



Ministerie van Infrastructuur
en Waterstaat

Substitutiemogelijkheden van luchtvaart naar spoor

Fons Savelberg en Maarten de Lange



Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid | KiM

Inhoudsopgave

Samenvatting	2	Samenvatting analyse per stedenpaar	29
Doel van het onderzoek	4	Betekenis van regionale luchthavens	30
Scope van het onderzoek	5	Werkwijze berekening substitutie	31
Stappenplan bepaling substitutie	7	Verband tussen reistijd trein en modal split	32
Afbakening van het invloedsgebied	8	Opzet model voor substitutieberekeningen	33
Invloedsfactoren keuzegedrag reizigers	12	Omvang substitutie O/D-vervoer	34
Huidige marktvrage luchtvaart (2017)	13	Omvang substitutie Schipholtransfers	35
Huidige marktaanbod luchtvaart (2017)	14	Omvang substitutie doortransfers	36
Huidige marktvrage spoor (2014)	15	Effect van meer dagelijkse reismogelijkheden	37
Huidige marktaanbod spoor (2017)	16	Effect van lagere treintarieven	38
Verschillen in reistijd trein-vliegtuig in 2017	17	Samenvatting substitutie-effecten	39
Verschillen in tarieven trein-vliegtuig in 2017	18	Verklaring uitkomsten substitutieberekeningen	40
Ontwikkelingen luchtvaart tot 2030	19	Van aantallen passagiers naar aantallen vluchten	41
Ontwikkelingen internationaal spoor tot 2030	20	Resultaten vermindering vluchten Schiphol	42
Opties voor reistijdverkortingen spoor	21	Substitutie regionale luchthavens	43
Planning nieuwe railinfrastructuur in UK	22	Gevolgen voor de capaciteit op het spoor	44
Planning verbetering railinfrastructuur Duitsland	23	Summary	45
‘Zachte’ kwaliteitsfactoren	24	Literatuur	47
Kansen voor substitutie	25	Bijlage A Modelontwikkeling	48
Analyse per stedenpaar	26		

Samenvatting (1)

1. Doel van dit onderzoek is de mogelijkheden voor substitutie van een deel van het vliegverkeer van Schiphol en andere Nederlandse luchthavens naar het spoor in kaart te brengen.
2. Dit onderzoek focust op de mogelijke verbeteringen op het spoor en gaat dus niet over mogelijke maatregelen binnen de luchtvaartsector om substitutie te bewerkstelligen of te stimuleren.
3. Bij reisafstanden groter dan 800 kilometer – gemeten over land – is de kans op substitutie van vliegtuig naar trein erg klein. Binnen dit invloedsgebied hebben wij de 13 belangrijkste bestemmingen geselecteerd die directe vluchten van en naar Schiphol hebben.
4. Van de geselecteerde bestemmingen binnen het invloedsgebied van de trein trokken de zes Londense luchthavens samen in 2017 veruit de meeste passagiers van en naar Schiphol: vier tot zes maal meer dan andere belangrijke bestemmingen als Parijs, Kopenhagen, München, Berlijn en Frankfurt.
5. Vliegen gaat uiteraard veel sneller dan een treinreis. De reistijdverschillen worden echter veel kleiner, als we alle reistijdcomponenten zoals voor- en natransport en het verblijf op de luchthaven mee in aanmerking nemen. Ingeval van Parijs, Frankfurt, Brussel en Düsseldorf is de totale deur-tot-deur-reistijd met de trein doorgaans zelfs kleiner dan bij het vliegtuig.
6. Vliegen naar de onderzochte bestemmingen is in de meeste gevallen goedkoper dan de trein. Variaties in tarieven naar tijdstip van de dag en tijdstip van boeken zijn echter erg groot.
7. Van alle vliegpassagiers naar en van de onderzochte bestemmingen betreft ongeveer 37% transfervervoer. Deze transferpassagiers stappen op Schiphol (26%) of elders (11%) over van bijvoorbeeld een intercontinentale vlucht naar een vlucht binnen Europa v.v. Substitutie van een deel van hun vliegreis naar de trein wordt nu nog belemmerd door allerlei ongemakken. Voorbeelden daarvan zijn onvoldoende internationale treinverbindingen met de luchthaven, het ontbreken van bagage-afhandeling van vliegtuig naar trein v.v. en een gescheiden ticketing voor vliegtuig en trein.

Samenvatting (2)

8. Internationale ervaringen met hogesnelheidslijnen laten zien dat bij een treinreistijd van 2 uur of korter de markt vrijwel geheel gedomineerd wordt door de trein. Dit is bijvoorbeeld het geval tussen Parijs en Brussel. Bij reistijden langer dan 5-6 uur is het marktaandeel van de trein erg klein en domineert het vliegtuig.
9. Op grond van deze ervaringskennis hebben wij een inschatting gemaakt van de substitutie van vliegtuig naar (hogesnelheids)trein binnen het beschouwde invloedsgebied, als (toekomstige) treinreizigers een betere kwaliteit aangeboden krijgen. We hebben daarbij vooral gekeken naar reistijdverkortingen, maar ook naar andere kwaliteitsfactoren als méér dagelijkse vertrekmogelijkheden, minder ongemak bij het transfervervoer of lagere treintarieven.
10. Op basis van de beschikbare verbeteropties voor het spoor schatten wij de mogelijke toekomstige reistijdverkortingen per trein voor de meeste onderzochte bestemmingen op maximaal 15-45 minuten. Uitzondering is Londen dat met de komst van de Eurostar 1 uur dichterbij Nederland komt te liggen.
11. Voor het zichtjaar 2030 hebben wij berekend dat ongeveer 1,9 miljoen vliegreizen door de trein zouden kunnen worden vervangen. Daarbij is uitgegaan van de reistijdverkortingen op het spoor en vergroting van het aantal dagelijkse reismogelijkheden bij een aantal relevante verbindingen. In dit 'minimale' scenario neemt Londen ruim driekwart van de berekende substitutie voor zijn rekening.
12. Indien bovenop de uitgangspunten bij punt 10 het ongemak voor reizigers bij substitutie van het transfervervoer wordt opgeheven en daarnaast de trein 20% goedkoper wordt, neemt substitutie van vliegtuig naar trein toe tot ongeveer 3,7 miljoen reizen op jaarbasis. In dit 'maximale' scenario nemen vooral de aantallen voor Frankfurt en Parijs sterk toe. In relatieve zin (ten opzichte van de oorspronkelijke reizigersaantallen) is dat ook het geval bij Brussel, Hamburg, Hannover en Düsseldorf. Dit vereist wel aanzienlijke inspanningen van beheerders van spoor en luchthaven én van alle betrokken vervoerders.
13. Deze range van substitutie-aantallen komt bij een gemiddelde vliegtuigbezetting van 150 neer op reductie van het aantal vluchten van en naar Schiphol tussen de 12.000 en 25.000 per jaar. Ten opzichte van het huidige groeiplafond van 500.000 vluchten betekent dit een reductie tussen 2,5 en 5,0 procent.
14. Al bovenstaande uitkomsten zijn uiteraard mede afhankelijk van aannamen die wij hebben gedaan omtrent omvang van invloedsfactoren, de ontwikkeling daarvan in de tijd en de effecten op het gedrag van reizigers en vervoerbedrijven.

Doel van het onderzoek

- De directies Luchtvaart en Openbaar Vervoer en Spoor van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat hebben eind 2017 het KiM gevraagd, de mogelijkheden voor substitutie van een deel van het vliegverkeer naar het spoor te onderzoeken, in de vorm van een update van eerder onderzoek van het KiM naar dit onderwerp (KiM, 2008: *substitutiemogelijkheden luchtverkeer – hogesnelheidstrein*).
- Onder substitutie wordt in dit onderzoek verstaan: “het totaal aantal reizen dat als gevolg van een verandering in de concurrentieverhouding in brede zin tussen (hogesnelheids)trein en vliegtuig overgaat van vliegtuig naar het spoor”. Substitutie kan worden berekend uit de verschillen in marktaandelen van (hogesnelheids)trein en vliegtuig voor en na de verandering in de concurrentieverhouding op de beschouwde verbindingen.

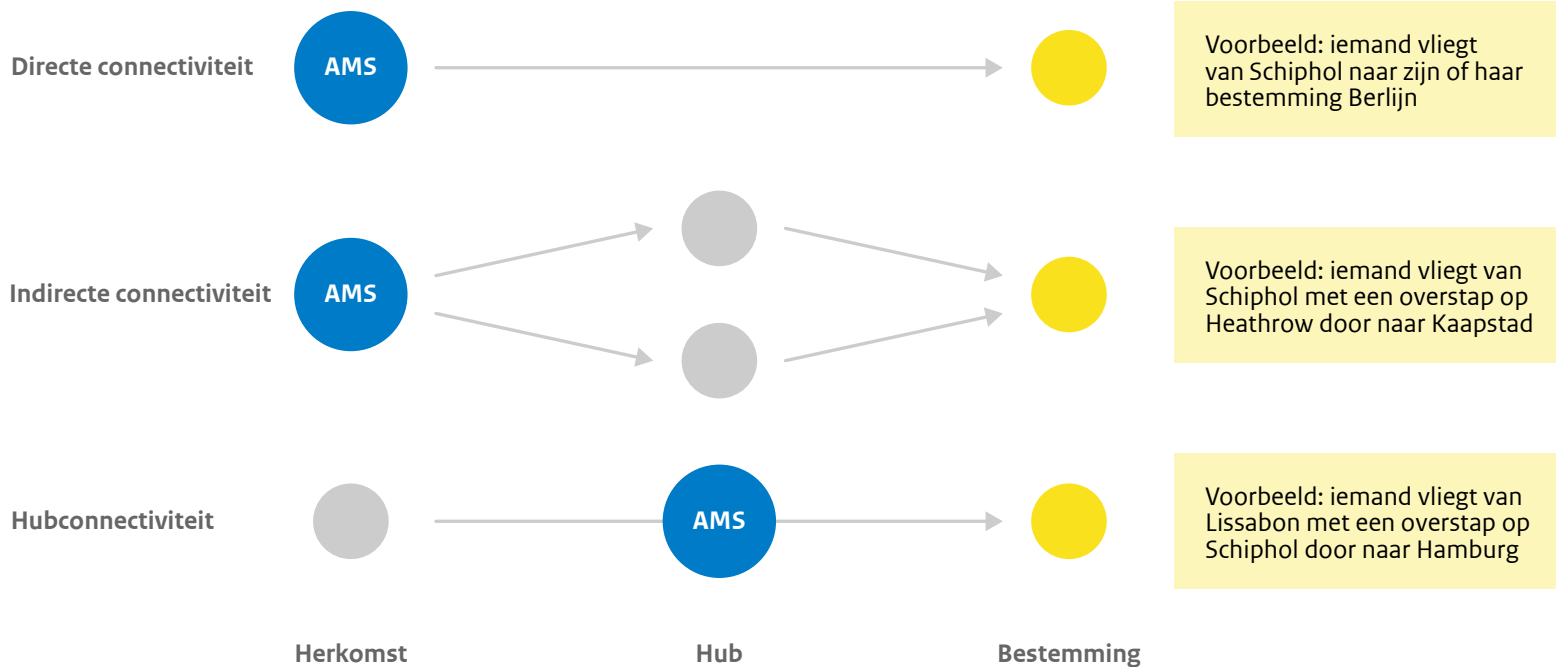
Scope van het onderzoek (1)

- De focus in dit onderzoek ligt op vliegreizen van en naar Schiphol. Daarnaast geven we beperkt aandacht aan reizen via regionale luchthavens. Gezien de aandacht van de Tweede Kamer voor de top-20 (qua passagiersaantallen) van bestemmingen vanaf Schiphol nemen we deze als uitgangspunt.
- In deze rapportage komt vaak de term ‘huidige situatie’ voor. Daarmee bedoelen we de situatie in 2017.
- Uitgangspunt voor de berekening van de potentiële substitutie van luchtvaart naar spoor in dit onderzoek zijn de mogelijke verbeteringen van het toekomstige aanbod op het spoor (reistijd, aantal dagelijkse vertrekmogelijkheden, reisgemak, prijzen). Maatregelen *binnen de luchtvaart* die mogelijk leiden tot substitutie, zoals prijsmaatregelen, maken geen onderdeel van ons onderzoek uit. Dergelijke maatregelen komen in ander onderzoek aan de orde.
- De mogelijke rol van de bus wordt in dit onderzoek niet behandeld, hoewel op sommige relaties de bus concurrerend met de trein kan zijn of worden. Voorbeeld is de directe busdienst van de Randstad via Groningen naar Hamburg die concurrerend is qua reistijd en tarief (maar niet qua frequentie) met de treinverbinding (met overstap in Osnabrück).
- Ook de rol van de auto valt buiten de scope van dit onderzoek, evenals latent vervoer dat zich door de verbeteringen op het spoor mogelijk gaat manifesteren.
- De inhoud van dit rapport is zoveel mogelijk op openbare bronnen gebaseerd. Bij het ontbreken van bronnen heeft het KiM zelf de nodige aannamen gedaan. Dit is in de tekst aangegeven.

Scope van het onderzoek (2)

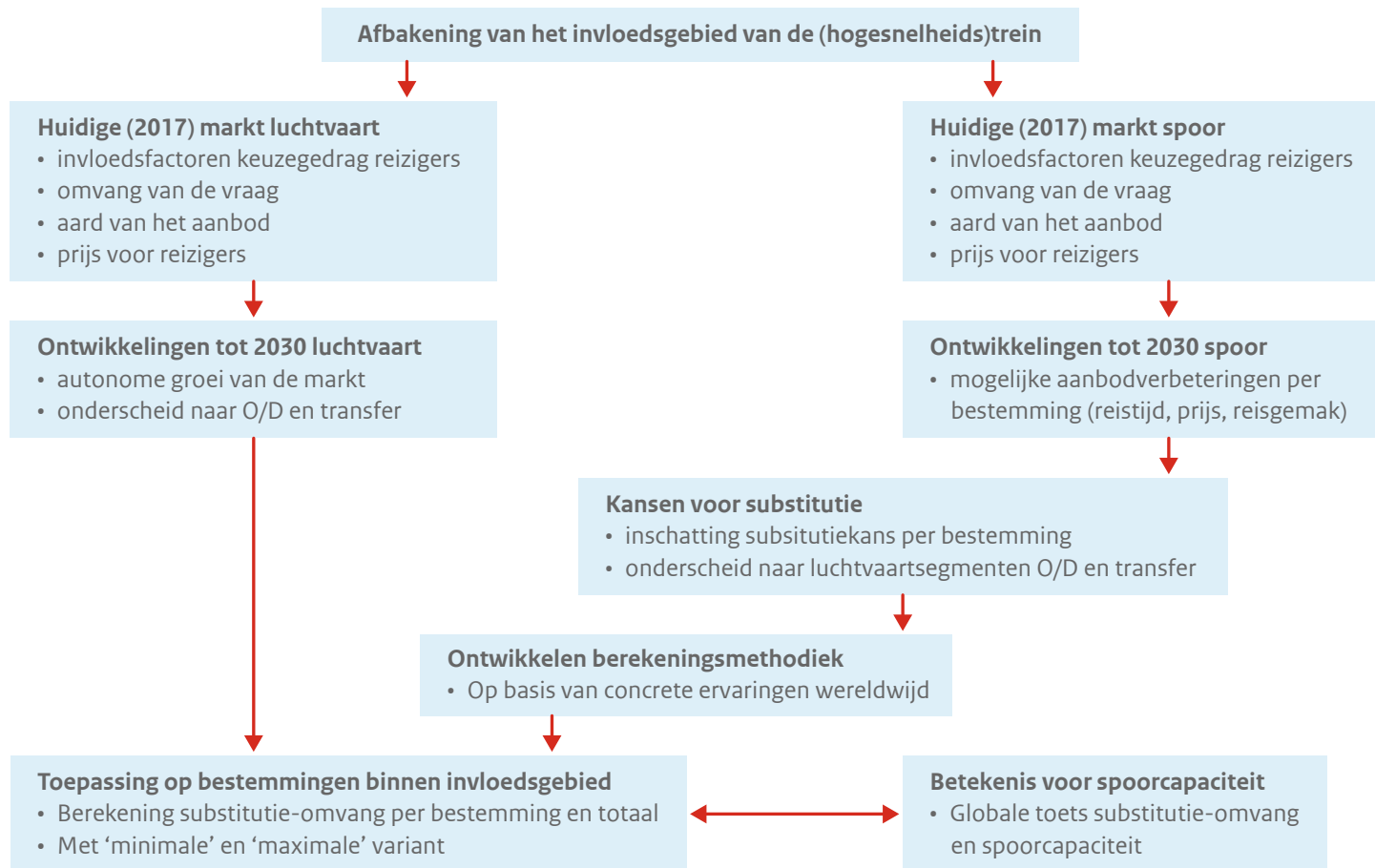
Vanuit het perspectief van Schiphol onderscheiden we in ons onderzoek drie segmenten:

- de directe connectiviteit heeft betrekking op passagiers die direct van Schiphol van of naar een bestemming vliegen (O/D-vervoer).
- indirecte connectiviteit houdt in dat passagiers met een overstap op een buitenlandse luchthaven doorreizen naar andere bestemmingen (ook wel 'doortransfer' genoemd).
- bij hubconnectiviteit reizen passagiers met een overstap op Schiphol naar hun eindbestemming.



