

**Nieuwe methodiek voor internationale-reizigersprognose:  
Wat beweegt passagiers tussen Nederland en Duitsland?**

Dolores Brietzke – Technische Universiteit Delft – [D.Brietzke@web.de](mailto:D.Brietzke@web.de)

Bart de Keizer – NS Reizigers – [Bart.DeKeizer@ns.nl](mailto:Bart.DeKeizer@ns.nl)

Niels van Oort – Technische Universiteit Delft – [N.vanOort@TUDelft.nl](mailto:N.vanOort@TUDelft.nl)

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
19 en 20 november 2015, Antwerpen**

## **Samenvatting**

We reizen vaker, afstanden worden kleiner, reistijden worden korter en comfort wordt steeds belangrijker.... En wie is er nou niet in Berlijn geweest?

De vraag naar internationale verbindingen neemt de laatste decennia sterk toe. Het afgelopen jaar is er zelfs een record aantal reizen gemaakt tussen Nederland en Duitsland. De Europese Unie stimuleert met verschillende projecten duurzaam vervoer, zoals vervoer per trein. Spoorwegnetwerken worden aangelegd voor decennia, reden te meer om te onderzoeken hoe het toekomstige grensoverschrijdende vervoer optimaal ingericht kan worden. Er is echter weinig literatuur en inzicht beschikbaar over markt, reisgedrag en exploitatie van grensoverschrijdend, langeafstandsvervoer.

Om deze reden hebben wij de Duits-Nederlandse vervoersmarkt geanalyseerd aan de hand van een literatuurstudie, de grensoverschrijdende elasticiteiten bepaald aan de hand interviews met diverse experts en zijn (maatschappelijke) kosten en baten in kaart gebracht. Deze zijn vervolgens toegepast op de casus intercity Amsterdam Berlijn. Dit traject van 650 kilometer is uitdagend omdat het naast dat het grensoverschrijdend is ook de twee nationale markten bedient. Daarnaast wordt momenteel nagedacht over investeringen in nieuwe materieel op deze corridor. De keuze van het materieel hangt grotendeels af van de ontwikkeling van de reizigersmarkt en de wensen aan het toekomstige treinproduct.

Om alternatieve toekomstige treinproducten voor de intercity Berlijn te kunnen toetsen is een methodiek opgezet die een internationale reizigersprognose en een operationele kosten baten berekening combineert.

Met vooraf gedefinieerde vervoersvraagelasticiteiten en met het geschikt maken van het bestaande Lijnvoeringsmodel van NS voor grensoverschrijdende toepassing zijn alternatieven, variant van het overslaan van enkele haltes tot aanleg van honderden kilometers nieuwe infrastructuur , doorgerekend. Na berekening van het operationele rendement zijn hier per alternatief de maatschappelijke kosten en baten aan toegevoegd, resulterend in een MKBA van de alternatieven.

De resultaten laten zien dat er nog beweging van de modal shift richting de trein mogelijk is (vooral vanuit de auto). Tevens blijkt dat van de onderzochte alternatieven het alternatief met investering in nieuw materieel het beste scoort, zowel operationeel als maatschappelijk.

## **1. Inleiding**

Reisafstanden zijn aan het groeien in Europa, zoals verschillende onderzoeken laten zien. Het aantal reizen loopt weliswaar terug, maar de reisafstand en –tijd groeit (Schafer & Victor, 2000; Scheiner, 2010; Violland, 2011).

Voor wat betreft de mobiliteit tussen Nederland en Duitsland is ook een groei in de vervoervraag waar te nemen, met recent een record aantal reizigers (NiederlandeNet, 2015). Hoewel de Duitsers in het algemeen het vliegtuig prefereren boven de trein (voor reizen naar buurlanden) is dat naar Nederland niet zo. Statistisches Bundesamt (2006) presenteerde dat voor de reis naar Nederland de trein de voorkeur had boven het vliegtuig.

Naast de groeiende markt zien we dat de langeafstands ritten per trein, en dan met name de grensoverschrijdende, sterk gestimuleerd worden door de Europese Commissie voor Transport en Mobiliteit. Door middel van de TEN-T projecten richten zij zich op een vitalisering van de Europese spoorwegen, waarmee naast mobiliteit ook een bijdrage aan duurzaamheid wordt gerealiseerd (European Commission, 2013). Door de afname van externe effecten van mobiliteit aan de ene kant en de stimulans voor de economie aan de andere kant, wordt beoogd de welvaart te verbeteren.

In dit paper presenteren wij ons onderzoek naar internationaal spoorvervoer in het algemeen en de case Amsterdam-Berlijn in het bijzonder. Het paper begint met de probleemanalyse en de onderzoeksvraag, waarna in hoofdstuk 3 de onderzoeksopzet wordt gepresenteerd. Vervolgens gaan we in op de bestaande spoormarkt tussen Nederland en Duitsland (hoofdstuk 4), het modelleren van spoor (hoofdstuk 5) en de opgestelde verbetermogelijkheden en hun resultaten (hoofdstuk 6). In hoofdstuk 7 presenteren we de conclusies. Dit onderzoek is uitgevoerd als afstudeeronderzoek voor de TU Delft in samenwerking met NS. Het is uitgebreid beschreven in de bijbehorende MSc. Thesis (Brietzke, 2015).

## **2. Probleemanalyse en onderzoeksvraag**

Ons onderzoek richt zich op de internationale, langeafstands spoormarkt. We zien drie belangrijke issues en ontwikkeling op dit gebied:

- Zoals in de inleiding geschetst is de markt in beweging en staan de we voor verschillende uitdagingen die mogelijk veranderingen in het treinprodukt vergen.
- Inzicht en data voor de internationale spoormarkt in het algemeen en Duits-Nederlandse situatie in het bijzonder ontbreekt op het juiste detailniveau.
- Wetenschappelijke literatuur en inzichten over gedrag en prognoses op internationaal spoorgebied zijn minimaal

Om die reden zijn we een onderzoek gestart met de volgende hoofdvraag:

*Wat zijn de belangrijkste factoren die een treinverbinding tussen Nederland en Duitsland beïnvloeden en wat is hun precieze invloed?*

We lichten deze vraag hieronder verder toe.

