



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Hindernissen in synchromodaal transport

Joran Van Broekhoven

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

Prof. dr. Alexis VAN BREEDAM



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2022
2023



Faculteit Bedrijfseconomische Wetenschappen

master in de handelswetenschappen

Masterthesis

Hindernissen in synchromodaal transport

Joran Van Broekhoven

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de handelswetenschappen, afstudeerrichting supply chain management

PROMOTOR :

Prof. dr. Alexis VAN BREEDAM

Woord vooraf

Deze masterproef is de afronding van mijn opleiding Handelswetenschappen aan de Universiteit Hasselt. In mijn masterjaar heb ik mijn interesse gevolgd en heb ik gekozen voor de afstudeerrichting Supply Chain Management, dit heeft mij de mogelijkheid gegeven om mijn kennis en vaardigheden hieromtrent verder te ontplooien. Binnen het kader van mijn specialisatie besloot ik om een masterproef te schrijven over de hindernissen die optreden in synchromodaal transport.

Deze masterproef is tot stand gekomen dankzij de steun van en de samenwerking met enkele personen die ik graag zou bedanken. Mijn dank gaat uit naar mijn promotor, Alexis Van Breedam, voor de goede opvolging en feedback tijdens het uitwerken van deze masterproef. Vervolgens bedank ik graag al de respondenten voor het delen van hun kennis. Deze kennis heeft tegensprekelijk gezorgd voor heel wat toegevoegde waarde aan mijn masterproef.

Daarnaast wil ik ook mijn ouders bedanken voor hun onvoorwaardelijke steun en de kans die ze mij gaven om deze masteropleiding te volgen. Tot slot richt ik graag nog een dankwoord aan mijn vriendin voor haar luisterend oor en motiverende woorden.

Joran Van Broekhoven

Samenvatting

Inleiding

Door de globalisatie van de wereldeconomie is het aandeel van logistiek enorm gestegen in de laatste decennia. Bedrijven laten hun producten in lageloonlanden maken, wat zorgt voor een enorme toestroom van goederentransport naar de consumentenmarkt in West-Europa. Dit goederentransport wordt in de meeste gevallen uitgevoerd door meerdere transportmodi met elkaar te combineren. Hierin blijft wegvervoer veruit het populairste vervoermiddel ondanks het feit dat deze vorm van vervoer de grootste impact heeft op het milieu.

Synchromodaal transport is een relatief nieuw begrip, maar het kan een belangrijke rol spelen in de reductie van CO₂-uitstoot binnen de transportwereld. Deze vorm van transport is een innovatief idee waarbij een optimale combinatie van transportmodi wordt gezocht op het vlak van flexibiliteit en duurzaamheid. Het is een samenwerkingsvorm die ontstaat tussen verschillende logistieke partners aan de hand van real-time data. Synchromodaal transport wordt geassocieerd met het samenwerkingsverband ALICE dat op zijn beurt het concept physical internet promoot waarin de nadruk wordt gelegd op het verminderen van CO₂-uitstoot binnen Europa.

In de praktijk wordt synchromodaal transport weinig toegepast en dit heeft geleid tot de volgende onderzoeksvraag: "Wat zijn de hindernissen in het synchromodaal transport?". Een antwoord op deze vraag wordt gezocht door de hindernissen te onderzoeken in een literatuurstudie en de bevindingen af te toetsen aan de hand van een empirische studie.

Literatuurstudie

Het eerste deel van de literatuurstudie beschrijft de evolutie van de logistieke sector. Logistiek is in de afgelopen decennia geëvolueerd van afzonderlijke activiteiten tot een samenhangend geheel van activiteiten. Deze evolutie heeft geleid tot de opkomst van diverse nieuwe concepten. Eén van deze concepten is het synchromodaal transport.

De grondslag van synchromodaal transport wordt gelegd door intermodaal, multimodaal en co-modaal transport, waarbij diverse transportmodi gecombineerd worden voor een enkele zending. Het concept van synchromodaal transport gaat echter een stap verder door een a-modale aanpak te hanteren. Dit houdt in dat de logistieke dienstverlener volledige autonomie heeft bij het selecteren van de meest geschikte transportmodaliteiten om goederen van het beginpunt naar de eindbestemming te verplaatsen. Het gebruik van real-time informatie speelt een cruciaal aspect bij het bereiken van de optimale route. Naast het gebruik van real-time informatie zijn flexibiliteit, integratie en coöperatie andere aspecten die een cruciale rol spelen. Flexibiliteit duidt op het feit dat er last-minute wijzigingen kunnen doorgevoerd worden indien er problemen optreden tijdens het transport. Integratie doelt op het gegeven dat alle betrokken partijen op elkaar afgestemd dienen te zijn. Dit is belangrijk aangezien de verschillende vervoerswijzen parallel gebruikt worden om het transport te regelen. Het aspect coöperatie betreft het samenbrengen van informatienetwerken van alle betrokken partijen, met als doel de efficiëntie van goederenstromen te optimaliseren en de totale capaciteit te vergroten.

Het tweede deel van de literatuurstudie beschrijft hindernissen die de introductie van synchronodaal transport in de praktijk bemoeilijken. Deze moeilijkheden situeren zich voornamelijk in de aspecten die al besproken zijn in het eerste deel van de literatuurstudie. Binnen de aspecten coördinatie en planning zijn er drie moeilijkheden die voor problemen kunnen zorgen. Een eerste hindernis bestaat uit onvoorziene verstoringen die kunnen optreden in het transportnetwerk. Deze onvoorziene omstandigheden verplichten de transporteur om het transportnetwerk te herbekijken. Dit wordt ook wel re-routing genoemd. Re-routing is meteen de tweede moeilijkheid die optreedt binnen de aspecten coördinatie en planning. Tot slot is de rolverdeling binnen het transportproces niet altijd duidelijk uitgelijnd. Dit zorgt voor onduidelijkheid omtrent de verantwoordelijkheden die iedere actor dient op te nemen binnen het synchronodaal transport.

Verder doen twee moeilijkheden zich voor binnen het aspect van het infrastructuurnetwerk. De groei van het Europese infrastructuurnetwerk kan de groeiende handels- en goederenbewegingen niet volgen waardoor capaciteitsproblemen ontstaan. Bijkomend kan de verscheidenheid aan transportmodellen voor verwarring zorgen voor de actoren die het synchronodaal transport regelen. Vervolgens zijn er administratieve en regelgevende uitdagingen die de ontplooiing van synchronodaal transport lastiger maken. Het last-minute switchen van transportmodaliteiten, het gebrek aan uniforme regels en opgelegde milieu restricties bemoeilijken een soepele vorm van transport.

Een bijkomende hindernis is dat iedere partij die neigt naar de toepassing van synchronodaal transport genoodzaakt is om met geavanceerde technologieën te werken. De openheid van informatie-uitwisseling tussen alle actoren dient vlot te verlopen en alle systemen moeten in staat zijn om real-time data te ontvangen en te versturen. Tot slot kan een ingewikkelde kostenstructuur voor problemen zorgen om een vlot functionerend transport te bekomen. Wat betreft mogelijke prijs strategieën is de wetenschappelijke literatuur beperkt op het vlak van informatieverstrekking. Hierdoor is het moeilijk om uitspraken te doen over dit specifieke onderwerp.

Empirische studie

Het praktijkgedeelte geeft een beschrijving van de bevindingen die naar boven zijn gekomen uit de semigestructureerde interviews die werden afgenomen met één verladers en twee logistieke dienstverleners. Het doel van de empirische studie is om alle bevindingen uit de literatuurstudie te toetsen aan de praktijkkennis van de geïnterviewden. Uit de bevindingen valt duidelijk af te leiden dat de literatuurstudie een goed beeld vormt van de hindernissen die de toepassing van het synchronodaal transport bemoeilijken.

Uit de afgenomen interviews valt af te leiden dat de verzadiging van het infrastructuurnetwerk logistieke spelers weerhoudt om synchronodaal transport toe te passen. Deze gelimiteerde beschikbaarheid van vrije transportmodaliteiten zorgt ervoor dat dienstverleners een sceptische houding aannemen ten aanzien van het nieuwe concept. Deze gedachtegang wordt versterkt door het feit dat er een grote variëteit aan regelgeving aanwezig is in verschillende Europese landen en de nood aan dure en geavanceerde technologieën om aan synchronodaal transport te kunnen doen. Op het vlak van opvattingen ten aanzien van bepaalde structuren heerst er verdeeldheid tussen de respondenten. Op het vlak van kostenstructuur heerst er een consensus bij de respondenten. De

structuur van transportverdeling op de markt zorgt daarentegen voor uiteenlopende opvattingen. Zo stelt één van de geïnterviewden dat het transport wordt verdeeld op basis van een marge systeem terwijl een andere geïnterviewde zegt dat een tender structuur van toepassing is.

Tot slot concluderen de respondenten dat de introductie van synchronodaal transport in de praktijk moeizaam verloopt. Ze stellen vast dat het zeker voor kleinere spelers, die over een beperkt aantal eigen middelen beschikken, zeer moeilijk is om dit concept toe te passen. De grotere logistieke spelers die veel eigen transportmiddelen bezitten worden wel in staat geacht om deze vorm van transport reeds in de praktijk toe te passen.

Kritische bemerkingen

Ondanks dat synchronodaal transport een relatief nieuw concept is, waren er al voldoende wetenschappelijke artikelen terug te vinden over dit onderwerp. Het probleem tijdens dit onderzoek was echter het feit dat dit concept slechts in zeer beperkte mate geïntegreerd is in de praktijk waardoor de meeste opvattingen puur theoretisch gebaseerd zijn. Dit zorgt ervoor dat de opvattingen vaak minder gedetailleerd zijn. Doordat het concept nog maar beperkt wordt toegepast in de praktijk waren de respondenten niet altijd even geïnformeerd over de mogelijke hindernissen die zich voordoen bij synchronodaal transport. Het gebrek aan praktijkervaring van synchronodaal transport bij twee van de drie respondenten heeft tot gevolg dat er nauwelijks nieuwe inzichten zijn voortgevloeid uit de interviews die een aanvulling vormen op de theoretische kennis van de literatuurstudie.

Inhoudsopgave

Woord vooraf.....	1
Samenvatting	3
Inhoudsopgave	7
Lijst met afbeeldingen	10
1 Onderzoeksplan	11
1.1 Praktijkrelevantie	11
1.2 Onderzoeksvraag.....	15
1.3 Onderzoeksmethodologie	16
1.3.1 Literatuurstudie	16
1.3.2 Praktijkstudie	17
2 Evolutie in de logistieke wereld.....	19
2.1 Evolutie van logistiek en supply chain management.....	19
2.2 Evolutie binnen transportketen	22
2.2.1 Types van goederentransport	22
2.2.2 De rol van vervuiling in de transportketen	24
2.2.3 Evolutie naar synchromodaal transport	26
2.3 Synchromodaal transport.....	28
2.3.1 Kenmerken	28
2.3.2 Rol van physical internet	31
2.4 Conclusie	32
3 Hindernissen in synchromodaal transport	34
3.1 Coördinatie en planning	34
3.1.1 Verstoringen binnen het transportnetwerk	34
3.1.2 Re-routing	35
3.1.3 Rolverdeling binnen synchromodaal transport	36
3.2 Infrastructurele uitdagingen	38
3.2.1 Noodzaak aan een adequaat transportnetwerk	38
3.2.2 Verscheidenheid aan transportmodellen	38
3.3 Administratieve en regelgevende uitdagingen.....	39
3.3.1 Gedaanteverwisseling binnen de transportwereld	39

3.3.2	Gebrek aan uniforme regelgeving.....	40
3.3.3	Opgelegde milieurestricties	40
3.4	Real-time informatie-uitwisseling.....	41
3.4.1	Visibiliteit binnen informatiestromen.....	41
3.4.2	Nood aan geavanceerde technologieën.....	42
3.5	Kosten- en tariefstructuur	42
3.5.1	Complexiteit van prijszettingsstrategie	42
4	Empirische studie	45
4.1	Dataverzameling	45
4.1.1	Semigestructureerde interviews	45
4.1.2	Respondenten.....	45
4.2	Synchromodaal transport: Algemeen	46
4.2.1	Uiteenlopende voorkennis	46
4.2.2	Kenmerkende eigenschappen synchromodaal transport	47
4.3	Synchromodaal transport: Hindernissen	47
4.3.1	Verzadiging van het infrastructuurnetwerk.....	47
4.3.2	Invloed door wetgevende en administratieve bepalingen	48
4.3.3	Nood aan geavanceerde technologieën.....	49
4.3.4	Verscheidenheid aan structurele opvattingen	50
4.4	Moeizame praktijkintroductie van synchromodaal transport.....	51
5	Conclusie en aanbevelingen	53
5.1	Algemene conclusie.....	53
5.2	Bemerkingen en aanbevelingen verder onderzoek	55
6	Referenties.....	56
7	Bijlagen	61

Lijst met afbeeldingen

Figuur 1: Modal split Europees binnenlands goederenvervoer (European-Commision, 2023)

Figuur 2: Weergave van de doelstelling van het physical internet (Ambra et al., 2019)

Figuur 3: Evolutie van logistiek (Hesse & Rodrigue, 2004)

Figuur 4: Verticale en horizontale integratie (Behdani et al., 2016)

Figuur 5: Overzicht van de verschillende relaties tussen logistieke partijen (Giusti et al., 2019)

Figuur 6: Verschillende modellen binnen een transportnetwerk (SteadieSeifi et al., 2014)

1 Onderzoeksplan

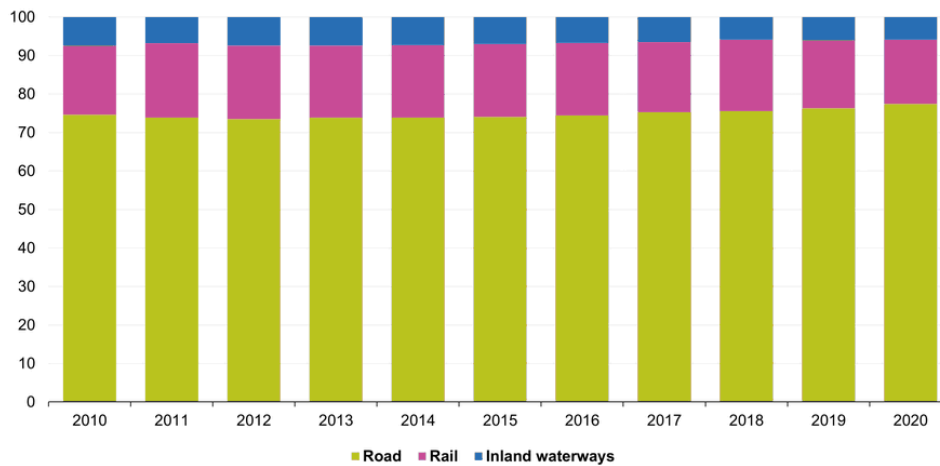
Het onderzoeksplan bespreekt de praktijkrelevantie alsook de onderzoeksopzet van deze masterproef. Allereerst komt de praktijkrelevantie van synchroonaal transport in de logistiek wereld aan bod. Hieruit wordt vervolgens een algemene onderzoeksvraag en bijkomende deelvragen geformuleerd. Tot slot licht het laatste deel de gehanteerde onderzoeksmethoden toe die gebruikt werden om de literatuurstudie en praktijkstudie uit te voeren.

1.1 Praktijkrelevantie

Logistiek is een zeer belangrijk aspect binnen de wereldeconomie. Door de globalisering in de laatste decennia is het aandeel van logistiek aanzienlijk gestegen. Globalisatie speelt een belangrijke rol in de stijging van het goederentransport. Steeds meer bedrijven hebben de keuze gemaakt om hun producten in lageloonlanden te laten produceren om hun productiekosten te drukken. Hierdoor waren de bedrijven genoodzaakt om hun afgewerkte producten van deze lageloonlanden te vervoeren richting Europa aangezien de consumentenmarkt zich grotendeels in Europa bevindt. Een logisch gevolg hiervan is dat het goederentransport een enorme boost heeft gekregen vanaf het begin van de globalisatie (Buckley & Ghauri, 2004).

Goederentransport verloopt via verschillende transportmodi. Voor langere transporten kiezen serviceproviders vaak voor zee-, spoor- of luchtvervoer en voor kortere transporten geniet wegvervoer de voorkeur. Bij lange transporten kunnen meerdere transportmodi gecombineerd worden. Uit cijfers van de modal split van binnenlands vervoer in Europa blijkt dat driekwart van het totale goederenvervoer wordt verricht door wegvervoer. Onderstaande grafiek toont aan dat het totaal aantal binnenlands goederenvervoer over de weg ieder jaar aan volume wint. Er is duidelijk een positieve trend te zien op onderstaande grafiek (European-Commission, 2023).

Modal split of inland freight transport, EU, 2010-2020
(%, based on tonne-kilometres)



Note: Includes Eurostat estimates for rail transport for Belgium (2012-2019) and inland waterways transport for Finland (2017-2018), but does not include road transport for Malta, international transport of Cyprus (negligible) and inland waterways transport for Sweden (2008-2015: negligible). Figures may not add up to 100% due to rounding.

Figuur 1: Modal split Europees binnenlands goederenvervoer (European-Commision, 2023)

Deze groeiende tendens brengt een negatief effect met zich mee, namelijk een verhoging van de CO₂-uitstoot. Wegvervoer is de meest vervuilende transportmodus maar door zijn flexibiliteit is het veruit het populairste vervoermiddel tijdens het goederentransport. Aan deze stijgende trend moet snel iets veranderen want anders zullen de gevolgen voor de planeet catastrofaal zijn.

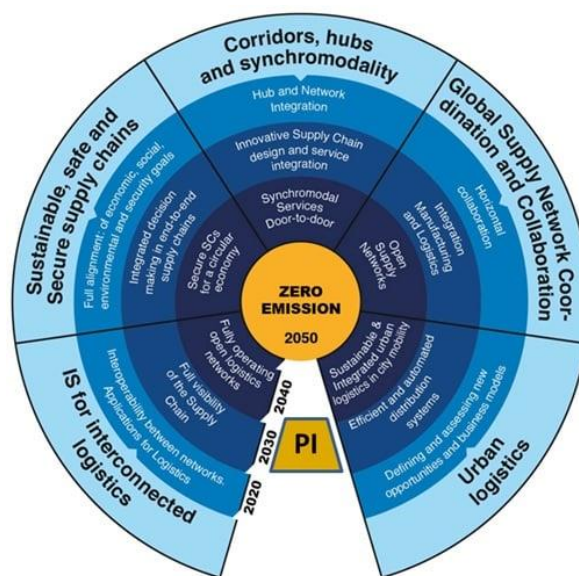
In de vermindering van de uitstoot tijdens goederentransport kan synchromodaal transport een belangrijke rol spelen. Synchromodaal transport is een innovatief idee waarbij transportmodi flexibel en duurzaam worden gebruikt, gefundeerd door een goede samenwerking tussen logistieke partners die de verschillende transportmodi vertegenwoordigen, aangepast aan de eisen van de klant en de huidige transportcapaciteiten (Pleszko, 2012).

