

2012•2013
FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN
*master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur: operationeel management en logistiek*

Masterproef

Gecentraliseerde distributiesystemen en het milieu

Promotor :
Prof. dr. Gerrit JANSSENS

Famke Vanthienen
*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste
economische wetenschappen: handelsingenieur, afstudeerrichting operationeel management
en logistiek*

2012•2013

FACULTEIT BEDRIJFSECONOMISCHE
WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur: operationeel management en logistiek*

Masterproef

Gecentraliseerde distributiesystemen en het milieu

Promotor :
Prof. dr. Gerrit JANSSENS

Famke Vanthienen

*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste
economische wetenschappen: handelsingenieur, afstudeerrichting operationeel management
en logistiek*

Woord vooraf

Deze masterproef vormt het sluitstuk van mijn masteropleiding Handelingsingenieur aan de Universiteit Hasselt met als hoofdrichting Operationeel Management en Logistiek. De milieuproblematiek en distributiebeslissingen van dit masterproefonderwerp zijn zeer actuele thema's die perfect aansluiten bij deze hoofdrichting.

Ik zou graag een aantal mensen willen bedanken die, ieder op hun eigen manier, hebben bijgedragen aan de totstandkoming van deze masterproef. Als eerste zou ik graag mijn promotor, Prof. dr. Gerrit Janssens, willen bedanken voor zijn begeleiding tijdens deze masterproef. Daarnaast wil ook heel graag mijn ouders bedanken voor de financiële en morele steun die ze mij gegeven hebben gedurende mijn hele opleiding en tijdens de verwezenlijking van mijn masterproef. Verder richt ik een woord van dank aan mijn zus voor haar steun en goede raad. Ten slotte zou ik ook graag mijn vrienden en vriendinnen willen bedanken voor het advies en de steun tijdens mijn opleiding.

Samenvatting

Beslissingen omtrent logistiek binnen een onderneming zijn van essentieel belang. Het opvolgen van veranderingen op de economische markt zoals in technologie en distributie, is noodzakelijk voor de competitiviteit. Verder moeten ondernemingen een globale oriëntatie aannemen en dienen ze zich flexibel op te stellen om in een snel veranderende omgeving te werken en te overleven.

Het distributiesysteem dat opgezet wordt om de goederen naar de klanten te distribueren is een lange termijn strategische keuze. Een grondige kennis van de supply chain en de economische omgeving waarin de onderneming zich bevindt, zijn bijgevolg onmisbaar. Verder gaat een omschakeling van het ene distributiesysteem naar het andere gepaard met significante kosten.

Ondernemingen hebben de keuze tussen een gecentraliseerd en een gedecentraliseerd distributiesysteem. Beide systemen vertonen voor- en nadelen. In de wetenschappelijke literatuur worden vooral de kosten en de klantenservice aangehaald als factoren waar rekening mee gehouden wordt bij het maken van deze belangrijke keuze. Sommige auteurs bespreken ook de haalbaarheid van een bepaald distributiesysteem met een focus op de grootte van de onderneming en de implicaties voor startende ondernemingen. Een aspect wat beperkt of nauwelijks wordt teruggevonden in de literatuur is de milieu-impact die met een bepaald distributiesysteem samenhangt. Het wordt echter steeds belangrijker voor een onderneming om zich te profileren als duurzaam en milieubewust.

Trends zoals spoedleveringen en just-in-time leveringen zorgen voor een toename in de frequentie van het transport naar de klanten. Verder groeit de inspanning aan goederentransport ieder jaar. Dit zorgt ervoor dat de externe kosten die veroorzaakt worden door het transport steeds toenemen. Deze externe kosten worden niet toegekend aan een onderneming, maar worden gedragen door de maatschappij als geheel. Als onderdeel van deze externe kosten kan bijvoorbeeld de uitstoot van schadelijke broeikasgassen genoemd worden. Deze factor leidt tot ernstige problemen zoals onder andere gezondheidsproblemen, klimaatsveranderingen en mogelijks de opwarming van de aarde. Indien de externe kosten op een of andere manier per uitstoter geïnternaliseerd zouden kunnen worden, dan zou de afweging tussen beide distributiesystemen pas volledig zijn.

Wegvervoer is de meest populaire transportmodus, maar is ook de modus die de meeste externe kosten veroorzaakt door onder andere luchtvervuiling en lawaai. Een wijze om de milieu-impact van de distributie van goederen te verlagen is bijvoorbeeld het gebruik maken van intermodaal vervoer, het rijden met volle vrachtwagens en goede strategische keuzes in verband met het op te zetten distributiesysteem. In deze masterproef worden vooral de binnenvaart en de spoorwegen besproken als alternatief voor het wegvervoer. Deze twee transportmodi zorgen voor een lagere externe kost per tonkilometer.

In deze eindverhandeling wordt ingegaan op de factoren die medebepalend zijn voor de keuze van een bepaald distributiesysteem. In eerste instantie wordt aan de hand van de beschikbare literatuur de voor- en nadelen van een bepaald distributiesysteem aangehaald op het vlak van kosten, klantenservice en haalbaarheid. Daarna wordt de focus vooral gelegd op de milieu-impact

en op 'green logistics'. Green logistics houdt in dat ondernemingen een aantal factoren zoals, onder andere, het gebruik van de juiste transportmodus voor het vervoeren van goederen, in gedachten houden als alternatief en gebruiken bij het maken van dagelijkse beslissingen.

Een belangrijke keuze bij een gecentraliseerd distributiesysteem is de bepaling van de locatie van het centrale distributiecentrum. In dit soort distributiesysteem is het totaal aan de af te leggen afstanden tot bij de klanten groter in vergelijking met een gedecentraliseerd distributiesysteem. Een aantal beslissingsfactoren kunnen echter opgenomen worden zodat een centraal distributiesysteem als een duurzaam alternatief kan aanzien worden. Zo kan rekening gehouden worden met het zwaartepunt van de vraag, de aanwezigheid van de concurrenten en de beschikbaarheid van intermodaal vervoer zodat de goederen op een duurzamere manier getransporteerd kunnen worden.

In het vervolg van deze masterproef wordt een fictieve gevalstudie opgebouwd aan de hand van gegevens die verkregen zijn via Eurostat, de statistische hoofdzetel van de Europese Unie, die statistieken van alle Europese landen verzameld. Deze fictieve gevalstudie vertrekt vanuit onderdeel 11.07 van de drankensector, namelijk de sector van de soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde wateren. De fabriek van de onderneming is gelegen in Duisburg. Bij de keuze van deze locatie is onder andere rekening gehouden met het aantal potentiële klanten en de mogelijkheid om gebruik te maken van intermodaal vervoer. De goederen worden gedistribueerd in Duitsland en een deel wordt geëxporteerd naar de Benelux.

Aan de hand van deze opstelling wordt via de 'center-of-gravity approach' de locatie van een distributiecentrum bepaald. Om de externe kosten die gepaard gaan met de keuze voor een bepaald distributiesysteem te vergelijken, worden in deze masterproef vijf scenario's opgezet. Een eerste scenario vertrekt van een gecentraliseerd distributiesysteem. Scenario twee en drie worden opgebouwd met verscheidene distributiecentra. Een vierde scenario behandelt de situatie met een gedecentraliseerd distributiesysteem. Het vijfde en laatste scenario omvat een centraal distributiesysteem dat gebruik maakt van intermodaal vervoer.

Voor het meten van de externe kosten van een bepaalde transportmodus in een monetair bedrag per tonkilometer bestaat geen algemene standaard. Zo vermelden auteurs van wetenschappelijke artikelen ieder andere factoren die opgenomen worden onder de term externe kosten en is de manier van meten niet altijd conform. De keuze van deze masterproef om de scenario's te kunnen vergelijken, valt op een studie met betrekking tot externe kosten die alle Europese landen opneemt in de analyse. Om de gecreëerde scenario's te vergelijken, worden meestal de totale logistieke kosten berekend. De vergelijkingen van deze totale logistieke kosten die in wetenschappelijke literatuur terug te vinden zijn, vermelden vaak niets over de externe kosten die transport met zich meebrengt en nemen dit ook niet op als factor. Dit veroorzaakt een vertekening van de totale kosten.

Uit de scenario's kunnen duidelijke conclusies geformuleerd worden. Enerzijds zorgt het scenario met een gedecentraliseerd distributiesysteem inderdaad dat de af te leggen afstanden verlagen waardoor de externe kosten dalen. Anderzijds is in een dergelijk scenario de kans dat het gebruik

van intermodaal vervoer financieel aantrekkelijk is, veel kleiner. Dit scenario blijkt ook niet het meest voordelige scenario te zijn in termen van externe kosten.

Scenario een met een gecentraliseerd distributiesysteem heeft zoals verwacht het meest aantal af te leggen kilometers en bijgevolg de hoogste externe kosten. Scenario twee en drie brengen verbetering in de af te leggen afstanden, maar de externe kosten blijven significant. Scenario vijf waarin een gecentraliseerd distributiesysteem gebruikmaakt van intermodaal vervoer blijkt het beste scenario te zijn. In dit scenario worden slechts twee mogelijkheden aangehaald voor het gebruik van intermodaal vervoer. Verbeteringen in de milieu-impact zijn dus nog altijd mogelijk door de lagere externe kosten per tonkilometer van de binnenvaart en de spoorwegen.

Inhoudstafel

Woord vooraf	I
Samenvatting.....	III
Inhoudstafel.....	VII
Lijst van figuren	XI
Lijst van tabellen	XIII
Hoofdstuk 1: Inleiding	1
1.1. Situering	1
1.2. Probleemstelling	2
1.2.1. Centrale onderzoeksvraag	2
1.2.2. Deelvragen	2
1.3. Methodologie	3
1.3.1. Kwalitatief onderzoek	3
1.3.2. Kwantitatief onderzoek.....	4
Hoofdstuk 2: Supply chain management, logistiek en distributie.....	5
Hoofdstuk 3: Gecentraliseerde en gedecentraliseerde distributiesystemen.....	9
3.1. Kostenaspect	10
3.2. Klantenservice.....	12
3.3. Organisatorisch aspect	14
3.4. Andere afwegingen	15
3.4.1. Startende ondernemingen	15
3.4.2. Haalbaarheid en onzekerheid	15
3.5. Milieu-impact	18
Hoofdstuk 4: Green logistics.....	21
4.1. Logistieke trends	22
Hoofdstuk 5: Locatiebepaling gecentraliseerde opslagplaats	25
5.1. Center-of-Gravity Approach	25
5.2. Aanwezigheid van intermodaal vervoer	27
5.3. Andere bepalende factoren	27
Hoofdstuk 6: Gevalstudie.....	29
6.1. Drankensector Europa in 2010	29
6.2. Subklasse 11.07 Europa (2010)	30

6.3.	Opbouw gevalstudie.....	31
6.3.1.	Locatie fabriek.....	31
6.3.2.	Marktgegevens subklasse 11.07 in Duitsland	32
6.3.3.	Concurrenten	34
6.3.4.	Logistieke locatie	34
6.3.4.1.	Snelwegen in Noordrijn-Westfalen.....	36
6.3.4.2.	Waterwegen in Noordrijn-Westfalen	36
6.3.4.3.	Spoorwegen in Noordrijn-Westfalen.....	37
6.3.5.	Keuze van de locatie van de fabriek.....	37
6.3.6.	Distributie van de onderneming in Duitsland	38
6.3.7.	Export onderneming.....	39
6.4.	Vergelijking van externe kosten	44
Hoofdstuk 7: Scenario's gevalstudie.....		49
7.1.	Scenario 1: Gecentraliseerd distributiesysteem	49
7.1.1.	Externe kosten scenario 1.....	51
7.2.	Scenario 2: Distributiecentrum voor de distributie in Duitsland en een distributiecentrum voor de export	53
7.2.1.	Externe kosten scenario 2.....	54
7.3.	Scenario 3: Een distributiecentrum voor de export en twee distributiecentra voor de distributie in Duitsland	55
7.3.1.	Externe kosten scenario 3.....	56
7.4.	Scenario 4: Gedecentraliseerd distributiesysteem.....	57
7.4.1.	Externe kosten scenario 4.....	58
7.5.	Scenario 5: Gecentraliseerd distributiesysteem met intermodaal vervoer.....	60
7.5.1.	Scenario 5a: Duisburg - Antwerpen via intermodaal vervoer.....	63
7.5.2.	Scenario 5b: Duisburg - Mainz/Wiesbaden via intermodaal vervoer	64
Hoofdstuk 8: Besluit		67
8.1.	Conclusies scenario's	67
8.2.	Kritische opmerkingen.....	69
Bronnenlijst		71
Bijlagen		77
	Bijlage 1: Externe kostenopsplitsing voor de trein en vrachtwagens volgens het gebruik van de subcategorie	77

Bijlage 2: Afstanden scenario 1.....	78
Bijlage 3: Afstanden scenario 2.....	79
Bijlage 4: Afstanden scenario 3.....	80
Bijlage 5: Afstanden scenario 4.....	81
Bijlage 6: Afstanden natransport scenario 5a.....	82

Lijst van figuren

Figuur 1: Gecentraliseerd distributiesysteem (Abrahamsson, 1992, in Kohn, 2005).....	9
Figuur 2: Gedecentraliseerd distributiesysteem (Abrahamsson, 1992, in Kohn, 2005)	9
Figuur 3: Evolutie uitstoot transportsector in België (Europese Commissie (Eurostat), 2013a).....	19
Figuur 4: Evolutie uitstoot CO ₂ -equivalenten (Europese Commissie (Eurostat), 2013a).....	21
Figuur 5: Procentueel gebruik van transportmodi in België (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)	23
Figuur 6: Noordrijn-Westfalen in Duitsland (rood en aangegeven met A in de figuur), (Google Maps, 2013).....	35
Figuur 7: Snelwegen Noordrijn-Westfalen (Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2013a)	36
Figuur 8: Overzicht geselecteerde steden en de fabriek aan de hand van GPS-coördinaten (GPScoördinates.eu, 2013)	42
Figuur 9: Break-even afstanden voor het spoor, de binnenvaart en short sea shipping (Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Transport, 1994, in Macharis & Verbeke, 2004)	48
Figuur 10: Aanvullingsproces van de voorraad van een distributiecentrum (Sourirajan et al., 2007)	49
Figuur 11: Tijdelijke voorraad in fabriek (Beullens, 2009)	49
Figuur 12: Grafische weergave locatie centraal distributiecentrum scenario 1	50
Figuur 13: Grafische weergave locatie distributiecentra scenario 2	53
Figuur 14: Grafische weergave locatie distributiecentra scenario 3	55
Figuur 15: Locaties gedecentraliseerde distributiecentra scenario 4	57
Figuur 16: Verduidelijkende weergave scenario 4	58
Figuur 17: Kosten in verband met intermodaal vervoer (Kumar, 2008).....	60
Figuur 18: Haalbaarheid intermodaal vervoer (binnenvaart en wegtransport)	62
Figuur 19: Haalbaarheid intermodaal vervoer (spoorwegen en wegtransport)	62

Lijst van tabellen

Tabel 1: Legende figuur 1 en 2.....	9
Tabel 2: Evolutie gebruik transportmodi België (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)	23
Tabel 3: Vergelijking milieuvriendelijk distributiesysteem en de geobserveerde trends (Kohn, 2005)	24
Tabel 4: Gegevens over de ondernemingen in de Europese drankensector in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c).....	29
Tabel 5: Subklasse 11.07 in de Europese drankensector in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c).....	30
Tabel 6: Export-, import- en productiegegevens subklasse 11.07 in de Europese drankensector in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013e)	30
Tabel 7: Toegevoegde waarde tegen factorkosten in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c)	31
Tabel 8: Aantal ondernemingen van subklasse 11.07 in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c).....	32
Tabel 9: Subklasse 11.07 in Duitsland in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c)	32
Tabel 10: Export-, import- en productiehoeveelheden subklasse 11.07 in Duitsland in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013e)	33
Tabel 11: Basisgegevens fictieve gevalstudie (subklasse 11.07) in Duitsland in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c; Europese Commissie (Eurostat), 2013e)	33
Tabel 12: Bevolking Duitsland en deelstaten (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)	38
Tabel 13: Gegevens in verband met de distributie van de onderneming in Duitsland	39
Tabel 14: Bevolking op 1 januari 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)	40
Tabel 15: Exportgegevens fictieve gevalstudie (2010)	41
Tabel 16: Gegevens in verband met de te exporteren liters van de onderneming	41
Tabel 17: GPS coördinaten (GPScoördinates.eu, 2013) van de geselecteerde plaatsen en de toegekende liters	43
Tabel 18: Externe kostenvergelijking vrachtwagen, binnenvaart en trein (Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2004)	45
Tabel 19: Totale marginale externe milieukosten van luchtverontreiniging en klimaatsverandering (Delhay et al., 2010)	46
Tabel 20: Externe kosten van goederentransport per transportmodus (van Essen et al., 2011)	47
Tabel 21: Coördinaten scenario 2	54
Tabel 22: Coördinaten scenario 3	56
Tabel 23: Coördinaten scenario 4	58
Tabel 24: Samenvattende tabel over de af te leggen kilometers per scenario (eenmalig en zonder retour)	67
Tabel 25: Samenvattende tabel over de resultaten van de scenario's	68
Tabel 26: Externe kostenopsplitsing trein en vrachtwagen (van Essen et al., 2011)	77
Tabel 27: Afstanden van centraal distributiecentrum tot klanten in scenario 1 (Google Maps, 2013)	78

Tabel 28: Afstanden van distributiecentra tot klanten in scenario 2 (Google Maps, 2013)	79
Tabel 29: Afstanden van distributiecentra tot klanten in scenario 3 (Google Maps, 2013)	80
Tabel 30: Afstanden van distributiecentra tot klanten in scenario 4 (Google Maps, 2013)	81
Tabel 31: Afstanden natransport scenario 5a (Google Maps, 2013)	82

Hoofdstuk 1: Inleiding

1.1. Situering

De distributie van goederen is een zeer belangrijke component van een supply chain voor een productieonderneming. Onder de term distributie vallen een aantal activiteiten. Een zeer belangrijke activiteit die onder deze term valt, is het transport van goederen van de onderneming naar de klanten. Volgens Kohn (2005) is het wegvervoer een zeer populaire transportmodus voor het transporteren van goederen naar hun eindbestemming. De oorzaak ervan is vooral te vinden in een combinatie van factoren die zich door de jaren heen ontwikkeld hebben. Deze factoren houden onder andere in: de stijging in de goederenflow, de vraag van de klanten naar kortere levertijden en de uitgebreide weginfrastructuur in Europa. Ondernemingen moeten tegemoet komen aan deze factoren om competitief te blijven op de markt. Zij worden hiertoe verplicht omdat ze een deel zijn van een supply chain die alsmat complexer wordt door bijkomende spelers (Mentzer et al., 2001).

Verder heeft de wereldwijde economische groei in de laatste eeuw ervoor gezorgd dat de consumptie van goederen erg gestegen is. Bovendien hebben factoren zoals globalisatie en internationale handel ervoor gezorgd dat deze goederen vaak langere afstanden afleggen voordat ze bij de consument geraken dan dat vroeger het geval was (Dekker, Bloemhof, & Mallidis, 2012). Deze factoren hebben gezorgd voor een verhoging in de uitstoot van broeikasgassen.

Het is wetenschappelijk aangetoond dat de uitstoot van bepaalde luchtpolluenten schadelijk kan zijn voor het milieu. Deze problematiek is wereldwijd erkend en is voldoende belangrijk om acties te ondernemen die de toegebrachte schade verminderen. Dit vindt onder meer zijn uiting in het Kyoto-verdrag (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2012). Bijgevolg is de uitstoot van schadelijke luchtpolluenten een zeer belangrijk en actueel thema. Een van de sectoren die voor veel uitstoot van broeikasgassen zorgt, is de transportsector (Federale overheidsdienst gezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu, 2012).

De wijze waarop de goederen van een onderneming tot bij een klant wordt getransporteerd, is dus verre van onbelangrijk. De beste manier voor een onderneming om zijn distributie te organiseren, is door een weldoordacht distributiesysteem op te zetten op een zo efficiënt en effectief mogelijke wijze. Dit is enkel mogelijk indien de onderneming een grondige afweging en een goed geïnformeerde beslissing maakt tussen de verschillende distributiesystemen. De belangrijkste keuze zal vooral deze zijn tussen een gecentraliseerd of een gedecentraliseerd distributiesysteem.

In deze afweging houdt een onderneming vaak alleen rekening met de totale logistieke kosten die gepaard gaan met de bedrijfsvoering en niet met de kosten die gepaard gaan met de externaliteiten die de onderneming veroorzaakt zoals onder andere de CO₂-uitstoot (= koolstofdioxide uitstoot) van de vrachtwagens die de goederen transporteren.

1.2. Probleemstelling

1.2.1. Centrale onderzoeksvraag

De hierboven aangehaalde keuze tussen een gecentraliseerd en een gedecentraliseerd distributiesysteem geeft het belang aan om de verschillende factoren die relevant zijn in een afweging tussen de twee distributiesystemen, te kennen. Verder is het belangrijk om het effect van deze lange termijn strategische keuze op de bedrijfsvoering en op de service die een onderneming zijn klanten kan aanbieden, te analyseren.

De groeiende belangstelling voor de impact die de bedrijfsvoering van een onderneming op het milieu heeft, zorgt dat ondernemingen meer aandacht hebben voor de milieuproblematiek. Vele ondernemingen willen zich namelijk profileren als duurzaam en verantwoordelijk. Dit kunnen ze mogelijk maken door onder andere rekening te houden met de externe kosten die verbonden zijn aan de distributie van hun goederen. Bij de keuze tussen een gecentraliseerd en een gedecentraliseerd distributiesysteem is het aangeraden om de milieu-impact tussen de twee verschillende systemen na te gaan om een verantwoord imago op te bouwen als onderneming.

Dit praktijkprobleem leidt tot de volgende centrale onderzoeksvraag:

- *Welke kansen biedt een gecentraliseerd distributiesysteem dat een gedecentraliseerd distributiesysteem niet kan bieden?*

Deze vraag zal onderzocht worden in termen van:

- a) Kosten*
- b) Klantenservice*
- c) Milieu-impact*

1.2.2. Deelvragen

Bovendien is ook de keuze van een optimale locatie voor een of meerdere distributiecentra van groot belang. Indien een onderneming geen aandacht besteedt aan de beste locatie van een centraal distributiecentrum dat de basis vormt voor een centraal distributiesysteem dan zal een gedecentraliseerd distributiesysteem vaak als de beste optie aanschouwd worden.

Het is dus zeer belangrijk in de afweging tussen beide systemen dat de onderneming kijkt naar een strategische locatie voor het centraal distributiecentrum. Dit leidt dan ook tot een eerste deelvraag:

- 1. Welke factoren kunnen de ligging van een centrale opslagplaats optimaliseren?*

Indien een onderneming kiest voor een gecentraliseerd distributiesysteem zal de milieu-impact bijna altijd groter zijn dan bij een gedecentraliseerd distributiesysteem. Veel zal afhangen van de

bedrijfsituatie en de markt waarin een onderneming zich bevindt. Het is interessant om te onderzoeken of een gecentraliseerd distributiesysteem altijd duidt op een grotere milieu-impact en of het systeem door bepaalde beleidskeuzes toch als duurzaam alternatief aanzien kan worden.

De volgende deelvragen zullen onderzocht worden aan de hand van een fictieve gevalstudie.

- 2. Is het mogelijk om door middel van een strategische keuze in verband met het centraal distributiecentrum de externe kosten te verminderen ten opzichte van gedecentraliseerde distributiecentra?*

Deze strategische keuze in verband met de locatie van de centrale opslagplaats slaat echter maar op een eerste mogelijkheid om een gecentraliseerd distributiesysteem duurzamer te maken. Andere opties leiden tot de formulering van een tweede deelvraag.

- 3. Is het mogelijk om de milieu-impact van een gecentraliseerd distributiesysteem te verminderen door een logistieke beslissing zoals het gebruik van intermodaal vervoer?*

1.3. Methodologie

Om te onderzoeken welke kansen een gecentraliseerd distributiesysteem biedt ten opzichte van een gedecentraliseerd dienen drie aspecten besproken te worden. Deze omvatten de impact op de kosten, de klantenservice en het milieu. In de literatuurstudie worden deze aspecten toegelicht en wordt de impact ervan nagegaan. In het kwantitatief onderzoek wordt via een fictieve gevalstudie de impact op het milieu van een gecentraliseerd distributiesysteem nagegaan aan de hand van externe kosten. Verder wordt de impact via de simulatie van enkele alternatieve scenario's onderzocht.

1.3.1. Kwalitatief onderzoek

In de literatuurstudie wordt nagegaan welke factoren een impact hebben op de lange termijn strategische keuze tussen een gecentraliseerd distributiesysteem en een gedecentraliseerd distributiesysteem. Op deze manier wordt duidelijk welk systeem welke voordelen heeft. In de literatuurstudie ligt de nadruk vooral op de klantenservice, de kosten en de milieu-impact die gepaard met de keuze van een onderneming voor een bepaald distributiesysteem.

Tevens wordt aandacht gegeven aan de haalbaarheid van ieder distributiesysteem. Het is niet altijd economisch haalbaar om voor een bepaald distributiesysteem te kiezen. Daarom moet dergelijke keuze altijd gebeuren met onderbouwing van bedrijfsspecifieke data. Verder wordt naar de haalbaarheid voor een bepaald distributiesysteem gekeken voor startende ondernemingen.

1.3.2. Kwantitatief onderzoek

In het kwantitatief onderzoek wordt gebruikgemaakt van een fictieve gevalstudie. Hierbij zullen enkele scenario's geformuleerd worden in verband met het aantal distributiecentra waar de fictieve onderneming voor kiest.

Verder zal eerst een vergelijking van verschillende bronnen over externe kosten en welke factoren onder externe kosten verstaan worden, gebeuren. Dit vooral om aan te tonen dat een standaard in verband met externe kosten nog niet ontwikkeld is en het uitdrukken van factoren zoals lawaai en accidenten in monetaire waarden door iedere auteur anders gebeurt. Vervolgens zullen de externe kosten van de verschillende scenario's berekend worden aan de hand van de specifieke gegevens van de gevalstudie.

Hoofdstuk 2: Supply chain management, logistiek en distributie

In de huidige complexe economische omgeving is het alsmear belangrijker om zowel binnen als buiten de grenzen van het bedrijf inzicht te hebben in het netwerk waarin de onderneming zich bevindt. Vooral aan het einde van de 20^e eeuw en het begin van de 21^e eeuw zijn de structuren van de bedrijfsmodellen volledig veranderd door een aantal factoren.

Globalisering heeft ervoor gezorgd dat meer spelers op de economische markten tevoorschijn komen en dat ondernemingen meer concurrentie krijgen (Dekker et al., 2012). Dit komt onder meer door de verhoging in de internationale handel door het openstellen van de grenzen tussen de landen waardoor ondernemingen ook internationale klanten kunnen bereiken. Bovendien is niet alleen het netwerk van te bereiken klanten uitgebreid, maar ook het netwerk van mogelijke leveranciers. Verder worden de mogelijkheden om geschikte coalitiepartners te vinden steeds groter.

De klant is een sterk bepalende factor in het veranderen van de economische omgeving door eisen te stellen zoals hoge kwaliteitsnormen of snelle leveringen (Kohn, 2005). De meeste markten worden gedreven door de vraag van de klanten waardoor hun wil de prioriteit wordt om aan tegemoet te komen. Indien een onderneming de voeling met de klant verliest, zal dit nefast zijn voor zijn competitiviteit.

Naast de globale oriëntatie die ondernemingen moeten aannemen, moeten ze ook rekening houden met de snel veranderende technologische vooruitgangen en de veranderingen in de economische condities. De eerder vermelde veranderingen vereisen een zekere mate van flexibiliteit van ondernemingen die in een onzekere omgeving moeten werken (Mentzer et al., 2001).

Het is dus noodzakelijk dat een onderneming de 'supply chain' waarin zij zich bevindt, kent en innovatief leert gebruiken en managen, om zo de waardeketen die gecreëerd wordt te verbeteren. Deze kennis van de supply chain bezitten en gebruiken, is nodig om de klantentevredenheid te maximaliseren. Mentzer et al. (2001, p. 18) gebruiken de volgende definitie voor supply chain management:

"Supply chain management is defined as the systematic, strategic coordination of the traditional business functions and the tactics across these business functions within a particular company and across businesses within the supply chain, for the purposes of improving the long-term performance of the individual companies and the supply chain as a whole."