Met de toenemende reisafstanden aan de ene kant en een groeiende vraag naar treinverplaatsingen aan de andere, ontstaan er nieuwe (onderzoeks)vragen. Voor de IC tussen Amsterdam en Berlijn bijvoorbeeld wordt er nagedacht over aanpassingen van het bedieningsniveau in combinatie met mogelijke vervanging van het rollend materieel. Omdat dergelijke investeringen impact over decennia hebben, is inzicht in de toekomstige vervoervraag wenselijk. Vervoervraagprognoses in het algemeen zijn al complexe materie, maar een internationaal karakter van een verbinding maakt het nog lastiger. Meer partijen zijn betrokken, eventueel met uiteenlopende politieke en culturele voorkeuren, en daarnaast spelen er verschillen in nationale technische systemen, zoals stroomvoorziening en beveiliging.

Zoals alle commerciële vervoerders zoeken de spoorvervoerders naar een goede business case. Belangrijk hierbij is het aansluiten van het aanbod op de vraag. Als de vraag (te) beperkt is, kan een (regionale) overheid bijspringen met subsidie om zo toch een internationale verbinding, met verschillende maatschappelijke baten, te realiseren. Uiteindelijk is er altijd een interactie tussen vraag en aanbod. Beide beïnvloeden elkaar: een goed treinprodukt (bijv. met hoge frequentie, snelheid en betrouwbaarheid) trekt meer reizigers en meer reizigers maken een hogere service mogelijk. Ons onderzoek richt zich op de vraag welke aspecten een goed internationaal treinprodukt maken, zodanig dat de kosten in verhouding staan tot de (maatschappelijke) baten.

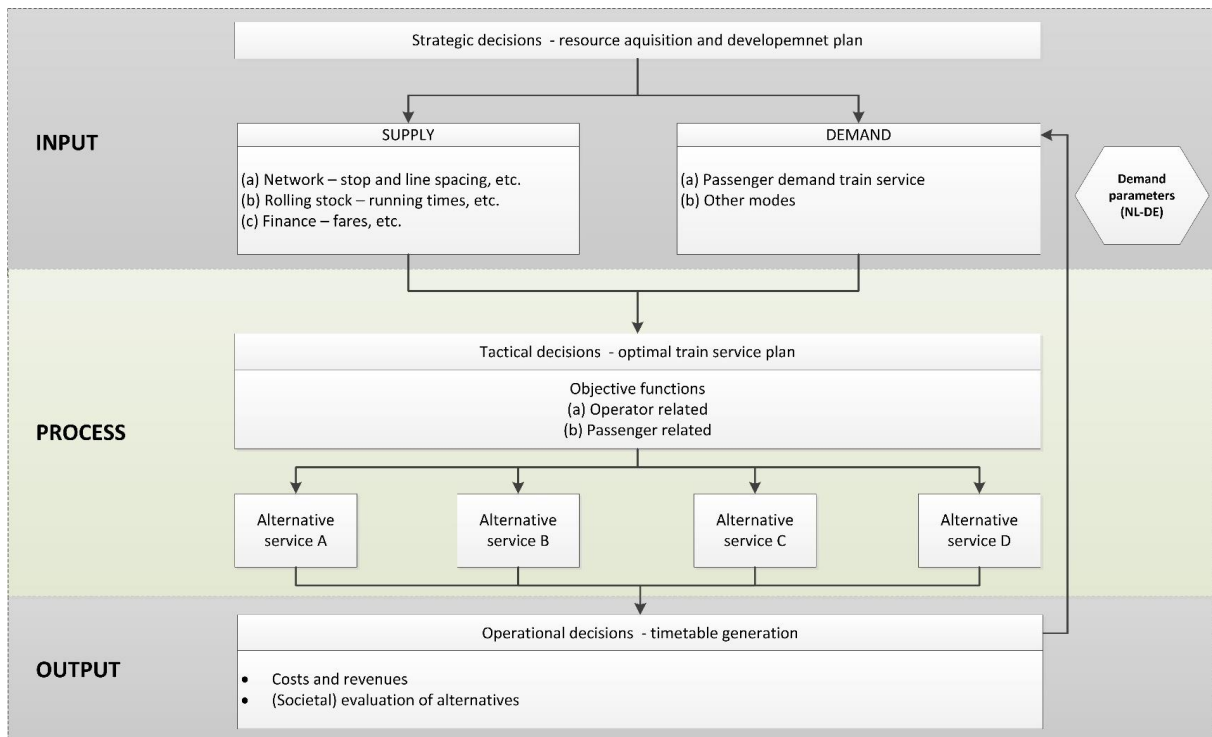
Op dit moment is niet (voldoende) bekend welke maatregelen de belangrijkste positieve effecten hebben op de business case en maatschappelijke effecten in het geval van Duits-Nederlands spoorvervoer. Zowel de vervoerders als de overheden zoeken naar inzichten om hun business case, dan wel maatschappelijke model, te optimaliseren. Hierbij speelt voor het laatste de vraag in hoeverre zij verbindingen financieel zouden moeten ondersteunen. Analoog aan andere OV ontwerpogaven geldt voor internationaal spoorvervoer dat het doel is om de maatschappelijke welvaart te maximaliseren en dus uit te gaan van het consumenten én vervoerders surplus.

Om deze maximalisatie te bereiken is het belangrijk te weten wat de effecten zijn van bepaalde maatregelen. Het voorspellen van gedrag van (potentiele) reizigers is hierbij van essentieel belang: zij bepalen namelijk in grote mate de (maatschappelijke) baten (zoals inkomsten, reistijd- en betrouwbaarheidsbaten, etc).

