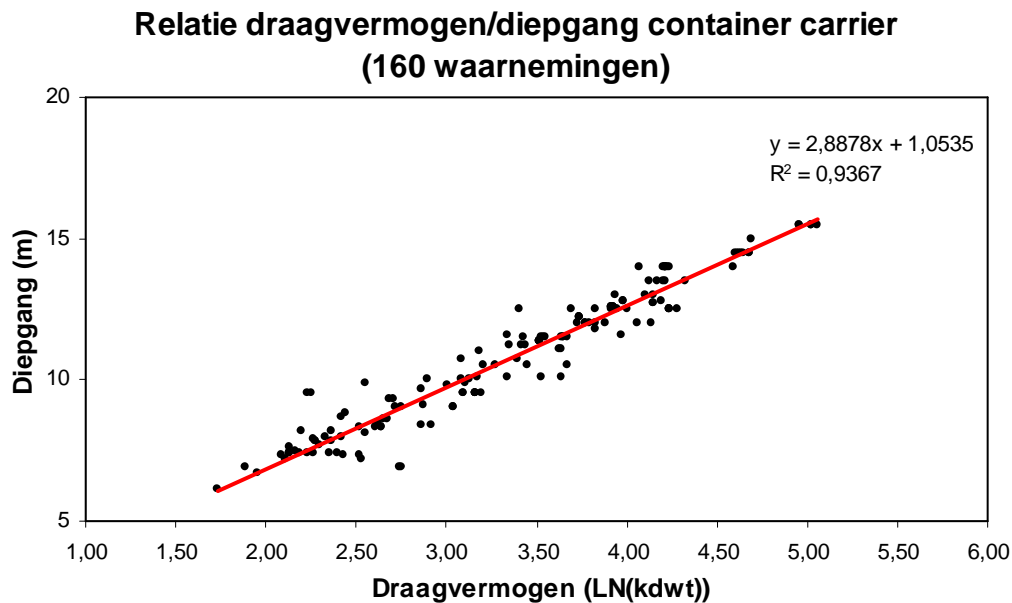


Figuur 2.5: Scatterplot van de relatie tussen draagvermogen en diepgang van bulk carriers. Bron gegevens: Stephenson Clarke Shipping Ltd. <http://www.scsbulk.com/>; Pacific Carriers Ltd. <http://www.pclsg.com/>; H. Vogemann Group <http://www.vogemann.de/>; Fednav Ltd. <http://www.fednav.com/>; Atlantska Plovidba d.d. <http://www.atlant.hr/>; TORM A/S <http://www.torm.com/>; J. Lauritzen A/S <http://www.lauritzenbul-kers.com/>; BW Maritime Pte. Ltd. <http://www.bwshipping.com/>; Det Norske Veritas <http://exchange.dnv.com/>; Visser, Auke <http://www.aukevisser.nl/>.

### Relatie draagvermogen/diepgang olietanker (ruw) (170 waarnemingen)



Figuur 2.6: Scatterplot van de relatie tussen draagvermogen en diepgang van olietankers. Bron gegevens: Maran Tankers Management Inc. <http://www.agelef.co.uk/>; Euronav N.V. <http://www.euronav.com/>; Vela International Marine Ltd. <http://www.vela.ae/>; Frontline Ltd. <http://www.frontline.bm/>; Dampskibsselskabet NORDEN A/S <http://www.ds-norden.com/>; Det Norske Veritas <http://exchange.dnv.com/>; Visser, Auke <http://www.aukevisser.nl/>.



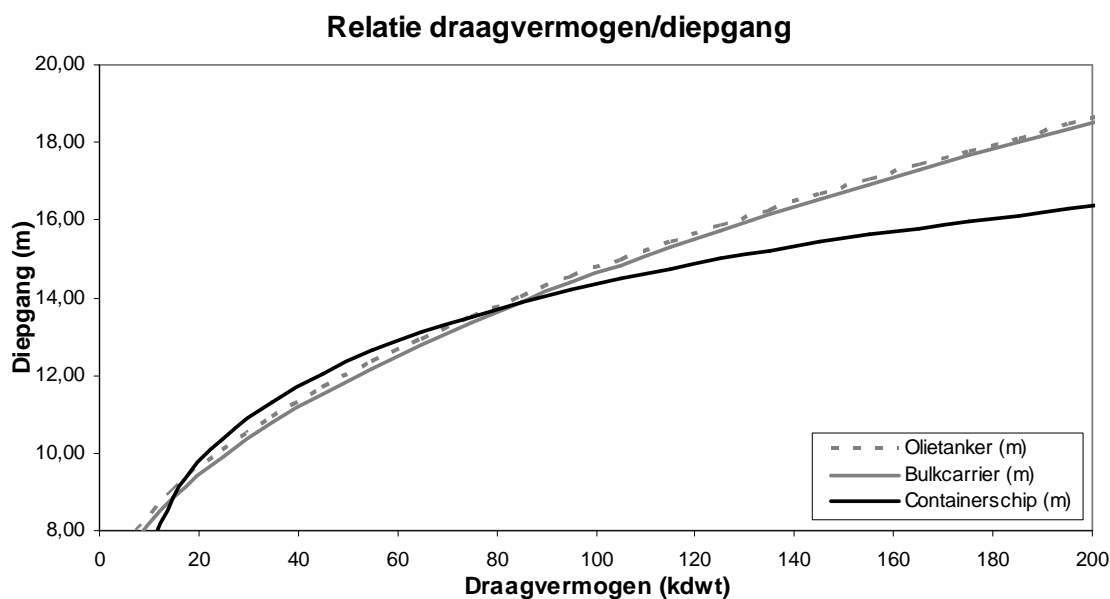
Figuur 2.7: Scatterplot van de relatie tussen draagvermogen en diepgang van containerschepen. Bron gegevens: Svendsen, J., Tiedemann, J., <http://www.containership-info.com/>.

De uitkomst van de regressieanalyse is weergegeven in tabel 2.2. Voor iedere scheepscategorie zijn de coëfficiënten  $\alpha$  en  $\beta$  geschat. Hiermee wordt de relatie tussen het draagvermogen  $T_s$  in kdwt van schip  $s$  en diepgang van het schip in meters  $d_s$  beschreven.

Categorie	Waarne- -mingen	Coeffi- -cient $\alpha$	Coeffi- -cient $\beta$	T-stati- -stiek $\beta$	$R^2$	Functie
Containerschip	160	1,0535	2,8878	48,4	0,94	(2.2) $d_s = \alpha + \beta \ln T_s$
Olietanker	170	5,4350	0,93273	90,1	0,98	(2.3) $d_s = \alpha + \beta \sqrt{T_s}$
Bulkcarrier	180	5,2078	0,94115	81,5	0,97	(2.4) $d_s = \alpha + \beta \sqrt{T_s}$

Tabel 2.2: Relatie tussen draagvermogen (in kdwt) en diepgang (in m) Bron: Eigen berekeningen.

Wat duidelijk uit de data naar voren komt is dat bulkcarriers en olietankers een veel grotere diepgang hebben dan containerschepen. De grootste diepgang van een containerschip in de data bedraagt 15,5 meter, terwijl dit maximum bij bulkcarriers en olietankers respectievelijk op 23,0 en 25,1 meter ligt. Dit is goed terug te zien in het draagvermogen van de drie scheepstypen, containerschepen zijn met een maximaal draagvermogen 157,1 kdwt beduidend kleiner dan bulkcarriers met een maximaal draagvermogen van 364,8 kdwt en olietankers met een maximaal draagvermogen van 442 kdwt. Een belangrijke kanttekening die hierbij gemaakt moet worden is dat de grootste bulkcarriers met een draagvermogen groter dan 210 kdwt en de grootste olietankers met een draagvermogen groter dan 300 kdwt voornamelijk in de jaren 80 zijn gebouwd. De grootste nieuwere bulkcarriers bevinden zich vooral rond een draagvermogen van 200 kdwt.



Figuur 2.8: Geschatte relatie tussen draagvermogen (in kdwt) en diepgang (in m).

Opvallend is verder dat het verband tussen draagvermogen en diepgang in het geval van olietankers en bulkcarriers een wortelverband is, en dat het verband tussen draagvermogen en diepgang voor containerschepen logaritmisch van aard is. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de diepgang van olietankers en bulkcarriers aanvankelijk minder snel toeneemt met het draagvermogen dan de diepgang van containerschepen, maar dat de toename van diepgang van containerschepen met het draagvermogen wel sneller afvlakt (zie tabel 2.2 en figuur 2.8). Ook is te zien dat de relatie tussen draagvermogen en diepgang in het geval van olietankers en bulkcarriers nagenoeg gelijk is. De nuancering tussen olietankers en bulkcarriers is voor de relatie tussen draagvermogen en diepgang dus eigenlijk overbodig.

## 2.5 Schaalvoordelen en schaalnadelen

Een belangrijke reden voor het ontstaan van steeds grotere schepen is dat grote schepen efficiënter met brandstof om kunnen gaan. Dit is niet alleen gunstig vanuit het perspectief van maatschappelijke milieukosten maar ook vanuit het perspectief van lagere variabele kosten. (Notteboom, 2004) Een andere belangrijke reden voor de toename in omvang van schepen, zoals beschreven in de paragrafen 2.1, 2.2 en 2.3, is dat het mogelijk is schaalvoordelen te behalen.

Er kleven significante vaste kosten aan schepen in termen van afschrijving, onderhoud en kapitaalkosten. (Talley, 1990; Notteboom, 2004) De toename in omvang van schepen maakt het dus mogelijk om de gemiddelde vaste kosten te verlagen zodat er een schaalvoordeel ontstaat. (Cullinane, Khanna, 2000) Samsung heeft aangetoond dat een schip met een omvang van 12000 TEU, dat vaart op een route tussen Europa en het Verre Oosten, een kostenvoordeel genereert van 11 % per containerslot ten opzichte van een schip met een containercapaciteit van 8000 TEU. Ten opzichte van een schip met een containercapaciteit van 4000 TEU wordt een kostenvoordeel van 23



% per containerslot behaald. (Notteboom, 2004). Onderzoek uitgevoerd door Drewry Shipping Consultants (2001) bevestigt dit beeld.