Synchromodaal transport is niet altijd zo rechtlijnig af te bakenen zoals in de definitie hierboven. Veel auteurs vormen vaak een eigen definitie van het begrip. Hierin komt de samenwerking en coördinatie tussen verschillende stakeholders vaak terug. Onder deze stakeholders kunnen klanten, concurrenten, vervoerders en logistieke partners verstaan worden. Zij zullen aan de hand van beschikbare real-time informatie de juiste keuze maken van een a-modaal transportmiddel om het vervoer in te plannen. Met a-modaal transportmiddel wordt bedoeld dat er niet op voorhand wordt vastgelegd welk vervoermiddel er gebruikt wordt voor het transport. Dit wordt last-minute bepaald aan de hand van verstoringen, beschikbare capaciteit en vertragingen die zich op dat moment voordoen (Lemmens et al., 2019).

Er zijn bepaalde factoren die cruciaal zijn binnen synchromodaal transport om het proces succesvol te laten verlopen. Synchromodaal transport gaat gepaard met het opbouwen van een transparant netwerk waardoor een gesofisticeerde planning opgesteld kan worden aan de hand van verschillende technologieën. Een duidelijke uitlijning van de kostenstructuur en het juridisch kader zijn ook belangrijke factoren binnen dit concept (Giusti et al., 2019).

De toepassing van synchromodaal transport zorgt enerzijds voor een kostenreductie en anderzijds voor een verlaagde uitstoot. De uitstoot blijft beperkt aangezien er tijdens het vervoer wordt overgeschakeld naar het meest optimale vervoermiddel qua kosten en uitstoot naargelang de beschikbaarheid. Real-time informatie is van cruciaal belang tijdens dit proces. Hierdoor wordt synchromodaal transport dikwijls gekoppeld aan physical internet. Dit is naast synchromodaal transport een nieuw concept dat steeds meer praktijktoepassing vindt in de logistieke wereld.

Verschillende prominente belanghebbenden hebben ingezien dat er dringend iets moet veranderen in de logistieke wereld om de uitstoot te verminderen. Hierdoor hebben deze belanghebbenden Alliance for Logistics Innovation through collaboration in Europe (ALICE) in het leven geroepen. Dit is een samenwerkingsverband dat het concept physical internet promoot waarin gesteld wordt dat de Europese uitstoot tegen het jaar 2050 gereduceerd wordt tot 0. Er zijn tussentijdse doelstellingen gezet in 2030 en 2040 zodat de richtlijnen van het project duidelijk zijn afgebakend.



Figuur 2: Weergave van de doelstelling van het physical internet (Ambra et al., 2019)

Physical internet is gebaseerd op de erkenning van de behoefte aan een overkoepelende visie op logistiek en supply chain planning en controle, waarin verladers en logistieke dienstverleners nauw samenwerken om tot efficiënte logistieke en supply chain operaties te komen. Het project bestaat uit vijf themagroepen zoals op bovenstaande figuur te zien is: Efficiënte en emissiearme activa en energie, synchromodaliteit een de hand van corridors en hubs, systemen en technologieën voor onderling verbonden logistiek, coördinatie en samenwerking van wereldwijde bevoorradingsnetwerken en stedelijke logistiek (Ambra et al., 2019).

Deze masterproef focust op de synchromodaliteit van het transportnetwerk. Aangezien dit nog een relatief nieuw concept is, zijn er een aantal knelpunten die verder onderzocht moeten worden. Ten eerste is een sterke integratie van vraaggegevens van belang om de keuze van de vervoerswijze te bepalen. Er dient namelijk altijd rekening gehouden te worden met de totale vraag van vervoersdiensten in de markt. Daarnaast is real-time informatie vereist wanneer er aan synchromodaal transport gedaan wordt. De nieuwste ontwikkelingen op het gebied van

informatiesystemen, waarbij de gegevens van verschillende partijen worden geïntegreerd in éénzelfde dashboard, zijn een must om het gehele proces te optimaliseren. Ten derde moet er een goed zicht zijn op de te gebruiken transportmodi. Dit wil zeggen dat er real-time informatie ter beschikking is om de toestand van het gehele vervoerssysteem in te schatten. Aanvullend moet er flexibiliteit aanwezig zijn wanneer bepaalde keuzes in verband met de te gebruiken transportmodi gemaakt worden op het laatste moment. De sterkte van synchromodaal vervoer ligt erin om meerdere trajecten in eenzelfde corridor te behouden en slechts last-minute te beslissen voor welk traject er gekozen wordt. Een laatste knelpunt bestaat erin om specifieke organisatiestructuren te ontwerpen en de geplande toeleveringsketen proactief en op geïntegreerde wijze af te stemmen op de feitelijke omstandigheden. Hiervoor moeten alle deelnemende bedrijven hun gegevens beschikbaar stellen om tot efficiënte beslissingen te komen. Dit impliceert niet alleen transportgegevens maar gegevens over alle supply chain activiteiten (Acero et al., 2022).

Naast de bovengenoemde knelpunten die specifiek van toepassing zijn bij synchromodaal transport is een stochastische vraag een onzekerheid die zich vaak voordoet tijdens het proces van synchromodaal transport. Het is namelijk niet altijd in te schatten hoe groot de vraag naar een product zal zijn en hoeveel transport voorzien moet worden. Er moet dynamisch omgesprongen worden met de aangeboden informatie en de middelen moeten zo goed mogelijk worden ingezet. Dit gaat gepaard met een onzekerheid aan transittijden aangezien die verschillend zijn voor ieder product. De planning dient gesofisticeerd opgesteld te worden zodat er tijdens het plannen van het transport gemakkelijk een herpositionering kan plaatsvinden (Delbart et al., 2021).

Een bijkomende moeilijkheid is de beschikbare capaciteit. Door last-minute beslissingen is de capaciteit op voorhand niet geweten. Er kan dus enkel vervoer gepland worden met de middelen die op dat moment aanwezig zijn. Daarnaast is het de bedoeling dat de kosten niet verhogen wanneer men kiest om het transport synchromodaal uit te voeren. Dit dient gedurende heel het proces in acht genomen te worden (Delbart et al., 2021).

Verder is het van groot belang dat er een link gelegd wordt tussen synchromodaal transport en supply chain management. Logistiek zal een belangrijke rol spelen in het succes van de synchromodaliteit. Vaak wordt er in transport onderzoeken gekeken naar de ontwikkeling en toepassing op het vlak van transport optimalisaties. Synchromodaliteit gaat nog een stap verder door zich te richten op het geïntegreerd en gecoördineerd beheer van de transportketen door alle agenten, met als doel de eindklant zo optimaal mogelijk te bedienen. Binnen dit gehele proces kunnen bepaalde hindernissen ontstaan. Met de hindernissen gaan kosten gepaard en het is aan de betrokken partijen om hier duidelijke afspraken over te maken. Eventuele storingen gedurende het proces worden op voorhand zo goed als mogelijk afgebakend tussen de verschillende partijen om discussiepunten te vermijden. De onzekerheid over deze storingen kan echter voor wrijvingen zorgen tussen de partijen (Acero et al., 2022).

Als eerste behandelt deze masterproef de evolutie die heeft plaatsgevonden binnen de logistiek en de transportketen. Nadat het concept synchromodaal transport is verduidelijkt zullen mogelijke hindernissen aan bod komen. Deze hindernissen worden besproken aan de hand van een literatuur- en empirische studie.

1.2 Onderzoeksvraag

De reeds besproken moeilijkheden, verklaren een toenemende druk op het transportnetwerk. Synchronodaal transport kan een belangrijk element zijn bij het oplossen van deze risico's. Het organiseren van synchronodaal transport is echter een ingewikkelde materie die gepaard gaat met veel hindernissen. Deze twee facetten vormen de basis voor het formuleren van de onderzoeksvraag en de bijkomende deelvragen. In deze context ontstond de volgende onderzoeksvraag:

Wat zijn de hindernissen in het synchronodaal transport?

Deelvraag 1: Wat zijn de belangrijkste logistieke concepten en hun kenmerken?

Deelvraag 2: Wat is synchronodaal transport?

Deelvraag 3: Wat is het belang van real-time informatie bij synchronodaal transport?

Deelvraag 4: Wat zijn de hindernissen die de doorbraak van synchronodaal transport bemoeilijken?

Deelvraag 5: Wie moet welke rol opnemen om synchronodaliteit te stimuleren?

De onderzoeksvraag gaat gepaard met vijf deelvragen. Deze deelvragen dienen als opstap voor de hoofdvraag. De eerste deelvraag focust zich op de concepten die hun toepassing hebben gevonden in de transportwereld. Hierbij wordt er diepgaander gekeken naar de kenmerken van ieder concept. De volgende deelvraag onderzoekt wat synchronodaal transport exact inhoudt. Dit begrip zal afgeleid worden via enkele andere aanpalende begrippen zoals unimodaal vervoer, modal shift en multimodaal transport. Vervolgens zullen de hindernissen van synchronodaal transport geformuleerd en onderzocht worden. Hierbij zal het belang van real-time informatie in het synchronodaal transport onderzocht worden. Dit zal een belangrijk rol spelen binnen het proces van synchronodaliteit omdat er in het gehele proces gewerkt wordt met gegevens die up-to-date zijn om de juiste beslissingen te nemen gedurende dit proces. Tot slot beschrijft de laatste deelvraag welke rol iedere partij moet opnemen binnen synchronodaliteit. Het is belangrijk dat deze rolverdeling duidelijk geformuleerd wordt zodat er zich geen moeilijkheden voordoen in het proces.

1.3 Onderzoeksmethodologie

Deze sectie gaat verder in op de gehanteerde onderzoeksmethoden voor het oplossen van de verschillende deelvragen. Op deze manier raakt de lezer bekend met de manier waarop het onderzoek tot stand kwam.

Eerst zal een literatuurstudie uitgevoerd worden om een antwoord te formuleren op de deelvragen. Het raadplegen van wetenschappelijke artikelen en bronnen draagt bij tot het formuleren van een antwoord op de hierboven gestelde vragen. Naast de literatuurstudie vindt ook een praktijkstudie plaats waarin een verlader en twee logistieke dienstverleners bevroegd worden. De bevraging van deze respondenten gebeurt aan de hand van semigestructureerde interviews om de bevindingen uit de literatuurstudie te toetsen en/of aan te vullen.

1.3.1 Literatuurstudie

De literatuurstudie vormt een algemeen beeld van de term synchromodaal transport evenals van andere verwante termen zoals intermodaal transport en physical internet. Daarnaast gaat de literatuurstudie verder in op de hindernissen die plaatsvinden bij synchromodaal transport. De hindernissen worden afzonderlijk geschetst en de belangen van de deelnemende partijen bij het synchromodaal transport worden toegelicht. Verder zal de impact van de hindernissen in het synchromodaal transport duidelijk gemaakt worden in het laatste deel van de literatuurstudie.

Zoals eerder aangegeven, vormen wetenschappelijke artikelen de basis om een antwoord te formuleren op de deelvragen. Deze literatuur is geraadpleegd via databanken als Google Scholar, Research gate, Web of Science en ProQuest. Door gebruik te maken van specifieke zoektermen kan het beoogde resultaat bekomen worden. Zoektermen die tijdens deze literatuurstudie gebruikt worden zijn de volgende: 'multimodal transport', 'synchromodal transport', 'intermodal', 'synchromodality', 'disruption', 'real-time information', 'physical internet', 'supply chain', 'modal shift', 'freight distribution' enzovoort. Deze zoektermen werden gecombineerd met verschillende operatoren zoals 'and', 'or' en 'not'. Hiernaast is er ook gebruikgemaakt van 'citation chaining' waarbij gebruikte referenties binnen een wetenschappelijk artikel verder onderzocht worden.

Niet alle wetenschappelijke artikelen die gegenereerd zijn uit bovengenoemde zoektermen zijn bruikbaar in deze scriptie. Er zal rekening worden gehouden met peer reviews, publicatiedatum en het aantal citaties dat een artikel heeft. Voor het uitvoeren van de literatuurstudie werd namelijk een limiet geplaatst op de publicatiedatum. Enkele artikels van het jaar 2000 tot op heden werden gebruikt in deze masterproef. Oudere publicaties zouden tot achterhaalde informatie kunnen leiden. Een combinatie van deze maatregelen draagt bij tot de uitwerking van een kwaliteitsvolle literatuurstudie.

1.3.2 Praktijkstudie

De praktijkstudie toetst verschillende bevindingen van de literatuurstudie af aan de realiteit. Dit onderzoek tracht weer te geven hoe de verschillende partijen omgaan met de hindernissen tijdens het synchromodaal vervoer en wat hun standpunt is bij deze zaken.

Het verzamelen van praktijkinformatie gebeurt door een kwalitatief onderzoek te voeren. Aan de hand van afzonderlijke semigestructureerde interviews wordt de kennis van de verschillende partijen getoetst die deel uitmaken van het synchromodaal transport. Het merendeel van de hoofd- en deelvragen ligt vast en deze worden aangevuld door bijkomende vragen die inspelen op de voortgang van het interview. Zowel logistieke dienstverleners als verladers worden afzonderlijk bevraagd zodat tijdens het interview ingezoomd kan worden op specifieke factoren binnen de verschillende sectoren (Baarda et al., 2018).

Het doel van de interviews is om de inzichten vanuit de literatuurstudie te toetsen aan de praktijkkennis van alle partijen. De interviews kunnen de bevindingen uit de literatuurstudie bevestigen of een nieuwe visie werpen op de hindernissen in het synchromodaal transport.

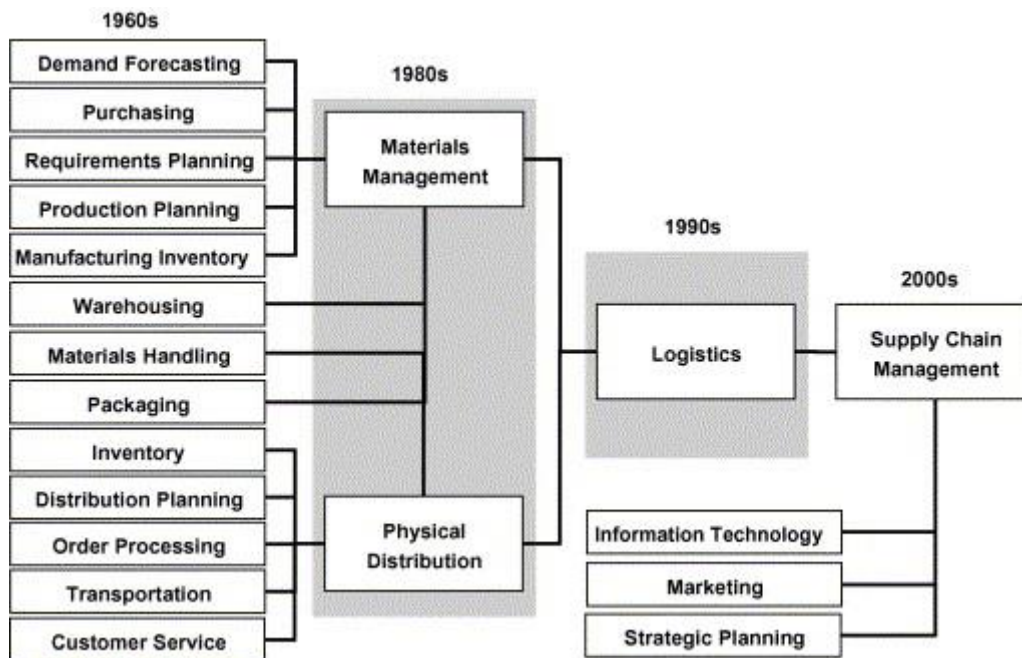
2 Evolutie in de logistieke wereld

Hoofdstuk twee bespreekt de evolutie van logistiek. Logistiek is doorheen de laatste decennia geëvolueerd van afzonderlijke activiteiten tot een samenhangend geheel van activiteiten. Door deze veranderingen binnen het domein van de logistiek zijn veel nieuwe concepten ontstaan. Eén van deze concepten is het synchromodaal transport dat uitvoerig besproken zal worden in dit hoofdstuk. De deelvragen die in dit hoofdstuk beantwoord worden zijn: "Wat zijn de belangrijkste logistieke concepten en hun kenmerken?"; "Wat is synchromodaal transport?" en "Wat is het belang van real-time informatie bij synchromodaal transport?".

2.1 Evolutie van logistiek en supply chain management

Volgens (Rutner et al., 2012) is de term logistiek oorspronkelijk ontstaan in de militaire wereld. Vroeger speelde het tijdig en efficiënt verplaatsen van voedsel, munitie en medische voorraden een prominente rol tijdens de oorlogen. Wanneer er iets misliep gedurende dit proces kon dit het verlies van de strijd betekenen. Na verloop van tijd is de term logistiek overgeheveld naar een meer zakelijk niveau. Men bekeek de term logistiek niet meer in een militaire context maar wel in een context van de bedrijfswereld. In dit deel zal de evolutie van logistiek in de bedrijfswereld verder besproken worden.

Toen logistiek zijn intrede deed binnen de bedrijfswereld werd het gezien als een som van afzonderlijke activiteiten die tijdens een productieproces aan bod kwamen. (Handfield & Nichols Jr, 1999) definieerde logistiek als een breed scala aan activiteiten die gewijd zijn aan de transformatie en het verkeer van goederen, zoals de materiële levering van productiegoederen, de kernfuncties distributie en vervoer, groothandel en detailhandel, alsmede de levering van consumptiegoederen aan huishoudens en de daarmee verband houdende informatiestromen. In de beginperiode was de bedrijfsstrategie gericht op massaproductie om de productiekosten zo laag mogelijk te houden. De productie van goederen gebeurt op basis van eigen expertise binnen iedere afdeling. In deze eerste fase was er geen sprake van samenwerking binnen verschillende afdelingen. Het was dus helemaal uitgesloten dat er een samenwerkingsverband werd opgericht tussen verschillende bedrijven want de eigen kennis en deskundigheid moest binnen de bedrijfsmuren blijven.



Figuur 3: Evolutie van logistiek (Hesse & Rodrigue, 2004)

Hier kwam rond 1980 verandering in toen de begrippen fysieke distributie en materiaal management zich in de bedrijfswereld introduceerden naar aanleiding van de globaliserende markt. Fysieke distributie is de verzamelnaam voor de verscheidenheid aan activiteiten die betrokken zijn bij de verplaatsing van finale goederen in het productieproces naar het eindpunt bij de consumenten. Materiaalmanagement omvat alle activiteiten in verband met de productie van grondstoffen in al hun productiefasen in een toeleveringsketen. Traditioneel wordt ervan uitgegaan dat alle activiteiten van de fysieke distributie voortvloeien uit de vraag van het materiaal management. De globalisering heeft een grote invloed gehad op de perceptie van de fysieke distributie. Doordat de internationale handel steeds meer groeide, werd het aandeel van de verplaatsing van goederen steeds groter. Door deze trend was de fysieke distributie niet enkel een afgeleide van het materiaal management maar speelde het zelf een prominente rol binnen het gehele productieproces. (Hesse & Rodrigue, 2004).

