

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU  
BILTHOVEN

Rapport nr. 408137 001

**Luchtvaart en milieu: indicatieve effecten  
van heffingen en substitutie naar rail**

Rapportage voor de Commissie Vergroening Belastingen  
G.P. van Wee, R.M.M. van den Brink, K.T. Geurs

oktober 1997

Dit rapport werd uitgevoerd in opdracht van het Directoraat-Generaal Milieubeheer, Directie Bestuurszaken, ten laste van het project Effectiviteit beleidsinstrumenten, Projectnummer 408137.

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,  
tel. 030-2749111, fax 030 -2742971



**VERZENDLIJST**

1. Directeur Bestuurszaken, DGM
2. Plv. DG Milieubeheer - Dr.ir. B.C.J. Zoeteman
3. Directeur Strategische Planning
  
4. Drs. M.A. van der Kamp, Directie Bestuurszaken, DGM
5. Drs. W.F.G. Ablas, Directie Bestuurszaken, DGM
6. Drs. A.M.C. Beyerman, Directie Bestuurszaken, DGM
7. Drs. H.C.G.M. Brouwer, Directie Geluid en Verkeer, DGM
8. Ing. H.L. Baarbé - Directie Geluid en Verkeer, DGM
9. Ir. J.J.M. Henssen, Directie Geluid en Verkeer, DGM
10. Ir. J.H.A.M. Peeters, Directie Geluid en Verkeer, DGM
11. Mr. P. van Wessem, Directie Geluid en Verkeer, DGM
12. Drs. R.A. van den Wijngaart, Directie Lucht en Energie, DGM
13. Mr. M.C. Kroon, Directie Geluid en Verkeer, DGM
14. H. Merkus, Directie Lucht en Energie, DGM
15. Mw. M. Bonney, Directie Lucht en Energie, DGM
16. J. Quist, Directie Geluid en Verkeer, DGM
17. Drs. K.A. Heineken, Directie Financieel-Economische Zaken, DGM
18. Ir. J.W. Pulles - RLD
19. Drs. C.M.M.D. Peletier - RLD
20. Drs. J.G. Veldhuis - RLD
21. Drs. P.J. Uittenbogaart - RLD
  
22. Dr.ir. J. van der Vaart, Ministerie van Financiën
- 23-52. Leden werkgroep 'Vergroening van het fiscale stelsel'
  
53. Ir. J. van der Waard, Adviesdienst Verkeer en Vervoer
54. Drs. A.L. 't Hoen, Adviesdienst Verkeer en Vervoer
55. Drs. F.A. Rosenberg, Adviesdienst Verkeer en Vervoer
56. Drs. M.A. Koning - CPB
57. Drs. T.H. van Hoek - CPB
58. Ir. P. Janse - CE
59. Ir. A.N. Bleijenberg - CE
60. Dhr. H. Cornelissen, Goudappel Coffeng
  
61. Depot van Nederlandse publikaties en Nederlandse bibliografie
62. Directie RIVM
63. Ir. F. Langeweg
64. Drs. R.J.M. Maas

- 65. Drs. L.H.M. Kohsiek
- 66. Ir. Th.G. Aalbers
- 67. Drs. E. Drissen
- 68. Ir. C.H.A. Quarles van Ufford
- 69. Drs. J.A. Annema
  
- 70-72. Auteurs
- 73. Hoofd Bureau Voorlichting & Public Relations
- 74. Bibliotheek LAE
- 75. Bibliotheek RIVM
- 76. Bureau Rapportenregistratie
- 77-97. Rapportenbeheer
- 97-117. Reserve-exemplaren

**INHOUDSOPGAVE**

VERZENDLIJST	3
ABSTRACT	7
CONCLUSIES EN SAMENVATTING	9
1 INLEIDING	11
2 GEVOLGEN VAN HEFFINGEN GERICHT OP DE LUCHTVAART	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Doorgerekende varianten	13
2.3 Resultaten	14
3 SUBSTITUTIE VAN LUCHTVAARTPASSAGIERS NAAR DE HST	23
3.1 Inleiding	23
3.2 Methodiek	24
3.3 Resultaten	25
3.3.1 Volume-effecten Nederlands grondgebied en traject	25
3.3.2 Milieu-effecten Nederlands grondgebied	27
3.3.3 Milieu-effecten gehele traject	28
LITERATUUR	31
BIJLAGEN	33
Bijlage 1: Vliegverkeer op Schiphol versus het totale vliegverkeer op West-Europese luchthavens	34
Bijlage 2: Verdeling van vliegbewegingen en brandstofverbruik naar vliegtuigtype	35



## ABSTRACT

A working group commissioned by the Dutch Ministry of Finance is investigating the possibilities of introducing a 'greener' tax system in the Netherlands. At the request of this working group, the Dutch National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) has quantified the environmental impacts of taxes on jet fuel and on tickets, and of the substitution of air passenger transport with rail transport. The investigation showed that taxes on jet fuel and tickets have a relatively large impact on the number of air passengers going through Schiphol and on CO<sub>2</sub> emissions from aircraft, especially concerning global taxes. Because they encourage efficiency measures, jet taxes on fuel have a relatively higher impact on CO<sub>2</sub> emissions than taxes on tickets. (Future) CO<sub>2</sub> emission per aircraft passenger will be about five times higher and NO<sub>x</sub> emission about 25 times higher than emissions from high-speed rail. Therefore substitution from air to high speed rail will result in lower CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emissions.





## CONCLUSIES EN SAMENVATTING

Op verzoek van de Commissie vergroening belastingen zijn de gevolgen doorgerekend van enkele heffingen, gericht op de luchtvaart en de substitutie van luchtvaartpassagiers naar rail.

Bij de heffingen gaat het om kerosineheffingen en heffingen op tickets. Uit de berekeningen blijkt, dat dergelijke heffingen forse effecten kunnen hebben op het aantal Schipholpassagiers en de CO<sub>2</sub>-emissie door de luchtvaart, vooral, wanneer ze mondiaal worden ingevoerd. Heffingen op brandstof hebben een relatief groter effect op de CO<sub>2</sub>-emissie dan heffingen op tickets, aangezien ze tot (extra) efficiencymaatregelen leiden.

Substitutie van luchtvaartpassagier naar rail (HSL) leidt tot een lagere CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissie, aangezien per reiziger de HSL een veel lagere CO<sub>2</sub>-emissie (82%) en NO<sub>x</sub>-emissie (96% lager) heeft dan het vliegtuig.



## 1 INLEIDING

Op verzoek van de Commissie vergroening belastingen zijn de gevolgen doorgerekend van:

1. Enkele heffingen, gericht op de luchtvaart
2. Substitutie van luchtvaartpassagiers naar rail

ad 1. De doorgerekende varianten zijn tot stand gekomen op basis van overleg tussen de Commissie vergroening, de RLD en het RIVM. De meeste berekeningen zijn uitgevoerd met het AERO-model, door de RLD<sup>1</sup>. Op basis van de RLD-resultaten zijn door het RIVM aanvullende berekeningen uitgevoerd.

Ad 2. De doorgerekende varianten zijn tot stand gekomen op basis van overleg tussen de Commissie vergroening en het RIVM. De resultaten zijn verder verwerkt in een artikel in het vakblad Verkeerskunde (Geurs en van den Brink, 1997).

Voor de berekening van de mogelijke effecten is gebruik gemaakt van de scenario's van het Centraal Planbureau (CPB) uit Nederland in Drievoud (CPB, 1992). Inmiddels zijn deze scenario's vervangen door drie nieuwe scenario's (CPB, 1996; 1997). Van deze nieuwe scenario's kon nog geen gebruik worden gemaakt ten tijde van het doorrekenen van de varianten. Daarom zijn de scenario's uit 1992 gebruikt. Het Balanced Growth-scenario (BG) uit 1992 vertoont sterke overeenstemming met het Global Competition scenario (GC) uit 1997; het European Renaissance (ER) scenario (1992) lijkt op European Coordination (EC) scenario (1997). De resultaten moeten als indicaties worden opgevat, niet alleen omdat de vorige CPB-scenario's zijn gebruikt, maar ook omdat bij het doorrekenen van de varianten diverse veronderstellingen moesten worden gehanteerd over bijvoorbeeld de wijze waarop heffingen op kerosine doorwerken in de kostenstructuur van de luchtvaartmaatschappijen. De veronderstellingen kunnen de uitkomsten beïnvloeden.