Naast schaalvoordelen kleven er ook schaalnadelen aan grote schepen. Als een schip een haven aan doet zorgt de omvang van het schip er voor dat het laden en lossen meer dan evenredig langer duurt dan bij een kleiner schip. (Talley, 1990; Cullinane, Khanna, 2000; Haralambides et al., 2002) Een ander nadeel, dat samenhangt met de toename van de omvang van schepen als gevolg van schaalvoordelen, is dat havens steeds zwaardere kranen moeten installeren, dat kades versterkt moeten worden en dat de kosten voor baggerwerken toenemen. (Haralambides et al., 2002)

De balans tussen schaalvoordelen en schaalnadelen hangt samen met de route die een schip vaart. Voor een route waarop een aantal keer een haven aan wordt gedaan neemt de optimale omvang van containerschepen (bulkcarriers en olietankers zijn buiten beschouwing gelaten in Talley (1990)) af naarmate het aantal keer dat een haven aan wordt gedaan toeneemt. De gedachte hier achter is dat grote containerschepen hun schaalvoordeel alleen op zee kunnen benutten en dat dit schaalvoordeel bij het aan doen van een haven juist om slaat in een schaalnadeel. Als gevolg van de relatieve toename van de tijd dat het schip zich in een haven bevindt tegenover de tijd dat het schip zich op zee bevindt, zal dit schaalnadeel zwaarder gaan wegen naarmate meer havens aan worden gedaan. Aan de hand hiervan kan ook aangetoond worden dat het schaalnadeel van grote schepen zwaarder gaat wegen naarmate de periode waarin zij zich in een haven bevinden langer wordt. (Talley, 1990; Cullinane, Khanna, 2000)

Op basis van het voorgaande argument kan ook worden geconcludeerd dat het schaalvoordeel van grote containerschepen zwaarder gaat wegen naarmate de afstand die zij afleggen tussen de havens toeneemt. De tijd op zee neemt relatief toe ten opzichte van de tijd dat een schip zich in een haven bevindt waardoor het schip zijn schaalvoordeel op zee beter kan benutten. (Talley, 1990) Dit komt overeen met de praktijk dat containerschepen die tussen Europa en Noord-Amerika varen meestal kleiner zijn dan de schepen die tussen Europa en het Verre Oosten varen. (Cullinane et al., 1999)

## 2.6 Conclusie

De omvang van zowel bulkcarriers, olietankers als containerschepen is sinds de jaren 50 sterk toegenomen. Tot de jaren 80 namen olietankers sterk in omvang toe, daarna nam de maximale en de gemiddelde omvang iets af. De maximale en de gemiddelde omvang van olietankers zal ook de komende jaren dalen. Ook bij bulkcarriers neemt de maximale omvang verder af, maar de gemiddelde omvang neemt nog steeds toe. Toch vormen olietankers nog steeds de scheepsklasse waarin de grootste schepen in termen van zowel draagvermogen als diepgang voor komen.

Containerschepen hebben vanaf de jaren 70 een zeer snelle ontwikkeling doorgemaakt. Deze snelle ontwikkeling zet zich ook de komende jaren voort. Zowel de maximale omvang als de gemiddelde omvang van containerschepen zal nog sterk groeien. Toch hebben containerschepen een beduidend kleinere diepgang dan

olietankers en bulkcarriers en het is waarschijnlijk dat dit verschil zich ook in de toekomst zal handhaven.

De redenen voor de toename in omvang van containerschepen zijn de schaalvoordelen die te behalen zijn en de besparing op variabele kosten als gevolg van een relatief lager brandstofverbruik. Het schaalvoordeel slaat in havens tijdens het laden en lossen echter om in een schaalnadeel. De balans tussen schaalvoordelen en schaalnadelen hangt af van de route die het schip vaart, op de langere routes zijn schepen groter omdat zij dan hun schaalvoordelen beter kunnen benutten. Voor havens zorgt de toename in de omvang van schepen voor hogere kosten om de havens geschikt te maken voor deze schepen.

### 3. Gevolgen toename omvang schepen voor de haven van Antwerpen

In dit hoofdstuk worden de gevolgen van de toename in omvang van (container)schepen voor de haven van Antwerpen onderzocht. Eerst is de huidige situatie voor de scheepvaart van en naar de haven van Antwerpen nader bekeken. Ook is er gekeken naar de hoogte van de kosten van de verruiming van de Westerschelde, en of de verruiming met de kennis over de te verwachten snelle toename in de omvang van containerschepen afdoende is. Ten slotte is er een analyse gemaakt van de kosten die gemaakt worden als gevolg van een beperkt tijvenster voor grote schepen op de Westerschelde.

#### 3.1 Huidige en toekomstige situatie Westerschelde

De Westerschelde bestaat uit verscheidene drempels en ondiepe, aanslibbende geulen (zie Bijlage 1). Om de Westerschelde geschikt te houden voor de scheepvaart van en naar de haven van Antwerpen moeten continu onderhoudsbaggerwerkzaamheden verricht worden. Ook wordt de Westerschelde regelmatig verruimd om zo de ontwikkeling in de omvang van schepen te kunnen volgen. In 1970 werd de Westerschelde voor het eerst verruimd, in 1997 voor een tweede maal. Voor 2010-2011 wordt een derde verruiming van de Westerschelde doorgevoerd. Binnen de Permanente Commissie van Toezicht op de Scheldevaart wordt momenteel al gesproken over een vierde verruiming van de Westerschelde<sup>5</sup>.

Als gevolg van de verruimingslagen die gemaakt worden nemen ook de onderhoudsbaggerwerkzaamheden steeds verder toe. Na de eerste verruiming werd er voor 6 Mm<sup>3</sup> per jaar gebaggerd. Na de tweede verruiming bedroeg het onderhoudsbaggerwerk 9,5 Mm<sup>3</sup> per jaar. Met de derde verruiming neemt dit toe tot 16 Mm<sup>3</sup> per jaar. (Kornman, Liek, Schippers, 2002) De kosten met de derde verruiming gemoeid zijn bedragen 158 miljoen Euro eenmalig, en vervolgens 12,1 miljoen Euro per jaar voor onderhoud (ProSes, 2004). Met een eventuele vierde verruiming zullen deze kosten verder oplopen.

#### 3.2 Kosten door beperkt tijvenster voor schepen en goederen

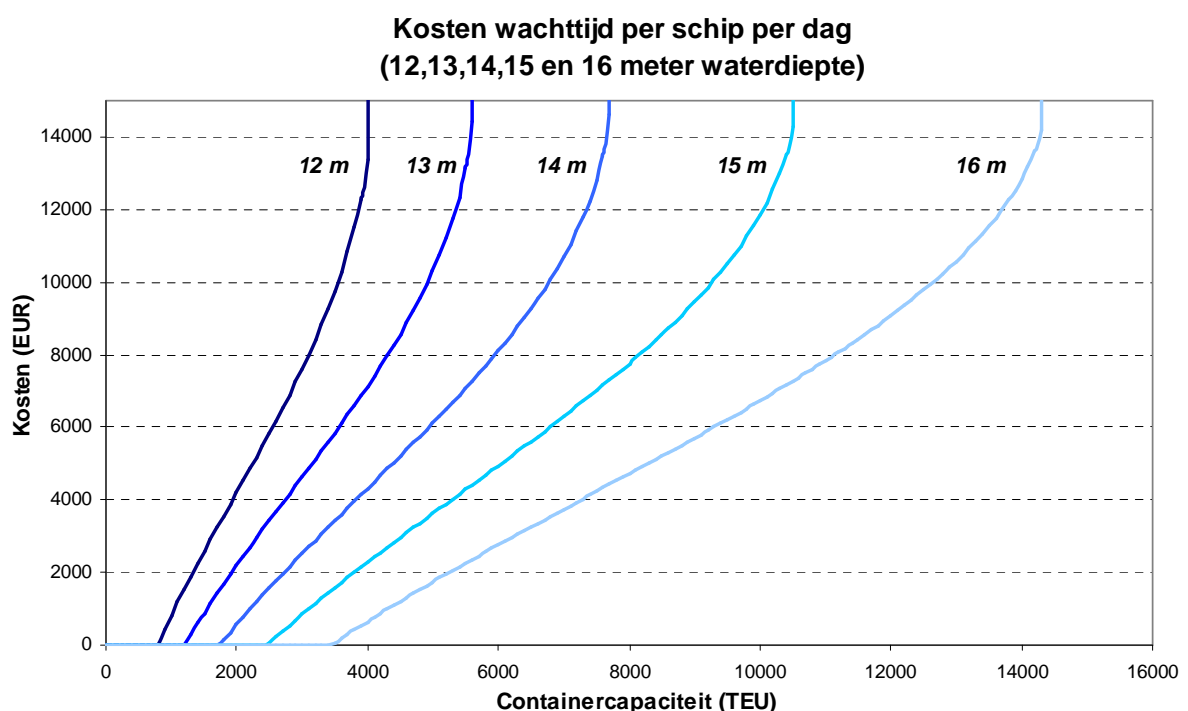
Op water met getij bestaat een tijvenster. Een tijvenster is de periode waarin water bevaarbaar is gegeven de diepgang van het schip. Er zijn dus 3 situaties mogelijk (Nonneman, 1981):

- De geuldiepte is groot genoeg voor ongehinderde doorvaart. Het tijvenster is oneindig.
- De geuldiepte is te beperkt voor doorvaart. Het tijvenster is nul.
- Afhankelijk van het tij is doorvaart mogelijk. Het tijvenster hangt af van de diepgang van het schip.

---

<sup>5</sup> Kutterink, J. (2010). 'Deining in Kamer om weggraven drempel Westerschelde', *Provinciale Zeeuwse Courant*, <http://www.pzc.nl/regio/zeeland/6158012/Onderzoek-naar-vierde-verdieping-Westerschelde.ece> (26-07-2010).

Een beperkt tijvenster zorgt voor kosten omdat er wachttijd ontstaat voor schepen. In directe zin gaat het om kosten die samenhangen met het verstrijken van tijd en daarmee samenhangende alternatieve kosten (opportunity costs) van het in gebruik zijn van het schip. (Baird, 2002) In indirecte zin maakt het een haven minder aantrekkelijk voor schepen met een grote diepgang. Gezien de toename van omvang van schepen vormt dit voor steeds meer havens een probleem. Voor de haven van Antwerpen speelt nog een specifiek punt mee, de Westerschelde bevat een aantal drempels. In het geval van een zeer beperkt tijvenster kan het zijn dat een schip twee tijen er over doet om vanaf de Noordzee de haven van Antwerpen te bereiken. Zeker in dat geval is de wachttijd aanzienlijk. (Cruyplant, 2004)



Figuur 3.1: Kosten wachttijd per schip per dag voor getijwater met een gemiddelde diepte van 12, 13, 14, 15 en 16 meter. Bron: Eigen berekeningen.