De concepten fysieke distributie en materiaal management groeide steeds meer naar elkaar toe en vanaf de jaren 90 werden ze gezien als een geïntegreerd geheel. Het gehele logistieke proces werd vanaf dit moment niet meer gezien als afzonderlijke activiteiten maar als een samenhangend geheel. Verder werd ook duidelijk dat het optimaliseren van alle processen kan leiden tot een grote kosten- en tijdreductie. Zo werd in elke afdeling afzonderlijk nagegaan waar er verbeteringen mogelijk waren om tot bepaalde reducties te komen. Dit was een trend die beperkt bleef tot de interne gang van zaken bij de bedrijven. De interne organisatie stapte definitief af van het idee dat processen per afdeling bekeken moesten worden. Vanaf dit moment werd er naar de gehele flow gekeken om zo een optimale werking te bereiken binnen alle processen. Deze veranderingen kunnen slechts verwezenlijkt worden door de invoering van moderne informatie- en communicatietechnologieën. Deze technologieën zorgen ervoor dat er een algemeen controlebeleid gevoerd kon worden op het vlak van informatie, financiën en goederenstromen. De logistiek is op deze manier omgevormd tot een belangrijk organisatorisch systeem om de stroom van de goederen zo optimaal mogelijk te organiseren. (Hesse & Rodrigue, 2004).

De interne integratie van systemen verruimde zich in de loop van de jaren 90 tot het niveau dat buiten het eigen bedrijf ging. Bedrijven zochten niet enkel intern naar optimalisatie maar ze gingen strategische partnerschappen met leveranciers aan om ook op dit niveau optimalisaties door te voeren. Hieruit ontstond het concept van supply chain management. Volgens (LeMay et al., 2017) kan het begrip supply chain management omschreven worden als het ontwerp en de coördinatie van een netwerk waardoor organisaties en individuen materiële goederen krijgen, gebruiken, leveren en afvoeren; diensten verwerven en distribueren; en hun aanbod beschikbaar stellen aan markten, klanten en cliënten. Belangrijk in deze definitie is dat er gesproken wordt over een netwerk aangezien verschillende partijen samenwerken voor een geoptimaliseerd eindresultaat. Verder moet het beheer van goederen vermeld worden in de definitie. Tot slot is het ook belangrijk dat het uiteindelijke resultaat wordt aangeboden aan de eindklant.

Tot op heden spelen supply chains een belangrijke rol binnen de globale economie. De omschakeling naar de kernactiviteiten is een trend die zichtbaar is in veel supply chains. Bedrijven richten zich voornamelijk op hun eigen kernactiviteit en alle secundaire activiteiten worden uitbesteed aan derde partijen. Een andere benaming voor dit proces is outsourcing. Globaal gezien zijn supply chains blijven verbeteren aan de hand van nieuwe informatiesystemen en technologieën die op de markt verschenen. Aan de hand van big data kunnen betere vraagvoorspellingen gemaakt worden die een invloed hebben op de gehele keten. Op deze manier kunnen voorraden en bijhorende kosten tot een minimum beperkt worden (Cegielski et al., 2012).

Daarnaast hebben de samenwerkingsverbanden tussen verschillende partijen een belangrijke rol gespeeld in de verbetering van de supply chains. De algemene efficiëntie werd verhoogd door een goede samenwerking te creëren op basis van drie belangrijke elementen. Ten eerste mag een samenwerking niet gedomineerd worden door één partij maar alle partijen moeten op gelijke voet staan. Er moet een duidelijk beeld gevormd worden van de verwachte eindwaarde voor de klant. Dit gaat gepaard met wederzijds vertrouwen en gecoördineerde acties om een zo hoog mogelijk eindresultaat te behalen. Ten tweede vereist een succesvolle samenwerking structuren, kaders en maatstaven die het samenwerkingsband stimuleren. Deze regels zorgen ervoor dat de prestaties van individuele bedrijven gericht zijn op de verbetering van de algemene prestaties van de supply chain. Tot slot dienen alle partijen transparant te zijn ten opzichte van elkaar en eventuele negatieve aspecten kunnen benoemen voordat deze leiden tot de stopzetting van de samenwerking (Bowersox et al., 2000). Deze samenwerkingsverbanden tussen verschillende partijen zullen ook de basis vormen in de evolutie van de transportketen die in het volgende deel aan bod komen.

2.2 Evolutie binnen transportketen

Dit deel bespreekt de evolutie die heeft plaatsgevonden binnen de transportketen. De verhoogde eisen van klanten en geavanceerdere technologieën zorgen ervoor dat er constant nood is aan innovatie binnen de transportketen. In dit deel worden eerst de verschillende transportmodaliteiten besproken die gebruikt worden bij goederentransport. Daarna wordt er dieper ingegaan op de begrippen die in de loop van de tijd zijn ontstaan om het transport zo efficiënt mogelijk te regelen. Dit deel is een opstap voor het volgende deel waarin het begrip synchromodaal transport uitvoerig besproken wordt.

2.2.1 Types van goederentransport

Goederentransport is erop gericht om goederen te verplaatsen. Dit transport vindt plaats door gebruik te maken van één of meerdere transportmodaliteiten. Vroeger werd het goederentransport geregeld door één transportmodaliteit te gebruiken maar momenteel worden er vaak verschillende transportmodaliteiten gecombineerd. Het transport kan gedaan worden via wegvervoer, spoorvervoer, luchtvervoer en/of via vervoer per schip. Het conventionele doel van goederenvervoer is om de algemene kosten te verlagen en dus om zo winstgevend mogelijk te zijn. Daarnaast wordt er ook veel aandacht besteed aan de kwaliteit die geleverd wordt tijdens het transport (Demir et al., 2015).

2.2.1.1 Wegvervoer

Goederentransport over de weg verwijst naar het vervoer van goederen van de ene locatie naar de andere via wegennetwerken. Binnen deze transportsector zijn er een groot aantal spelers actief op de markt. Het grootste deel van deze bedrijven zijn relatief kleinschalig. Dit is te wijten aan het feit dat de vaste kosten laag en de variabele kosten hoog zijn. De goederen die getransporteerd worden bestaan vaak uit kleinere zendingen die gebundeld kunnen worden als één lading. Hierdoor schakelen productiebedrijven steeds vaker logistieke dienstverleners in om hun vervoer te regelen (Demir et al., 2015).

Zoals eerder besproken in de inleiding heeft het wegvervoer veruit het grootste aandeel in de markt van het goederentransport. (Oudani, 2023) stelt dat het wegvervoer enerzijds flexibel is en anderzijds ook een betrouwbare vorm van transport is. Ondanks de negatieve milieueffecten blijft het wegvervoer om deze redenen het meest gebruikte vervoermiddel om goederentransport op korte afstanden te verrichten.

2.2.1.2 Spoorvervoer

Bij het goederentransport via het spoor worden de goederen geleverd door goederentreinen. Een goederentrein is een combinatie van goederenwagens die getrokken worden door een of meer locomotieven op een spoorweg met als doel om vracht te vervoeren tussen de herkomst en de bestemming als onderdeel van de transportketen (Demir et al., 2015).

In tegenstelling tot het wegvervoer bestaat het spoornetwerk slechts uit een beperkt aantal bedrijven die goederenvervoer verrichten. Dit gaat gepaard met een hoge vaste kost en een lage variabele kost. Vooral transporten met een lage waarde en een hoge dichtheid die in bulk verplaatst worden komen in aanmerking voor het spoorvervoer. De betrouwbaarheid van de leveringen ligt bij deze vorm van transport redelijk laag, aangezien de klimaatveranderingen en systeemstoringen het transport kunnen beïnvloeden. Dergelijke externe factoren kunnen resulteren in geannuleerde treinritten of vertragingen in de levering van goederen. Dit vormt een uitdaging voor bedrijven die afhankelijk zijn van een betrouwbare en tijdige levering van hun goederen. Bovendien is er een beperkt infrastructuurnetwerk beschikbaar voor het spoorgoederenvervoer. Dit netwerk wordt ook gebruikt door openbare passagierstreinen, die voorrang krijgen op vrachttreinen. Tot slot is er met deze vorm van vervoer vaak een gecombineerd transport nodig doordat de infrastructuur het niet toelaat om de goederen tot aan de bedrijven te leveren (Bešinović, 2020).

2.2.1.3 Luchtvervoer

Op dit moment vervult de luchtvrachtindustrie, die bestaat uit een beperkt aantal spelers, een essentiële rol binnen de supply chain van bedrijven. Luchtvervoer is namelijk in staat te voldoen aan de hoge eisen op het gebied van snelheid en betrouwbaarheid die worden gesteld in bedrijfstoeepassingen voor toeleveringsketens. Deze eigenschappen gaan gepaard met aanzienlijke vaste en variabele kosten.

In de beginfase van de luchtvrachtindustrie kozen luchtvrachtvervoerders ervoor om slechts één luchthaven als centrale hub te gebruiken. De groeiende vraag naar deze vorm van goederentransport heeft echter geleid tot de integratie van meerdere luchthavens als hubs binnen het netwerk van luchtvrachtvervoerders. Hierdoor kan een hoger niveau van efficiëntie en snelheid worden bereikt bij de levering van goederen. Bovendien hebben de beperkte spelers op deze markt het vermogen om een aanzienlijk aantal leveringen uit te voeren, wat hun positie versterkt (Lakew, 2014).

2.2.1.4 Maritiem vervoer

Het maritiem vervoer maakt gebruik van vrachtschepen om goederen over grote afstanden te verplaatsen. Deze goederen hebben vaak een lage waarde en een hoge dichtheid omdat het transport in grote hoeveelheden plaatsvindt. Deze vorm van goederentransport is niet de snelste manier om de goederen te verplaatsen maar het is wel kostenefficiënt en milieuvriendelijk (Demir et al., 2015).

Het maritiem vervoer kan opgesplitst worden in twee categorieën. Enerzijds zijn er de langeafstand transporten over de oceanen die het grootste gedeelte van het maritiem vervoer uitmaken. Anderzijds is short sea shipping over de kanalen aan belang aan het winnen. Hierbij wordt er over korte afstanden gekozen om het vervoer te regelen via het netwerk van de binnenvaart doordat deze vorm van transport milieuvriendelijker is dan het veelgebruikte wegvervoer (Suárez-Alemán, 2016).

2.2.1.5 Modal split

De modal split binnen goederenvervoer verwijst naar de verdeling van het totale volume aan goederenvervoer over verschillende vervoerswijzen. Het is een maatstaf die aangeeft welk percentage van het totale goederenvervoer wordt uitgevoerd door elk van de beschikbare vervoersmodaliteiten, zoals wegvervoer, spoorvervoer, luchtvervoer, maritiem vervoer en binnenvaart. Op het vlak van internationaal vervoer is maritiem transport de meest gekozen transportmodaliteit. Dit is te wijten aan het feit dat goederen in grote volumes en tegen een lage kost vervoerd kunnen worden over lange afstanden. (European-Commision, 2023). Bij binnenlands vervoer is wegvervoer veruit de populairste transportmodaliteit met een aandeel dat boven de driekwart van het totale volume aan transport ligt. Dit vormt een probleem in de toekomst omdat wegvervoer de meest vervuilende transportmodaliteit is (Matthias et al., 2020).

Het is echter niet mogelijk om de modal split zomaar te wijzigen en het volume aan wegvervoer te verminderen. Veel belanghebbenden houden onvoldoende rekening met de totale impact van multimodaal transport op de toeleveringsketen. Hoewel treinen en binnenschepen over het algemeen kostenefficiënter en milieuvriendelijker zijn dan vrachtwagens, hebben ze vaak te maken met beperkte flexibiliteit wat betreft leveringshoeveelheid, frequentie en planning. Hierdoor vrezen logistieke managers dat een verschuiving van vrachtwagens naar treinen en binnenschepen een negatieve invloed zal hebben op de toeleveringsketen. Een verschuiving op het vlak van vervoermiddelen zou leiden tot een toename in voorraden. Dit brengt op zijn beurt problemen met zich mee binnen de processen van de toeleveringsketen. Daarnaast kunnen spoorvervoer en maritiem vervoer minder flexibel omspringen met een fluctuerende vraag omdat de transittijden van deze vervoermiddelen hoger liggen dan bij wegvervoer. (Dong et al., 2018).

De transportsector bevindt zich momenteel in een fase van evolutie, waarbij steeds meer transportbedrijven ervoor kiezen om verschillende transportmodaliteiten te combineren voor een enkele levering. Deze strategische verschuiving is het gevolg van toenemende restricties en richtlijnen waaraan logistieke bedrijven zich dienen te houden op het vlak van emissienormen (Koralova-Nozharova, 2021). In het volgende deel wordt nader ingegaan op het belang van emissiebeheersing bij het bepalen van de meest geschikte transportmodaliteit. Hierdoor wordt er steeds vaker geopteerd om te kiezen voor een vorm van gecombineerd transport omdat dit zowel op het vlak van snelheid als op het vlak van CO₂-uitstoot het verschil kan maken.

2.2.2 De rol van vervuiling in de transportketen

Binnen de hedendaagse economie staat het stellen van strikte richtlijnen met betrekking tot het verminderen van CO₂-uitstoot hoog op de agenda voor ieder bedrijf. Als reactie op dit vraagstuk heeft Europa het initiatief genaamd de 'Green Deal' geïntroduceerd. Dit initiatief stelt duidelijke doelstellingen vast voor het terugdringen van CO₂-uitstoot. Het voornaamste streven van dit initiatief is om tegen 2030 een netto reductie van 55% van broeikasgassen te bereiken in vergelijking met het referentiejaar 1990. Uiteindelijk heeft de Europese Unie als hoofddoel om tegen 2050 een netto-uitstoot van broeikasgassen te realiseren die gelijk is aan nul. Hierdoor beoogt de Europese

Unie meer cohesie te creëren door Europa om te vormen tot een moderne, grondstoffenefficiënte en concurrerende economie (Wolf et al., 2021).

In het kader van de logistieke wereld worden er verschillende ideeën geopperd die de uitstoot moeten verminderen. Een eerste initiatief dat al snel uit rolde is een samenwerkingsverband genaamd ALICE. Hierin werken verschillende actoren binnen de logistieke sector samen om de doelstellingen van de Europese Unie in een framework te gieten op het vlak van logistiek en supply chain management. ALICE heeft een stappenplan "Towards Zero Emissions Logistics 2050" ontwikkeld dat aansluit bij het idee van physical internet om de uitdaging en de richting voor bedrijven duidelijk te maken. Het doel is om de weg naar een koolstofarme economie te vergemakkelijken en om de rol van iedere partij duidelijk te maken binnen dit proces (ALICE, 2014).

Volgens (Tsakalidis et al., 2020) zal digitale transformatie zorgen voor een verminderde uitstoot. Verschillende innovatieve ideeën spelen op die het vervoer efficiënter maken. Online platformen voor vrachtvervoer en smartphone applicaties met real time data kunnen helpen om de uitstoot te verminderen door overbodig vervoer te vermijden. De komst van geautomatiseerde en geconnecteerde voertuigen zal met behulp van artificiële intelligentie grote veranderingen met zich meebrengen in transportsystemen. Dit zal niet enkel leiden tot een verminderde CO₂-uitstoot maar ook tot minder verkeersongevallen en verbeterde verkeersstromen.

Een ander alternatief dat geopteerd wordt voor het verminderen van de CO₂-uitstoot betreft een snelheidsverlaging binnen de toeleveringsketens voor vrachtleveringen. Deze snelheidsreductie heeft verschillende gevolgen die een positieve impact hebben op de reductie van CO₂. Een direct gevolg is de bevordering van de modal shift, waardoor de capaciteit van het wegvervoer afneemt. Daarnaast zijn er twee indirecte gevolgen die de uitstoot in de toeleveringsketens verminderen. Ten eerste kan het just-in-time principe worden versoepeld, waardoor een betere balans ontstaat tussen voorraadbeheer en transportuitvoering. Ten tweede kan de vertraging in de toeleveringsketens leiden tot een toename van lokale sourcing en dit resulteert in minder benodigd transport. Bovendien biedt de snelheidsverlaging de mogelijkheid om te kiezen voor milieuvriendelijke transportmodi en koolstofarme energiebronnen vanwege de grotere marges in de toeleveringsketen (McKinnon, 2016).

(Kaack et al., 2018) stelt dat er vijf verschillende strategieën toegepast kunnen worden om transport milieuvriendelijker te maken. De eerste strategie beoogt om de hoeveelheid vrachttransport in het algemeen te reduceren. Dit is een uitdaging aangezien er een sterke relatie is tussen de stijging in het aantal vrachtvervoer en de economische groei. Om een reductie te realiseren zijn aanpassingen in het supply chain management vereist. Hierbij wordt gekeken naar een ander voorraadbeleid en een gereduceerde snelheid op het vlak van leveringssnelheid zodat minder transport vereist is. De tweede strategie benadrukt het geoptimaliseerd gebruik van voertuigen en ladingen. Hierbij is het essentieel om de capaciteit van verschillende transportmodi zo efficiënt mogelijk te benutten. De derde strategie richt zich op de modal shift, zoals eerder besproken in het vorige deel van dit hoofdstuk. Deze strategie stimuleert het combineren van verschillende transportmodi tijdens goederentransport om CO₂-reductie te realiseren. De vierde strategie moedigt het gebruik van brandstoffen met een lagere koolstofinhoud aan. Het overstappen op koolstofarmere brandstoffen

kan aanzienlijke milieuwinst opleveren. De laatste strategie legt de nadruk op de verschuiving naar vervoerswijzen met een lagere koolstofintensiteit, zoals spoorvervoer en maritiem vervoer. Deze milieuvriendelijke vervoerswijzen moeten meer worden ingezet om de CO₂-uitstoot te verminderen.

Het beperken van de emissie uitstoot is een belangrijke drijfveer om te bepalen voor welke vorm van transport geopteerd wordt door bedrijven. In de laatste jaren zijn er verschillende concepten van transport ontstaan die de nadruk leggen op een verhoogde snelheid en een verminderde uitstoot. Het volgende deel zal dieper ingaan op de kenmerken van deze transportconcepten.

2.2.3 Evolutie naar synchromodaal transport

In de logistieke sector vinden voortdurend aanpassingen plaats om het transport zo efficiënt mogelijk te laten verlopen. De oorsprong van transport ligt bij unimodaal transport, waarbij uitsluitend één enkele transportmodus wordt gebruikt om goederen te vervoeren. Deze vorm van transport blijft nog steeds het grootste deel van alle transporten vertegenwoordigen. Met name bij transport over korte afstand wordt voornamelijk gebruikgemaakt van wegvervoer om de goederen naar hun bestemming te brengen (Zgonc et al., 2019). Indien een deel van het goederentransport wordt geregeld via spoor- of maritiem vervoer, vereist dit vaak een combinatie met wegvervoer voor het voor- en natransport omdat de bestemming niet rechtstreeks bereikt kan worden. Een combinatie van verschillende transportmodi wordt bijgevolg frequent toegepast om transport over lange afstand te regelen. In het verdere verloop van dit deel worden verschillende concepten beschreven die terugvallen op een combinatie van verschillende transportmodi.