Hoofdstuk 2 gaat in op de effecten van heffingen, hoofdstuk 3 op de effecten van substitutie van lucht naar rail.

Voor een overzicht van de milieubelasting van de luchtvaart en beleidsopties om deze te verminderen wordt verwezen naar Bleijenberg en Moor (1993).

---

<sup>1</sup> Met dank aan de RLD voor het uitvoeren van de berekeningen.



## 2 GEVOLGEN VAN HEFFINGEN GERICHT OP DE LUCHTVAART

### 2.1 Inleiding

Onderzoeksvragen:

wat zijn de gevolgen van heffingen op tickets en kerosine voor de mondiale luchtvaart en voor de luchtvaart op Nederland? CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, passagiers, opbrengsten heffingen voor overheid, resultaten luchtvaartmaatschappijen

Berekeningswijze

De meeste berekeningen zijn uitgevoerd met het AERO-model, door de RLD. Op basis van de RLD-resultaten zijn door het RIVM aanvullende berekeningen uitgevoerd.

### 2.2 Doorgerekende varianten

Als basis is het Balanced Growth (BG) scenario uit Nederland in Drievoud van het CPB genomen en het zichtjaar 2005. De keuze voor BG vloeit voort uit het feit dat heffingen op tickets en kerosine marktconforme maatregelen zijn die bij voorkeur op mondiale schaal moeten worden ingezet; beide elementen sluiten goed aan bij het BG-scenario. Verondersteld is dat de maatregelen ruimschoots vòòr 2005 worden getroffen, waardoor de relevante actoren zich op de situatie na het treffen van de maatregelen hebben kunnen instellen.

Door de RLD zijn de volgende varianten doorgerekend:

1. een kerosineheffing van 20 dollarcent per kg wereldwijd toegepast
2. een kerosineheffing van 20 dollarcent per kg alleen in de EU toegepast, waarbij iedereen die in de EU brandstof inneemt, de heffing betaalt.
3. een ticketheffing van 10% en 20% wereldwijd toegepast
4. een ticketheffing van 10% en 20% alleen in de EU toegepast

Op verzoek van de commissie zijn hier twee varianten aan toegevoegd:

5. een kerosineheffing van  $f$  0,7083 per liter (= niveau dieselaccijns per 1-7-1997, alleen in de EU toegepast)
6. een ticketheffing van 17,5% (= hoge BTW tarief) en 6% (= lage tarief) alleen in de EU toegepast

De heffing van  $f$  0,7083 resulteert in een heffing van  $f$  0,8965 per kg, uitgaande van het soortelijk gewicht van kerosine (0,79 kg/l).

Deze laatste twee varianten zijn niet door de RLD doorgerekend. De orde van grootte van het effect is afgeleid uit de resultaten van de varianten 2 en 4 door uit te gaan van lineaire interpolatie (BTW-heffing van 17,5%) en extrapolatie (kerosineheffing; BTW-heffing van 6%). Daarbij is een dollarkoers van  $f$  1,90 verondersteld. Deze inter- en extrapolatiemethode geeft niet meer dan een ruwe indicatie van het effect. Het indicatieve karakter geldt vooral voor de effecten van de brandstofheffing. Verondersteld is dat de heffingen alleen in de EU worden doorgevoerd, aangezien de hoogte van de heffingen op bestaande Nederlandse heffingen (voor diesel en BTW) zijn gebaseerd.

Indien er alleen in de EU heffingen worden opgelegd, wordt de concurrentiepositie van de EU-maatschappijen nadelig beïnvloed.

### **2.3 Resultaten**

Tabel 2.3.1 geeft de belangrijkste resultaten

Tabel 2.3.1a: berekende resultaten heffingen op brandstof en tickets, deel 1: RLD-berekeningen

		2005 default	heffing brandstof 20 dollarct/kg	heffing op tickets				
			wereld wijd	alleen EU	wereldwijd		alleen EU	
					10%	20%	10%	20%
variant nummer		1	2	3a	3b	4a	4b	
		abso- luut	veranderingen ten opzichte van default					
verandering in resultaat (mld \$ per jaar)	EU- maatschap pijen	n.v.	-0,8	-5,3	-1,3	-2,4	-0,8	-1,4
	alle andere maatschap pijen	n.v.	-0,8	-2,8	-2,1	-3,9	-0,1	-0,1
inkomsten EU- overheden wereldwijd (mld \$)		0	7,6	8,1	9,0	16,8	6,9	12,9
wereldwijd aantal passagiers (mld)		2,45	-0,17	0,00	-0,19	-0,35	-0,03	- 0,06
Amsterdam aantal passagiers (mln)		34,70	-1,80	0,00	-2,40	-5,00	-2,20	-4,1
brandstofgebruik per jaar (mld kg)		207	-15,1	-0,2	-9,9	-18,4	-2,1	-3,9
CO <sub>2</sub> -emissie (mld kg)		695,0	-46,3	-0,6	-30,4	-56,4	-6,4	- 12,0
NO <sub>x</sub> (mln kg)		2930,0	-200,2	-2,7	-131,3	-244,0	-27,9	- 51,7

Bron: RLD

n.v. = niet door de RLD verstrekt

Tabel 2.3.1b: berekende resultaten heffingen op brandstof en tickets, deel 2: aanvullende RIVM-berekeningen

		2005 default	heffing op brandstof <i>f</i> 0,7083 ct/liter = 0,8965 ct/kg alleen EU	heffing op tickets 17,5% alleen EU	heffing op tickets 6%
variant nummer			5	6a	6b
		absoluut			
verandering in resultaat (mld \$ per jaar)	EU- maatschap pijen	n.r.	-12,5	-13	-0,5
	alle andere maatschap pijen	n.r.	-6,6	-0,1	-0,1
inkomsten EU- overheden (mld \$)		0	19,1	11,4	4,1
wereldwijd aantal passagiers (mld)		2,45	0,00	-0,05	-0,02
Amsterdam aantal passagiers (mln)		34,70	0,00	-3,63	-1,32
brandstofgebruik per jaar (mld kg)		207	-0,5	-3,45	-1,26
CO <sub>2</sub> -emissie (mld kg)		695,0	-1,4	-10,6	-3,84
NO <sub>x</sub> (mln kg)		2930,0	-6,4	-45,8	-16,7

Bron: RLD

n.r. = niet relevant

Uitdrukkelijk zij vermeld, dat met name de effecten van de brandstofheffing van (bijna) 71 cent per liter niet meer dan een zeer ruwe indicatief zijn (zie paragraaf 2.2).

### *Gehanteerde veronderstellingen en consequenties voor resultaten*

Bij de ticketheffingen in de EU is verondersteld dat de heffing geldt voor alle vluchten met zowel de herkomst als de bestemming in de EU.

Verondersteld is dat de ticketheffingen gelden voor alle reizigers, dus ook voor zakenreizigers. Zij kunnen de kosten dus niet aftrekken, zoals bij een BTW-heffing. De effecten van de heffingen in variant 6 (zie hiervoor) gelden daarmee niet indien de heffing in de vorm van een BTW-heffing wordt doorgevoerd; in dat geval zijn de effecten lager dan in de tabel aangegeven.