In figuur 3.1 is met behulp van formule B3.7 een schatting gemaakt van de kosten van wachttijd voor een schip per dag. Het gaat in dit geval om getijwater met een sinusoidaal tij van 4 meter. Voor de vereiste kielspeling is gebruik gemaakt van een marge van 15 %. Deze omstandigheden zijn representatief voor de omstandigheden op de Westerschelde. (Cruyplant, 2004) Voor het omzetten van wachttijd naar kosten is gebruik gemaakt van een timecharter tarief van containerschepen. Dit tarief betreft de huur van containerschip, inclusief bemanning en vaarkosten, per dag. (ESCA, 2004)

Uit de grafiek valt op te maken dat verruimingswerkzaamheden in de Westerschelde, een meer dan evenredige toename van de containercapaciteit van containerschepen mogelijk maken. Een verklaring hiervoor is dat de diepgang van containerschepen minder dan evenredig toeneemt met de containercapaciteit en dus het draagvermogen (zie figuur 2.8). Omdat de verhouding tussen diepgang en draagvermogen in het geval van olietankers en bulkcarriers een meer lineair verloop kent, valt dus te verwachten

dat de kostenreductie als gevolg van de afname van wachttijd kleiner is dan bij containerschepen. Havens die voornamelijk containerverkeer afhandelen kunnen met gelijke verruimingswerkzaamheden dus een grotere kostenreductie voor de gebruikers van de havens bewerkstelligen dan havens die voornamelijk vervoer van ruwe olie of droge bulkgoederen afhandelen.

Er valt met een verruiming van de Westerschelde voor de haven van Antwerpen, waar 53 % van de afgehandelde goederen vervoerd wordt met containerschepen (SERV, 2009), dus een relatief grote winst te behalen. Verder spreekt CPB (2004a) voor bulkschepen en olietankers van een kostenbesparing die nihil is vanwege bestaande beperkingen van sluizen die toegang geven tot de haven van Antwerpen. De toename van de omvang van containerschepen is dus een maatgevende factor in de beslissing om de Westerschelde te verruimen naar 13,1 meter tijongebonden.

De toename in wachttijd voor grotere schepen heeft ook invloed op de wachttijd en daaraan gerelateerd de kosten voor goederen op die schepen. Een langere transportduur betekent dat er hogere interestkosten, afschrijvingskosten, verzekeringskosten en leasekosten voor een container ontstaan. (ESCA, 2004) Ook werken de beperkingen als gevolg van het beperkte tijvenster door in het logistieke proces waarin de goederen zich bevinden. Door fluctuaties in het tijvenster als gevolg van weersomstandigheden (hoge golfslag vergroot de vereiste kielspeling) en tijomstandigheden (doodtij, springtij) neemt de variantie van de levertijd toe. Hierdoor ontstaat voor bedrijven in de logistieke keten de noodzaak een grotere veiligheidsvoorraad aan te houden waardoor extra logistieke kosten ontstaan. (ESCA, 2004)

### 3.3 Conclusie

Door de ondiepten en aanslibbing in de Westerschelde en de toename van de omvang van schepen wordt de Westerschelde steeds meer een beperkende factor voor de haven van Antwerpen. Regelmatige verruiming van de Westerschelde blijft noodzakelijk en daardoor nemen ook de kosten voor onderhoudsbaggerwerk toe.

Ook zorgt de toename van de omvang van schepen er voor dat het tijvenster steeds beperkter wordt. De toename van wachttijd werkt ook door in de kosten voor goederen op die schepen. En ook in het logistieke proces ontstaan hogere logistieke kosten. Containerschepen profiteren echter beter dan bulkcarriers en olietankers van de verruiming van de Westerschelde in termen van afname van wachttijd. Doordat de haven van Antwerpen veel containerschepen afhandelt zijn baggerwerken in de Westerschelde relatief voordelig voor de haven van Antwerpen.

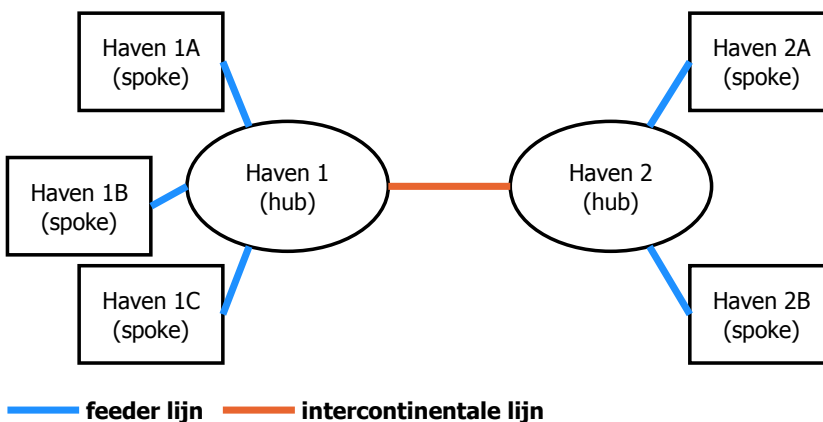
## 4. Netwerken

Sinds de begindagen van de containerisatie wordt door maritieme vervoerders een overstap van multiport netwerken naar hub en spoke netwerken overwogen. Ook is regelmatig geschreven dat het ontstaan van hub en spoke netwerken onvermijdelijk is. De huidige praktijk is echter dat zowel hub en spoke als multiport netwerken nog bestaan in de maritieme wereld. In dit hoofdstuk wordt uitgegaan van de situatie bij het vervoer van containers. Enerzijds omdat het vervoer van containers voor de haven van Antwerpen het meest relevant is. Anderzijds omdat het vervoer van droge bulkgoederen en ruwe olie veel meer aan geografische beperkingen gebonden is. Daardoor is in deze branches de discussie over multiport netwerken en hub en spoke netwerken veel minder relevant. Een typische containercapaciteit van containerschepen die tussen een hub en een spoke varen is 500 tot 1700 TEU. (Svendsen, Tiedemann, 2007) De containercapaciteit van een groot containerschip ligt boven de 6000 TEU.

In dit hoofdstuk is besproken welke soorten netwerken te onderscheiden zijn in de maritieme sector. Vervolgens zijn een aantal criteria opgesteld waar een haven aan moet voldoen om een hub positie in te kunnen nemen. Daarna onderzocht welke argumenten er voor en tegen hub en spoke en multiport netwerken zijn.

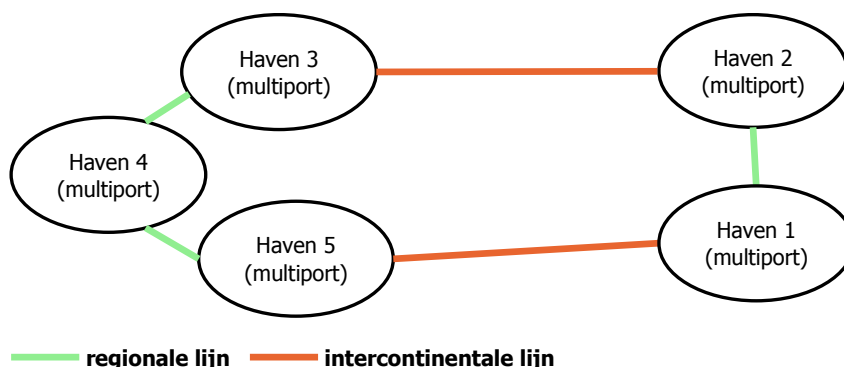
### 4.1 Netwerken

In het intercontinentale containervervoer zijn drie soorten netwerken te onderscheiden. Het eerste type netwerk is het hub en spoke netwerk (zie figuur 4.1). Het hub en spoke netwerk bestaat uit een aantal spokes die via een centrale hub verbonden zijn met een andere centrale hub die ook weer verbonden is met een serie spokes. In het hub en spoke netwerk vormen de hubs het overslagpunt voor goederen tussen grote schepen die tussen de hubs varen, naar kleinere schepen die tussen de hub en de spokes varen. Deze kleinere schepen worden feederschepen genoemd, de route waar zij op varen een feeder lijn. Hub en spoke netwerken komen echter vooral veel in de luchtvaartsector voor en niet zo zeer in de maritieme sector. (Baird, 2002)



Figuur 4.1: Hub en spoke netwerk. De twee hubs zijn via een intercontinentale verbinding met elkaar verbonden. Feederdiensten leggen de verbinding tussen de hub en de spokes.

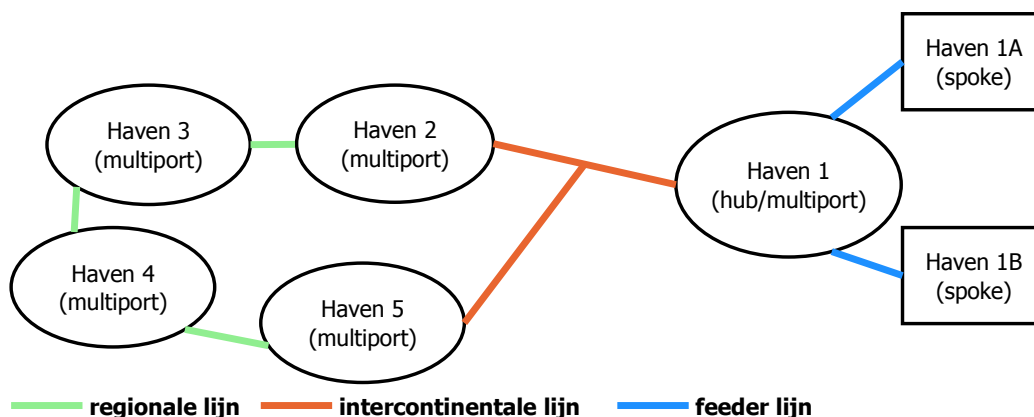
Een meer traditionele netwerkform is het multiport netwerk (zie figuur 4.2). In multiport netwerk bevinden alle havens zich in dezelfde netwerkhierarchie. Het vervoer tussen de havens vindt zowel met kleinere als met grotere containerschepen plaats. Meestal bevindt een aantal havens zich op één continent waarna naar een ander continent wordt gevaren om ook daar meerdere havens aan te doen. Een voorbeeld van een multiport netwerk is een dienst die via de havens in de HLH range vervolgens de havens van New York, Baltimore en Portsmouth VA aan doet en dan weer terugkeert naar Europa. (Ducruet et al., 2010)



— regionale lijn — intercontinentale lijn

Figuur 4.2: Multiport netwerk. De havens vormen een keten. De havens in die keten worden omstebeurt aangedaan door schepen die in het multiport netwerk varen.