Bron: Lieshout, 2017

Stappenplan bepaling substitutie



Afbakening van het invloedsgebied (1)

Top-20 luchthavens met grootste aantal O/D-passagiers van/naar Schiphol in 2017

Toelichting volgende pagina

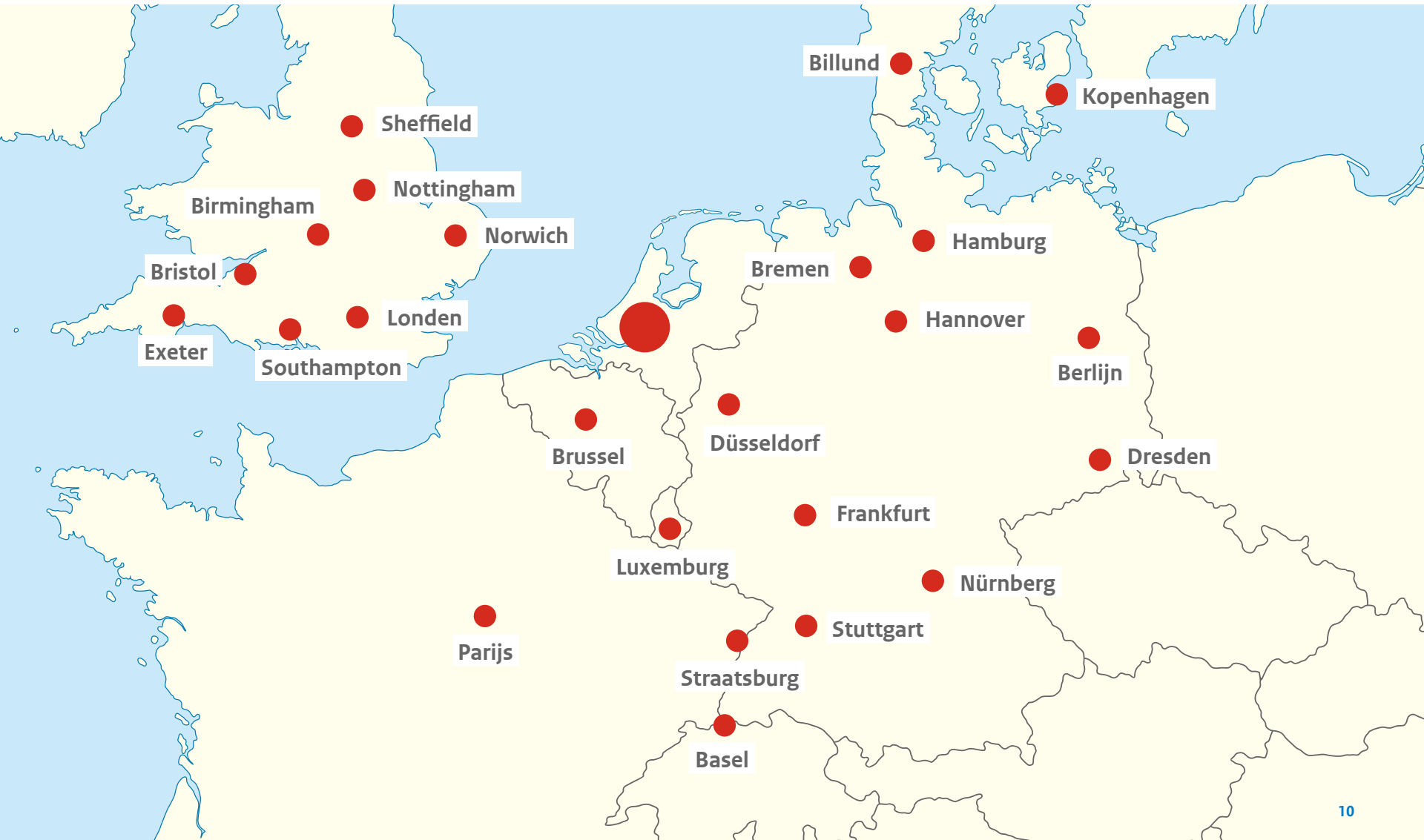


Afbakening van het invloedsgebied (2)

- Gezien deze specifieke beleidsvraag starten we met de top-20 van bestemmingen vanaf Schiphol. Deze staan in het kaartje op de vorige pagina aangegeven.
- Het gaat hier om het directe vervoer tussen Schiphol en de andere luchthavens (O/D- vervoer).
- Londen Heathrow staat aan top met bijna 1,3 miljoen O/D-passagiers van en naar Schiphol per jaar, Stockholm sluit het rijtje met ruim 0,5 miljoen. De overige vallen binnen deze range. Dubai is de enige niet-Europese bestemming in deze top-20.
- Uit eerder onderzoek blijkt dat bij reisafstanden boven de 800 kilometer, gemeten over land, de mogelijkheden voor substitutie van vliegverkeer naar het spoor zeer beperkt c.q. afwezig zijn (Nash, 2013; KIM, 2008). Ook ingeval van (deels) een hogesnelheidstreinverbinding is de reistijd per trein bij dergelijke afstanden over het algemeen minimaal 6 uren en daarom niet meer concurrerend met het vliegtuig.
- Veel van de top-20 bestemmingen liggen verder van Schiphol af dan 800 kilometer – gemeten over land - en komen dus niet in aanmerking wat substitutiemogelijkheden betreft. Het kaartje op de volgende pagina laat zien, welke 24 steden binnen een straal van 800 kilometer vanaf Amsterdam – gemeten over land - rechtstreekse vluchten van en naar Schiphol hebben. Omdat Londen 6 luchthavens heeft, Parijs 2 en ook Berlijn 2, gaat het in totaal om 31 luchthavens.

Afbakening van het invloedsgebied (3)

Steden < 800 kilometer van Amsterdam – gemeten over land – met directe vluchten van/naar Schiphol



Afbakening van het invloedsgebied (4)

Selectie van te onderzoeken verbindingen

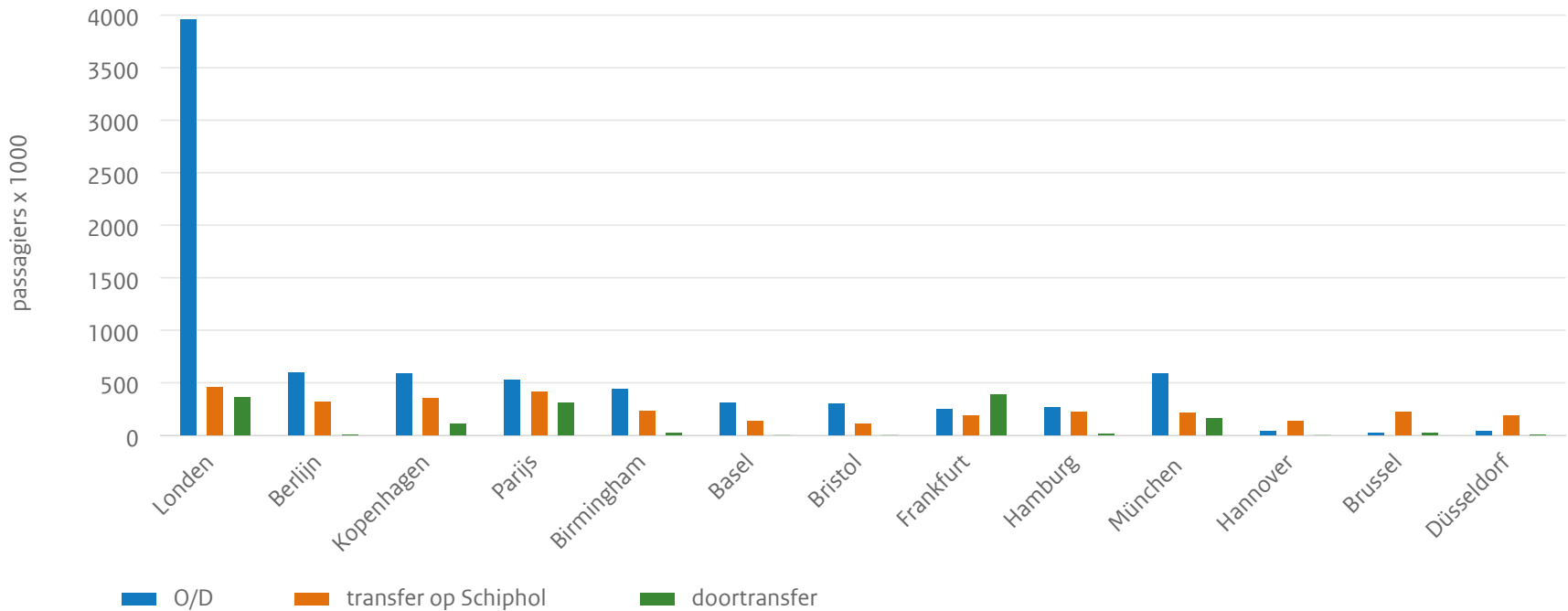
- De vliegverbindingen vanaf Schiphol met de 24 steden in het beschouwde invloedsgebied van de (hogesnelheids)trein verwerkten in 2017 ruim 13 miljoen passagiers (bijna 9 miljoen O/D + ruim 3 miljoen transfer) in ruim 124.000 vluchten. Dit is 20% van het aantal passagiersbewegingen en 26% van het aantal vluchten op Schiphol (*bron: Schipholstatistieken*).
- Van deze 24 bestemmingen zijn er 9 die bij elkaar al ruim 80 procent van het totaal aantal passagiers (O/D + transfer) uitmaken: Londen, Berlijn, Kopenhagen, Parijs, Birmingham, Basel, Bristol, Frankfurt en Hamburg. Londen heeft met zijn zes luchthavens daar weer het overgrote aandeel in. Wij selecteren in eerste instantie deze ‘top-9’ voor verdere analyse van de substitutiemogelijkheden.
- Daarnaast zijn er 3 bestemmingen die niet tot de top-9 behoren, maar die wel dichtbij Nederland liggen en al een directe treinverbinding met Nederland hebben: Brussel, Düsseldorf en Hannover. Deze voegen we daarom toe aan onze analyse.
- Als laatste voegen we ook München toe: de afstand tot Amsterdam is net iets meer dan 800 kilometer, maar vanwege de economische ontwikkelingen in het gebied en de geplande verbetering van het spoor in Zuid-Duitsland (zie pagina’s 23 en 28) kan de trein in de relatie met Nederland belangrijker worden dan nu het geval is.
- Deze selectie van in totaal 13 bestemmingen staat centraal in het vervolg van ons onderzoek.

Invloedsfactoren keuzegedrag reizigers

Reistijd, aantal reismogelijkheden per dag, prijs, gemak en comfort

- Reistijd is de belangrijkste factor die het keuzegedrag van reizigers bepaalt, ook in de concurrentie tussen vliegtuig en trein (Dobruszkes, 2011). Ingeval van een vliegreis is reistijd opgebouwd uit voor- en natransport naar en van de luchthaven, de tijd benodigd voor incheck, security en bagage-afhandeling op de luchthaven en de zuivere vliegtijd. Bij spoor is over het algemeen de voor- en natransporttijd korter vanwege het fijnere netwerk en de ligging van stations in stedelijk gebied. Daarnaast vervalt (doorgaans) de tijd voor incheck, security en bagage-afhandeling, maar is de eigenlijke rijtijd in de trein aanzienlijk langer dan bij een vergelijkbare reis met het vliegtuig. Daar staat tegenover dat – afhankelijk van de klasse waarin men reist - een treinreis veelal meer mogelijkheden geeft om te werken of te ontspannen.
- Tweede belangrijke keuzefactor is het aantal reismogelijkheden op een dag. Hoge reisfrequenties van bijvoorbeeld elk uur een verbinding geven veel meer vrijheid om activiteiten in te delen dan wanneer er slechts één verbinding per dag is. Van belang voor zakelijke reizigers is de vraag of een zogeheten ‘dagrandverbinding’ mogelijk is.
- Derde keuzefactor is de prijs. Zowel bij vliegtuig als bij trein is de variatie in ticketprijzen groot en veelal afhankelijk van het tijdstip van boeken en het moment van reizen. Ingeval van een vliegreis zijn er vaak bijkomende kosten voor stoelreservering of bagagevervoer.
- De vierde factor die een rol speelt is gemak en comfort: het gemak om een ticket te boeken en te betalen, reisinformatie voor en tijdens de reis, de afhandeling van bagage en het comfort op luchthavens, stations en in vliegtuig of trein.

Huidige marktvraag luchtvaart (2017)



- De grafiek laat per bestemming de reizigersaantallen zien, onderscheiden naar directe O/D-reizigers, reizigers die op Schiphol zijn overgestapt en reizigers die op de buitenlandse luchthaven overstappen ('doortransfer'). *Bron: Diiio Mi.*
- De sterke dominantie van Londen in het O/D-vervoer is duidelijk zichtbaar. Ook de meeste Schipholtransfers zijn op Londen gericht, gevolgd door Parijs, Kopenhagen en Berlijn.
- Londen, Parijs en Frankfurt hebben substantiële aantallen doortransfers, de overige steden minder (Kopenhagen en München) of vrijwel geen.
- Bij Hannover, Brussel en Düsseldorf is bijna uitsluitend sprake van Schiphol-transfers.

Huidige marktaanbod luchtvaart (2017)

	vliegtijd	voor en na	in-check	totale reistijd	frequentie	tarief (€)
Londen	1.00	2.00	2.00	5.00	51	69-195
Berlijn	1.10	2.00	2.00	5.10	9	94-168
Kopenhagen	1.25	2.00	2.00	5.25	11	97-181
Parijs	1.15	2.00	2.00	5.15	12	75-141
Birmingham	1.10	2.00	2.00	5.10	10	98-164
Basel	1.10	2.00	2.00	5.10	6	143-253
Bristol	1.20	2.00	2.00	5.20	5	122-186
Frankfurt	1.05	2.00	2.00	5.05	11	94-158
Hamburg	1.00	2.00	2.00	5.00	6	80-183
München	1.20	2.00	2.00	5.20	12	87-154
Hannover	0.55	2.00	2.00	4.55	4	126-175
Brussel	0.45	2.00	2.00	4.45	5	94-131
Düsseldorf	0.45	2.00	2.00	4.45	5	125-261

- De tabel geeft voor elk van de 13 beschouwde bestemmingen de pure vliegtijd en onze schatting van de gemiddelde voor- en natransporttijd en tijd benodigd voor inchecken en security checks op de luchthaven.
- Tijden zijn in uren en minuten (afgerond).
- ‘Frequentie’ wil zeggen het gemiddelde aantal vertrekmogelijkheden per dag (bron: Skyscanner.com)
- Tarieven variëren zeer sterk: per dag, per tijdstip en per maatschappij. De tarieven in de kolom laten de bandbreedte zien voor een heen- en terugreis in economy class op een weekdag met boeking 6 weken voor vertrek (bron: Skyscanner.com)

Huidige marktvraag spoor (2014)

- 2014 is het meest recente jaar met openbare gegevens.
- We beschouwen vier grensovergangen voor internationaal treinverkeer: Roosendaal (IC Brussel), Breda (Thalys), Zevenaar (ICE) en Oldenzaal (IC Berlijn).
- Per grensovergang is het aantal internationale treinreizen in 2014 weergegeven, in miljoenen per jaar voor beide richtingen samen.
- De percentages betreffen de verdeling over de in- c.q. uitstapstations voor de beschouwde treindienst in 2014. Dat is niet hetzelfde als de eindbestemming van de totale treinreis. Zo is vanwege de nodige overstap in de cijfers voor Brussel het aandeel Londen inbegrepen. Hetzelfde geldt voor Basel (overstap in Düsseldorf of Frankfurt) en voor Hamburg (overstap in Osnabrück). Voor Bristol en Birmingham moet zowel in Brussel als in Londen worden overgestapt.