2.2.3.1 Intermodaal transport

Intermodaal transport is goederentransport waarbij ten minste twee modaliteiten worden geïntegreerd en de lading van begin- naar eindpunt wordt vervoerd met dezelfde laadeenheid. Deze vorm van transport valt onder multimodaal vervoer omdat er ten minste twee transportmodaliteiten gecombineerd worden om de goederen te vervoeren. Intermodaal vervoer vindt zijn toepassing voornamelijk bij langeafstand leveringen waarbij spoorvervoer of maritiem vervoer het grootste deel van het traject aflegt. Het voor- en natransport gebeurt via wegvervoer aangezien dit noodzakelijk is om de goederen tot bij de klant te brengen. Intermodaal transport is gestaag aan het groeien en dit zal het in de nabije toekomst blijven doen. De groei gaat namelijk gepaard met de evolutie van de technologische en economische omgeving van de industrie (Crainic & Kim, 2007).

Binnen het concept van intermodaal transport worden de goederen vervoerd met éénzelfde eenheidslading gedurende het volledige transport. Dit houdt in dat de lading wordt overgezet van het ene vervoermiddel naar het andere zonder dat de goederen worden uitgeladen. Containers zijn een vorm van laadeenheid die het meest voorkomt binnen intermodaal vervoer aangezien containers probleemloos overgezet kunnen worden op verschillende transportmodi (Reis, 2015).

Het integreren van verschillende transportmodi in een logistiek netwerk leidt tot kosteneffectief goederenvervoer. De belangrijkste actoren in intermodaal transport zijn de afzenders die de vraag naar transport genereren en de transporteurs die aan de vraag van de afzenders voldoen door transportmogelijkheden aan te bieden. Om gebruik te maken van verschillende transportmodi

tijdens éénzelfde transport is het noodzakelijk dat er terminals zijn waar de laadeenheden overgeladen worden. Intermodaal transport maakt gebruik van intermodale terminals die in staat zijn om de laadeenheden te behandelen ongeacht om welke transportmodaliteit het gaat. Deze manier van werken is mogelijk doordat enkel de laadeenheid wordt overgezet en de goederen niet afzonderlijk overgezet moeten worden (Acero et al., 2022).

Tot slot biedt intermodaal transport de mogelijkheid om grote hoeveelheden goederen te verplaatsen waardoor er zich schaalvoordelen voordoen. Deze schaalvoordelen hebben een impact op een verminderde CO₂-uitstoot door enerzijds meer gebruik te maken van milieuvriendelijke transportmodaliteiten als hoofdvervoermiddel. Anderzijds kan er ook een voordeel verkregen worden door het overslagproces van de eenheidsladingen te beperken door te werken met intermodale terminals (Mostert et al., 2018).

2.2.3.2 Gecombineerd transport

Deze transportvorm vormt een uitbreiding van het intermodaal transport waarbij de focus ligt op de duurzaamheid van de vervoermiddelen. Het concept is in het leven geroepen door het vervoersbeleid van de Europese Commissie met als doel om het wegvervoer terug te brengen naar minder vervuilende en energie-efficiënte vervoerswijzen. Dit logistiek concept wordt door de Europese Commissie bevorderd door de afschaffing van vergunningsprocedures en kwantitatieve beperkingen en door de financiële steun door middel van fiscale stimuleringsmaatregelen (European-Commission, 2013).

Het beperken van wegvervoer in het voor- en natransport en het stimuleren van alternatieve en milieuvriendelijke transportmiddelen zijn de karakteristieken van dit concept. Daarnaast blijven alle karakteristieken van het intermodaal vervoer behouden (Reis, 2015).

2.2.3.3 Co-modaal transport

Co-modaal transport is een logistiek concept dat voortbouwt op het intermodaal transport. Deze specifieke vorm van goederenvervoer legt de nadruk op het optimaliseren van het gebruik van elke vervoerswijze door middel van een eenvoudig en efficiënt vervoerssysteem. Hierbij werken alle betrokken partijen in de transportketen niet concurrerend, maar complementair samen om de meest optimale vervoerscombinatie te bereiken. Deze benadering biedt economische voordelen op het gebied van flexibiliteit, toegankelijkheid, snelheid en kostenefficiëntie (Pleszko, 2012).

Bovendien benadrukt het concept van co-modaal transport het ecologische aspect, waarbij duurzaamheid een centrale rol speelt. Het hoofdtransport wordt geregeld via spoorvervoer, binnenvaart of maritiem vervoer aangezien deze transportmodi minder CO₂-uitstoot hebben dan wegvervoer. Co-modaal transport gaat dan ook altijd gepaard met een optimale en duurzame combinatie van vervoersmethoden (Reis, 2015).

2.3 Synchronodaal transport

Synchronodaal transport is een logistiek concept dat voortvloeit uit de concepten die hiervoor zijn besproken. Het doel van synchronodaal transport is om diverse transportmodi georganiseerd in te zetten om goederen efficiënter en flexibeler te verplaatsen. Het kernidee van synchronodaal transport is om verschillende vervoersmethoden zoals wegtransport, spoorvervoer, binnenvaart en zeevervoer naadloos op elkaar te laten aansluiten. De correcte uitvoering van dit concept leidt tot een optimalisatie van de goederenstroom en een duurzamere aanpak van het transport (Dong et al., 2018). Synchronodaal transport kenmerkt zich door enkele eigenschappen die nauw aansluiten bij het concept. Het verdere verloop van dit deel bespreekt deze kenmerken. Daarnaast volgt een verduidelijking van de link tussen synchronodaal transport en physical internet.

2.3.1 Kenmerken

2.3.1.1 Visibiliteit

Een primair kenmerk van synchronodaal transport is visibiliteit door gebruik te maken van real-time gegevens. Het gebruik van real-time data van zowel interne als externe transportgegevens vormt een essentieel aspect binnen het concept van synchronodaliteit. Aan de ene zijde is het cruciaal dat de klant zijn vereisten vooropstelt met betrekking tot het type modaliteit dat wordt gebruikt voor het transport. Hierbij worden verzendtijd, kosten en specifieke verzendvereisten als belangrijke factoren beschouwd. Aan de andere kant oefenen externe factoren invloed uit op de keuze van de modaliteit voor het transport. De informatie met betrekking tot dit aspect van synchronodaliteit wordt verkregen door gegevens te verzamelen van verschillende onderdelen die deel uitmaken van het transportproces. Mogelijke informatiestromen omvatten gegevens afkomstig van havens, schepen, terminals, logistieke platforms, klantvoorkeuren, contracten, beschikbaarheid van transport en netwerkstatus (Acero et al., 2022).

Het belang van real-time informatie voor synchronodaal transport is doorslaggevend omdat de andere aspecten in hoge mate afhankelijk zijn van de nauwkeurigheid en juistheid van deze informatie. In een synchronodale toeleveringsketen is het van essentieel belang dat belanghebbenden een alomvattend overzicht hebben van de status van hun activiteiten en de gebeurtenissen die hen beïnvloeden. Deze kennis stelt hen in staat om effectievere herplanning procedures te implementeren en onmiddellijk te reageren op onvoorziene gebeurtenissen (Giusti et al., 2019). Informatie- en communicatietechnologie speelt een belangrijke rol bij het verschaffen van hoogwaardige en gestandaardiseerde gegevens om real-time veranderingen door te voeren. Deze vorm van technologie is noodzakelijk voor de verwerking van uiteenlopende gegevenstypen zoals meteorologische data, verkeersinformatie en vrachtlocaties (Pfoser et al., 2022).

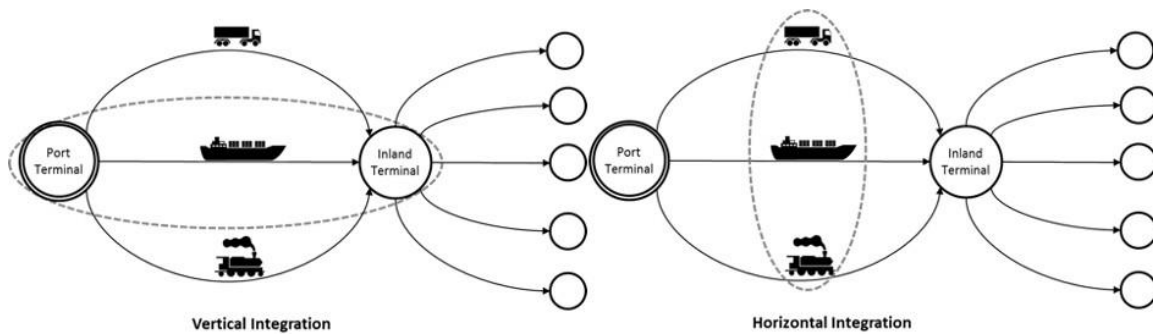
2.3.1.2 Flexibiliteit

Een fundamenteel element van synchromodaliteit betreft de eigenschap van flexibiliteit. Deze flexibiliteit komt tot uiting in het a-modale karakter van synchromodaliteit, ook wel beschreven als mode-free booking. Mode-free booking houdt in dat verladers afstand doen van de bevoegdheid om vervoerswijzen en routes te kiezen. Het is daarom een essentiële vereiste dat verladers deze fundamentele veranderingen in de organisatie van het vrachtvervoer accepteren (Pfoser et al., 2022). Dit maakt het mogelijk voor logistieke dienstverleners om de beschikbare capaciteit te optimaliseren en doelmatig te reageren in situaties waar verstoringen zich voordoen. Wanneer de autonomie van logistieke dienstverleners vergroot, zijn ze in staat om effectiever te reageren op storingen. Hierdoor kunnen ze hun capaciteit vergroten om aan de vraag te voldoen (Giusti et al., 2019). Bij synchromodaal transport wordt er op voorhand dus geen transportmodus gekozen waarmee het vervoer uitgevoerd zal worden. Dit wordt pas last-minute bepaald aan de hand van real-time gegevens. Door deze werkwijze toe te passen kunnen verladers veel flexibeler werken wanneer ze een transport regelen (Pfoser et al., 2022).

De flexibiliteit die het synchromodaal transport beoogt, brengt ook een aantal veranderingen met zich mee. Ten eerste is een verandering in denkwijze noodzakelijk bij de verladers aangezien de boekingen in synchromodaal transport niet meer modus gebaseerd maar wel dienst gebaseerd zijn. Deze verandering in denkpatroon is moeilijk te realiseren maar het vormt wel een cruciaal aspect in het gegeven van synchromodaliteit (Pfoser et al., 2022). Ten tweede vindt er een verandering plaats in het bepalen van de prijsstrategie. De modale flexibiliteit en de mogelijkheid om op het laatste moment wijzigingen aan te brengen in de vervoerswijze of route maken het moeilijk om de prijs van synchromodale vervoersdiensten te bepalen. Door de toepassing van synchromodaal transport is een op diensten gebaseerde prijsstelling nodig, in tegenstelling tot het traditionele op modaliteiten gebaseerde tariefontwerp (Behdani et al., 2016). Een laatste verandering doet zich voor op juridisch vlak. Het a-modaal boeken van het goederentransport zorgt voor complexiteit omdat er voor iedere transportmodus verschillende regels gelden. Doordat het transportplan last-minute wordt opgesteld brengt dit ook de nodige gevolgen mee op het vlak van verzekeringen en wetgeving. Dergelijke juridische kwesties van aansprakelijkheid en verzekering moeten worden opgelost om synchromodaliteit tot een levensvatbaar concept te maken voor transportmanagers (Pfoser et al., 2022).

2.3.1.3 Integratie en coöperatie

(Giusti et al., 2019) stelt dat integratie en coöperatie tussen belanghebbenden van fundamenteel belang zijn voor het opbouwen van een synchromodaal netwerk waarbij betere toegang informatie wordt gecreëerd. Vanwege de betrokkenheid van meerdere modi bij de uitvoering van het transport is integratie tussen de verschillende modi van groot belang. In het algemeen zijn er twee vormen van integratie die tijdens een transportproces kunnen optreden, namelijk verticale en horizontale integratie. Deze twee integratievormen worden in onderstaande figuur geïllustreerd.



Figuur 4: Verticale en horizontale integratie (Behdani et al., 2016)

Binnen het concept van synchromodaal transport wordt gebruikgemaakt van horizontale integratie. Bij horizontale integratie worden de verschillende vervoerswijzen parallel gebruikt van de herkomst naar de bestemming. Hierbij worden de verschillende vrachstromen die zich op een bepaalde route bevinden verdeeld over verschillende modaliteiten. Bij horizontale integratie is de verwachting dat de prestaties van het hele transportsysteem verbeteren. Dit leidt op zijn beurt tot een groter gebruik van verschillende transportmodaliteiten. Horizontale integratie stimuleert het optimale gebruik van alle transportmodi, wat kan leiden tot een sterkere positie van internationaal vrachtvervoer (Behdani et al., 2016).

Deze vorm van integratie staat in contrast met verticale integratie die bij intermodaal transport wordt toegepast. Bij verticale integratie vindt er een vorm van samenwerking plaats tussen belanghebbenden die op verschillende niveaus van de toeleveringsketen actief zijn. Dit heeft bijgevolg betrekking op het opeenvolgende gebruik van verschillende vervoersmodaliteiten waarbij de integratie van dienstverlening een belangrijk element is. Uiteindelijk resulteert deze samenwerkingsvorm in een meer geïntegreerde en gecoördineerde operationele aanpak (Dong et al., 2018).

Om integratie te bewerkstelligen, is een solide vorm van samenwerking nodig tussen alle betrokken partijen. In het geval van synchromodaal transport omvat dit de coördinatie van informatienetwerken van elke relevante actor, met het doel de efficiëntie van de goederenstromen te verbeteren en de totale capaciteit te vergroten. Het delen van real-time informatie speelt hier een belangrijke rol in. Door de gegevens van belanghebbenden te bundelen, ontstaat een grotere wendbaarheid in situaties van onverwachte storingen binnen het netwerk. Daarom is het noodzakelijk om integratie en het delen van gegevens te organiseren om de voordelen voor alle belanghebbenden te maximaliseren zonder de belangen van anderen te schaden (Giusti et al., 2019).

2.3.2 Rol van physical internet

Physical internet en synchromodaal transport hebben gemeen dat beide concepten als doel hebben om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Met de toenemende aandacht die zowel in het bedrijfsleven als in de logistieke gemeenschap wordt gevestigd op dit probleem, zijn veranderingen in logistieke processen nodig om dit probleem aan te pakken. Met het oog op substantiële verbeteringen in de efficiëntie en duurzaamheid van logistieke processen, is het concept van physical internet geïntroduceerd. Door principes uit de overdracht van internetgegevens over te brengen naar werkelijke verzendoperaties, exploiteert physical internet het concept van universele connectiviteit binnen logistieke netwerken en diensten. In het raamwerk van het physical internet wordt vracht getransporteerd volgens analogie met data transmissies in het digitale internet: intelligent, naadloos en gebruikmakend van externe netwerken. Geavanceerde voorraadmodellen dragen bij aan de efficiënte aggregatie en synchronisatie van goederenstromen, wat leidt tot een optimalere beladingsgraad van voertuigen, een verschuiving naar meer milieuvriendelijke transportwijzen, een verminderd aantal vrachtwagens op de wegen en een aanzienlijke vermindering van de uitstoot van broeikasgassen binnen het vrachtvervoer (Lemmens et al., 2019).

Physical internet draagt significant bij aan de verwezenlijking van aanzienlijke verbeteringen op het gebied van logistieke efficiëntie en duurzaamheid. Dankzij de onderlinge verbindingsmogelijkheden en open kenmerken heeft physical internet het potentieel om organisaties te ondersteunen bij het aanpakken van uitdagingen op het gebied van duurzaamheid. De strategie van physical internet is gebaseerd op het creëren van wereldwijde samenwerking en interoperabiliteit om zowel verticale als horizontale integratie van mondiale transportsystemen te vergemakkelijken (Ben Neila et al., 2021). Daarnaast omvat dit concept het tot stand brengen van co-modale transportdiensten binnen een zorgvuldig gecoördineerd netwerk, ondersteund door corridors en hubs die optimaal bijdragen aan de versterking van de transportketens. Deze evolutie gaat gepaard met een geleidelijke verschuiving van het huidige individualistische systeem, waarin zowel verladers als logistieke dienstverleners hun eigen netwerken en transportstromen optimaliseren, naar de uiteindelijke ambitie van het sterk geïntegreerde concept van physical internet. Hierbij worden intermodale diensten tussen diverse transportmodaliteiten en in nauwe afstemming met verladers gesynchroniseerd. (Lemmens et al., 2019). De link tussen physical internet en synchromodaal transport is overduidelijk doordat dezelfde concepten worden aangeraakt om het transportsysteem efficiënter en duurzamer te maken.

2.4 Conclusie

Voorgaand hoofdstuk beantwoordt de twee eerste deelvragen: "Wat zijn de belangrijkste logistieke concepten en hun kenmerken" en "Wat is synchromodaal transport?". De transportwereld past hier diverse concepten toe waarin intermodaal transport het basisconcept vormt. Deze transportterm combineert namelijk meerdere transportmodi om één enkel transport uit te voeren. Op dit principe berusten dan weer andere vormen zoals multimodaal transport en co-modaal transport. Dit concept kan slechts succesvol zijn door gebruik te maken van real-time gegevens en a-modale boekingen om het transport te plannen. Het effectief toepassen van synchromodaal transport blijkt echter niet evident omdat er verschillende hindernissen zijn die dit bemoeilijken. Het volgende hoofdstuk geeft op zijn beurt vorm aan de hindernissen die optreden binnen synchromodaal transport.

3 Hindernissen in synchronodaal transport

Het concept synchronodaal transport werd reeds een tiental jaar geleden geïntroduceerd. De effectieve doorbraak in de logistieke wereld laat echter op zich wachten omdat er een aantal hindernissen zijn die de effectieve toepassing in de praktijk bemoeilijken. Deze hindernissen situeren zich in verschillende aspecten die nauw aansluiten bij het concept van synchronodaal transport. In dit hoofdstuk worden verschillende hindernissen uitvoerig besproken. Hierbij wordt een antwoord geformuleerd op de volgende deelvragen: "Wat zijn de hindernissen die de doorbraak van synchronodaal transport bemoeilijken?" en "Wie moet welke rol opnemen om synchronodaliteit te stimuleren?".

3.1 Coördinatie en planning

3.1.1 Verstoringen binnen het transportnetwerk

Synchronodaal vervoer vereist een grote flexibiliteit op het vlak van transport planning. Zo wordt er slechts op het laatste moment beslist met welk transportmiddel en via welke transportroute het vervoer geregeld zal worden. Tijdens het transport zelf vinden regelmatig onvoorziene omstandigheden plaats waardoor het oorspronkelijke plan niet gevolgd kan worden. Dan is het zaak om flexibiliteit te tonen en te zoeken naar de route die, gezien de omstandigheden, het meest optimaal is.

In de studie van (Qu et al., 2019) zijn twee vormen van onzekerheid beschreven die optreden tijdens het plannen van transport, namelijk exogene en endogene onzekerheden. Bij de exogene onzekerheden binnen transportzendingen kijkt de studie vooral naar de mate van stochasticiteit die optreedt tijdens het plannen van goederentransport. Deze stochasticiteit verwijst naar de onvoorspelbare aard van gebeurtenissen die gedurende het planningsproces optreden. Normaliter wordt aangenomen dat goederenzendingen een waarschijnlijkheidsverdeling volgen. Daarna wordt een model opgesteld dat opgelost wordt volgens een tweefasige aanpak. De initiële fase formuleert het vraagstuk als een deterministisch probleem binnen een netwerk flow planning. Hierna volgt een toevoeging van de onzekerheden aan het model door middel van stochastisch programmeren of robuuste optimalisatie.