In figuur 4.3 is een hybride vorm van het hub en spoke netwerk en het multiport netwerk weergegeven. Haven 1 doet zowel dienst in het hub en spoke netwerk als in het multiport netwerk. De feederdiensten worden verzorgd door kleine feederschepen, in de hub worden de containers overgeslagen op grote containerschepen die varen in het multiport netwerk. Dit type netwerk is te vinden in het vervoer van containers tussen Aziatische havens en Europese havens. Singapore is een belangrijke overslaghaven in Azië, hier worden containers aangeleverd door diverse feederdiensten. Vervolgens vindt overslag plaats naar grote containerschepen die de containers naar Europa vervoeren. In Europa worden vervolgens de belangrijke containerhavens van Felixstowe, Antwerpen, Rotterdam en Hamburg ieder aangedaan. (Tongzon, 2005)



— regionale lijn — intercontinentale lijn — feeder lijn

Figuur 4.3: Hybride netwerk, een mix tussen een multiport netwerk en een hub en spoke netwerk.

## 4.2 Kenmerken van een hub

Het overslaan van goederen van containerschepen die tussen hubs varen en feederschepen die van en naar spokes varen vormt in beginsel de belangrijkste bezigheid in een haven die als hub dienst doet. De haven van Singapore is één van de grootste containerhavens ter wereld en handelde in 2009 20 % van de wereldwijde hoeveelheid overgeslagen containers af<sup>6</sup>. Zo verloopt 50 % van het Maleisische containervervoer via de haven van Singapore. Grote containerschepen hoeven hierdoor niet alle havens in de regio aan te doen maar kunnen alleen de haven van Singapore aan doen om te laden en te lossen van en naar feeder schepen. Hierdoor kunnen rederijen niet alleen hun kosten verlagen maar ook een hoge frequentie van afvaarten realiseren en de bezettingsgraad van grote schepen vergroten. Ook is er een grote keus aan feederdiensten waardoor het mogelijk wordt om lagere tarieven voor deze diensten te kunnen bedingen. (Tongzon, 2005)

Als sleutelfactoren die van Singapore een belangrijke overslaghaven hebben gemaakt kunnen de volgende zes factoren genoemd worden.

### 4.2.1 Strategische locatie

Een hub is strategisch gepositioneerd. Dus langs de maritieme hoofdroutes, in de nabijheid van productie- en/of consumptiecentra. Tevens is de hub omgeven door diep water waarin natuurlijke golfbrekers aanwezig zijn zodat het water rustig is en baggerwerken en dure kunstwerken niet nodig zijn. Als laatste moet er land aanwezig zijn voor toekomstige uitbreiding van de haven. (Tongzon, 2005) Baird (2002) bevestigt dit in een studie naar het gebruik van een containerhaven in Orkney als hub voor West-Europa. Als voordeel wordt ondermeer de geringere deviatie van de oost/west routes ten opzichte van andere West-Europese havens genoemd. Verder is Orkney in het voordeel doordat het omgeven is door diep water waardoor baggerwerken vrijwel overbodig zijn. Ook is het goedkoop om een containerhaven in Orkney uit te breiden omdat het een eiland met weinig reliëf is waardoor het dus niet nodig is om met een opgespoten eiland te werken.

### 4.2.2 Hoge mate van havenefficiency

Havenefficiency is het vermogen van een haven om snelle en betrouwbare havendiensten te leveren. In een strakke logistieke keten, waarin tijdige levering van groot belang is, moet de hub een betrouwbaar onderdeel in deze keten vormen. Er moet een gegarandeerde omkeertijd zijn voor schepen en het vervoer van containers van en naar de haven moet snel en betrouwbaar verlopen. (Tongzon, 2005) Interviews uitgevoerd door UNCTAD (1992) en CPB (2004b) met havengebruikers bevestigen dat betrouwbaarheid en snelheid een grote rol spelen bij de keus om via een bepaalde haven goederen te vervoeren.

### 4.2.3 Goede havenverbindingen

Meer en meer ontstaan er complexe netwerken van verbindingen tussen havens, waardoor een flexibel netwerk ontstaat voor containervervoer. Een haven die in staat

---

<sup>6</sup> Fabe, B.D. (2010). 'Singapore shipper chooses Mindanao port as major transshipment center', *BusinessMirror*, <http://tinyurl.com/2va34cc> (01-08-2010). NB: Adres (URL) is verkort.



is een goed netwerk van verbindingen in zowel de regio als wereldwijd op te bouwen zal daarmee automatisch de rol van hub op zich gaan nemen. (Tongzon, 2005)

400 rederijen verbinden de haven van Singapore met 740 containerhavens wereldwijd. De haven van Singapore functioneert dus als vanzelf als een hub. (Tongzon, 2005) Het belang van een goed netwerk van verbindingen tussen havens uit zich ook in de toegenomen vorming van allianties van rederijen. De structuur van een alliantie maakt het mogelijk een groot aantal netwerkverbindingen aan de klant aan te bieden zonder dat daarmee grote investeringen gemoeid zijn. (Notteboom, 2004) Dit wordt bevestigd in de analyse van CPB (2004a) waarin wordt beschreven dat als wordt afgezien van verruiming van de Westerschelde dit een negatief effect heeft op het aantal afvaarten vanuit de haven van Antwerpen. Geschat wordt dat het aantal afvaarten per dag naar andere continenten daalt tot minder dan 1, dit heeft een groot negatief effect op de logistieke kwaliteit die de haven van Antwerpen kan bieden. Hierdoor komt de positie van de haven van Antwerpen sterk onder druk te staan.

#### **4.2.4 Adequate infrastructuur**

Ook adequate infrastructuur speelt een belangrijke rol voor een hub. Deze infrastructuur bepaalt de capaciteit van een haven om schepen en containers af te handelen. In fysiek opzicht gaat het om haveninfrastructuur zoals kranen, kades en opslagruimte. Daarnaast speelt kwaliteit van de havenarbeiders een grote rol. Het gaat dan om voldoende deskundigheid door scholing, ervaring en als gevolg daarvan een hoge arbeidsproductiviteit.

Een haven die van beide aspecten maximaal gebruik weet te maken kan de omkeertijd van schepen reduceren. Daardoor neemt de capaciteit van de haven om schepen en containers af te handelen toe zodat congestie en variantie in levertijden vermeden kunnen worden. (Tongzon, 2005)

Baird (2002) voegt hier nog aan toe dat het in een hub zoals Orkney mogelijk is containers sneller te laden en te lossen. Containers kunnen in één kraanbeweging gelost en geladen worden. Ook is het mogelijk een kade te maken die aan drie kanten een schip insluit. Het containerschip kan dan aan twee kanten gelost en geladen worden. Daarnaast kan hier nog dynamische overslag aan worden toegevoegd. Containers van containerschepen die tussen hubs varen laden en lossen dan direct van en naar feederschepen zonder tussenkomst van een kade. Door deze aspecten samen is het mogelijk de overslagkosten van containers met 50 % te reduceren ten opzicht van een niet in overslag gespecialiseerde containerhaven.

#### **4.2.5 Breed aanbod havendiensten**

Statistieken laten zien dat schepen een haven aan doen om meer dan twee redenen. Een hub moet dus een breed aanbod van bijvoorbeeld bunkerdiensten, reparatie, opslag en gekoelde opslag hebben. Belangrijk is ook dat deze diensten in een geïntegreerd pakket worden aangeboden zodat de haven tegemoet kan komen aan de behoefte van verschepers naar een multifunctionele havendienst. (Tongzon, 2005)

#### **4.2.6 Adequate ICT infrastructuur**

Ten slotte is de aanwezigheid van een adequate ICT infrastructuur belangrijk voor een hub. Door de toename van het containervolume dat wordt afgehandeld en de toename in de onderlinge relatie tussen containerschepen die van en naar een hub varen, wordt de aanwezigheid van een goed informatiesysteem voor de gebruikers van de hub steeds belangrijker. Uitwisseling van informatie kan dan sneller verlopen. Ook verloopt de communicatie efficiënter zodat met minder administratieve handelingen gewerkt kan worden. Voor gebruikers van de hub wordt het ook steeds belangrijker containers te kunnen volgen met een track-trace systeem. Hierdoor ontstaat inzicht in mogelijke vertragingen zodat plannings beter geoptimaliseerd kunnen worden. (Tongzon, 2005)

### **4.3 Hub en spoke netwerk of multiport netwerk?**

Nu de kenmerken van een hub bekend zijn is het de vraag of hub en spoke netwerken steeds meer gemeengoed zullen worden, of dat daarnaast ook multiport netwerken blijven bestaan.

#### **4.3.1 Schaalvoordelen en schaalnadelen**

Een belangrijke reden voor de interesse in hub en spoke netwerken is de toename van de omvang van containerschepen. (Baird, 2002) Uit de analyse in hoofdstuk 2 valt op te maken dat de toename van de omvang containerschepen de komende jaren doorzet tot containerschepen van waarschijnlijk tussen de 16000 en 22000 TEU. De balans tussen schaalvoordelen en schaalnadelen is een belangrijk argument voor het bestaan van hub en spoke netwerken.

Grote, intercontinentaal varende, containerschepen kunnen schaalvoordelen alleen benutten als zij zoveel mogelijk onderweg zijn. Daarom moeten deze schepen zo min mogelijk in de haven verblijven waar hun omvang omslaat in een schaalnadeel. Feederschepen zijn een stuk kleiner. Daardoor hebben deze schepen minder last van schaalnadelen tijdens laden en lossen in de haven. Door grote containerschepen in te zetten voor het vervoer van containers tussen hubs kunnen zij hun schaalvoordelen optimaal benutten omdat zij een grote afstand afleggen en slechts de hubs aan doen om te laden en te lossen. (ESCAP, 2001) Voor het vervoer van en naar consumptie- en productiecentra gelegen in de nabijheid van de spokes worden de kleinere feederschepen ingezet. Deze feederschepen liggen vaker in de haven om te laden en te lossen en dat is gunstig want deze schepen pakken daar voordeel ten opzichte van grote containerschepen. Beide typen schepen kunnen elkaar in een hub en spoke netwerk dus aanvullen. Cullinane, et al. (1999) brengt hier echter tegenin dat schaalvoordelen van grote schepen niet volledig verloren worden door ze in te zetten in een multiport netwerk.