Verondersteld is dat de luchtvaartmaatschappijen bij een regionale heffing op brandstof geen mogelijkheden hebben de kostenverhoging aan de consument door te berekenen. Het is niet geheel duidelijk of deze veronderstelling correct is. Indien er wel sprake is van doorrekening aan de consument, treden er uiteraard consumentenreacties op. Bij een mondiale heffing is verondersteld dat de luchtvaartmaatschappijen deze heffing wel doorberekenen aan de consument.

Verondersteld is dat ticketheffingen worden doorberekend aan de consument.

In geval van een brandstofheffing in de EU stijgen de prijzen niet en verandert dus ook het volume niet. Daardoor zijn ook de inkomsten voor de EU-overheden hoger bij een EU-heffing (geen vraaguitval) dan bij een wereldwijde heffing (wel vraaguitval). Bovendien is daarom het resultaat in geval van een EU-heffing op brandstof ook veel groter dan bij een ticketheffing. Verder beïnvloeden de veronderstellingen de effecten op de CO<sub>2</sub>- en NO<sub>x</sub>-emissie: bij een mondiale heffing op brandstof is er een volume-effect, bij een EU-heffing niet. Bij een EU-heffing is er alleen een effect van de inzet van efficiëntere vliegtuigen.

Voor zakelijke passagiers is een prijselasticiteit van -0,1 verondersteld, voor overige passagiers en voor vracht een elasticiteit van -1,0. Omtrent de hoogte van de prijselasticiteiten bestaat overigens onzekerheid, waardoor aan de gepresenteerde resultaten indicatief zijn.

### *Resultaat luchtvaartbedrijven*

Uit de tabel blijkt, dat heffingen in alleen de EU nadelig zijn voor het resultaat van de Europese luchtvaartmaatschappijen<sup>2</sup>. Wereldwijde heffingen hebben geen of nauwelijks een nadelige invloed op het resultaat van de luchtvaartmaatschappijen. Opvallen is dat in geval van heffingen op brandstof het verschil tussen 'wereldwijd' en 'alleen EU' veel groter is dan in geval van heffingen op tickets.

### *Invloed heffingshoogte op resultaten*

Verder blijkt, dat de effecten bij heffingen op tickets van 20% meestal iets minder dan het dubbele effect hebben van heffingen van 10%.

---

<sup>2</sup> Onder Europese luchtvaartmaatschappijen worden maatschappijen verstaan met hun basis/hoofdkantoor in Europa. Ter illustratie: de KLM is een Europese luchtvaartmaatschappij, maar North West Airlines (waarmee de KLM een alliantie heeft), niet.

### *Invloed heffingen op aantal passagiers*

Het wereldwijde aantal passagiers daalt bij een wereldwijde heffing van 10% met 8% en bij een heffing van 20% met 14%. De prijselasticiteit<sup>3</sup> die op basis hiervan berekend kan worden, bedraagt daarmee -0,7 à -0,8.

Voor Schiphol geldt, dat het aantal passagiers met 7% daalt bij een heffing op tickets van 10%, en met 14% bij een heffing van 20% (wereldwijd). De effecten zijn iets lager bij heffingen in alleen de EU. De daarmee berekende ticketprijselasticiteit bedraagt circa -0,7

Het is niet eenvoudig de invloed van de heffingen op brandstof te vertalen naar gewogen gemiddelde elasticiteiten. Reden hiervoor is dat de doorberekeningen in tickets een complexe aangelegenheid is, in verband met het feit dat het aandeel van de brandstofkosten in de totale ticketprijs verschilt per maatschappij, vluchtafstand, herkomst-bestemmingsrelatie en soort ticket. De prijsgevoeligheid van consumenten is niet afhankelijk van de oorzaak van de prijsveranderingen. Voor het effect van prijsverhogingen van tickets maakt het dus niet uit of de verhogingen het gevolg zijn brandstofheffingen of van een heffing op tickets. Wel is de prijsgevoeligheid scenario-afhankelijk.

### *Invloed heffingen op emissies*

De relatieve daling in emissies is wat lager dan de daling in passagiers, hetgeen duidt op wat lagere bezettingsgraden. De ticketprijselasticiteit van de emissies is circa -0,4.

### *Invloed heffingen op brandstof, CO<sub>2</sub> en passagiers vergeleken*

Uit de tabel blijkt verder dat een wereldwijde heffing van 20 ct/kg brandstof iets minder volume-effect heeft dan een heffing van 10% op tickets. Het effect op de vraag naar brandstof en op de CO<sub>2</sub>-emissie is echter groter. Dit is het gevolg van het feit dat een hogere brandstofprijs niet alleen effect op de vraag naar brandstof en CO<sub>2</sub> heeft, maar daarnaast nog een effect omdat de hogere brandstofprijs brandstofefficiency-verbeteringen uitlokt. Dat blijkt bovendien als we de effecten op passagiers en CO<sub>2</sub> vergelijken in geval van enerzijds een heffing op brandstof, en anderzijds op tickets (wereldwijd). In geval van een ticketheffing van 10% blijft het relatieve effect op brandstof ( $30,4/695 = - 4,4\%$ ) achter bij het relatieve effect op passagiers ( $0,19/2,45 =$

---

<sup>3</sup> De elasticiteiten zijn afhankelijk van de mate van inzet van maatregelen; de genoemde waarden in deze notitie mogen niet zonder meer voor andere maatregelen, zichtjaren en scenario's worden gebruikt.

-7,8%). Bij een heffing op brandstof zijn de effecten op CO<sub>2</sub> en passagiers ruwweg gelijk (een daling van resp. 6,9 en 6,7%).

### *Toerekening CO<sub>2</sub>-emissie aan Nederland?*

De CO<sub>2</sub>-emissies door de internationale luchtvaart (gebunkerde brandstoffen) worden bij de IPCC-methodiek aan geen enkele land toegerekend. Daarmee hebben de heffingen geen invloed op de aan Nederland toe te rekenen CO<sub>2</sub>-emissie. Wel sommeert de IPCC de mondiale CO<sub>2</sub>-emissie ten gevolge van bunkering (luchtvaart; scheepvaart). Het CBS geeft voor de luchtvaart de CO<sub>2</sub>-emissie ten gevolge van de Landing and Take Off (LTO) cyclus (zowel binnenlandse als internationale vluchten; alle cycli van Nederlandse luchthavens). De CO<sub>2</sub>-emissie ten gevolge van de LTO-cyclus is - zeker bij de internationale luchtvaart - slechts een fractie van de totale CO<sub>2</sub>-emissie (gehele traject van alle vluchten).

Wel is vast te stellen welke CO<sub>2</sub>-emissie het gevolg zijn van verbranding van in Nederland getankte brandstof (zowel bunkers als binnenlandse afzet). Tabel 2.3.2 geeft het aantal liters en kg afzet voor 1995 en 2005, evenals de energie-inhoud en de CO<sub>2</sub>-emissie. De tabel heeft uitsluitend betrekking op de burgerluchtvaart, en niet op de militaire luchtvaart. Voor 2005 is verondersteld dat de ontwikkelingen in de binnenlandse luchtvaart gelijk zijn aan de ontwikkelingen in de internationale luchtvaart. Uitgegaan is van een daling van het brandstofverbruik per passagier van 2% tussen 1995 en 2005.

*Tabel 2.3.2: In Nederland getankte brandstof: energie-inhoud, CO<sub>2</sub>--emissie, volume en gewicht*

jaar		liters (x mld)	kg (x mld)	Energie (PJ)	CO <sub>2</sub> (mld kg)
1995	bunkers	3,1	2,4	105	7,6
	binnenlandse afzet	0,15	0,12	5	0,4
2005	bunkers	4,3	3,3	144	10,5
	binnenlandse afzet	0,21	0,17	7	0,5

Ter illustratie: de CO<sub>2</sub>-emissie door personenauto's bedroeg in 1995 circa 17 mld kg. De CO<sub>2</sub>-emissie ten gevolge van door de luchtvaart getankte brandstof (bunkers en binnenlandse afzet) is daarmee bijna de helft van de CO<sub>2</sub>-emissie van alle personenauto's op Nederlands grondgebied.