Bron: IenM en Goudappel Coffeng (2015), bewerking KiM



* = 2,5 in 2016

Huidige marktaanbod spoor (2017)

	rijtijd	voor en na	in-check	totale reistijd	frequentie	tarief (€)
Londen*	4.40	1.00	0.30**	6.10	7	112-206
Berlijn	6.05	1.00	0	7.05	7	80-268
Kopenhagen	11.25	1.00	0	12.25	2	100-348
Parijs	3.15	1.00	0	4.15	14	110-194
Birmingham	6.30	1.00	0.30**	8.00	7	140-372
Basel	7.45	1.00	0	8.45	8	80-354
Bristol	7.25	1.00	0.30**	8.55	7	162-340
Frankfurt	3.50	1.00	0	4.50	7	80-258
Hamburg	5.05	1.00	0	6.05	7	80-203
München	7.25	1.00	0	8.25	6	120-349
Hannover	4.20	1.00	0	5.20	7	60-163
Brussel	1.50	1.00	0	2.50	14	58-91
Düsseldorf	2.05	1.00	0	3.05	7	40-123

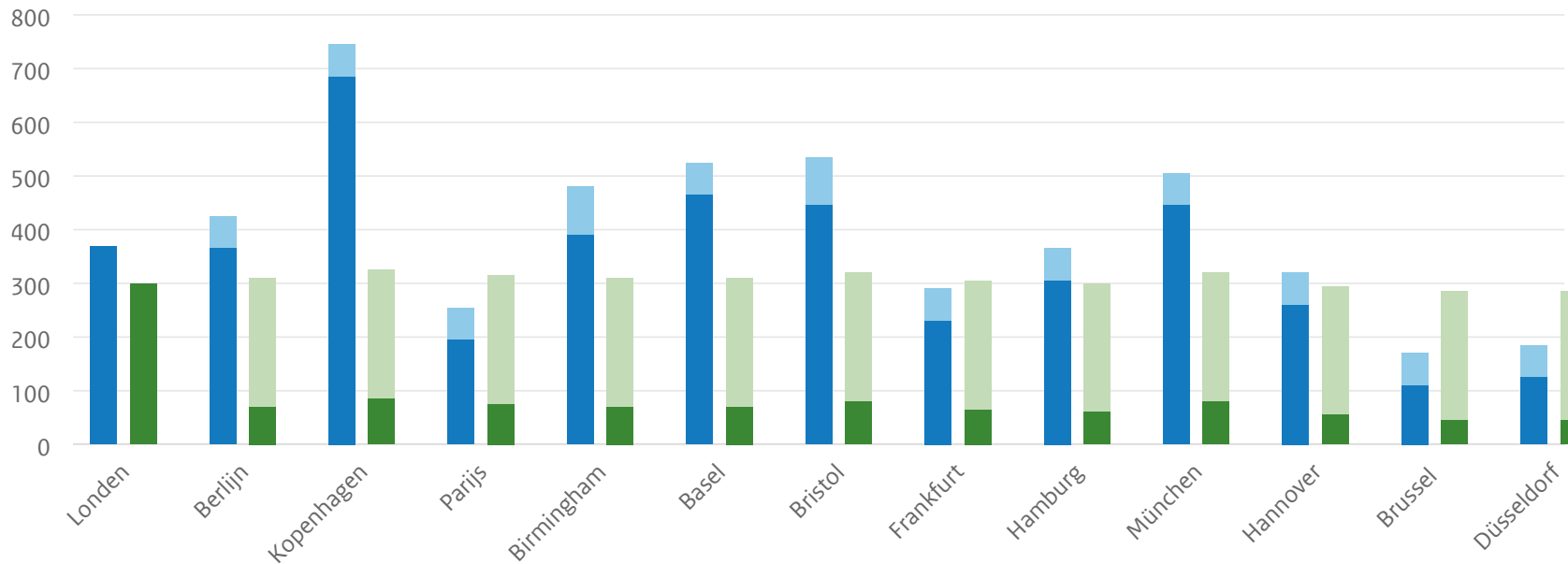
- De tabel geeft voor elk van de 13 bestemmingen de volgens reisplanners kortste reistijd in 2017 vanaf Amsterdam Centraal (eventueel met overstap) en onze schatting van de voor- en natransporttijd. Ingeval van Londen is extra tijd nodig voor inchecken en security in Brussel (heenreis) of Londen (terugreis).
- Tijden in uren en minuten (afgerond).
- Voor Basel is meestal een overstap in Düsseldorf, Keulen of Frankfurt nodig. Voor Hamburg en Kopenhagen moet minimaal in Osnabrück worden overstapt en voor Bristol en Birmingham in Brussel en Londen.
- ‘Frequentie’ wil zeggen het aantal vertrek-mogelijkheden op een gemiddelde werkdag (bron: diverse reisplanners).
- Tarieven variëren sterk per dag, tijdstip van reizen en tijdstip van boeken. De kolom laat de bandbreedte zien voor een retourreis 2e klas met boeking zes weken voor vertrek (bron: DB, NS International, Happy Rail).

* De aanbodverbeteringen per april 2018 (introdactie Eurostar) zijn hier niet in verwerkt, maar komen aan bod bij de berekeningen van toekomstige substitutie.

** De inchecktijd op de heenreis is inbegrepen in de overstaptijd in Brussel, die voor de terugreis bedraagt 1 uur in Londen St. Pancras. Dus gemiddeld 30 minuten.

Verschillen in reistijden trein – vliegtuig in 2017

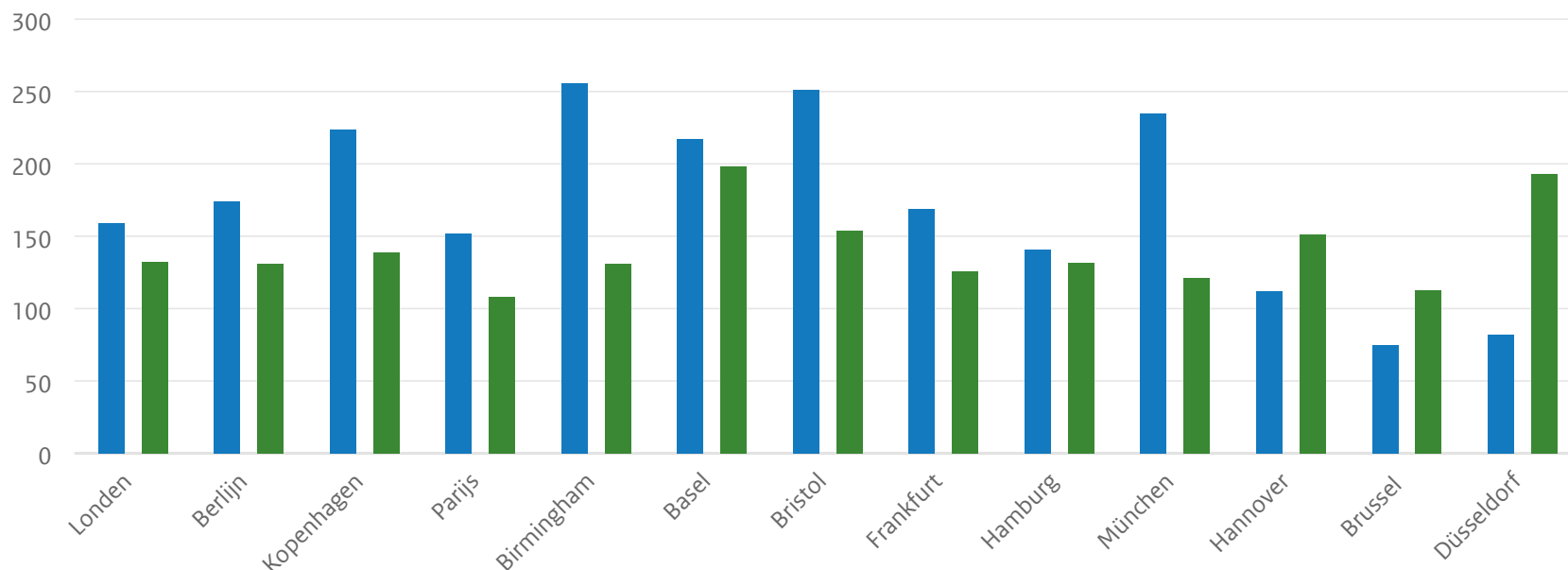
Reistijden trein (blauw) en vliegtuig (groen), in minuten, ‘in vehicle’ en totaal



- Bovenstaande figuur vat de informatie van pagina's 14 en 16 samen. Voor de 13 beschouwde bestemmingen blijkt de reistijd 'in vehicle' nu sterk in het voordeel van het vliegtuig (de donkere gedeelten van de grafiek).
- Als we de andere reistijdcomponenten zoals voor- en natransport en het verblijf op de luchthaven mee in aanmerking nemen (de lichtere gedeelten van de grafiek), zien we de verschillen in de totale reistijd tussen de beide modaliteiten kleiner worden. Ingeval van Parijs, Frankfurt, Brussel en Düsseldorf is de totale reistijd per trein zelfs kleiner. Let wel: deze conclusie geldt binnen de aannamen omtrent de gemiddelde reistijdcomponenten.

Verschillen in tarieven trein - vliegtuig in 2017

Gemiddeld retourtarief trein (blauw) en vliegtuig (groen), in euro



- Vergelijking van de gemiddelde tarieven op basis van de informatie op pagina's 14 en 16 laat zien dat vliegen over het algemeen goedkoper is dan de trein, exclusief de kosten van voor- en natransport en parkeren. Hannover, Brussel en Düsseldorf zijn uitzonderingen, maar daar is nauwelijks van O/D-vliegverkeer sprake. Bedenk voorts dat de variaties in tarieven zeer groot zijn, vooral in de luchtvaart, maar ook bij de trein.
- Wat het aantal vertrek mogelijkheden per dag betreft, ontlopen beide modaliteiten elkaar niet zoveel (niet in figuur). Vliegen naar en van Londen is met 51 dagelijkse vertrek mogelijkheden de grote uitschieter. Bij de trein is Parijs de uitschieter met 14 vertrek mogelijkheden per dag.

Ontwikkelingen luchtvaart tot 2030

- Huidige afspraak: groei Schiphol tot maximaal 500.000 vluchten per jaar in 2020. Na 2020 doorgroei alleen mogelijk als geluidbelasting van vluchten afneemt. Deze ‘geluidhinderwinst’ mag maar voor 50% worden gebruikt voor het toelaten van meer vluchten en komt voor de andere 50% ten goede aan omwonenden in de vorm van een lagere geluidsbelasting (het 50/50-principe).

Zonder restricties	Laag	Hoog
Totaal	2,8%	4,6%
O/D binnen Europa	2,4%	4,3%
Transfer	3,2%	4,6%

Met restricties	Laag	Hoog
Totaal	2,6%	3,0%
O/D binnen Europa	2,0%	2,0%
Transfer	3,0%	3,1%

De tabel laat de jaarlijkse procentuele toename van de vraag naar personenvervoer via Schiphol zien volgens de WLO-scenario's van CPB en PBL, voor de periode tot 2030.

De WLO-studie maakt onderscheid tussen lage en hoge economische groei en tussen een situatie zonder en mét capaciteitsrestricties.

Voor de substitutieberekeningen verderop in deze rapportage gaan wij uit van het jaarlijkse groeicijfer voor het OD-vervoer binnen Europa en voor het transfervervoer, beide mét restricties. Dat is in namelijk elk geval tot 2020 ‘staand beleid’. De totale groei tussen 2017 en 2030 komt dan neer op 29 resp. 47 procent.

Bron: CPB, PBL, Eurostat

- Los van capaciteitsrestricties is de verwachting dat de vraag naar luchtvaart afgeremd zal worden vanuit duurzaamheids-overwegingen. In het Regeerakkoord staat bijvoorbeeld dat Nederland mogelijk vanaf 2021 (weer) een belasting op vliegtickets introduceert. Daarnaast wordt in ICAO-verband gewerkt aan een mondiaal systeem om de CO₂-uitstoot van de luchtvaartsector te reduceren (CORSIA).

Ontwikkelingen internationaal spoor tot 2030

Samenvatting beleidsambities uit Programma Toekomstbeeld OV (bron: IenM, 2016)

- Grotere rol van het ov in het Europese verkeer richting 2040. Mate waarin dit gebeurt is o.a. afhankelijk van internationale economische ontwikkeling.
- Grote stappen te maken met conventionele technieken; onderzoek nodig naar mogelijke systemsprongen op lange termijn voor zeer grote afstanden (Hyperloop).
- Focus internationale personenvervoer per spoor ligt op de volgende vier metropolitane regio's:

Londen

Groot potentieel voor rechtstreekse treinverbinding door sterke economische groei.

Bestaande infrastructuur biedt kans zonder grootschalige investering een concurrerende treinverbinding te bieden.

Parijs

Bestaande treinverbinding kwalitatief hoogwaardig.
Ruimte voor frequentieverhoging in dagranden.

Vlaamse Ruit, Rijn-Ruhr + Rijn-Main/Frankfurt

Beeld is diffuus.* Nader afwegen één snelle punt-punt verbinding of gelet op ketting magneten deze verbinding uitwerken op niveau 2.**

Ruimtelijk economische groei in Duitsland enkel in steden Düsseldorf, Keulen, Frankfurt (niet Rijn-Ruhrgebied als geheel).

Hamburg, Berlijn

Structuurversterking alleen effectief bij technologische systemsprong of overlaten aan luchtvaart. Voor conventionele spoortechniek buiten bereik.

* 'Diffuus' heeft ook betrekking op de ruimtelijke structuur. In tegenstelling tot grote metropolitane gebieden als Londen en Parijs zijn met name Duitse regio's polycentrisch van karakter met naar verhouding kleinere centra. Dit bemoeilijkt de kansen voor directe verbindingen met hogesnelheidstreinen (Significance, 2016).