Een goede prognose maken, kan alleen als er goed zicht is in het heden en verleden. Echter, de kennis van de internationale spoormarkt is beperkt. Belangrijke oorzaak hiervan is dat de markt zelf relatief klein is en vergeleken met binnenlands vervoer weinig dagelijkse reizen kent (Frei, Kuhnimhof, & Axhausen, 2010). Veel mobiliteitsonderzoeken en -analyses richten zich op het binnenland. Hetzelfde geldt voor (wetenschappelijke) literatuur. Voor wat betreft het zoeken naar maatschappelijke welvaart is de focus altijd nationaal. De bronnen die beschikbaar zijn voor langeafstands spoorvervoer richten zich vervolgens ook sec op hogesnelheidslijnen (Goeverden, 2007).

### 3. Onderzoeksaanpak

In ons onderzoek gaan we op een structurele manier op zoek naar inzichten in de internationale spoormarkt en mogelijke verbeteringen. We illustreren onze aanpak op basis van de case IC Amsterdam-Berlijn. Het onderzoeksraamwerk dat we gebruiken is weergegeven in figuur 1. Dit schema is gebaseerd op eerder werk (Chang, Yeh, & Shen, 2000) en door ons verder ontwikkeld voor dit doel. De hoofdonderdelen van onze aanpak zijn de input, proces en output. Deze zullen in de volgende hoofdstukken verder worden uitgewerkt na een korte toelichting hieronder.



Figuur 1: Raamwerk voor ons onderzoek.

Het eerste niveau (input) concentreert zich op inzichten in de markt, zowel vraag en aanbod. In dit deel worden kenmerken geschetst zoals het netwerk, materieel en financiële aspecten, zoals kosten en opbrengsten. De vraag bestaat uit de huidige vraag naar spoor, maar ook de overige modaliteiten zijn van belang in verband met de potentie van het spoorproduct. De volledige inzichten in het aanbod en de vraag, specifiek voor de internationale case, vormen de input voor de volgende stap in de aanpak, het proces.

Deze volgende stap behelst de tactische keuzes en beslissingen. In deze stap wordt het spoorproduct verder ingevuld, denk aan materieelkeuze, routes, etc. Op dit niveau zijn er verschillende alternatieven mogelijk, welke hun eigen (maatschappelijke) kosten en baten hebben.

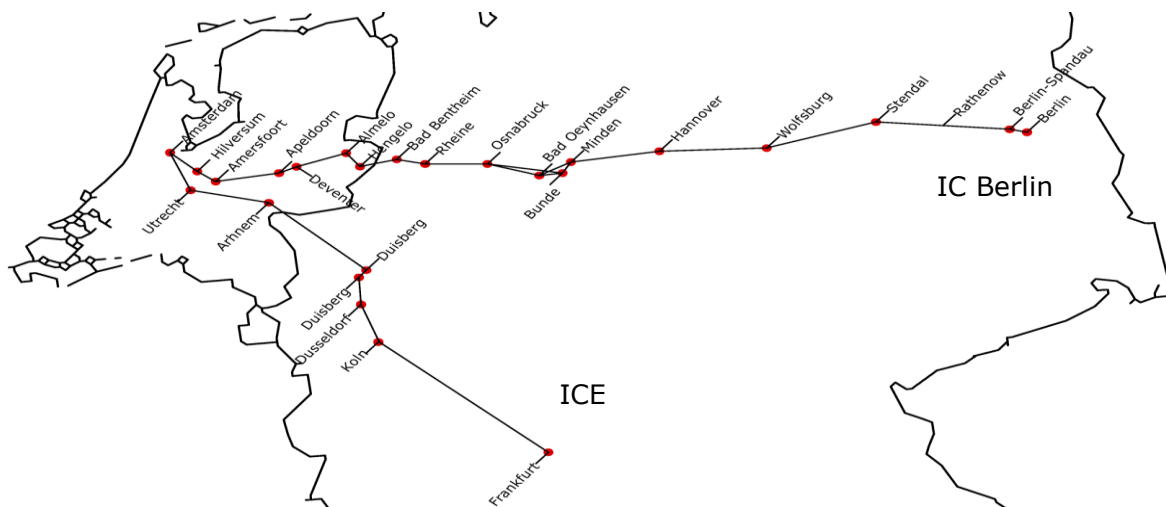
Deze kosten en baten worden in de het derde niveau berekend en verder geanalyseerd. Belangrijk onderdeel daarbij is de vraagprognose op basis van de kwaliteit van het alternatief. In deze stap wordt het optimale alternatief bepaald.

Bovenstaand raamwerk passen we toe voor de case IC Amsterdam-Berlijn. We zoeken naar inzichten in de huidige vraag- en aanbodkenmerken om uiteindelijk een beter

spoorproduct te kunnen bieden. De case helpt vervolgens om het raamwerk verder te ontwikkelen (Brietzke 2015). Omdat het een strategische studie is worden personeel- en voertuigplanning nog niet meegenomen. Ook wordt er puur naar de potentie gekeken vanuit de markt, waardoor we nog niet kijken naar dienstregeling- of infrastructuurbependingen. Tot slot kijken we voorlopig naar een vaste prijs voor een vervoerbewijs. Revenue management is nog niet meegenomen in de analyse. Na onze analyse moeten deze zaken in een verdere detaillering verder aan bod komen. We kijken in deze studie naar het jaar 2024.

#### 4. Lange afstand spoormarkt Nederland-Duitsland

Figuur 2 geeft de huidige langeafstandsverbindingen per spoor aan tussen Nederland en Duitsland. De volgende paragrafen gaan verder in op zowel het aanbod als de vraag.



Figuur 2: Lange afstand spoorverbindingen tussen Nederland en Duitsland

##### 4.1 Aanbod

Het huidige aanbod tussen Nederland en Duitsland wordt voor de lange afstand bediend door zowel de IC Amsterdam-Berlijn als de ICE naar Frankfurt (figuur 2). De belangrijkste kenmerken en verschillen tussen deze gewone IC en een hogesnelheidsverbinding zijn te zien in tabel 1.

Tabel 1: Lange afstandsverbindingen per spoor tussen Nederland en Duitsland.