### Opbrengsten Nederlandse overheid

Het RLD-model geeft de opbrengsten voor de EU-overheden, maar niet de opbrengsten voor de *Nederlandse* overheid. Indien de heffing op kerosine geen verschuivingen in de brandstofafzet voor de luchtvaart tussen landen zou hebben, ontstaan de in onderstaande tabel 2.3.3 weergegeven opbrengsten. Uitgegaan is van wereldwijde heffingen; in geval van alleen heffingen in de EU zijn verschuivingen in de afzet niet uit te sluiten, al worden dergelijke verschuivingen door experts niet verwacht (Bleijenberg *et al.*, 1996). De omvang ervan is niet bekend. Daarom zijn geen opbrengsten uitgerekend in geval van heffingen in alleen de EU. Verder is verondersteld dat de groei in brandstofverbruik ten gevolge van de binnenlandse afzet gelijk is aan die van de internationale luchtvaart (bunkers).

Tabel 2.3.3: *Mogelijk opbrengsten bij heffingen op kerosine bij wereldwijde heffingen*

	kg brandstof		veronderst elde uitval vraag naar brandstof	kg na vraaguitval x mld	opbrengst x mld
heffing 20 dollarct/kg	bunkers	3,3 mld	5%	3,135	0,627
	binnenl. afzet	0,17	5%	0,16	0,032
heffing 89,65 ct/kg	bunkers	3,3 mld	12%	2,9	2,6
	binnenl. afzet	0,17	12%	0,15	0,13

Een mondiale heffing van 20 ct/kg levert 600 tot 700 miljoen gulden op, een mondiale heffing van 89,65 ct/kg ruim 2,5 miljard.

Indien de heffing alleen op intra-EU vluchten zou gelden, dan zijn de opbrengsten veel lager. Uit bijlage 2 blijkt, dat bijna 20% van de op Schiphol gebunkerde brandstof wordt gebruikt op intra-EU vluchten.

Uitdrukkelijk zij vermeld dat dit indicatieve waarden zijn, gebaseerd op diverse veronderstellingen. De vraaguitval in geval van een heffing van 89,65 ct/kg is mogelijk groter dan verondersteld omdat het minder interessant wordt brandstof op Schiphol in te nemen.

Bij een heffing op tickets ontstaat het volgende beeld. Volgens informatie van de KLM is de gemiddelde ticketprijs van in Nederland verkochte tickets ruwweg f 1400,- voor KLM tickets, en f 1100,- voor overige maatschappijen. Het aandeel KLM is in Nederland 48%<sup>4</sup>. Verondersteld is een gemiddelde ticketprijs van f 1250,-. In verband

<sup>4</sup> Telefonische informatie KLM-Nederland, 2-7-1997

met de dalende trend in ticketprijzen is voor 2005 een gemiddelde ticketprijs van f 1175,- verondersteld. Het aantal Schipholpassagiers bedraagt in het BG-scenario 34,7 mln (zie tabel 2.3.1). Verondersteld is dat overstappers geen ticket in Nederland kopen, en dat de helft van alle herkomst-bestemming-passagiers (HB-passagiers) wel een ticket in Nederland koopt. Het aandeel overstappers is stijgende. Voor de toekomst wordt een verdere toename verwacht. Op basis van simulaties met het RIVM-model PROLIN is verondersteld dat in 2005 62% van het totale aantal Schipholpassagiers HB-passagiers betreft. Dit zouden er dan 21,5 miljoen zijn. Dat zijn dan 10,75 miljoen reizigers (1 passagiersbeweging is een aankomst òf vertrek). Ervan uitgaande dat de helft hiervan in Nederland een ticket koopt, is het aantal tickets ruim 5 miljoen. Bij de genoemde gemiddelde ticketprijs van f 1175,- is de totale verkoopprijs ruim 6 miljard gulden. Met deze waarde is de invloed van ticketheffingen vastgesteld (zie tabel 2.3.4). Verondersteld is een mondiale heffing, aangezien bij een EU-heffing er vermoedelijk verschuivingen optreden in het land van verkoop van tickets, en de omvang van deze verschuivingen niet bekend is. De vraaguitval is gebaseerd op tabel 2.3.1.

Tabel 2.3.4: *Mogelijk opbrengsten bij heffingen op tickets*

	veronderstel de uitval vraag	waarde verkochte tickets na vraaguitval x mld	opbrengst x mld
heffing 10%	6,9%	5,8	0,6
heffing 20%	14,4%	5,40	1,1
heffing 17,5%	12,5%	5,5	1,0

Uitdrukkelijk zij vermeld dat de in de tabel 2.3.4 weergegeven waarden slechts een ruwe orde van grootte aangeven, aangezien de tabel is gebaseerd op vele veronderstellingen.

Indien het een BTW-heffing zou betreffen, is de opbrengst lager, aangezien de heffing dan niet geldt voor zakelijke reizigers. Uitgaande van een aandeel privé reizigers van 62% (en dus 38% zakelijk; verdeling gebaseerd op PROLIN, BG-scenario voor 2003) is de opbrengst bij een BTW-heffing van 17,5% circa 600 miljoen gulden. Zou de heffing alleen voor EU-passagiers gelden dan moet ook hiervoor gecorrigeerd worden. Uit gegevens, berekend met PROLIN, blijkt dat in BG-2003 circa 52% van alle OD-passagiers intra EU passagiers betreft.



### 3 SUBSTITUTIE VAN LUCHTVAARTPASSAGIERS NAAR DE HST

#### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de effecten van de overstap van luchtvaartpassagiers naar de HogeSnelheidsTrein (HST) op het energiegebruik en de emissies. De vraag is geoperationaliseerd door uit te gaan van een afname van 1 miljoen luchtvaartpassagiers op Schiphol in 2015 (aankomst en vertrek) met bestemmingen Parijs, Londen en Frankfurt. Met behulp van het model PROLIN is voor het European Renaissance scenario (ER) (CPB, 1992) het aantal luchtvaartpassagiers op Schiphol in het jaar 2015 berekend. De keuze voor ER vloeit voort uit het feit dat een HSL-net voor intereuropees vervoer bij uitstek past in een scenariocontext waarin de Europese samenwerking voorspoedig verloopt. Het betreft niet alleen samenwerking op het gebied van *aanleg* van infrastructuur (in dit geval: spoorlijnen) maar ook op het gebied van tarieven, snelheden, materieel, afstemming halteplaatsen, vertrektijden etc.

Hoe verhoudt zich één miljoen passagiers zich tot het totaal in 2015?

- 12% van het totale verwachte aantal luchtvaartpassagiers op Schiphol met bestemmingen Parijs, Londen en Frankfurt in 2015 (8,3 miljoen);
- 8% van het totale verwachte aantal luchtvaartpassagiers op Schiphol met bestemmingen tot ongeveer 500 kilometer (inclusief België, Duitsland, oost UK en Denemarken is dit 12 miljoen);
- 3,5% van het totale verwachte aantal luchtvaartpassagiers op Schiphol met Europese bestemmingen (ruim 28 miljoen).

(bron: luchtvaartmodel PROLIN, Boose *et al.*, in voorbereiding).

Eén miljoen overstappers is ook een groot deel (25-50%) van de totale verwachte substitutie in 2015 (volgens PROLIN ligt de totale substitutie in verschillende varianten ruwweg tussen de 2 tot 4 miljoen passagiers) en een aanzienlijk deel (9-15%) van het totale verwachte aantal treinpassagiers dat van de HST gebruik zal maken naar de bestemmingen Parijs en Londen<sup>5</sup> in 2015 (ruwweg 7-11 miljoen reizen) (bron: DGV-HSL, 1994).