#### **4.3.2 Oost/west en noord/zuid handel**

Door de toename van de wereldwijde handel hebben carriers en allianties hun netwerken voor containervervoer sterk veranderd. Er zijn zogenaamde end-to-end diensten en pendeldiensten geïntroduceerd langs de wereldwijde oost/west handelsroute (Straat van Malakka, Suezkanaal en Panamakanaal). Pendeldiensten functioneren als een uitwisselingspunt voor handelstromen tussen twee verschillende lijndiensten. Hierdoor zijn hubs langs de wereldwijde oost/west handelsroute ontstaan

die voornamelijk voorzien in de overslag van goederen van de ene lijndienst op de andere lijndienst. Er ontstaat dan dus een keten van hubs langs de wereldwijde oost/west handelsroute waar containers worden overgeslagen van en naar de noord/zuid handelsroutes. Ook op deze noord/zuid handelsroutes doen schepen alleen grote hubs aan, waarna feederscheper regionale vervoer verzorgen. (Notteboom, 2004)

### **4.3.3 Hubs en spokes vullen elkaar goed aan**

Havens hebben steeds weer nieuwe infrastructuur nodig om de ontwikkelingen in de omvang van containerschepen bij te kunnen houden, als gevolg daarvan zijn steeds minder havens in staat om te concurreren om deze schepen te kunnen ontvangen in de haven. In combinatie met een steeds verdere toename van de omvang van rederijen door het vormen van allianties worden mega terminals een noodzakelijk goed voor havens die ook de grootste schepen willen kunnen blijven ontvangen. Het is waarschijnlijk dat een aantal havens in de toekomst overbodig wordt omdat zij niet meer deze grote schepen kunnen ontvangen of omdat andere havens dat beter kunnen. (Cullinane, Khanna, 2000)

Toch is het geen verloren zaak voor de havens die niet mee kunnen met de havens die geschikt zijn voor grote containerschepen. Deze havens kunnen zich beter gaan specialiseren in feederdiensten en dus samenwerken met de grote hubs in plaats van te strijden tegen deze grote hubs om de gunst van grote containerschepen. Door deze samenwerking kunnen feederhavens en hub elkaar beter aanvullen waardoor een wederzijds voordeel kan ontstaan. (Cullinane, Khanna, 2000)

Havens die het voordeel hebben dat zij zich op een geografisch gezien gunstige locatie bevinden met betrekking tot een handelsroute blijven waarschijnlijk in trek bij grote schepen die op deze handelsroutes varen. Deze havens kunnen proberen hun positie als hub verder te versterken door gebruik te maken van het effect dat een hub die een hoog overslagvolume heeft in staat is meer feederdiensten aan te trekken. Een hoge frequentie van feederdiensten vergroot vervolgens weer de aantrekkelijkheid voor grote containerschepen die op de grote handelsroutes varen. (Port Development International, 1995; Cullinane, Khanna, 2000)

Havens die zich echter niet aan deze handelsroutes bevinden zullen in toenemende mate er niet meer in slagen de grote schepen die op de grote handelsroutes varen aan te trekken. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de havens in Scandinavië en de Baltische staten. Halverwege jaren 90 hadden deze havens nog een goede positie, maar deze positie is steeds verder verslechterd. Nog maar drie rederijen doen deze havens regelmatig aan met grote containerschepen. In plaats daarvan is er echter een drukke markt van feederdiensten ontstaan. (Cullinane, Khanna, 2000)

### **4.3.4 Impact van een hub op de omgeving**

Een nadeel van het hub en spoke netwerk is dat er grote druk blijft bestaan voor containerschepen om verder in omvang toe te nemen. Door deze verdere toename in omvang moeten hubs grote bedragen investeren in het verdiepen van de haven, toegangseuvelen en de kades in de haven. Ook moet de toegangseuvel verbreed worden

omdat de grotere schepen een grotere draaicirkel hebben en lastiger te manoeuvreren zijn. Daarnaast moet de hub beschikken over grote kranen die zich over een grote breedte uit moeten kunnen strekken om zo ook de breedste schepen te kunnen bedienen. Ook moeten deze kranen een grote capaciteit hebben waardoor zij kostbaar zijn. Om deze grote kranen te kunnen huisvesten moeten kades versterkt worden. Ook betekent het dat een containerterminal meer opslag capaciteit voor containers moet hebben waardoor een grotere vraag naar ruimte ontstaat en zodat de belasting voor de omgeving toeneemt. (Baird, 2002)

Echter, specifieke omstandigheden kunnen er voor zorgen dat veel van deze nadelen vervallen. Het gebruiken van eilanden of kusten in en aan bestaand water met een grote diepte kan baggerkosten voorkomen. Ook bestaat er dan niet de noodzaak tot het verruimen van de toegangsgeul. Daarnaast kan een locatie gekozen worden waar ruimte niet beperkt aanwezig is zodat de belasting op de omgeving gereduceerd wordt. (Baird, 2002)

In West-Europa vormen deze beperkingen echter een grote drempel voor het ontstaan van hub en spoke netwerken. Door het gebrek aan ruimte zijn er weinig plekken waar zonder grote impact op de omgeving een hub kan worden gevestigd. Echter, de huidige omvang van de grootste containerschepen (diepgang van 15 meter of meer) zorgt er voor dat in West-Europa slechts de havens van Rotterdam, Hamburg, Antwerpen en Southampton geschikt zijn voor deze schepen. Verder kan alleen de haven van Rotterdam kan zonder beperkingen van het tij deze schepen afhandelen. Met de verdere toename van de omvang van containerschepen neemt deze beperking verder toe waardoor de drempel voor ontstaan van hub en spoke netwerken in West-Europa overwonnen kan worden. (Baird, 2002)

#### **4.3.5 Multiport netwerk voor betere klantgerichtheid**

Netwerken van rederijen en allianties tenderen steeds meer ontworpen te worden al naar gelang de behoefte van de klant in plaats van dat er een focus is op kostenreductie. Door het hanteren van een multiport netwerk kan de betalingsbereidheid van de klant verhoogd worden omdat de verlader een grotere flexibiliteit en frequentie van afvaarten kan worden geboden. De realiteit is dat op dit moment zelfs de grootste schepen zijn opgenomen in een (hybride) multiport netwerk. (Notteboom, 2004) Dit is zeer krachtig argument omdat er een trend richting een steeds meer logistieke benadering is ontstaan waarin relaties tussen transporteurs en verladers centraal staan. Het is daarom voor rederijen en allianties steeds belangrijker om een totaalpakket van vervoersdienst van leverancier tot klant te kunnen leveren. (Notteboom, Rodrigue, 2007; 2009)

Met de tendens dat klanten vragen om grotere flexibiliteit en frequentie van afvaarten wordt het ook steeds interessanter een multiport netwerk op te zetten met relatief kleine schepen. Hierdoor wordt het risico voor de rederij verlaagd omdat deze niet in zeer grote containerschepen hoeft te investeren en tevens is het zo mogelijk tegen lagere prijs een hoge frequenties van afvaarten te realiseren dan indien het netwerk met zeer grote schepen wordt onderhouden. (Notteboom, 2004) Cullinane et al. (1999) brengt hier echter tegenin dat kleinere schepen veel kostbaarder zijn per TEU-mijl dan de kosten van grote containerschepen. Het hangt dus van de balans tussen

bezettingsgraad van zeer grote containerschepen en de kosten van kleine containerschepen of grote of kleine schepen worden ingezet in een multiport netwerk.

#### 4.4 Conclusie

Er zijn drie soorten netwerken te onderscheiden, het hub en spoke netwerk, het multiport netwerk en een hybride variant. Er zijn zes sleutelfactoren die kenmerkend zijn voor een hub en belangrijk zijn voor het ontstaan van een hub. De hub moet strategisch gepositioneerd zijn en er moet een hoge mate van havenefficiency zijn. Verder spelen een goede netwerkpositie met veel havenverbindingen, adequate infrastructuur voor de afhandeling van containers, een breed aanbod van havendiensten en een goede ICT infrastructuur een belangrijke rol.

Er is een vijftal argumenten te onderscheiden in het voordeel van hub en spoke of multiport netwerken. Belangrijke argumenten in het voordeel van een hub en spoke netwerk zijn de effectievere benutting van schaalvoordelen en het ontstaan van een oost/west netwerk van hubs met noord/zuid vertakkingen naar hubs in hetzelfde globale netwerk. Feederdiensten vervullen in dit globale netwerk de rol van het regionale vervoer. Ten slotte is er nog het argument dat hubs en spokes elkaar juist goed aan kunnen vullen. Het is niet zinvol als feitelijke spokes hubs blijven beconcurreren omdat een effectieve samenwerking tussen hubs en spokes er voor kan zorgen dat de hub aantrekkelijker wordt waardoor de spokes meer feederdiensten kunnen leveren aan de hub.

Een argument dat in het voordeel van een multiport netwerk spreekt is dat een hub een zeer kostbare investering kan zijn. Ook ontstaat een grote impact op de omgeving wat tot hoge kosten kan leiden als ruimte schaars is. In West-Europa vormt dit een grote bottleneck voor het ontstaan van hub en spoke netwerken. Specifieke omstandigheden kunnen er echter voor zorgen dat deze nadelen ondervangen kunnen worden. Ook kan in de toekomst de verdere toename van de omvang van schepen het wellicht noodzakelijk maken dat er toch een hub en spoke netwerk ontstaat in West-Europa. De eerder genoemde nadelen worden hier echter niet door ondervangen, dat hangt af van de locatie van de hub.