Belangrijk is dat een onderneming het besef heeft dat de verschillende schakels van de supply chain verbonden zijn tot op zekere mate en dat communicatie tussen de schakels moet plaatsvinden (Mentzer et al., 2001). Een onderneming kan via zijn supply chain met vele verschillende actoren verbonden zijn zoals financiële instellingen en 'third party logistics providers' (= 3PL's). Bovendien moet een onderneming ook rekening houden met andere supply chains die niet verbonden zijn met degene waarin de onderneming zich bevindt, maar die wel de supply chain van de onderneming beïnvloeden. Verder is het ook belangrijk om de meest voorkomende problemen in een supply chain te kennen en te controleren. Een voorbeeld is het 'Bullwhip effect' (Lee, Padmanabhan, &

Whang, 2004) dat ook een impact kan hebben op de distributie van de onderneming. Dit 'Bullwhip effect' wordt volgens Lee et al. (2004) gecreëerd wanneer de informatiedoorstroom en/of coördinatie te weinig is uitgebouwd binnen een supply chain waardoor de variantie in de orders groter wordt dan de variantie in de vraag. Dit effect is meer uitgesproken voor de schakels die zich ver van de uiteindelijke klanten bevinden dan voor de schakels die dicht bij de klanten gesitueerd zijn (Lee et al., 2004). Deze grotere variantie heeft een directe negatieve impact op productieplanning, voorraadcontrole, het aanleggen van een veiligheidsvoorraad en dergelijke. Dit heeft natuurlijk ook een effect op het distributiesysteem van de onderneming.

Een ander groot aandachtspunt in supply chain management betreft het beheer van de voorraad doorheen de schakels. Meer specifiek moet vooral de opslag van de goederen in de voorraad goed opgevolgd worden. Gattorna en Walters (1996, in Pedersen, Zachariassen, & Arlbjørn, 2012) vermelden dat 30% van de logistieke kosten van een onderneming de voorraadopslag als kostendrijver heeft, wat toch wel een significant groot deel is. Het is dus van vitaal belang dat over de strategie rond deze voorraadopslag goed wordt nagedacht. Verder moeten ondernemingen tegenwoordig hun planning organiseren op basis van real-time informatie die aanwezig is door de vooruitgangen in de informaticasystemen. Deze informatie moet wel op een correcte manier geïnterpreteerd worden en op een effectieve, gestructureerde manier worden bijgehouden zodat ze gemakkelijk terug te vinden is (Greis & Kasarda, 1997).

Logistiek is een onderdeel van de lijm die de schakels van een supply chain aan elkaar verbindt. Bovendien is het ook een groot deel van de kosten binnen een keten. Chen en Paulraj (2004) noemen een geïntegreerde logistiek binnen een supply chain een van de vier kritieke elementen voor een goed management van de keten. Om een goede integratie over de keten heen te hebben is vooral een goede communicatie onontbeerlijk. De auteurs Chen en Paulraj (2004) halen aan dat logistiek klassiek gedefinieerd wordt als: "het planningsproces, de implementatie en het controleren van een efficiënte goederenstroom en de opslag van goederen, diensten en gerelateerde informatie wanneer ze van hun oorsprong naar hun punt van consumptie gaan." Een dergelijke formulering is ook terug te vinden in het artikel van Hesse en Rodrigue (2004, p. 172) die logistiek definiëren als volgt:

"Logistics consider the wide set of activities dedicated to the transformation and circulation of goods, such as the material supply of production, the core distribution, and transport function, wholesale and retail and also the provision of households with consumer goods as well as the related information flows."

De term logistiek heeft door de jaren heen een hele evolutie doorlopen (Langley, 1986; Kent & Flint, 1997; Greis & Kasarda, 1997; Hesse & Rodrigue, 2004). Niet enkel op het vlak van onderzoek en interesse in het thema maar ook de inhoud van de term logistiek. Volgens Kent en Flint (1997) verscheen de term logistiek voor het eerst in de academische literatuur in het begin van de jaren 1900 onder de naam fysieke distributie. De nadruk van deze masterproef ligt vooral op drie aspecten namelijk kosten, klantenservice en de milieu-impact. Deze drie aspecten zijn door de jaren heen drijfveren geweest voor de logistiek.

De distributie van goederen naar een verkooppunt is een essentieel onderdeel van logistiek. Het is dan ook niet gemakkelijk voor ondernemingen om distributiesystemen op te zetten die efficiënte en effectief zijn voor zowel de onderneming als voor de klanten van de onderneming. Zoals eerder vermeld wordt de fysieke distributie vaak gelijkgesteld aan de term logistiek, maar in feite is de fysieke distributie van goederen maar een van de onderdelen van logistiek. Net zoals voor logistiek zijn er vele verschillende definities terug te vinden voor fysieke distributie. Hieronder worden enkele vermeld.

- "Physical distribution is the collective term for the range of activities involved in the movement of goods from point of sale to consumption." (Hesse & Rodrigue, 2004, p. 172)
- "Physical Distribution: the movement and storage functions associated with finished goods from manufacturing plants to warehouses and to customers." (Council of Supply Chain Management Professionals, 2010, p. 141)

Hieronder kunnen we dus alle functies plaatsen die te maken hebben met het vervoer en de opslag van goederen. Volgens Kotler, Armstrong, Saunders, & Wong (2009, p. 836) bestaan drie soorten fysieke distributie namelijk:

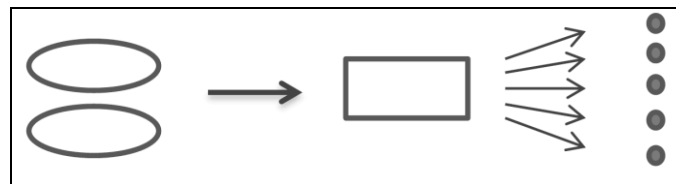
- *Inkomende distributie*: de goederen en grondstoffen die van leveranciers naar een onderneming komen.
- *Uitgaande distributie*: de geproduceerde goederen die van de fabriek of een opslagplaats naar de klanten worden getransporteerd.
- *Omgekeerde distributie*: de goederen die geretourneerd worden aan de onderneming, bijvoorbeeld in het geval van defecten in de goederen.

Deze eindverhandeling is toegespitst op de uitgaande distributie en meer bepaald in het gebruik van distributiecentra. Een distributiecentrum is volgens Kotler et al. (2009, p. 837): "Een groot en sterk geautomatiseerd magazijn dat de producten van verschillende fabrieken en leveranciers in ontvangst neemt, bestellingen aanneemt, deze efficiënt uitvoert en de producten zo snel mogelijk aan de klant levert."

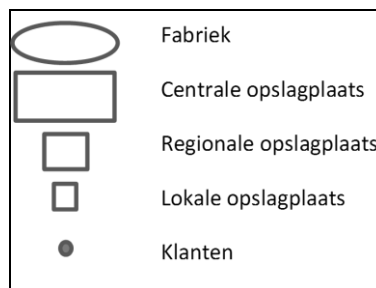
Bovendien wijzen de auteurs Kotler et al. (2009) dat een dergelijk centrum niet tot doel heeft om goederen voor een lange periode op te slaan, maar wel om deze te verplaatsen. Om competitief te blijven met de concurrenten op de markt moeten ondernemingen voortdurend naar kostendrukkende methodes zoeken om klanten een goedkoop maar kwalitatief product te geven op een zo snel mogelijke manier. Een trend om kosten te drukken is bijvoorbeeld het oprichten van een gecentraliseerd distributiecentrum.

Hoofdstuk 3: Gecentraliseerde en gedecentraliseerde distributiesystemen

Onder gecentraliseerde distributiesystemen (figuur 1) wordt verstaan dat de fysieke distributie van de goederen naar de klanten gebeurt via een centrale opslagplaats of distributiecentrum (Kohn, 2008; Kohn & Brodin, 2008). Dit wordt ook een consolidatie van voorraad in de fysieke distributie genoemd (Pedersen et al., 2012). In figuur 1 (Abrahamsson, 1992, in Kohn, 2005) wordt een strakke centralisatie weergegeven. Het is namelijk ook mogelijk dat over een gecentraliseerd distributiesysteem gesproken wordt en dat een beperkt aantal distributiecentra opgezet worden voor de distributie.

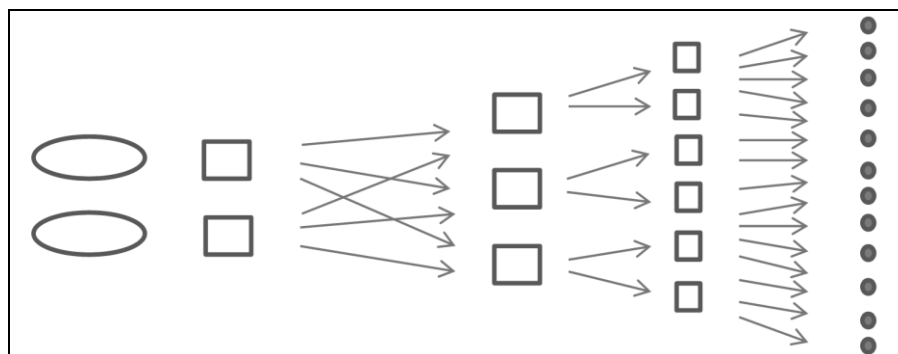


Figuur 1: Gecentraliseerd distributiesysteem (Abrahamsson, 1992, in Kohn, 2005)



Tabel 1: Legende figuur 1 en 2

Dit is in tegenstelling tot een gedecentraliseerde distributie (figuur 2) waar de geproduceerde goederen vanuit distributiecentra naar verschillende regionale opslagplaatsen getransporteerd worden om vervolgens van hier naar de klanten verdeeld te worden. Ofwel worden de goederen nog eerst van een regionale naar een lokale opslagplaats verdeeld en dan naar de klant. Dit zijn dus verschillende niveaus die doorlopen worden vooraleer de goederen bij de klanten geraken.



Figuur 2: Gedecentraliseerd distributiesysteem (Abrahamsson, 1992, in Kohn, 2005)

Deze niveaus kunnen zich ook in een ander land bevinden dan de fabrieken of de regionale opslagplaats in een eerste niveau zoals Europese distributiecentra (= EDC). Keuzes in verband met de distributie van goederen zijn belangrijk. Een distributiesysteem is namelijk een uithangbord van de onderneming en de waarde die een onderneming kan aanbieden aan zijn klanten. Bovendien is de keuze van het distributiesysteem een strategische lange termijn keuze (Wanke & Zinn, 2004). Volgens Anderson en Coughlan (1987, in Brettel, Engelen, Müller, & Schilke, 2011) wil dit zeggen dat indien een omschakeling van een gecentraliseerd naar een gedecentraliseerd distributiesysteem of andersom gebeurt, dit gepaard gaat met significant hoge kosten. De keuze voor een bepaald systeem is dan ook vaak een kritieke beslissing van beginnende ondernemingen. Verder kunnen grote veranderingen in het distributiekanaal leiden tot een nefaste impact op de geloofwaardigheid van de onderneming in de markt.

De keuze voor centralisatie of decentralisatie moet voor iedere onderneming aan de hand van bedrijfsspecifieke data overwogen worden. De auteurs Fincke en Goffard (1993) geven aan dat in 1993 veel ondernemingen de distributie van hun goederen wensten te centraliseren om kosteneffectief te werken. Maar tegelijkertijd stak twijfel de kop op bij sommige ondernemingen of ze hun goederen dan nog op tijd konden leveren bij hun klanten. Deze ondernemingen stapten dan weer af van centrale distributiesystemen. De aspecten die meespelen bij het afwegen van de kosten en de klantenservice worden hieronder verder uitgewerkt.

Volgens Pedersen et al. (2012) zijn de voornaamste drijfveren om over te stappen naar een gecentraliseerd distributiesysteem het verlagen van de kosten, het gebruiken van schaalvoordelen en het verhogen van de controle. De drijfveren voor een gedecentraliseerd distributiesysteem zijn volgens de auteurs vooral gerelateerd aan de klantenservice en een verlaging van de transportkosten.

3.1. Kostenaspect

Bij de bespreking van de kosten kunnen twee situaties behandeld worden, namelijk een waarin de onderneming in geval van decentralisatie zelf zorgt voor de distributie en een tweede waarin de onderneming de distributie outsourcet. Eerst zal de situatie, een waarin de onderneming alles zelf doet, besproken worden.

De overstap naar een gecentraliseerd distributiesysteem heeft een aantal bedrijfsorganisatorische voordelen die bovendien kosteneffectief zijn. Zo halen Fincke en Goffard (1993) aan dat de centralisatie van voorraden door een minimaal aantal regionale opslagplaatsen aan te houden ervoor zorgt dat de voorraadkosten verminderd kunnen worden. De trend om de regionale opslagplaatsen tot een minimum te beperken, vindt vooral in Europa plaats. Dit gebeurt onder invloed van marktintegratie.

De kosten verbonden aan een opslagplaats voor het aanhouden van een voorraad zijn zeer uiteenlopend. De opslagkosten bedragen iets meer in het geval van een gedecentraliseerd distributiesysteem. Dit is vooral omdat iedere opslagplaats apart een veiligheidsvoorraad zal

aanleggen als vorm van risicomanagement om aan het fluctuerend vraagpatroon van hun klanten te voldoen (Pedersen et al., 2012). Een veiligheidsvoorraad aanleggen, brengt extra kosten met zich mee. Verder zorgt deze extra voorraad voor een verdere immobilisatie van kapitaal aangezien een deel van het kapitaal in de voorraad zit en niet meteen gebruikt kan worden zoals bijvoorbeeld liquide middelen. Aan de andere zijde zorgt een veiligheidsvoorraad wel voor een voordeel op het vlak van klantentevredenheid. Zo kan de onderneming op afwijkende bestellingen van zijn klanten reageren en de vermindering van de klantentevredenheid die gepaard gaat met de creatie van backorders, vermijden.

Verder zijn de investeringskosten ook niet te onderschatten. Indien automatisering aanwezig moet zijn in de opslagplaatsen, is het vaak voordeliger om een eenmalige investering te doen in een grote opslagplaats dan voor elk van de verschillende regionale opslagplaatsen een investering te doen. Bovendien kan het in het geval van een gedecentraliseerd distributiesysteem zijn dat de investering niet rendabel is. Dit hangt af van de grootte van de onderneming en de specifieke situatie waar de onderneming zich in bevindt. Zo kan het bovendien ook zijn dat de investering in het geval van een gecentraliseerd distributiesysteem niet rendabel is omdat de te behandelen hoeveelheden veel te laag liggen. Bovendien duiden Fincke en Goffard (1993) op het feit dat genoeg kapitaal aanwezig moet zijn om bepaalde investeringen te doen om de complexiteit van centralisatie op te vangen. Voor KMO's is het vergaren van dit kapitaal dan ook vaak een struikelblok. Aan de andere zijde halen Pedersen et al. (2012) aan dat bij centralisatie de immobiliteit van het kapitaal dat verspreid zit bij decentralisatie veel minder is. Dit wil dus bijvoorbeeld zeggen dat bij een gecentraliseerd distributiesysteem minder kapitaal vast zit in investeringen in materiële vaste activa.

Onder het kostenaspect kunnen onder andere ook de huurkosten/aankoopkosten en de verzekeringskosten van het distributiecentrum in acht genomen worden volgens Pedersen et al. (2012). Dit zou dus eerder een positief beeld kunnen vormen over de centralisatie van de distributie van goederen ten opzichte van de decentralisatie. Dit is echter een factor die grotendeels zal afhangen van verschillende factoren zoals huurprijzen en andere bedrijfsspecifieke kosten. Verder kan het zijn dat de personeelskost gedrukt kan worden doordat bepaalde functies door minder personen uitgeoefend kunnen worden in een centrale opslagplaats (Fincke & Goffard, 1993). Hetzelfde geldt voor de administratieve kosten door de centralisatie van de leveringen en verzendingen. Het omgekeerde kan echter ook voorkomen, namelijk dat meer mensen nodig zijn om een bepaalde functie uit te voeren omdat anders de werkbelasting te hoog ligt voor bepaalde functies. Dit is ook weer bedrijfsspecifiek. De sociale impact van een beslissing moet bijgevolg zorgvuldig nagegaan worden.

'Economies of scale' of schaalvoordelen kan een ander voordeel zijn van centralisatie (Brettel et al., 2011; Abrahamsson, Brege, & Norrman, 1998). Wanneer het aantal te transporteren goederen groter wordt, dan worden de distributiekosten per eenheid lager. Dit wil zeggen dat, indien een onderneming slaagt om efficiënte en effectieve netwerkroutes op te zetten, een kostenvoordeel te behalen is. De auteurs Fincke en Goffard (1993) halen schaalvoordelen niet echt aan als een

voordeel omdat ze er vanuit gaan dat deze voordelen altijd overschat worden. Bovendien stellen ze dat deze schaalvoordelen veel sneller uitgeput zijn dan economische modellen zouden berekenen. In deze kostendiscussie moet echter wel een nuancering opgenomen worden. Dit is onder meer een opmerking die Brettel et al. (2011) maken. Ondernemingen kunnen tussen twee strategieën kiezen, namelijk differentiatie of kostenleiderschap. Voor een gecentraliseerd distributiesysteem zal een differentiatiestrategie logischer zijn dan een kostenleiderschapsstrategie omdat bij de laatste gezocht wordt om zoveel mogelijk de kosten te drukken. Dit gebeurt meestal door de kerntaken binnen de onderneming te houden en de andere te outsourcen naar andere ondernemingen die hetzelfde kunnen doen voor lagere kosten. In dit geval heeft de onderneming te maken met andere kosten die in een kosten/batenanalyse opgenomen moeten worden. Bovendien zijn met outsourcen ook andere risico's verbonden zoals de betrouwbaarheid van de partner.

Bovendien is benchmarking en een grondig concurrentieanalyse van huidige en potentiële concurrenten onontbeerlijk. Het is zeer belangrijk dat een onderneming een grondig beeld krijgt over de aanwezige en toekomstige/mogelijke concurrenten op de markt en welke diensten en producten zij aan de klanten kunnen bieden, aan welke prijs en in welke tijdspanne.

Een ander belangrijk aspect van het kiezen voor een gecentraliseerde opslagplaats in een gecentraliseerd distributiesysteem is het onderhandelen met de leveranciers (Pedersen et al., 2012). Alle aankopen kunnen gebundeld worden en de leveranciers kunnen de goederen op een centraal punt in bulk afleveren. Dit zal de kosten voor de leverancier aanzienlijk verlagen waardoor ook de kostprijs voor de onderneming zal verlagen en de onderhandelingskracht zal verhogen. Verder zal de informatie over deze aankopen gecentraliseerd worden waardoor orders beter opgevolgd kunnen worden.

3.2. Klantenservice

Indien het aantal regionale opslagplaatsen tot een minimum beperkt wordt, krijgen klanten te maken met langere levertijden die ze vaak niet wensen. Dit wil zeggen dat de kans om meer klantentevredenheid mee te pikken door snelle leveringen van de regionale opslagplaatsen, verloren is. De impact van deze langere levertijden zal natuurlijk ook afhangen van de verwachtingen van de klanten. Volgens de auteurs Fincke en Goffard (1993) moet een afweging gemaakt worden tussen de distributieservice die aan de klanten geboden kan worden en de kosten die ermee verbonden zijn.

Verder is het belangrijk om te vermelden dat de nadruk om succesvol te zijn op commercieel vlak tegenwoordig niet langer alleen afhangt van de kwaliteit van het product en de competitiviteit van de prijs van het product. Volgens Heise en Kasarda (1997) zijn de flexibiliteit en de responstijd van de onderneming in verband met de vraag van de klant van essentieel belang geworden. Een slechte klantenservice zal leiden tot verloren verkopen. Deze verloren verkopen kunnen zowel bij centralisatie als bij decentralisatie voorkomen (Pedersen et al., 2012). Indien de klant meer wil aankopen dan een regionale opslagplaats in voorraad heeft, kan dat leiden tot verloren verkopen.

Daarnaast zal de klant ook niet te lang willen wachten om het product te ontvangen zoals het geval kan zijn bij een gecentraliseerde opslagplaats.

Bovendien is het ook zeer belangrijk om een concurrentieanalyse uit te voeren om een beeld te hebben over wat de concurrenten, die substituten aanbieden van de goederen van de onderneming, de klanten kunnen aanbieden. Indien deze concurrenten betere leveringstijden hebben, dan verliest de onderneming een lange termijn competitief voordeel door de regionale opslagplaatsen te verminderen. Aan de andere kant moet ook vermeld worden dat bij een gecentraliseerd distributiesysteem de onderneming meer directe informatie heeft over de klanten. Hierdoor kan de onderneming een duidelijker beeld scheppen over de wensen van de klant. Een nadeel is echter dat de onderneming in een gecentraliseerde situatie vaak verwijderd is van zijn klanten in termen van tijd en geografie. (Pedersen et al., 2012)

Indien een duidelijk beeld is gevormd over de wensen van de klanten door bijvoorbeeld marktstudies dan is het mogelijk om de goederen die de onderneming produceert te classificeren in bepaalde categorieën. Op deze manier kunnen bijvoorbeeld snelle, medium snelle en trage goederen in termen van levertijden geïdentificeerd worden (Fincke & Goffard, 1993). Zo kan op een efficiënte manier gezocht worden naar de geschikte transportmodus voor iedere categorie. Het kan echter wel mogelijk dat bij het opstellen van een ABC-classificatie tegenstrijdige belangen tevoorschijn komen. Zo is bijvoorbeeld A heel winstgevend voor de onderneming en willen ze dit product via een snelle transportmodus leveren, maar hechten de klanten meer belang aan een snelle levering van de goederen in klasse B en C. Bovendien hebben de klanten ook bepaalde verwachtingen in verband met de levertijden van de goederen. Indien ze lang moeten wachten op producten of grondstoffen die zij heel belangrijk vinden, dan kan het zijn dat de onderneming deze klanten verliest aan zijn concurrenten. Hoe langer de klanten moeten wachten, hoe sneller dat de klantentevredenheid daalt. Fincke en Goffard (1993) geven aan bij deze materie dat de wachttijd zo lang mogelijk moet zijn om kosten zo laag mogelijk te houden, maar met de beperking dat toch voldoende klantentevredenheid meegenomen wordt. Bovendien moet rekening gehouden worden dat in ieder marktsegment de ABC-classificatie kan verschillen.

Volgens Abrahamsson et al. (1998) heeft een gecentraliseerd systeem twee aspecten die het mogelijk maken om time-based distributie in te voeren in de onderneming. Het eerste aspect is de aanwezigheid van de volledige voorraad van ieder product in de centrale opslagplaats. Het tweede aspect is dat het beheren van de voorraad veel gemakkelijker wordt door een groot aantal kleine orders centraal te controleren. Time-based distributie baseert zich vooral op het minimaliseren van de levertijd en het betrouwbaarder maken van deze levertijd. Dit is een belangrijk voordeel omdat de levertijden nogal een hekelpunt kunnen zijn bij een gecentraliseerd distributiesysteem. Bovendien zal time-based distributie de flexibiliteit van het leveren verhogen en zorgen voor een verbetering in de informatie naar de klant toe over de levertijden.

3.3. Organisatorisch aspect

De distributie kan geoptimaliseerd worden door een centrale logistieke afdeling op te richten. Op deze manier kan specialisatie optreden en ontstaat meer zekerheid rond de interne planning en wordt deze duidelijk gecommuniceerd (Fincke & Goffard, 1993).

De mogelijkheid tot een centrale logistieke afdeling heeft ook een voordeel ten opzichte van decentralisatie omdat bij een gecentraliseerd distributiecentrum slechts een database en informatiesysteem gebruikt wordt. Bij decentralisatie kan een afstemming van verschillende systemen nodig zijn omdat iedere regionale opslagplaats (die zich in een ander land kan bevinden) een ander systeem kan gebruiken (Fincke & Goffard, 1993). Verder zal bij een gecentraliseerd distributiecentrum een duidelijkere communicatie mogelijk zijn door een centralisatie van het informaticasysteem en nodige formulieren die in de onderneming gebruikt worden. Dit zal ook het voorspellen van het toekomstige vraagpatroon vergemakkelijken. Bovendien kan door een centraal systeem het Bullwhip effect binnen de onderneming worden verminderd. Door de vooruitgang in de moderne communicatie- en informatietechnologieën is het meer en meer mogelijk geworden om over te stappen naar een uitgebreid informaticasysteem dat nodig is om de complexiteit van een gecentraliseerd distributiesysteem te beheersen (Abrahamsson et al., 1998).

In de onderneming moet echter voldoende kapitaal aanwezig zijn om ervoor te zorgen dat het informaticasysteem operationeel is en dat mogelijke fouten of downtime tot een minimum beperkt worden. Verder kan het aanhouden van een centrale logistieke afdeling binnen een onderneming nadelig zijn omdat het bijhouden van alle data complex wordt (Fincke & Goffard, 1993). Bovendien is de kans dat uitzonderingen voor bepaalde klanten gemaakt worden veel kleiner. Verder wordt het persoonlijke contact met de klanten verlaagd (Fincke & Goffard, 1993). Maar het verminderde contact kan opgelost worden door enquêtes van de klanten af te nemen over hun tevredenheid en te vragen op welke punten de onderneming hen meer waarde kan aanbieden of kan verbeteren.

Bovendien is bij centralisatie de kans kleiner dat opgedane kennis verloren gaat. Bij een gedecentraliseerde distributie is de kans groter dat kennis, die in een regionale opslagplaats opgedaan wordt, niet wordt opgedaan door een andere regionale opslagplaats (Brettel et al., 2011). Bij een gecentraliseerd distributiecentrum kan de invloed van iedere manager beperkt worden. Op deze manier kan een uniform en duidelijk beleid gevoerd worden. Bij een gecentraliseerde distributie is het bijgevolg mogelijk om het 'agency' probleem te verkleinen (Brettel et al., 2011). Dit agency probleem komt voor in een situatie wanneer een principaal of opdrachtgever een agent of uitvoerder inschakelt om bepaalde taken voor hem uit te voeren. Het probleem kan veroorzaakt worden door tegenstrijdige belangen en een lage mogelijkheid tot het controleren van de daden van de agent. Bij een gedecentraliseerd distributiesysteem kan dit probleem eerder voorkomen omdat de onderneming weinig of geen controle kan uitvoeren op de werknemers van de regionale opslagplaats. Dit komt vooral omdat deze laatste geografisch ver gelegen is van de onderneming en vaak ook een onafhankelijke partner kan zijn.

Het vermijden van het 'agency' probleem is echter alleen een pluspunt van een gecentraliseerd distributiesysteem indien voldoende controle kan uitgeoefend worden binnen de onderneming. Anders is ook hier een mogelijkheid voor opportunistisch gedrag van werknemers. Bovendien is het bij een gecentraliseerd distributiesysteem beter mogelijk om de kwaliteit van de voorraad en de geleverde goederen aan de klant in het oog te houden en is het beter te achterhalen waar eventuele fouten ingeslopen zijn.

3.4. Andere afwegingen

3.4.1. Startende ondernemingen

Voor startende ondernemingen moeten ook andere elementen in acht genomen worden. De auteurs Brettel et al. (2011) vermelden dat nieuwe ondernemingen nog geen reputatie opgebouwd hebben op de markt en dat ze daarom vaak niet de mogelijkheden hebben of aantrekkelijk genoeg zijn om samen te kunnen werken met goede en belangrijke partners in een supply chain. Hierdoor is het voor deze ondernemingen niet gemakkelijk om een indirect of gedecentraliseerd distributiesysteem via outsourcing op te zetten.

Aan de andere zijde kunnen startende ondernemingen ook onvoldoende ervaring hebben om de complexiteit van een gecentraliseerd distributiesysteem aan te kunnen (Brettel et al., 2011). Wat in het voordeel van een gecentraliseerde distributie kan werken, is het feit dat deze startende ondernemingen vaak kleine hoeveelheden distribueren en dat de capaciteit van het transport beter beheerd kan worden door netwerken van routes op te stellen dan kleine hoeveelheden naar verschillende punten te brengen en verder te verdelen naar de klanten.

