
Actualisatie AEOLUS model

Eindrapport

MARCO KOUWENHOVEN,
STEFAN GREBE

17 juni 2015

Project 14010

Inhoud

Samenvatting	v
HOOFDSTUK 1 Introductie	1
HOOFDSTUK 2 Beschrijving van de aanpassingen	3
2.1 Taak 1: Prognoses tot 2050 mogelijk maken	3
2.2 Taak 2: OD reizigers splitsen in “originating” en “destinating”	3
2.3 Taak 3: LTO emissies voor regionale luchthavens berekenen.....	4
2.4 Taak 4: Berekening van het wereldwijde brandstofverbruik.....	4
2.5 Taak 5: Aanpassing van de wijze waarop de prijselasticiteit in het model wordt meegenomen.....	5
2.6 Taak 6: Nieuw basisjaar	5
2.6.1 Nieuwe basismatrix	6
2.6.2 GTU verdelingen	7
2.6.3 Landzijdige level-of-service als hoofdtransport	7
2.6.4 Level-of-service voor voortransport.....	8
2.7 Taak 7: Nieuw toekomstjaar	9
2.8 Taak 8: Update modelcoëfficiënten.....	10
2.9 Kalibratie van het basisjaar	11
HOOFDSTUK 3 Effect van de aanpassingen	13
3.1 Test run	13
3.2 Effect van splitsing originating en destinating.....	18
3.3 LTO emissies op regionale vliegvelden	19
3.4 Wereldwijd brandstofverbruik.....	20
3.5 Vertrekluchthavenkeuze	21
3.6 Testprogramma CPB	23
3.6.1 Inkomensgroei	24
3.6.2 Handelsgroei	27
3.6.3 Bevolkingsgroei	29
3.6.4 Aanpassing van de inkomenselasticiteiten	30
3.6.5 Verhoging benzineverbruik bij auto’s	31
3.6.6 Verhoging parkeerkosten bij Schiphol	32

Referenties	35
APPENDICES.....	37
Appendix A: Actualisatie basisjaar	39

Samenvatting

Tussen september 2014 en maart 2015 is het AEOLUS model geactualiseerd. Dit model wordt sinds 2004 door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu gebruikt voor het maken van prognoses van de ontwikkeling van de luchtvaart in Nederland en in het bijzonder voor het verkennen van toekomstscenario's. Sinds de eerste versie is het model al diverse malen geactualiseerd en verbeterd. Voor het laatst is dit gebeurd in 2010/2011. Die versie (versie AEOLUS-G2) gebruikt 2006 als basisjaar. Dat wil zeggen dat alle prognoses worden gemaakt uitgaande van de vervoersstromen en passagiersaantallen in dat jaar. Door terugval van de luchtvaart als gevolg van de economische crisis liepen de passagiersstromen niet volgens normale patronen. Daardoor is destijds besloten geen recenter basisjaar te gebruiken.

Echter, voor nieuwe prognoses is een model met een basisjaar van meer dan 8 jaar geleden steeds minder goed bruikbaar. Aangezien de passagiersstromen hersteld zijn, heeft het Ministerie besloten het model opnieuw te laten actualiseren en 2013 als basisjaar te gaan gebruiken (dit is het meest recente jaar waarvoor volledige data beschikbaar waren aan het begin van dit project).

Samen met deze actualisatie zijn ook enkele technische verbeteringen aan het model aangebracht:

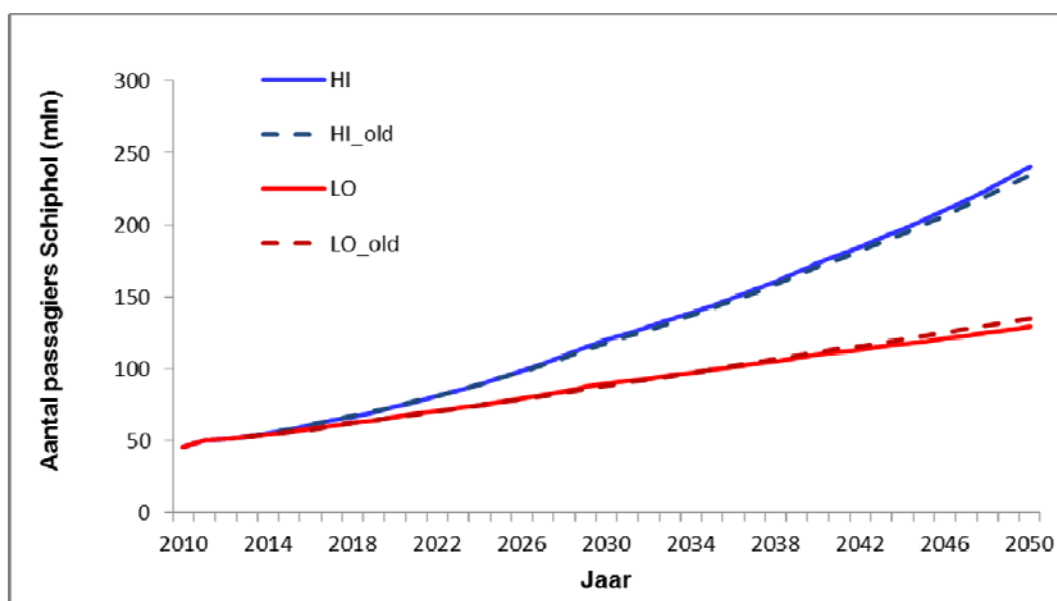
- in de nieuwe versie kunnen prognoses tot 2050 worden gemaakt, terwijl dit in de oude versie slechts tot 2040 kon;
- de ontwikkeling van “Origin/destination”-reizigers (= OD reizigers, of te wel reizigers die een Nederlandse luchthaven als eerste of laatste luchthaven in hun reis gebruiken) wordt apart bepaald voor "originating" en "destinating" reizigers. Dit zijn reizigers die elders woonachtig zijn en naar Nederland vliegen voor een zakenreis, vakantie, bezoek aan vrienden/familie etc., respectievelijk reizigers die in Nederland (en naaste omgeving) woonachtig zijn en naar elders vliegen;
- uitgebreidere milieu-uitvoer: in de nieuwe versie worden ook de zogenaamde LTO-emissies (dit zijn de emissies van koolmonoxide (CO), stikstofoxides (NO_x), zwaveldioxide (SO₂), vluchtige organische stoffen (VOS) en fijnstof (PM10) tijdens de start en landingsfase van een vliegtuig) op regionale luchthavens berekend en weggeschreven. Tevens wordt het wereldwijde brandstofverbruik door alle vliegtuigen bepaald;
- aanpassing van de wijze waarop een ticketprijsverandering in het model doorwerkt: in het verleden ging dit via een complexe logsum-methode. Hoewel dit

op papier een hele goed methode is, gaf dit in de specifieke praktijk van het AEOLUS model enkele ongewenste effecten die lastig te verklaren waren. Vanaf nu wordt het effect van een ticketprijsverandering rechtstreeks via een simpele prijselasticiteit meegenomen;

- update van de modelcoëfficiënten (zoals de reistijdwaardering) op basis van de meest recente inzichten;

Met de nieuwe versie van het model (AEOLUS-G3) is een uitgebreid testprogramma uitgevoerd. Allereerst is gekeken naar de absolute hoogte van de prognoses. Nadat AEOLUS-G2 was aangepast om prognoses tot 2050 mogelijk te maken zijn er prognoses gemaakt in het kader van een ander project voor het CPB en het PBL (eerste verkenning van nieuwe WLO scenario's) (PBL & CPB, 2014). Met dezelfde invoer zijn ook prognoses met de nieuwe versie van het model gemaakt. Figuur S1 toont de prognoses voor het (aangepaste) oude model en het nieuwe model voor twee toekomstscenario's. Hieruit blijkt dat het totaal aantal passagiers op Schiphol in beide modellen in 2050 nagenoeg gelijk is.

Figuur S1: Totaal aantal passagiers die van luchthaven Schiphol gebruik maken in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.