Eén miljoen luchtvaartpassagiers komen globaal overeen met 500.000 reizigers die een retourvlucht Parijs, Londen of Frankfurt maken, aangezien zowel aankomende als vertrekkende passagiers afzonderlijk worden geteld. In deze notitie worden verder het

---

<sup>5</sup> Frankfurt wordt in de HSL-Nota niet meegenomen. Het aandeel zal in geringe mate lager liggen, omdat het aantal passagiers dat op het traject Schiphol-Frankfurt overstapt van vliegtuig naar trein gering is, vanwege het relatief kleine aandeel luchtvaartpassagiers met de bestemming Frankfurt (vanaf Schiphol).

aantal afgelegde kilometers, het energiegebruik en de emissies onderscheiden naar Nederlands grondgebied en het gehele traject.

### 3.2 Methodiek

Gebruik is gemaakt van verschillende gegevensbronnen:

- de verwachte aantallen vliegtuigpassagiers, het aantal passagiers per vliegbeweging, de verdeling van het (te substitueren) aantal treinreizigers per bestemming in het jaar 2015 zijn afkomstig van het luchtvaartmodel PROLIN (Boose *et al.*, in voorbereiding);
- de verwachte bezettingsgraad van HogeSnelheidsTreinen (HST) is verkregen uit de nota Luchtverontreiniging en Luchtvaart (Ministerie van VROM, 1995);
- het gemiddeld aantal zitplaatsen van de HST is afkomstig van het NEA (1995);
- de gemiddelde vliegafstanden tussen de bestemmingen zijn volgens opgave van de KLM, de gemiddelde afstanden per trein op Nederlands grondgebied zijn volgens opgave van de NS (NS, 1997), de gemiddelde treinafstanden voor het gehele traject zijn afgeleid van een kaart van Europa;
- de energie- en emissiefactoren van verschillende vliegtuigtypen zijn afkomstig van het luchtvaartmodel LUMIS (Moorman *et al.*, 1996);
- de energie- en emissiefactoren van de HST zijn verkregen uit Van den Brink en Van Wee (1997)

De volgende veronderstellingen zijn gehanteerd:

- 1 miljoen passagiers minder op Schiphol op de trajecten van Schiphol naar Londen, Parijs en Frankfurt. Het betreft zowel herkomst-bestemmingsreizigers als overstappers;
- 1 miljoen luchtvaartpassagiers komt globaal overeen met 500.000 reizigers die een retourvlucht maken;
- 1 miljoen passagiers op Schiphol minder genereert 500.000 HST-retourreizigers;
- de effecten op energiegebruik en emissies van de overstap zijn voor het jaar 2015 uitgerekend zowel door uit te gaan van 'Nederlands grondgebied' als door uit te gaan van het gehele traject;
- de verdeling van de aantallen overgestapte passagiers over de drie bestemmingen is gelijk aan die van het aantal herkomst-bestemmingsreizigers (zonder overstap);
- alleen het energiegebruik en emissies door de luchtvaart tijdens Landing and Take-Off (LTO) worden gerekend tot energiegebruik en emissies op Nederlands grondgebied (conform de methodiek voor de EmissieJaarRapportage), in één retourvlucht zit dus één volledige LTO-cyclus op Nederlands grondgebied;



- bij de berekening van het effect over het gehele traject zijn in een retourvlucht naast twee LTO-cycli ook twee maal het energiegebruik en de emissies gedurende het stijgen naar, het vliegen op en het dalen vanaf kruishoogte meegenomen;
- de bezettingsgraad van de vliegtuigen en de treinen zijn constant. Verondersteld is dat de bezettingsgraden van vliegtuig en HST niet wijzigen als gevolg van de substitutie. Gerekend is met de gemiddelde emissiefactoren per vliegtuigbeweging en treinkilometer, en niet met de marginale effecten<sup>6</sup> van de substitutie, vanwege de complexiteit van een dergelijke benadering. In de praktijk zullen de bezettingsgraden niet constant zijn, wat zal resulteren in een wijziging van de uitkomsten.

Als referentiescenario is het European Renaissance scenario (CPB, 1992) gekozen.

### 3.3 Resultaten

#### 3.3.1 Volume-effecten Nederlands grondgebied en traject

##### *Vliegtuig*

Tabel 3.3.1 geeft het aantal passagiers (500.000 retourreizigers), het gemiddeld aantal passagiers per vliegbeweging, het totaal aantal vliegbewegingen en het totaal aantal vliegtuigkilometers voor het gehele traject het totale aantal in 2015 en het aantal dat vervalt als gevolg van de substitutie naar de HST. Ook zijn in tabel 3.3.1 het aantal passagiers per vliegbeweging en de afstanden tussen de verschillende luchthavens vermeld.

---

<sup>6</sup> Van den Brink en Van Wee (1997) en Kroon (1997) geven aan dat conclusies over de substitutie-effecten alleen verantwoord zijn, wanneer de werkelijk optredende veranderingen (marginale veranderingen) worden geanalyseerd. Op grond van alleen onderlinge verschillen in het energiegebruik en de emissies per reizigerskilometer kunnen verkeerde conclusies worden getrokken. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de substitutie van auto naar OV: zelfs wanneer de auto voor wat betreft het energiegebruik en emissies per reizigerskilometer beter presteert dan het OV, zal een verschuiving van auto naar OV doorgaans de totale energiebehoefte van en de emissies door personenmobiliteit doen afnemen; de auto blijft immers ongebruikt en het OV rijdt toch al.

Tabel 3.3.1: *Vliegtuig: aantallen passagiers, vliegbewegingen en vliegtuigkilometers op het gehele traject in 2015*

	passagiers		passagiers per vliegbew.	vliegbewegingen		vluchtafst. traject	vliegtuigkm	
	totaal	afname		totaal	afname		totaal	afname
	mln	mln				km	mln km	mln km
Londen	5.5	0.7	84	57380	8717	370	21.2	3.2
Parijs	1.8	0.2	87	17980	2241	400	7.2	0.9
Frankfurt	1.0	0.1	86	10819	878	370	4.0	0.3
totaal	8.3	1.0		86179	11835		32.4	4.4

Uit tabel 3.3.1 blijkt dat de 1 miljoen overgestapte passagiers - ceteris paribus - een vermindering oplevert van ca. 12 duizend vliegbewegingen en 4.4 miljoen vliegtuigkilometers (retour) op het gehele traject. De reductie van het aantal vliegbewegingen bedraagt ten opzichte van het totale aantal vliegbewegingen op Schiphol met de bestemming Londen, Parijs en Frankfurt zo'n 14%. Ten opzichte van het totale aantal vliegbewegingen op Schiphol in 2015 (volgens PROLIN bijna 475.000) is dit 2,5%.

#### Trein

In tabel 3.3.2 is weergegeven op welke manier het aantal reizigerskilometers (retour) is bepaald, dat wordt gegenereerd door de overstap van 1 miljoen passagiers (500.000 retourreizigers) van luchtvaart naar de HST.

Tabel 3.3.2 geeft de aantallen treinpassagiers, de verplaatsingsafstand, het aantal reizigerskilometers, het aantal zitplaatskilometers en het aantal treinkilometers op Nederlands grondgebied en het gehele traject

Tabel 3.3.2: *Trein: aantallen passagiers, reizigers-, zitplaats-, en treinkilometers op Nederlands grondgebied en het gehele traject in 2015*

	aantal pass.	bezet. graad	zitplaatsen per trein	Nederlands grondgebied				gehele traject			
				verpl.afst	rkm	zitpl.km	treinkm.	verpl.afst	rkm	zitpl.km	treinkm
	mln			km.	mln	mln	mln	km	mln	mln	mln
Londen	0.7	0.65	400	90	60	92	0.23	550	367	564	1.41
Parijs	0.2	0.65	400	90	19	29	0.07	500	107	164	0.41
Frankfurt	0.1	0.65	400	120	14	22	0.06	450	54	83	0.21
totaal	1.0				93	143	0.36		527	811	2.03

Uit tabel 3.3.2 blijkt dat de 1 miljoen overgestapte passagiers zorgen voor een toename van het aantal reizigerskilometers op Nederlands grondgebied van 93 miljoen, op het gehele traject 527 miljoen. Ten opzichte van het totale aantal treinreizigerskilometers (ook niet-HST) op Nederlands grondgebied in 2015 (afgeleid uit Van Wee *et*

*al.*, 1993) bedraagt de toename 1%. Het aantal treinkilometers neemt op Nederlands grondgebied toe met 0,36 miljoen, op het gehele traject met ca. 2 miljoen.