	IC Berlin	ICE
Gemiddelde snelheid	98 km/h	112 km/h
Maximum snelheid	200 km/h	300 km/h
Materieel	Locomotief en rijtuigen	Treinstel
Aantal haltes en trajectlengte	16/650km	7/400km
Frequentie	16/ dag in beide richtingen	14/ dag in beide richtingen
Capaciteit per trein	550 zitplaatsen	450 zitplaatsen
Verdeling type reizigers	Reizigers in Nederland: 75% binnenlands,	Reizigers in Nederland: 30% binnenlands,

De IC Amsterdam Berlijn heeft duidelijk twee functies. Door het groot aantal haltes (en daarmee lagere snelheid vergeleken met de ICE) voorziet het in een belangrijk deel in binnenlands vervoer. Deze internationale trein fungeert ook als een interregionale en nationale schakel. Het internationale karakter ontstond door de koppeling van beide IC's. Door de verschillende typen stroomvoorziening (1.5kV in Nederland en 15kV in Duitsland) moet er van locomotief gewisseld worden aan de grens, waardoor er een extra reistijd van 8-12 minuten ontstaat.

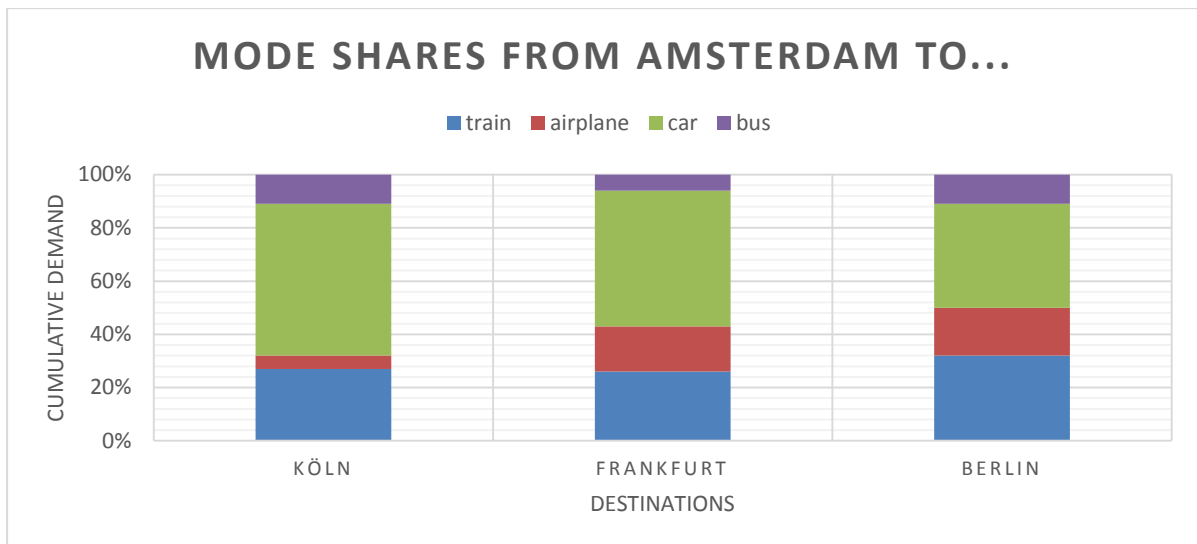
Hoewel de maximum snelheid van de IC 200 km/h is, ligt de gemiddelde snelheid relatief laag (98 km/h). Belangrijkste oorzaak is het grote aantal haltes.

#### 4.2 Vervoersvraag

Hoewel de IC Amsterdam-Berlijn twee hoofdsteden verbindt over een afstand van 650 km, zien we dat het grootste deel van de Nederlandse reizigers (75%) deze trein alleen voor binnenlands gebruik neemt. De IC is aantrekkelijk voor binnenlands vervoer, omdat het belangrijke stations aandoet, zelfde prijs kent als gewone IC's (met de bistro als extra service) en daarnaast ook gewoon in het IC patroon in de dienstregeling zit (alsof het een gewone IC betreft). Binnenlandse reizen hebben weliswaar de overhand, maar beslaan slechts relatief korte afstanden (max. 150 km in Nederland).

Sinds 2011 is de gemiddelde leeftijd van internationale reizigers in de IC Amsterdam-Berlijn gestegen van 39 naar 46 jaar. Studies van NS laten zien dat ongeveer de helft van de reizigers ouder is dan 50 jaar. Door hun relatief hoge reisfrequentie is dit de hoofddoelgroep. De belangrijkste reisaspecten voor deze groep zijn comfort en ontzorging, waarbij ze erg kritisch zijn. Onbetrouwbaarheid en verstoringen zijn een grote dissatisfier, die er toe kunnen leiden dat ze bij een volgende reis niet meer voor de trein als reismodaliteit kiezen.

Om de hele mobiliteitsmarkt te begrijpen brengen we alle gangbare modaliteiten in kaart tussen Amsterdam en Keulen, Frankfurt en Berlijn. Voor de grootste afstand, Amsterdam-Berlijn, is het aandeel trein gestegen tot 30%. De auto heeft in totaal het grootste aandeel en domineert op de kortere afstand. Vliegtuig en trein worden populairder als de afstand toeneemt. De bus is in opkomst met 6% naar Frankfurt en 10% voor Keulen en Berlijn. In figuur 3 zijn de modal shares geïllustreerd.



Figuur 3: Modal shares op lange afstand spoorverbindingen tussen Nederland en Duitsland

## 5. Modelling internationaal spoorvervoer

Naast het inzichtelijk krijgen van de huidige mobiliteit is ons doel te kunnen voorspellen wat verschillende aanpassingen in het treinproduct voor effect hebben op met name reizigersgedrag. Daarvoor hebben we een bestaand model van NS uitgebreid. Dit hoofdstuk beschrijft deze ontwikkeling.

### 5.1 Lijnvoeringsmodel (inter)nationaal

Het bestaande model van NS waar we op doorontwikkeld hebben, is het Lijnvoeringmodel (LVM). Dit model is alleen gebouwd voor binnenlandse toepassingen, waardoor uitbreiding noodzakelijk is voor ons doel. Het model en zijn eigenschappen is uitgebreid beschreven in (Keizer, Fioule, & Wout, 2013). We hebben het model gebruikt om de vervoersgroei per alternatief vast te stellen en om het operationele rendement (kosten en baten) te berekenen.