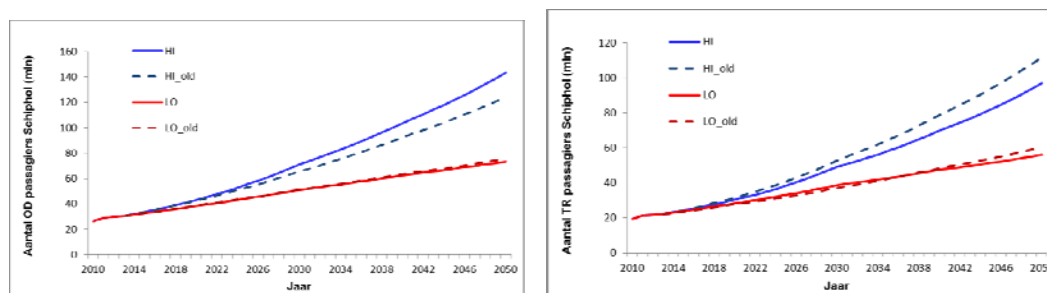


In Figuur S2 wordt een onderscheid gemaakt tussen OD-passagiers (links) en transferpassagiers (rechts). In het lage scenario is de prognose voor beide type passagiers nagenoeg gelijk tussen beide modellen. Echter, in het hoge scenario is het aantal OD-passagiers duidelijk hoger en het aantal transfer passagiers beduidend lager in de nieuwe versie van het model. De verandering van de prognose van het aantal OD-passagiers komt door een andere vertrekluchthavenkeuze, waardoor reizigers een iets andere afweging maken tussen kort of lang vervoer. De verandering van het aantal transferpassagiers komt voornamelijk doordat reizigers een iets andere afweging maken tussen rechtstreeks

vliegen en indirect vliegen. Beide aanpassingen zijn het gevolg van de aanpassing van de modelcoëfficiënten en de herkalibratie van het model.

Het transferpercentage (het percentage transferpassagiers als deel van het totaal aantal passagiers) daalt in het nieuwe model van 42% in 2013 naar 40% in 2050, terwijl het in het oude model stijgt naar 47%. Deze laatste groei werd door experts in het verleden aan de hoge kant bevonden. De nieuwe prognoses zijn meer plausibel.

Figuur S2: Aantal OD passagiers (links) en transferpassagiers (rechts) in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.



Daarnaast zijn ook de prognoses van het totaal aantal vliegbewegingen en de omvang van het vrachtvolume vergeleken. Hierbij zijn, zoals verwacht, geen grote verschillen ontdekt.

Vervolgens is er gekeken naar de gevoeligheden van het model voor veranderingen in de invoer: andere inkomensgroei, andere handelsgroei, andere bevolkingsgroei, andere inkomenselasticiteit, andere parkeerkosten, ander benzineverbruik en andere ticketprijsontwikkeling. Tabel S1 geeft een overzicht van hoe een verandering in de invoer doorwerkt in de prognose voor 2030 van het aantal passagiers op Schiphol. In 2011 heeft het CPB deze gevoeligheden al voor eerdere versies van AEOLUS getest. De gevoeligheden van het nieuwe model zijn in overeenstemming met de gevoeligheden in eerdere versies.

Tabel S1: Gevoeligheid voor de prognose van het aantal passagiers op Schiphol in 2030 bij wijziging van de invoer.

Gevoeligheidstest	HOOG scenario 2030 (x 1 miljoen)	Relatief (na 17 jaar)
Basisscenario: aantal passagiers op Schiphol	119.0	
Inkomensgroei 1% per jaar hoger	131.6	11%
Handelsgroei 1% per jaar hoger	122.7	3%
Bevolkingsgroei 1% per jaar hoger	129.0	8%
Inkomenselasticiteit iets lager	114.1	-4%
Parkeerkosten 50% hoger	118.1	-1%
Verbruik 50% hoger	120.6	1%
Ticketprijsverhoging van +1% per jaar (i.p.v. ruim. -1% per jaar)	86.4	-27%

Dit rapport beschrijft de actualisatie van het AEOLUS model zoals uitgevoerd in 2014/2015. De nieuwe versie is AEOLUS G3. In totaal zijn er acht aanpassingen aangebracht, zoals beschreven in de offerte voor dit project (Significance & SEO, 2014). Deze indeling wordt ook in dit eindrapport aangehouden.