De effecten van een vermindering van het aantal vliegbewegingen op het energiegebruik en de emissies van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOS, CO, SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> zijn berekend met het model LUMIS (Moorman *et al.*, 1996). Aan de hand van een verdeling van het totaal aantal vliegtuigstoelen naar vliegtuigtype uit het model PROLIN (Boose *et al.*, in voorbereiding) zijn de gesubstitueerde vliegbewegingen uit tabel 3.3.1 verdeeld over de vliegtuigtypen. Als eerste wordt het effect berekend van de overstap van 500.000 retourreizigers van luchtvaart naar HST op de afname van het energiegebruik en de emissies op NL-grondgebied. Daarna zal het effect van deze overstap op het energiegebruik en de emissies voor het gehele traject worden berekend.

### 3.3.2 Milieu-effecten Nederlands grondgebied

Volgens de definitie van het CBS komt één vliegbeweging overeen met het dalen óf landen van 1 vliegtuig. Een volledige LTO-cyclus (Landing and Take-Off) komt dus overeen met 2 vliegbewegingen. In een retourvlucht zit dus één LTO-cyclus op Nederlands grondgebied en één op buitenlands grondgebied. Per vliegtuigtype wordt het aantal LTO's op Nederlandse grondgebied vermenigvuldigd met het energiegebruik en de emissies per LTO in 2015 die met het model LUMIS zijn berekend. Het totale vermeden energiegebruik en de vermeden emissies op luchthavens als gevolg van de overstap wordt verkregen door de effecten voor de verschillende vliegtuigtypen te sommeren.

Een afname van 1 miljoen luchtvaartpassagiers komt zoals gezegd globaal neer op 500.000 retourreizigers die naar de HST overstappen. Dit genereert natuurlijk extra energiegebruik en emissies bij de HST. Aan de hand van de studie naar het energiegebruik en de emissies per personenvervoerwijze (van den Brink en van Wee, 1997) zijn de emissies en het energiegebruik per reizigerskilometer bepaald. Verondersteld is dat het energiegebruik van de HST 0.60 MJ/reizigerkm bedraagt. De emissie- en energiefactoren zijn vermenigvuldigd met het gesubstitueerde aantal reizigerskilometers uit tabel 3.3.2 (op Nederlands grondgebied).

Het totale effect van de overstap van 500.000 retourreizigers van luchtvaart naar HST op de emissies en het energiegebruik op Nederlands grondgebied wordt verkregen door het effect van de afname van het aantal vliegbewegingen op te tellen bij het effect van de toename van het aantal HST-reizigerskilometers. In tabel 3.3.3 is het totale effect weergegeven. Te zien is dat het effect in vergelijking tot het totale energiegebruik en de emissies tijdens LTO op Nederlandse luchthavens in 1995 slechts 0,6 tot 2,9% bedraagt.

### 3.3.3 Milieu-effecten gehele traject

De effecten van de overstap van 1 miljoen passagiers van luchtvaart naar HST op het energiegebruik en de emissies voor het gehele traject worden vooral voor luchtvaart op een andere manier berekend. Zowel het energiegebruik en de emissies tijdens de LTO-cyclus als die tijdens de vlucht tussen het moment van opstijgen en landen zijn hiervoor berekend. Uitgaande van het aantal vliegbewegingen per vliegtuigtype wordt met behulp van de afstand tussen de luchthavens (zie tabel 3.3.1) het aantal vliegtuigkilometers per vliegtuigtype berekend. Een retourvlucht vanaf Schiphol resulteert in twee vliegbewegingen vanaf Schiphol. Om een dubbeltelling van vliegafstanden tijdens de LTO-cyclus te voorkomen wordt deze vliegafstand verminderd met de voor alle vliegtuigtypen gemiddelde vliegafstanden in de LTO-fasen 'take-off', 'climb-off' en 'approach'. Samen zijn deze drie fasen goed voor bijna 90 kilometer (afgeleid uit Moorman *et al.*, 1996). Met behulp van het model LUMIS (Moorman *et al.*, 1996) zijn de energie- en emissiefactoren per vliegtuigkilometer per vliegtuigtype berekend en vermenigvuldigd met het aantal (retour)vliegtuigkilometers per vliegtuigtype. Deze totale vermeden emissies en energiegebruik (buiten de LTO-cyclus) zijn opgeteld bij de vermeden emissies en energiegebruik tijdens de twee LTO-cycli (één op Schiphol en één op Londen, Parijs of Frankfurt).

De extra emissies en energiegebruik als gevolg van de toename van het aantal HST-reizigerskilometers (beschouwd voor het gehele traject) wordt op dezelfde manier berekend als in de berekening voor het Nederlands grondgebied. Het aantal reizigerskilometers is wel hoger aangezien het totale traject is beschouwd (zie tabel 3.3.2).

Het totale effect van de overstap van 500.000 retourreizigers op het totale energiegebruik en de emissies over het gehele traject is weergegeven in tabel 3.3.3.

Tabel 3.3.3: Invloed van de overstap van 500.000 retourreizigers van luchtvaart naar HST; 2015

	Energie	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOS	CO	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
eenheid:	PJ	kton	ton	ton	ton	ton	ton
<i>NL-grondgebied</i>							
Afname bij luchtvaart (LTO)	-0.23	-16.8	-73.8	-7.5	-35.3	-5.3	-4.0
Toename bij HST	0.06	4.3	3.6	0.4	0.1	0.9	0.0
Effect overstap (absoluut)	-0.17	-12.5	-70.2	-7.1	-35.2	-4.4	-4.0
- relatief t.o.v. totale LTO 1995	2%	2%	3%	1%	1%	2%	3%
- relatief t.o.v. LTO Schiphol 1995	3%	3%	4%	1%	2%	3%	5%
<i>Gehele traject</i>							
Afname bij luchtvaart	-1.82	-132.6	-517.5	-29.3	-165.9	-42.0	-31.5
Toename bij HST	0.32	24.1	20.2	2.4	0.4	5.1	0.0
Effect overstap (absoluut)	-1.50	-108.5	-497.3	-26.9	-165.4	-36.8	-31.4

Uit tabel 3.3.3 kan worden geconcludeerd:

- *Nederlands grondgebied*: de overstap van 1 miljoen luchtvaartpassagiers op Schiphol naar de HST levert een reductie op van het energiegebruik en de emissies. Uitgedrukt ten opzichte van 1995 bedraagt de reductie 1 tot 3%, ten opzichte van de LTO emissies op Schiphol bedraagt dit 1 tot 5%<sup>7</sup>. De effecten van de overstap lijken ten opzichte van de totale emissies van de luchtvaart op Nederlands grondgebied gering. Hierbij moet echter worden bedacht dat de overstap op slechts een klein deel van het totale aantal luchtvaartpassagiers betrekking heeft (2.5% van het totale verwachte aantal vliegbewegingen op Schiphol in 2015 volgens PROLIN);
- *gehele traject*: het effect van de overstap, uitgedrukt op het gehele traject tussen Schiphol en Parijs-Londen-Frankfurt, is ongeveer 4 tot 9 maal zo groot als het effect op het Nederlands grondgebied.

In tabel 3.3.4 zijn de emissies en het energiegebruik van een retour per HST naar Londen, Parijs of Frankfurt geïndexeerd op het energiegebruik en de emissies ten gevolge van een retourvlucht naar deze bestemmingen.