Een tweede argument voor het blijven bestaan van multiport netwerken is dat daarmee beter klantgericht kan worden gewerkt. Dit is een belangrijk argument omdat met een klantgerichte aanpak de betalingsbereidheid van klanten kan worden vergroot waardoor een grotere winstgevendheid voor transporteurs, rederijen en havens toe kan nemen. Ook past het in de trend van een logistieke totaalbenadering waarin een totaalpakket op maat voor de klant belangrijk is. Multiport netwerken zijn flexibeler en daardoor beter in staat aan die wensen van de klant te voldoen. Of een multiport netwerk uitgevoerd gaat worden met grote schepen of kleine schepen hangt af van in van de balans tussen bezettingsgraad van containerschepen enerzijds en de hogere kosten van kleine schepen anderzijds.

Er is geen eenduidige richting die wijst op het ontstaan van meer hub en spoke netwerken of multiport netwerken. Beide netwerken hebben hun voor en nadelen en een balans tussen beide wordt steeds meer gevonden in een hybride netwerk waarin aspecten van hub en spoke en multiport netwerken verwerkt zitten.

## 5. Toepassing hub en spoke netwerk op de havens van Rotterdam en Antwerpen

In dit hoofdstuk wordt onderzocht op welke wijze de haven van Antwerpen opgenomen kan worden in een hub en spoke netwerk met de haven van Rotterdam. Hierin neemt de haven van Antwerpen dan rol van spoke op zich. Er wordt gekeken naar welke routes er mogelijk zijn, welke schepen gebruik kunnen maken van deze route, en wat de voor en nadelen van deze routes zijn.

### 5.1 Binnenvaart of zeevaart

In figuur 5.1 zijn twee mogelijke routes weergegeven voor het aanbieden van feederdiensten tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen. De route die gebruik maakt van de zeevaart gaat via de Noordzee over de Westerschelde naar de haven van Antwerpen. Deze route heeft een lengte van 190 km. Uitgaande van een gemiddelde vaarsnelheid van 14 knopen (Stopford, 2009) wordt deze route in 7,5 uur afgelegd.



Figuur 5.1: Mogelijke routes voor het aanbieden van feederdiensten tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen.

De route via de binnenvaart maakt gebruik van de Schelde-Rijnverbinding met aansluitend de Oude Maas en het Hartelkanaal. De route bevat twee sluisen (tijdens hoge stormvloed drie maar die situatie is uitzonderlijk) en heeft een lengte van 125

km. Uitgaande van een vaarsnelheid van 18 km/u en een oponthoud van in totaal 1 uur voor het schutten in beide sluisen wordt deze route in 8 uur afgelegd<sup>7</sup>.

In feederdiensten tussen de havens van Hamburg, Bremerhaven en Rotterdam worden containerschepen ingezet met een capaciteit van 500 tot 800 TEU. (Svendson, Tiedemann, 2007) Deze containerschepen hebben een diepgang tussen de 6,5 en 9 meter en hebben dus geen last van een beperkt tijvenster op de Westerschelde. De route die gebruik maakt van de binnenvaart is geschikt voor binnenvaartschepen van CEMT-klasse IVb. In deze klasse zijn containerschepen ontwikkeld met een containercapaciteit van 400 TEU. (Rijkswaterstaat, 2005) Het vervoer van 10000 TEU aan containers tussen de havens van Antwerpen en Rotterdam via zeevaart neemt dus in totaal tussen de 95 en 150 vaaruren in beslag. In het geval van de binnenvaart neemt het vervoer in totaal 200 vaaruren in beslag. De theoretische capaciteit van het vervoer via de zeevaartvariant ligt dus hoger dan in het geval van binnenvaartvariant.

Het bestaande vervoer (dus zonder implementatie van een hub en spoke netwerk) tussen de havens van Antwerpen en Rotterdam via de binnenvaartvariant heeft in de periode 1995 – 2006 een groei doorgemaakt van jaarlijks 7,3 %, wat neer komt op een toename van 0,68 miljoen TEU per jaar naar 1,4 miljoen TEU per jaar. Voor in de toekomst wordt rekening gehouden met tot 2020 een groei van 6,6 % per jaar van het aantal te vervoeren containers via deze route. Ook wordt verwacht dat de gemiddelde omvang van schepen toe gaat nemen waardoor sluisen minder effectief benut kunnen worden. Zelfs in een scenario zonder het inzetten van de binnenvaartvariant voor feederdiensten vormen vooral de Kreekraksluisen een groot knelpunt waardoor wachttijden oplopen. (ECORYS, 2008) Het inzetten van de binnenvaartvariant voor feederdiensten tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen is dus gegeven de huidige infrastructuur niet mogelijk omdat een extreme toename van het aantal noodzakelijke scheepvaartbewegingen te verwachten valt binnen het hub en spoke netwerk. Het vervoer van 10000 TEU via de feederlijn naar Antwerpen levert in het gunstigste geval al 25 scheepsbewegingen extra op. Het gebruik van de zeevaartvariant voor feederdiensten heeft dus sterk de voorkeur.

## 5.2 Hub en spoke of multiport?

Er moet een kostenafweging worden gemaakt voor het inzetten van feederdiensten via de zeevaartvariant tussen de havens van Rotterdam en Antwerpen in een hub en spoke netwerk of voor het handhaven van een multiport netwerk waarin de havens van Rotterdam en Antwerpen opgenomen zijn.

Met het introduceren van een hub en spoke netwerk wordt voorkomen dat de Westerschelde steeds verder uitgebaggerd moet worden ten behoeve van containerschepen die steeds verder in omvang toenemen. In de haven van Rotterdam kunnen baggerkosten voor containerschepen als sunk-costs worden beschouwd omdat containerschepen niet maatgevend zijn qua diepgang ten opzichte van bulkcarriers en olietankers. Tevens wordt door het inzetten van een hub en spoke netwerk voorkomen dat kosten ontstaan als gevolg van een beperkt tijvenster omdat ook rekeninghoudend

<sup>7</sup> Deltares, 2008. 'Hoofdvaarwegen', *Deltares.nl* <http://public.deltares.nl/display/DV/Hoofdvaarwegen> (01-08-2010)

met de toename in de omvang van containerschepen de haven van Rotterdam voldoende diepgang heeft (tot 23 meter).

Hier tegenover staan de kosten die de haven van Rotterdam moet maken vanwege de toename in de vraag naar ruimte. De aanlegkosten van Maasvlakte 2 worden geschat op 2,9 miljard Euro<sup>8</sup> voor 1200 hectare extra havenruimte<sup>9</sup>. Aangezien de ruimtevraag voor overslag in een hub en spoke netwerk enorm is (ECT Deltaterminal heeft een oppervlakte 265 hectare<sup>10</sup>), valt te verwachten dat deze kosten niet opwegen tegen relatief vrij beperkte kosten van baggerwerken in de Westerschelde van 158 miljoen en 12 miljoen onderhoudskosten per jaar. (ProSes, 2004) Dit argument komt goed overeen met het argument uit hoofdstuk 4 dat een hub een grote belasting voor zijn omgeving vormt en daardoor zeer kostbaar kan zijn.

### 5.3 Conclusie

Indien voor een hub en spoke netwerk wordt gekozen is een variant waarbij de feederdiensten via de Noordzee en de Westerschelde het meest voordelig. Enerzijds kan het vervoer sneller plaats vinden en anderzijds wordt voorkomen dat kostbare investeringen moeten worden gedaan om de capaciteit van de binnenvaarwegen te vergroten. Een beperkende factor voor de keus voor een hub en spoke netwerk voor wat betreft de havens van Rotterdam en Antwerpen zijn de hoge kosten van ruimte in de haven van Rotterdam op Maasvlakte 2. Hierdoor is het waarschijnlijk niet rendabel om over te stappen op een dergelijk hub en spoke netwerk omdat containeroverslag een grote ruimtevraag heeft. Daardoor is het waarschijnlijk dat de situatie van multiporting gehandhaafd blijft.

---

<sup>8</sup> 'Het prijskaartje', Projectorganisatie Maasvlakte 2, <http://www.maasvlakte2.com/nl/index/show/id/180> (01-08-2010).

<sup>9</sup> 'Maasvlakte 2', Civiele Techniek, vakblad voor grond-, weg- en waterbouwkunde en verkeerstechniek: [http://www.civieletechniek.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=52&Itemid=4](http://www.civieletechniek.net/index.php?option=com_content&task=view&id=52&Itemid=4) (12-07-2010).

<sup>10</sup> 'ECT Delta Terminal', Europe Container Terminals, <http://tinyurl.com/3y8t2he> (02-08-2010).  
NB: Adres (URL) is verkort.



## 6. Conclusie

Olietankers en bulkcarriers zijn sterk in omvang toegenomen. De gemiddelde omvang van olietankers gaat in de toekomst waarschijnlijk dalen, de gemiddelde omvang van bulkcarriers neemt nog wel toe. Containerschepen zullen in de toekomst nog wel fors in omvang toenemen als gevolg van het verder benutten van schaalvoordelen en een relatief lager brandstofverbruik.

Voor de haven van Antwerpen en de gebruikers ervan vormt deze toename in de omvang van containerschepen een forse beperking die alleen ongedaan kan worden gemaakt door intensieve baggerwerken uit te voeren in de Westerschelde.

Er zijn drie soorten maritieme netwerken te onderscheiden. Het hub en spoke netwerk, het multiport netwerk en een hybride variant. Argumenten in het voordeel van een hub en spoke netwerk zijn de effectievere benutting van schaalvoordelen en het ontstaan van een oost/west netwerk van hubs met noord/zuid vertakkingen naar hubs in hetzelfde globale netwerk. Ook is er nog het argument dat hub en spokes elkaar goed kunnen aanvullen zodat er een wederzijds voordeel kan worden behaald voor zowel hub als spokes.

Een argument in het voordeel van een multiport netwerk is dat een hub een zeer kostbare investering is die een grote belasting voor de omringende omgeving op kan leveren. Een tweede argument in het voordeel van een multiport netwerk is dat het de mogelijkheid biedt om meer klantgericht te kunnen werken. Dit is een belangrijk argument omdat het past in een trend die aangeeft dat een logistieke totaaloplossing een hogere betalingsbereidheid van klanten oplevert zodat de winstgevendheid voor transporteurs, havens en rederijen kan worden vergroot.

Zowel een multiport netwerken als een hub en spoke netwerken hebben ieder hun sterke en zwakke punten. Het ligt daarom voor de hand dat een balans tussen beide netwerken gevonden wordt in een hybride netwerk waarin aspecten van multiport en hub en spoke netwerken met elkaar verweven zijn.