De aanpassingen kunnen in twee groepen worden ingedeeld: technische aanpassingen en aanpassingen aan de invoer en de coëfficiënten. Alle aanpassingen worden in hoofdstuk 2 beschreven. In hoofdstuk 3 presenteren we eerst de resultaten van een globale test run. Daarna worden de effecten van de aanpassingen beschreven en ten slotte worden de resultaten van een testprogramma gepresenteerd. De technische details van de aanpassingen staan in de Appendix weergegeven.

In dit hoofdstuk worden de aanpassing ten opzichte van AEOLUS versie G2 (Significance & SEO, 2011) beschreven die in deze actualisatie uitgevoerd zijn. Taak 1 t/m 5 zijn de technische aanpassingen. In Taak 6 wordt het basisjaar geactualiseerd en in Taak 7 het toekomstjaar. Taak 8 houdt de actualisatie van de modelcoëfficiënten in.

2.1 **Taak 1: Prognoses tot 2050 mogelijk maken**

In de eerdere versies van AEOLUS werden alle prognoses tot 2040 berekend. Omdat de nieuwe WLO scenario's tot 2050 lopen is besloten om ook de AEOLUS prognoses tot 2050 uit te breiden. Hiervoor is het nodig om alle invoerparameters uit te breiden voor de periode 2041 tot 2050 en moet de doorloop van het programma aangepast worden. Deze aanpassing heeft betrekking op alle delen van het programma.

In de oude AEOLUS versie G2 waren de vier oude WLO scenario's voorgeprogrammeerd: Global Economy (GE), Strong Europe (SE), Transatlantic Markets (TM) en Regional Communities (RC). In de actualisatie zijn ook de twee nieuwe WLO scenario's geïmplementeerd (Hoog (HO) en Laag (LA)). Een beschrijving van deze scenario's en de bijbehorende invoerparameterwaarden is in (PBL & CPB, 2014) gegeven. Het is met de nieuwe versie van AEOLUS nog steeds mogelijk om de oude WLO scenario's door te rekenen. Dan zijn de aannames voor de periode 2041-2050 gelijk aan de periode 2031-2040 en wordt de luchtzijdige level-of-service die oorspronkelijk gemaakt was voor 2020 en 2040 gebruikt voor de jaren 2030 en 2050.

2.2 **Taak 2: OD reizigers splitsen in "originating" en "destinating"**

In de eerdere versies werden reizigers naar hun reismotief (zakelijk en niet-zakelijk) uitgesplitst. Door dit onderscheid is het mogelijk verschillen in hun reisgedrag mee te nemen, hetgeen kan leiden tot andere groeicijfers en andere reacties op bijvoorbeeld capaciteitsbeperkingen of beleidsmaatregelen.

Naast gedragsverschillen tussen zakelijk en niet-zakelijke passagiers bestaan er ook verschillen in het reisgedrag van "originating" en "destinating". In het hele rapport worden de volgende definities gebruikt:

- **Originating:** Dit zijn inwoners van Nederland en direct omliggende delen in het buitenland die een luchthaven in de "catchment area" (Nederland, België,

Luxemburg, noordelijk deel Frankrijk, westelijk deel Duitsland) gebruiken om ergens anders naartoe te reizen. Ze beginnen hun vliegreis in dit gebied en keren aan het einde van hun reis hier naar terug. Omdat het onwaarschijnlijk is dat inwoners van België of Luxemburg per vliegtuig naar Nederland reizen, worden reizigers uit deze landen altijd als “originating” ingedeeld. Een reiziger uit Duitsland en Frankrijk die via een Nederlandse luchthaven reist, kan zowel een destinating als een originating passagier zijn. Dit is afhankelijk van hun bestemming. Duitsers tellen als originating als ze niet naar Duitsland vliegen en Fransen worden als originating geteld als hun bestemming niet in Frankrijk is.