Dit toont aan dat, zeker voor startende ondernemingen, een grondige afweging gemaakt moet worden tussen de voor- en nadelen van het gebruik van een bepaald distributiesysteem. Bovendien kan ook gebruikgemaakt worden van een mix van de distributiesystemen indien bijvoorbeeld onderscheid gemaakt kan worden tussen bepaalde demografische karakteristieken van de klanten of door middel van geografische verschillen (Brettel et al., 2011).

3.4.2. Haalbaarheid en onzekerheid

Bovenop de overweging van de voor- en nadelen is het ook belangrijk dat ondernemingen zich afvragen in welke mate een bepaald distributiesysteem mogelijk is in hun specifieke situatie. Brettel et al. (2011) halen vier aspecten aan die de mogelijkheid van een direct/gecentraliseerd distributiesysteem aangeven en de mate waarin een overschakeling naar een ander systeem mogelijk is.

Het eerste aspect dat de auteurs Brettel et al. (2011) aanhalen is de mate waarin de middelen die in een distributiesysteem gebruikt worden, kunnen hergebruikt worden op een andere manier door andere gebruikers zonder enige waarde te verliezen. Concreet wordt gekeken naar de

opportuniteitskosten van een bepaalde beslissing. Volgens Pedersen et al. (2012) gaat het bij een gecentraliseerde distributie vooral over arbeid en bedrijfsspecifieke kennis waarin geïnvesteerd is. Bij een gedecentraliseerde distributie gaat het eerder over gemeenschappelijke goederen of eigendom met de intermediaire regionale opslagplaats(en). Het positieve verband tussen de herbruikbaarheid van arbeid, bedrijfsspecifieke kennis en een gecentraliseerd distributiesysteem is echter niet significant volgens de resultaten van de studie van Brettel et al. (2011).

Een tweede aspect is de onzekerheid die gepaard gaat met het economische klimaat waarin de onderneming vertoeft. Deze onzekerheid onderscheiden Brettel et al. (2011) in twee delen, namelijk: technologische onzekerheid en volumeonzekerheid.

Met de technologische onzekerheid wordt gewezen op de snelle technologische veranderingen en de noodzaak om deze veranderingen op de voet te volgen om te kunnen concurreren op de economische markt. De voorspellingen over welke veranderingen nodig zijn binnen de onderneming zijn moeilijk om te volgen. De auteurs Brettel et al. (2011) vermelden dat technologische onzekerheid een factor is die in het voordeel van een gedecentraliseerde distributie kan spelen. Deze redenering ondersteunen de auteurs door te wijzen op het feit dat indien met onafhankelijke tussenpersonen gewerkt wordt via outsourcing dat het eenvoudig is om de relatie met een partner die niet voldoende financiële middelen heeft om de technologische verandering op te volgen, te verbreken en een partner te zoeken die dit wel kan.

Wat ze echter niet aanhalen is dat deze verandering van partner niet altijd mogelijk is en dat een nuancering nodig is. Vaak zijn twee partners op de markt contractueel gebonden en is de bovenvermelde flexibiliteit in het overschakelen niet mogelijk. Een ander punt is dat het kan zijn dat geen andere geschikte partners op de markt beschikbaar zijn om de noden van de onderneming te vervullen. Mogelijks bestaan geen partners die de investering in een nieuwe technologische verandering meteen willen doen tot ze overtuigd zijn dat de technologische verandering zijn nut en efficiëntie bewezen heeft. Of is het mogelijk dat de beschikbare partners de investering niet aankunnen.

Indien echter sprake zou zijn van een gecentraliseerde distributie, zou de onderneming de investeringen in technologische veranderingen en investeringen in de capaciteit van de distributie zelf kunnen bepalen. Bovendien kunnen deze keuzes flexibeler worden uitgevoerd dan in een gedecentraliseerd distributiesysteem. Deze technologische onzekerheid is ook een factor die afhankelijk is van het type van markt waarin de onderneming zich bevindt en van de aanwezige potentiële partners op deze markt.

Een andere onzekerheid die Brettel et al. (2011) aanhalen betreft de onzekerheid over het volume dat afgezet kan worden in de toekomst. Bij een gedecentraliseerd distributiesysteem zal de mogelijkheid tot het voorspellen van de toekomstige output moeilijk zijn. Bovendien zullen de redenen achter de binnenkomende orders niet altijd juist geïnterpreteerd worden. Dit kan leiden tot het 'Bullwhip effect'. Bij een gecentraliseerde distributie bevindt de nodige informatie zich echter aan de bron waardoor de flexibiliteit van de outputplanning groter is.

Een derde aspect is de gedragonzekerheid (Brettel et al., 2011). Dit aspect verwijst naar de moeilijkheid om de prestaties van de distributiesystemen te evalueren. Dit komt omdat het relatief moeilijk is om key performance indicators (= KPI) op dit vlak te identificeren. De auteurs vermelden wel dat hoe meer controle op een distributiesysteem mogelijk is, hoe beter geëvalueerd het kan worden. Dit zal dus gemakkelijker zijn in een gecentraliseerd distributiesysteem. Verder moet de onderneming ook capabel zijn om competente personeelsleden aan te trekken die in de complexiteit van een gecentraliseerd distributiesysteem kunnen werken (Pedersen et al., 2012).

Een laatste aspect betreft de transactiefrequentie (Brettel et al., 2011). De transacties verbonden met distributie gebeuren op een continue basis. Het is net daarom dat deze gemonitord moeten worden. Verder kan een onderneming schaalvoordelen behalen uit het behandelen van een groot aantal transacties. Deze schaalvoordelen kunnen verklaard worden door leercurves en kost-efficiënte technieken die gevonden worden wanneer personeelsleden meer ervaring hebben opgedaan. Dit zou dan weer in het voordeel spelen van de gecentraliseerde distributiesystemen. Deze hypothese wordt echter niet ondersteund door de resultaten van de studie van Brettel et al. (2011).

Wanke en Zinn (2004) halen aan dat een hoge voorraadrotatie en de mogelijkheid voor een korte levertijd een teken kan zijn dat een onderneming beter kiest voor een gedecentraliseerd distributiesysteem. Zo halen de auteurs ook aan dat een lange levertijd van een onderneming en een lage voorraadrotatie duidt op het feit dat de onderneming beter een gecentraliseerd systeem kan aanhouden.

Verder halen de auteurs Brettel et al. (2011) nog enkele factoren aan die kunnen meespelen in de beslissing van een distributiesysteem. Zo vereisen producten die gespecificeerd worden volgens de vereisten van de klant een persoonlijke aanpak die alleen een gecentraliseerd distributiesysteem kan bieden. Een gedecentraliseerd distributiesysteem zou ervoor zorgen dat de onderneming te ver verwijderd is klant in termen van communicatie. Hierdoor is het mogelijk dat de informatie over de noden van de klant niet volledig tot bij de onderneming geraakt. Bovendien blijkt ook dat wanneer een product complex is, een gecentraliseerd distributiesysteem te verkiezen is omdat de onderneming op deze manier de technische kennis beter kan overdragen naar de klanten die hun producten kopen.

Indien de onderneming echter een product in een pakket met andere goederen moet verkopen, en zeker indien deze complementaire goederen van een andere onderneming zijn, dan is een gecentraliseerd minder efficiënt dan een gedecentraliseerd systeem. De reden hiervoor is dat bij een gedecentraliseerd systeem de lokale aanwezigheid van de onderneming hoger wordt geschat door de klant en dat de klanten meer geneigd zullen zijn om voor het product van de onderneming te gaan (Brettel et al., 2011).

3.5. Milieu-impact

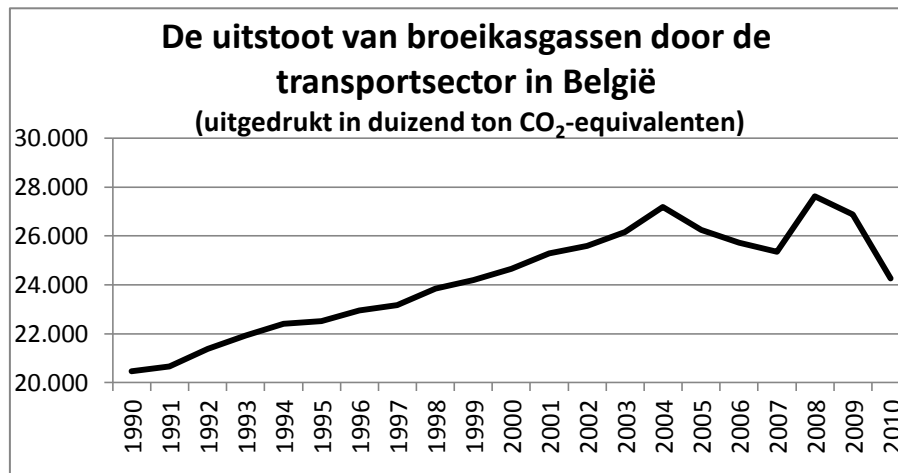
Het milieuaspect in een afweging zoals hierboven gemaakt, wordt echter vaak vergeten. De reden hiervoor is dat de schade die aangericht wordt aan het milieu door onder meer het produceren en transporteren van goederen niet als kosten aangerekend worden aan een onderneming. Deze impact op het milieu zijn de externe kosten van een onderneming. Hieronder kan onder andere de uitstoot van schadelijke gassen verstaan worden. Indien deze milieukosten geïnternaliseerd zouden kunnen worden dan zou de afweging tussen beide distributiesystemen pas compleet zijn. De problematiek verbonden met schadelijke gassen die via verscheidene kanalen zoals onder andere industrie, transport en landbouw in de lucht terecht komen is alom bekend.

In België werd het feit dat de uitstoot van bepaalde luchtdeeltjes schadelijk kon zijn voor de gezondheid voor de eerste keer wetenschappelijk vastgesteld in 1930 in de Meuse vallei (Nemery, Hoet, & Nemmar, 2001). In december 1930 trok een dichte mist over de zwaar geïndustrialiseerde vallei en vielen 60 doden in drie dagen tijd. Door deze gebeurtenis werd de link gelegd tussen de mist die bestond uit schadelijke luchtdeeltjes die van de plaatselijke industrie kwamen en de gezondheidsklachten die varieerde van ademhalingsproblemen tot sterfte. Hoewel deze gebeurtenis niet tot actie leidde, was het echter geen alleenstaand geval in de jaren die volgden.

Door deze tragische voorvallen is de belangstelling gestegen in verband met het effect van luchtvervuiling. Zo wordt bijvoorbeeld onderzocht welke ziektes veroorzaakt kunnen worden en in welke seizoenen fijn stof de meeste schade toebrengt (Nawrot et al., 2007). Künzli et al. (2000) geven aan dat epidemiologisch onderzoek aanwijst dat buitenhuize luchtvervuiling bijdraagt aan het aantal sterfgevallen. Het onderzoek indiceert de connectie tussen de luchtpolluenten en bepaalde symptomen zoals onder andere ademhalingsproblemen, verminderde longfunctie, chronische bronchitis en sterfte. In de 20^{ste} eeuw ging ook meer aandacht uit naar de opwarming van de aarde als gevolg van de uitstoot van schadelijke gassen. Deze opwarming kan verklaard worden aan de hand van de broeikasgassen die aanwezig zijn in de atmosfeer en de warmte die de aarde uitstraalt weer terugkaatst naar het aardoppervlak. Deze opwarming kan allerlei ernstige gevolgen teweegbrengen zoals: overstromingen, droogte, smeltende gletsjers, veranderende seizoenen...

De broeikasgassen die zich in onze atmosfeer bevinden worden uitgestoten door verschillende menselijke activiteiten. Volgens de Federale overheidsdienst gezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu (2012) zorgen verschillende sectoren voor de uitstoot van deze schadelijke gassen, maar transport is een van de grootste uitstoters. Zo stijgt de percentuele uitstoot van de transportsector van 14,28% in 1990 naar 18,31% in 2010. Dit is een zeer belangrijk gegeven waar verschillende verklaringen voor zijn. Voorbeelden zijn onder andere uitbreidingen van de weginfrastructuur en de toenemende aantal afgelegde kilometers met de wagen van de gemiddelde Belg. In figuur 3 is het aandeel uitgestoten broeikasgassen door de transportsector weergegeven in België in duizend ton CO₂-equivalenten (Europese commissie (Eurostat), 2013a). Alle schadelijke broeikasgassen zijn uitgedrukt in koolstofdioxide equivalenten wat wil zeggen dat alle broeikasgassen uitgedrukt worden in het relatieve aard opwarmend

vermogen ten opzichte van dat vermogen van CO₂. Op deze manier is het mogelijk om nauwkeurig de totale uitstoot van broeikasgassen te benaderen met een uniforme meetwaarde.



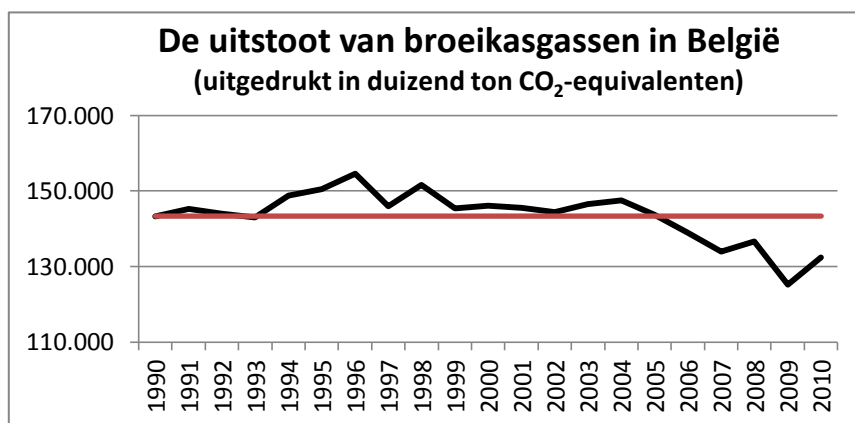
Figuur 3: Evolutie uitstoot transportsector in België (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)

De transportsector van goederen omvat verschillende soorten vervoer: spoorvervoer, luchtvaart, binnenvaart, binnenlandse zeescheepvaart en wegverkeer. De Vlaamse Milieumaatschappij (2011a) haalt aan dat de emissie van de transportsector de som is van de emissies van deze soorten van goederenvervoer (gemeten in kiloton = kton) voor België. Bij een gecentraliseerd distributiesysteem is het meestal zo dat de aantal af te leggen kilometers voor de te distribueren goederen stijgt ten opzichte van de situatie bij een gedecentraliseerd systeem. Daarom is het essentieel dat goed nagedacht wordt door een onderneming over de locatie van de gecentraliseerde opslagplaats. Aan de andere zijde zorgt een gecentraliseerd distributiesysteem ook voor een afname in spoedleveringen (Kohn, 2005). Dit wil zeggen dat bijvoorbeeld de vrachtwagens die uitrijden een hogere bezettingsgraad hebben waardoor de uitstoot per eenheid van de vervoerde hoeveelheid goederen lager zal liggen. Bovendien zal de vrachtwagen ook minder moeten uitrijden dan wanneer de onderneming spoedleveringen zou aanbieden aan zijn klanten.

Hoofdstuk 4: Green logistics

In 1997 sloten 37 geïndustrialiseerde landen en Europa het Kyoto protocol af. Het Kyoto protocol is een internationale overeenkomst om de uitgestoten broeikasgassen te stabiliseren in de periode 2008-2012 door de uitstoot met gemiddeld 5% te verminderen ten opzichte van het gemeten niveau in 1990. Het protocol is zo opgesteld dat de meest geïndustrialiseerde landen het meest moeten bijdragen aan het terugdringen van de uitgestoten broeikasgassen (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2012). Het probleem van de opwarming van de aarde werd dus wereldwijd erkend en voldoende belangrijk beschouwd om internationale akkoorden af te sluiten. België heeft zich geëngageerd via dit protocol om 7,5% minder CO₂ uit te stoten. In 2009 was een daling van 9,1% vast te stellen ten opzichte van het referentiejaar (= 1990) van het Kyoto Protocol. Dit wil zeggen dat vooruitgang geboekt is in 2009. Toch wordt echter voorzien dat België bijkomende emissierechten zal moeten aankopen omdat nog inbreuken op de norm vast te stellen zijn in bepaalde sectoren (Federale overheidsdienst gezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu, 2012).

De statistieken die verzameld worden door de Europese Commissie van alle Europese instanties geeft een duidelijk beeld over de uitstoot van de broeikasgassen van België sinds het Kyoto-verdrag in 1997. In figuur 4 (Europese Commissie (Eurostat), 2013a) zijn de gegevens van 1990 tot en met 2010 weergegeven aangezien de daling of stijging van de uitstoot vergeleken wordt met de uitstoot van 1990 (= het referentiejaar).



Figuur 4: Evolutie uitstoot CO₂-equivalenten (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)

Uit figuur 4 wordt duidelijk dat na het Kyoto-verdrag in 1997 een geleidelijke daling op te merken is ten opzichte van het niveau van de uitstoot in 1997. Vanaf 2005 is een daling van de uitstoot onder het niveau van het referentiejaar (waarvan het niveau wordt weergegeven door de rode lijn) op te merken en werd het effect van het beleid om de uitstoot te verminderen, gemerkt.

Transportkosten vormen een grote kostenpost voor een onderneming waardoor het belangrijk is om voortdurend naar kostenverlagende alternatieven te zoeken zoals onder andere het gebruik van intermodaal vervoer of het inzetten van elektrisch aangedreven vrachtwagens. Zo heeft het vervoer van goederen niet alleen minder impact op het milieu, maar kan de onderneming zich ook

profilen als milieubewust en duurzaam. Indien dit lukt, kan de impact op het imago van een onderneming enorm zijn (Wu & Dunn, 1995). De wereldwijde vraag naar duurzame producten stijgt en als gevolg ook de vraag naar een milieubewust management van de ondernemingen. Deze vraag zorgt ervoor dat organisaties zich meer bewust worden van hun verantwoordelijkheid ten opzichte van hun stakeholders (Wu & Dunn, 1995). Deze verantwoordelijkheid valt onder de noemer van duurzaam ondernemen. Ondernemingen die gebruik maken van onder andere benchmarking en interne en externe maatstaven om een indicatie te hebben over de prestaties van de onderneming, zijn beter in de implementatie van een milieubewuste distributie. De reden hiervoor is het verhoogde bewustzijn van de wensen van de klanten door de verzamelde informatie (Goldsby & Stank, 2000).

Volgens Wu en Dunn (1995) kan de gewaarwording van de verantwoordelijkheid aangespoord worden door de vraag van hun klanten, de overheid, de concurrentie van de organisatie of door de ethische verantwoordelijkheid van de organisatie zelf. De overheid speelt hierin vooral een grote rol. Verder moet milieumanagement in iedere schakel van de waardeketen van de onderneming en de supply chain geïntegreerd worden. In deze integratie spelen logistieke managers een cruciale rol omdat hun beslissingen een directe impact hebben op de ecologische voetafdruk die de organisatie achterlaat op het milieu (Wu & Dunn, 1995). Bij dit duurzame imago komt 'green logistics' te pas. Dekker et al. (2012, p. 671) gebruiken de volgende definitie voor green logistics: "*Green logistics, which is the study of practices that aim to reduce the environmental externalities, mainly related to greenhouse gas emissions, noise and accidents, of logistics operations and therefore develop a sustainable balance between economic, environmental and social objectives.*"

Dekker et al. (2012) beschrijven verder een aantal factoren die bepalend zijn voor de veroorzaakte externe kosten van een onderneming. De eerste factor is de keuze voor de juiste transportvorm. Iedere vorm heeft specifieke vaste en variabele kosten. Bij het kiezen voor de juiste transportmodus zullen de afstanden die afgelegd moeten worden en te vervoeren hoeveelheid, cruciaal zijn. Een tweede factor is de afweging om intermodaal vervoer te gebruiken om zo voor ieder deel van het traject dat de goederen moeten afleggen de juiste transportmodus te kiezen (Macharis & Verbeke, 2004). Dit zal afhangen van de aanwezigheid van de transportmodi en een afweging die in de eerste factor gebeurd is. De derde en laatste factor die de auteurs Dekker et al. (2012) bespreken is de keuze van het transportmateriaal en de energiebron (bijvoorbeeld diesel, benzine, LPG, waterstof...).

4.1. Logistieke trends

Wereldwijd hebben zich trends voorgedaan in de transportsector die het huidige transportlandschap geschapen hebben. Kamakat en Schipper (2009) hebben enkele trends ontleed die plaats vonden tussen 1953-2005 in enkele grote OECD (= Organization for Economic Co-operation and Development) landen. De auteurs melden dat in deze periode duidelijke stijgingen te zien zijn in het afgelegde aantal tonkilometers (= tkm), de bevolking en het bruto binnenlands product (=BBP). Een belangrijke opmerking die de auteurs maken is dat het afgelegde aantal

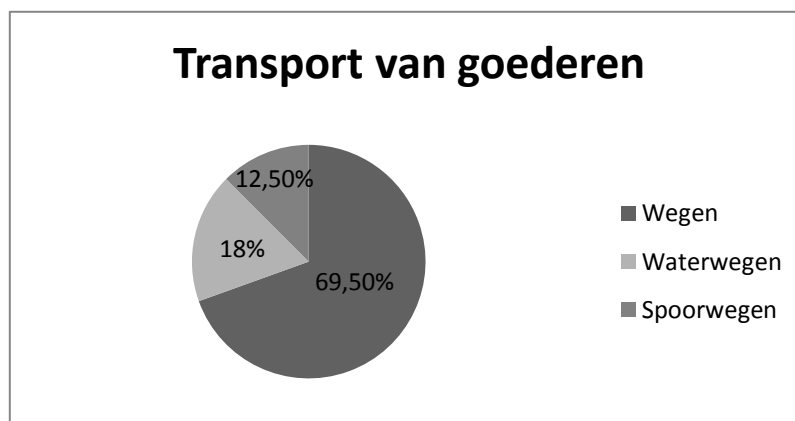
tonkilometers sneller gestegen is dan het BBP. De maatstaf tonkilometer is het aantal kilometers dat afgelegd wordt per ton dat vervoerd wordt, vermenigvuldigd met het aantal te vervoeren goederen uitgedrukt in ton.

Kamakot en Schipper (2009) geven ook aan dat vrachtwagens de transportmodus is die het meest gebruikt wordt en dat deze modus ook het meeste energie per tonkilometer gebruikt. Dit verschijnsel vinden we ook terug in Europese statistieken van de Europese commissie over België (Europese Commissie (Eurostat), 2013a).

Transport via:	wegen	waterwegen	spoorwegen
2000	73,7%	6,6%	19,7%
2010	69,5%	18%	12,5%

Tabel 2: Evolutie gebruik transportmodi België (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)

Volgens de Europese commissie is het transport van goederen via de weg gedaald van 73,7% naar 69,5% in de periode 2000-2010. Dit is een lichte daling van deze transportmodus, maar het percentage geeft duidelijk weer dat het transport via de wegen nog altijd het meest vertegenwoordigd is.



Figuur 5: Procentueel gebruik van transportmodi in België (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)

Dit representeert een beperkt gebruik van intermodaal vervoer wat te wijten kan zijn aan trends zoals de stijgende vraag naar spoedleveringen. Dit betekent dat de voorkeur zal uitgaan naar de snelste transportmodus. Het beperkt gebruik van intermodaal vervoer is opmerkelijk aangezien de oppervlakte die door de verkeersinfrastructuur ingenomen werd in 2010 volgens de Vlaamse Milieumaatschappij (2011b) geschat wordt op 74.623 ha voor Vlaanderen. Dat is dus ongeveer 5,5% van de totale oppervlakte van Vlaanderen. De verdeling rapporteren ze als volgt:

- Verharde wegen: 57.941 ha
- Spoorwegen: 4.528 ha
- Waterwegen gebruikt door de handelsvaart: 10.346 ha
- Luchthavens: 1.808 ha

Nochtans kan het gebruik van intermodaal vervoer een methode zijn om de milieu-impact te beperken. Onder de term intermodaal vervoer moet het volgende verstaan worden (Europese Commissie, 2005, p. 1): "Intermodality is a characteristic of a transport system whereby at least two different modes are used in an integrated manner in order to complete a door-to-door transport sequence." In deze masterroef zal de focus vooral liggen op het transport via de weg, het spoor en de binnenvaart wanneer het over intermodaal vervoer gaat.

Intermodaal vervoer betekent dat de te transporteren goederen niet de hele route afleggen met dezelfde transportmodus. Zo kan bijvoorbeeld de mogelijkheid bestaan om goederen via een binnenlandse waterweg te vervoeren en dat dit efficiënt is. Maar de kans is groot dat deze waterweg niet bevaarbaar is tot aan een bepaalde opslagplaats of tot aan een klant. Een overslag van de goederen moet ergens gebeuren in de route die afgelegd wordt. De term intermodaal vervoer mag gebruikt worden indien minimaal twee transportmodi gebruikt worden om de goederen naar de bestemming te brengen. Het is mogelijk dat meer dan twee modi gebruikt worden. Vaak kan het transport via de weg echter niet voor de hele route vermeden worden. Het is zeer belangrijk voor een optimaal gebruik van intermodaal vervoer dat de verschillende modi op elkaar worden afgestemd (Van Mierlo & Macharis, 2005).

De keuze van het transportmiddel om goederen te vervoeren is een belangrijke beslissing. Iedere modus heeft verschillende karakteristieken in termen van vaste en variabele kosten, te vervoeren hoeveelheden, levertijden... Door deze verschillende karakteristieken is het ook duidelijk dat de impact op het milieu verschillend zal zijn voor deze transportmodi. Bloemhof et al. (2011) geven aan dat indien sprake is van intercontinentaal vervoer de keuze vooral tussen lucht -en zeevervoer valt. Voor het continentaal vervoer van goederen wordt vooral een afweging gemaakt tussen het gebruik van de wegen, het spoor, binnenlandse waterwegen, vliegtuigen of zeeschepen voor korte afstanden.

Opgemerkt kan worden dat een duidelijk verschil bestaat tussen wat als een milieuvriendelijk distributiesysteem beschouwd kan worden en de geobserveerde trends in distributiesystemen. Kohn (2005) vat dit samen in tabel 3.

Milieuvriendelijk distributiesysteem	Geobserveerde trends in distributiesystemen
- Kortere transportafstanden	- Langere transportafstanden door gecentraliseerde distributiesystemen
- Minder transport	- De groei in transport is groter dan de groei in het BBP
- Minder behandeling van goederen	- Meer behandeling van goederen
- Meer directe transportroutes	- Transportroutes via centrale punten
- Betere bezettingsgraad	- Lagere utilisatie van ruimte door JIT-leveringen en dergelijke

Tabel 3: Vergelijking milieuvriendelijk distributiesysteem en de geobserveerde trends (Kohn, 2005)

Hoofdstuk 5: Locatiebepaling gecentraliseerde opslagplaats

In een gecentraliseerd distributiesysteem is de locatie van de opslagplaats erg belangrijk omdat deze beslissing een directe impact heeft op de kosten, de klantenservice en de milieu-impact. Het is dus zeer belangrijk dat een onderneming verschillende factoren die medebepalend zijn voor een optimale locatie kennen.

5.1. Center-of-Gravity Approach

De locatiebepaling van de centrale opslagplaats heeft een enorm belangrijk strategisch belang. Dit belang kan teruggevonden worden in de klantenservice, kosten en milieu-impact. Een strategische keuze kan voor kortere af te leggen afstanden zorgen en voor stiptere en gekende leveringstijden. Bij de locatiebepaling wordt in de wetenschappelijke literatuur vaak gebruik gemaakt van de 'center-of-gravity approach' (Huang, Menezes, & Kim, 2011; Harris, Naim, Palmer, Potter, & Mumford, 2011). De Council of Supply Chain Management Professionals (2010, p. 30) definieert deze benadering als volgt: "Center-of-Gravity Approach: A supply chain planning methodology for locating distribution centers at approximately the location representing the minimum transportation costs between the plants, the distribution centers, and the markets."

Het voornaamste doel van deze benadering is zoals de definitie vermeld het minimaliseren van de transportkosten. Dit tracht de methode waar te maken door de centrale opslagplaats in een centroïde te plaatsen. Concreet wordt in deze methode de te transporteren volumes en de af te leggen afstanden in rekening gebracht tussen zowel de fabriek en de centrale opslagplaats als deze tussen de centrale opslagplaats en de klanten.