Tabel 3.3.4: *Geïndexeerde emissie en energiegebruik ten gevolge van een retour per HST ten opzichte van een retourvlucht in 2015 (gemiddelde voor de bestemmingen Londen, Parijs en Frankfurt) op Nederlands grondgebied en op gehele traject (index luchtvaart = 100)*

	Energie	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	VOS	CO	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
<i>NL-grondgebied</i>							
luchtvaart	100	100	100	100	100	100	100
HST	24	25	5	6	0	17	0
<i>Gehele traject</i>							
luchtvaart	100	100	100	100	100	100	100
HST	17	18	4	8	0	12	0

Uit tabel 3.3.4 kan worden geconcludeerd dat het energiegebruik en de CO<sub>2</sub>-emissies voor een treinreiziger 70% (grondgebied) tot 80% (gehele traject) lager liggen dan voor een luchtvaartpassagier. De emissies van overige stoffen liggen zelfs 80-100% lager. De effecten van een overstap van luchtvaart naar HST zijn, uitgedrukt per passagier, zeer groot te noemen.

<sup>7</sup>

Een aanzienlijk deel van de LTO-emissies in Nederland worden veroorzaakt door vluchten op de overige Nederlandse luchthavens, dit zijn voornamelijk niet-commerciële vluchten.



## LITERATUUR

Bleijenberg, A., R. Moor (1993), *Air pollution by air traffic. Overview of problems and possible solutions*. T&E-report 93/14, Delft: Centrum voor Energiebesparing en schone technologie

Bleijenberg, A.N., R.C.N. de Wit, P.M.J. Mendes de Leon, S.A. Mirmina, D.N.M. Starkie (1996), *A European aviation charge. Preliminary study*, Delft: Centrum voor Energiebesparing en schone technologie.

Boose, J.J.E.C., G.P. van Wee, F.M.C. Gommers (in voorbereiding)  
*Geaggregeerd model voor volume-ontwikkelingen in de luchtvaart. Aggregatie van het IEE-model*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

Brink, R.M.M. van den, G.P. van Wee (1997)  
*Energiegebruik en emissies per vervoerwijze*. Rapport nr. 773002007, Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

CPB (1996), *Omgevingsscenario's Lange Termijn Verkenning 1995-2020*.  
Werkdocument no. 89, Den Haag: Centraal Planbureau

CPB (1997), *Economie en fysieke omgeving. Beleidsopgaven en oplossingsrichtingen 1995-2020*. Den Haag: Centraal Planbureau

DGV/HSL (1994), *Nieuwe HSL-nota, deelrapport 1 Vervoersprognoses*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal voor het Vervoer

Geurs, K., R. van den Brink (1997), Hoge-snelheidstrein dure milieu-investering.  
*Verkeerskunde*, nr. 10, pp. 22-26

Kroon, M. (1997), De milieufunctie van het openbaar vervoer. Statistiek of gezond verstand?. *Verkeerskunde* nr. 5, pp. 48-51

Ministerie van VROM (1995)  
*Luchtverontreiniging en Luchtvaart*. Tweede Kamer, vergaderjaar 1994-1995, 24 213, nr. 1. Den Haag: Sdu Uitgeverij Plantijnstraat

Moorman, S.A.H., J.M.W. Dings (1996)  
*LUMIS emissiemodel voor de luchtvaart*, Delft: Centrum voor energiebesparing en schone technologie

NEA (1995), *Personenvervoer en milieu*. Rijswijk: NEA

NS (1997)

*NS reisplanner 1997*, NV Nederlandse Spoorwegen

Wee, G.P. van, J. van der Waard, M.J. van Doesburg, H.C. Eerens, H. Flikkema, A.L. 't Hoen, E. Rab, R. Thomas (1993), *Verkeer en vervoer in de Nationale Milieuverkenning 3 en de SVV-verkenning 1993*. Bilthoven/Rotterdam: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne/Adviesdienst Verkeer en Vervoer



## **BIJLAGEN**

### Bijlage 1: Vliegverkeer op Schiphol versus het totale vliegverkeer op West-Europese luchthavens

Tabel 1 geeft het aantal vliegbewegingen, het aantal passagiers en het aantal tonnen vracht op Schiphol en overige West-Europese luchthavens in 1995.

Tabel 1: Aantal vliegbewegingen, passagiers en vracht op West-Europese luchthavens in 1995

	Vliegtuigbewegingen		Passagiers	Vracht
	absoluut	procentueel		
	* 1000	%		* 1000 ton
Schiphol	291	9%	25355	978
Londen Heathrow	419	13%	54453	1043
Londen Gatwick	192	6%	22549	232
Parijs Orly	233	7%	26654	276
Parijs Charles de Gaulle	325	10%	28355	824
Frankfurt	363	12%	38169	1297
Rome Fiumicino	209	7%	21092	257
Zürich	209	7%	15340	327
Madrid	219	7%	19919	229
Stockholm	220	7%	.	.
Kopenhagen	237	8%	.	.
Brussel	222	7%	.	427
<b>Totaal West-Europa</b>	<b>3139</b>	<b>100%</b>		

Bron: Jaarverslag Amsterdam Airport Schiphol, in CBS statistisch jaarboek '97

Uit de tabel blijkt dat Schiphol in 1995 zo'n 9% van het totale aantal vliegbewegingen op West-Europese bestemmingen uitmaakt. De luchthavens van Londen (Heathrow), Parijs (Orly en Charles de Gaulle) en Frankfurt hebben een groter aantal passagiers verwerkt dan Schiphol in 1995.

## Bijlage 2: Verdeling van vliegbewegingen en brandstofverbruik naar vliegtuigtype

Uit het model PROLIN blijkt dat in 2015 BG en 2003 BG ca. 17% van het aantal passagierskilometers vanaf Schiphol wordt afgelegd op Europese bestemmingen en 83% op intercontinentale vluchten. De verdeling van de vliegbewegingen over Europa en intercontinentaal is in 2015 is echter: 80% Europees en 20% intercontinentaal. De verdeling voor de verschillende vliegtuiggroottes is vermeld in de tabel 1.

Tabel 1: Verdeling aantal vliegbewegingen naar vliegtuiggroote en bestemming

aantal plaatsen:	25	50	100	150	220	400	Totaal
BG 2003 (absoluut)							
Europa	37214	24630	109831	101430	38558	6067	317731
Intercontinentaal	1009	669	5725	11646	17346	40781	77176
BG 2015 (absoluut)							
Europa	46672	33862	164970	170892	69627	10917	496940
Intercontinentaal	1700	1027	8466	17029	29837	67953	126013
BG 2003 (relatief)							
Europa	97%	97%	95%	90%	69%	13%	80%
Intercontinentaal	3%	3%	5%	10%	31%	87%	20%
BG 2015 (relatief)							
Europa	96%	97%	95%	91%	70%	14%	80%
Intercontinentaal	4%	3%	5%	9%	30%	86%	20%

bron: PROLIN

Het vermenigvuldigen van de vliegbewegingen met de gemiddelde vliegafstanden (Europa ca. 930 km; intercontinentaal ca. 6700 km) geeft het aantal vliegtuigkilometers per vliegtuiggroottesklasse en bestemming (tabel 2).