- **Destinating:** In deze groep bevinden zich alle passagiers die niet uit Nederland, Luxemburg of België komen plus alle Duitsers die terug naar Duitsland reizen en alle Fransen die terug naar Frankrijk reizen. Deze passagiers beginnen hun reis ergens op de wereld, arriveren op een luchthaven in de “catchment area” en reizen uiteindelijk weer richting hun herkomstzone.

Er zijn twee redenen waarom deze splitsing gedaan is. Ten eerste zijn er verschillen in reisgedrag. Veel originating passagiers (vooral Nederlanders) hebben een voorkeur om met KLM in plaats van een andere full service carrier te vliegen. Ook hebben zij vaak een auto ter beschikking om naar het vliegveld te reizen, terwijl destinating passagiers dat niet hebben.

Een tweede reden is dat we de passagiersaantallen met de macro-economische cijfers van hun herkomstregio kunnen laten ontwikkelen. Een sterke bevolkings- of inkomensgroei in bijvoorbeeld Zuidoost Azië gaat ervoor zorgen dat meer reizigers uit deze regio naar Nederland reizen. Dit hoeft niet noodzakelijkerwijs te zorgen voor een groei van het aantal Nederlanders dat naar Azië reist. In de oude versie groeide het aantal passagiers op basis van het gemiddelde van de macro-economische cijfers van de herkomst- en bestemmingszone. In Appendix A.1 wordt de methode beschreven waarmee de nieuwe basismatrix gesplitst wordt in originating en destinating. De verschillen in hun keuzegedrag worden in paragraaf 2.8 besproken.

2.3 **Taak 3: LTO emissies voor regionale luchthavens berekenen**

In de eerdere versies van AEOLUS werden alleen voor Schiphol de Landing/Take-Off (LTO) emissies (i.e. uitstoot van CO, NO_x, VOS, SO₂ en PM₁₀ tijdens de landing en opstijgfase van de vlucht) berekend. In deze geactualiseerde versie worden dezelfde berekeningen ook voor de regionale luchthavens Rotterdam, Eindhoven, Maastricht, Groningen en Lelystad uitgevoerd. Voor iedere luchthaven is de mix van de vliegtuigvloot (i.e. de grootte- en technologieklassen van de landende en vertrekkende vliegtuigen) bekend en per klasse is de uitstoot bekend. Deze worden opgeteld tot de totale emissie per vliegveld.

2.4 **Taak 4: Berekening van het wereldwijde brandstofverbruik**

Door de steeds grotere belangstelling voor de milieuaspecten is ook de berekening van het wereldwijde brandstofverbruik van vliegverkeer in AEOLUS opgenomen. Deze is

eenvoudig uit de wereldwijde CO₂ emissies af te leiden die al in eerdere versies van AEOLUS berekend werden. Het lineaire verband tussen brandstofverbruik F (in liter) en CO₂ emissie E (in kg) is $F = E / 3.11$ (Significance & SEO, 2007).

De CO₂ emissie is al in een eerdere versie van AEOLUS ingebouwd, dus de omvang van het brandstofverbruik is daar eenvoudig uit af te leiden.

2.5 Taak 5: Aanpassing van de wijze waarop de prijselasticiteit in het model wordt meegenomen

De prijselasticiteit beschrijft de afhankelijkheid van de vraag naar vliegen van de ticketprijs. Lagere ticketprijzen zorgen voor meer reizigers tussen een herkomst- en een bestemmingszone. In het model wordt voor zakelijke reizigers een prijselasticiteit van -0.5 en voor niet-zakelijke reizigers een prijselasticiteit van -1.0 aangenomen. In eerdere versies was de prijselasticiteit slechts indirect via de logsum geïmplementeerd:

$$PAX_{growth} = \left(\frac{Logsum(year)}{Logsum(year-1)} \right)^{\delta}$$

De elasticiteit δ was zodanig afgesteld dat de prijselasticiteit gemiddeld over alle herkomst- en bestemmingsparen de genoemde waarden had. Hierdoor waren er verschillen in de prijselasticiteiten voor verschillende routes. Dit is niet logisch.