Op het vlak van stochastisch programmeren vinden vooral situaties plaats waarbij het zendingsvolume varieert. Wanneer het zendingsvolume afwijkt kan de dienstverlener ervoor kiezen om bijkomend volume te exploiteren aan andere dienstverleners. Een alternatief om bijkomend zendingsvolume op te vangen is door alternatieve routes te gebruiken of door verschillende groottes van transportmodi te reserveren om het volume op te vangen. Op het vlak van robuuste optimalisatie opteert de transporteur om pas definitief beslissingen te nemen na de realisatie van onzekere zendingen. Een weigering van bijkomend volume is een alternatieve oplossing wanneer het bijkomend volume niet haalbaar blijkt te zijn.

Bij endogene onzekerheden ligt de nadruk op wijzigingen van de transittijd. De transittijd kan tijdens het transport namelijk beïnvloed worden door verschillende factoren zoals congestie, weersomstandigheden of andere tijdsafhankelijke factoren. Wijzigingen van de omstandigheden zorgen ervoor dat de kwaliteit van de levering in het gedrang komt waardoor on-time leveringen niet meer vanzelfsprekend zijn. Vertragingen en verstoringen zijn echter onvermijdelijk, ongeacht welke vorm van transport wordt toegepast (Qu et al., 2019).

Synchromodaal transport is de transportvorm die het beste reageert op onzekerheden die zich voordoen tijdens het transport doordat het aan de hand van real-time informatieoplossingen binnen het gehele transportnetwerk zoekt. In de literatuurstudie zijn er echter geen benaderingen te vinden die een flexibel model voorstellen waarbij wordt omgegaan met deze vormen van onzekerheid.

3.1.2 Re-routing

Synchromodaal transport gaat gepaard met een hoge flexibiliteit op het vlak van transportplanning. Tijdens het transport kunnen onvoorziene omstandigheden optreden waardoor de transporteur vaak genoodzaakt is om zijn te transportplan aan te passen. Het last-minute wijzigen van het transport wordt ook wel real-time herplannen of re-routen van het transport genoemd. Ondanks hun mogelijk geringe impact, hebben deze onzekerheden in de realiteit het potentieel om de haalbaarheid van transportplannen te verhinderen. In de realiteit kunnen er zich altijd verstoringen voordoen die een directe impact hebben op de transportplannen (Akyüz et al., 2023).

(Rosyida et al., 2020) beschrijft twee soorten verstoringen die een impact hebben op de transportplannen. Deze verstoringen zijn klantverstoringen en linkverstoringen. Klantverstoringen bestaan uit verschuivingen in de eisen van de klant waardoor wijzigingen aan de transportroute noodzakelijk zijn. Klantverstoringen omvatten veranderingen in het aantal aanvragen, veranderingen in verzendlocaties, veranderingen in levertijden en annuleringen van bestellingen. Daarentegen duidt een linkverstoring op een onderbreking die wordt teweeggebracht doordat er een verstoring op de route zelf plaatsvindt. Linkverstoringen betreffen elke gebeurtenis die een connectie in de route onderbreekt en resulteert in verminderde voertuigdoorstroming of volledige blokkade ervan.

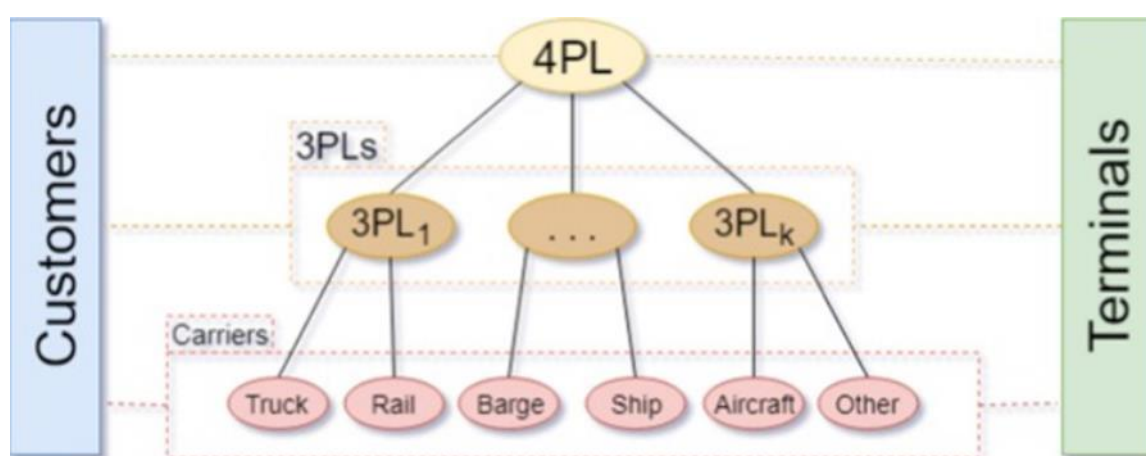
De implementatie van een geavanceerde en dynamische planning is een zeer belangrijk onderdeel in het tot stand brengen van een operationeel en veerkrachtig synchromodaal netwerk voor goederenvervoer. Een zorgvuldige evaluatie en analyse van klantvoorkeuren, veelgebruikte transportroutes, beschikbare transportmodaliteiten en onzekerheden zijn van cruciaal belang. Daarom zijn nauwkeurige prognoses en geavanceerde simulaties noodzakelijk om het transportsysteem constant up-to-date te houden (Agbo et al., 2017). Daarom is het van belang om de transportvraag te analyseren en voorspellingen te doen, zodat een optimaal netwerk voor goederenvervoer kan worden vastgesteld. Om de synchromodale processen effectief te organiseren, is een uitgebreid kader voor aanbod nodig om de beschikbare capaciteit zo optimaal mogelijk te benutten (Pfoser et al., 2016).

Door onvoorziene omstandigheden wordt het transportnetwerk echter inefficiënt waardoor de noodzaak van herplanning zich opdringt. Naarmate de grootte van verstoring kiest de logistieke

dienstverlener om het transport geheel of gedeeltelijk te re-routen. Bij gedeeltelijke herplanning wordt ervan uitgegaan dat stromen die worden beïnvloed door een verstoring opnieuw worden ingepland. In dit geval worden herstelplannen alleen voor deze stromen opgesteld, zonder wijzigingen aan te brengen in het verzendplan van niet-gerelateerde stromen. In de benadering van volledige herplanning wordt aangenomen dat de logistieke dienstverlener in staat is om elke zending ongeacht verstoring te re-routen. Het volledig herplannen van het transportnetwerk brengt meer flexibiliteit met zich mee doordat een hernieuwde analyse van ieder aspect volgt. Echter kan een partiële re-routing in sommige gevallen voordeliger zijn als de verstoring slechts een invloed uitoefent op een beperkt deel van het transportnetwerk. De logistiek dienstverlener dient alle mogelijke scenario's te analyseren om een optimale routing van het transportnetwerk te bekomen (Akyüz et al., 2023).

3.1.3 Rolverdeling binnen synchromodaal transport

Tijdens het proces van synchromodaal transport komen verschillende partijen met elkaar in contact. De relaties tussen deze belanghebbenden vinden binnen het nieuwe transportconcept niet enkel plaats op het vlak van de fysieke beweging van goederen maar ook op het vlak van informatie-uitwisseling. De coöperatie tussen de verschillende partijen is een vernieuwend idee waarbij het belangrijk is dat iedere belanghebbende zich bereidwillig opstelt. Vaak wordt er in synchromodaal transport gekozen voor een coördinerend tussenpersoon die het evenwicht zoekt tussen samenwerking en concurrentie. Iedere partij is er zich van bewust dat het eigen succes geoptimaliseerd kan worden door een samenwerkingsvorm op te starten over het gehele netwerk (Pavlić Skender et al., 2017). De rolverdeling van iedere betrokkene in het transportnetwerk zal in het verdere verloop van dit deel besproken worden. Deze rolverdeling is niet duidelijk afgebakend en hierdoor kunnen er problemen ontstaan. Onderstaande afbeelding geeft een overzicht weer van alle aspecten die een rol spelen binnen dit netwerk.



Figuur 5: Overzicht van de verschillende relaties tussen logistieke partijen (Giusti et al., 2019)

Klanten zijn de eerste schakel in het transportnetwerk. Zij vervoeren hun grondstoffen of goederen via het transportnetwerk. Binnen het kader van synchromodaliteit volgen klanten een

modusafhankelijke reserveringsaanpak bij de logistieke dienstverlener. Hierbij heeft de verlader de vrijheid om zowel de prijs als de gewenste serviceniveaus te kiezen, terwijl de logistieke dienstverlener verantwoordelijk is voor het vaststellen van de transportmodi die worden ingezet voor de levering (Akyüz et al., 2023). Afhankelijk van de benodigde diensten gaan de klanten bepaalde relaties aan met vervoerders. In het geval van eenvoudig transportoperatie opteren verladers vaak voor een standaard dienstverlener. Wanneer het om een complexer transport gaat dan bestudeert de verlader de mogelijkheden die zich op de transportmarkt voordoen (Giusti et al., 2019).

Een tweede schakel binnen het transportnetwerk zijn de vervoerders. Een vervoerder is een entiteit die verantwoordelijk is voor het verplaatsen van goederen van de ene locatie naar de andere. De vervoerder gebruikt één of meerdere van de volgende transportmodaliteiten om het vervoer te regelen: vrachtwagens, treinen, binnenschepen, oceaanschepen, vliegtuigen of een alternatief vervoermiddel. Goederenvervoerders bieden logistieke diensten aan waarbij zij zorgen voor het ophalen, transporteren en afleveren van goederen, vaak volgens de wensen van de klant en binnen de afgesproken tijdframes. Het transport gebeurt uit eigen initiatief of het wordt in samenwerking gedaan met een logistieke dienstverlener (Giusti et al., 2019).

Logistieke dienstverleners vervolledigen het transportnetwerk. Er zijn twee soorten logistieke dienstverleners binnen een netwerk, namelijk 3PL-providers en 4PL-providers. 3PL-spelers bieden diensten aan die vallen onder de logistieke basisactiviteiten zoals transport, consolidatie, cross-docking, voorraadbeheer, verpakking, opslag en expeditie van goederen. Hierbij vormt de 3PL-speler een tussenpersoon tussen kopers en verkopers om de activiteiten binnen het logistieke aspect van de toeleveringsketen te verbeteren. 4PL-spelers gaan nog een stap verder in het optimaliseren van de toeleveringsketen. Naast het beheer van het logistieke aspect van de toeleveringsketen, zetten 4PL-spelers zich ook in om strategieën te ontwikkelen die de prestaties van de toeleveringsketens verbeteren. De 4PL-dienstverleners functioneren als de centrale interface tussen de klant en diverse belanghebbenden, inclusief 3PL-dienstverleners. De klant vertrouwt de volledige toeleveringsketen toe aan de 4PL-spelers. Deze dienstverleningsmethode wordt ingezet in het domein van synchromodaal transport. De onbetrokkenheid van de verladers in het logistieke proces stuit op uitdagingen doordat de verladers een verandering in de denkwijze moeten doormaken, aangezien zij volledig afstand doen van de controle over het logistieke proces (Giusti et al., 2019).

Tot slot spelen de terminals een belangrijke rol in het verhaal van synchromodaal transport aangezien het transport door verschillende transportmodi wordt uitgevoerd. De terminals geven de vervoerders de mogelijkheid om de goederen van transportmodi te veranderen (Giusti et al., 2019). De staat van de infrastructuur laat soms te wensen over maar dit wordt in het verdere verloop van dit deel besproken.

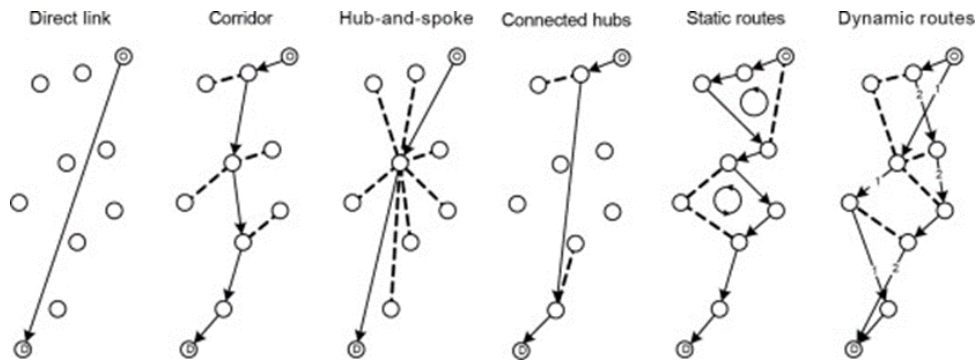
3.2 Infrastructurele uitdagingen

3.2.1 Noodzaak aan een adequaat transportnetwerk

In de voorbije decennia is het volume van het wereldwijde goederenvervoer aanzienlijk toegenomen. Deze groei kan worden toegeschreven aan diverse factoren, waaronder de impact van globalisering en de ontwikkeling van mondiale handels- en productieverhoudingen. De globalisering van productie en de opkomst van wereldwijd geïntegreerde productiesystemen bevorderen de toenemende uitwisseling van grondstoffen, componenten en afgewerkte producten. Deze evolutie heeft tot gevolg dat het globale transport enorm toeneemt. Om tegemoet te komen aan de toenemende omvang van het goederenvervoer, is het noodzakelijk om adequaat infrastructuurontwikkeling te implementeren op alle locaties die onderdeel zijn van het transportnetwerk. In de realiteit kan zulke infrastructuur echter niet op gelijke snelheid ontwikkeld worden als de groeiende handels- en goederenbewegingen. Deze vertraging komt voort uit zowel een bredere schaarste aan transport- en vrachtverwerkingscapaciteit als uit de tendens van stromen om zich te concentreren in grotere faciliteiten, wat deze beperkingen verder versterkt. In dit kader geven de groeiende volumes vracht die worden verwerkt via mondiale distributienetwerken aanleiding tot aanzienlijke uitdagingen op diverse geografische niveaus. Dit vereist wereldwijde routes voor vrachtdistributie, evenals de oprichting van hubs en knooppunten als cruciale overgangspunten (Hesse, 2006).

3.2.2 Verscheidenheid aan transportmodellen

Onderstaande figuur toont de verscheidenheid van modellen binnen een netwerk van knooppunten en hubs die in het huidige transportnetwerk te vinden zijn. Het goederenvervoer wordt geregeld door op verschillende manieren gebruik te maken van het transportnetwerk waarbij de hubs fungeren als overslagpunt om de goederen over te zetten van de ene transportmodaliteit naar de andere. De toepassing van verschillende modellen in eenzelfde transport kan problemen veroorzaken tijdens het transport. Synchromodaal transport gebruikt voornamelijk het model van een dynamische route. Een dynamische transportroute betreft een traject of routeplan dat in real-time wordt aangepast en geoptimaliseerd aan de hand van actuele omstandigheden. Dit type routeplanning past zich voortdurend aan om de meest efficiënte en effectieve route te bepalen, met als doel het minimaliseren van reistijd, kosten en het optimaliseren van de leveringsprestaties (SteadieSeifi et al., 2014).



Figuur 6: Verschillende modellen binnen een transportnetwerk (SteadieSeifi et al., 2014)

Intermodale knooppunten herverdelen de goederen over de verschillende transportmodaliteiten zodat al deze goederen op een zo efficiënt mogelijke manier hun uiteindelijke bestemming bereiken. In intermodale hubs worden besluiten met betrekking tot het toewijzen van vracht beïnvloed door de kenmerken van de vracht. Typische kenmerken van lading zijn onder andere de bestemming, resterende tijd tot de deadline, gewicht, volume, afmetingen, veiligheidsrisico en temperatuur. Er wordt aangenomen dat in intermodale hubs vracht wordt ingedeeld op basis van drie eigenschappen: vrachtbestemming, vrachttype en resterende tijd tot de vervaldatum. De vrachtbehandeling in een intermodale hub wordt geacht om alle vracht toe te wijzen aan de beschikbare transportcapaciteit op zo'n manier dat de vracht op het afgesproken tijdstip en op de afgesproken locatie bij de eindklant wordt afgeleverd. Het is van groot belang dat de indeling van de vracht duidelijk gecommuniceerd wordt zodat er geen misverstanden ontstaan tijdens het overzetten van de vracht (Nabais et al., 2015).

Een infrastructureel aspect dat tot op heden niet in het onderzoek naar synchromodaliteit is behandeld, betreft laadeenheden. In geen enkele gepubliceerde studie is tot dusver onderzocht welk type laadeenheid het meest geschikt is voor synchromodaal transport en aan welke criteria en eigenschappen zo'n laadeenheid moet voldoen. Het blijft onduidelijk of synchromodaal transport zich enkel beperkt tot containervervoer of dat het ook van toepassing kan zijn op geladen pallets of pakketten. Een mogelijke benadering omvat de standaardisering van laadeenheden (Pfoser et al., 2022).

3.3 Administratieve en regelgevende uitdagingen

3.3.1 Gedaanteverwisseling binnen de transportwereld

Tijdens de recente decennia vonden ingrijpende transformaties plaats in de transportwereld. Een wijziging heeft plaatsgevonden binnen de manier waarop handel wordt gedreven en transport wordt georganiseerd. Deze wijzigingen brengen op zijn minst twee uitdagingen met zich mee waarmee het huidige transportrecht geconfronteerd wordt. Ten eerste houdt de praktijk van deur-tot-deur-transport in veel gevallen in dat er gebruik wordt gemaakt van multimodaal transport of het transporteren van goederen via meerdere vervoersmodaliteiten onder één enkele vervoersovereenkomst. Hieruit kunnen juridische kwesties voortvloeien met betrekking tot het toepasselijke recht op dergelijke multimodale vervoersovereenkomsten. Deze problematiek is

historisch gegroeid doordat het transportrecht geëvolueerd is op basis van vervoersmodaliteiten afzonderlijk. Dit heeft als gevolg dat afzonderlijke verdragen ontstonden voor diverse transportmodaliteiten, zoals maritiem transport, binnenlands watertransport, wegvervoer, spoorwegvervoer en luchtvervoer. De nationale wetgeving heeft op zijn beurt de onafhankelijke regelgevingen overgenomen (Smeele, 2015).

Ten tweede zorgt de last-minute beslissing van de te gebruiken transportmodi voor problemen op administratief vlak. Het doel is om de meest kostenefficiënte, betrouwbare, snelle of milieuvriendelijke uitvoering van het transport te bereiken. Deze keuze wordt bepaald door de vervoerder van de goederen. Vanuit een juridisch standpunt kunnen de keuzes van de vervoerder om voor een bepaalde transportmodus te kiezen aanzienlijke gevolgen hebben voor de juridische positie van zowel de vervoerder als de verlader. Er is namelijk een aanzienlijk verschil in aansprakelijkheid voor verloren of beschadigde vracht tussen de diverse transportmodi. (Smeele, 2015). Daarnaast kan de verzekering van vracht gecompliceerd worden doordat normaal gesproken een specifieke vervoerswijze verzekerd is. De dekking van de verzekering is onzeker wanneer er in real-time wordt overgeschakeld naar andere vervoerswijzen. Het oplossen van zulke juridische vraagstukken betreffende aansprakelijkheid en verzekering is noodzakelijk om synchromodaliteit tot een levensvatbaar concept te transformeren (Pfooser et al., 2022).