De aanpassingen aan het LVM om het geschikt te maken voor de internationale markt zijn uitgebreid beschreven in Brietzke (2015).

### 5.2 Vervoersvraag elasticiteiten

Om de verschillende aanpassingen aan het spoorproduct te kunnen toetsen op verwachte (maatschappelijke) kosten en baten zijn prognoses van de vervoersvraag essentieel. Er zijn veel verschillende methodieken daarvoor beschikbaar. In de praktijk is de elasticiteitenmethode erg populair. Deze voorziet snel en eenvoudig in prognoses op basis van de bestaande vraag en elasticiteiten uit de wetenschap en de praktijk. Van Oort et al. (2014) beschrijven deze methode in detail.

Helaas blijken er in de literatuur geen onderzoeken naar grensoverschrijdende elasticiteiten beschikbaar. De elasticiteiten moeten daarom zelf worden bepaald.



In een eerste stap is in de literatuur gezocht naar algemene vervoerselasticiteiten voor de trein. Vervolgens zijn onderzoeksresultaten verzameld die betrekking hadden op een vergelijkbare situatie als de Nederlands-Duitse treinmarkt. Het meest zwaarwegende gemeenschappelijke kenmerk was daarbij of in een onderzoek net als in de Intercity Berlijn case sprake was van lange reisafstanden.

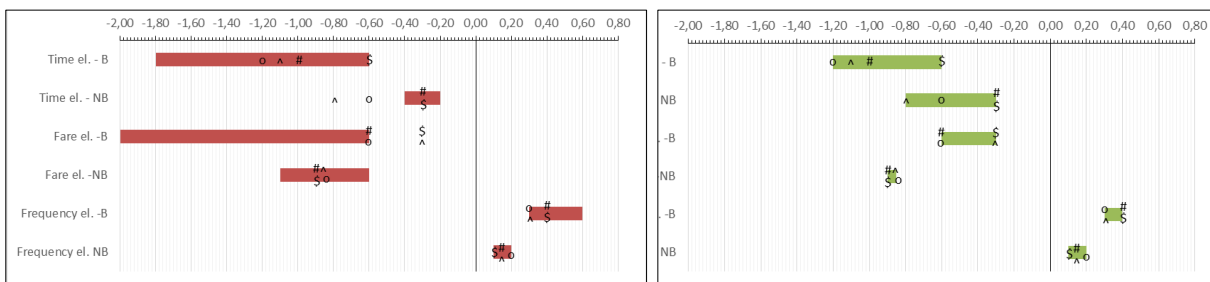
Dit heeft geleid tot een verzameling van 10 onderzoeken die waarden voor vervoersvraag elasticiteiten hebben opgeleverd. De gevonden waarden zijn samengevat in bandbreedtes per attribuut en marktsegment (zie tabel 2).

Tabel 2: Langeafstands elasticiteiten.

Rail service attributes	Train		Air		Car	
	Business (B)	Non-Business (NB)	Business (B)	Non-Business (NB)	Business (B)	Non-Business (NB)
Travel Time	-0.6 to -1.8	-0.2 to -0.4	+0.4 to +1.3	+0.5 to +1.6	+0.4*	**
Fares	-0.6 to -2.0	-0.6 to -1.1	+0.3 to +0.5	+0.1*	+0.1 to +0.5	+0.3*
Frequency	+0.3 to +0.6	+0.1 to +0.2	-0.1 to -0.7	-0.1 to -0.6	-0.1*	**

De tabel bevat zowel directe vervoersvraag elasticiteiten voor de trein als kruiselasticiteiten voor de auto en het vliegtuig. Zo betekent de reistijdelasticiteit van -0,6 tot -1,8 voor zakelijke treinreizigers dat het aantal zakelijke reizigers 0,6 tot 1,8% daalt als de reistijd per trein 1% toeneemt. De kruiselasticiteit van 0,4 tot 1,3 voor zakelijke luchtreizigers betekent dat het aantal luchtreizigers met 0,4 tot 1,3% stijgt als de reistijd per trein met 1 % toeneemt. De bandbreedtes zijn fors. Bovendien zijn er geen kruiselasticiteiten voor niet zakelijke autoreizigers en luchtreizigers gevonden. Om de gegevens aan te vullen en de bandbreedte te verkleinen zijn de diverse waarden voorgelegd aan experts op het gebied van vervoersmodellen en de vervoersmarkt per trein.

De experts is ook specifiek gevraagd naar hun inschatting van de ligging van de waarden in de casus van de treinmarkt Nederland-Duitsland. Deze resultaten zijn naast de uitkomst van de literatuurstudie geplaatst (zie figuur 4). Op basis van interviews met de experts konden de bandbreedtes worden verkleind. Voor prijselasticiteit niet zakelijk en de elasticiteit voor frequentie gaven de experts zelfs nagenoeg dezelfde waarden op.



Figuur 1: Elasticiteiten uit literatuur (links) en interviews (rechts) – bandbreedten.