De logsum elasticiteit bevat naast de prijsafhankelijkheid, ook de frequentie afhankelijkheid en de reistijd afhankelijkheid. In het geactualiseerde model zijn deze afhankelijkheden gesplitst. Per zone-zone combinatie wordt per jaar de gemiddelde ticket prijs (AvPrice), de gemiddelde vluchtfrequentie (AvFreq) en de gemiddelde vluchttijd (AvTime) berekend. Voor alle drie variabelen wordt de waarde van het prognosejaar met het jaar ervoor vergeleken om de marktgroei te bepalen:

$$PAX_{growth} = \left(\frac{AvPrice(year)}{AvPrice(year-1)} \right)^{\delta_p} \cdot \left(\frac{AvFreq(year)}{AvFreq(year-1)} \right)^{\delta_f} \cdot \left(\frac{AvTime(year)}{AvTime(year-1)} \right)^{\delta_r}$$

Voor de reistijd elasticiteit δ_r gebruiken we dezelfde waarden als voor de prijselasticiteit δ_p (-0.5 voor zakelijk en -1.0 voor niet-zakelijke passagiers). Voor de frequentie elasticiteit δ_f is voor zakelijke en niet-zakelijke passagiers een waarde van 0.1 geïmplementeerd. Deze waarde komt overeen met de impliciete waarde uit AEOLUS G2 en waarden uit eerder onderzoek (Kroes, 2015, private communicatie).

2.6 Taak 6: Nieuw basisjaar

Het basisjaar van de AEOLUS G2-versie is 2006, dus nog voor de economische crisis. De werkelijkheid en de prognoses voor het aantal reizigers en de hoeveelheid vracht liggen daarom op dit moment ver uit elkaar. Om voor de crisis te corrigeren zijn de prognoses bij recente projecten geschaald. Daardoor zijn vermijdbare onnauwkeurigheden ontstaan die door een actualisatie van het basisjaar en de bijhorende kalibratie gecorrigeerd worden. Als

nieuw basisjaar is voor het meest recente jaar gekozen waarvoor alle belangrijke data beschikbaar is (2013).

In de nieuwste versie van de WLO scenario's wordt als basisjaar 2010 gebruikt. Om hieraan goed aan te sluiten zijn voor de jaren 2010 t/m 2012 de daadwerkelijke passagiersgetallen aan de output toegevoegd.

In de volgende paragrafen worden de belangrijkste stappen beschreven die uitgevoerd zijn om het basisjaar te actualiseren. Gedetailleerde informatie zoals de exacte methodes die gebruikt zijn om de nieuwe basismatrix, de GTU verdelingen en de landzijdige level-of-service bestanden (hoofdtransport en voortransport) te bepalen, wordt in de appendix gegeven.

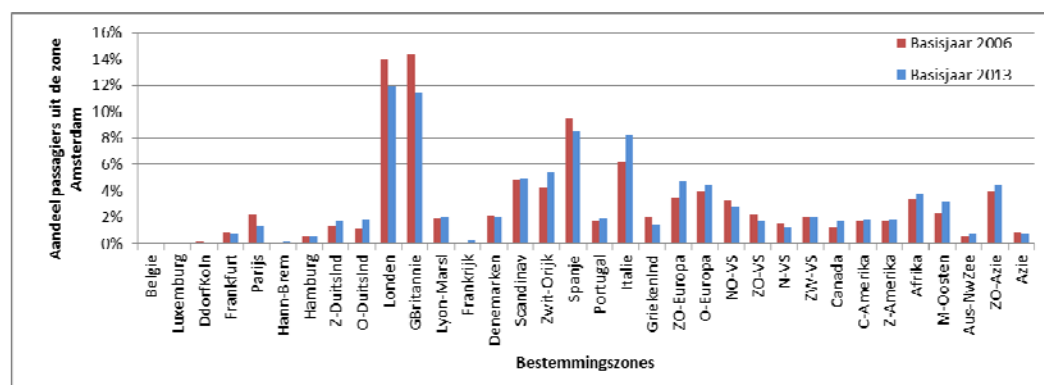
2.6.1 Nieuwe basismatrix

De basismatrix bevat de waargenomen passagiersstromen in het basisjaar 2013. Per reismotief (zakelijk, niet-zakelijk) en per type reiziger (originating, destinating) staat in deze matrix hoeveel passagiers van een herkomstzone naar een bestemmingszone gereisd zijn. Deze matrix wordt aan het begin van AEOLUS ingelezen en is de basis voor de prognoses van alle toekomstige jaren.