3.3.2 Gebrek aan uniforme regelgeving

Op het vlak van regelgeving zijn de Europese landen niet op elkaar afgestemd. Zo valt de regeling voor de levering van transportdiensten en de infrastructuurontwikkeling steeds vaker onder het beleid van de private sector. Dit gebeurt door middel van gereguleerde concessies of via een open competitieve markt waarin overheidsoperatoren direct concurreren met private exploitanten of zich terugtrekken uit de markt. Door deze werkwijze is van een uniforme beleidsmethode geen sprake (Monios, 2019). Daarnaast oefent duurzame ontwikkeling een sterke invloed uit op de logistiek van elk land. Openbare beleidsmaatregelen worden ontwikkeld om de economische voetafdruk in de logistieke sector te verminderen. Voor deze beleidsmaatregelen geldt dat ieder land afzonderlijk bevoegd is om regels op te stellen waardoor er geen uniformiteit heerst binnen Europa. Verschillende overheden hebben de neiging om logistiek op te nemen in hun beleidsagenda's. Overheidsorganen vervullen een prominente rol bij het samenbrengen van alle betrokken partijen om een gezamenlijke analyse van de huidige situatie vast te stellen om een strategie te ontwikkelen die de logistieke prestaties bevordert (Savy, 2016).

3.3.3 Opgelegde milieurestricties

De uitstoot voortkomend uit de transportindustrie draagt in aanzienlijk mate bij aan het wereldwijde verschijnsel van klimaatopwarming. Om deze reden engageren beleidsactoren op internationaal niveau zich in het ontwikkelen van regelgevende kaders die alle bedrijven verplichten om de extra kosten die ontstaan als gevolg van emissies aan te pakken. Het doel van deze maatregelen is het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen. In dit kader zijn twee belangrijke emissiebeleidsmaatregelen ontstaan: koolstofbelastingen en koolstofkredieten (Giusti et al., 2021).

Koolstofbelastingen hebben een impact op de transportindustrie doordat ze de prijzen van brandstof verhogen. Deze vorm van belastingheffing brengt twee stimulerende effecten teweeg in de transportindustrie. Het directe resultaat omvat het bevorderen van investeringen in energie-efficiënte activa en een meer conservatieve uitvoering van handelingen vanuit een perspectief van emissiebeheersing. Het indirecte effect manifesteert zich door het alloceren van fiscale inkomsten om de transitie naar meer ecologisch verantwoorde investeringen en consumptiepatronen te ondersteunen en te versterken.

Een tweede strategie om een emissiereductie te bekomen is gebaseerd op koolstofkredieten. In de praktijk verwerven bedrijven koolstofkredieten als ze hun emissies onder vastgestelde drempels verminderen en investeren in duurzaamheidsinitiatieven. Deze credits worden vervolgens doorverkocht aan sectoren die niet in staat zijn om hun emissies voldoende te verminderen. Bedrijven die intenties hebben om koolstofkredieten te verhandelen, kunnen tevens steunen op financiële dienstverlening voor groene kredieten, met als doel fondsen te verschaffen voor de implementatie van duurzame ontwikkelingsprojecten. Het idee achter de strategie van koolstofkredieten is om een financiële prikkel te creëren voor bedrijven en organisaties om hun emissies te verminderen en tegelijkertijd te investeren in initiatieven die bijdragen aan milieubescherming en duurzame ontwikkeling (Giusti et al., 2021).

3.4 Real-time informatie-uitwisseling

3.4.1 Visibiliteit binnen informatiestromen

Informatie is een breed begrip dat bestaat uit twee grote delen. Aan de ene kant is er privé-informatie die niet gedeeld wordt met andere partijen. Daarnaast is er openbare informatie die automatisch beschikbaar gesteld wordt voor iedere partij. De moeilijkheid binnen een goed functionerend netwerk is het delen van informatie die voornamelijk privé gericht is. Het geconnecteerde netwerk van synchromodaal transport veronderstelt dat iedere actor privé-informatie deelt met andere belanghebbenden, ongeacht of deze belanghebbenden klanten of concurrenten zijn, om een optimaal netwerk te creëren (de Juncker et al., 2018).

De mate van informatie-uitwisseling speelt een grote rol in de creatie van een geoptimaliseerd synchromodaal netwerk. Hierbij wordt er gekeken naar samenwerkingsvormen die plaatsvinden tussen verschillende partijen die elk hun eigen transport regelen. De openheid van het netwerk hangt samen met het delen van beschikbare informatie door de partijen onderling. Er zijn twee mogelijkheden op het vlak van informatie-uitwisseling. Enerzijds kan iedere belanghebbende opteren om de beschikbare informatie voor zichzelf te houden en te kiezen voor een lokale aanpak. Dit wordt voorgesteld als een egoïstische benadering aangezien bepaalde informatie globaal toegankelijk is maar iedere actor uitsluitend zijn eigen doel nastreeft. Anderzijds kan de belanghebbende ervoor opteren om alle mogelijke informatie te delen zodat er een globale optimalisatie ontstaat van het netwerk. Dit wordt gezien als een globale benadering van informatie-uitwisseling (de Juncker et al., 2018).

3.4.2 Nood aan geavanceerde technologieën

Binnen de context van de huidige digitale vooruitgang die gedreven is door geavanceerde technologieën is het belangrijk om niet achterop te geraken. Veel bedrijfs- en transportmodellen gaan gepaard met een digitale transformatie (Chinoracky et al., 2021). Deze transformatie is een must voor iedere speler die deel wil uitmaken van het synchromodaal transportnetwerk. Actoren die deel willen uitmaken van het vernieuwde transportnetwerk zetten zich in voor de digitale ontwikkeling van verschillende facetten. Dit deel geeft een overzicht van verschillende aspecten die noodzakelijk binnen het geavanceerde transportnetwerk.

De traceerbaarheid van goederen is een eerste belangrijke aspect. Traceerbaarheid zorgt voor helderheid in de beweging van goederen binnen supply chains. Tijdens het transport kunnen items gevolgd worden, waardoor betrokken partijen precieze en up-to-date gegevens ontvangen over de route die is afgelegd en de tijdsduur bij specifieke punten. Synchromodaliteit maakt gebruik van dergelijke informatie om real-time beslissingen te nemen, zoals het overschakelen naar een andere vervoerswijze. De goederen worden getraceerd aan de hand van RFID-tags. Een RFID-tag is een klein elektronisch apparaat dat informatie kan opslaan en draadloos kan verzenden via radiogolven. Deze fysieke tags verzamelen, verzenden en verwerken waardoor ze als interface werken tussen de gegevens en de werkelijke transportactiviteiten (Dong et al., 2021).

Intelligente systemen vormen de volgende schakel binnen het geavanceerde transportnetwerk. Deze systemen kunnen beschouwd worden als een intelligente assistent die een kritieke invloed heeft op de logistiek. Het is een virtuele entiteit die mensen kan helpen bij het nemen van beslissingen door functionaliteiten te bieden, zoals gegevensanalyse, optimalisatie en simulatie. Deze drie functionaliteiten kunnen direct gezien worden als de laatste aspecten die nodig zijn binnen synchromodaliteit. Data-analyse wordt algemeen beschouwd als een essentiële ondersteuning bij het nemen van betere beslissingen. In het domein van supply chains kan een voorspellende analyse worden gebruikt om trends te voorspellen in de stroom van goederen, evenals in kosten en serviceniveaus. Het aspect van optimalisatie doelt op het optimale gebruik van real-time middelen op strategisch, tactisch en operationeel niveau. Simulatie is een technologie die offline systemen gebruikt om de potentiële voordelen van synchromodale logistiek te tonen. Simulatie kan worden gebruikt om de echte wereld te digitaliseren en om bepaalde kenmerken toe te voegen of te wijzigen, zodat nieuwe dynamieken ervaren kunnen worden in een veilige omgeving. Het is een hulpmiddel om bewuste operationele beslissingen te nemen (Giusti et al., 2019).

3.5 Kosten- en tariefstructuur

3.5.1 Complexiteit van prijszettingsstrategie

Binnen de wetenschappelijke literatuur is er duidelijk een gebrek aan informatie met betrekking tot mogelijke strategieën voor het bepalen van prijzen in de context van synchromodaal transport. Er is geen specifieke methode voor het vaststellen van prijzen die unaniem wordt beschouwd als de meest geschikte aanpak binnen dit specifieke vakgebied. Het proces van prijsbepaling in de context

van synchromodaal transport is een aanzienlijk gecompliceerde kwestie, voornamelijk vanwege het a-modale karakter van het concept zelf. Het ontbreken van een specifieke verbinding met een bepaalde transportmodaliteit maakt het uitdagend om een uniforme benadering te vinden voor het bepalen van tarieven, omdat de traditionele methoden voor het ontwerpen van tarieven niet direct toepasbaar zijn. Dit creëert een vraag naar een vernieuwende strategie die rekening houdt met de unieke kenmerken en complexiteiten van synchromodaal transport. Het doel van deze strategie zou zijn om een balans te vinden tussen het aanbieden van concurrentiële prijzen en het veiligstellen van de duurzaamheid en winstgevendheid van de betrokken dienstverleners.

(Behdani et al., 2016) geeft aan dat het a-modale karakter een essentieel aspect is binnen synchromodale vrachtsystemen. De klanten laten de keuze van het transportmiddel over aan de dienstverlener. Hierdoor engageren verzenders zich enkel voor de vrachtvervoersdienst volgens vooraf bepaalde prijs- en kwaliteitscriteria, terwijl de synchromodale transportdienstverstreker de autonomie bezit om te bepalen welke transportmodaliteiten aan te wenden, gebaseerd op de specificaties van de cliënt en de beschikbaarheid van elke modaliteit.

Binnen het synchromodale netwerk ontbreekt een directe correlatie tussen de betaling en het uitgevoerde transport. De specifieke transportdienst wordt niet vooraf bepaald, en de prijsstelling staat niet langer in direct verband met de verhandelde transportdienst. De variabele modale opties en de potentie voor last-minute wijzigingen in de transportmodus of route bemoeilijken het vaststellen van tarieven voor synchromodale transportdiensten. Een prijsstrategie gebaseerd op dienstverlening is noodzakelijk, in tegenstelling tot het traditionele model van tarieven gebaseerd op modaliteit. Deze taak kan complex zijn, gezien het bestaan van diverse transportdiensten met uiteenlopende niveaus van flexibiliteit en doorlooptijden (Pfoser et al., 2022).

4 Empirische studie

De inzichten uit de literatuurstudie, die zijn besproken in de twee voorgaande hoofdstukken, vormen de basis voor het opzetten van de empirische studie waarin diverse respondenten zijn geïnterviewd. Dit hoofdstuk beschrijft de bevindingen uit de interviews die zijn afgenomen met zowel logistieke dienstverleners als een verlader. Alle deelnemende respondenten hebben vragen beantwoord die betrekking hebben op intermodaal en synchromodaal transport. De interviews focusten zich vooral op de typerende eigenschappen van synchromodaal transport en de hindernissen die gepaard gaan met de implementatie van dit logistieke concept in de praktijk.

4.1 Dataverzameling

4.1.1 Semigestructureerde interviews

De drie respondenten zijn bevroegd aan de hand van semigestructureerde interviews. Het doel van deze interviews is om de kennis van de respondenten te toetsen aan de bevindingen van de literatuurstudie. Deze vorm van bevraging geeft de mogelijkheid om tijdens de gesprekken in te pikken op interessante bevindingen doordat de vragen op voorhand niet volledig zijn afgebakend. Twee interviews vonden plaats in de vorm van een fysiek gesprek en één interview werd online afgenomen.

De interviewleidraden met de vragen voor de verschillende bedrijven zijn terug te vinden in de bijlagen. Bijlage A geeft de interviewleidraad weer van het gesprek dat werd afgenomen met de verlader. Bijlage B geeft de structuur van het interview weer met de logistiek dienstverlener die zich voornamelijk focust op een combinatie van wegvervoer en multimodaal vervoer. Bijlage C vormt de kapstok voor het interview dat werd afgenomen met een logistiek expert op het vlak van synchromodaal transport.

4.1.2 Respondenten

Het eerste interview is afgelegd in de Europese hoofdzetel van het glasbedrijf AGC Glass Europe in Louvain-La-Neuve. Dit interview werd afgenomen met de respondenten Ivan Geerts en Daniel Féron. Ivan Geerts is Supply Chain Director Europe. Dit houdt in dat hij verantwoordelijk is voor de end-to-end supply chain van de divisie die instaat voor de upstream van de eindproducten die bestaan uit vlakglas. Daniel Féron is Logistics Solutions & Distribution Manager bij AGC Glass Europe. Hij is verantwoordelijk voor alle logistieke processen die plaatsvinden in de upstream afdeling.

AGC Glass Europe is de Europese tak van het Japanse AGC dat wereldleider is op het gebied van vlakglas. Het bedrijf produceert, verwerkt en verdeelt vlakglas voor de bouw en de auto-industrie maar ook voor de sectoren zonne-energie en hightech. AGC beschouwt duurzaamheid als een fundamenteel onderdeel van hun sociale waarden en een voorwaarde voor al hun activiteiten. Ook op logistiek vlak trachten ze hun steentje bij te dragen aan de vermindering van CO₂-uitstoot.

Het tweede interview werd in de nieuwe bedrijfsgebouwen van Group-GTS in Geel afgewerkt. Dit interview werd afgenomen met Nick Sterck, die de functie van Business Unit Manager - Solutions & Sustainability bekleedt binnen Group-GTS. Dit bedrijf is een logistieke dienstverlener die zich voornamelijk inzet op het containertransport op de weg. Het bedrijf is de laatste jaren uitgegroeid tot een internationaal gerenommeerd bedrijf, met sterke troeven in transport, logistics en supply chain. De meeste transporten die het bedrijf uitvoert zijn van multimodale aard.

Het laatste interview vond online plaats met Hanno Reeser die H. Essers vertegenwoordigde. Hanno Reeser is Director Strategic Development. H. Essers is een logistieke dienstverlener die gepersonaliseerde en geïntegreerde oplossingen voor duurzaam transport en logistiek aanbiedt in heel Europa. Het bedrijf richt zich vooral op goederenvervoer binnen de chemische en farmaceutische wereld.

4.2 Synchronodaal transport: Algemeen

4.2.1 Uiteenlopende voorkennis

De kennis over het concept van synchronodaal transport varieert sterk. Uit het eerste interview blijkt dat heren Geerts en Féron beschikken over een beperkte voorkennis van het concept synchronodaal transport omdat het bedrijf zelf geen synchronodaal transport toepast. Het merendeel van hun goederenvervoer verloopt via wegvervoer aangezien glas een zeer fragiel product is dat niet met eender welk type transportmodus vervoerd kan worden. Een aantal jaren geleden heeft AGC echter een joint venture, genaamd Green Line, opgericht met een logistieke dienstverlener die specifiek met bedrijven uit de glasindustrie werkt. In deze joint venture wordt volop ingezet op multimodaal transport door het hoofdvervoer tussen Frankrijk en Italië via spoorvervoer te regelen. De enige link die gelegd kan worden met een werkwijze van goederenvervoer die in de buurt komt van synchronodaal transport doet zich voor wanneer er congestie ontstaat op de spoorlijn. Op dat moment schakelt het bedrijf naar een andere vorm van transport die beschikbaar is om de goederen toch tijdig bij de klant te krijgen.

De respondenten Sterckx en Reeser zijn wel bekend met het concept van synchronodaal transport. Zij benadrukken onmiddellijk het multimodale aspect dat synchronodaal transport met zich meebrengt. Volgens meneer Sterckx hangt de keuze van vervoermiddel sterk samen met verschillende factoren die elk een belangrijke rol spelen bij de selectie van het te gebruiken vervoermiddel. Deze factoren zijn transittijd, CO₂-uitstoot, prijs, service, capaciteit en de beschikbaarheid van iedere transportmodus. Hierbij komt hij tot de conclusie dat wegvervoer de duurste maar wel de meest flexibele vervoerswijze is. Daarnaast benoemt hij dat zowel maritiem – als spoorvervoer logische keuzes zijn wanneer het transport een lange afstand moet afleggen. Meneer Reeser merkt tijdens zijn interview op dat er voor de intrede van synchronodaal transport vooral wordt gekeken naar de looptijd en de prijs om een transportmodus te kiezen. Hij voegt hieraan toe dat synchronodaal transport naast de twee voorgaande aspecten de focus ook legt op de CO₂-uitstoot van de vervoermiddelen. Op deze manier speelt de mate van CO₂-uitstoot een belangrijke rol binnen het concept van synchronodaal transport.

4.2.2 Kenmerkende eigenschappen synchromodaal transport

Bij een bevraging van de respondenten over het verschil tussen intermodaal transport en synchromodaal transport valt het op dat flexibiliteit en duurzaamheid aspecten zijn die ter sprake komen in ieder interview. Flexibiliteit in synchromodaal transport impliceert volgens de geïnterviewden het vermogen om naadloos en doeltreffend te wisselen tussen diverse transportmodaliteiten en trajecten door gebruik te maken van real-time informatie. Dit werd in voorgaande hoofdstukken omschreven als het a-modale karakter van synchromodaal transport. Deze mate van flexibiliteit linkt meneer Sterckx aan de mogelijkheid om transport op een duurzamere manier uit te voeren. Synchromodaal transport biedt volgens hem de mogelijkheid om op een efficiënte manier om te gaan met veranderende omstandigheden en tegelijkertijd milieuvriendelijkere transportkeuzes te bevorderen.

Een ander belangrijk aspect in de bepaling voor het al dan niet gebruiken van synchromodaal transport is volgens meneer Reeser de looptijd van het transport. Indien de looptijd slechts beperkt is, dan doet de mogelijkheid zich niet voor om het transport te verrichten met spoor- of maritiem vervoer. Bij een korte looptijd wordt het transport automatisch gelinkt aan een transport via wegvervoer. Het gebruik van synchromodaal is echter wel mogelijk wanneer de looptijden het toelaten om een trager transportmiddel te gebruiken. Hierdoor vinden grote besparingen plaats, aangezien wegvervoer het duurste alternatief is.

De nood aan geavanceerde technologieën is een aspect dat meneer Sterckx aanhaalt wanneer hij het verschil tussen intermodaal en synchromodaal uitlegt. Een goede informatie-uitwisseling tussen alle betrokken partijen is volgens hem een must om synchromodaal transport tot een succes te brengen. Het is belangrijk om voldoende visibiliteit te creëren tussen de logistieke dienstverleners en zijn klanten. Geavanceerde technologieën zoals RFID-tags en track-and-trace systemen helpen bij het bevorderen van de visibiliteit.

4.3 Synchromodaal transport: Hindernissen

In de afgenomen interviews lag de nadruk op de hindernissen die de effectieve implementatie van synchromodaal transport bemoeilijken. De uitdagingen die tijdens deze gesprekken geïdentificeerd zijn, vertonen aanzienlijke overeenkomsten met de hindernissen die reeds grondig zijn onderzocht in de literatuurstudie.