De experts waren niet in staat om ook waarden voor de kruiselasticiteiten te schatten. In de praktijk blijkt hiermee weinig te worden gewerkt. Reden hiervoor is dat kruiselasticiteiten afhangen van de bestaande marktaandelen op de vervoersmarkt. Ze zijn zodoende voortdurend in beweging. Met het Logit model kunnen marktaandelen

worden bepaald van waaruit vervolgens de kruiselasticiteiten kunnen worden vastgesteld (Muconsult, 2015). Omdat we de marktaandeelen voor de 3 belangrijkste verbindingen weten kunnen we op basis hiervan de kruiselasticiteiten uitrekenen (zie tabel 3)

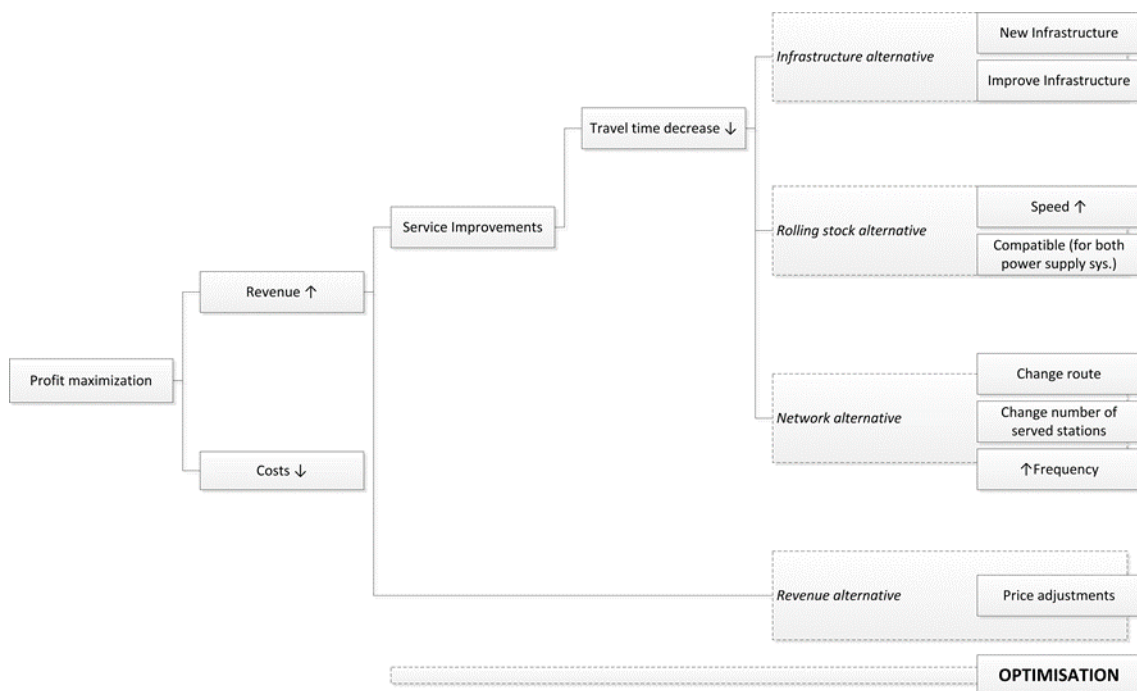
Tabel 3: Resulterende elasticiteiten voor de Nederlands-Duitse vervoersmarkt.

Rail service attributes	Train		Air		Car	
	Business (B)	Non-Business (NB)	Business (B)	Non-Business (NB)	Business (B)	Non-Business (NB)
Travel Time	-1.0	-0.5	0.3	0.1	0.3	0.1
Fares	-0.5	-0.9	0.2	0.2	0.2	0.2
Frequency	+0.4	+0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1

## 6. Onderzochte productalternatieven

### 6.1 Alternatieven

De mogelijke alternatieve producten zijn op basis van een "relevance tree" (Ross, 2001) vastgesteld. De boom is opgebouwd vanuit het zichtpunt van de vervoerder, die zich het maximaliseren van het rendement als doel stelt. Het scala aan alternatieven dat vervolgens middels de boom is ontwikkeld is terug te vinden in figuur 5.



Figuur 2: Mogelijkheden tot verbetering en bijpassende maatregelen.

In een volgende stap moeten de theoretische alternatieven worden omgezet in op de case Intercity Berlijn toepasbare praktijkalternatieven (tabel 4). Het infrastructuuralternatief bestaat uit zowel nieuwe als verbeterde infrastructuur. De verbinding is met een omwegfactor van 8% tussen Amsterdam en Berlijn al behoorlijk optimaal. Reistijdverkorting door verkorting van het traject zal daarom nauwelijks iets opleveren. Verhogen van de maximum snelheid doet dat wel. Grote delen van de lijn zijn nu namelijk slechts geschikt voor snelheden tussen de 140 en 160 km/h. Na de upgrade

en inzet van materieel vergelijkbaar met de ICE op Keulen-Frankfurt kan de gemiddelde operationele snelheid omhoog naar ca 150 km/h. Hiermee wordt de reistijd met naar schatting 128 minuten verkort.

Het materieel-alternatief gaat uit van de inzet van nieuwe locomotieven met rijtuigen die geschikt zijn voor een maximum snelheid van 230 km/h. Dit levert een reistijdverkortung van ca. 30 minuten op.

Het netwerk alternatief bestaat uit 3 maatregelen: Ten eerste wordt de route in Nederland verlegd van via Apeldoorn-Amersfoort naar een route over Zwolle en de Hanzelijn. Vervolgens wordt het aantal tussenstops teruggebracht tot 3 (Zwolle, Osnabrück en Hannover). Tenslotte wordt de frequentie verhoogd van 2 naar 1 x per uur. Dit levert 39 minuten reistijdwinst op en vermindering van de wachttijd.

Het 4<sup>e</sup> alternatief omvat een prijsverlaging met ca. 15 euro per trip uitgaande van een gemiddelde ticketprijs van 65 euro.

Alternative	Variable	Measure in reality	2014		2024		Travel time	Fare	Frequency
Infrastructure	New infrastructure	Dedicated high-speed line between Amsterdam and Hannover.					[min]	[€]	
		Improved infrastructure	Use of the DB fleet ICE3						
		Average speed	98 km/h	150 km/h					
		Travel time	378 min	250 min	128				
Rolling stock	Higher average speed	Multi current locomotive with maximum speed of 230 km/h.							
	Multi current locomotive	Stopping time at Bad Bentheim.	12 min	2 min	10				
		Extra slack time in time table.	30 min	10 min	20				
Network	Change route	IC Berlin over Hanzelijn and Zwolle. Only Zwolle, Osnabruck and Hannover served.	48 min	9 min	39				
	Less stops								
	Higher frequency	Departures per hour and direction.	0,5	1			double		
Fare	Decrease in price.	Single ticket 50 €.	65 €	50 €			15		