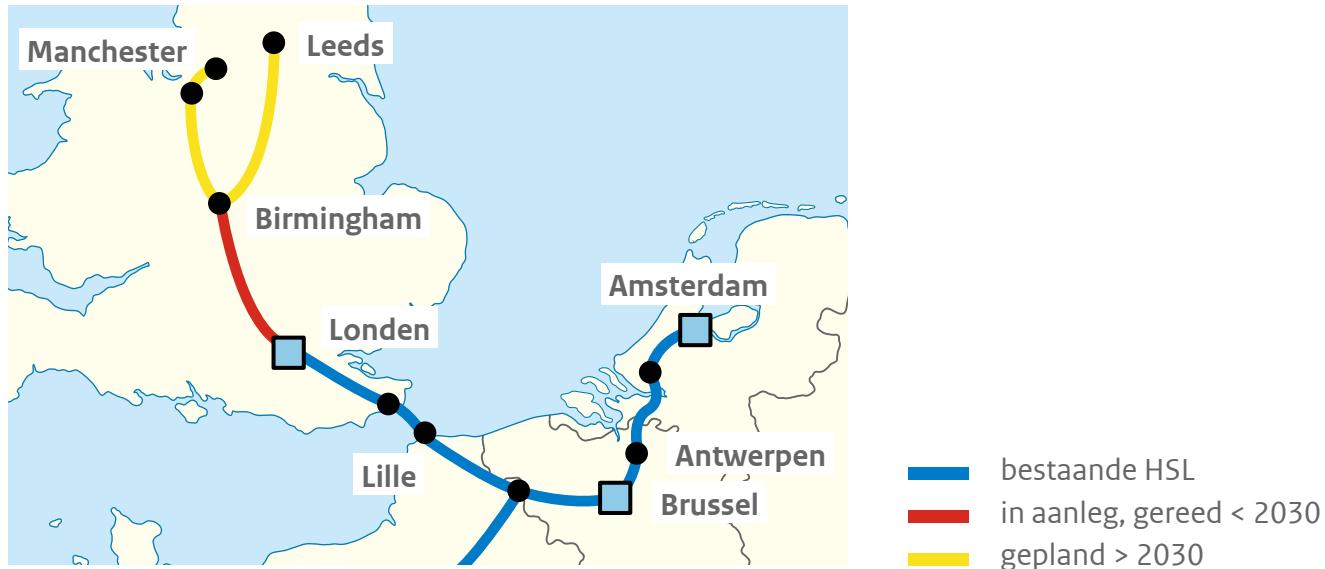
** Hiermee wordt een lager schaalnivo bedoeld: korte-afstandsverbindingen naar en van centra in nabijheid van de grens.

Opties voor reistijdverkortingen spoor

- Er zijn meerdere mogelijkheden denkbaar voor verkortening van reistijden of verbetering van andere kwaliteitsaspecten. Veelal gaat het over ingrepen in de exploitatie (waar vervoerders verantwoordelijk voor zijn), soms ook over de railinfrastructuur (een taak voor overheden). Pagina 24 gaat over de zogeheten ‘zachte’ kwaliteitsfactoren zoals reisgemak en comfort, eveneens een taak voor vervoerders.
- Recent onderzoek in het kader van het MIRT naar internationale connectiviteit schetst, uitgaande van een optimale benutting van de bestaande situatie, vijf manieren om reistijden per (internationale) trein te bekorten (*bron: APPM en Goudappel Coffeng, 2015*):
 - **Rechtstreekse verbindingen**
Met deze maatregel vervalt allereerst de overstaptijd (kloktijd), maar ook de zogeheten overstappenalty (NS werkt in prognoses met een overstappenalty van 10 rijtijdminuten).
 - **Stations overslaan**
Per vermeden stop levert dit ongeveer 2,5 minuut rijtijdwinst op. Ter illustratie: door op de huidige verbinding tussen Venlo en Düsseldorf alle regionale stations over te slaan kan 25 minuten aan reistijd worden gewonnen.
 - **Baanvaksnelheid benutten**
In Nederland zijn snelheden tot 140 km/u op het spoor gangbaar, hoewel er een aantal baanvakken is waar hogere snelheden mogelijk zijn. De rijtijdwinst lijkt overigens beperkt: het verhogen van de baanvaksnelheid van 140 km/u naar 160 km/u levert 1 minuut per 20 kilometer op.
 - **Verhogen baanvaksnelheid**
Door de baanvaksnelheid te verhogen op bestaande lijnen, kan de reistijd verder worden verkort. Zo resulteert het verhogen van de baanvaksnelheid van 140 km/u naar 200 km/u in een rijtijdwinst van 1 minuut per 7,5 kilometer.
 - **Nieuwe infrastructuur**
Aanleg van nieuwe infrastructuur is de laatste stap. Naast verkortening van tracés biedt dit de mogelijkheid om met nog hogere snelheden te rijden. Het kan hierbij gaan om ‘inhaalsporen’ om snelheidsverschillen op te vangen, maar ook om de aanleg van nieuwe verbindingen. Nieuw aangelegde hogesnelheidslijnen zijn doorgaans geschikt voor snelheden tot 300 km/uur. De volgende pagina laat de planning van nieuwe HSL-infrastructuur in het studiegebied zien.
- Gefundeerde uitspraken over de haalbaarheid van elk van deze opties zijn pas mogelijk na een afweging tussen alle maatschappelijke kosten en baten. Onderdeel daarvan van kosten van infrastructuur en exploitatie en baten voor vervoerders en reizigers als gevolg van o.a. de gerealiseerde tijdwinsten.

Planning nieuwe railinfrastructuur in UK

- We hebben onderzocht, welke van de in dit onderzoek beschouwde verbindingen met Nederland op termijn mogelijk profiteren van investeringen in onze buurlanden in nieuwe of verbeterde infrastructuur.
- Ten noorden van Londen wordt een hogesnelheidslijn aangelegd die de reistijd tussen Londen en Birmingham met ruim een half uur bekort, zie de rode lijn in de figuur.
- In Duitsland zijn voor de periode tot 2030 enkele relevante infrastructuurverbeteringen gepland, zie het overzicht op de volgende pagina.
- Parijs is de enige bestemming in het studiegebied met nu al vrijwel volledige HSL-infra.



Bron: UIC, 2018

Planning verbetering railinfrastructuur Duitsland



- Het Duitse Bundesverkehrswegeplan (bron: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2016) geeft inzicht in de voor Nederland relevante trajecten waar tot 2030 infrastructurele verbeteringen zijn gepland die hogere treinsnelheden mogelijk maken.
- In bijgaand plaatje staan de projecten met zogeheten ‘vordringlicher Bedarf’ (hoge prioriteit, inclusief financiering): Emmerich – Oberhausen (1), Hamburg – Puttgarden (2), Karlsruhe – Basel (3) en Stuttgart – München (4).
- Onderaan de prioriteitenlijst (‘Vorhaben des potentiellen Bedarfs’) staan Bad Bentheim – Löhne (5) en Dülken – Kaldenkirchen (6). Daar is ook nog geen financiering voor.
- Tussen het Duitse Puttgarden en het Deense Rødby is een tunnel gepland waardoor de verbinding naar Kopenhagen kan worden versneld.
- Op pagina’s 26 t/m 28 gaan wij in op de betekenis van deze verbeteringen voor de reistijden naar en van de onderzochte relaties.

‘Zachte’ kwaliteitsfactoren

- Behalve door ‘harde’ kwaliteitsfactoren zoals reistijd en reiskosten wordt het keuzegedrag van reizigers ook bepaald door ‘zachte’ factoren als gemak, reisinformatie en comfort. Wat internationale treinreizen betreft spelen een aantal mogelijke knelpunten (bron: TU Delft, 2016 en IATA/Significance, 2016):
 - Ingewikkeld ticketsysteem door de vele reisopties
 - Versnipperd ticketsysteem door meerdere betrokken vervoerders
 - Ondoorzichtige tariefstructuur
 - Onduidelijkheid over verkrijgbaarheid van tickets
 - Ontbreken van bagage-afhandeling
 - Specifiek voor Nederland: problemen met gesloten poortjes op de stations
- Er is weinig informatie over de betekenis van deze knelpunten voor het keuzegedrag van (potentiële) reizigers en daarmee op de markt vraag. In prognosemodellen wordt veelal een opslag op de reistijd of reiskosten toegepast.
- Inmiddels kunnen treintickets voor de meeste van de geselecteerde bestemmingen in ons onderzoek kunnen wél via internet (sites van NS International, DB, Thalys of Eurostar) worden geboekt.

Treintickets naar gangbare bestemmingen in ons omringende landen kunnen vaak direct via internet worden geboekt. In andere gevallen verloopt het boekingsproces telefonisch of is helemaal geen boeking mogelijk. De website van de betreffende buitenlandse vervoerder kan dan uitkomst bieden. Via providers als ‘HappyRail’ kunnen vaak boekingen naar minder gangbare bestemmingen worden gedaan, maar weer niet voor alle reismogelijkheden op een dag. Het komt voor (bijvoorbeeld treinreizen naar Britse bestemmingen buiten Londen) dat een deel van de boeking via internet verloopt, maar dat voor een ander deel het ticket per post wordt verzonden.

Kansen voor substitutie

- Substitutie van vliegtuig naar (hogesnelheids)trein kan plaatsvinden wanneer vliegen relatief onaantrekkelijker wordt (gemaakt). Beleidsopties om dat te bereiken zijn geen onderwerp voor dit onderzoek. Wij beschouwen alleen de mogelijkheden om de (hogesnelheids)trein aantrekkelijker te maken. Dat doen we door hierna voor elk van de 13 beschouwde stedenparen de mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering van de trein (zie de eerdergenoemde opties op pagina 21) voor de periode tot 2030 op een rijtje te zetten. Het resultaat staat op de volgende pagina's 26 tot en met 28.
- Het blijkt vooral te gaan om verbeteringen buiten Nederland op de corridors voor lange-afstandsvervoer, waar soms hoge kosten mee gemoeid zijn en waar Nederlandse beleidsmakers of vervoerders weinig invloed op hebben. Om die reden laten wij bij onze beschouwing van verbetermogelijkheden kostbare opties waar geen afspraken tussen betrokken stakeholders zijn gemaakt buiten beschouwing.
- Het korte-afstands-grensverkeer per spoor staat los van het substitutie-vraagstuk.
- Van belang voor de substitutiekansen is het eerder gepresenteerde onderscheid tussen passagiers die direct van herkomst naar bestemming vliegen (O/D-vervoer) en transferpassagiers. Om transferpassagiers voor een deel van hun vliegreis over te laten stappen op de trein is allereerst nodig dat de luchthaven op het lange-afstandsspoornet is aangesloten. Dat is het geval voor Kopenhagen, Parijs (CdG), Frankfurt en Birmingham, maar niet voor Londen, Berlijn, Hamburg, Basel, München, Hannover en Bristol. De luchthavens van Brussel en Düsseldorf liggen wel aan een spoorlijn, maar er stoppen in de huidige situatie (2017) geen hogesnelheidstreinen. Schiphol is weliswaar op het spoor aangesloten, maar dat geldt (nog) niet voor de treinen naar Duitsland of de Eurostar naar Londen.
- Daarnaast is substitutie van transfervervoer alleen kansrijk als op een luchthaven de overstap van vliegtuig op trein even gemakkelijk wordt als van het ene op het andere vliegtuig. Dat betekent o.a. integratie van tickets tussen vliegmaatschappij en treinexploitant, een goede bagage-afhandeling en optimale overstaptijden tussen gate en treinstation (*IATA Consulting & Significance, 2016 en Wenyi & Anming, 2017*). Op dit moment (2017) wordt nergens in het studiegebied aan al deze voorwaarden voldaan. Daartoe zijn aanzienlijke inspanningen nodig van beheerders van spoor en luchthaven én van alle betrokken luchtvaartmaatschappijen en spoorvervoerders.

Analyse per stedenpaar (1)

Amsterdam-Londen

April 2018 gaat een directe treindienst van start in de richting Londen-Amsterdam, in omgekeerde richting naar verwachting in 2020. De reistijd wordt op den duur 1 uur korter (voorlopig dus alleen in één richting): van 4.40 naar 3.40 uur. Het aantal reismogelijkheden per dag verandert niet op de heenreis, maar neemt op de terugreis met 2 toe. Onduidelijk is hoe dit in de toekomst verder gaat oplopen. Dit is ongetwijfeld de grootste markt voor substitutie naar de trein. Dat geldt vooral voor het directe O/D-vervoer, maar onder voorwaarden (zie vorige pagina) ook voor de grote hoeveelheid transferreizigers op Schiphol.

Amsterdam-Parijs

Sinds 1996 is de reistijd in stappen teruggebracht naar 3 uur en 18 minuten. Omdat vrijwel het hele traject al op hoge snelheid wordt afgelegd, ziet het er niet naar uit dat de reistijd nog verder naar beneden kan. Mogelijk is wel ruimte voor geleidelijke vergroting van het huidige aantal (14) dagelijkse reismogelijkheden. Kansen voor substitutie van transferreizigers zijn (onder voorwaarden) aanwezig omdat aan beide kanten de luchthaven op het spoornet is aangesloten. Wat overstappers op Schiphol betreft, is Parijs de belangrijkste eindbestemming van de onderzochte steden.

Amsterdam-Bristol

De reistijdverbeteringen ten opzichte van de huidige situatie zijn gelijk aan die voor Londen. Voorzover bekend zijn tussen Londen en Bristol geen verdere substantiële verbeteringen voorzien. Hetzelfde geldt voor het aantal dagelijkse reismogelijkheden. Substitutie van transferreizigers is onder voorwaarden alleen denkbaar op Schiphol. De luchthaven van Bristol verwerkt immers vrijwel geen doortransfers en is ook niet op het hoofdrailnet aangesloten.

Amsterdam-Birmingham

Deze verbinding profiteert van dezelfde verbeteringen als de verbinding naar Londen, maar daar komt het effect van een nieuwe hogesnelheidslijn vanaf Londen noordwaarts nog bij. Er is nog veel onzekerheid over de planning van deze lijn. De toekomstige verkorting van de reistijd bedraagt 35 minuten. Birmingham verwerkt nauwelijks doortransfers, dus kansen voor substitutie van transferreizigers zijn er alleen op Schiphol.

Analyse per stedenpaar (2)

Amsterdam-Frankfurt

Deze verbinding kan gaan profiteren van de aanleg van een derde spoor tussen Emmerich en Oberhausen en andere kleinere verbeteringen in de infrastructuur of exploitatie. Wij schatten in dat op termijn een verkorting van de reistijd van 15 minuten mogelijk is. Het aantal reismogelijkheden zal nauwelijks veranderen. Kansen voor substitutie van transferreizigers zijn (onder voorwaarden) aanwezig: aan beide kanten is de luchthaven op het spoornet aangesloten en de hoeveelheid transferreizigers, zowel op Schiphol als de doortransfers in Frankfurt, is aanzienlijk.

Amsterdam-Berlijn

Naar verwachting volgen op deze verbinding geen grootschalige verbeteringen zoals nieuwe tracés, maar mogelijk wel het laten vervallen van de stop aan Nederlands-Duitse grens in Bentheim. Andere kleinere verbetermogelijkheden zoals het verminderen van het relatief grote aantal stops onderweg lijken vooralsnog niet haalbaar. De reistijdverkorting binnen de beschouwde tijdshorizon schatten wij op 15 minuten. Het aantal reismogelijkheden zal nauwelijks veranderen. Substitutie van transferreizigers is onder voorwaarden alleen denkbaar op Schiphol. Berlijn verwerkt namelijk nauwelijks doortransfers.

Amsterdam-Hamburg

Reistijdverbeteringen zijn in theorie mogelijk door rechtstreekse treinen te laten rijden (zoals dat enige decennia geleden het geval was). Economische ontwikkelingen en ontwikkeling van de marktvaart maken dit echter niet waarschijnlijk, zie pagina 16. Voor het overige zijn mogelijke verbeteringen vergelijkbaar met die richting Berlijn: een reistijdverkorting van naar schatting 15 minuten. Het aantal reismogelijkheden zal nauwelijks veranderen. Substitutie van transferreizigers is onder voorwaarden alleen denkbaar op Schiphol. Hamburg verwerkt namelijk vrijwel geen doortransfers.

Amsterdam-Kopenhagen

Hier gelden dezelfde aanbodontwikkelingen als bij de verbinding naar Hamburg. Daar komen de geplande verbeteringen ten noorden van Hamburg richting Puttgarden bij alsmede de nieuwe tunnel naar Denemarken die de huidige veerverbinding gaat vervangen. Wij schatten de reistijdverkorting ten noorden van Hamburg op ongeveer 1 uur en 15 minuten. Hoewel voor het hele traject de reistijdverkorting dus ongeveer 1 uur en 30 minuten kan bedragen blijft de reistijd te lang om concurrerend te kunnen zijn met het vliegtuig.