4.3.1 Verzadiging van het infrastructuurnetwerk

Tijdens ieder interview kwam aan bod dat het infrastructuurnetwerk in Europa niet kan beantwoorden aan de toenemende transportvraag. Dit zorgt ervoor dat het niet altijd haalbaar is om synchromodaal toe te passen doordat er niet genoeg transportmogelijkheden beschikbaar zijn op de markt. Zowel heren Geerts & Feron als meneer Sterckx halen aan dat vooral het spoorwegnet voor een probleem zorgt om op een soepele manier aan multimodaal transport te doen. Hierbij wordt de populaire spoorwegverbinding tussen de Benelux en Italië door beide respondenten als

boosdoener aangehaald. De bestaande spoorinfrastructuur heeft zijn capaciteit van maximale belasting bereikt waardoor het niet langer in staat is om het groeiende aantal treinen en de daarbij behorende vrachtvolumes efficiënt te verwerken. Dit zorgt op zijn beurt voor vertragingen en een inefficiënt goederentransport. Dit brengt hogere kosten met zich mee voor transportbedrijven die afhankelijk zijn van een vlot lopend transport om de levertijden te kunnen respecteren. Synchronodaal transport is hierdoor niet in staat om deze transportvorm te gebruiken waardoor er vaker overgeschakeld wordt op wegvervoer.

Volgens meneer Reeser ondervindt H. Essers ook problemen door het gegeven dat het infrastructuurnet verzadigd is. De transporteur is in staat om dit probleem grotendeels op te vangen doordat het beschikt over zeer veel eigen middelen. Zo vertelt meneer Reeser dat het bedrijf onlangs een spoorwegterminal heeft aangekocht in Genk en dat er op bepaalde plaatsen een eigen spoorwegverbinding is voorzien om ten alle tijden een beroep te kunnen doen op spoorvervoer. Dit geeft H. Essers een groot voordeel ten opzichte van andere transportbedrijven omdat dit hen in staat stelt om vaker beroep te doen op spoorvervoer bij het inplannen van het transport. Daarnaast oppert meneer Reeser dat niet enkel op het spoorwegennet een vorm van transportverzadiging kan plaatsvinden. Ook de kanalen om aan binnenvaart te doen zijn overbevolkt en dit zorgt voor langere wachttijden aan de terminals. Binnenvaart is een populaire transportvorm om vervoer te regelen en veel magazijnen positioneren zich in de buurt van deze waterwegen om gebruik te kunnen maken van deze mogelijkheid. H. Essers is in het bezit van een eigen kanaalterminal waardoor ze altijd de optie hebben om gebruik te maken van maritiem vervoer wanneer ze synchronodaal transport inplannen.

Meneer Sterckx stelt tijdens zijn interview dat de Rijn fungeert als een van de belangrijkste transportverbinding in Europa. Hij argumenteert dat maritiem containervervoer steeds prominenter aanwezig zal zijn als vervoerswijze. Dit komt door de centrale ligging van de rivier in een gebied waar veel logistieke infrastructuren te vinden zijn.

4.3.2 Invloed door wetgevende en administratieve bepalingen

4.3.2.1 Verstrenge milieunormen

Elke respondent verklaart dat de verstrenge milieunormen een invloed uitoefenen op de transportsector. Het beleidskader legt strengere eisen en voorschriften op aan transportbedrijven om de negatieve milieu-invloeden van hun operaties te verminderen. Dit resulteert in veranderingen zoals het bevorderen van schonere brandstoffen, het implementeren van emissienormen voor voertuigen, het aanmoedigen van elektrisch vervoer en het verminderen van broeikasgasemissies. Transportondernemingen worden op deze manier bijna verplicht om te investeren in meer milieuvriendelijke technologieën en procedures om aan deze nieuwe standaarden te voldoen. Hoewel dit aanvankelijk kosten met zich meebrengt, kunnen bedrijven op de langere termijn profiteren van efficiënter brandstofverbruik, lagere operationele kosten en een positieve publieke perceptie. Het aangescherpte milieubeleid heeft verder ook invloed op de logistieke planning en routekeuze om de milieu-impact te minimaliseren. Het stimuleert samenwerkingsverbanden tussen verschillende

vervoersmodaliteiten, zoals gecombineerd gebruik van weg, spoor en water, om de doeltreffendheid te vergroten en de uitstoot te verminderen.

Meneer Reeser stelt dat de invoering van de koolstoftaks in 2027 een grote impact zal hebben op synchromodaal transport. De rol van CO₂-uitstoot gaat een prominentere rol spelen in de keuze van transportmodaliteit. Verladers zullen geneigd zijn om te opteren voor de transportmodaliteit die de laagste uitstoot genereert. Dit is een verandering in denkwijze aangezien de keuze van transportmodaliteit nu vooral gebaseerd is op de transittijd en de prijs van het transport. Meneer Reeser schat de kans groot in dat bedrijven genoeg zullen nemen met een langere transittijd om toch maar te voldoen aan de normen die opgelegd zijn door de koolstoftaks. Zo zullen de vervoerswijzen van spoor- en maritiem vervoer een boost krijgen omdat deze in verhouding een minder hoge uitstoot hebben dan wegvervoer. Meneer Reeser suggereert dat de invoering van de koolstoftaks niet alleen de praktijken in de transportsector zal beïnvloeden, maar ook een diepgaande verschuiving teweeg zal brengen in de waarden en prioriteiten die bedrijven in hun transportbeslissingen hanteren. Dit zal uiteindelijk de dynamiek van de gehele transportindustrie veranderen, waarbij duurzaamheid en milieuprestaties een steeds centralere rol zullen spelen.

4.3.2.2 Variërende Europese wetgeving

Alle respondenten zijn van mening dat de verscheidenheid aan regels, die vaak op nationaal vlak worden vastgelegd, het transport bemoeilijkt. In dit opzicht haalden heren Geerts, Féron en Reeser hetzelfde voorbeeld aan om dit te illustreren. In Frankrijk gelden namelijk specifieke regels en beperkingen met betrekking tot het maximaal toegestane gewicht dat vrachtwagens mogen vervoeren. Deze regelgeving voorziet erin om de veiligheid op de wegen te waarborgen, de infrastructuur te beschermen en overmatige slijtage van de wegen te voorkomen. Hierdoor ondervindt het wegvervoer dat door Frankrijk moet passeren hinder aangezien de vrachtwagens door deze specifieke regels minder gewicht mogen vervoeren. De respondenten zijn het erover eens dat er een uniforme Europese transportwetgeving moet komen zodat vormen van multimodaal vervoer, waaronder het synchromodaal transport, geen hinder ondervindt van nationale beperkingen.

4.3.3 Nood aan geavanceerde technologieën

Geavanceerde en geconnecteerde technologieën zijn volgens meneer Reeser een must voor synchromodaal transport omdat het een zeer complex gegeven is om alles op elkaar af te stemmen. Meneer Reeser spreekt uit eigen ervaring omdat H. Essers een eigen transportmanagementsysteem ontwikkeld heeft dat het bedrijf in staat stelt om synchromodaal transport toe te passen. Het is een intelligent systeem dat automatisch een analyse en consolidatie van iedere informatiestroom uitvoert. De verwerking van binnenkomende orders gebeurt direct via dit systeem. Eenmaal de orders verwerkt zijn wordt er op basis van beschikbare capaciteiten en de gegeven looptijd een voorstel gegenereerd die de transportmodus en de transportroute bepaalt. Het enige wat de planner moet doen is ervoor zorgen dat er een vrachtwagen beschikbaar is aan de gebruikte terminals van het synchromodaal transport om het na-vervoer te regelen. Daarnaast voorziet het systeem automatisch een back-up oplossing voor het geval dat er iets zou mislopen tijdens het transport.

4.3.4 Verscheidenheid aan structurele opvattingen

In tegenstelling tot de beweringen in de literatuurstudie blijkt de kostenstructuur minder complex te zijn dan eerst gedacht. Iedere respondent bevestigt namelijk dat er gewerkt wordt met een vaste kostprijs die voor het vervoer wordt vastgelegd. Iedere transportmodus is verbonden aan een vaste kostprijs. Zowel bij AGC Glass Europe als bij Group-GTS wordt transport met een multimodaal karakter uitgevoerd. Hier is op voorhand geweten welke transportmodaliteit gebruikt gaat worden tijdens het vervoer en op basis van deze informatie wordt de prijs vastgesteld. Wanneer H. Essers synchromodaal transport uitvoert is op voorhand niet geweten met welke transportmodus het vervoer zal gebeuren. Toch kiest de vervoerder ervoor om een vaste prijs te vragen aan zijn klanten om het vervoer te verrichten.

Naast het bespreken van de kostenstructuur, haalde meneer Reeser het contrast in benadering tussen de vertrouwde transportplanning en die van synchromodaal transport aan. Hij stelt dat transport de afgelopen decennia altijd geregeld werd via een tendersysteem. Dit is een proces waarbij verladers aanbiedingen of tenders ontvangen van logistieke dienstverleners voor het organiseren van het transport. In dit systeem doen de verladers een verzoek met bepaalde transportvereisten waarop de logistieke dienstverleners reageren door hun eigen prijs en voorwaarden voor te stellen om het transport binnen te halen. Het doel van een tendersysteem is om concurrentie te bevorderen, de beste waarde te verkrijgen en transparantie te waarborgen bij het selecteren van de meest geschikte aanbieder. Meneer Reeser stelt dat het tendersysteem zeer statisch is en hierdoor geeft hij de voorkeur aan synchromodaal transport door de hoge mate van flexibiliteit om het transport te regelen. Synchromodaal transport biedt logistieke dienstverleners namelijk de mogelijkheid om zich flexibel op te stellen doordat zij zelf kiezen met welke transportmodaliteiten het vervoer uitgevoerd wordt.

Tot slot vertelt meneer Sterckx dat de structuur van transportverdeling werkt aan de hand van een marge systeem. Aan de hand van dit systeem wordt bepaald hoeveel winstmarge een bepaalde schakel in het transportnetwerk overhoudt. De transportketen wordt via deze methode opgedeeld in verschillende niveaus. Elk niveau, van de oorspronkelijke vervoerder tot tussenpersonen en uiteindelijk de klant, voegt zijn eigen marge toe aan de prijs om de totale kosten van het transport te bepalen. Dit biedt flexibiliteit voor zowel de transporteurs als de tussenpersonen om hun eigen winstdoelen te bereiken en dekking te bieden voor hun specifieke diensten. Hoe meer een speler zich aan het begin van deze keten bevindt, hoe meer beslissingsrecht deze speler heeft om de richtlijnen van het transport uit te zetten. Volgens meneer Sterckx zijn het vaak de grotere spelers die aan het begin van de keten aanwezig zijn waardoor zij gemakkelijker de richtlijnen van het transport kunnen uitzetten.

4.4 Moeizame praktijkintroductie van synchromodaal transport

Alle respondenten zijn het eens dat de introductie van synchromodaal transport in de praktijk moeilijk verloopt. Ze merken op dat het vooral voor kleinere logistieke spelers niet vanzelfsprekend is om deze nieuwe vorm van transport toe te passen. De moeizame integratie van synchromodaal transport in de praktijk wordt aanzienlijk bemoeilijkt voor kleine spelers omdat ze over een gelimiteerd aantal eigen vervoermiddelen beschikken. Synchromodaliteit vereist een complexe samenwerkingsvorm van diverse transportmodi. Dit is een uitdaging voor organisaties met beperkte operationele middelen en transportcapaciteit. Kleine spelers beschikken vaak niet over een omvangrijk wagenpark om goederen direct te vervoeren, wat hen dwingt om externe transportdiensten te gebruiken.

De toegang tot vervoersdiensten van derden zoals wegtransporteurs, spoorvervoerders en binnenvaartschepen wordt cruciaal voor kleine spelers om de voordelen van synchromodaal transport te benutten zonder de financiële last van eigen vervoermiddelen. Tijdens het interview stelt meneer Reeser dat H. Essers zijn middelen ter beschikking stelt voor kleinere logistieke spelers. De reden hierachter is dat H. Essers door middel van consolidatie een betere vulgraad bekomt van zijn transportmiddelen. Het is dus een win-win situatie voor iedere partij.

Daarnaast haalt meneer Reeser ook aan dat zijn bedrijf in staat is om aan synchromodaal transport te doen doordat ze over zoveel eigen middelen beschikken. De afgelopen jaren heeft het bedrijf veel investeringen gedaan in de aankoop van eigen transportmiddelen en transportinfrastructuur. Dit doen ze allemaal in het teken van synchromodaal transport want alle aspecten waar ze nu in investeren hebben een intermodaal karakter. Alle aangekochte materialen zijn toepasbaar op meerdere transportmodi waardoor hun mate van flexibiliteit vergroot wordt.

De talrijke hindernissen, die hierboven besproken zijn, bemoeilijken een effectieve toepassing van synchromodaal transport. Momenteel is het slechts mogelijk voor logistieke spelers die voornamelijk werken met eigen vervoermiddelen. Kleinere spelers zijn door de complexiteit van het concept niet in staat om deze vorm van transport reeds toe te passen in de praktijk.

5 Conclusie en aanbevelingen

Dit hoofdstuk heeft als doel om enerzijds de inzichten uit de literatuurstudie en de interviews samen te vatten en zo conclusies te trekken omtrent de hindernissen die zich voordoen in synchromodaal transport. Aan de hand van dit hoofdstuk kan de lezer een duidelijk beeld vormen over de getrokken conclusies omtrent de opgedane kennis uit de literatuurstudie omschreven in hoofdstuk 2 en 3. Vervolgens wordt de conclusie aangevuld met praktijkinzichten die verworven zijn in hoofdstuk 4. Tot slot beschrijft dit deel enkele bemerkingen omtrent het gevoerde onderzoek en formuleert het enkele suggesties voor verder onderzoek.

5.1 Algemene conclusie

Logistiek speelt de afgelopen decennia een prominentere rol in de wereldeconomie als gevolg van de globalisatie. Ondernemingen kiezen ervoor om hun productie naar landen met lage lonen te verplaatsen, wat resulteert in een aanzienlijke toename van goederentransport richting de consumentenmarkt in West-Europa. Goederentransport verloopt via verschillende transportmodi. Voor langere transporten kiezen serviceproviders vaak voor zee-, spoor- of luchtvervoer en voor kortere transporten geniet wegvervoer de voorkeur. Wegvervoer is de meest vervuilende vorm van transport maar vanwege zijn flexibel karakter is het veruit de meest gebruikte vorm van goederentransport. Om deze uitstoot te verminderen kan het concept van synchromodaal transport zich opdringen als een mogelijke oplossing. Het concept van synchromodaal transport wordt verder onderzocht in de literatuurstudie.

In het eerste deel van de literatuurstudie is een antwoord geformuleerd op de volgende deelvragen: "Wat zijn de belangrijkste logistieke concepten en hun kenmerken?"; "Wat is synchromodaal transport?" en "Wat is het belang van real-time informatie bij synchromodaal transport?". Binnen de logistieke wereld bestaan verschillende logistieke concepten. Intermodaal transport, gecombineerd transport en co-modaal transport zijn hier enkele voorbeelden van. Al deze concepten behoren tot de overkoepelende term van multimodaliteit omdat ze allen beroep doen op meer dan één transportmodus. Daarbovenop kenmerkt intermodaal transport zich door het goederenvervoer uit te voeren met dezelfde lading van begin- naar eindpunt. Gecombineerd transport vormt een uitbreiding van het intermodaal transport waarbij de focus ligt op de duurzaamheid van de vervoermiddelen. Co-modaal kenmerkt zich, bovenop de eigenschappen van intermodaal transport, door een eenvoudig en efficiënt vervoerssysteem te creëren waarbij alle betrokken partijen complementair met elkaar samenwerken.

Synchromodaal transport is een logistiek concept dat voortvloeit uit de concepten die hiervoor zijn besproken. Het kernidee van synchromodaal transport is om verschillende vervoersmethoden naadloos op elkaar te laten aansluiten. De correcte uitvoering van dit concept leidt tot een optimalisatie van de goederenstroom en een duurzamere aanpak van het transport. Kenmerkend aan synchromodaal transport zijn de eigenschappen visibiliteit, flexibiliteit, integratie en coöperatie. Real-time informatie speelt een groot belang in het succes van synchromodaal transport. Het belang van real-time informatie is doorslaggevend omdat de andere aspecten in hoge mate afhankelijk zijn

van de nauwkeurigheid en juistheid van deze informatie. Door te werken met real-time data beschikt de vervoerder over de mogelijkheid om zich flexibel op te stellen. Dit is zeer belangrijk door het a-modale karakter van dit concept.

Het tweede deel van de literatuurstudie beschrijft hindernissen die de introductie van synchronodaal transport in de praktijk bemoeilijken. Deze hindernissen situeren zich in verschillende aspecten die nauw aansluiten bij het concept van synchronodaal transport. Dit deel beschrijft het antwoord op de volgende deelvragen: "Wat zijn de hindernissen die de doorbraak van synchronodaal transport bemoeilijken?" en "Wie moet welke rol opnemen om synchronodaliteit te stimuleren?". Dit deel somt vijf moeilijkheden op die de doorbraak van het recente concept bemoeilijken. Een eerste aspect waarbinnen zich moeilijkheden voordoen is dat van coördinatie en planning. Verstoringen binnen het infrastructuurnetwerk, re-routing van transport en onduidelijkheden binnen de rolverdeling van transport zorgen hierbij voor problemen. Een tweede aspect zijn infrastructurele uitdagingen. Deze hindernis kan opgesplitst worden in twee delen, namelijk problemen die zich voordoen doordat het transportnetwerk de groei van het aantal goederentransport niet kan volgen en de verscheidenheid aan transportmodellen die voor moeilijkheden zorgen. Een derde hindernis heeft te maken met administratieve en regelgevende uitdagingen. Vervolgens kan de nood aan real-time data voor correcte informatie-uitwisseling een obstakel vormen in het succes van synchronodaal transport. Tot slot zorgt het a-modale karakter voor een complexe kosten- en tariefstructuur.

Het doel van de empirische studie is om de bevindingen uit de literatuurstudie te toetsen aan de praktijkkennis van de respondenten en eventuele aanvullingen te ontdekken. De resultaten maken duidelijk dat de literatuurstudie een nauwkeurige weergave biedt van het begrip en de hindernissen van synchronodaal transport. Alle kenmerken van het synchronodaal transport zijn aan bod gekomen tijdens de interviews. Hierbij viel op dat de aspecten flexibiliteit en duurzaamheid in ieder interview genoemd werden.

De verzadiging van het infrastructuurnetwerk en de bijkomende capaciteitsproblemen vormen volgens de respondenten de grootste hindernis waarmee synchronodaal transport te kampen heeft. Daarnaast beschrijven de geïnterviewden de variëteit van wetgevende en administratieve bepalingen als een bijkomende moeilijkheid. De noodzaak aan geavanceerde technologieën is de volgende hindernis waarvan sprake was in één van de interviews. Ook op het vlak kostenstructuur deelden de geïnterviewden dezelfde mening, namelijk dat een vaste kostprijs gehanteerd wordt. Een bevraging over de structuur van transportverdeling zorgde wel voor verschillende meningen. Zo was er zowel sprake van tender structuur als van een structuur op basis van marges om het transport te verdelen.