Voor het eventueel toepassen van een hub en spoke relatie op de havens van Rotterdam en Antwerpen kan het best een variant gebruikt worden waarbij feederdiensten via de Noordzee en Westerschelde worden aangeboden. Echter, het is niet waarschijnlijk dat een hub en spoke relatie tussen beide havens te verkiezen valt boven een multiport relatie. Het argument van de kostbare ruimte in de haven van Rotterdam en de in vergelijking hiermee bescheiden kosten voor constante verruiming van de Westerschelde geeft daar een aanzet voor. Het argument dat multiport netwerken beter de mogelijkheid bieden om een klantgericht logistiek totaalpakket te kunnen leveren geeft vervolgens de doorslag.

De conclusie luidt dus dat het economisch gezien niet verstandig is de haven van Rotterdam te laten dienen als intercontinentale hub waarbij de haven van Antwerpen de rol van spoke op zich neemt.

## Bronvermelding

Anderson, T. D. (1981). 'Geographic Limitations in the Movement of Deep-Draft Tankers between the Indian and Pacific Oceans', *Ocean Development and International Law Journal*, Jaargang 10, Editie 1, p. 113-129.

Ariese, P. (2010). 'Veelbesproken baggerklus', *Reformatorisch Dagblad*, Editie 17-02-2010, p. 4.

Baird, A.J. (2002). 'The Economics of Container Transshipment in Northern Europe', *International Journal of Maritime Economics*, Jaargang 4, p. 249-280.

CPB, (2004a). *Verruiming van de vaarweg van de Schelde. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse*. Den Haag: Centraal Planbureau.

CPB (2004b). *Welvaartseffecten van Maasvlakte 2. Kosten-batenanalyse van uitbreiding van de Rotterdamse haven door landaanwinning*. Den Haag: Centraal Planbureau.

Cruyplant, L. (2004). *Vaarschema's verdere verdieping Westerschelde. Zandvlietsluis - Deurganckdok - Containerkaai Noord*. Brussel: Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Maritieme Toegang.

Cullinane, K., Khanna, M., Song, D-W. (1999). 'How Big is Beautiful: Economies of Scale and the Optimal Size of Containership, Liner Shipping: What's Next?', *Proceedings of the 1999 IAMA conference*, p. 108 - 140.

Cullinane, K., Khanna, M. (2000). 'Economies of scale in large containerships: optimal size and geographical implications', *Journal of Transport Geography*, Jaargang 8, p. 181-195.

Døhlie, K. A. (2009). 'The future of the ultra large container ship', *DNV Container Ship Update*, Jaargang 8, Editie 3.

Drewry Shipping Consultants (2001). *Post-Panamax Containerships - The Next Generation*. London: Drewry Shipping Consultants.

Ducruet, C., Rozenblat, C., Zaidi, F. (2010). 'Ports in multi-level maritime networks: evidence from the Atlantic (1996 - 2006)', *Journal of Transport Geography*, Jaargang 18, p. 508 - 518.

ECORYS (2008). *Netwerkanalyse voor binnenhavens en vaarwegen Zeeland*. Rotterdam: ECORYS Nederland.

ESCA (2004). *Studie naar de directe baten van de verruiming van de Westerschelde. Een logistieke benadering*. Wilrijk: European Centre for Strategic Analysis.

ESCAP (2001). 'Regional Shipping and Port Development: Strategies under a Changing Maritime Environment', *Journal of Ports & Harbors*, Jaargang 45, p. 16 - 21.

Gourlay, T.P. (2007). 'Ship Underkeel Clearance in Waves', *Proceedings Coasts and Ports Conference, Juli 2007, Melbourne*, p. 10 - 15.

Haralambides, H., Cariou, P., Benacchio, M. (2002). 'Cost, Benefits and Pricing of Dedicated Container Terminals', *International Journal of Maritime Economics*, Jaargang 4, p. 21-34.

Kornman, B., Liek, G-J., Schippers, H. (2002). *Baggeren en storten in de Westerschelde. Een nieuwe kijk op het onderhoudsbaggerwerk*. Middelburg: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Vestiging Middelburg.

Marshall, G. (2007). *The outlook for oil tanker new construction*. Houston/Busan: American Bureau of Shipping/Tanker Structure Cooperative Forum.

Miller, John W. (2009). 'The Mega Containers Invade', *The Wall Street Journal*, Jaargang 120, Editie 26-01-2009, p. B1.

Nonneman, W. (1981). 'Benefits of dredging through reduced tidal waiting', *Maritime Policy & Management*, Jaargang 8, Editie 1, p. 17 - 20.

Notteboom, T. (2004). 'Container Shipping And Ports: An Overview', *Review of Network Economics*, Jaargang 3, Editie 2, p. 86 - 104.

Notteboom, T., Rodrigue, J-P. (2007). 'Re-assessing post hinterland relationships in the context of global supply chains'. In Wang, J. (Red.), Olivier, D. (Red.), Notteboom, T. (Red.), Slack, B. (Red.), *Ports, cities, and global supply chains*, pp 51 - 68. Londen: Ashgate.

Notteboom, Theo, Rodrigue, Jean-Paul, (2009). 'The future of containerization: perspectives from maritime and inland freight distribution', *GeoJournal*, Jaargang 74, p. 7 - 22.

Port Development International (1995). *Northern Exposure, Transshipment Supplement, July*. Londen: Port Development International.

ProSes (2004). *Hoofdrapport Kostenopstelling t.b.v. MKBA en S-MER*. Utrecht: Rijkswaterstaat Bouwdienst, Hoofdafdeling Waterbouw.

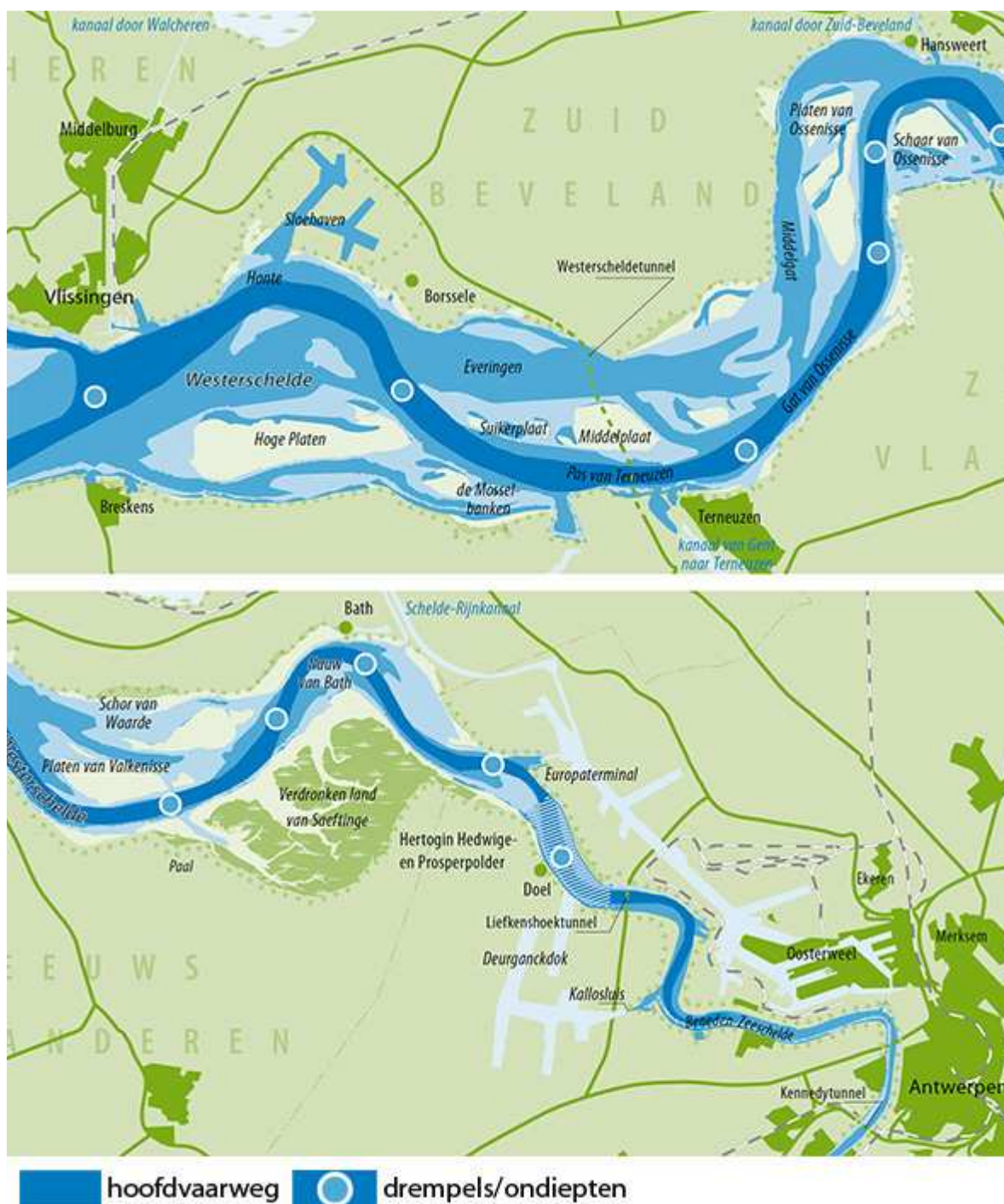
Rijkswaterstaat (2005). *Richtlijnen Vaarwegen RVW 2005*. Rotterdam: Rijkswaterstaat Adviesdienst Verkeer en Vervoer.

Rodrigue, J-P., Comtois, C., Slack, B. (2e ed.) (2009). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.