Volgens Young (2009) wordt deze methode vooral gebruikt om de meest economische plaats om een nieuw distributiecentrum op te zetten. De auteur Young (2009) haalt vier stappen aan die gevolgd moeten worden:

1. Zet een netwerk op met een arbitraire $x_0 = 0$ en $y_0 = 0$ in de oorsprong.
2. Zet aan de hand van de coördinaten x_i en y_i de locatie van de klant 'i' op het gecreëerde netwerk voor alle 'n' klanten.
3. Vervolgens zullen de ladingen of factoren weergegeven moeten worden. Deze ladingen kunnen de te vervoeren hoeveelheden zijn of het kost van deze eenheden zijn. Verder kan ook gebruik gemaakt worden van het aantal leveringen als lading.
4. Als laatste stap kunnen de gegevens van de vorige drie stappen in onderstaande formules gieten om de coördinaten van het nieuwe distributiecentrum te vinden.

$$X_{DC} = \frac{[(x_1 * lading) + (x_2 * lading) + (x_3 * lading) + \dots + (x_n * lading)]}{som\ ladingen}$$

$$Y_{DC} = \frac{[(y_1 * lading) + (y_2 * lading) + (y_3 * lading) + \dots + (y_n * lading)]}{som\ ladingen}$$

Met:

- Hoofdletters X_{DC} en Y_{DC} staan voor de coördinaten van de te bepalen locatie van het distributiecentrum (= DC).
- Kleine letters x_i en y_i staan voor de coördinaten van de te bedienen klanten.
- Lading = de factor die opgenomen gaat worden als bepalend voor de locatie van het distributiecentrum zoals in stap drie vermeld wordt. Dit kan bijvoorbeeld het aantal te vervoeren eenheden zijn.
- De formule geldt voor alle $i = 1, \dots, n$ waarbij 'i' voor de respectievelijke klant staat en 'n' voor het aantal klanten

Deze formulering kan echter ook compacter gebeuren:

$$X_{DC} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i * l_i)}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad \text{en} \quad Y_{DC} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i * l_i)}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

Deze formule geldt voor alle $i = 1, \dots, n$. De kleine 'i' staat in deze formule voor de lading of factor die bijvoorbeeld het aantal te vervoeren goederen naar de klant voorstelt.

Een minpunt is dat de 'center-of-gravity approach' enkel rekening houdt met afstanden in vogelvlucht wat een vertekening kan geven in de resultaten van de optimale locatie van de centrale opslagplaats. Een betere benadering zou de af te leggen afstand in kilometers zijn.

Het minimaliseren van de totale kosten is echter geen zekerheid voor een vermindering van de milieu-impact of de verbetering van de klantenservice. Normaal gezien zou dit een optimalisatie van de klantenservice betekenen, maar aangezien ook de te leveren hoeveelheden mee in rekening wordt genomen, zal dit enkel een betere klantenservice opleveren voor de belangrijke klanten van de onderneming. Verder zal de milieu-impact niet vervat zitten in deze totale logistieke kost. Dit is niet verrassend aangezien een organisatie deze kost niet moet dragen omdat de kosten niet verplicht te internaliseren zijn. De kost die ze natuurlijk wel voelen kan bijvoorbeeld het vervangen van de roetfilter van hun vrachtwagens zijn. Hoe lager de milieu-impact, hoe minder snel deze filter vervangen zal moeten zijn.

Een voordeel van de 'center-of-gravity approach' is dat deze methode kwantitatief is en een indicatie geeft voor het kiezen van de beste locatie. Een kwalitatieve methode zoals een ranking methode (Young, 2009) gaat uit van eerder verzamelde informatie over bepaalde locaties. De belangrijkste factoren voor een onderneming worden opgenomen in deze analyse. Vervolgens wordt aan iedere factor een bepaald gewicht toegekend door het relatieve belang dat de onderneming aan de factor hecht. Verder krijgt iedere locatie dan scores voor deze verschillende factoren totdat een beste locatie wordt geselecteerd. Belangrijk is hier dat de onderneming al een

aantal locaties in het oog heeft. Bij de 'center-of-gravity' methode wordt van een van een tabula rasa uitgegaan voor de locaties en de gegevens die de onderneming reeds over zijn klanten beschikt.

5.2. Aanwezigheid van intermodaal vervoer

Een andere bepalende factor is de aanwezigheid van multimodaal vervoer zodat de mogelijkheid bestaat om de te transporteren goederen via minder vervuilende transportmiddelen te vervoeren dan via vrachtwagens. Dit is dus goed om de milieu-impact te verlagen. Een nuancering moet echter wel opgenomen worden omdat het kan zijn dat het niet economisch verantwoord is om andere transportmodi te gebruiken.

Indien bijvoorbeeld de binnenvaart gebruikt wordt om goederen naar een klant te transporteren, maar het te versturen volume klein is, dan kan het te veel kosten om gebruik te maken van deze transportmodus. Verder moet de af te leggen afstand groot genoeg zijn opdat het transport via spoorwegen of binnenvaart aangeraden zou zijn (Macharis & Verbeke, 2004). Hoe hoger de bezettingsgraad van een vervoersmiddel, hoe meer verantwoord dat het gebruik van het vervoermiddel is op economisch vlak. Verder zorgt een hogere bezettingsgraad voor een lagere milieu-impact per product (Harris et al., 2011).

5.3. Andere bepalende factoren

Andere bepalende factoren voor de optimale keuze van een centrale opslagplaats zijn vooral bedrijfsgebonden. Zo loont het misschien om dicht bij de concurrent de opslagplaats te plaatsen indien beide ondernemingen goederen verkopen die substituten van elkaar zijn. Indien dit het geval is en de markt waarop de ondernemingen concurreren zeer competitief is dan zullen de ondernemingen dezelfde klanten proberen te bereiken. In dit geval is marktaanwezigheid waar de concurrent aanwezig is, nodig. In het geval van complementaire goederen is het misschien wel winstgevend voor de onderneming om samen te werken met de concurrent en eventueel hun producten samen te distribueren.

Verder kan het zo zijn dat het misschien loont om helemaal niet in de buurt van de concurrent de activiteiten te laten plaatsvinden. Dit kan zo zijn indien de concurrent een marktleider of een substantiële speler is op de markt. De concurrent is dan te machtig op de markt om een rechtstreekse confrontatie aan te gaan. In dit geval kan het aangeraden zijn om geografische gaten in de markt te zoeken die de concurrent niet bezet heeft.

Het plaatsen van de centrale opslagplaats dicht in de buurt van klanten (Huang et al., 2011) om de levertijden te minimaliseren en om aan de marktvraag te voldoen, is altijd voordelig. Deze locatiestrategie wordt ook wel 'center-of-gravity of demands' genoemd (Huang et al., 2011). Dit is echter wel niet altijd even evident omdat de klanten geografisch zeer verspreid kunnen liggen.

Hetzelfde geldt voor de leveranciers. Vaak is het voordelig om dicht in de buurt te liggen bij de leveranciers die de laagste prijzen biedt of de leverancier die de hoogste kwaliteit kan bieden afhankelijk van de gekozen strategie van de onderneming. Hierbij moet echter wel vermeld worden dat een onderneming moet oppassen met afhankelijk te worden van een bepaalde klant of leverancier.

Hoofdstuk 6: Gevalstudie

6.1. Drinkensector Europa in 2010

De statistische classificatie van economische activiteiten in de Europese Unie, genaamd NACE, is een afkorting van het Franse 'Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne'. NACE vormt een kader voor het verzamelen en verspreiden van statistieken omtrent de Europese economische activiteiten. (Europese Commissie, 2013b)

Voor de opbouw van deze fictieve gevalstudie zal de productie van de drinkensector onder de loep genomen worden. In de statistieken die verkregen worden via de Europese Commissie (Eurostat) (2013c) kan een beeld geschetst worden over deze sector. De productie van de drinkensector valt onder NACE Rev. 2 klasse 11 en omvat de volgende subklassen (Europese Commissie (Eurostat), 2013d):

- 11.01: Distilleren, rectificeren en mengen van gedistilleerde dranken
- 11.02: Productie van wijn uit druiven
- 11.03: Productie van cider en andere fruitwijnen
- 11.04: Productie van andere niet-gedistilleerde gefermenteerde dranken
- 11.05: Productie van bier
- 11.06: Productie van mout
- 11.07: Productie van soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde wateren

Voor ieder Europees land kunnen specifieke gegevens teruggevonden worden over verschillende sectoren. De gegevensverzameling en publicatie op de website van de Europese commissie kan door de complexiteit van het meten van de gegevens en de omvang ervan niet de meest up-to-date gegevens aanbieden. Voor deze fictieve gevalstudie zal gebruikgemaakt worden van de gegevens van 2010, aangezien deze het meest volledig zijn momenteel.

In tabel 4 worden de meest belangrijke factoren opgesomd in verband met de drinkensector in Europa in 2010. De drank- en voedselsector wordt vaak als een geheel beschouwd. Dit geheel had de meeste omzet in 2010 van alle productiesectoren in Europa (FoodDrinkEurope, 2012).

Drinkensector in Europa (2010)		
Aantal bedrijven		23.100
Aantal mensen tewerkgesteld		4.131.000
Personeelskosten	(miljoenen euro's)	16.100
Omzet	(miljoenen euro's)	140.000
Aankopen van goederen en diensten	(miljoenen euro's)	93.000
Toegevoegde waarde tegen factorkosten	(miljoenen euro's)	37.000

Tabel 4: Gegevens over de ondernemingen in de Europese drinkensector in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c)

Vervolgens kan aan de hand van deze gegevens de situatie voor een gemiddelde onderneming waarvan de operationele activiteiten in de drankensector plaatsvinden, berekend worden. Bij deze berekeningen wordt dus geen rekening gehouden met de specifieke gegevens van het land waarin de onderneming zich bevindt. Voor de opbouw van de fictieve gevalstudie zal echter wel rekening gehouden worden met het land waarin gekozen wordt om te produceren en distribueren.

6.2. Subklasse 11.07 Europa (2010)

In het verdere verloop zal deze fictieve gevalstudie zich toe spitsen op onderdeel 11.07 van klasse 11, namelijk: de productie van soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde wateren. Voor deze subklasse zijn ook weer specifieke gegevens terug te vinden (Europese Commissie (Eurostat), 2013c).

Subklasse 11.07 Europa (2010)		
Aantal bedrijven		3.831
Aantal mensen tewerkgesteld		1.406.000
Personeelskosten	(miljoenen euro's)	5.568,48
Omzet	(miljoenen euro's)	41.596,32
Aankopen van goederen en diensten	(miljoenen euro's)	31.217,37
Toegevoegde waarde tegen factorkosten	(miljoenen euro's)	10.802,39

Tabel 5: Subklasse 11.07 in de Europese drankensector in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c)

In tabel 5 zijn de algemene gegevens over de productie van soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde wateren in Europa te vinden. Deze data geeft een duidelijk algemeen beeld over de bedrijfsresultaten, maar meldt niet veel over de geproduceerde hoeveelheden en dergelijke. Voor Europa kunnen de export-, import- en productiegegevens in tabel 6 teruggevonden worden in de databank van de Europese commissie (Europese Commissie (Eurostat), 2013e).

Subklasse 11.07 Europa (2010)		
Geproduceerde hoeveelheid	(liters)	36.000.000.000
Waarde van de geproduceerde hoeveelheid	(euro's)	20.000.000.000
Geëxporteerde hoeveelheid	(liters)	848.158.517
Waarde geëxporteerde hoeveelheid	(euro's)	956.675.830
Geïmporteerde hoeveelheid	(liters)	466.758.330
Waarde geïmporteerde hoeveelheid	(euro's)	547.295.890

Tabel 6: Export-, import- en productiegegevens subklasse 11.07 in de Europese drankensector in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013e)

Uit tabel 6 is duidelijk dat Europa een netto-exporteur is van 381.400.187 liter met een waarde van € 409.379.940. In het verdere verloop van deze fictieve gevalstudie zal de focus gelegd worden op België en de buurlanden van België om de complexiteit van deze gevalstudie niet te hoog te maken door de huidige 27 landen die bij Europa horen, allemaal op te nemen. Dit wil zeggen dat de gevalstudie zich beperkt tot België, Nederland, Duitsland, Frankrijk en G.H. Luxemburg.

6.3. Opbouw gevalstudie

6.3.1. Locatie fabriek

Als eerste stap moet een locatie voor de fabriek gekozen worden waar de productie van de soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde wateren van een onderneming plaats zal vinden in Europa. Deze keuze kan of moet vaak niet meer genomen worden aangezien de locatie waar geproduceerd wordt vaak al vastligt. Aangezien het kiezen van deze locatie van een fabriek een lange termijn strategische keuze is, net zoals het kiezen van de locatie van een distributiecentrum, moet doordacht tewerk gegaan worden.

Voor deze keuze baseert deze gevalstudie zich onder andere op de toegevoegde waarde tegen factor kosten. Dit is volgens Europese Commissie (Eurostat) (2013f): "het bruto inkomen uit bedrijfsactiviteiten na het aanpassen voor operationele subsidies en indirecte belastingen". Uit deze factor kan vastgesteld worden dat Duitsland de meeste toegevoegde waarde heeft in de gemaakte selectie van landen. Duitsland heeft de bovendien ook de meeste toegevoegde waarde van alle Europese landen (Europese Commissie (Eurostat), 2013c). Dit is een eerste factor die aangeeft dat Duitsland een goede plaats is om de fabriek te plaatsen.

Toegevoegde waarde tegen factorkosten		2010
Europese Unie (27 landen)	(miljoenen euro's)	10.802,39
- Duitsland	(miljoenen euro's)	1.675,2
- Frankrijk	(miljoenen euro's)	1.430,0
- België	(miljoenen euro's)	422,2
- Nederland	(miljoenen euro's)	312,6
- G.H. Luxemburg	(miljoenen euro's)	confidentieel

Tabel 7: Toegevoegde waarde tegen factorkosten in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c)

Uit tabel 7 kan opgemerkt worden dat de gegevens van G.H. Luxemburg als confidencieel beschouwd worden. In dit geval kan de reden voor deze confidentialiteit zijn dat in G.H. Luxemburg maar twee dergelijke ondernemingen aanwezig zijn waardoor het publiceren van de gegevens te veel informatie prijs zou geven aan de concurrenten van die twee ondernemingen.

Een tweede reden om de fabriek in Duitsland te plaatsen is dat het land de meeste ondernemingen die soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde wateren produceren, bevat. Dit kan vastgesteld worden in tabel 8. Het feit dat veel ondernemingen van deze sector zich in Duitsland bevinden, geeft aan dat de concurrentie hoog is. Uit de omzetcijfers in tabel 9 kan echter opgemerkt worden dat de ondernemingen nog steeds lucratief zijn. Dit wil zeggen dat Duitsland een goede locatie is om een fabriek in dergelijke sector te plaatsen.

Aantal ondernemingen	2010
Europese Unie (27 landen)	3.831
- Duitsland	238
- Frankrijk	184
- België	39
- Nederland	20
- G.H. Luxemburg	2

Tabel 8: Aantal ondernemingen van subklasse 11.07 in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c)

Uit tabellen 7 en 8 blijkt dat ook Frankrijk veel toegevoegde waarde tegen factorkosten creëert en veel ondernemingen in deze sector heeft. Om deze reden gaat in het vervolg van deze gevalstudie aangenomen worden dat de onderneming niet exporteert naar Frankrijk. Buiten deze twee vermelde kenmerken moet ook de marktomstandigheden voor deze sector nagegaan worden om de aantrekkelijkheid van het land voor de plaatsing van een fabriek na te gaan.

6.3.2. Marktgegevens subklasse 11.07 in Duitsland

Nu dat de keuze voor de plaatsing van een fabriek op Duitsland gevallen is, zijn de specifieke gegevens over de ondernemingen in subklasse 11.07 terug te vinden in tabel 9.

Subklasse 11.07 in Duitsland (2010)		
Aantal bedrijven		238
Aantal mensen tewerkgesteld		27.941
Personeelskosten	(miljoenen euro's)	1.392,7
Omzet	(miljoenen euro's)	6.218,8
Aankopen van goederen en diensten	(miljoenen euro's)	4.545,8
Toegevoegde waarde tegen factorkosten	(miljoenen euro's)	1.675,2

Tabel 9: Subklasse 11.07 in Duitsland in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c)

Verder zijn ook gegevens terug te vinden over de geproduceerde goederen, de import en de export in Duitsland. Deze zijn terug te vinden in tabel 10. Uit deze tabel kan vastgesteld worden dat Duitsland een netto-exporteur is van 382.091.259 liter met een waarde van € 121.962.610. Ook

dit duidt erop dat Duitsland een belangrijke producent is van soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde wateren.

Subklasse 11.07 Duitsland (2010)		
Geproduceerde hoeveelheid	(liters)	8.671.601.444
Waarde van de geproduceerde hoeveelheid	(euro's)	3.850.592.831
Geëxporteerde hoeveelheid	(liters)	1.014.228.279
Waarde geëxporteerde hoeveelheid	(euro's)	456.585.120
Geïmporteerde hoeveelheid	(liters)	632.137.020
Waarde geïmporteerde hoeveelheid	(euro's)	334.622.510

Tabel 10: Export-, import- en productiehoeveelheden subklasse 11.07 in Duitsland in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013e)

Uit alle voorgaande gegevens kan nu een beeld geschetst worden over een gemiddelde onderneming in Duitsland waarvan de dagelijkse operationele taken binnen de productiesector van subklasse 11.07 vallen. Deze onderneming met de gemiddelde specificaties zal als basis dienen voor deze fictieve gevalstudie.

In tabel 11 zijn echter de gegevens in verband met de import niet opgenomen aangezien de onderneming zelf zijn goederen produceert en exporteert. De onderneming importeert geen reeds 'afgewerkte' liters soft drinks, mineraalwater en gebottelde wateren in het productieproces of bij de distributie van de onderneming.

Gemiddelde onderneming Duitsland (2010)		
Aantal mensen tewerkgesteld		117,40
Personeelskosten	(miljoenen euro's)	5,85
Omzet	(miljoenen euro's)	26,13
Aankopen van goederen en diensten	(miljoenen euro's)	19,10
Toegevoegde waarde tegen factorkosten	(miljoenen euro's)	7,04
Geproduceerde hoeveelheid	(liters)	36.435.300,18
Waarde van de geproduceerde hoeveelheid	(euro's)	16.178.961,47
Geëxporteerde hoeveelheid	(liters)	4.261.463,36
Waarde geëxporteerde hoeveelheid	(euro's)	1.918.424,87

Tabel 11: Basisgegevens fictieve gevalstudie (subklasse 11.07) in Duitsland in 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013c; Europese Commissie (Eurostat), 2013e)

6.3.3. Concurrenten

In Duitsland kunnen verschillende belangrijke concurrenten op de markt van soft drinks, mineraalwater en andere gebottelde dranken teruggevonden worden. Ondanks het feit dat 238 ondernemingen in Duitsland zich in deze sector bevinden zijn toch enkele grote marktspelers te vinden op deze markt. Subsectie 11.07 wordt voor het analyseren van de concurrenten op de markt opgedeeld in de soft drinks sector en in de gebottelde wateren sector. Het vermelde marktaandeel is bepaald aan de hand van de gedistribueerde volumes.

Voor de soft drinks zijn de volgende grote concurrenten in 2011 voornam (Marketline, 2013a):

- The Coca-Cola Company (19,2% marktaandeel)
- Pepsico, Inc. (6,4% marktaandeel)
- Nestlé S.A. (3,9% marktaandeel)
- Gerolsteiner Brunnen GmbH & Co. KG (3,3% marktaandeel)

Voor de gebottelde wateren op de Duitse markt zijn de volgende ondernemingen de voornaamste concurrenten in 2011 (Marketline, 2013b):

- Nestlé S.A. (7,9% marktaandeel)
- Gerolsteiner Brunnen GmbH & Co. KG (7,3% marktaandeel)
- The Coca-Cola Company (5,2% marktaandeel)
- Groupe Danone (5,1% marktaandeel)

Alle bovengenoemde ondernemingen zijn machtige concurrenten op de markt. Omdat deze concurrenten substituten aanbieden aan de klanten op de markt is het niet aangeraden om dicht bij deze concurrenten een fabriek te plaatsen of een distributiecentrum op te zetten. Een manier om te overleven op de economische markt is om een dienst aan te bieden die deze merken niet aanbieden. Dit kan onder meer door huismerken te produceren voor supermarktketens en dergelijke. In de fictieve gevalstudie zal aangenomen worden dat deze strategie gekozen wordt door de onderneming en dat de klanten zich bevinden in geselecteerde hoofdsteden.

6.3.4. Logistieke locatie

Duitsland werd in 2010 genoemd als de beste logistieke locatie ter wereld door een studie van de Wereldbank (Ministerin für Bundesangelegenheiten, Europa und Medien und Bevollmächtigte des Landes beim Bund, 2010). Ook op vlak van economie en industrie is Noordrijn-Westfalen de belangrijkste deelstaat van Duitsland. Daarom is het een ideale locatie om de fabriek van deze gevalstudie te plaatsen. Noordrijn-Westfalen vervult een brugfunctie tussen West- en Oost-Europa. Zo worden jaarlijks miljoenen tonnen tussen de Benelux en Noordrijn-Westfalen vervoerd (Ministerin für Bundesangelegenheiten, Europa und Medien und Bevollmächtigte des Landes beim Bund 2010). De bereikbaarheid van deze regio is dan ook ideaal. De regio grenst aan België en Nederland en ligt ongeveer 70 kilometer verwijderd van G.H. Luxemburg.

In tabel 12 is duidelijk te zien dat Noordrijn-Westfalen (figuur 6) met 17.872.763 inwoners in 2010 de deelstaat is met de meeste bevolking in Duitsland. Eerder is aangehaald dat een ideale locatie van een opslagplaats, of fabriek in dit geval, in het 'center-of-gravity of demands' is (Huang et al., 2011). Dit wil zeggen dat de deelstaat met zoveel potentiële klanten ideaal is voor de plaatsing van een fabriek.



Figuur 6: Noordrijn-Westfalen in Duitsland (rood en aangegeven met A in de figuur), (Google Maps, 2013)

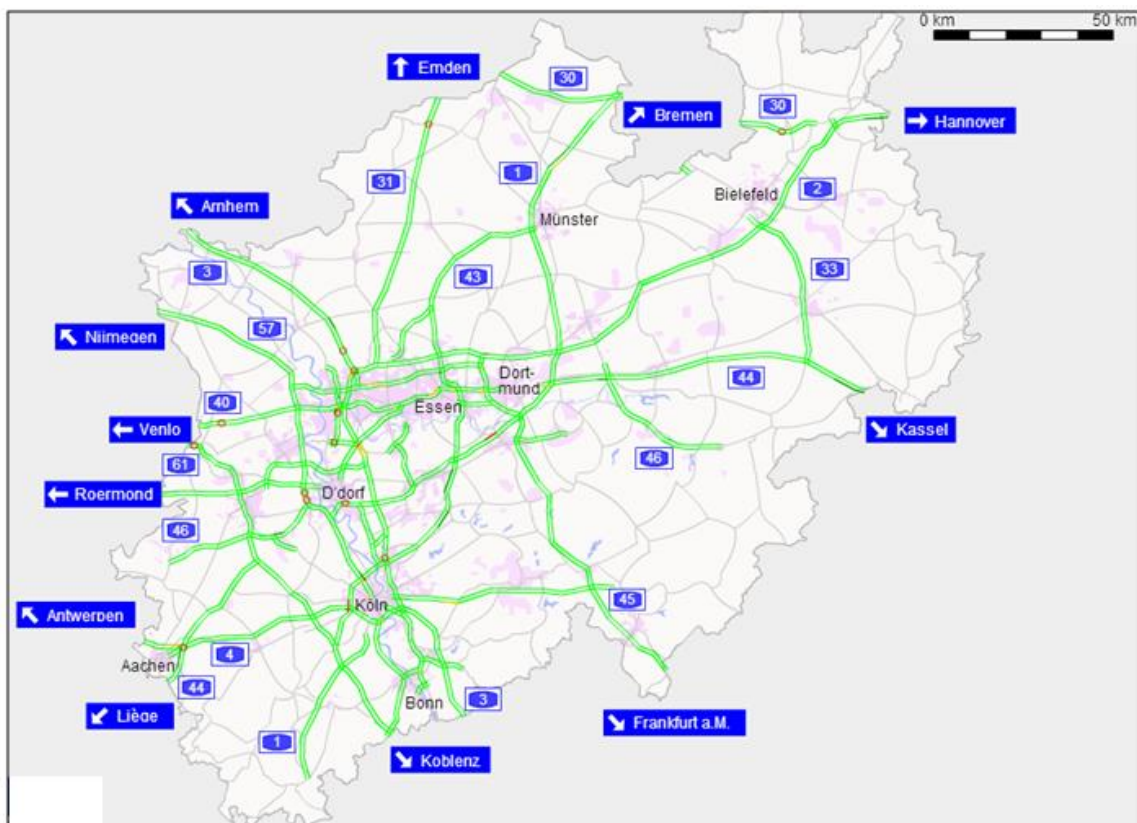
Bij de plaatsing van de fabriek kan zoals eerder vermeld al strategisch worden nagedacht over de locatie. De fictieve onderneming zal zowel zijn goederen verdelen naar het binnenland als exporteren naar de Benelux. De gevalstudie neemt aan dat deze onderneming milieubewust en verantwoordelijk is en zal daarom in deze stap al kijken naar de mogelijkheid om intermodaal vervoer te gebruiken. Bovendien gaat de onderneming aan de hand van het gebruik van een gecentraliseerd distributiesysteem proberen om zoveel mogelijk goederen te bundelen om een hoge bezettingsgraad van de gebruikte transportmodus te behalen.

In hoofdstuk vijf werden enkele factoren aangehaald aan de hand van Dekker et al. (2012) die de impact van de distributie van goederen op het milieu kunnen verminderen door bewuste keuzes over deze factoren te maken. De eerste keuze was het kiezen voor de juiste transportmodus. In het verdere verloop van deze fictieve gevalstudie zal het gebruik van verschillende transportmodi aangehaald worden. Een tweede factor is de afweging om intermodaal vervoer te gebruiken. Ook dit aaneenschakelen van transportmodi om de goederen tot op de juiste bestemming te geraken zal nagegaan worden. De derde en laatst aangehaalde factor door Dekker et al. (2012) is de keuze voor de juiste energiebron voor de gekozen transportmodus. Deze keuze is echter voor bijvoorbeeld vrachtwagens zeer specifiek en afhankelijk van het gekozen merk. Deze factor zal buiten beschouwing gelaten worden.

In wat volgt zal de bespreking in verband met het intermodaal vervoer in Noordrijn-Westfalen beperkt worden tot de zaken die relevant zijn voor deze fictieve gevalstudie.

6.3.4.1. Snelwegen in Noordrijn-Westfalen

Noordrijn-Westfalen heeft een zeer uitgebreide en dichtbezette infrastructuur van snelwegen. Volgens het Ministerin für Bundesangelegenheiten, Europa und Medien und Bevollmächtigte des Landes beim Bund (2010) gaat ongeveer 20% van het wegtransport over de snelwegen in Noordrijn-Westfalen. Dit netwerk omvat 2.200 kilometer autowegen, en 17.700 kilometer hoofd- en secundaire wegen. De grote verkeersassen worden weergegeven met de letter A en een cijfer zoals A1, A2, A3, A4. In figuur 7 worden echter alleen de cijfers weergegeven. Het netwerk van snelwegen in Noordrijn-Westfalen creëert vele uitvalswegen naar het binnenland en naar de Benelux door de goede ligging van de regio.