Analyse per stedenpaar (3)

Amsterdam-Basel

Deze verbinding gaat profiteren van de verbetering van de railinfrastructuur ten zuiden van Frankfurt en Karlsruhe. Naar schatting is een verkorting van de reistijd met 30 minuten mogelijk. Het aantal dagelijkse reismogelijkheden zal nauwelijks veranderen. Substitutie van transferreizigers is onder voorwaarden alleen denkbaar op Schiphol. Basel verwerkt namelijk geen doortransfers.

Amsterdam-Brussel

Thalys richting Parijs geeft op dit moment de snelst mogelijke verbinding. Dat zal niet veranderen. Zodra de IC Brussel over de HSL-Zuid zal rijden, neemt de reistijd weliswaar met een half uur af, maar deze is dan nog altijd langer dan die met Thalys. Het aantal 'snelle' reismogelijkheden naar Brussel neemt sterk toe. Het vliegverkeer naar Brussel betreft vrijwel uitsluitend overstappers op Schiphol, dat is dus een kansrijk segment.

Amsterdam-Hannover

Analoog aan Berlijn is een reistijdverkorting voor de trein van naar schatting 15 minuten denkbaar. Het (beperkte) aantal vliegpassagiers betreft vrijwel geheel overstappers op Schiphol.

Amsterdam-Düsseldorf

Analoog aan de verbinding met Frankfurt schatten wij een verkorting van de treinreistijd met ongeveer 15 minuten denkbaar. De vliegpassagiers betreffen vrijwel geheel overstappers op Schiphol.

Amsterdam-München

Ook deze verbinding gaat profiteren van de verbeteringen van de railinfrastructuur ten zuiden van Frankfurt en tussen Stuttgart en München. Naar schatting is een verkorting van de reistijd met 30 minuten mogelijk, maar vanwege de afstand zal de totale treinreistijd niet onder de 7 uren dalen. Substitutie van transferreizigers is onder voorwaarden denkbaar op Schiphol. De luchthaven van München is namelijk niet op het ICE-net aangesloten.

Samenvatting analyse per stedenpaar

	(Kans op) reistijdverkorting trein?	Is of wordt reistijd trein concurrerend? *	Kansen voor substitutie Schipholtransfers? **	Kansen voor substitutie doortransfers? ***
Londen	ja	ja	ja	0
Parijs	nee	ja	ja	ja
Bristol	ja	nee	nee	nvt
Birmingham	ja	ja	ja	nvt
Frankfurt	nee	ja	ja	ja
Berlijn	beperkt	nee	nee	nvt
Hamburg	beperkt	ja	ja	0
Basel	ja	nee	nee	nvt
Brussel	nee	ja	ja	nvt
Hannover	beperkt	ja	ja	nvt
Düsseldorf	beperkt	ja	ja	nvt
München	ja	nee	nee	nvt
Kopenhagen	ja	nee	nee	nee

* 'Concurrerend' wil zeggen dat treinreistijd minder dan 6 uren is of wordt.

** Aanvullend op de randvoorwaarden, geschetst op pagina 25, is substitutie van (Schiphol)transfers pas kansrijk als ook alle relevante treinverbindingen Schiphol aandoen (is nu niet het geval) én de reistijd concurrerend is.

*** Nvt betekent dat er nauwelijks doortransfers zijn. '0' wil zeggen dat de luchthaven geen spoor aansluiting heeft. 'Nee' betekent dat de reistijd niet concurrerend is.

Betekenis van regionale luchthavens

- Het aandeel van de regionale luchthavens ten opzichte van het totaal aantal passagiersbewegingen op Nederlandse luchthavens bedroeg in 2016 ongeveer 10 procent (*bron: KiM, 2017*).
- Het overgrote deel van de vluchten vanaf deze luchthavens betreft vakantiebestemmingen buiten het invloedsgebied van het spoor (de door ons gehanteerde maximale afstand van 800 kilometer vanaf Amsterdam). Uitzonderingen zijn de verbindingen Eindhoven – Londen Stansted, Eindhoven – Kopenhagen en Rotterdam - Londen City.
- Pagina 43 gaat nader in op de substitutie-omvang bij dit marktsegment.

	Stoelcapaciteit*	bezettingsgraad	aantal passagiers*
Eindhoven – Londen Stansted	305.000	89%	272.000
Eindhoven - Kopenhagen	76.000	89%	67.000
Rotterdam – Londen City	378.000	88%	333.000

* afgerond

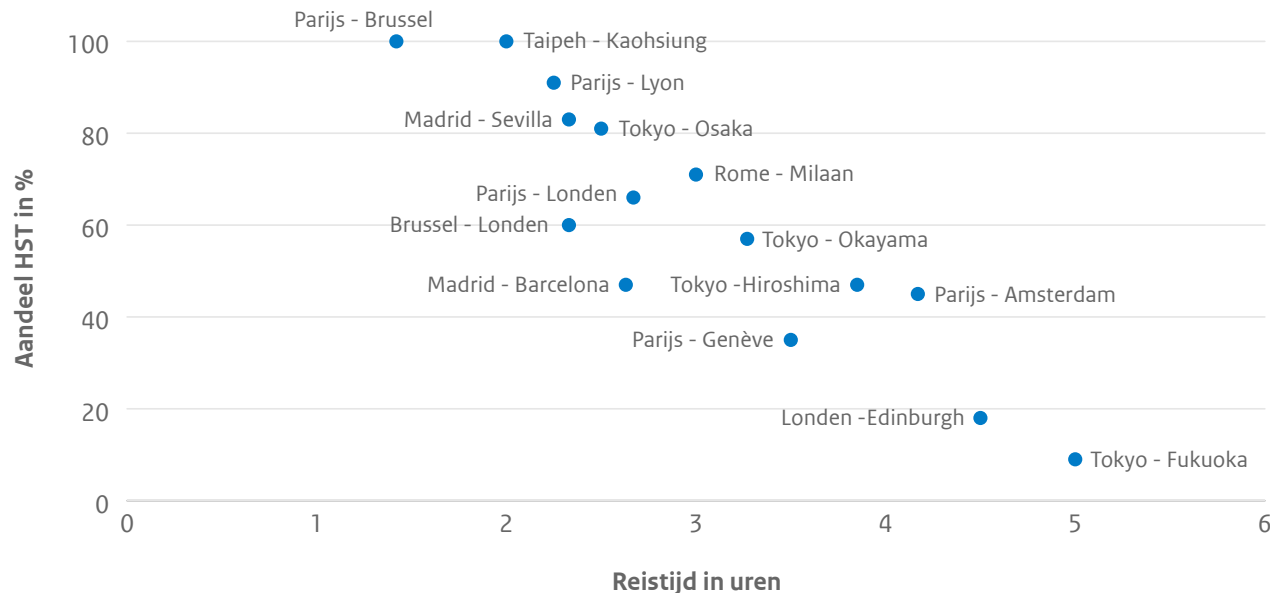
Er zijn geen openbare gegevens over passagiersaantallen naar en van deze drie bestemmingen. Door gegevens over de stoelcapaciteit te koppelen aan de gemiddelde bezettingsgraad van vluchten van en naar deze beide luchthavens hebben wij een schatting kunnen maken van de passagiersaantallen over 2017, zie de tabel. *Bron: CAPA Centre for Aviation, 2018 en OAG Official Airline Guide.*

Werkwijze berekening substitutie

- Uitgangspunt zijn de resultaten van een groot aantal evaluatiestudies van gerealiseerde HST-verbindingen die een verband laten zien tussen de reistijd per (hogesnelheids)trein en het aandeel van de trein ten opzichte van dat van het vliegtuig op dezelfde relaties.
- Met deze resultaten schatten we een model dat deze relatie beschrijft en waarmee voor de beschouwde stedenparen de effecten van verbetering van treinreistijd en andere invloedsfactoren op het marktaandeel en daarmee op de substitutie van vliegpassagiers kunnen worden berekend.
- We laten de uitkomsten zien voor het zichtjaar 2030, zowel voor het O/D-vervoer als het transfervervoer, waarbij we rekening houden met het extra ongemak voor reizigers die voor een deel van hun vliegreis op de trein overstappen.
- Op sommige relaties neemt het treinvervoer zodanig toe dat het lucratief lijkt om het aantal dagelijkse reismogelijkheden te vergroten. We brengen het additionele effect hiervan in beeld.
- We laten de gevoeligheid van de uitkomsten zien als de kosten voor treinreizigers minder worden.
- Aan de hand van een inschatting van de ontwikkeling van de bezetting van vliegtuigen rekenen we de aantallen gesubstitueerde vliegpassagiers om naar aantallen bespaarde vluchten.
- Voorzover het aantal gesubstitueerde passagiers substantieel is, doen we een check op de beschikbare spoorcapaciteit op de betrokken relatie(s).

Verband tussen reistijd trein en modal split

- Uit ex-post-evaluatiestudies van gerealiseerde HST-verbindingen blijkt een verband tussen de treinreistijd en het marktaandeel van de (hogesnelheids)trein in relatie tot het vliegtuig (Barron, 2007).



- De grafiek laat zien dat bij een HST-reistijd tussen één en twee uur de markt volledig door de trein gedomineerd wordt. Dit is bijvoorbeeld het geval tussen Parijs en Brussel en tussen Taipeh en Kaohsiung (Taiwan).

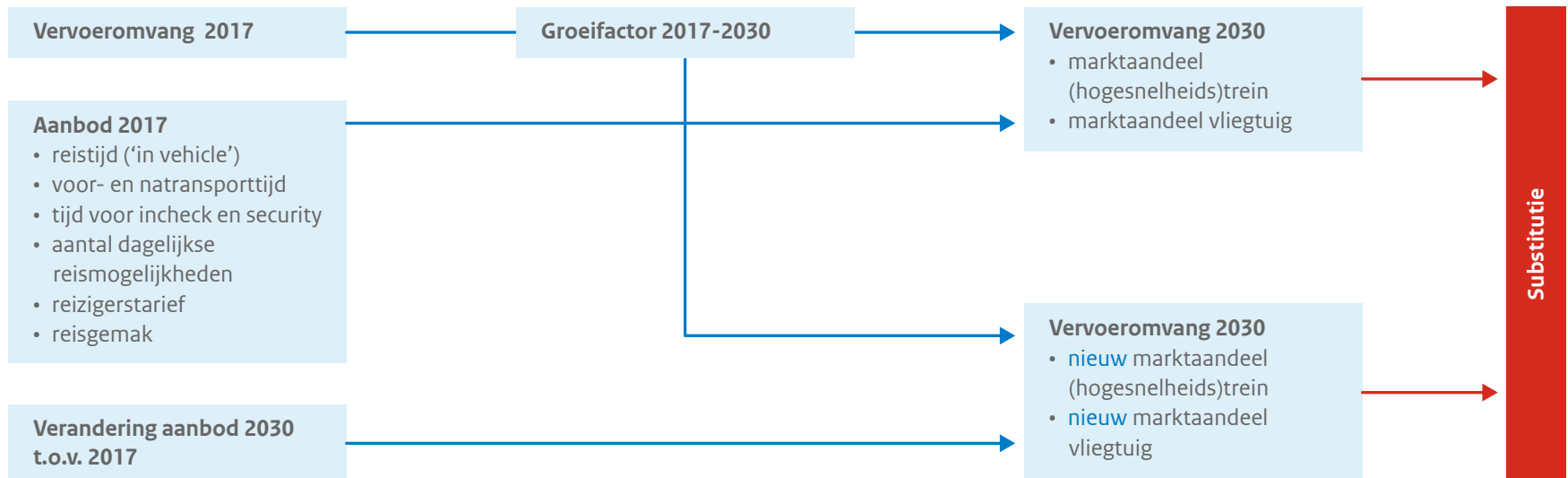
- Een reistijd tussen drie en vier uur resulteert in een marktaandeel tussen de 50% en 70%. De reistijd van 4 uur tussen Amsterdam en Parijs gold vóór ingebruikname van de HSL-Zuid.

- Bij langere reistijden neemt het marktaandeel trein sterk af.

bron: Nash (2013) en Cheng (2010)

- Met de data uit deze grafiek heeft het KiM een model geschat waarmee de effecten van toekomstige reistijdverbeteringen voor de trein op het marktaandeel en daarmee op de omvang van de substitutie van vliegtuig naar trein kunnen worden bepaald.

Opzet model voor substitutieberekeningen



- De volgende pagina's 34 tot en met 36 geven de resultaten van de berekeningen voor elk van de drie luchtvaartsegmenten: O/D-vervoer, transfervervoer op Schiphol en doortransfers op buitenlandse luchthavens.
- Gezien de vraagstelling bij dit onderzoek zijn uitsluitend enkele veranderingen in kwaliteitsfactoren ten gunste van de (hogesnelheids)trein doorgerekend. Het gehanteerde model laat uiteraard ook anderssoortige berekeningen toe.
- Bijlage A bevat de verantwoording over de opzet en toepassingsmogelijkheden van het gehanteerde model.

Omvang substitutie O/D-vervoer

	Vraagomvang vliegtuig in 2030, *1000	Reistijdvermindering trein in 2030 t.o.v. 2017, in minuten	Aantal reizen substitutie, *1000
Londen	5.116	60	963
Parijs	679	0	15
Bristol	384	60	6
Birmingham	567	95	24
Frankfurt	323	15	44
Berlijn	776	15	18
Hamburg	346	15	27
Basel	401	45	10
Brussel	32	0	0
Hannover	49	15	8
Düsseldorf	48	15	9
München	758	45	8
Kopenhagen	764	90	0

- Het gaat hier uitsluitend om de effecten van de reistijdverkortening voor de trein zoals wij die hebben ingeschat, zie pagina's 26 tot en met 28.
- De eerste kolom van bijgaande tabel laat de de passagiersaantallen in het O/D- vervoer in 2030 zien, na toepassing van de groeifactor 1,29 t.o.v. de omvang in 2017, zie pagina 19.
- De tweede kolom geeft per bestemming de door het KiM ingeschatte reistijdverkortening bij de trein.
- De derde kolom is de uitkomst van de modelberekening: het aantal gesubstitueerde reizen van vliegtuig naar trein als gevolg van de reistijdverkortening voor de trein (ceteris paribus).

- Londen is de grote uitschieter met een groot aantal te substitueren reizen. Dat komt door de combinatie van een groot uitgangsvolume en een aanzienlijke reistijdverkortening.
- Voor de meeste steden is de substitutie gering of geheel afwezig, ofwel omdat er geen verdere reistijdverbetering valt te verwachten (Parijs, Brussel), ófwel omdat de reistijd nog te lang blijft (Kopenhagen, Basel, Bristol, München) in verhouding tot een vliegreis ófwel omdat het om een relatief kleine vervoervraag gaat (Hannover, Düsseldorf).
- Hamburg, Frankfurt, Birmingham en Berlijn zijn bestemmingen waar nog enige substitutie is te verwachten.

Omvang substitutie Schipholtransfers

	Vraagomvang vliegtuig 2030, *1000	Substitutie met belemmeringen, *1000	Substitutie: belemmeringen vrijwel opgelost, *1000
Londen	672	64	122
Parijs	601	10	176
Bristol	163	2	3
Birmingham	343	8	16
Frankfurt	277	23	70
Berlijn	464	5	18
Hamburg	320	13	46
Basel	196	2	5
Brussel	321	0	128
Hannover	204	23	72
Düsseldorf	278	48	145
München	314	1	3
Kopenhagen	521	0	0

- De eerste kolom van bijgaande tabel geeft de omvang van de Schipholtransfers in 2030 na toepassing van een groeifactor 1,47 t.o.v. 2017, zie pagina 19.
- In de tweede kolom is de omvang van de transfer- substitutie berekend, uitgaande van dezelfde reistijdverkorting bij de trein als bij het O/D- vervoer, maar rekening houdend met het huidige extra ongemak voor reizigers op Schiphol: bagageafhandeling, langere loop- en wachttijden, geen doorgaande ticketing etcetera, zie pagina 25.
- Vanwege deze belemmeringen die van toepassing zijn bij een transfer van vliegtuig naar trein v.v. nemen wij een penalty op de treinreistijd aan van 45 minuten.
- In de derde kolom is aangenomen dat de meeste van deze belemmeringen op termijn zijn opgelost. Er resteert alleen een langere looptijd van slurf naar perron. Daar nemen wij een penalty van 15 minuten voor aan. Uiteraard geldt ook de randvoorwaarde dat alle internationale treinen te zijner tijd via Schiphol gaan rijden.