De bron voor de basismatrix is de Schiphol enquête (Schiphol Group, 2013) waarbij door ons de herkomst- en bestemmingsluchthavens naar AEOLUS zones zijn vertaald en op basis van herkomst, bestemming en woonland een indeling naar type passagier is gemaakt. De data is op AEOLUS zone niveau geaggregeerd. Voor details zie Appendix A.1.

Als voorbeeld voor de veranderingen tussen het basisjaren 2006 en 2013 zijn in Figuur 1 de aandelen aan reizigers (zakelijke plus niet-zakelijke passagiers) tussen de zone Amsterdam en alle buitenlands zones voor beide jaren getoond. De grootste veranderingen zijn de relatieve daling in passagiersstromen tussen Amsterdam en Groot-Brittannië (inclusief Londen) en de relatieve stijging van verbindingen naar Italië.

Figuur 1: Aandelen van de bestemmingen die reizigers vanuit de zone Amsterdam bezoeken voor het oude en het nieuwe basisjaar. Frankrijk bevat alle regio's behalve Parijs en Groot-Brittannië alle regio's behalve Londen.



2.6.2 GTU verdelingen

De GTU bestanden bevatten de verdelingen van de grootte (G) en technologie (T) klassen van alle vliegtuigbewegingen die op Schiphol en de regionale luchthavens in het basisjaar in bepaalde tijdperiodes (U) plaatsgevonden hebben. Voor ieder toekomstjaar worden de GTU verdelingen aangepast. Dit is noodzakelijk door de vernieuwing van de vloot als reactie van de vliegmaatschappijen op het groeien van de markt, het ouder worden van bestaande vliegtuigen, technologische ontwikkelingen, capaciteitsrestricties en andere beleidsmaatregelen.

In de GTU bestanden wordt een onderscheid tussen passagierstoestellen en vrachtvliegtuigen gemaakt. In totaal zijn er 9 grootteklassen (1 t/m 9), 5 technologieklassen¹ (A, B, C, D, E) en 4 tijdperiodes (ochtend 07.00 tot 11.59, middag 12.00 tot 18.59, avond 19.00 tot 22.59 en nacht 23.00 tot 06.59). Voor het basisjaar hebben we de GTU verdelingen met behulp van een publiek beschikbare bron (Dutchplanespotters, 2015) opnieuw bepaald (voor details zie Appendix A.2).

Deze aanpassing maakt het ook noodzakelijk de verdeling van startende en landende vliegtuigen per GTU klasse te actualiseren. Deze verdeling is niet uniform omdat vluchten met/uit bepaalde bestemmingen typisch op bepaalde tijden vertrekken en aankomen. Ook hiervoor is de publiek beschikbare data gebruikt.

2.6.3 Landzijdige level-of-service als hoofdtransport

De keuzeset voor de hoofdmodekeuze bestaat voor reizigers in AEOLUS uit vier alternatieven: vliegtuig, auto, reguliere trein en hogesnelheidstrein. Voor herkomstbestemmingsparen binnen Europa zijn, afhankelijk van de beschikbaarheid van hogesnelheidstreinen, drie of vier alternatieven beschikbaar, voor intercontinentale verbindingen is alleen het vliegtuig een realistisch alternatief. In de hoofdvervoerwijzekeuze-module wordt de keuze tussen de alternatieven gesimuleerd. Deze keuze wordt bepaald aan de hand van de reistijden en reiskosten van de beschikbare alternatieven.

Deze tijden en kosten hebben we voor iedere Europese verbinding via publieke gegevens en door vergelijking met de uitkomsten van het LMS opnieuw bepaald. We hebben extra aandacht besteed aan het kiezen van een goede referentiestad per zone zodat de tijden, afstanden en kosten betrouwbare waarden krijgen. Een gedetailleerde beschrijving is in Appendix A.3 te vinden.