Tot slot merken alle respondenten op dat de introductie van synchronodaal transport in de praktijk een moeilijk gegeven is. Synchronodaliteit vereist een complexe samenwerkingsvorm van diverse transportmodi. Dit is een uitdaging voor organisaties met beperkte operationele middelen en transportcapaciteit. Dit stelt dat grote spelers, die over eigen middelen beschikken, meer kans hebben om het concept in de praktijk toe te passen.

5.2 Bemerkingen en aanbevelingen verder onderzoek

Met het oog op het streven naar een duurzamer transportnetwerk is het noodzakelijk om dit onderzoek voort te zetten, aangezien synchromodaal transport zich richt op het gebruik van meer milieuvriendelijke transportmodi. In de academische artikelen wordt er veel onderzoek gedaan naar hindernissen die synchromodaal transport beïnvloeden. Maar er zijn weinig studies te vinden die zoeken naar een oplossing voor deze moeilijkheden. Daarom is het aanbevolen dat toekomstige studies zich richten op het onderzoeken van mogelijke oplossingen die de toepassing van het synchromodaal transport vergemakkelijken.

Verder onderzoek kan zich richten op grote logistieke dienstverleners die in staat zijn om met hun eigen middelen synchromodaal transport effectief toe te passen in de praktijk. Door verschillende van deze logistieke dienstverleners te bevragen kan er diepgaander onderzoek verricht worden over de hindernissen optreden tijdens het uitvoeren van synchromodaal transport.

6 Referenties

- Acero, B., Saenz, M. J., & Luzzini, D. (2022). Introducing synchromodality: One missing link between transportation and supply chain management. *The journal of supply chain management*, 58(1), 51-64. <https://doi.org/10.1111/jscm.12269>
- Agbo, A. A., Li, W., Atombo, C., Lodewijks, G., & Zheng, L. (2017). Feasibility study for the introduction of synchromodal freight transportation concept. *Cogent engineering*, 4(1), 1305649. <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1305649>
- Akyüz, M. H., Dekker, R., & Sharif Azadeh, S. (2023). Partial and complete replanning of an intermodal logistic system under disruptions. *Transportation research. Part E, Logistics and transportation review*, 169, 102968. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102968>
- ALICE. (2014). Corridors, Hubs and Synchromodality. <https://www.etp-logistics.eu/about-alice/documents-publications/>
- Ambra, T., Caris, A., & Macharis, C. (2019). Towards freight transport system unification: reviewing and combining the advancements in the physical internet and synchromodal transport research. *International journal of production research*, 57(6), 1606-1623. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1494392>
- Baarda, B., Bakker, E., Boullart, A., Julsing, M., Fischer, T., Peters, V., & van der Velden, T. (2018). *Basisboek kwalitatief onderzoek: handleiding voor het opzetten en uitvoeren van kwalitatief onderzoek* (Vierde druk ed.). Noordhoff Uitgevers. <https://go.exlibris.link/dfYGVBtT>
- Behdani, B., Fan, Y., Wiegmans, B., & Zuidwijk, R. (2016). Multimodal schedule design for synchromodal freight transport systems. *European journal of transport and infrastructure research*, 16(3), 424-444. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2438851>
- Ben Neila, S., Rejeb, A., & Németh, P. (2021). The Interplay between the Physical Internet and Logistics: A Literature Review and Future Research Directions. *Acta Technica Jaurinensis*, 15(1), 22-35. <https://doi.org/10.14513/actatechjaur.00638>
- Bešinović, N. (2020). Resilience in railway transport systems: a literature review and research agenda. *Transport reviews*, 40(4), 457-478. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1728419>
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Stank, T. P. (2000). Ten mega-trends that will revolutionize supply chain logistics. *Journal of business logistics*, 21(2), 1. <https://go.exlibris.link/3VkfCVqg>
- Buckley, P. J., & Ghauri, P. N. (2004). Globalisation, Economic Geography and the Strategy of Multinational Enterprises. *Journal of international business studies*, 35(2), 81-98. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400076>
- Cegielski, C. G., Allison Jones-Farmer, L., Wu, Y., & Hazen, B. T. (2012). Adoption of cloud computing technologies in supply chains: An organizational information processing theory approach. *The international journal of logistics management*, 23(2), 184-211. <https://doi.org/10.1108/09574091211265350>
- Chinoracky, R., Kurotova, J., & Janoskova, P. (2021). Measuring the impact of digital technologies on transport industry – macroeconomic perspective. *Transportation Research Procedia*, 55, 434-441. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.092>
- Crainic, T. G., & Kim, K. H. (2007). Chapter 8 Intermodal Transportation. In *Handbooks in Operations Research and Management Science* (Vol. 14, pp. 467-537). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S0927-0507\(06\)14008-6](https://doi.org/10.1016/S0927-0507(06)14008-6)
- de Juncker, M. A. M., Phillipson, F., Bruijns, L. A. M., Sangers, A., Cerulli, R., Raiconi, A., & Voß, S. (2018). Optimising routing in an agent-centric synchromodal network with shared information. *Computational Logistics*, 11184, 316-330. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00898-7_21
- Delbart, T., Molenbruch, Y., Braekers, K., & Caris, A. (2021). Uncertainty in Intermodal and Synchromodal Transport: Review and Future Research Directions. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 13(7), 3980. <https://doi.org/10.3390/su13073980>
- Demir, E., Huang, Y., Scholts, S., & Van Woensel, T. (2015). A selected review on the negative externalities of the freight transportation: Modeling and pricing. *Transportation research. Part E, Logistics and transportation review*, 77, 95-114. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.02.020>
- Dong, C., Akram, A., Andersson, D., Arnäs, P.-O., & Stefansson, G. (2021). The impact of emerging and disruptive technologies on freight transportation in the digital era: current state and future trends. *The international journal of logistics management*, 32(2), 386-412. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2020-0043>

- Dong, C., Boute, R., McKinnon, A., & Verelst, M. (2018). Investigating synchromodality from a supply chain perspective. *Transportation research. Part D, Transport and environment*, 61, 42-57. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.05.011>
- European-Commision. (2013). *General for Logistics and multimodal transport*. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/logistics-and-multimodal-transport/multimodal-and-combined-transport_en
- European-Commision. (2023). *General for Mobility and Transport in co-operation with Eurostat*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Freight_transport_statistics_-_modal_split
- Féron, I. G. D. (2023). Persoonlijke communicatie In.
- Giusti, R., Manerba, D., Bruno, G., & Tadei, R. (2019). Synchromodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues. *Transportation research. Part E, Logistics and transportation review*, 129, 92-110. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.07.009>
- Giusti, R., Manerba, D., & Tadei, R. (2021). Smart Steaming: A New Flexible Paradigm for Synchromodal Logistics. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 13(9), 4635. <https://doi.org/10.3390/su13094635>
- Handfield, R., & Nichols Jr, E. (1999). Introduction to. *Supply Chain Management*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Hesse, M. (2006). Global Chain, Local Pain: Regional Implications of Global Distribution Networks in the German North Range. *Growth and change*, 37(4), 570-596. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2006.00341.x>
- Hesse, M., & Rodrigue, J.-P. (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of transport geography*, 12(3), 171-184. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004>
- Kaack, L. H., Vaishnav, P., Morgan, M. G., Azevedo, I. L., & Rai, S. (2018). Decarbonizing intraregional freight systems with a focus on modal shift. *Environmental research letters*, 13(8), 83001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aad56c>
- Koralova-Nozharova, P. (2021). European Green Deal and transport sector development – opportunities or restrictions. *SHS Web of Conferences*, 120, 4004. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202112004004>
- Lakew, P. A. (2014). Economies of traffic density and scale in the integrated air cargo industry: The cost structures of FedEx Express and UPS Airlines. *Journal of air transport management*, 35, 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2013.11.001>
- LeMay, S., Helms, M. M., Kimball, B., & McMahon, D. (2017). Supply chain management: the elusive concept and definition. *The international journal of logistics management*, 28(4), 1425-1453. <https://doi.org/10.1108/IJLM-10-2016-0232>
- Lemmens, N., Gijsbrechts, J., & Boute, R. (2019). Synchromodality in the Physical Internet – dual sourcing and real-time switching between transport modes. *European transport research review*, 11(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0357-5>
- Matthias, V., Bieser, J., Mocanu, T., Pregger, T., Quante, M., Ramacher, M. O. P., Seum, S., & Winkler, C. (2020). Modelling road transport emissions in Germany – Current day situation and scenarios for 2040. *Transportation research. Part D, Transport and environment*, 87, 102536. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102536>
- McKinnon, A. C. (2016). Freight Transport Deceleration: Its Possible Contribution to the Decarbonisation of Logistics. *Transport reviews*, 36(4), 418-436. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1137992>
- Monios, J. (2019). Geographies of governance in the freight transport sector: The British case. *Transportation research. Part A, Policy and practice*, 121, 295-308. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.020>
- Mostert, M., Caris, A., & Limbourg, S. (2018). Intermodal network design: a three-mode bi-objective model applied to the case of Belgium. *Flexible services and manufacturing journal*, 30(3), 397-420. <https://doi.org/10.1007/s10696-016-9275-1>
- Nabais, J. L., Negenborn, R. R., Carmona Benítez, R. B., & Ayala Botto, M. (2015). Achieving transport modal split targets at intermodal freight hubs using a model predictive approach. *Transportation research. Part C, Emerging technologies*, 60, 278-297. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.09.001>
- Oudani, M. (2023). A combined multi-objective multi criteria approach for blockchain-based synchromodal transportation. *Computers & industrial engineering*, 176, 108996. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.108996>
- Pavlič Skender, H., Mirković, P. A., & Prudky, I. (2017). The role of the 4PL model in a contemporary supply chain. *Pomorstvo*, 31(2), 96-101.

- Pfoser, S., Kotzab, H., & Bäuml, I. (2022). Antecedents, mechanisms and effects of synchromodal freight transport: a conceptual framework from a systematic literature review. *The international journal of logistics management*, 33(1), 190-213. <https://doi.org/10.1108/IJLM-10-2020-0400>
- Pfoser, S., Treiblmaier, H., & Schauer, O. (2016). Critical Success Factors of Synchromodality: Results from a Case Study and Literature Review. *Transportation Research Procedia*, 14, 1463-1471. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.220>
- Pleszko, J. (2012). Multi-variant configurations of supply chains in the context of synchromodal transport. *LogForum (Poznań, Poland)*, 8(4). <https://go.exlibris.link/6kF95ssT>
- Qu, W., Rezaei, J., Maknoon, Y., & Tavasszy, L. (2019). Hinterland freight transportation replanning model under the framework of synchromodality. *Transportation research. Part E, Logistics and transportation review*, 131, 308-328. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.09.014>
- Reis, V. (2015). Should we keep on renaming a +35-year-old baby? *Journal of transport geography*, 46, 173-179. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.06.019>
- Rosyida, E. E., Santosa, B., & Pujawan, I. N. (2020). Freight route planning in intermodal transportation network to deal with combinational disruptions. *Cogent engineering*, 7(1), 1805156. <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1805156>
- Rutner, S. M., Aviles, M., & Cox, S. (2012). Logistics evolution: a comparison of military and commercial logistics thought. *The international journal of logistics management*, 23(1), 96-118. <https://doi.org/10.1108/09574091211226948>
- Savy, M. (2016). Logistics as a political issue. *Transport reviews*, 36(4), 413-417. <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1182793>
- Smeele, F. (2015). Harmonising the fragmented law of transport through soft law? *EJCCL*, 7, 62.
- StadieSeifi, M., Dellaert, N. P., Nuijten, W., Van Woensel, T., & Raoufi, R. (2014). Multimodal freight transportation planning: A literature review. *European journal of operational research*, 233(1), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.06.055>
- Suárez-Alemán, A. (2016). Short sea shipping in today's Europe: A critical review of maritime transport policy. *Maritime economics & logistics*, 18(3), 331-351. <https://doi.org/10.1057/mel.2015.10>
- Tsakalidis, A., Gkoumas, K., & Pekár, F. (2020). Digital Transformation Supporting Transport Decarbonisation: Technological Developments in EU-Funded Research and Innovation. *Sustainability (Basel, Switzerland)*, 12(9), 3762. <https://doi.org/10.3390/su12093762>
- Wolf, S., Teitge, J., Mielke, J., Schütze, F., & Jaeger, C. (2021). The European Green Deal — More Than Climate Neutrality. *Inter economics*, 56(2), 99-107. <https://doi.org/10.1007/s10272-021-0963-z>
- Zgonc, B., Tekavčič, M., & Jakšič, M. (2019). The impact of distance on mode choice in freight transport. *European transport research review*, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12544-019-0346-8>

7 Bijlagen

Bijlage A: Interviewleidraad Ivan Geerts & Daniel Féron – AGC Glass Europe

FEITELIJKE GEGEVENS (KORT)

- Wat is uw huidige functie in het bedrijf?
- Kan u het bedrijf kort omschrijven?
- Welke diensten biedt het bedrijf aan?
- In welke sectoren situeren de meeste klanten van het bedrijf zich?

SYNCHROMODAAL TRANSPORT – ALGEMEEN

- Hoe zou u intermodaal transport beschrijven?
- Hoe zou u synchromodaal transport beschrijven?
- Wat zijn de belangrijkste kenmerken van synchromodaal transport?
- In welk opzicht biedt synchromodaal transport volgens u een meerwaarde ten opzichte van intermodaal/multimodaal vervoer?

SYNCHROMODAAL TRANSPORT – MOEILIKHEDEN

- Welke problemen kunnen zich voordoen tijdens het uitvoeren van transport?
- Wat zijn volgens u hindernissen die de doorbraak van synchromodaal transport verhinderen?

1. Coördinatie en planning

- Hoe regelt AGC Glass Europe het transport van hun producten naar klanten?
- Gebruikt het bedrijf vaste transportprocedures bij bepaalde klanten?

2. Infrastructurele uitdagingen

- Om deel te nemen aan synchromodaal transport is het belangrijk dat de infrastructuur dit mogelijk maakt. Zijn er tekortkomingen in termen van algemene infrastructuur die u terughoudend maken om transport te regelen via meerdere vervoerswijzen?

3. Administratieve en regelgevende uitdagingen

- Ondervinden jullie als bedrijf problemen met het transport op het vlak van wetgeving?
- Heeft de strengere milieuwetgeving een invloed op jullie transportbeleid?
- Hoe is jullie risicobeheer voor transporten samengesteld?

4. Real-time informatie-uitwisseling

- Hoe verloopt jullie proces van informatie-uitwisseling met jullie logistieke partner?
- Is een overstap naar synchromodaal transport mogelijk met uw huidige IT-systemen?

5. Kosten- en tariefstructuur

- Hoe wordt jullie prijszettingsstrategie voor transport bepaald?
- In hoeverre is er ruimte om te onderhandelen over de prijs?

FEITELIJKE GEGEVENS (KORT)

- Wat is uw huidige functie in het bedrijf?
- Kan u het bedrijf kort omschrijven?
- Welke diensten biedt het bedrijf aan?
- In welke sectoren situeren de meeste klanten van het bedrijf zich?

SYNCHROMODAAL TRANSPORT – ALGEMEEN

- Hoe zou u intermodaal transport beschrijven?
- Hoe zou u synchromodaal transport beschrijven?
- Wat zijn de belangrijkste kenmerken van synchromodaal transport?
- In welk opzicht biedt synchromodaal transport volgens u een meerwaarde ten opzichte van intermodaal/multimodaal vervoer?

SYNCHROMODAAL TRANSPORT – MOEILIKHEDEN

- Welke problemen kunnen zich voordoen tijdens het uitvoeren van transport?
- Wat zijn volgens u hindernissen die de doorbraak van synchromodaal transport verhinderen?

1. Coördinatie en planning

- Werkt het bedrijf met gestandaardiseerde procedures om multimodaal transport te coördineren?
- Kan een klant de richtlijnen mee helpen uitzetten van het transport?

2. Infrastructurele uitdagingen

- Om deel te nemen aan synchromodaal transport is het belangrijk dat de infrastructuur dit mogelijk maakt. Zijn er tekortkomingen in termen van algemene infrastructuur die u terughoudend maken om transport te regelen via meerdere vervoerswijzen?

3. Administratieve en regelgevende uitdagingen

- Welke problemen treden op tijdens het transport die gelinkt worden aan wetgevende bepalingen?
- Brengen de verstrengde milieuwetgevingen beperkingen met zich mee?
- Bij welke partij ligt het risico indien er iets misloopt tijdens het transport?

4. Real-time informatie-uitwisseling

- Werken jullie met een geavanceerd IT-systeem?
- Denkt u dat een geavanceerd IT-systeem noodzakelijk is wanneer een bedrijf zijn vervoer wil regelen via synchromodaal transport?
- Ondervinden jullie als bedrijf problemen met andere partijen op het vlak van dataconnectiviteit?

5. Kosten- en tariefstructuur

- Hoe ziet jullie prijszettingsstrategie voor de transportregeling eruit?
- In hoeverre hebben klanten ruimte om te onderhandelen over de prijs?

Bijlage C: Interviewleidraad Hanno Reeser – H. Essers

FEITELIJKE GEGEVENS (KORT)

- Wat is uw huidige functie in het bedrijf?
- Kan u het bedrijf kort omschrijven?
- Welke diensten biedt het bedrijf aan?
- In welke sectoren situeren de meeste klanten van het bedrijf zich?

SYNCHROMODAAL TRANSPORT – ALGEMEEN

- Hoe zou u intermodaal transport beschrijven?
- Hoe zou u synchromodaal transport beschrijven?
- Wat zijn de belangrijkste kenmerken van synchromodaal transport?
- In welk opzicht biedt synchromodaal transport volgens u een meerwaarde ten opzichte van intermodaal/multimodaal vervoer?

SYNCHROMODAAL TRANSPORT – MOEILIKHEDEN

- Welke problemen kunnen zich voordoen tijdens het uitvoeren van transport?
- Wat zijn volgens u hindernissen die de doorbraak van synchromodaal transport verhinderen?

1. Coördinatie en planning

- Werkt H. Essers met gestandaardiseerde procedures om synchromodaal transport te coördineren?
- Kan een klant de richtlijnen mee helpen uitzetten van het transport?
- Kunnen alle goederentypes getransporteerd worden via dit gecompliceerd transportconcept?

2. Infrastructurele uitdagingen

- Om deel te nemen aan synchromodaal transport is het belangrijk dat de infrastructuur dit mogelijk maakt. Zijn er tekortkomingen in termen van algemene infrastructuur die u terughoudend maken om transport te regelen via meerdere vervoerswijzen?

3. Administratieve en regelgevende uitdagingen

- Ondervinden jullie als bedrijf problemen met het transport op het vlak van wetgeving?
- Brengen de verstrengde milieuwetgevingen beperkingen met zich mee?
- Bij welke partij ligt het risico indien er iets misloopt tijdens het transport?

4. Real-time informatie-uitwisseling

- Werken jullie met een geavanceerd IT-systeem en is dit noodzakelijk indien men synchromodaal transport wil toepassen?

- Ondervinden jullie problemen met andere partijen op het vlak van dataconnectiviteit?

5. Kosten- en tariefstructuur

- Hoe ziet jullie prijszettingsstrategie voor synchromodaal transport eruit?
- In hoeverre hebben klanten ruimte om te onderhandelen over de prijs?