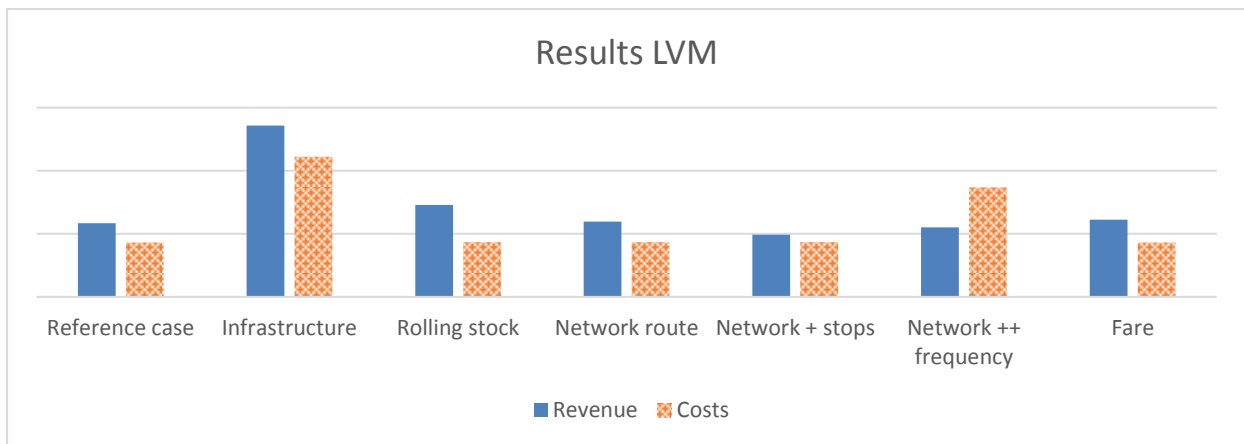
Tabel 4: Lange afstand spoorverbindingen tussen Nederland en Duitsland

## 6.2 Uitkomsten, financieel

De alternatieven worden met de Internationale versie van het Lijnvoeringsmodel met elkaar vergeleken. Het netwerkalternatief wordt daarbij opgesplitst in 3 sub-alternatieven; "netwerk route" (over Zwolle), "netwerk + stop" (trein stopt onderweg alleen in Zwolle, Osnabruck en Hannover) en "netwerk + frequentie" (trein stopt onderweg alleen in Zwolle, Osnabruck en Hannover en met dubbele frequentie).

Figuur 6 toont de resultaten van doorrekening met het Lijnvoeringsmodel als kosten en opbrengsten per alternatief. Vrijwel alle alternatieven tonen een operationeel positieve business case (opbrengsten > kosten). Alleen de variant "netwerk + frequentie" heeft hogere kosten dan opbrengsten. De hogere kosten in het infrastructuur-alternatief worden veroorzaakt door inzet van duurder materieel (ICE-treinstellen in plaats van getrokken Intercity-materieel). Verder is er geen onderscheid gemaakt tussen oud en

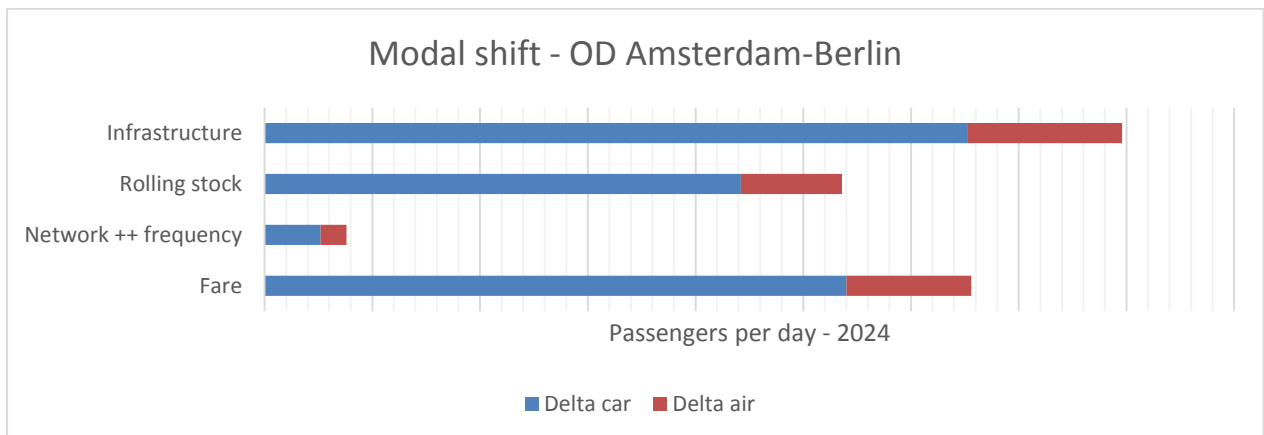
nieuw materieel. Daarom zijn de kosten voor het materieel-alternatief niet onderscheidend. Omdat de dit alternatief wel voor 25% meer vervoersvraag leidt heeft het de hoogste opbrengsten.



Figuur 3: Resultaten per alternatief van doorrekening met Lijnvoeringsmodel

### Modal shift

De internationale versie van het Lijnvoeringsmodel maakt het ook mogelijk om de modal shift uit te rekenen. Op de corridor Amsterdam-Berlijn blijkt de Infrastructuur variant tot de grootste modal shift richting trein te leiden. Dit is te verklaren door de sterke vervoersgroei als gevolgen van het reduceren van de reistijd met meer dan 2 uur.



Figuur 7: Modal-shift per variant

### 6.3 Uitkomsten, maatschappelijk

Met het Internationaal Lijnvoeringsmodel is het operationeel rendement per variant bepaald. Echter, aspecten als investeringskosten en maatschappelijke kosten worden hierin niet meegenomen. Deze aspecten worden daarom buiten het model om berekend. De resultaten van de kostenbaten analyse waarin deze aspecten wel worden meegenomen worden in deze paragraaf getoond. De reistijdwinst wordt daarbij gewaardeerd met een Value of Time (VOT) van 7 euro per uur (Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM, 2013) Voor nieuw gegenereerde vervoersvraag wordt de 'rule of half' toegepast. Een positieve voordeel/kosten ratio betekent dat een alternatief een

positief maatschappelijk rendement heeft. De scope van de maatschappelijke kosten baten analyse is vastgelegd op 30 jaar. Tabel 5 laat zien dat in dit geval de materieel-variant de hoogste voordeel/kosten ratio heeft.