Figuur 7: Snelwegen Noordrijn-Westfalen (Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2013a)

6.3.4.2. Waterwegen in Noordrijn-Westfalen

Volgens het Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (2013b) heeft de deelstaat Noordrijn-Westfalen een netwerk van waterwegen dat totaal ongeveer 720 kilometer bedraagt. Van deze kilometers zijn 240 kilometer die tot de Rijn behoren en 480 kilometer dat het kanalenetwerk vormt. Op deze waterwegen zijn er 23 openbare havens en 97 private. Verder zijn er in Noordrijn-Westfalen ook twee belangrijke havens op te merken (Ministerin für Bundesangelegenheiten, Europa und Medien und Bevollmächtigte des Landes beim

Bund, 2010). De eerste haven is de haven van Dortmund. Deze haven is zeer gemakkelijk te bereiken met zowel het schip, het spoor als via de autosnelwegen en is door middel van een kanaal rechtstreeks verbonden met de Rijn. Via de Rijn is Rotterdam, de grootste zeehaven van het vaste land van Europa goed bereikbaar.

De tweede haven is "Duisport", de haven van Duisburg. Deze haven is de grootste binnenhaven ter wereld. Volgens het Ministerin für Bundesangelegenheiten, Europa und Medien und Bevollmächtigte des Landes beim Bund (2010) werd in deze haven in 2009 ongeveer 80 miljoen ton goederen overgeslagen indien de private havens van de ondernemingen meegeteld worden. Deze haven heeft een participatie in de zeehaven van Antwerpen en is met een rechtstreekse spoorverbinding verbonden met Antwerpen.

Verder heeft deze haven hechte relaties, samenwerkingsovereenkomsten en partnerschappen met de volgende havens (Duisport, z.d.) die relevant kunnen zijn voor deze fictieve gevalstudie:

- Amsterdam, Nederland
- Rotterdam, Nederland
- Zeeland Seaports (Terneuzen, Vlissingen), Nederland
- Antwerpen, België
- Berlijn, Duitsland
- Essen, Duitsland
- Gelsenkirchen, Duitsland

6.3.4.3. Spoorwegen in Noordrijn-Westfalen

De deelstaat Noordrijn-Westfalen heeft het compactste netwerk aan spoorwegen van heel Duitsland. Het hele spoorwegennetwerk bedraagt ongeveer 6.500 kilometer (Ministerin für Bundesangelegenheiten, Europa und Medien und Bevollmächtigte des Landes beim Bund, 2010). De haven van Duisburg biedt ook bepaalde logistieke diensten aan via andere transportmodi. Zo liggen spoorwegverbindingen tussen Duisburg en Antwerpen en tussen Duisburg en Zeebrugge. Op deze spoorwegverbindingen rijdt momenteel vijf dagen per week een shuttle heen en weer om goederen te vervoeren tussen de steden (Duisport, z.d.).

6.3.5. Keuze van de locatie van de fabriek

De bovenstaande bespreking in verband met het intermodaal vervoer in Noordrijn-Westfalen heeft aangetoond dat Duisburg een ideale locatie is om de goederen via verschillende transportmodi te distribueren en te exporteren. De locatie van de fabriek zal in Duisburg zijn en zal benaderd worden met de volgende coördinaten (GPScoördinates.eu, 2013): (51,43441; 6,76233).

6.3.6. Distributie van de onderneming in Duitsland

De onderneming van deze fictieve gevalstudie distribueert een aanzienlijk deel van de geproduceerde liters in Duitsland zelf. Om te weten hoeveel liters dit zijn, kunnen de geëxporteerde liters van de geproduceerde liters afgetrokken worden. Dit houdt in dat de onderneming 32.173.836,82 liter in Duitsland distribueert.

Duitsland is opgedeeld in zestien deelstaten en is veel omvangrijker dan de landen waarnaar de onderneming exporteert. Dit verklaart waarom het zwaartepunt van de distributie van de geproduceerde liters binnen Duitsland zal vallen. Voor deze fictieve gevalstudie wordt aangenomen dat de onderneming enkel naar de deelstaat waarin zij zelf ligt en naar de omliggende deelstaten distribueert. De reden hiervoor is om niet alle deelstaten op te nemen in deze gevalstudie. Deze deelstaten en de provincies die niet opgenomen zijn, kunnen als marktopportunities voor in de toekomst gezien worden. Zo kan de onderneming nog groeien en uitbreiden, wat realistisch is.

Indien de bevolking wordt genomen als het aantal potentiële klanten dan zijn de meest interessante marktopportunities voor de toekomst te vinden in Baden-Württemberg en Bayern.

Bevolking Duitsland en deelstaten	Hoofdsteden	Selectie	2010
Duitsland			81.802.257
- Baden-Württemberg	Stuttgart		10.744.921
- Bayern	München		12.510.331
- Berlin	/		3.442.675
- Brandenburg	Potsdam		2.511.525
- Bremen	Bremen		661.716
- Hamburg	/		1.774.224
- Hessen	Wiesbaden	x	6.061.951
- Mecklenburg-Vorpommern	Schwerin		1.651.216
- Niedersachsen	Hannover	x	7.928.815
- Nordrhein-Westfalen	Düsseldorf	x	17.872.763
- Rheinland-Pfalz	Mainz	x	4.012.675
- Saarland	Saarbrücken	x	1.022.585
- Sachsen	Dresden		4.168.732
- Sachsen-Anhalt	Magdeburg		2.356.219
- Schleswig-Holstein	Kiel		2.832.027
- Thüringen	Erfurt		2.249.882

Tabel 12: Bevolking Duitsland en deelstaten (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)

De kans dat een gemiddelde onderneming onder zulke concurrentie in alle deelstaten kan leveren is zeer klein. Dit is ook onrealistisch aangezien de omvang van de deelstaten en de grootte van het grondgebied van Duitsland. Dit maakt de export voor de onderneming dan ook belangrijk, aangezien in de landen waarnaar geëxporteerd wordt minder concurrentie op de markt van deze sector is.

Vervolgens zullen nu de geselecteerde deelstaten in een fractie uitgedrukt worden van de totale geselecteerde bevolking. Aan de hand van deze fractie zullen de liters die in Duitsland gedistribueerd worden aan de deelstaten toegekend worden (tabel 13). Deze gevalstudie neemt aan dat deze toegekende liters aan iedere deelstaat overeenkomt met de voorspelling van vraagpatroon van de klanten in de deelstaat.

	Geselecteerde bevolking	Fractie van de selectie van een land	Te ontvangen liters
Duitsland (selectie)	38.673.013		32.173.836,82
- Hessen	6.061.951	0,16	5285707,95
- Niedersachsen	7.928.815	0,21	6913516,86
- Nordrhein-Westfalen	17.872.763	0,48	15584125,55
- Rheinland-Pfalz	4.012.675	0,11	3498845,20
- Saarland	1.022.585	0,03	891641,27

Tabel 13: Gegevens in verband met de distributie van de onderneming in Duitsland

6.3.7. Export onderneming

De onderneming van deze gevalstudie exporteert naar België, G.H. Luxemburg en Nederland. De assumptie die hierbij gemaakt wordt, is dat de te exporteren volumes van de onderneming verdeeld zullen worden onder de relevante landen op basis van de bevolking.

In tabel 14 kan de bevolking op 1 januari 2010 teruggevonden worden. In deze gevalstudie wordt bewust gekozen om het populatiecijfer van 2010 te nemen, aangezien de bedrijfsspecifieke informatie ook uit 2010 dateert.

Voor deze fictieve gevalstudie wordt aangenomen dat de onderneming klanten heeft in de hoofdstad van iedere provincie van België en Nederland. G.H. Luxemburg is opgesplitst in districten die nog eens verder opgesplitst worden in kantons. Aangezien de bevolking van het land zo laag ligt ten opzichte van een provincie van België en Nederland, zal de export van de onderneming rechtstreeks naar de hoofdstad gebeuren.

Bevolking 2010	
België	10.839.905
- Brussels Hoofdstedelijk Gewest	1.089.538
- Provincie Antwerpen	1.744.862
- Provincie Limburg	838.505
- Provincie Oost-Vlaanderen	1.432.326
- Provincie West-Vlaanderen	1.159.366
- Provincie Vlaams-Brabant	1.076.924
- Provincie Waals-Brabant	379.515
- Provincie Henegouwen	1.309.880
- Provincie Luik	1.067.685
- Provincie Luxemburg	269.023
- Provincie Namen	472.281
G.H. Luxemburg	502.066
Nederland	16.574.989
- Provincie Groningen	576.668
- Provincie Friesland	646.305
- Provincie Drenthe	490.981
- Provincie Overijssel	1.130.345
- Provincie Gelderland	1.998.936
- Provincie Flevoland	387.881
- Provincie Utrecht	1.220.910
- Provincie Noord-Holland	2.669.084
- Provincie Zuid-Holland	3.505.611
- Provincie Zeeland	381.409
- Provincie Noord-Brabant	2.444.158
- Provincie Limburg	1.122.701

Tabel 14: Bevolking op 1 januari 2010 (Europese Commissie (Eurostat), 2013a)

Het totaal van de populatie van de drie landen, namelijk de Benelux, is gelijk aan 27.916.960 inwoners. Van deze totale populatie vertegenwoordigt België ongeveer 38,83%, G.H. Luxemburg ongeveer 1,8% en Nederland ongeveer 59,37%. Vervolgens zal het aantal te exporteren liters via deze bevolkingspercentages toegekend worden aan deze landen waar de onderneming naar exporteert. De verdeling in weergegeven in tabel 15.

Export (2010)	Aantal te exporteren liters		Waarde van de te exporteren liters	
België	1.654.687,97	liter	744.907,20	euro
G.H. Luxemburg	76.639,29	liter	34.501,46	euro
Nederland	2.530.136,10	liter	1.139.016	euro

Tabel 15: Exportgegevens fictieve gevalstudie (2010)

Verder gaat deze fictieve gevalstudie uit van het feit dat de onderneming enkel klanten heeft in hoofdsteden van provincies die meer dan een miljoen inwoners bevat. Op deze manier kan deze gevalstudie een realistischer scenario opbouwen, aangezien een klant hebben in iedere hoofdstad van iedere provincie van ieder land niet realistisch is. Verder wordt op deze wijze een aantal provincies van België en Nederland geëlimineerd. Zoals eerder vermeld houdt de onderneming echter wel een klant in de hoofdstad van G.H. Luxemburg. Deze klant is een uitvalsbasis voor de naambekendheid van de onderneming en voor de aanwezigheid op de markt in dat land.

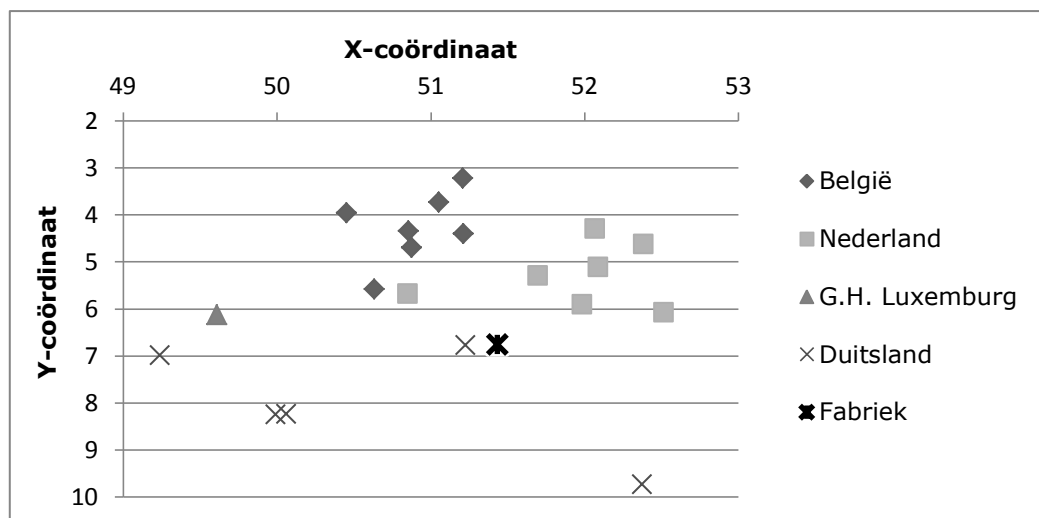
Na het toepassen van deze assumpties in de gevalstudie zal zoals bij de distributie van de liters in Duitsland ook bij de export de fractie van de bevolking van iedere provincie ten opzichte van de totale geselecteerde bevolking per land worden berekend. Door deze fractie te vermenigvuldigen met het aantal liters dan een land toegekend gekregen heeft, worden de geëxporteerde liters toegewezen aan iedere klant die zich in de hoofdstad van de geselecteerde provincies bevindt.

	Geselecteerde bevolking	Fractie van de selectie van een land	Te ontvangen liters
België (selectie)	8.880.581		1.654.687,97
- Brussels Hoofdstedelijk Gewest	1.089.538	0,12	203.009,85
- Provincie Antwerpen	1.744.862	0,20	325.114,11
- Provincie Oost-Vlaanderen	1.432.326	0,16	266.880,35
- Provincie West-Vlaanderen	1.159.366	0,13	216.020,66
- Provincie Vlaams-Brabant	1.076.924	0,12	200.659,53
- Provincie Henegouwen	1.309.880	0,15	244.065,41
- Provincie Luik	1.067.685	0,12	198.938,06
Nederland (selectie)	14.091.745		2.530.136,1
- Provincie Overijssel	1.130.345	0,08	202.950,50
- Provincie Gelderland	1.998.936	0,14	358.903,75
- Provincie Utrecht	1.220.910	0,09	219.211,21
- Provincie Noord-Holland	2.669.084	0,19	479.227,08
- Provincie Zuid-Holland	3.505.611	0,25	629.423,32
- Provincie Noord-Brabant	2.444.158	0,17	438.842,20
- Provincie Limburg	1.122.701	0,08	201.578,04
G.H. Luxemburg	502.066		76.639,29

Tabel 16: Gegevens in verband met de te exporteren liters van de onderneming

De nodige gegevens van de gevalstudie zijn nu allemaal opgesomd. In wat volgt gaan enkele scenario's uitgewerkt worden nadat de externe kosten zijn vergeleken tussen een aantal bronnen. Aan de hand van de 'center-of-gravity approach' zal de locatie van de centrale opslagplaats of gedecentraliseerde opslagplaatsen bepaald worden.

Vervolgens zullen de externe kosten van het scenario uitgedrukt worden in euro per 1000 tonkilometer. Op deze manier kan een vergelijking gemaakt worden tussen de verschillende scenario's. In figuur 8 worden de geselecteerde steden en de fabriek weergegeven aan de hand van de GPS-coördinaten die in tabel 17 terug te vinden zijn.



Figuur 8: Overzicht geselecteerde steden en de fabriek aan de hand van GPS-coördinaten (GPScoördinates.eu, 2013)

Uit figuur 8 kan opgemerkt worden dat een aantal clusters aanwezig zijn. Dit wil zeggen dat de onderneming enkele klanten kan bundelen voor een gedecentraliseerd distributiecentrum toe te wijzen aan dergelijke cluster. Verder kan dergelijke weergave een rittenplanning vergemakkelijken.

De geselecteerde steden van Nederland en België liggen relatief dicht bij elkaar. Zoals later aangehaald in het tweede scenario kan dit een reden zijn om te kiezen voor een distributiecentrum voor de export afzonderlijk van de distributie van Duitsland. G.H. Luxemburg ligt wat verder van de geselecteerde steden van België en Nederland en ligt dicht bij Saarbrücken. De hoeveelheid liters die toegekend zijn aan G.H. Luxemburg is echter laag ten opzichte van de andere klanten. Omwille van deze reden zal G.H. Luxemburg ook bij in het distributiecentrum van de export gerekend worden. Een bundeling van de goederen van G.H. Luxemburg en Saarbrücken zou mogelijk zijn, maar ook Saarbrücken heeft maar een beperkt aantal liters toegewezen gekregen. De lage volumes is de reden waarom niet voor deze optie gekozen wordt.

De geselecteerde steden van Duitsland liggen zeer ver van elkaar verspreid. Duitsland is dan ook veel groter in omvang dan de landen van de Benelux. Wel valt hier al op te merken dat Mainz en Wiesbaden zeer dicht bij elkaar in de buurt liggen waardoor een bundeling van deze goederen in de

scenario's die volgen geanalyseerd zullen worden. Voor de gevalstudie heeft de onderneming voor ieder scenario de gegevens van tabel 17.

	Hoofdsteden	GPS coördinaten		Toegekende liters
		x	y	
België				
Brussels Hoofdstedelijk Gewest	Brussel	50,85451	4,35171	203.009,85
Provincie Antwerpen	Antwerpen	51,21377	4,40552	325.114,11
Provincie Oost-Vlaanderen	Gent	51,05347	3,73038	266.880,35
Provincie West-Vlaanderen	Brugge	51,21084	3,22487	216.020,66
Provincie Vlaams-Brabant	Leuven	50,87757	4,70433	200.659,53
Provincie Henegouwen	Bergen	50,45424	3,95666	244.065,41
Provincie Luik	Luik	50,63256	5,57967	198.938,06
Nederland				
Provincie Overijssel	Zwolle	52,51677	6,08302	202.950,50
Provincie Gelderland	Arnhem	51,98556	5,90986	358.903,75
Provincie Utrecht	Utrecht	52,09179	5,11457	219.211,21
Provincie Noord-Holland	Haarlem	52,38363	4,63596	479.227,08
Provincie Zuid-Holland	Den Haag	52,07050	4,30070	629.423,32
Provincie Noord-Brabant	's-Hertogenbosch	51,69782	5,30367	438.842,20
Provincie Limburg	Maastricht	50,85121	5,68304	201.578,04
Duitsland				
Hessen	Wiesbaden	50,06308	8,24334	5.285.707,95
Niedersachsen	Hannover	52,37589	9,73201	6.913.516,86
Nordrhein-Westfalen	Düsseldorf	51,22774	6,77346	15.584.125,55
Rheinland-Pfalz	Mainz	49,99286	8,24725	3.498.845,20
Saarland	Saarbrücken	49,24016	6,99693	891.641,27
G.H. Luxemburg	Luxembourg	49,61162	6,13193	76.639,29
Fabriek	Duisburg	51,43441	6,76233	36.435.300,17

Tabel 17: GPS coördinaten (GPScoördinates.eu, 2013) van de geselecteerde plaatsen en de toegekende liters

De GPS-coördinaten zijn benaderingen van de positie van de hoofdsteden. Deze coördinaten zijn verkregen via de website GPScoördinates.eu (2013). Uit tabel 17 kan berekend worden dat een centraal distributiecentrum gemiddeld 3.036.275,01 liter per maand vanuit zijn warehouse distribueert. Bovendien zal ook een veiligheidsvoorraad aangehouden worden om aan de variabiliteit van de vraag te voldoen.

6.4. Vergelijking van externe kosten

Volgens Dings & Sevenster (2002; Dings, Sevenster, & Davidson, 2003) zijn externe kosten veroorzaakt door externe effecten die verbonden zijn aan de productie of het verbruik van goederen en diensten. Deze effecten vallen buiten de hele economische marktwerking waardoor ondernemingen deze effecten niet opnemen in beslissingen, betalen of te niet doen. Als voorbeelden geven de auteurs de volgende effecten: klimaatverandering, luchtvervuiling, geluidsoverlast, veiligheids- en gezondheidsrisico's, kosten van het gebruik van infrastructuur en ruimte. Het verminderen van deze externe effecten zal door meerdere initiatieven moeten gebeuren aangezien een directe oplossing niet gekend is (Beuthe, Degrandart, Geerts, & Jourquin, 2002). Een mogelijk initiatief is het gebruik van intermodaal vervoer om deze externe effecten te verminderen.

De exacte externe kosten per transportmodus en de factoren die opgenomen worden in de samenstelling van deze kosten is zeer verschillend wanneer een aantal bronnen vergeleken worden. Zo gebruikt iedere bron niet dezelfde factoren en/of worden deze niet op dezelfde manier gemeten. In wat verder komt, wordt cijfermateriaal aangehaald ter illustratie en om bepaalde berekeningen in deze gevalstudie te doen.

In 2004 voerde de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (= VITO) een onderzoek naar de externe kosten die veroorzaakt worden door verschillende transportmodi. Deze studie werd uitgevoerd op vraag van de Promotie Binnenvaart Vlaanderen (Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2004). In deze studie werden verschillende factoren opgenomen onder de term externe kosten. Zo ging deze studie niet alleen kijken naar de luchtverontreiniging door de uitstoot van emissies of naar de bodemverontreiniging. In totaal heeft de studie zeven factoren opgenomen onder de term externe kosten voor zowel vervoer via de vrachtwagen, de binnenvaart en het spoor. Deze factoren zijn:

- Ongelukken
- Lawaai
- Uitgestoten emissies
- Veroorzaakte congestie
- Gebruik van infrastructuur
- Ruimtebeslag
- Bodem- en watervervuiling

Verder heeft deze studie niet alleen de gegevens die VITO gevonden heeft opgenomen, maar ook een vergelijking gemaakt met cijfermateriaal dat ze via de Europese Commissie en Planco verkregen hebben. In tabel 18 kan opgemerkt worden dat alleen Planco de laatste twee opgesomde factoren opneemt in zijn analyse. Verder moet ook opgemerkt worden dat congestie voor een andere transportmodus dan de vrachtwagen als nul of verwaarloosbaar (= vw) beschouwd wordt door sommige bronnen.

Externe kosten (€ per 1000 tkm)									
Externaliteit	Vrachtwagen			Binnenschip			Trein		
	Vito	EC	Planco	Vito	EC	Planco	Vito	EC	Planco
Ongelukken	22,80	5,40	37,80	0,07	0,00	0,30	1,60	1,50	2,30
Lawaai	4,40	2,10	7,40	<0,1	0,00	0,00	2,80	3,50	12,70
Emissies	9,10	8,70	29,10	5,40	3,00	4,20	0,4-	4,30	3,50
							9,46		
Congestie	5,40	5,50	1,20	vw	vw	0,00	vw	0,20	0,00
Infrastructuur	1,90	2,50	0,00	0,70	1,00	0,00	0,20	2,90	0,00
Ruimtebeslag	-		1,30	-		0,00	-		0,40
Bodem- en watervervuiling	-		8,60	-		0,00	-		0,00
Totaal	43,50	24,10	85,40	6,20	5,00	4,50	7,10	12,30	19,00
Verskil met vrachtwagen	-	-	-	37,30	19,10	80,80	36,40	11,80	66,30
Bespaarde externe kosten door 1.000 ton 1 km niet over de weg te vervoeren				37,30	19,10	80,80	36,40	11,80	66,30

Tabel 18: Externe kostenvergelijking vrachtwagen, binnenvaart en trein (Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2004)

Een duidelijke conclusie is uit bovenstaande tabel 18 af te lezen: het vervoeren van goederen via een vrachtwagen is niet voordelig in termen van externe kosten. Indien de onderneming kiest om goederen te transporteren via de binnenvaart of via de spoorwegen zijn aanzienlijke externe kostenbesparingen op te merken in tabel 18. Daar zijn alle drie de bronnen van het cijfermateriaal het over eens.

Aangezien een verschil zit tussen de gerapporteerd gegevens van de verschillende bronnen kan het gemiddelde van de weergegeven externe kosten per transportmodus genomen worden en gebruikt worden. Het volgende wordt dan gevonden:

- Vrachtwagen: 51 €/1000 tkm = 0,051 €/tkm
- Binnenschip: 5,23 €/1000 tkm = 0,00523 €/tkm
- Trein: 12,8 €/1000 tkm = 0,0128 €/tkm

Uit deze cijfers is op te merken dat de binnenvaart het voordeligst is in termen van externe kosten om de goederen te vervoeren. In bovenstaande tabel 18 is wel op te merken dat de verschillende bronnen voor de vrachtwagen en de trein zeer uiteenlopende cijfers weergegeven. De afwijkingen zijn vooral zichtbaar voor de factoren ongelukken en lawaai. De reden hiervoor is dat een uniforme manier om de impact van alle factoren in termen van externe kosten te formuleren, niet bestaat.

De studie van het VITO (Promotie Binnenvaart Vlaanderen, 2004) concludeert dat de binnenvaart de meest duurzame transportmodus is van de drie beschouwde transportmodi. Een reden hiervoor zijn de schaalvoordelen die de binnenvaart kan bieden. De studie waarschuwt echter wel voor het verminderen van de externe baten indien niet geïnvesteerd wordt in properdere en zuinigere motoren in de toekomst.

Delhaye, De Cluster, & Maaivoet (2010) hebben onderzoek gedaan in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij naar de externe kosten van transport. In tabel 19 kunnen de totale externe milieukosten van de luchtverontreiniging en klimaatsverandering teruggevonden worden. Hier kan echter opgemerkt worden dat de binnenvaart een grotere impact heeft dan het vervoer via de spoorwegen.

Goederentransport	€/tkm	€/tkm
Bestelwagen	91,4	0,0914
Vrachtwagen	10,5	0,0105
Spoor	1,6	0,0016
Binnenvaart	4,1	0,0041

Tabel 19: Totale marginale externe milieukosten van luchtverontreiniging en klimaatsverandering (Delhaye et al., 2010)

Buiten deze eerder vermelde studies is de studie uitgevoerd door van Essen et al. (2011) zeer uitgebreid en recent. Bovendien neemt deze studie ook alle Europese landen op in de analyse en schatten de auteurs gemiddelde externe kosten per tonkilometer voor de volgende factoren:

- Accidenten
- Luchtvervuiling
- Klimaatveranderingen (hoog en laag scenario)
- Lawaai
- Up- and downstream processen (hoog en laag scenario)
- Natuur en landschap
- Biodiversiteit verliezen
- Bodem- en watervervuiling
- Stedelijke effecten

Congestie wordt in deze studie apart beschouwd, aangezien de deelnemers aan het probleem bijna niet verschillen van degene die de externe kosten van congestie moeten dragen. Up- and downstream processen bevatten volgens van Essen et al. (2011) de productie en distributie van de gebruikte brandstoffen en energie, het produceren, onderhouden en storten van voertuigen en de infrastructuur die hiervoor gebruikt wordt. Onder de factor stedelijke effecten worden de tijdverliezen van individuen beschouwd doordat ze moeten wachten aan bijvoorbeeld wegen om over te steken en de plaats die de infrastructuur van het transportnetwerk inneemt (van Essen et al., 2011).

Kostencategorieën (uitgedrukt in €/1,000 tkm)	Vrachtwagen	Trein	Binnenvaart
Accidenten	17,0	0,2	0,0
Luchtvervuiling	8,4	1,1	5,4
Klimaatveranderingen (hoog scenario)	14,9	0,9	3,6
<i>Klimaatveranderingen (laag scenario)</i>	<i>2,6</i>	<i>0,2</i>	<i>0,6</i>
Lawaai	2,5	1,0	0,0
Up- and downstream (hoog scenario)	4,7	4,2	1,3
<i>Up- and downstream (laag scenario)</i>	<i>2,7</i>	<i>2,4</i>	<i>0,8</i>
Natuur en landschap	0,7	0,0	0,4
Biodiversiteit verliezen	0,5	0,0	0,5
Bodem- en waterverontreiniging	1,0	0,4	0,0
Stedelijke effecten	0,9	0,1	0,0
Totaal (hoog scenario)	50,5	7,9	11,2
<i>Totaal (laag scenario)</i>	<i>36,1</i>	<i>5,3</i>	<i>7,7</i>

Tabel 20: Externe kosten van goederentransport per transportmodus (van Essen et al., 2011)

In tabel 20 kan opgemerkt worden dat de spoorwegen een lagere externe kost hebben dan de binnenvaart. Een deel hiervan is te wijten aan de inzet van elektrisch aangedreven treinen om goederen te vervoeren. Omdat deze studie door de auteurs van Essen et al. (2011) het meest recent is en meerdere aspecten meeneemt in de analyse dan de vorige vermelde studies zullen deze gegevens gebruikt worden in het berekenen van de externe kosten verbonden met ieder scenario.

In bijlage 1 kan de onderverdeling van de trein en de vrachtwagen teruggevonden worden. Bij het treinvervoer zijn twee categorieën op te merken namelijk de elektrische trein en een trein die rijdt op diesel. Het transport van goederen via de weg wordt onderverdeeld in HDV (= heavy duty vehicles = vrachtwagen boven 3,5 ton brutogewicht) en LDV (= light duty vehicles = vrachtwagen tot 3,5 ton brutogewicht).

Verder moet ook wel rekening gehouden worden met het financiële aspect van deze transportbeslissingen. Zo is het niet altijd financieel haalbaar om goederen te vervoeren via de waterwegen indien de te vervoeren hoeveelheid goederen niet hoog genoeg ligt of de af te leggen afstand te kort is. Een onderneming moet rekening houden met wat de kritische drempelafstand of break-even afstand wordt genoemd.