- Over het algemeen leidt het wegnemen van belemmeringen voor transfer-substitutie op Schiphol tot aanzienlijk hogere substitutie-aantallen.
- Parijs is hier de grote uitschieter, vooral vanwege het grote aantal transferreizigers op Schiphol.
- Verder weg gelegen bestemmingen als München, Kopenhagen en Basel hebben ondanks de grote marktvaart vrijwel geen substitutie.

Omvang substitutie doortransfers

	vraagomvang vliegtuig 2030, *1000	substitutie met belemmeringen, *1000	substitutie: belemmeringen vrijwel opgelost, *1000
Londen	535	nvt	nvt
Parijs	455	7	133
Bristol	0	nvt	nvt
Birmingham	29	nvt	nvt
Frankfurt	564	46	143
Berlijn	1	nvt	nvt
Hamburg	18	nvt	nvt
Basel	0	nvt	nvt
Brussel	29	nvt	nvt
Hannover	0	nvt	nvt
Düsseldorf	1	nvt	nvt
München	232	nvt	nvt
Kopenhagen	139	nvt	nvt

- Op pagina 29 bleek al dat alleen de luchthavens van Frankfurt en Parijs (CdG) in aanmerking komen voor substitutie van doortransfers.
- In de eerste kolom van bijgaande tabel is de omvang van de doortransfers in 2030 bepaald, na toepassing van de groeifactor 1,47 t.o.v. 2017, zie pagina 19.
- De verdere werkwijze is gelijk aan die bij de Schipholtransfers. Voor het extra ongemak voor reizigers bij een overgang op de luchthavens van Frankfurt of Parijs van vliegtuig naar trein v.v. nemen wij een penalty op de treinreistijd aan van 45 minuten. De tweede kolom geeft het resultaat.
- In de derde kolom is dit ongemak op termijn grotendeels weggenomen. Er resteert alleen een langere looptijd van slurf naar perron v.v. Daar nemen wij een penalty van 15 minuten voor aan. Uiteraard dienen treinen van en naar Nederland te zijner tijd wél de beide luchthavens aan te doen.

- Het wegnemen van de belemmeringen voor transferssubstitutie doet de substitutie-aantallen toenemen, vooral die op de luchthaven van Parijs.
- Wanneer belemmeringen voor transferssubstitutie zijn weggenomen, zijn de substitutie-aantallen op de luchthavens van Frankfurt en Parijs vele malen groter dan de die bij het O/D-vervoer naar die steden.
- Bij alle andere luchthavens is substitutie van doortransfers niet aan de orde, ofwel doordat de luchthaven geen aansluiting op het lange-afstandsspoor heeft, ofwel de oorspronkelijke vraagomvang verwaarloosbaar is, ofwel omdat de reistijd – ook na eventuele verkorting daarvan – te lang blijft, zie ook pagina 29.

Effect van meer dagelijkse reismogelijkheden

	Aantal reizen substitutie, *1000	dagelijkse reismogelijkheden 2017-2030	additioneel effect op substitutie, *1000
Londen	1.085	van 7 naar 12	410
Parijs	325	van 14 naar 15	23
Bristol	10	van 7 naar 12	4
Birmingham	39	van 7 naar 12	15
Frankfurt	257	van 7 naar 8	38
Berlijn	37		
Hamburg	73		
Basel	15		
Brussel	127		
Hannover	80		
Düsseldorf	153		
München	11		
Kopenhagen	0		

- Bij voldoende marktvraag is een groter aanbod aan dagelijkse reismogelijkheden door treinvervoerders wellicht interessant.
- De eerste kolom in de tabel geeft het totale aantal gesubstitueerde reizen weer (O/D + transfer zonder belemmeringen), gebaseerd op de aangenomen reistijdverkortings van de trein, zie de 3 voorgaande pagina's.
- Op grond van onze inschatting van de gemiddelde bezetting van een Thalystrein naar Parijs* zouden voor de bestemmingen Londen (en daarmee ook voor Bristol en Birmingham), Parijs en Frankfurt extra dagelijkse ritten lucratief kunnen zijn. Zie onze aanname per bestemming in de tweede kolom.
- De derde kolom geeft het additionele substitutie-effect door een toename van het aantal dagelijkse reismogelijkheden per trein uit de tweede kolom.
- Uiteraard zal ook bij de andere bestemmingen vergroting van de reismogelijkheden tot meer reizigers leiden. Echter, gezien de relatief geringe aantallen reizen lijkt dit commercieel gezien geen haalbare optie.

- Vooral het aantal reizigers op de verbinding naar Londen zou door de verhoging van het aantal dagelijkse reismogelijkheden nog behoorlijk verder kunnen toenemen.
- Ingeval van Frankfurt is de toename bescheiden, maar de uitbreiding van het aantal reismogelijkheden is dan ook beperkt.

* In 2017 ongeveer 2,9 miljoen reizen per Thalys over HSL-Zuid bij frequentie van 14/dag = ruim 200.000 per jaar per rit (bron: bewerking KiM van Goudappel Coffeng, 2015 en OV-Pro, 2018).

Effect van lagere treintarieven

	aantal reizen substitutie, *1000	additioneel effect op substitutie, *1000
Londen	1.495	435
Parijs	348	249
Bristol	14	10
Birmingham	54	32
Frankfurt	294	128
Berlijn	37	35
Hamburg	73	46
Basel	15	11
Brussel	127	28
Hannover	80	22
Düsseldorf	153	23
München	11	9
Kopenhagen	0	0

- De prijs van een reis is een belangrijke invloedsfactor voor het keuzegedrag van reizigers. We zagen al eerder dat gemiddeld genomen de trein duurder is dan het vliegtuig op de beschouwde reisrelaties.
- Volgens de European Rail Infra Managers (EIM), de Europese organisatie van infrabeheerders, kan het internationale spoor door verbetering van de efficiency gemakkelijker en goedkoper worden voor reizigers (*bron: OV-Pro, 2017 en AD.nl, 2017*).
- De eerste kolom in de tabel geeft het totale aantal gesubstitueerde reizen weer (O/D + transfer zonder belemmeringen) door de reistijdverkorting van de trein én de vergroting van het aantal dagelijkse reismogelijkheden, zie voorgaande pagina.
- De tweede kolom geeft het additionele effect op substitutie van een gemiddeld 20% goedkoper internationaal treinticket.
- In deze berekeningen zijn de tarieven van vliegtickets onveranderd verondersteld.

- De lagere treintarieven hebben gemiddeld over alle bestemmingen een groter effect op de substitutie-aantallen dan de kortere treinreistijden. Londen is hier de enige uitzondering op, zie pagina 34.
- Uiteraard kan met de toegepaste methodiek ook het effect van duurdere vliegtickets worden doorgerekend. De substitutie-aantallen zullen in dat geval verder toenemen.

Samenvatting substitutie-effecten

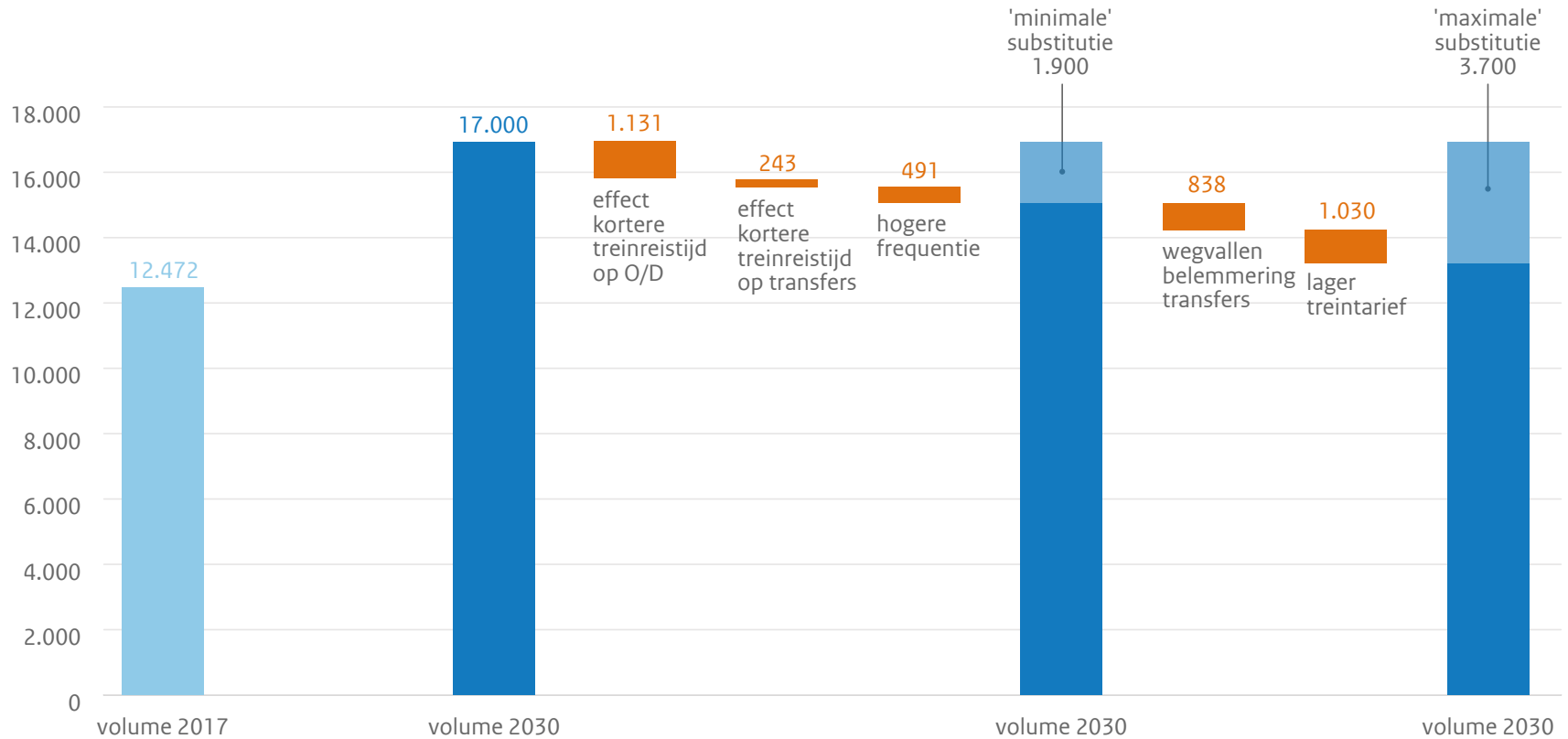
	vraagomvang in 2030, *1000	minimale substitutie, *1000	maximale substitutie, *1000
Londen	6.323	1.437	1.930
Parijs	1.735	55	598
Bristol	546	12	24
Birmingham	939	47	87
Frankfurt	1.164	150	423
Berlijn	1.240	23	72
Hamburg	684	40	119
Basel	597	12	26
Brussel	383	0	156
Hannover	253	30	102
Düsseldorf	328	57	177
München	1.304	10	21
Kopenhagen	1.424	0	0
Totaal	17.000	1.900	3.700

- Bijgaande tabel geeft een samenvatting van de resultaten van de substitutie-berekeningen op de voorgaande pagina's. We hanteren hiertoe een bandbreedte.
- De eerste kolom laat de totale vervoervraag zien in 2030 voor alle drie de luchtvaartsegmenten (O/D + Schipholtransfers + doortransfers) samen.
- De tweede kolom geeft de 'minimale' substitutie als gevolg van reistijdverbeteringen voor de trein (waarbij het ongemak voor transferreizigers blijft bestaan), frequentieverhogingen op een beperkt aantal treinverbindingen en een gelijkblijvend treintarief.
- De derde kolom geeft de 'maximale' substitutie met t.o.v. de minimale variant vrijwel geen ongemak meer voor de transferreiziger en een lager treintarief.
- De totalen in de tabel zijn afgerond om de schijn van absolute precisie te vermijden.

- In het minimale scenario springt Londen er scherp uit wat potentiële substitutie betreft. In verhouding daarmee zijn de aantallen bij de andere bestemmingen bescheiden.
- In het maximale scenario nemen de substitutie-aantallen voor Parijs en Frankfurt aanzienlijk toe. In relatieve zin is dat ook het geval bij Brussel, Hamburg, Hannover en Düsseldorf. Het wegvallen van belemmeringen voor transfer-substitutie is hier een van de verklaringen voor.
- De uitkomsten zijn sterk afhankelijk van de aannamen die wij hebben gedaan omtrent omvang van invloedsfactoren en de ontwikkeling daarvan. Bij andere aannamen gelden uiteraard andere uitkomsten.

Verklaring uitkomsten substitutieberekeningen

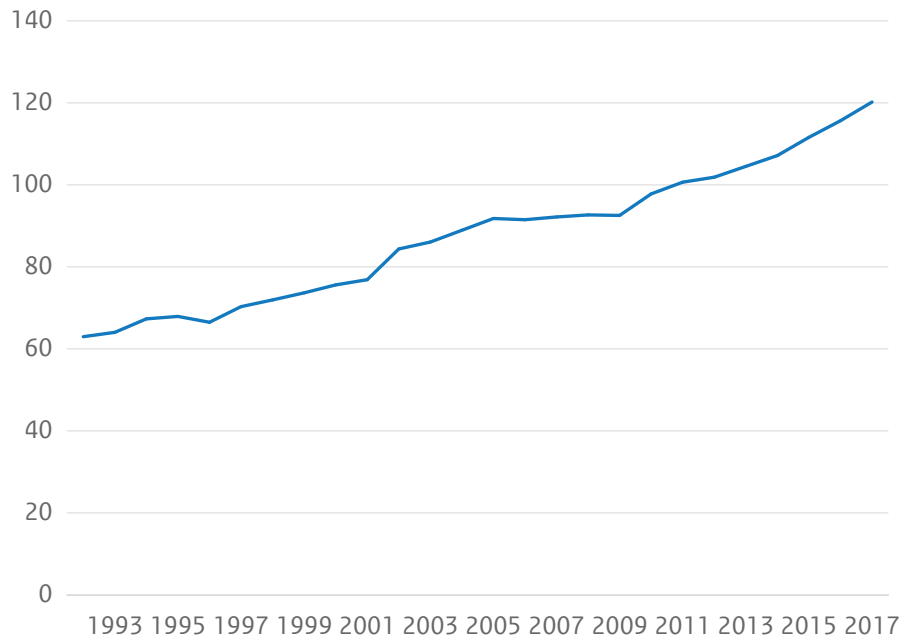
aantallen reizigers * 1000



- Onder 'volume' verstaan wij het totale aantal vliegpassagiers van en naar de 13 beschouwde bestemmingen in 2017 respectievelijk 2030: O/D + Schipholtransfers + doortransfers.
- De aangenomen reistijdverkortingen bij de trein laten het grootste effect op de aantallen vliegpassagiers zien, gevolgd door het lagere treintarief.
- Transfersubstitutie neemt aanzienlijk toe, wanneer de geldende belemmeringen worden opgeheven.