Bij oplevering van dit artikel werd er nog gezocht naar een geoptimaliseerde variant en werden de varianten nog getest door middel van een gevoeligheidsanalyse op de resultaten. De resultaten die op het congres worden getoond kunnen hierdoor nog afwijken van de resultaten als getoond in tabel 5.

IC Berlin		Discountfactor 5.5 %		scope [years]			30	
		Reference case	Infrastructure	Rolling stock	Network	Revenue		
Cost								
Delta costs	[in mio €]	-	-	20,167	-	31	-	554
Benefits								
Delta benefits	[in mio €]	-	-	2,754	-	481	-	520
Delta gross	[in mio €]	0	-	-17,412	-	450	-	-34
Delta benefit/cost ratio		-	-	0.1	-	15.6	-	0.9

Tabel 5: Resultaat MKBA per variant

## 7. Conclusies en aanbevelingen

De vraag naar internationale verbindingen neemt de laatste decennia sterk toe. Het afgelopen jaar is er zelfs een record aantal reizen gemaakt tussen Nederland en Duitsland. De Europese Unie stimuleert met verschillende projecten duurzaam vervoer, zoals vervoer per trein. Spoorwegnetwerken worden aangelegd voor decennia, reden te meer om te onderzoeken hoe het toekomstige grensoverschrijdende vervoer optimaal ingericht kan worden. Er is echter weinig literatuur en inzicht beschikbaar over grensoverschrijdend, langeafstandsvervoer.

Het doel van deze studie was om dit kennishiaat kleiner te maken en de opgedane kennis toe te passen in een prognosemodel voor internationaal treinverkeer. Op basis van verder ontwikkelde elasticiteiten is het bestaande binnenlandse lijnvoeringsmodel van NS uitgebouwd en zijn er verschillende varianten voor een verbeterd spoorproduct naar Duitsland doorgerekend. Uit de analyses van de resultaten blijkt dat investering in nieuw materieel zowel operationeel als maatschappelijk het grootste voordeel oplevert. Dit voordeel kan mogelijk worden uitgebreid door de materieelvariant te combineren met onderdelen van het netwerkalternatief.

De volgende stap na dit onderzoek is het verder detailleren van de analyse voor verfijning van het resultaat. Het gaat dan om personeel- en voertuigplanning, naast dienstregeling- of infrastructuurbependingen. Ook revenue management is een interessante methode om de business cases verder te verrijken.

## Dankwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd als afstudeeronderzoek van de TU Delft door Dolores Brietzke. Het werk werd gefaciliteerd door NS in Utrecht. De afstudeercommissie bestond

uit Serge Hoogendoorn, Bart de Keizer, Niels van Oort, Rob Goverde en Jan Anne Annema.

## Referenties

Brietzke, D. (2015). The International Train Market; Alternatives for the IC Berlin. MSc Thesis. TU Delft.

De Lapparent, M., Axhausen, K. W., & Frei, A. (2013). Long distance mode choice and distributions of values of travel time savings in three European countries. *European Transport - Trasporti Europei*, (53).

European Commission. (2013). The Core Network Corridors, pp. 1–12.

Frei, A., Kuhnimhof, T., & Axhausen, K. W. (2010). Long-Distance Travel in Europe Today: Experiences with a New Survey. *Transportation Research Board*, 16.  
<http://doi.org/http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-005976787>

Goeverden, D. C. D. Van. (2007). Train attractiveness in European long distance travel.

Keizer, B. De, Fioole, P.-J., & Wout, J. van 't. (2013). Optimalisatie van de lijnvoering op Railnetwerken, Retrieved from [http://www.cvs-congres.nl/cvspdfdocs\\_2013/cvs13\\_067.pdf](http://www.cvs-congres.nl/cvspdfdocs_2013/cvs13_067.pdf)

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid ( KiM) (2013). De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden.

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid ( KiM) (2015). Literatuurstudie tijd- en convenience gevoeligheden openbaar vervoer Inhoudsopgave, 1–83.

Nes, R. Van. (2002). Design of multimodal transport networks: A hierarchical approach.  
<http://doi.org/90-407-2314-1>

NiederlandeNet. (2015). Retrieved September 8, 2015, from <https://www.unimuenster.de/NiederlandeNet/aktuelles/archiv/2015/februar/0224bahn.html>

Oort, N. van, M.P. Drost en T. Brands (2014). Betere OV prognoses met anonieme OV-Chipkaartdata. CVS congres Eindhoven.

Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling Transport*. Wiley. Retrieved from [https://books.google.nl/books?id=wE\\_dpp-trqwC](https://books.google.nl/books?id=wE_dpp-trqwC)

Ross, S. (2001). *Strategische Infrastrukturplanung im Schienenverkehr* (1st ed.). Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag DUV. <http://doi.org/10.1007/978-3-322-91504-7>

Schafer, A., & Victor, D. G. (2000). The future mobility of the world population. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 34(3), pp. 171–205.  
[http://doi.org/10.1016/S0965-8564\(98\)00071-8](http://doi.org/10.1016/S0965-8564(98)00071-8)

Scheiner, J. (2010). Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976-2002. *Journal of Transport Geography*, 18(1), pp. 75–84.  
<http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.01.001>

Statistisches Bundesamt. (2006). Flugzeug oder Bahn. Retrieved from  
[https://www.destatis.de/DE/Publikationen/STATmagazin/Verkehr/2008\\_02/2008\\_2Reiseverhalten.html](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/STATmagazin/Verkehr/2008_02/2008_2Reiseverhalten.html)

Violland, M. (2011). TRAVEL / MOBILITY SURVEYS: SOME KEY FINDINGS. *International Transport Forum*, (1), 1–28.