Volgens de Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Transport (1994, in Macharis & Verbeke, 2004; in Vlaamse Milieumaatschappij, 2010) kunnen de break-even afstanden teruggevonden worden in figuur 9.

Break-even afstand (km)	spoor	binnenvaart	short sea shipping
Maritieme containers	200	100	500
Continentalen containers	400	250	650

Figuur 9: Break-even afstanden voor het spoor, de binnenvaart en short sea shipping (Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate-General of Transport, 1994, in Macharis & Verbeke, 2004)

Aan de hand van deze afstanden kan later in de opgezette scenario's voor deze gevalstudie nagegaan worden of het winstgevend is om gebruik te maken van andere transportmodi. Indien het in een scenario mogelijk is, dan zal gekeken worden naar de mogelijkheden om intermodaal vervoer te gebruiken. Zo moet ook gekeken worden naar de infrastructuur van het netwerk waarover een bepaalde transportmodus kan beschikken. Indien geen waterweg gevonden kan worden of de waterweg niet voldoende diep is om twee punten te verbinden dan valt de mogelijkheid om goederen via de binnenvaart te vervoeren weg.

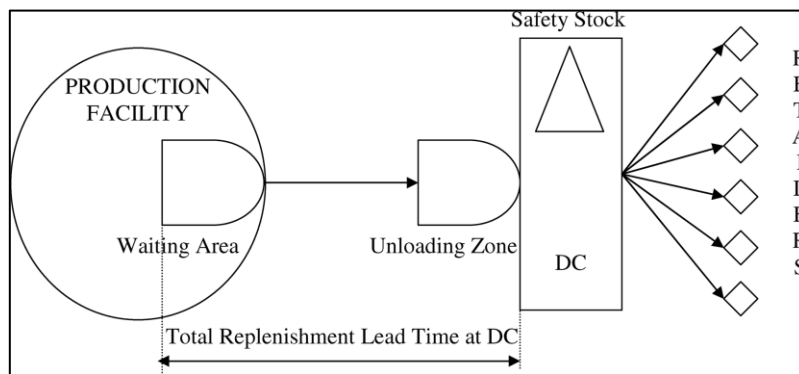
Verder vermeldt Vlaamse Milieumaatschappij (2010) dat de overslag van goederen in een container naar een binnenvaartschip 30% hoger ligt dan dezelfde overslag naar een oplegger of een wagon. Bij het gebruik van intermodaal vervoer is het dan ook vooral de overslagkost die doorweegt ten opzichte van de totale kosten verbonden met het vervoer van de goederen. Hoe groter het volume van goederen is dat een terminal moet overslaan, hoe lager de gemiddelde vaste kost per eenheid (Macharis & Verbeke, 2004).

Het doel van de volgende vijf gecreëerde scenario's is uit te zoeken welk scenario het minst impact heeft op het milieu in termen van externe kosten. De onderneming van deze gevalstudie vindt het duurzame imago zeer belangrijk en wil dit in deze strategische beslissing tot uiting laten komen. Verder wil de onderneming het aantal distributiecentra zo laag mogelijk houden na een kosten/batenanalyse met bedrijfsspecifieke data. Aan de andere zijde wil de onderneming ook de klantenservice hoog houden.

Hoofdstuk 7: Scenario's gevalstudie

7.1. Scenario 1: Gecentraliseerd distributiesysteem

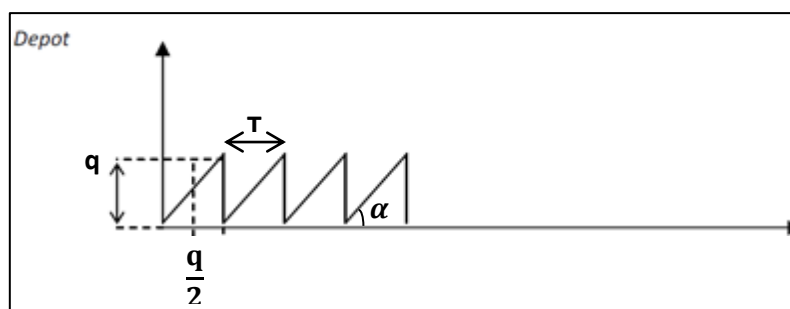
In een eerste scenario kiest de onderneming strategisch voor een streng gecentraliseerd distributiesysteem en zal dus alle klanten van de onderneming bedienen vanuit één en enkel één centrale opslagplaats. Dit scenario kan geschetst worden aan de hand van figuur 10 (Sourirajan, Ozsen, & Uzsoy, 2007) die het aanvullingspatroon van het distributiecentrum (= DC) weergeeft en de levertijd die daarmee verbonden is.



Figuur 10: Aanvullingsproces van de voorraad van een distributiecentrum (Sourirajan et al., 2007)

In figuur 10 is te zien hoe de goederen tijdelijk opgeslagen worden in de fabriek totdat ze een bepaalde hoeveelheid bereikt hebben. Indien die bepaalde hoeveelheid behaald wordt, dan zullen deze goederen worden getransporteerd naar het centraal distributiecentrum. Dit voorraadpeil kan simplistisch voorgesteld worden door een 'saw tooth' functie in figuur 11 (Beullens, 2009). In figuur 11 staan de symbolen toegespitst op de situatie van de gevalstudie voor het volgende:

- q = de hoeveelheid die wordt opgeslagen in de fabriek.
- $q/2$ = de gemiddelde voorraad die wordt aangehouden in de fabriek.
- α = het productietempo dat aangeeft hoe snel de goederen afgewerkt zijn en opgeslagen kunnen worden.
- T = de cyclustijd is de tijd tussen de leveringen aan het centraal distributiesysteem.



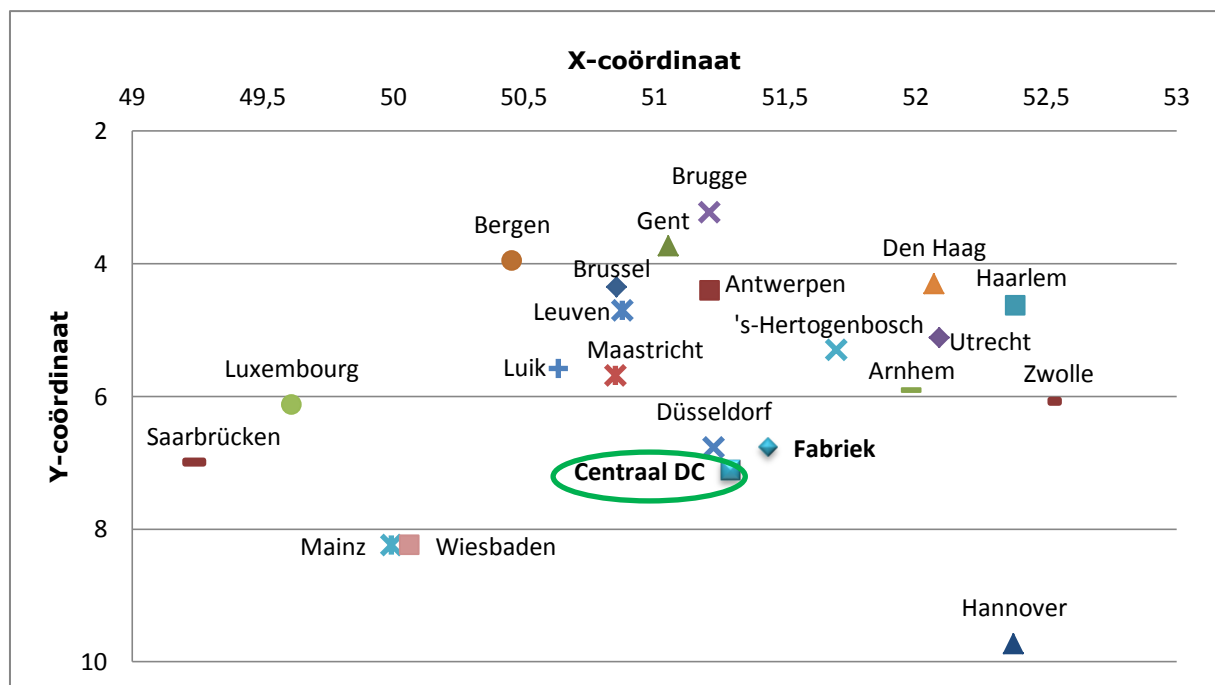
Figuur 11: Tijdelijke voorraad in fabriek (Beullens, 2009)

In het distributiecentrum worden de goederen uitgeladen en opgeslagen. Vanuit dit centraal distributiecentrum zal de distributie naar de klanten en de export gebeuren. Aangezien de onderneming van deze gevalstudie milieubewust is in zijn bedrijfsvoering, zal q gelijk zijn aan de hoeveelheid waarmee een vrachtwagen volledig gevuld is. De nadruk ligt dus op het bundelen van de goederen tot een volledige vrachtwagen kan uitrijden naar het centraal distributiecentrum. De onderneming kiest dus om, volgens Woxenius (2007), een directe link aan te leggen tussen de fabriek en de centrale opslagplaats.

Aan de hand van de 'center-of-gravity approach' en de reeds vermelde coördinaten in tabel 17 kan de locatie bepaald worden van het centrale distributiesysteem. De coördinaten hiervan worden bepaald via de formules:

$$X_{DC} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i * l_i)}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad \text{en} \quad Y_{DC} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i * l_i)}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

Voor alle $i = 1, \dots, n$ waarbij n het aantal klanten is plus de fabriek. ' l_i ' staat voor het aantal toegekende liters aan klant i . Dan wordt de locatie van de centrale opslagplaats door het gebruik van tabel 17 bepaald door de volgende coördinaten: $X_{DC} = 51,2898$ en $Y_{DC} = 7,1122$. Dit wordt grafisch weergegeven in figuur 12.



Figuur 12: Grafische weergave locatie centraal distributiecentrum scenario 1

7.1.1. Externe kosten scenario 1

Om de externe kosten van dit scenario na te gaan, moeten de afgelegde kilometers van de klanten tot aan het centraal distributiecentrum en de afstand van de fabriek tot aan het distributiecentrum gekend zijn. Deze afstanden kunnen gevonden worden door de steden in te geven in Google Maps (2013) en zijn weergegeven in bijlage twee. De onderneming zal iedere keer weer kiezen voor het minimum van de af te leggen kilometers, indien dit mogelijk is.

In de onderstaande berekeningen wordt weergegeven wat de externe kosten (van Enne et al., 2011) bedragen indien het traject van de fabriek naar het centrale distributiecentrum en van daar naar de klanten eenmalig wordt afgelegd zonder retour met de jaarlijkse toegekende liters.

$$\text{Externe kosten per verbinding} = \text{externe kosten per tonkilometer van de gekozen transportmodus (in €/tkm)} * \text{hoeveelheid goederen te transporteren over de verbinding (in ton)} * \text{aantal af te leggen kilometers (in km)}$$

Vervolgens worden de externe kosten van alle verbindingen gesommeerd om de totale externe kosten van een scenario te verkrijgen. De berekeningen in de scenario's zullen vaak in tkm * €/tkm weergegeven worden in plaats van een opsplitsing in ton * km * €/tkm. De reden hiervoor is dat niet alle goederen alle kilometers afleggen en een weergave van de externe kosten van iedere verbinding afzonderlijk niet noodzakelijk is. De tonkilometers kunnen bekomen worden door de hoeveelheden (tabel 17) per verbinding te vermenigvuldigen met de respectievelijke afstand per verbinding zoals deze per scenario in de bijlagen terug te vinden zijn.

In het geval van het **hoge scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor dit scenario:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0505 \text{ €/tkm} * 7.060.801,18 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 356.570,46$$

De externe kosten van dit scenario zijn € 356.570,46 voor één jaar. Dit komt overeen met 29.714,21 €/maand. Dit zijn significante kosten die niet gedragen wordt door de onderneming, maar door de maatschappij als geheel.

In het geval van het **lage scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor dit scenario:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0361 \text{ €/tkm} * 7.060.801,18 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 254.894,92$$

Dit is gelijk aan 21.241,24 €/maand wat al een stuk lager ligt dan in het hoge scenario, maar toch een aanzienlijke kost blijft.

Vaak worden de totale logistieke kosten berekend om een beeld te schetsen over het scenario. Deze totale logistieke kosten zijn opgebouwd uit een aantal elementen. Een van deze elementen zijn de kosten van de veiligheidsvoorraad die een onderneming aanhoudt. Merk op dat de onderneming een veiligheidsvoorraad aanlegt in het distributiecentrum. Dit wordt op figuur 10

grafisch weergegeven door een driehoek in het DC. Deze veiligheidsvoorraad dient om de variabiliteit in het vraagpatroon van de klanten op te vangen.

Om de totale logistieke kosten te berekenen van een bepaalde onderneming zijn vier elementen op te nemen volgens Blauwens et al. (2002, in Vernimmen, Bleuzé, Dullaert, Willemé, & Witlox, 2005). Deze elementen zijn:

- De transportkosten die specifiek zijn per transportmodus;
- De kosten van de cyclische voorraad. Deze voorraad is de voorraad die de onderneming binnen een cyclus T (figuur 11, Beullens, 2009) aanhoudt van het moment dat geleverd wordt totdat deze bijna helemaal op is.
- De kosten van de in-transit voorraad;
- De kosten van de veiligheidsvoorraad.

Net zoals in zovele andere modellen wordt ook hier geen melding gemaakt van externe kosten of worden deze niet opgenomen in het formuleren van het begrip totale logistieke kosten. De totale logistieke kosten (= TLC) volgens Blauwens et al. (2002, in Vernimmen et al., 2005) worden geformuleerd als volgt:

$$TLC = TC + \left(\frac{1}{R} * \frac{Q}{2} * v * h\right) + \left(L * v * \frac{h}{365}\right) + \left(\frac{1}{R} * v * h * K * \sqrt{(L * d) + (D^2 * I)}\right)$$

Deze symbolen stellen de volgende vergelijking in woorden voor:

$$TLC = \text{transportkosten} + (\text{cyclische voorraadkosten}) + (\text{in – transit voorraadkosten}) + (\text{veiligheidsvoorraadkosten})$$

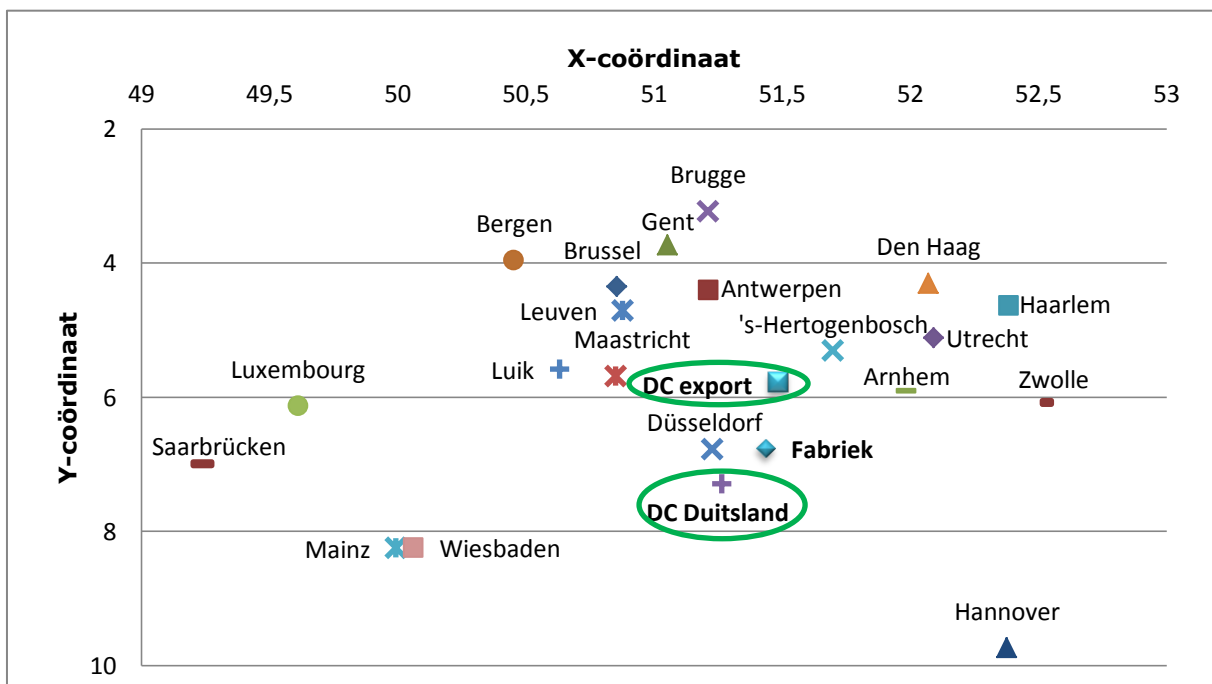
Met:

- TC = transportkosten van de transportmodus (in euro)
- R = het jaarlijkse te vervoeren volume (in ton)
- Q = de laadcapaciteit (in ton)
- v = de waarde van de goederen (in euro/ton)
- h = opslagkosten (in % per jaar)
- L = gemiddelde levertijd (in dagen)
- K = veiligheidsfactor
- d = variantie van de dagelijkse vraag (in ton²)
- D = gemiddelde dagelijkse vraag (in ton)
- I = variantie van de levertijd (in dagen²)

De opgenomen kosten hebben vooral te maken met de voorraad- en transportkosten. De externe kosten worden niet in de formule opgenomen. Dit zou onder andere kunnen gebeuren door deze op te nemen onder de factor transportkosten of door een extra term toe te voegen. Indien dit niet gebeurt, geeft de berekening van de totale logistieke kosten aan de hand van bovenstaande vergelijking een vertekend beeld van de werkelijke situatie.

7.2. Scenario 2: Distributiecentrum voor de distributie in Duitsland en een distributiecentrum voor de export

Voor scenario twee kiest de fictieve onderneming om af te stappen van een streng gecentraliseerd distributiesysteem. In de plaats gaat de onderneming twee distributiecentra opzetten. Een distributiecentrum zal zorgen voor de distributie in Duitsland en de andere voor de export naar de Benelux. Deze distributiecentra zijn aangegeven met groene cirkels in figuur 13. De keuze voor een tweede distributiecentrum kan verantwoord worden door de geografische spreiding van de klanten. Bovendien kan deze opsplitsing een vermindering van het aantal af te leggen kilometers betekenen. In deze situatie kan de onderneming nog altijd de term gecentraliseerde distributiecentra gebruiken, aangezien de distributiecentra niet leveren aan andere centra die vervolgens de goederen verdelen aan de klanten. In andere woorden is de distributie niet opgedeeld in niveaus zoals in een gedecentraliseerd distributiesysteem.



Figuur 13: Grafische weergave locatie distributiecentra scenario 2

In figuur 13 is het duidelijk dat de locaties van de distributiecentra niet ver gelegen zijn van de fabriek. De reden hiervoor is dat de fabriek zelf de som van de vraag van de klanten vervoert naar het respectievelijke distributiecentrum en dus een deel van het zwaartepunt van de te transporteren goederen naar zich toetrekt. De coördinaten van de distributiecentra van dit scenario zijn terug te vinden in tabel 21. De locatie van DC export ligt in Nederland en dus niet meer in Duitsland.

Coördinaten	X_{DC}	Y_{DC}
DC export	51,4843	5,7719
DC Duitsland	51,2641	7,2897

Tabel 21: Coördinaten scenario 2

7.2.1. Externe kosten scenario 2

In wat volgt zullen de externe kosten verbonden met de weg van de fabriek naar het respectievelijke distributiecentrum en naar iedere klant berekend worden voor de jaarlijkse toegekende goederen zonder retour. In bijlage drie kunnen de individuele afstanden teruggevonden worden. In dit scenario zijn het totaal aantal af te leggen afstanden minder dan in scenario een. Over de klantenservice kan geen uitspraak gedaan worden, aangezien de afstanden af te leggen zijn in een dag in beide scenario's. Het enige verschil is dat de vrachtwagen in scenario twee sneller bij de klanten geraakt dan in scenario een. De waarde hiervan voor de klant zal onderzocht moeten worden door de onderneming voordat een concrete keuze voor een bepaald scenario gemaakt wordt. In het geval van het **hoge scenario** in tabel 20 komen de externe kosten overeen voor **DC Duitsland** met:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx 0,0505 \text{ €/tkm} * 938.014,39 \text{ tkm} \\ &\approx \text{€ } 47.369,73 \end{aligned}$$

In het geval van het **hoge scenario** in tabel 20 komen de externe kosten overeen voor **DC export** met:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx 0,0505 \text{ €/tkm} * 7.026.985,92 \text{ tkm} \\ &\approx \text{€ } 354.862,79 \end{aligned}$$

In totaliteit leidt dit tot een aanzienlijk bedrag aan externe kosten voor dit hoge scenario, namelijk € 402.232,52 om de goederen die op jaarbasis gevraagd worden aan de onderneming in eenmaal naar de juiste klanten te vervoeren zonder retour. Terwijl in dit scenario het totaal aantal af te leggen kilometers lager liggen dan deze in scenario een, liggen de externe kosten toch hoger. Dit komt doordat de afgelegde tonkilometers hoger zijn in dit scenario dan in scenario een. In het geval van het **lage scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC Duitsland**:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx 0,0361 \text{ €/tkm} * 938.014,39 \text{ tkm} \\ &\approx \text{€ } 33.862,32 \end{aligned}$$

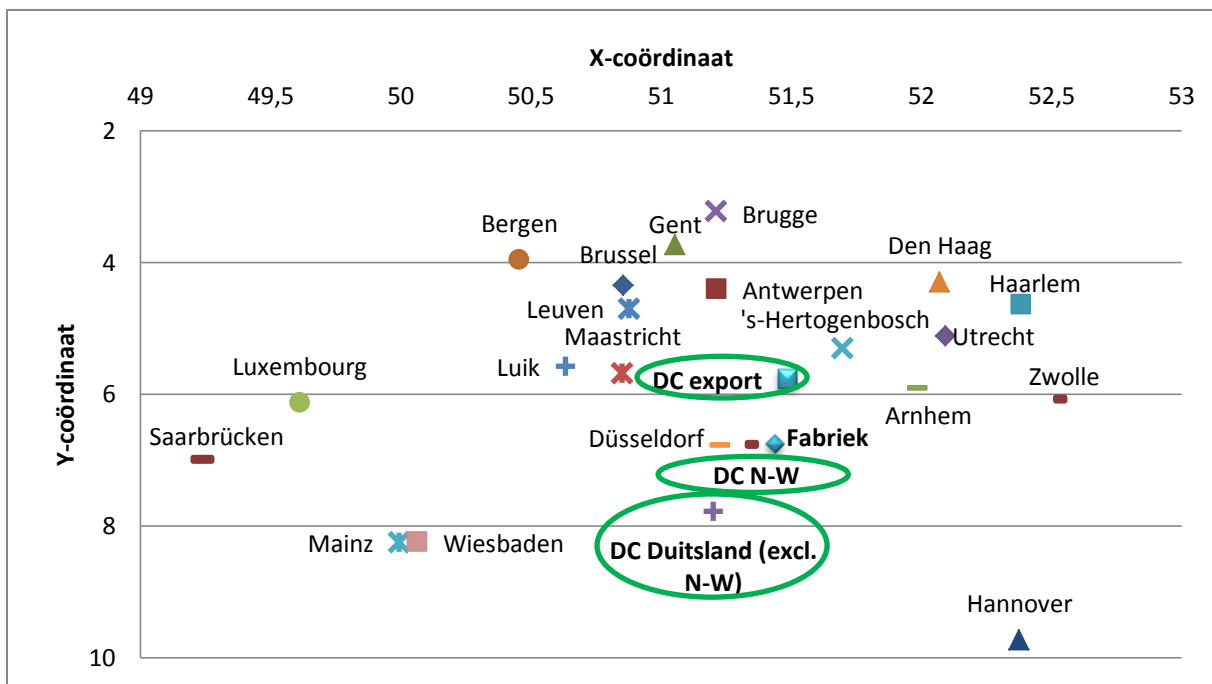
In het geval van het **lage scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC export**:

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx 0,0361 \text{ €/tkm} * 7.026.985,92 \text{ tkm} \\ &\approx \text{€ } 253.674,19 \end{aligned}$$

➔ Totale externe kosten (laag scenario) = € 287.536,51

7.3. Scenario 3: Een distributiecentrum voor de export en twee distributiecentra voor de distributie in Duitsland

Voor het derde scenario overweegt de onderneming om een distributiesysteem op te zetten met drie distributiecentra. Een distributiecentrum zal zoals in het tweede scenario zorgen voor de export naar de Benelux. Een tweede DC zal voor de distributie in Noordrijn-Westfalen (weergegeven met N-W in figuur 15) zorgen, aangezien deze deelstaat van Duitsland de eindbestemming is van een aanzienlijk deel van de geproduceerde liters. Een derde DC zorgt voor de distributie van de goederen naar de andere deelstaten van Duitsland waar de onderneming aan levert. Dit zorgt voor de grafische voorstelling in figuur 15.



Figuur 14: Grafische weergave locatie distributiecentra scenario 3

In figuur 14 is op te merken dat het DC export op dezelfde locatie als in scenario twee ligt. Het weglaten van Noordrijn-Westfalen in de bepaling van de locatie van het DC Duitsland (excl. N-W) zorgt ervoor dat het distributiecentrum verder in Duitsland gelegen is. Dit komt doordat Noordrijn-Westfalen een aanzienlijk aantal liters van de onderneming afneemt en dus een zwaartepunt is. Het distributiecentrum van Noordrijn-Westfalen (= DC N-W) ligt in het midden tussen de fabriek en Düsseldorf zoals te voorspellen viel.

In tabel 22 worden de coördinaten van de drie distributiecentra weergegeven. Zoals in scenario twee is het distributiecentrum van de export gelegen in Nederland. Het distributiecentrum van Duitsland is nog altijd gelegen in de deelstaat Noordrijn-Westfalen door het zwaartepunt van de fabriek.