Van aantallen passagiers naar aantallen vluchten

Ontwikkeling van het gemiddelde aantal passagiers per vlucht binnen Europa



Bron: Schipholstatistieken

- In 2017 bedroeg het gemiddeld aantal passagiers per vlucht voor de 13 onderzochte bestemmingen 116.
- Bijgaande grafiek laat het verloop van de gemiddelde bezetting van vluchten binnen Europa zien. Dit komt neer op een groei van ruim 2,6% per jaar. Wanneer deze trend zich zou voortzetten, zou dat in 2030 voor de 13 onderzochte relaties een gemiddelde bezetting van ruim 160 passagiers per vliegtuig betekenen.
- De concurrentie met de (hogesnelheids)trein kan betekenen dat de vliegtuiggrootte minder snel gaat toenemen dan de trend hierboven aangeeft (*Dobruzskes, 2011*).
- EasyJet verwacht voor de kortere afstanden de inzet van vliegtuigen met 30 procent meer stoelen dan nu het geval is (*NRC Next, 2018*).
- Dit groeicijfer toegepast op de huidige bezetting van de vluchten naar de 13 onderzochte bestemmingen zou leiden tot een toekomstige bezetting van gemiddeld 150 passagiers, iets lager dan de trend aangaf.

- Op grond van bovenstaande overwegingen gaat het KiM voor de omrekening van gesubstitueerde aantallen reizigers naar gesubstitueerde vluchten uit van een gemiddelde bezetting per vlucht van 150 in het jaar 2030.

Resultaten vermindering vluchten Schiphol

- Uitgaande van de aannamen die wij hebben gedaan, ligt de omvang van de substitutie van vliegtuig naar trein voor de 13 onderzochte bestemmingen in 2030 tussen de 1,9 en 3,7 miljoen reizen.
- Uitgaande van een gemiddelde bezetting van 150 passagiers per vlucht ligt de substitutie van vluchten op Schiphol tussen de 12.000 en 25.000 vluchten per jaar.
- Het 'plafond' voor het totaal aantal jaarlijkse vluchten op Schiphol ligt tot 2020 op 500.000 per jaar. Het is vooralsnog onduidelijk hoe zich dat in de jaren daarna gaat ontwikkelen.
- Ten opzichte van dit plafond komt het aantal te substitueren vluchten neer op 2,5 tot 5,0 procent van de vluchten op Schiphol.
- Bij bovenstaande berekening is geen rekening gehouden met mogelijke aanpassingen van routes, frequenties, toesteltype of serviceniveau door de betrokken luchtvaartmaatschappijen.

Substitutie regionale luchthavens

Rotterdam The Hague Airport

- Op pagina 30 zagen we dat in het regionale vliegverkeer vooral de verbinding Rotterdam The Hague Airport – Londen City met de trein naar Londen zal concurreren, temeer daar de meeste Nederlandse reizigers die deze luchthaven gebruiken afkomstig zijn uit de directe regio (Zijlstra & Huibregtse, 2018).
- Analoog aan de werkwijze bij de 13 bestemmingen vanaf Schiphol hebben wij het substitutie-effect in 2030 berekend, onder de volgende aannamen:
 - Het vliegvolume neemt toe met dezelfde groeifactor als die van het O/D-vervoer vanaf Schiphol van 333.000 reizen in 2017 tot 431.000 reizen in 2030.
 - De tijd voor incheck en security op de luchthaven is een half uur korter dan op Schiphol.
 - In het ‘minimale’ substitutie-scenario neemt de HST-reistijd af van 4 uur in 2017 tot 3 uur in 2030 (zie pagina 34) en het aantal dagelijkse reismogelijkheden toe van 7 naar 12 (zie pagina 37). De kortere reistijd is sinds april 2018 deels al realiteit.
 - In het ‘maximale’ scenario neemt additioneel het treintarief af met 20 procent.
- Onder deze aannamen is de substitutie in 2030 minimaal 124.000 en maximaal 159.000 reizen. Onder de aanname van 150 passagiers per vlucht betekent dit ongeveer 830 tot 1060 vluchten per jaar.

Eindhoven Airport

- Nederlandse vliegpassagiers vanaf Eindhoven Airport blijken eveneens voor een groot deel afkomstig uit de directe regio (Zijlstra & Huibregtse, 2018).
- De twee relevante bestemmingen Kopenhagen en Londen Stansted (zie pagina 30) komen niet voor substitutie naar het spoor in aanmerking. De treinreistijd naar Kopenhagen is te lang en de regio rond Eindhoven valt grotendeels buiten de invloedssfeer van HST-verbinding naar Londen.

Gevolgen voor de capaciteit op het spoor

- We zagen eerder dat substitutie van vliegtuig naar trein voor de meeste bestemmingen beperkt lijkt en dus geen extra beslag op de beschikbare capaciteit van de bestaande treinverbindingen legt.
- Alleen richting UK, Parijs en Frankfurt is op grond van de verwachte substitutie-aantallen uitbreiding van de treinfrequenties nodig:
 - Londen (inclusief Bristol en Birmingham) met 5 treinen per dag per richting
 - Parijs met 1 trein per dag per richting
 - Frankfurt met 1 trein per dag per richting
- Het KiM heeft onvoldoende expertise om goed te kunnen beoordelen of een dergelijke uitbreiding van het aantal treinen past op het netwerk. Daarvoor heeft ProRail bij uitstek de deskundigheid. Wij beperken ons tot de volgende overwegingen:
 - Thalys naar Parijs kent op dit moment nog geen volledig uurpatroon. Op sommige momenten van de dag zit er een interval van twee uren tussen twee vertrekmomenten. Een trein extra per dag lijkt dus zonder grote problemen te ‘passen’.
 - Niet duidelijk is of de 5 dagelijkse extra treinen naar en van Londen inpasbaar zijn. Dat geldt in het bijzonder voor het gedeelte tussen Rotterdam en Breda van de HSL-Zuid waar meerdere treindiensten met onderling verschillende rijsnelheden gebruik van maken.
 - Voor een dagelijkse extra ICE-trein naar Frankfurt lijkt voldoende spoorcapaciteit beschikbaar: ook hier is nog geen sprake van een regelmatig uurpatroon en op termijn geeft de aanleg van het derde spoor tussen Emmerich en Oberhausen meer ruimte

Summary (1)

1. The objective of this study is to monitor the opportunities for substituting rail travel for a share of the air traffic at Amsterdam Airport Schiphol and other Dutch airports.
2. This research focuses on potential improvements to the railways, and therefore does not explore any possible measures within the aviation sector aimed at achieving or stimulating substitution.
3. There is presently little opportunity for substituting train travel for air travel at distances greater than 800 kilometres (as measured over land). Within this 800-kilometer area of influence, we selected the 13 most important destinations offering direct flights to and from Amsterdam Airport Schiphol.
4. Of the selected destinations within the railways' area of influence, the six London airports combined accounted for by far the most passengers to and from Amsterdam Airport Schiphol in 2017: four to six times more passengers than the other key destinations, such as Paris, Copenhagen, Munich, Berlin and Frankfurt.
5. Flying is of course much faster than train travel. However, when considering all the various time components of a trip, including access and egress transport and waiting time at airports, the difference in travel times becomes much smaller. In fact, the total door-to-door travel times to Paris, Frankfurt, Brussels and Düsseldorf are routinely shorter by train than by airplane.
6. In most cases it is cheaper to fly to the researched destinations than to travel by train. However, airline ticket prices vary widely, depending on the time of day and when tickets are booked.
7. Transfer passengers accounted for approximately 37% of all air passengers travelling to and from the researched destinations. These transfer passengers for example transferred from intercontinental flights at Amsterdam Airport Schiphol (26%) or elsewhere (11%) to other flights within Europe. Various inconveniences currently prevent transfer passengers from substituting part of their flights with train trips, including inadequate international train connections at airports, no baggage handling services between aircraft and trains, and airlines and railways operating separate ticket booking systems.

Summary (2)

8. According to international experience of high-speed train lines, trains virtually dominate the market for trips of 2 hours or less, which, for example, is the case between Paris and Brussels. However, trains' claim only a tiny market share of trips longer than 5-6 hours; air travel dominates that market segment.
9. Based on this experiential knowledge, we estimated the substitution of (high-speed) trains for air travel within the researched area of influence, assuming that (future) train passengers receive a higher quality of service. Our primary focus was on trip time reduction, but we also examined other quality factors, including increased daily departure options, less inconvenience when transferring and lower train fares.
10. Based on the available options for improving the railways, we estimated that future train trip times to the most comprehensively researched destinations could be reduced by a maximum of 15 to 45 minutes. London is the exception: the Eurostar has rendered London 1 hour closer to the Netherlands.
11. We calculated that by the year 2030 trains could replace approximately 1.9 million air trips. This calculation is based on the assumption that train travel times are reduced and the number of daily travel options increased for the relevant network connections. In this 'minimum' scenario, London accounts for more than three-quarters of the calculated substitution.
12. If, in addition to the above-stated assumptions in point 11, the substitution of transfer traffic is no longer inconvenient for passengers, and trains have also become 20% cheaper, substituting train travel for air travel will increase by approximately 3.7 million trips per year. In this 'maximum' scenario, Frankfurt and Paris will experience particularly sharp increases, as will Brussels, Hamburg, Hannover and Düsseldorf in relative terms (relative to their original passenger numbers). However, for this to transpire, railway and airport managers and all the carriers involved must make considerable efforts.
13. When based on an average aircraft occupancy rate of 150 passengers, the range of substitution amounts to a reduction of between 12,000 and 25,000 flights per year to and from Amsterdam Airport Schiphol. When compared to the current growth ceiling of 500,000 flights, this would mean a reduction of between 2.5 and 5.0 percent.
14. The above findings are of course partly dependent on our assumptions about the extent of influence factors, their development over time, and the impact on the behaviour of travellers and transport companies.

Literatuur

- APPM en Goudappel Coffeng (2015). Van toplocatie naar internationale bestemming per spoor / OV Verdiepend onderzoek spoor in kader van Mirt-Onderzoek internationale connectiviteit Zuidelijke Randstad.
- Barron de Angoti, I. (2007). High Speed Rail: The Big Picture. International Railway Association (UIC).
- Bundesverkehrswegeplan 2030, Entwurf 2016. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- Cheng, Y.H. (2010). High-Speed Rail in Taiwan: New experience and issues for future development, Transport Policy 17(2) (2010) 51–63.
- CPB (2018). Centraal Economisch Plan (CEP) 2018. Den Haag: Centraal Planbureau.
- Diio Mi (2018). Market Intelligence for the Aviation Industry.
- Dobruszkes, F. (2011). High-speed rail and air transport competition in Western Europe: A supply-oriented perspective
- IATA Consulting/Significance (2016). High-Speed Rail development in Europe and Japan and its implications for airline information technology – Final report.
- KIM (2008). Substitutiemogelijkheden luchtverkeer – hogesnelheidstrein. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- KIM (2013). De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- KIM (2017). Mobiliteitsbeeld 2017. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- Kouwenhoven M. (2009). The role of accessibility in passengers' choice of airports, in OECD/ITF (2009) Competitive Interaction between Airports, Airlines and High-Speed Rail, ITF Round table report, No 145, OECD Publishing, Paris.
- Mak en van Lieshout (2016). Border crossing train ticketing, a field study to analyze the journey of the international train traveler. TU Delft.
- Ministerie van IenM, ProRail, regionale overheden en vervoerders betrokken bij het Programma Toekomstbeeld OV (2016): Noordwest-Europese Metropolen 'Niveau 1' verbinden richting 2040.
- Nash, C. (2013). When to Invest in High Speed Rail. OECD, International Transport Forum.
- NRC Next (2018). Lage kosten zijn onze obsessie, ja! Interview met topman easyJet.
- Significance (2016). Toekomstbeeld OV: Marktanalyse netwerkniveau 1 & 2.
- Steer Davies Gleave (2006). Air and rail competition and complementarity, Final report. Prepared for European Commission DG TREN. London.
- UIC (2018). High Speed Rail, fast track to sustainable mobility. Parijs: International Union of Railways.
- Wenyi Xia and Anming Zhang (2017). Air and high-speed rail transport integration on profits and welfare: Effects of air-rail connecting time. Journal of Air Transport Management 65 (2017) page 181-190.
- Zijlstra, T. en Huibregtse, O. (2018). De vliegende Hollander. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Bijlage A Modelontwikkeling

Toelichting bij de ontwikkeling en toepassing van het model ter berekening van de omvang van substitutie

Vertrekpunt: model zoals gebruikt in KiM- onderzoek 2008

- We beschouwen alleen de vervoerswijzen vliegtuig en HST in het *modal split* model
- In eerder onderzoek (onder andere SDG 2006) is vastgesteld dat de reistijd HST verreweg de belangrijkste verklarende variabele is ($R^2 > 0.80$)
- In KiM 2008 is een logistisch marktaandeelmodel geschat op waargenomen aandeel HST gegevens ontleend aan SDG 2006:

$$\text{Marktaandeel HST} = 1 / (0.031 * 1.016^{\text{Reistijd HST}} + 1)$$

Dit model kun je ook schrijven als een klassiek binomiaal logit model:

$$\text{Marktaandeel HST} = 1 / (1 + e^{0.0159 * \text{Reistijd HST} - 3.47})$$

De basisformule voor een klassiek binomiaal logit model is hier:

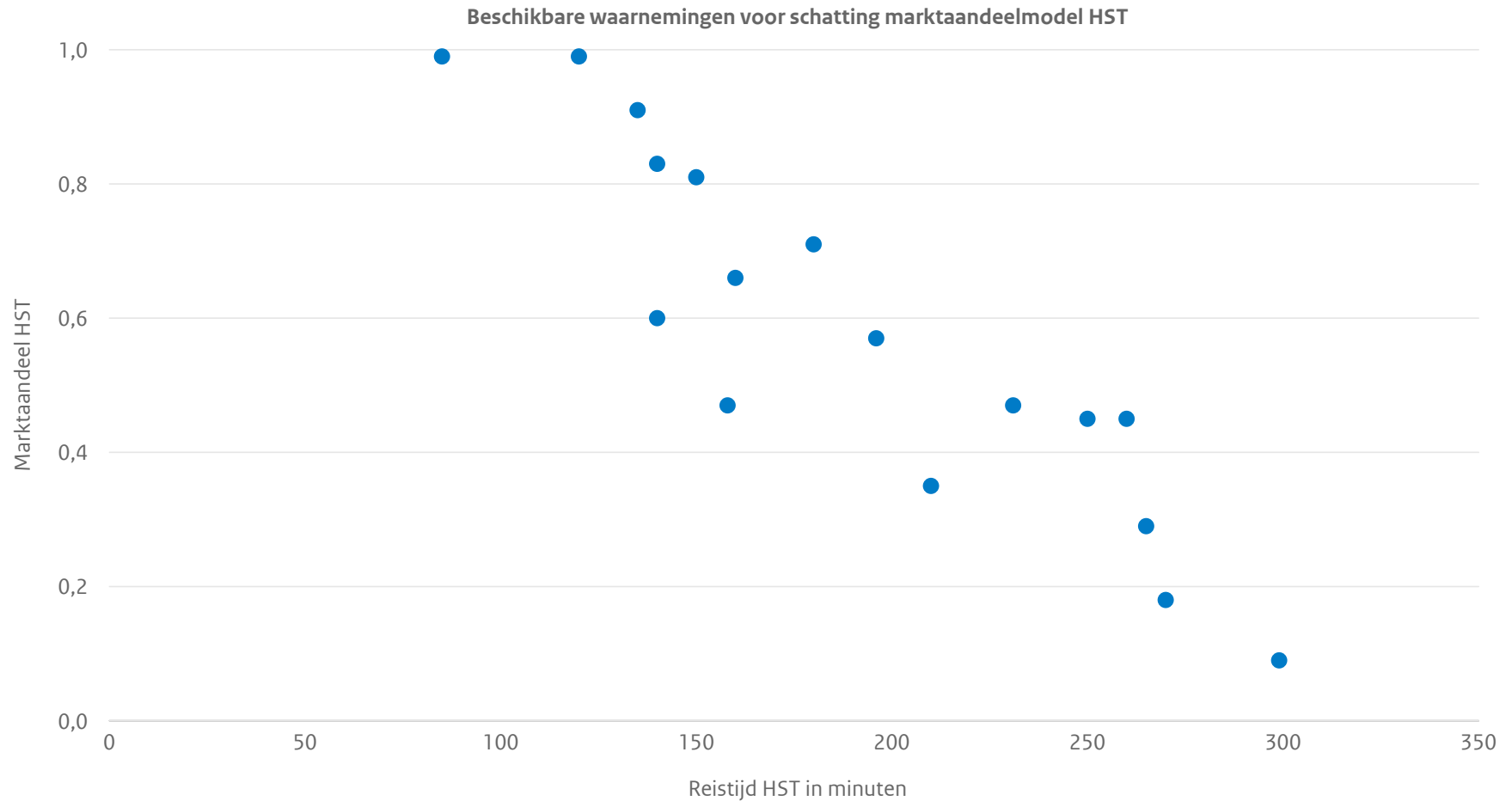
$$\text{Marktaandeel HST} = 1 / (1 + e^{\{U[\text{vliegtuig}] - U[\text{HST}]\}})$$