Tabel 2: Verdeling aantal vliegtuigkilometers naar vliegtuiggroote en bestemming

aantal plaatsen:	25	50	100	150	220	400	Totaal
BG 2003 (absoluut)							
Europa	37.4	23.7	100.3	91.8	34.7	6.0	293.9
Intercontinentaal	4.0	2.7	28.0	68.5	104.8	272.3	480.2
BG 2015 (absoluut)							
Europa	47.4	35.0	151.3	156.2	61.8	10.6	462.4
Intercontinentaal	6.8	4.1	39.7	99.7	165.1	436.2	751.6
BG 2003 (relatief)							
Europa	90%	90%	78%	57%	25%	2%	38%
Intercontinentaal	10%	10%	22%	43%	75%	98%	62%
BG 2015 (relatief)							
Europa	86%	88%	76%	56%	23%	2%	33%
Intercontinentaal	14%	12%	24%	44%	77%	98%	67%

bron: PROLIN

Vermenigvuldigen van het aantal vliegtuigkilometers met het gemiddeld aantal plaatsen geeft de verdeling van het aantal zitplaatskilometers (tabel 3). Het blijkt dat intercontinentaal met grotere vliegtuigen wordt gevlogen.

*Tabel 3: Verdeling aantal zitplaatskilometers naar vliegtuig grootte en bestemming*

aantal plaatsen:	25	50	100	150	220	400	Totaal
BG 2003 (absoluut)							
Europa	935	1183	10033	13777	7635	2396	35959
Intercontinentaal	101	134	2795	10276	23047	108912	145264
BG 2015 (absoluut)							
Europa	1186	1749	15132	23435	13603	4238	59344
Intercontinentaal	170	205	3967	14959	36316	174474	230091
BG 2003 (relatief)							
Europa	90%	90%	78%	57%	25%	2%	20%
Intercontinentaal	10%	10%	22%	43%	75%	98%	80%
BG 2015 (relatief)							
Europa	87%	89%	79%	61%	27%	2%	21%
Intercontinentaal	13%	11%	21%	39%	73%	98%	79%

bron: PROLIN

Tabel 4 geeft de brandstofefficiency per vliegtuig grootteklasse. Het blijkt dat grote vliegtuigen meer brandstof per vliegtuigkilometer verbruiken. Wordt de vervoerprestatie vergeleken in bijvoorbeeld brandstofverbruik per passagierskilometer dan blijkt dat het grootste vliegtuig (gemid. 400 zitpl.) ca. 40% minder brandstof per passagierkilometer verbruikt vergeleken met het kleinste vliegtuig en ca. 6% minder dan het gemiddelde vliegtuig. Tussen 2005 en 2015 stijgt de brandstofefficiency (in kg per passagierkm) met ca. 8%. De brandstofefficiency per vliegtuigkilometer en per zitplaatskilometer stijgen daarentegen met slechts 3 tot 4%. Dit wordt verklaard door de toename van de bezettingsgraden tussen 2003 en 2015 (PROLIN).

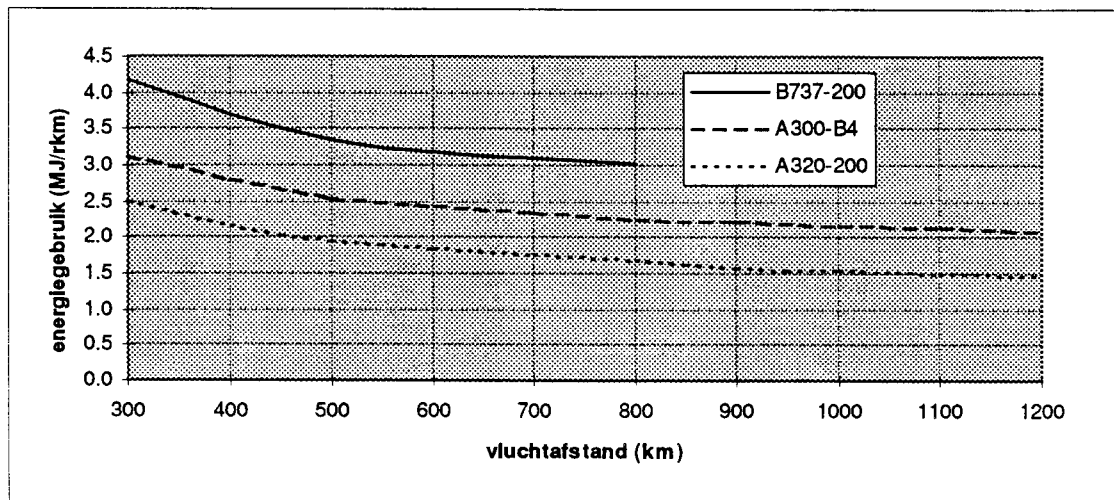
*Tabel 4: Brandstofefficiency naar vliegtuig grootte, bestemming en zichtjaar*

aantal plaatsen:		25	50	100	150	220	400	Totaal
kg/vliegtuigkm.	2005	0.7	1.1	3.1	3.7	6.0	9.5	5.9
	2015	0.7	1.1	2.9	3.5	5.4	9.3	5.7
kg/zitplaatskm.	2005	0.028	0.022	0.031	0.025	0.027	0.024	0.025
	2015	0.028	0.022	0.029	0.023	0.025	0.023	0.024
kg/passagierkm.	2005	0.048	0.038	0.052	0.039	0.039	0.032	0.035
	2015	0.048	0.038	0.048	0.036	0.034	0.030	0.032

bron: LUMIS

In tabel 4 is geen onderscheid gemaakt binnen vliegtuigklassen naar brandstofverbruik voor Europese en intercontinentale vluchten. Er is echter wel een invloed van vluchtafstand op brandstofverbruik per vliegtuigkilometer. Wordt een vlucht van 500

km met een groot vliegtuigtype als uitgangspunt genomen dan zal een vlucht van 1000 km ca. 17-30% en een vlucht van 2000 km 45% minder energie per passagierskilometer gebruiken (Bleijenberg en Moor, 1993). Een vlucht van 200 km gebruikt 50-90% meer energie per passagierskilometer. In figuur 1 is voor drie vliegtuigtypen het energiegebruik per passagierkilometer in relatie tot de vluchtafstand weergegeven. De figuur bevestigt dat het energiegebruik op kleine afstanden aanmerkelijk hoger is dan op grote afstanden.



Figuur 1: Brandstofverbruik per passagierkilometer in MJ (bron: Hofstetter, 1992)

Aan de hand van tabel 4 is het brandstofverbruik naar vliegtuigtype en bestemming voor 2015 berekend (zie tabel 5). In tabel 5 is de informatie uit figuur 1 niet verwerkt bij gebrek aan informatie voor de kleinere vliegtuigtypen. Het blijkt dat bijna 80% van het brandstofgebruik ten behoeve van alle vluchten vanaf Schiphol wordt gebruikt voor intercontinentale vluchten.

Tabel 5: Verdeling brandstofverbruik

aantal plaatsen:	25	50	100	150	220	400	Totaal
BG 2003 (absoluut)							
Europa	26	26	311	340	208	57	968
Intercontinentaal	3	3	87	253	629	2587	3561
BG 2015 (absoluut)							
Europa	33	38	439	547	334	99	1490
Intercontinentaal	5	5	115	349	891	4057	5421
BG 2003 (relatief)							
Europa	90%	90%	78%	57%	25%	2%	21%
Intercontinentaal	10%	10%	22%	43%	75%	98%	79%
BG 2015 (relatief)							
Europa	87%	89%	79%	61%	27%	2%	22%
Intercontinentaal	13%	11%	21%	39%	73%	98%	78%

De Europese vluchten kunnen worden gesplitst in EU en niet EU. Uit berekeningen, gebaseerd op PROLIN blijkt dan in BG-2003 19% van brandstofverbruik op Europese vluchten EU vluchten betreft, en 2% niet EU-vluchten.

Bij de berekeningen is verondersteld dat de verdeling van de vliegtuigkilometers naar herkomst en bestemming gelijk is aan de verdeling van de passagiers. Met andere woorden: passagiersgegevens zijn gebruikt om vliegtuiggegevens af te leiden. Bij de berekeningen is uitgegaan van zowel herkomst-bestemmingspassagiers als transferpassagiers. Indien een reiziger vliegt van de USA naar Amsterdam en vervolgens naar Parijs, is het deel Amsterdam-Parijs als intra-Europees beschouwd.