Coördinaten	X _{dc}	Y _{dc}
DC Duitsland (excl. N-W)	51,2011	7,7799
DC N-W	51,3311	6,7679
DC export	51,4843	5,7719

Tabel 22: Coördinaten scenario 3

7.3.1. Externe kosten scenario 3

Ook voor scenario drie zullen eerst de afgelegde kilometers berekend worden zoals in de vorige scenario's. Vervolgens zullen de aantal tonkilometers per distributiecentrum berekend worden en de externe kosten per DC uitgerekend worden. In het geval van het **hoge scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC Duitsland (excl. N-W)**:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0505 \text{ €/tkm} * 5.576.684,86 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 281.622,59$$

In het geval van het **hoge scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC N-W**:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0505 \text{ €/tkm} * 455.056,47 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 22.980,35$$

In het geval van het **hoge scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC export**:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0505 \text{ €/tkm} * 939.593,57 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 47.449,48$$

→ Totale externe kosten (hoog scenario) = € 352.052,42

In het geval van het **lage scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC Duitsland (excl. N-W)**:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0361 \text{ €/tkm} * 5.576.684,86 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 201.318,32$$

In het geval van het **lage scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC N-W**:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0361 \text{ €/tkm} * 455.056,47 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 16.427,54$$

In het geval van het **lage scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten voor **DC export**:

$$\Rightarrow \text{Totale externe kosten} \approx 0,0361 \text{ €/tkm} * 939.593,57 \text{ tkm} \\ \approx \text{€ } 33.919,33$$

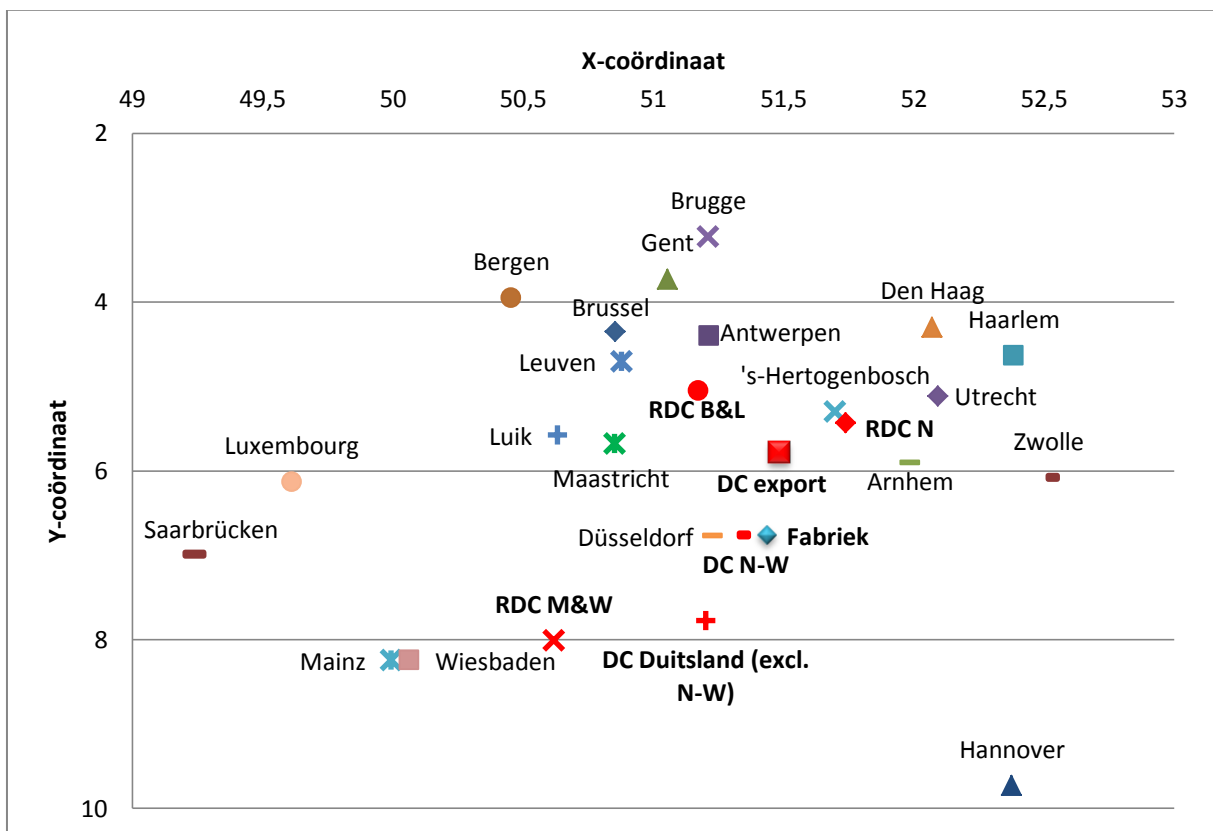
→ Totale externe kosten (laag scenario) = € 251.665,19

7.4. Scenario 4: Gedecentraliseerd distributiesysteem

In dit scenario kiest de onderneming voor een gedecentraliseerd distributiesysteem. Voor de distributie van goederen in Duitsland zal de onderneming kiezen om een netwerk van distributiecentra op te zetten. Düsseldorf zal bediend worden door een eigen distributiecentrum (= DC N-W), aangezien de te leveren goederen aanzienlijk zijn. De rest van de distributie in Duitsland zal gebeuren vanuit een tweede distributiecentrum (= DC Duitsland (excl. N-W)) zoals in scenario drie. Dit tweede distributiecentrum levert rechtstreeks aan Hannover, Saarbrücken en aan een regionaal DC (= RDC M&W). Dit regionale DC zal op zijn beurt aan de klanten in Wiesbaden en Mainz leveren.

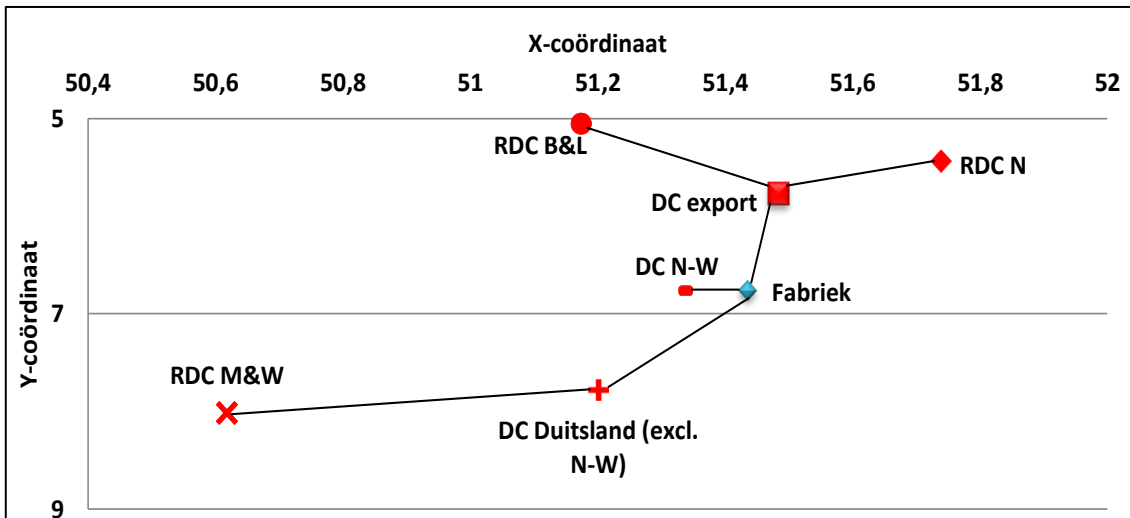
De export wordt ook in niveaus opgebroken. Het distributiecentrum van de export (= DC export) zal aan twee regionale distributiecentra leveren, namelijk een dat België en G.H. Luxemburg bedient (= RDC B&L) en een dat Nederland bedient (= RDC N).

De distributiecentra van scenario drie zullen dus niet van locatie veranderen. De onderneming kiest enkel om de distributie op te splitsen in meerdere niveaus om de klantenservice te verhogen. Deze distributiecentra zijn weergegeven in onderstaande figuur 15 met een rode aanduiding.



Figuur 15: Locaties gedecentraliseerde distributiecentra scenario 4

Deze weergave wordt wel zeer druk indien zowel de klanten als de distributiecentra en de fabriek worden weergegeven. Ter verduidelijking zijn in figuur 16 enkel de distributiecentra en de fabriek terug te vinden.



Figuur 16: Verduidelijkende weergave scenario 4

In figuur 16 moet opgemerkt worden dat de RDC's rechtstreeks aan de klanten leveren en dat DC export enkel aan RDC B&L en RDC N levert. DC N-W levert enkel aan Düsseldorf. DC Duitsland (excl. N-W) levert aan RDC M&W, Hannover en Saarbrücken. Niet alle verbindingen met de klanten zijn dus weergegeven. De coördinaten van deze DC's kunnen in tabel 23 teruggevonden worden. Het aantal af te leggen kilometers kan teruggevonden worden in bijlage vijf.

Coördinaten	X_{dc}	Y_{dc}
DC Duitsland (excl. N-W)	51,2011	7,7799
RDC M&W	50,6181	8,0124
DC N-W	51,3311	6,7679
DC export	51,4843	5,7719
RDC B&L	51,1736	5,0512
RDC N	51,7390	5,4310

Tabel 23: Coördinaten scenario 4

7.4.1. Externe kosten scenario 4

Voor scenario vier heeft de onderneming meerdere kleine afstanden die afgelegd moeten worden. **DC Duitsland (excl. N-W)** heeft de volgende opdeling:

- ⇒ Totale externe kosten \approx kosten van goederen van de fabriek naar het DC
 - + kosten van goederen van DC naar Hannover
 - + kosten van goederen van DC naar Saarbrücken
 - + kosten van goederen van DC naar RDC M&W
 - + kosten van goederen van RDC M&W naar Mainz
 - + kosten van goederen van RDC M&W naar Wiesbaden

$$\begin{aligned}
\Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx ((1.841.457,95 \text{ tkm}) + (1.769.860,32 \text{ tkm}) \\
&+ (312.966,09 \text{ tkm}) + (931.162,63 \text{ tkm}) \\
&+ (301.950,34 \text{ tkm}) + (463.028,02 \text{ tkm})) * 0,0505 \text{ €/tkm} \\
&\approx \text{€ } 283.831,48
\end{aligned}$$

De externe kosten voor het DC Duitsland (excl. N-W) zijn berekend aan de hand van het hoge scenario (tabel 20). Voor het lage scenario wordt dit: € 202.897,37 wat toch wel een groot verschil oplevert met het hoge scenario. **DC N-W** levert enkel aan Düsseldorf waardoor de berekening eenvoudiger wordt dan voor de andere distributiecentra:

$$\begin{aligned}
\Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx \text{kosten van goederen van de fabriek naar het DC N-W} \\
&+ \text{kosten van goederen van DC N-W naar Düsseldorf} \\
\Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx ((213.502,52 \text{ tkm}) + (244.670,77 \text{ tkm})) * 0,0505 \text{ €/tkm} \\
&\approx \text{€ } 23.137,75
\end{aligned}$$

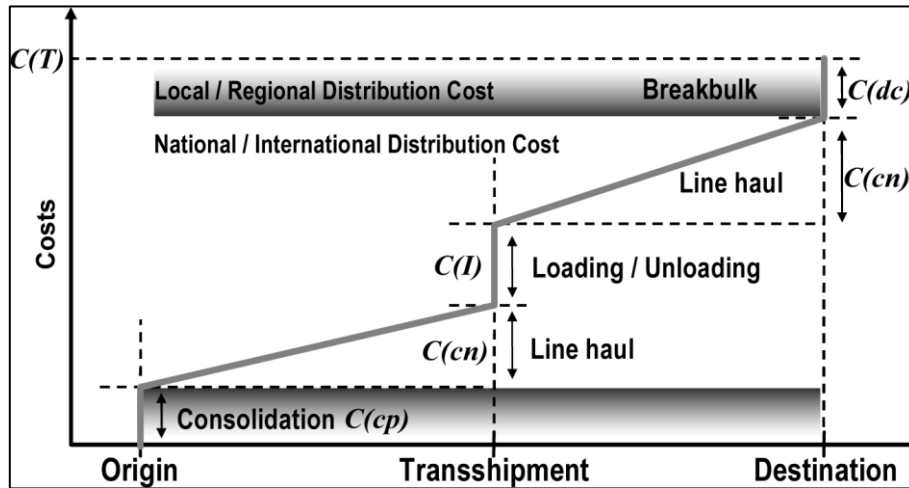
DC export levert aan twee regionale distributiecentra. Een opsplitsing van de af te leggen afstanden geeft dan de volgende opdeling:

$$\begin{aligned}
\Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx \text{kosten van goederen van de fabriek naar het DC export} \\
&+ \text{kosten van goederen van DC export naar RDC B\&L} \\
&+ \text{kosten van goederen van RDC B\&L naar klanten} \\
&+ \text{kosten van goederen van DC export naar RDC N} \\
&+ \text{kosten van goederen van RDC N naar klanten} \\
\Rightarrow \text{Totale externe kosten} &\approx ((349.866,14 \text{ tkm}) + (141.449,44 \text{ tkm}) \\
&+ (171.085,01 \text{ tkm}) + (133.591,19 \text{ tkm}) \\
&+ (218.205,70 \text{ tkm})) * 0,0505 \text{ €/tkm} \\
&\approx \text{€ } 51.216,97
\end{aligned}$$

In totaal voor alle distributiecentra en regionale distributiecentra zijn de externe kosten gelijk aan € 358.186,20. Dit komt overeen met 29.848,85 €/maand. Voor het lage scenario kunnen deze kosten ook weer berekend worden. Dit is dan gelijk aan € 256.049,94.

7.5. Scenario 5: Gecentraliseerd distributiesysteem met intermodaal vervoer

In scenario vijf gaat de onderneming van deze fictieve gevalstudie de mogelijkheid om intermodaal vervoer te gebruiken na. Aangezien de onderneming bij de plaatsing van de fabriek al rekening heeft gehouden met de mogelijkheid tot intermodaal vervoer, gaat dit nu gebeuren voor een connectie tussen een gecentraliseerd distributiesysteem en de klanten. In scenario vijf zal verder gebouwd worden op scenario een. De situatie met het intermodaal vervoer kan grafisch voorgesteld worden zoals figuur 17.



Figuur 17: Kosten in verband met intermodaal vervoer (Kumar, 2008)

In figuur 17 (Kumar, 2008) wordt eerst consolidatie als factor opgenomen voor de totale kosten. In deze gevalstudie en voor dit scenario deze consolidatie vergeleken worden met de goederen die in de fabriek als voorraad aangehouden worden tot deze gebundeld naar het centraal distributiecentrum vervoerd kunnen worden met een volle vrachtwagen. Dit transport is voorgesteld met de term 'line haul' in figuur 17.

In het distributiecentrum zullen de goederen vervolgens uitgeladen worden en in voorraad opgenomen worden. Vanuit dit centraal distributiecentrum worden de goederen via een andere transportmodus (tweede 'line haul') dan verzonden naar een haven of station waar de goederen vervolgens naar de klanten kunnen worden getransporteerd over de weg.

Of het gebruik van andere transportmodus dan een vrachtwagen financieel haalbaar is, zal voor vele ondernemingen de kern van de zaak zijn. Zoals eerder aangehaald is en weergegeven is figuur 9 zijn de break-even afstanden belangrijk in het bepalen of het gebruik van een bepaalde transportmodus financieel voordelig is.

Figuur 9 geeft echter data weer die verouderd is, aangezien de technische ontwikkelingen en prijzen van bijvoorbeeld olie sinds 2004 vele veranderingen hebben veroorzaakt. De onderneming neemt deze data echter in consideratie om in dit scenario vooral naar de binnenvaart te kijken als alternatief van de goederen die geëxporteerd worden. In wat volgt zal gekeken worden naar de haalbaarheid in termen van externe kosten in plaats van in financiële bedragen.

De onderneming heeft door zijn ideale ligging aan de Rijn veel mogelijkheden om de binnenvaart te gebruiken. Mainz en Wiesbaden zijn te bereiken door de Rijn verder het binnenland in te volgen. Verder is Antwerpen perfect te bereiken door de Rijn in de andere richting te volgen dan voor Mainz en Wiesbaden te bereiken. Volgens Blauwens, d' Haens en Van Breedam (2004) bedraagt de afstand van Duisburg tot Antwerpen 285 kilometer via de binnenvaart. Dit is een grotere afstand dan af te leggen is over de weg met een vrachtwagen. De vraag die gesteld kan worden is of het intermodaal vervoer werkelijk minder externe kosten met zich mee zal brengen dan wanneer de onderneming unimodaal vervoer zou gebruiken.

Macharis en Van Mierlo (2006, in Braekers, Janssens, & Caris, 2009) stellen een model voor dat de kan uitwijzen welke wijze (intermodaal of unimodaal) het meest milieuvriendelijk is. Hiervoor gebruiken ze de volgende vergelijking:

$$A * MH + B * PPH \leq B * URT \quad (1)$$

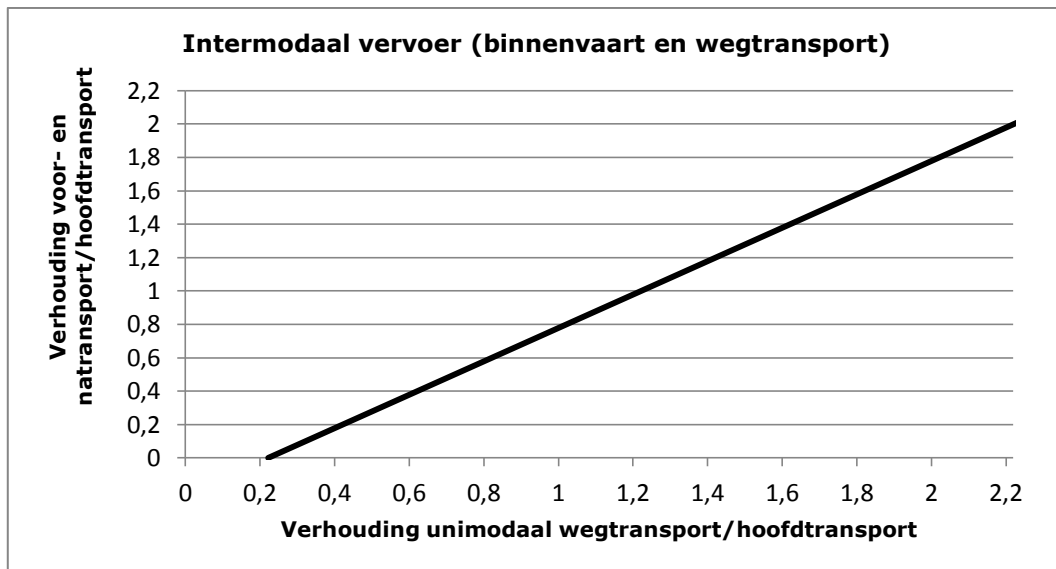
De bovenstaande symbolen stellen de volgende begrippen voor:

- A = de externe kosten per tonkilometer voor de 'main haulage', wat de grootste lengte van het af te leggen traject voorstelt (euro/tkm);
 - In de twee voorgestelde verbindingen die volgen, gaat iedere keer gebruik gemaakt worden van de binnenvaart om de goederen op een duurzamere wijze te vervoeren.
- MH = de 'main haulage' of hoofdvervoer in kilometer;
- B = de externe kosten per tonkilometer voor het vervoer van de goederen via de weg (euro/tkm);
- PPH = de totale afstand van het voor- en navervoer van de goederen in kilometer;
 - In deze gevalstudie zal het voorvervoer het transport tussen de fabriek van de onderneming en het centraal distributiecentrum vormen.
 - Het navervoer zal door de distributie van het eindpunt van het traject van de binnenvaart tot aan de klanten gevormd worden.
- URT = de afstand van het unimodale wegvervoer van de goederen in kilometer.
 - Deze afstand komt overeen met de afstanden die berekend zijn voor scenario een.

Bovenstaande vergelijking (1) kan ook herschreven worden tot:

$$\frac{PPH}{MH} \leq \frac{URT}{MH} - \frac{A}{B} \quad (2)$$

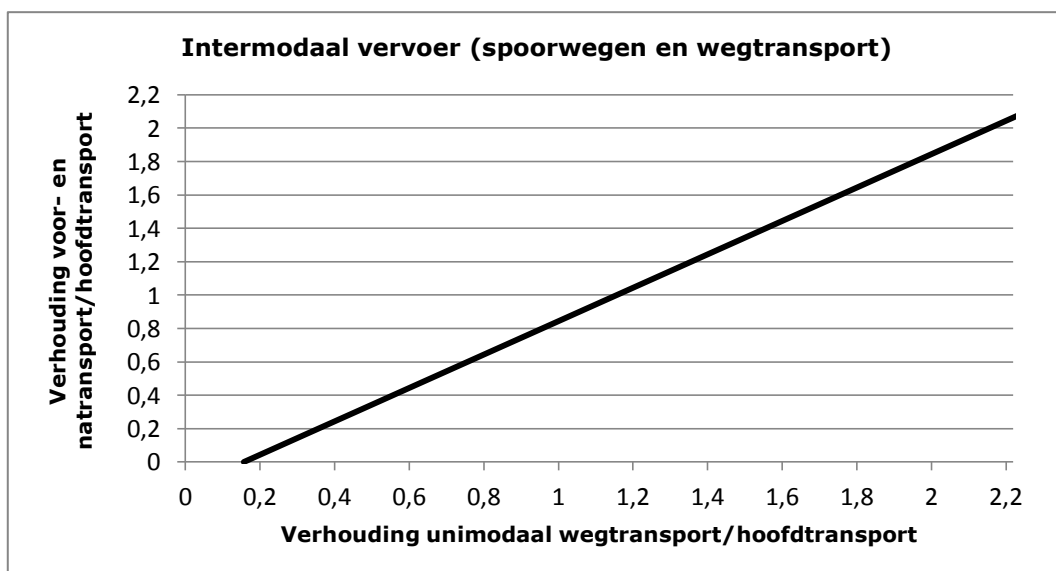
Aan de hand van deze vergelijking (2) kan onderstaande figuur 18 opgesteld worden met de rechterzijde van de vergelijking de x-waarde en de linkerzijde de y-waarde. De enige waarden die ingevuld zijn in de vergelijking zijn de externe kosten A (= 0,0112 €/tkm voor de binnenvaart) en B (= 0,0505 €/tkm voor het wegtransport) waarvan de waarden terug te vinden zijn in tabel 20.



Figuur 18: Haalbaarheid intermodaal vervoer (binnenvaart en wegtransport)

Figuur 18 geeft aan in welke regio van de grafiek intermodaal vervoer verkiesbaar is ten opzichte van unimodaal wegtransport. Het gebied onder de rechte in de grafiek geeft de regio aan waarin het voordelig is in termen van externe kosten om intermodaal vervoer in de vorm van een combinatie van de binnenvaart en wegtransport te combineren.

Dezelfde figuur kan vervolgens ook opgesteld worden voor een combinatie van spoorwegen en wegtransport van goederen (figuur 19) aan de hand van de externe kosten uit tabel 20.



Figuur 19: Haalbaarheid intermodaal vervoer (spoorwegen en wegtransport)

Aan de hand van de twee bovenstaande vergelijkingen kan bepaald worden of een alternatief minder externe kosten teweegbrengt dan een ander. Voor deze gevalstudie zal de connectie Duisburg – Antwerpen als eerste voorbeeld genomen worden.

7.5.1. Scenario 5a: Duisburg - Antwerpen via intermodaal vervoer

De onderneming kiest om de goederen die geëxporteerd worden naar de Benelux toe te kennen aan deze verbinding tussen Duisburg en Antwerpen. Vervolgens kan de vergelijking van Macharis en Van Mierlo (2006, in Braekers et al., 2009) nagegaan worden. In wat volgt zullen de externe kosten per transportmodus van het hoge scenario (tabel 20) aangenomen worden.

Normaal gezien worden het aantal kilometers genomen voor deze vergelijkingen na te gaan. In dit geval leggen echter niet alle goederen alle kilometers af. Een totaal aantal kilometers zal bijgevolg een vertekend beeld geven. Om deze reden kunnen ook het aantal tonkilometers gebruikt worden om een beslissing te maken. De symbolen komen overeen met de volgende getallen:

- A = 0,0112 €/tkm (hoog scenario externe kosten voor de binnenvaart)
- B = 0,0505 €/tkm (hoog scenario externe kosten voor het wegtransport)
- MH = 1.214.517,06 tkm
- PPH = 1.595.866,15 tkm (= voortransport) + 487.095,87 tkm (natransport, zie bijlage 6) = 2.082.962,02 tkm
- URT = 2.584.063,85 tkm

Het invullen van de vergelijking (1) geeft nu bij benadering:

$$\begin{aligned}
 & A * MH + B * PPH \leq B * URT \\
 \Rightarrow & (0,0112\text{€/tkm} * 1.214.517,06 \text{ tkm}) + (0,0505 \text{ €/tkm} * 2.082.962,02 \text{ tkm}) \\
 & \leq 0,0505 \text{ €/tkm} * 2.584.063,85 \text{ tkm} \\
 \Leftrightarrow & \text{€ } 118.792,17 \leq \text{€ } 130.495,22
 \end{aligned}$$

Volgens bovenstaande vergelijking kan het inlassen van de binnenvaart voor de export naar de Benelux een verlaging in de externe kosten opleveren. Ook voor dit scenario kunnen de externe kosten berekend worden. De onderneming moet in dit geval echter rekening houden met twee externe kosten per tonkilometer door het gebruik van intermodaal vervoer. In het geval van het **hoge scenario** in tabel 20 komt dit overeen met:

- ⇒ Totale externe kosten ≈ kosten van alle goederen naar het centraal distributiecentrum
 - + kosten van exportgoederen van DC via binnenvaart naar Antwerpen
 - + kosten exportgoederen van Antwerpen naar klanten
 - + kosten goederen gedistribueerd in Duitsland

$$\begin{aligned}
\Rightarrow \text{ Totale externe kosten} &\approx (0,0505 \text{ €/tkm} * 36.435,30 \text{ ton} * 43,8 \text{ km}) \\
&+ (0,0112 \text{ €/tkm} * 4.261,46 \text{ ton} * 285 \text{ km}) \\
&+ (0,0505 \text{ €/tkm} * 487.095,87 \text{ tkm}) \\
&+ (0,0505 \text{ €/tkm} * 4.476.737,34 \text{ tkm}) \\
&\approx \text{€ } 344.867,40
\end{aligned}$$

De externe kosten van dit scenario zijn lager dan de € 356.570,46 van scenario een en de externe kosten van de vorige scenario's. Dit ligt intrinsiek aan het gebruik van de binnenvaart voor het transporteren van de goederen die geëxporteerd worden naar de Benelux.

In het geval van het **lage scenario** in tabel 20 zijn de externe kosten:

$$\begin{aligned}
\Rightarrow \text{ Totale externe kosten} &\approx (0,0361 \text{ €/tkm} * 36.435,30 \text{ ton} * 43,8 \text{ km}) \\
&+ (0,0077 \text{ €/tkm} * 4.261,46 \text{ ton} * 285 \text{ km}) \\
&+ (0,0361 \text{ €/tkm} * 487.095,87 \text{ tkm}) \\
&+ (0,0361 \text{ €/tkm} * 4.476.737,34 \text{ tkm}) \\
&\approx \text{€ } 246.156,92
\end{aligned}$$

Dit scenario met intermodaal vervoer is het scenario met de laagste externe kosten en bijgevolg met de laagste milieu-impact. De verbinding tussen Duisburg en Antwerpen via de Rijn is zoals vermeld maar een van de mogelijkheden om intermodaal toe te voegen aan dit scenario. Buiten de daling in externe kosten die deze verbinding kan bieden aan dit scenario is bijvoorbeeld een rechtstreeks connectie via de binnenvaart van de fabriek naar Mainz en Wiesbaden nog een mogelijkheid om dit scenario als duurzaam alternatief te bestempelen.

7.5.2. Scenario 5b: Duisburg - Mainz/Wiesbaden via intermodaal vervoer

Ook in deze verbinding zal gebruikgemaakt worden van de binnenvaart om de goederen te vervoeren. De Rijn biedt ook de mogelijkheid om Duisburg en Mainz/Wiesbaden te verbinden. Wegens gebrek aan informatie over de afstand die af te leggen is via de binnenvaart van Duisburg naar Wiesbaden gaat de onderneming als veronderstelling nemen dat de afstand ongeveer gelijk is aan de afstand via de snelweg plus tien percent om voor afwijkingen zoals bochten in de waterwegen te compenseren.

De afstand via de snelweg tussen de fabriek in Duisburg en Wiesbaden is gelijk aan 234 kilometer. Met tien percent extra voor de waterwegen komt dit afgerond neer op 257 kilometer. De afstand van Wiesbaden tot in Mainz is dan nog 12,7 kilometer. Wiesbaden wordt als eerste tegengekomen indien de Rijn gevolgd wordt. Daarom kiest de onderneming om de goederen tot daar via de binnenvaart te laten gaan en dan met de vrachtwagen de goederen naar Mainz te vervoeren.

Indien de onderneming koos voor de goederen tot in Mainz te vervoeren en dan de goederen die voor Wiesbaden bestemd zijn met de vrachtwagen naar Wiesbaden te brengen dan legt dit deel van de goederen een deel van het traject dubbel af. Bovendien zouden de afgelegde kilometers met de binnenvaart toenemen.

Ook voor deze verbinding kan vergelijking (1) van de auteurs Macharis en Van Mierlo (2006, in Braekers et al., 2009) nagegaan worden. Ook hier zal gebruikgemaakt worden van tonkilometer in plaats van kilometers om dezelfde reden als voor de vorige verbinding. De gegevens voor deze verbinding worden dan als volgt:

- A = 0,0112 €/tkm (hoog scenario externe kosten voor de binnenvaart)
- B = 0,0505 €/tkm (hoog scenario externe kosten voor het wegtransport)
- MH = 2.257.630,16 tkm
- PPH = 384.763,43 tkm (= voortransport) + 111.563,83 tkm (natransport)
= 496.327,25 tkm
- URT = 2.317.290,24 tkm

Het invullen van de vergelijking (1) geeft nu bij benadering:

$$\begin{aligned}
 & A * MH + B * PPH \leq B * URT \\
 \Rightarrow & (0,0112 \text{ €/tkm} * 2.257.630,16 \text{ tkm}) + (0,0505 \text{ €/tkm} * 496.327,25 \text{ tkm}) \\
 & \leq 0,0505 \text{ €/tkm} * 2.317.290,24 \text{ tkm} \\
 \Leftrightarrow & \text{€ } 50.349,98 \leq \text{€ } 117.023,16
 \end{aligned}$$

Aan deze vergelijking kan gezien worden dat deze verbinding met intermodaal vervoer een duurzaam alternatief is voor dit scenario. Dit kan ook aangetoond worden door de externe kosten voor het hele scenario weer uit te rekenen.