Dus geldt impliciet:

$$0.0159 * \text{Reistijd HST} - 3.47 = \{U[\text{vliegtuig}] - U[\text{HST}]\}$$

Sinds 2008 zijn meer data beschikbaar

Ontleend aan Nash (2013) en Cheng (2010)



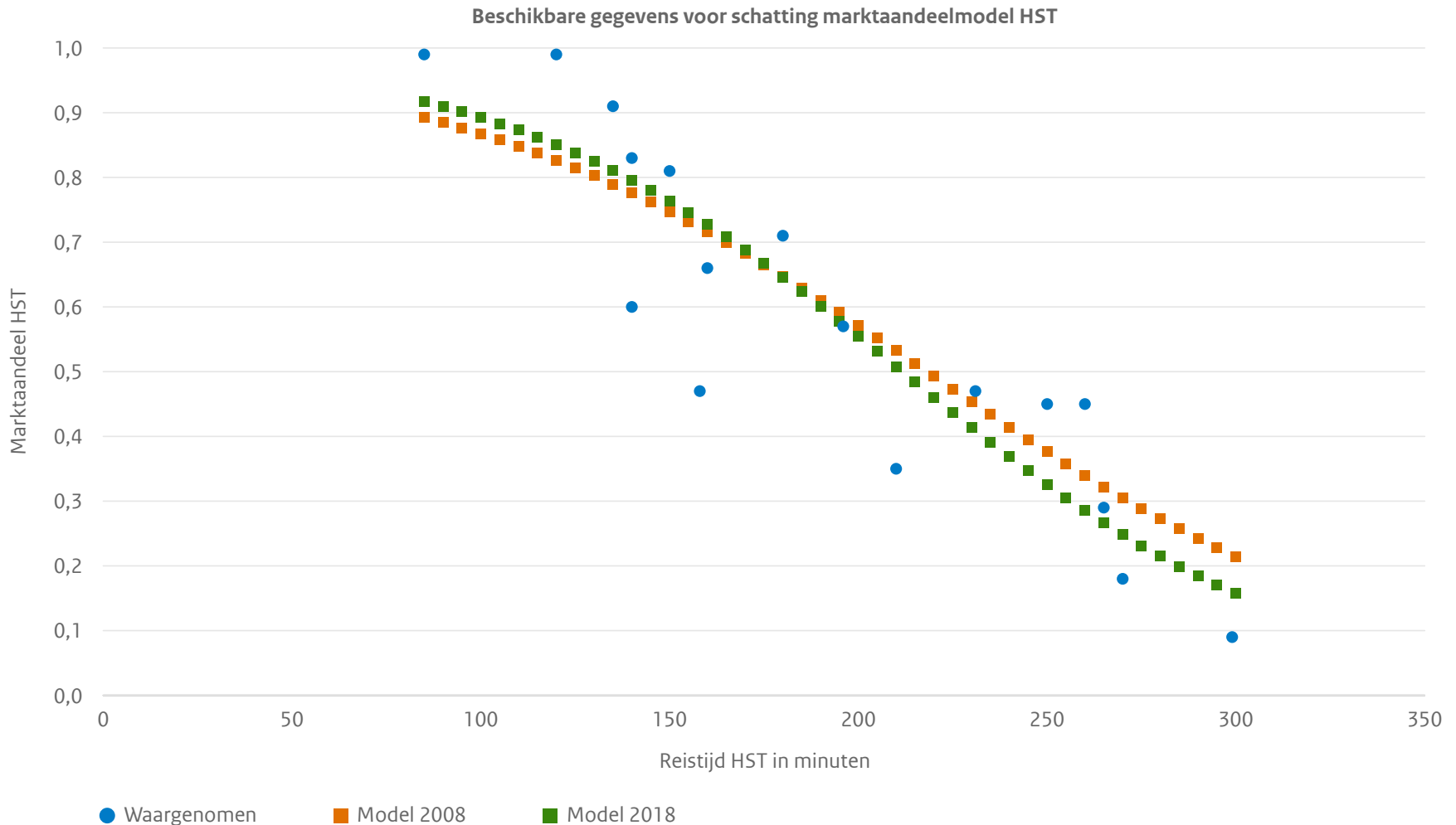
Daarom nieuwe coëfficiënten geschat

- Uitgaande van dezelfde specificatie als KiM model 2008 (in logit specificatie)
- Marktaandeel HST = $1 / (1 + e^{\alpha * \text{HST reistijd} + \beta})$

	KiM 2008	Nieuwe coëfficiënten
α (HST reistijd)	0.0159	0.01897
β (Constante)	- 3.47	- 4.015
R2	0.81	0.83
Rho2(c)	-	0.186

- Uit de nieuwe coëfficiënten blijkt een iets hogere gevoeligheid voor de reistijd HST
- Maar in principe zijn de resulterende marktaandelen erg vergelijkbaar.

Beschikbare gegevens voor schatting marktaandeelmodel HST



Uitbreiding van het model (1)

- Om ook de effecten van andere variabelen zichtbaar te kunnen maken is het model uitgebreid door die andere variabelen, uitgedrukt in Gegeneraliseerde Reistijd (GR), aan de reistijd HST toe te voegen (dit is ook gedaan in SDG 2006)
- Daarbij onderscheiden wij de volgende variabelen (vergelijkbaar met de aanpak bij bijvoorbeeld AEOLUS, zie Kouwenhoven, 2009):
 - Reistijd in HST of vliegtuig (in minuten)
 - Voor- en natransporttijd HST of vliegtuig (in minuten)
 - Incheck- en security tijd HST of vliegtuig (in minuten)
 - Belemmeringen HST bij transfer (in minuten)
 - Frequentie HST of vliegtuig: verborgen wachttijd in verband met de specifieke vertrektijden van HST of vliegtuig (in minuten)
 - Tarief van HST of vliegtuig ticket, m.b.v. VOT omgerekend in minuten.
- Andere variabelen zoals betrouwbaarheid laten we in dit onderzoek achterwege vanwege gebrek aan goed onderbouwde research. Betrouwbaarheid is bij zowel vliegtuig als internationale trein een issue. We veronderstellen echter dat dit geen onderscheidend effect heeft op de marktaandelen van beide modaliteiten.

De Gegeneraliseerde Reistijden kunnen dan als volgt worden bepaald:

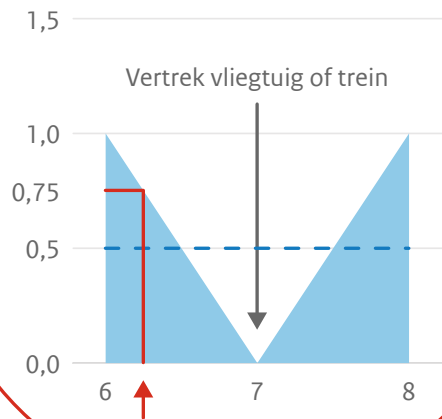
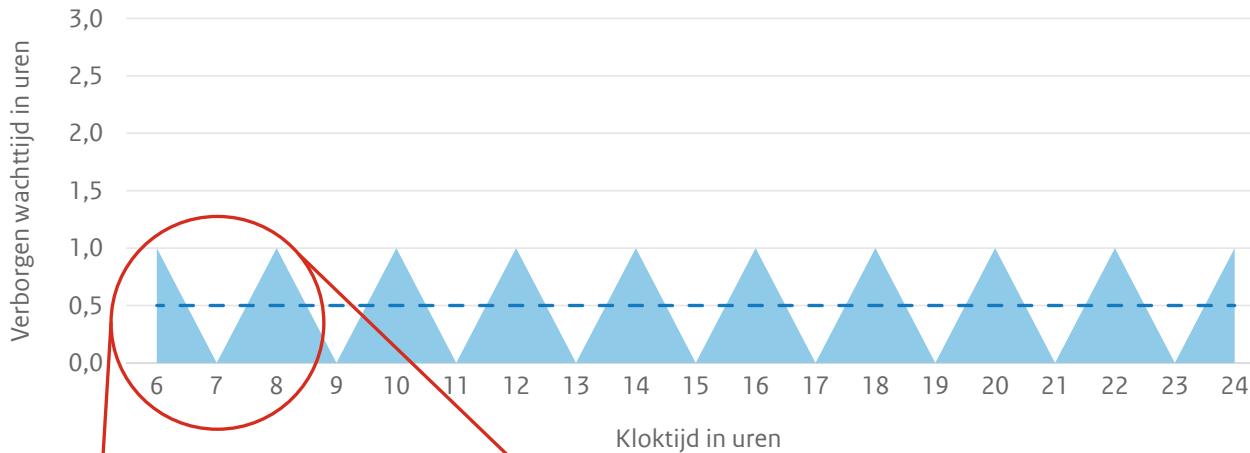
- $GR[HST] = \text{Reistijd HST} + \text{Voor- en natransporttijd HST} + \text{Inchecktijd HST} + \text{belemmering HST bij transfer} + \text{Intervaltijd HST}/4 + \text{Tarief HST /VOT}$
- $GR[vliegtuig] = \text{Reistijd Air} + \text{Voor- en natransporttijd Air} + \text{Inchecktijd Air} + \text{Intervaltijd Air}/4 + \text{Tarief Air /VOT}$

Uitbreiding van het model (2)

Toelichting op de berekening van de gegeneraliseerde reistijd uit het aantal reismogelijkheden per dag

- Per etmaal is er gedurende 18 uur de mogelijkheid om te reizen (6-24 uur)
- Als gevolg van het beperkte aantal vertrekmogelijkheden gedurende de dag is er verborgen wachttijd (*schedule delay early*, *schedule delay late*, volgens het Vickrey/Small *scheduling* model)
- De gemiddelde Intervaltijd in minuten is $18 \cdot 60 / \text{aantal reismogelijkheden per dag}$
- De vertrekmogelijkheden en de door de reizigers gewenste vertrektijden veronderstellen we uniform verdeeld
- De gemiddelde verborgen wachttijd is dan gelijk aan de Intervaltijd/4
- Dus: GR reismogelijkheden = $18 \cdot 60 / \text{Freq} / 4 = 270 / \text{Freq}$

Uitbreiding van het model (3)



- Uitgaande van een frequentie van 9 vertrekmogelijkheden per dag vertrekken vliegtuigen of treinen om 7 uur, 9 uur, etc.
- Een reiziger die om 6.15 zou willen reizen heeft 0.75 uur (45 minuten) verborgen wachttijd
- De gemiddeld verwachte verborgen wachttijd is 0.5 uur (30 minuten).

Uitbreiding van het model (4)

Toelichting op de berekening van de VoT (Value of Time)

- Uitgangspunt is de gemiddelde VoT voor vliegpassagiers van 51,75 euro in 2010 (KiM 2013)
- Deze is opgehoogd naar 2017 en gecorrigeerd voor inflatie 2017 conform het CEP (CPB 2018). Resultaat is een waarde van 57,64 euro
- Verdere ophoging naar 2030 (in prijzen van 2017) tot 62,23 euro conform RWS/SEE

Het model na uitbreiding met overige factoren

- Marktaandeel HST = $e^{U[\text{HST}]} / (e^{U[\text{HST}]} + e^{U[\text{vliegtuig}]})$, waarbij:

$$U[\text{HST}] = - 0.01897 * \text{Gegeneraliseerde Reistijd HST} + \text{Constante C}$$

$$U[\text{vliegtuig}] = - 0.01897 * \text{Gegeneraliseerde Reistijd vliegtuig}$$

- Hierbij blijft het effect van reistijdverandering HST precies zoals geschat met het nieuwe model 2018 (waargenomen schaalcoëfficiënt van het logit model).
- Maar de constante C na uitbreiding met de andere factoren in de Gegeneraliseerde Reistijd moet nog door middel van ijking worden bepaald.

Ijking van de constante op gegevens Amsterdam-Parijs

- Deze ijking is uitgevoerd om te zorgen dat na de vervanging van de reistijd HST door de uitgebreide Gegeneraliseerde Reistijden van HST en vliegtuig het model nog steeds de werkelijkheid goed weergeeft
- Daarvoor zijn de gegevens van de relatie Amsterdam-Parijs (o.a. Thalys) gebruikt (meest betrouwbare beschikbare gegevens)
- Invoer van de modelberekening: huidige gegevens marktaanbod van vliegtuig en HST voor de relatie A'dam-Parijs
- Uitvoer van de modelberekening: geschat marktaandeel HST 2017 is 58,4%
- Waargenomen marktaandeel HST 2017 is 61,0%
- Conclusies:
 - Het modelresultaat zonder constante is al bij benadering correct
 - Om een marktaandeel HST van exact 61,0% te berekenen is een correctie van -5,5 minuten HST-tijd (constante) aan het model toegevoegd.

Test van de robuustheid van de gewichten voor- en natransport in de gegeneraliseerde reistijd

- Om na te gaan in hoeverre de substitutie-uitkomsten gevoelig zijn voor een andere aanname van de gewichten in de gegeneraliseerde reistijd, is een simulatie uitgevoerd met een gewicht van 2.0 voor de voor- en natransporttijd in plaats van 1.0.
- Het model berekent dan in eerste instantie aanzienlijk hogere markt-aandelen HST. Dat omdat het voor- en natransport voor HST op alle relaties 60 minuten korter is; de berekende substitutie wordt dan ook in eerste instantie hoger.
- Maar het model moet vervolgens nog opnieuw geijkt worden op de gegevens van de relatie Amsterdam-Parijs. Uit de ijking blijkt dat 54.5 minuut reistijd HST toegevoegd moet worden om het waargenomen marktaandeel van 61.0% weer te geven.
- Dat is precies 60 minuten meer dan de standaard correctie van -5.5 minuut reistijd HST die normaal nodig is.
- Na correctie is de berekende substitutie weer gelijk. Daaruit blijkt dat de gevolgde procedure robuust is.

Gevoeligheidsanalyse penalty transfervervoer

- Substitutie van transfervervoer (op Schiphol danwel buitenlandse luchthavens die op het spoor zijn aangesloten) wordt doorgaans niet alleen belemmerd door de fysieke afstand van de gate naar het treinstation, maar ook door ongemak als het ontbreken van bagage-afhandeling en andere factoren, zie pagina 25.
- In het model zijn deze belemmeringen verdiskonteerd door een opslag van 45 minuten op de treinreistijd. Voor het geval dat deze belemmeringen worden geëlimineerd (waardoor de substitutie toeneemt) hebben wij in de berekeningen een opslag van 15 minuten aangehouden: er resteert immers altijd een zekere looptijd naar het treinstation.
- Wanneer de opslag op de reistijd minder afneemt, van 45 naar 30 minuten, neemt de substitutie ongeveer half zoveel toe ten opzichte van de oorspronkelijke waarden.

Colofon

Dit is een uitgave van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Juni 2018

ISBN 978-90-8902-186-1
KiM-18-A09

Auteurs

Fons Savelberg, Maarten de Lange

Met medewerking van

Eric Kroes

Vormgeving en opmaak

VormVijf, Den Haag

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

Postbus 20901

2500 EX Den Haag

Telefoon: 070 456 19 65

Website: www.kimnet.nl

E-mail: info@kimnet.nl

Publicaties van het KiM zijn als PDF te downloaden van onze website.
U kunt natuurlijk ook altijd contact opnemen met één van onze medewerkers.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen onder vermelding van het KiM als bron.