- SERV (2009). *Jaaroverzicht Vlaamse havens 2009. Feiten en ontwikkelingen, investeringen, sociaaleconomische indicatoren en statistieken over 2009*. Brussel: Sociaal Economische Raad van Vlaanderen.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics. 3rd edition*. New York: Routledge.
- Svendsen, J., Tiedemann, J. (2007) *Feeder vessel data sheet: size comparison*. Keulen/Parijs: Containership-info.
- Talley, W.K. (2009). *Port Economics*. New York: Routledge.
- Tongzon, J. (2005). 'Key Success Factors for Transshipment Hubs: The Case of the Port of Singapore'. In Lee, T-W. (Red.), Cullinane, K. (Red.), *World Shipping and Port Development*, p.162 – 180. New York: Palgrave Macmillian
- UNCTAD (1997). *Review Of Maritime Transport 1997*, Report by the UNCTAD secretariat. Geneve: United Nations.
- UNCTAD (2003). *Review Of Maritime Transport 2003*, Report by the UNCTAD secretariat. Geneve: United Nations.
- UNCTAD (2009). *Review Of Maritime Transport 2009*, Report by the UNCTAD secretariat. Geneve: United Nations.
- Wijnolst, N. (2000). *Ships, Larger and Larger: Containerships of 18,000 TEU - impacts on operators and ports*, Dynamar Liner Shipping 2020 Workshop, London, 19 mei 2000. Rotterdam: Dynamar.
- Wijnolst, N. (2007). *Ports of the future. Impacts of Economy of Scale in Shipping*. Marseille: Marseille Maritime 2007 Forum.
- Zwamborn, J. A. (1999). 'Navigation Channels – Design and Operation'. In Herbich, J.B. (Red.), *Handbook of coastal engineering*, p11.1 – 11.23. New York: McGraw-Hill.

## Bijlage 1 – Overzicht Westerschelde

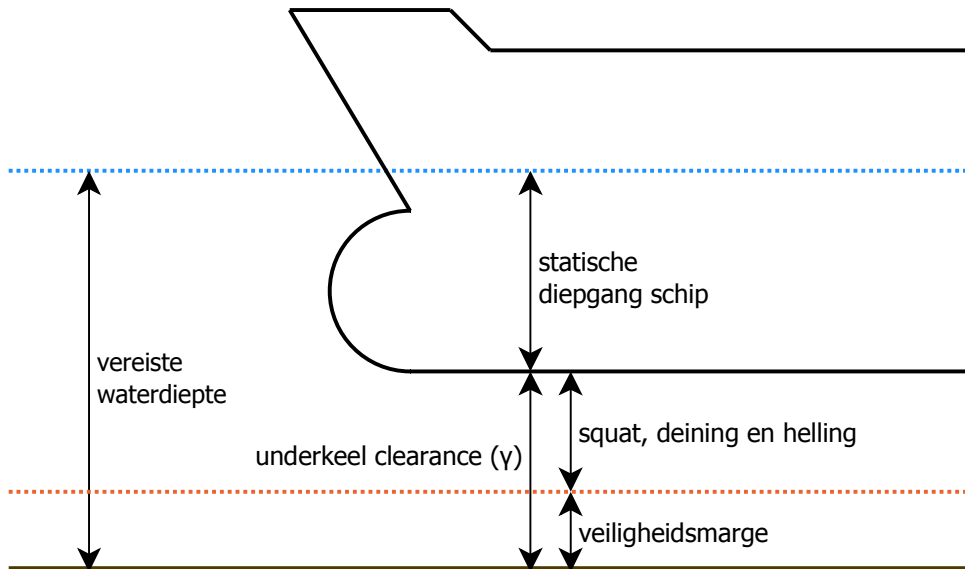
In figuur B1.1 is een kaart weergegeven met daarop de Westerschelde van het knelpunt bij Vlissingen tot aan de haven van Antwerpen. In totaal staan op 11 plekken verdiepingswerkzaamheden gepland. Verder wordt nabij Doel de vaargeul verbreed.



Figuur B1.1: Overzicht van de hoofdvaarweg en knelpunten van de Westerschelde. Bron: Verruiming Vaargeul

## Bijlage 2 – Relatie diepgang en vereiste geuldiepte

De relatie tussen diepgang en vereiste geuldiepte geeft aan welke tot welke geuldiepte gebaggerd moet worden om bevaarbaar te kunnen zijn voor schepen met een bepaalde diepgang. En andersom geeft het aan tot welke maximale diepgang een geul bevaarbaar is.



Figuur B2.1: Relatie diepgang bewegend schip en vereiste geuldiepte (Zwamborn, 1999; Gourlay, 2007).

In figuur 2 is de relatie tussen diepgang en de vereiste geuldiepte weergegeven. De statische diepgang is de diepgang die het schip heeft als het niet in beweging is. De statische diepgang kan worden benaderd met behulp van de relaties weergegeven in tabel 2.2.

De diepgang van een schip verandert als het schip in beweging is en zich in open water bevindt met deining. Door de deining kan het schip om zijn dwarsscheepse en langsscheepse assen gaan kantelen. Een simpele berekening laat zien dat er bij een schip van 60 meter breed dat 3 graden om zijn langsscheepse as kantelt als gevolg van dwarsscheeps inkomende deining een toename in diepgang kan verwachten van 1,6 meter. Een ander effect dat een grote rol speelt is squat. Squat is het effect dat een bewegend schip dieper in het water ligt dan de statische diepgang van het schip. Bij een snelheid van 10-12 knopen kan dat oplopen tot 1 meter extra diepgang (Anderson, 1981).

Deze factoren worden inclusief een veiligheidsmarge meegenomen in de underkeel clearance  $\gamma$  (Gourlay, 2007). De underkeel clearance hangt dus af van de kenmerken van het water waarvan de vereiste waterdiepte wordt bepaald. De vereiste waterdiepte in meters  $d_c$  kan bepaald worden door middel van relatie.

B2.1

$$d_c = \gamma d_s$$

### Bijlage 3 – Relatie draagvermogen en wachttijd

Nonneman (1981) beschrijft een methode waarmee de relatie tussen draagvermogen en wachttijd kan worden bepaald. De hier beschreven methode is gedeeltelijk op die methode gebaseerd. De beschikbare waterdiepte op tijdstip  $t$  kan worden beschreven als een cosinusfunctie rondom een gemiddelde waterdiepte.

$$B3.1 \quad d_t = d_a + \frac{1}{2} r \cos\left(\frac{2\pi t}{c}\right)$$

Hierin is  $d_t$  de beschikbare diepgang in meters op tijdstip  $t$ ,  $d_a$  is de gemiddelde beschikbare diepgang in meters,  $r$  is de amplitude van het getij in meters,  $t$  is het tijdstip in uren en  $c$  is de duur van een tijcyclus in uren.

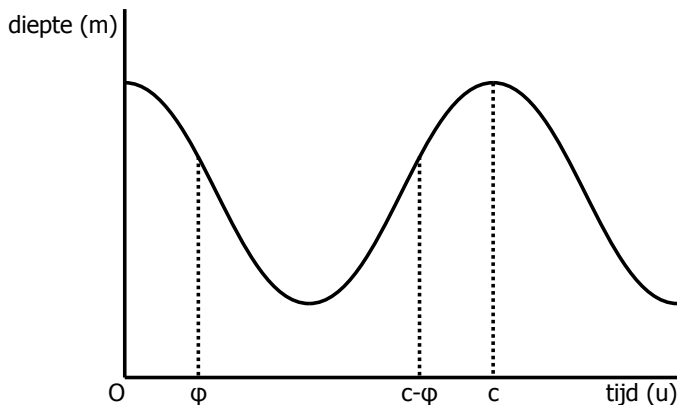
Door vergelijking B2.1 gelijk te stellen aan vergelijking B3.1 kan de volgende vergelijking worden opgesteld waarin vereiste waterdiepte  $\gamma d_s$  gelijk gesteld wordt aan de beschikbare waterdiepte.

$$B3.2 \quad \gamma d_s = d_a + \frac{1}{2} r \cos\left(\frac{2\pi t}{c}\right)$$

Het maximale draagvermogen  $\overline{T}_s$  dat een geul kan verwerken kan vervolgens worden verkregen door voor  $t = 0$  in te vullen. Het minimale draagvermogen  $\underline{T}_s$  dat hinder ondervindt van het tij wordt verkregen door  $t = c/2$  in te vullen. Substitueer  $d_s$  met vergelijking 2.2, dan wordt vergelijking B3.3 verkregen. Substitueer  $d_s$  met vergelijking 2.3 of vergelijking 2.4, dan wordt vergelijking B3.4 verkregen.

$$B3.3 \quad \underline{T}_s, \overline{T}_s = e^{\frac{d_a \pm \frac{1}{2} r - \gamma \alpha}{\gamma \beta}}$$

$$B3.4 \quad \underline{T}_s, \overline{T}_s = \left( \frac{d_a \pm \frac{1}{2} r - \gamma \alpha}{\gamma \beta} \right)^2$$



Figuur B3.1: Het tijvenster in relatie tot het tij.

In figuur B3.1 geeft  $(0, \phi)$  geeft het halve tijvenster weer, het totale tijvenster per tijcyclus is dus gelijk aan  $2\phi$ . In de vergelijking B3.2 kan vervolgens  $t$  gesubstitueerd worden door  $\phi$  welke het halve tijvenster in uren aangeeft. Oplossen voor  $\phi$  levert vervolgens vergelijking B3.5 op.

$$\text{B3.5} \quad \phi = \frac{c \arccos \frac{2(\gamma d_s - d_a)}{r}}{2\pi}$$

Uit figuur B3.1 valt ook af te leiden dat de niet bevaarbare periode is gelijk aan  $c - 2\phi$ . De kans dat een schip, aannemende dat de kansverdeling van aankomst van een schip op een bepaald tijdstip uniform is, in die periode aan komt is gelijk aan  $\frac{c - 2\phi}{c}$ . De

gemiddelde tijd die een schip dan moet wacht is dan gelijk aan  $\frac{c - 2\phi}{2}$ . Uit deze

gegeven kan vergelijking 3.6 worden afgeleid die de verwachte wachttijd  $W$  in uren weergeeft.

$$\text{B3.6} \quad W = \frac{(c - 2\phi)^2}{2c}$$

Naar aanleiding van de beperkingen die volgen uit het tijvenster kunnen de volgende situaties voor de verwachte wachttijd in uren worden bepaald. Als  $T_s < \underline{T}_s$  dan is de wachttijd nul omdat er op ieder moment voldoende diepgang is in de geul voor het schip met draagvermogen  $T_s$ . Als  $T_s \geq \overline{T}_s$  dan is de wachttijd oneindig, de geul is nooit diep genoeg voor het schip. Als  $\underline{T}_s \leq T_s < \overline{T}_s$  dan is de wachttijd afhankelijk van het tijvenster.

$$\text{B3.7} \quad W = \begin{cases} 0 & \text{als } T_s < \underline{T}_s \\ \frac{(c - 2\phi)^2}{2c} & \text{als } \underline{T}_s \leq T_s < \overline{T}_s \\ \infty & \text{als } T_s \geq \overline{T}_s \end{cases}$$