- ⇒ Totale externe kosten ≈ kosten van alle goederen naar het centraal distributiecentrum
 + kosten exportgoederen van DC via binnenvaart naar Antwerpen
 + kosten exportgoederen van Antwerpen naar klanten
 + kosten goederen Wiesbaden en Mainz van DC naar Wiesbaden via binnenvaart
 + kosten goederen van Wiesbaden naar Mainz
 + kosten goederen gedistribueerd in Duitsland

Het uitrekenen van de externe kosten van dit scenario in een hoog scenario geeft de volgende berekening:

⇒ Totale externe kosten ≈ (0,0505 €/tkm * 36.435,30 ton * 43,8 km)
 + (0,0112 €/tkm * 4.261,46 ton * 285 km)
 + (0,0505 €/tkm * 487.095,87 tkm)
 + (0,0112 €/tkm * 8.784,55 ton * 257 km)
 + (0,0505 €/tkm * 8.784,55 ton * 12,7 km)
 + (0,0505 €/tkm * 2.544.210,53 tkm)
 ≈ € 278.194,21

Voor het lage scenario worden de externe kosten: € 197.803,90.

Dit geeft weer een kostendaling ten opzichte van de externe kosten van scenario een. Een eerste verbinding met intermodaal vervoer invoegen in scenario een voor de exportgoederen die naar de Benelux verdeeld worden, zorgde voor een kostendaling van € 11.703,05 ten opzichte van scenario een. Een tweede verbinding met intermodaal vervoer via de Rijn (scenario 5b) zorgt alleen nog maar voor verbetering. Een daling in de externe kosten van € 66.673,20 ten opzichte van de eerste verbinding (scenario 5a) is in scenario 5b waarneembaar voor het hoge scenario.

Voor scenario vier zijn Mainz en Wiesbaden samengenomen via een regionaal distributiecentrum. In dit scenario is gekozen voor een gedecentraliseerd distributiesysteem. Dit wil zeggen dat RDC M&W beleverd worden vanuit het DC Duitsland (excl. N-W). Door deze koppeling worden de afstanden van het RDC M&W tot aan de steden veel kleiner. Hierdoor is het niet meer voordelig om de goederen via de binnenvaart te verschepen.

Bovendien wordt door deze aaneenschakeling van niveaus ook de locatie van het RDC M&W bepaald. Deze locatie is nu verder verwijderd van de Rijn waardoor het voordeel om de binnenvaart te gebruiken wegvalt. Hetzelfde geldt voor de regionale DC die in België, Nederland en G.H. Luxemburg leveren. Door de regionale distributiecentra worden de lange afstanden veel korter.

Hoofdstuk 8: Besluit

Uit de literatuurstudie blijkt duidelijk dat ieder distributiesysteem zijn voor- en nadelen heeft op vlak van klantenservice, kosten en haalbaarheid. Om deze voor- en nadelen en de grootte ervan concreet te kennen is echter bedrijfsspecifieke data nodig en kennis over de economische omgeving en situatie van de onderneming.

Kort algemeen samengevat is een gecentraliseerd distributiesysteem een goed systeem voor kleine onderneming en ondernemingen die kleine hoeveelheden behandelen of produceren per jaar. Verder heeft een gecentraliseerd distributiesysteem enkele voordelige kostenaspecten en verhoogt het de controle binnen de onderneming, indien het personeel bekwaam kan omgaan met de complexiteit van het distributiesysteem. Een gedecentraliseerd distributiesysteem is beter voor de klantenservice door de mogelijkheid van snelle leveringen en de nabijheid bij de klanten. Verder zorgt een gedecentraliseerd distributiesysteem voor een verhoging in de marktaanwezigheid.

Een aspect wat beperkt of zelfs bijna niet wordt teruggevonden in de literatuur is de milieu-impact die met een bepaald distributiesysteem gepaard gaat. Het is echter steeds belangrijker voor een onderneming om zich te profileren als duurzaam en milieubewust. Het milieuaspect van de dagelijkse operationele activiteiten valt niet te negeren. De externe kosten die hierdoor gecreëerd worden zijn significant en worden door de maatschappij als geheel gedragen en kunnen grote gevolgen hebben. Het is tijd om op een duurzamere manier met distributie en transport in zijn geheel om te springen.

8.1. Conclusies scenario's

Uit de opgezette scenario's kan geconcludeerd worden dat het gebruik van intermodaal vervoer van een gecentraliseerd distributiesysteem een duurzamer distributiesysteem kan maken. In de wetenschappelijke literatuur is terug te vinden dat een gecentraliseerd distributiesysteem zorgt voor meer af te leggen kilometers dan een gedecentraliseerd distributiesysteem. Dit kan ook afgeleid worden uit tabel 24.

Totaal aantal af te leggen kilometers	
Scenario 1	4529,8
Scenario 2	3398,3
Scenario 3	3390,4
Scenario 4	2755,9
Scenario 5a	3121,9
Scenario 5b	2950,6

Tabel 24: Samenvattende tabel over de af te leggen kilometers per scenario (eenmalig en zonder retour)

Scenario een zorgt inderdaad voor het meest aantal af te leggen kilometers en bijgevolg ook voor een hoge externe kost zoals gezien kan worden in tabel 25. Scenario twee waarin een opsplitsing wordt gemaakt in een distributiecentrum voor de export en een voor de distributie in Duitsland, heeft minder af te leggen kilometers, maar wel een veel hogere externe kost. De reden voor deze hogere externe kost is door het zwaartepunt van Düsseldorf waardoor de tonkilometers voor scenario twee hoger liggen dan in scenario een waardoor de externe kosten stijgen.

Scenario drie heeft met de externe kostenstijging in scenario twee rekening gehouden en heeft een extra distributiecentrum voor Düsseldorf opgezet. In tabel 24 kan opgemerkt worden dat deze af te leggen afstand niet veel verschillen met die van scenario twee. In tabel 25 kan echter wel een groot verschil in externe kosten opgemerkt worden. Dit bewijst dat de locatie van het distributiecentrum de factor was die voor deze verhoging in de externe kosten van scenario een naar twee zorgde. Dit geeft duidelijk het belang van de locatie van een distributiecentrum aan.

Externe kosten (hoog scenario in tabel 20)	
Scenario 1	€ 356.570,46
Scenario 2	€ 402.232,52
Scenario 3	€ 352.052,41
Scenario 4	€ 358.186,20
Scenario 5a	€ 344.867,41
Scenario 5b	€ 278.194,21

Tabel 25: Samenvattende tabel over de resultaten van de scenario's

Voor scenario vier valt op te merken in tabel 24 dat het totaal aantal kilometers het laagste is van alle scenario's. Maar dit zorgt echter niet voor de laagste externe kosten. De reden hiervoor is dat in de voorgestelde opstelling de tonkilometers hoger liggen dan in de meeste scenario's.

In scenario 5a wordt een eerste verbinding met intermodaal vervoer voorgesteld voor het gecentraliseerde distributiesysteem zoals dat opgesteld is voor scenario een. Intermodaal vervoer moet echter wel financieel haalbaar zijn. In deze gevalstudie is gekeken naar de haalbaarheid door na te gaan op voorhand of het invoeren van intermodaal vervoer een daling in de externe kosten zou veroorzaken. Niet alleen is een daling in het totaal aantal af te leggen kilometers te zien maar ook een significante daling in externe kosten.

Verder wordt nog een tweede mogelijke verbinding voorgesteld om gebruik te kunnen maken van intermodaal vervoer in de vorm van de binnenvaart in scenario 5b. Dit toont duidelijk aan dat een scenario met een gecentraliseerd distributiesysteem en intermodaal vervoer een duurzamere oplossing is dan een gedecentraliseerd distributiesysteem.

8.2. Kritische opmerkingen

In deze gevalstudie worden een heel aantal assumpties aangenomen. Dit is gebeurd om de gevalstudie zo realistisch mogelijk te maken. De assumptie dat de locatie van de fabriek gekozen kan worden is niet altijd waar. Vaak is de fabriek al ergens gebouwd of is deze geplaatst daar waar de onderneming begonnen is door de oprichters en niet door een bewuste strategische keuze.

In de scenario's worden de externe kosten uitgerekend voor een eenmalig rit zonder retour. Bovendien worden alle goederen van een jaar in een keer vervoerd. Dit is natuurlijk niet realistisch. De reden voor de keuze van aanpak is om de scenario's zo goed mogelijk te kunnen vergelijken. Indien in deze gevalstudie rekening gehouden was met de bezetting van de vrachtwagens voor ieder systeem dan zou de vergelijking niet meer alleen gebaseerd zijn op de afstanden en ligging van de distributiecentra, maar ook op beleidskeuzes en de belangrijkheid van de klantenservice.

Zo kan een onderneming in een gedecentraliseerd distributiesysteem eerder kiezen voor frequentere en snellere leveringen waardoor de bezetting van de vrachtwagen zal dalen. Misschien kiest de onderneming dan ook om vrachtwagens van een lagere capaciteit aan te kopen. Indien deze beleidskeuzes opgenomen waren in de vergelijking zou deze veel realistischer zijn, maar ook veel complexer. Voor dit soort vergelijkingen tussen bepaalde distributiesystemen is het noodzakelijk om bedrijfsspecifieke data te hebben zodat een grondige analyse kan plaatsvinden.

Bronnenlijst

- Abrahamsson, M., Brege, S., & Norrman, A. (1998). Distribution channel re-engineering — organizational separation of the distribution and sales functions in the European market [Elektronische versie]. *Transport Logistics*, 1, 237–249.
- Beullens, P. (2009). Lecture Notes Integrated Logistics v3.
- Beuthe, M., Degrandart, F., Geerts, J-F., & Jourquin, B. (2002). External costs of the Belgian interurban freight traffic: a network analysis of their internalization. [Elektronische versie]. *Transportation Research Part D*, 7, 285–301.
- Blauwens, G., d'Haens, P., & Van Breedam, A. (2004). *Logistiek: laatste front in de concurrentieslag – Referatenboek*. Antwerpen – Apeldoorn: Garant.
- Braekers, K., Janssens, G.K., & Caris, A. (2009). Review on the comparison of external costs of intermodal transport and unimodal road transport. *Proceedings of the BIVEC-GIBET Transportation Research Day 2009*, p. 875-890.
- Brettel, M., Engelen, A., Müller, T., & Schilke, O. (2011). Distribution Channel Choice of New Entrepreneurial Ventures [Elektronische versie]. *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 35, 683-708.
- Council of Supply Chain Management Professionals (2010). *Glossary of Terms*. Opgevraagd op 2 april, 2012, via <http://cscmp.org/digital/glossary/glossary.asp>
- Chen, I.J., & Paulraj, A. (2004). Understanding supply chain management: critical research and a theoretical framework [Elektronische versie]. *International Journal of Production Research*, 42, 131-163
- Dekker, R., Bloemhof, J., & Mallidis, I. (2012). Operations Research for green logistics – An overview of aspects, issues, contributions and challenges [Elektronische versie]. *European Journal of Operational Research*, 219, 671-679.
- Delhaye E., De Ceuster G., & Maerivoet S. (2010) Internalisering van externe kosten van transport in Vlaanderen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2010/10. Opgevraagd op 10 januari, 2013, via http://www.lne.be/themas/beleid/milieueconomie/waardering-van-baten-en-schaden/literatuur-over-economische-waardering-1/MIRA-2010-10_Internalisering_externer_kosten_transport_TW.pdf
- Dings, J., & Sevenster, M. (2002). De werkelijke kosten van verkeer. Overzicht van externe kosten en de relatie met prijsbeleid. Opgevraagd op 5 januari, 2013, via http://www.ce.nl/publicatie/de_werkelijke_kosten_van_verkeer/109

- Dings, J., Sevenster, M., & Davidson M. (2003). External and infrastructure costs of road and rail traffic – analysing European studies. Opgevraagd op 5 januari, 2013, via http://www.ce.nl/publicatie/external_and_infrastructure_costs_of_road_and_rail_traffic_/79
- Duisport (z.d.). *Bahnshuttles*. Opgevraagd op 2 februari, 2013, via http://www.duisport.de/?page_id=141
- Europese Commissie (2005). *Intermodal transport: intermodality of goods transport*. Opgevraagd op 15 maart, 2012, via http://europa.eu/legislation_summaries/other/l24179_en.htm
- Europese Commissie (Eurostat) (2013a). Opgevraagd op 20 februari, 2012, via http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- Europese Commissie (Eurostat) (2013b). *Glossary: Statistical classification of economic activities in the European Community (NACE)*. Opgevraagd op 5 januari, 2013, via [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_\(NACE\)](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_(NACE))
- Europese Commissie (Eurostat) (2013c). Opgevraagd op 10 maart, 2013, via http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/european_business/data/database
- Europese Commissie (Eurostat) (2013d). *Manufacture of beverages statistics - NACE Rev. 2*. Opgevraagd op 5 januari, 2013, via http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Manufacture_of_beverages_statistics_-_NACE_Rev._2
- Europese Commissie (Eurostat) (2013e). Opgevraagd op 10 maart, 2013, via <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/prodcom/data/database>
- Europese Commissie (Eurostat) (2013f). *Glossary: Value added at factor cost*. Opgevraagd op 5 januari, 2013, via http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Glossary:Value_added_at_factor_cost
- Federale overheidsdienst gezondheid, veiligheid van de voedselketen en leefmilieu (2012). *De evolutie van de uitstoot van broeikasgassen*. Opgevraagd op 1 maart, 2012, via <http://www.climat.be/spip.php?article174>
- Fincke, U., & Goffard, E. (1993). Customizing distribution [Elektronische versie]. *McKinsey Quarterly*, 1, 115-131.
- FoodDrinkEurope (2012). *Data & Trends of the European Food and Drink Industry*. Opgevraagd op 16 maart, 2013, via <http://www.fooddrinkeurope.eu/publication/data-trends-of-the-european-food-and-drink-industry-2011/>
- Goldsby, T.J., & Stank, T.P. (2000). World class logistics performance and environmentally responsible logistics practices. *Journal of business logistics*, 21, 187-208.

- Google Maps (2013). Opgevraagd op 3 januari, 2013, via <https://maps.google.be/maps?hl=nl&tab=wl>
- GPScoördinates.eu (2013). Opgevraagd op 1 maart, 2013, via <http://www.gpscoordinates.eu/determine-gps-coordinates.php>
- Greis, N.P., & Kasarda, J.D. (1997). Enterprise Logistics in the Information Era [Elektronische versie]. *California management review*, 39, 55-78.
- Harris, I., Naim, M., Palmer, A., Potter, A., & Mumford, C. (2011). Assessing the impact of cost optimization based on infrastructure modeling on CO2 emissions [Elektronische versie]. *International Journal of Production Economics*, 131, 313-321.
- Hesse, M., & Rodrigue, J.P. (2004). The transport geography and freight distribution [Elektronische versie]. *Journal of transport geography*, 12, 171-184.
- Huang, R., Menezes, M.B.C., & Kim, S. (2011). The impact of cost uncertainty on the location of a distribution center [Elektronische versie]. *European Journal of Operational Research*, 218, 401-407.
- Kamakata, F., & Schipper, L. (2009). Trends in truck freight energy use and carbon emissions in selected OECD countries from 1973 to 2005 [Elektronische versie]. *Energy Policy*, 37, 3743-3751.
- Kent, J.L., & Flint, D.J. (1997). Perspectives on the evolution of logistics thought [Elektronische versie]. *Journal of business logistics*, 18, 15-29.
- Kohn, C. (2005). *Centralisation of Distribution Systems and its environmental effects*. Opgevraagd op 20 februari, 2012, via <http://www.dissertations.se/dissertation/b742fd47b0/>
- Kohn, C. (2008). *Towards CO2 efficient centralised distribution*. Opgevraagd op 20 februari, 2012, via <http://www.dissertations.se/dissertation/8dee9ccb7f/>
- Kohn, C., & Brodin, H.M. (2008). Centralised distribution systems and the environment [Elektronische versie]. *International Journal of Logistics*, 11, 229-245
- Kotler, P., Armstrong, G., Saunders, J., & Wong, V. (2009). Principes van marketing (F. Broere, Vertaling). Amsterdam: Pearson Education Benelux. (Oorspronkelijk verschenen in het Engels in 2008).
- Kumar, S. (2008). Inventory logistics cost analysis model for the proposed EU intermodal loading unit – A business case. [Elektronische versie]. *Information Knowledge Systems Management*, 7, 335-355.

- Künzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., Herry, M., Horak, F., Puybonnieux-Texier, V., Quénel, P., Schneider, J., Seethaler, R., Vergnaud, J.-C., & Sommer, H. (2000). Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment [Elektronische versie]. *Lancet*, 356, 795–801.
- Langley, C.J. (1986). The evolution of the logistics concept [Elektronische versie]. *Journal of business logistics*, 7, 1-13.
- Lee, H.L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (2004). Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect [Elektronische versie]. *Management Science*, 5, 1875–1886.
- Macharis, C., & Van Mierlo, J. (2005). *Goederen- en personenvervoer. Vooruitzichten en breekpunten*. Antwerpen - Apeldoorn: Garant.
- Macharis, C., & Verbeke, A. (2004). *Intermodaal vervoer. Economische en strategische aspecten van het intermodaal vervoer in Vlaanderen*. Apeldoorn: Garant.
- MarketLine (2013a). *MarketLine Industry Profile: Soft Drinks in Germany*. Opgevraagd op 28 maart, 2013, via <http://web.ebscohost.com.bib-proxy.uhasselt.be/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=cb964efa-ce06-4424-a32b-050837ae42e3%40sessionmgr112&vid=7&hid=114>
- MarketLine (2013b). *MarketLine Industry Profile: Bottled Water in Germany*. Opgevraagd op 28 maart, 2013, via <http://web.ebscohost.com.bib-proxy.uhasselt.be/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=1e9cbbc5-8f2c-4e9d-9bd2-169b2917cca0%40sessionmgr198&vid=5&hid=114>
- Mentzer, J.T., DeWitt, W., Keebler, J.S., Min, S., Nix, N.W., Smith, C.D., & Zacharia, Z.G. (2001). Defining supply chain management [Elektronische versie]. *Journal of business logistics*, 22, 1-25.
- Ministerin für Bundesangelegenheiten, Europa und Medien und Bevollmächtigte des Landes beim Bund (2010). *Noordrijn-Westfalen ontdekken: het land, de economie, de wetenschap en de cultuur*. Opgevraagd op 2 april, 2013, via www.benelux.int/pdf/pdf_nl/bnl/NRW_entdecken_niederl_rz.pdf
- Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (2013a). Opgevraagd op 1 februari, 2013, via <http://autobahn.nrw.de/>
- Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (2013b). *Daten und Fakten*. Opgevraagd op 2 februari, 2013, via http://www.mbwsv.nrw.de/verkehr/schiffahrt/Daten_und_Fakten/index.php
- Vlaamse Milieumaatschappij (2010). *MIRA: Achtergronddocument 2010 Transport*. Opgevraagd op 1 februari, 2013, via http://www.milieuraapport.be/Upload/main/miradata/MIRA-T/01_sectoren/01_06/AG_transport.pdf

- Vlaamse Milieumaatschappij (2011a). *Emissie van luchtpolluenten door transport*. Opgevraagd op 1 maart, 2012, via <http://www.milieuraapport.be/nl/feitencijfers/MIRA-T/sectoren/transport/emissie-naar-lucht-door-transport/emissie-van-luchtpolluenten-door-transport/>
- Vlaamse Milieumaatschappij (2011b). *Ruimtegebruik door transportnetwerk*. Opgevraagd op 1 maart, 2012, via <http://www.milieuraapport.be/nl/feitencijfers/MIRA-T/sectoren/transport/ruimtegebruik-door-transport/ruimtegebruikdoor-transportnetwerk/>
- Nawrot, T.S., Torfs, R., Fierens, F., De Henauw, S., Hoet, P.H., Van Kersschaever, G., De Backer, G., & Nemery, B. (2007). Stronger associations between daily mortality and fine particulate air in summer than in winter: evidence from a heavily polluted area in western Europe [Elektronische versie]. *Journal of Epidemiol Community Health*, *61*, 146-149.
- Nemery, B., Hoet, P.H.M., & Nemmar, A. (2001). The Meuse Valley for of 1930: an air pollution disaster [Elektronische versie]. *Lancet*, *357*, 704-709.
- Pedersen, S.G., Zachariassen, F., & Arlbjørn, J.S. (2012). Centralisation vs de-centralisation of warehousing: A small and medium-sized enterprise perspective [Elektronische versie]. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, *19*, 352-369.
- Sourirajan, K., Ozsen, L., & Uzsoy, R. (2004). A single-product network design model with lead time and safety stock considerations. *IIE Transactions*, *39*, 411-424.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2012). *Kyoto Protocol*. Opgevraagd op 1 maart, 2012, via http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
- van Essen, H., Schroten, A., Otten, M., Sutter, D., Schreyer, C., Zandonella, R., Maibach, M., & Doll, C. (2011). *External Costs of Transport in Europe (Update Study for 2008)*. Opgevraagd op 1 maart, 2013, via http://www.cedelft.eu/publicatie/external_costs_of_transport_in_europe/1258
- Vernimmen, B., Bleuzé, S., Dullaert, W., Willemé, P., & Witlox, F. (2005). Optimizing inbound shipping strategies in hinterland transportation: a case of non-normally distributed demand during lead time. Papers presented at the 2005 NECTAR Conference, June 2-4, 2005, Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
- Wanke, P.F., & Zinn, W. (2004). Strategic logistics decision making [Elektronische versie]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *34*, 466-478.
- Woxenius, J. (2007). Generic Framework for Transport Network Designs: Applications and Treatment in Intermodal Freight Transport Literature [Elektronische versie]. *Transport Reviews*, *27*, 733-749.
- Wu, H., & Dunn, S.C. (1995). Environmentally responsible logistics systems [Elektronische versie]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, *25*, 20-38.

Young, S.T. (2009). *Essentials of Operations Management* (pp. 221-225). Thousand Oaks: SAGE Publications Inc.

Bijlagen

Bijlage 1: Externe kostenopsplitsing voor de trein en vrachtwagens volgens het gebruik van de subcategorie

Kostencategorieën (uitgedrukt in €/1,000 tkm)	Trein			Vrachtwagen		
	Elektrisch	Diesel	Gewogen gemiddelde	LDV	HDV	Gewogen gemiddelde
Accidenten	0,2	0,2	0,2	56,2	10,2	17,0
Luchtvervuiling	0,9	1,7	1,1	17,9	6,7	8,4
Klimaatveranderingen (hoog scenario)	0,0	3,9	0,9	44,5	9,8	14,9
<i>Klimaatveranderingen (laag scenario)</i>	0,0	0,7	0,2	7,6	1,7	2,6
Lawaai	1,0	1,0	1,0	6,3	1,8	2,5
Up- and downstream (hoog scenario)	4,0	5,1	4,2	14,3	3,0	4,7
<i>Up- and downstream (laag scenario)</i>	1,7	4,4	2,4	8,4	1,7	2,7
Natuur en landschap	0,0	0,0	0,0	0,9	0,7	0,7
Biodiversiteit verliezen	0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	0,5
Bodem- en waterverontreiniging	0,4	0,4	0,4	1,8	0,8	1,0
Stedelijke effecten	0,1	0,1	0,1	3,1	0,5	0,9
Totaal (hoog scenario)	6,6	12,4	7,9	145,6	34,0	50,5
<i>Totaal (laag scenario)</i>	4,3	8,5	5,3	102,8	24,6	36,1

Tabel 26: Externe kostenopsplitsing trein en vrachtwagen (van Essen et al., 2011)

Bijlage 2: Afstanden scenario 1

Afstand (in km) van het centrale distributiecentrum tot een geselecteerde stad:	
België	
Brussel	241
Antwerpen	221
Gent	286
Brugge	321
Leuven	219
Bergen	288
Luik	166
Nederland	
Zwolle	217
Arnhem	155
Utrecht	212
Haarlem	265
Den Haag	269
's-Hertogenbosch	189
Maastricht	147
Duitsland	
Wiesbaden	218
Hannover	249
Düsseldorf	35
Mainz	223
Saarbrücken	311
G.H. Luxemburg	
Luxembourg	254
Fabriek	
Duisburg	43,8

Tabel 27: Afstanden van centraal distributiecentrum tot klanten in scenario 1 (Google Maps, 2013)

Bijlage 3: Afstanden scenario 2

Afstand (in km) van DC export tot:	
België	
Brussel	159
Antwerpen	117
Gent	176
Brugge	208
Leuven	139
Bergen	222
Luik	122
Nederland	
Zwolle	148
Arnhem	81,9
Utrecht	95,4
Haarlem	144
Den Haag	149
's-Hertogenbosch	51,7
Maastricht	93,3
G.H. Luxemburg	
Luxembourg	267
Fabriek	
Duisburg	85,5
Afstand (in km) van DC Duitsland tot:	
Duitsland	
Wiesbaden	224
Hannover	243
Düsseldorf	50,3
Mainz	229
Saarbrücken	322
Fabriek	
Duisburg	71,2

Tabel 28: Afstanden van distributiecentra tot klanten in scenario 2 (Google Maps, 2013)

Bijlage 4: Afstanden scenario 3

Afstand (in km) van DC export tot:	
België	
Brussel	159
Antwerpen	117
Gent	176
Brugge	208
Leuven	139
Bergen	222
Luik	122
Nederland	
Zwolle	144
Arnhem	86,3
Utrecht	95,4
Haarlem	144
Den Haag	149
's-Hertogenbosch	51,7
Maastricht	93,3
G.H. Luxemburg	
Luxembourg	267
Fabriek	
Duisburg	85,5
Afstand (in km) van DC Duitsland (excl. N-W) tot:	
Duitsland	
Wiesbaden	188
Hannover	256
Mainz	193
Saarbrücken	351
Fabriek	
Duisburg	110
Afstand (in km) van DC N-W tot:	
Düsseldorf	15,7
Fabriek	
Duisburg	13,5

Tabel 29: Afstanden van distributiecentra tot klanten in scenario 3 (Google Maps, 2013)

Bijlage 5: Afstanden scenario 4

Afstanden (in km) scenario 4:	
Van fabriek naar DC export	82,1
Van DC export naar RDC B&L	81,7
Van RDC B&L naar:	
Brussel	75,3
Antwerpen	49,6
Gent	108
Brugge	141
Leuven	53,3
Bergen	136
Luik	91,8
Luxembourg	238
Van DC export naar RDC N	52,8
Van RDC Nederland naar:	
Zwolle	126
Arnhem	56,2
Utrecht	61,7
Haarlem	110
Den Haag	115
's-Hertogenbosch	15,1
Maastricht	135
Van fabriek naar DC Duitsland (excl. N-W)	111
Van DC Duitsland (excl. N-W) naar RDC M&W	106
Van RDC M&W naar:	
Mainz	86,3
Wiesbaden	87,6
Van DC Duitsland (excl. N-W) naar:	
Hannover	256
Saarbrücken	351
Van fabriek naar DC N-W:	13,7
Van DC N-W naar Düsseldorf	15,7

Tabel 30: Afstanden van distributiecentra tot klanten in scenario 4 (Google Maps, 2013)

Bijlage 6: Afstanden natransport scenario 5a

Afstand (in km) van Antwerpen tot:	
België	
Brussel	44,9
Antwerpen	0
Gent	58,7
Brugge	91,3
Leuven	53,2
Bergen	109
Luik	133
Nederland	
Zwolle	213
Arnhem	167
Utrecht	125
Haarlem	174
Den Haag	126
's-Hertogenbosch	102
Maastricht	106
G.H. Luxemburg	
Luxembourg	254

Tabel 31: Afstanden natransport scenario 5a (Google Maps, 2013)

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Gecentraliseerde distributiesystemen en het milieu

Richting: **master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur-operationeel management en logistiek**

Jaar: **2013**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Vanthienen, Famke

Datum: **1/06/2013**