Tabel 1 toont een vergelijking van de oude en de nieuwe afstanden, reistijden en reiskosten voor twee voorbeeld routes van Nederland naar de AEOLUS zone Zwitserland-Oostenrijk. Voor Zwitserland-Oostenrijk gebruiken we Innsbruck als referentiestad omdat deze ongeveer op de gemiddelde afstand ligt. In de eerdere versie is blijkbaar een andere keuze gemaakt die voor kortere afstanden, lagere reistijden en reiskosten zorgde. Voor alle verbindingen zijn de tijden, afstanden en kosten nu op een veel nauwkeurigere manier bepaald.

¹ Voor de toekomst worden ook vliegtuigen uit twee nieuwere klassen (F en G) voorzien. In het basisjaar (2013) van AEOLUS bestaan deze nog niet.

Tabel 1: Afstanden (in km), rijtijden (in minuten) en kosten (in euro) voor de hoofdvervoermiddelen auto, reguliere trein en hogesnelheidstrein tussen twee Nederlandse zones en de zone Zwitserland-Oostenrijk (voor een niet-zakelijke reis).

	Herkomst	CarDist	CarTime	CarCost	TrainDist	TrainTime	TrainCost	TGVDist	TGVTime	TGVCost
2006	DenHaag	736	433	29	736	476	108	736	520	171
2006	Amsterdam	743	437	30	743	481	109	743	496	116
2013	DenHaag	936	482	37	936	530	150	936	318	262
2013	Amsterdam	943	486	38	943	535	151	943	321	264

2.6.4 Level-of-service voor voortransport

In AEOLUS wordt de keuze voor de voortransportmode net als de keuze voor de hoofdtransportmode op basis van tijden en kosten van de beschikbare alternatieven gemaakt. Het level-of-service bestand dat de nodige informatie over de toegang tot de vliegvelden voor de vervoerwijzen auto, (gewone) trein en hogesnelheidstrein bevat, hebben we geactualiseerd. Voor een gedetailleerde beschrijving van alle parameters en de exacte methode die gebruikt is om alle tijden, afstanden en kosten te bepalen, verwijzen we naar Appendix A.4.

In eerdere versies van AEOLUS waren de gegevens in het landzijdige LOS bestand voor voortransport grof geschat. Dit is nu volledig anders. Het nieuwe bestand is gebaseerd op de uitkomsten van de basis run voor 2010 van het Landelijke Model System LMS (Significance, 2011) en gecorrigeerd voor de prijsontwikkeling tot 2013. Het LMS heeft 1406 zones in Nederland en 158 externe zones. De tijden, kosten en afstanden worden gewogen met de bevolking per zone en in de veel minder fijne AEOLUS zones samengevoegd. Door het LMS te gebruiken is het ook voor het eerst mogelijk rekening te houden met de verschillen in voortransport voor zakelijke en niet-zakelijke passagiers.

Hierdoor zijn de gegevens veel realistischer geworden. Bij het voortransportmiddel auto zijn in tegenstelling tot eerdere versies nu al in het level-of-service bestand de totale kosten berekend. Tot nu toe werden de kosten via het brandstofverbruik en de brandstofkosten berekend. Een vergelijking van de oude en de nieuwe input waarden voor twee voorbeeldroutes naar Schiphol is in Tabel 2 gegeven. Grote verschillen zijn vooral bij de voortransporttijden voor de trein uit Hilversum te zien. Dezelfde soort verschuivingen hebben we bij een deel van de andere AEOLUS zones ook waargenomen. In de data is ook te zien dat zakelijke passagiers in de trein vaker voor de eerste klasse kiezen dan niet-zakelijke passagiers en daardoor hogere kosten hebben. Ook kunnen de reistijden voor zakelijke en niet-zakelijke passagiers anders zijn. De reden is dat ze naar verschillende gemiddelde locaties in de zones reizen.

Tabel 2: Twee voorbeeldroutes naar Schiphol voor alle voortransport modes in AEOLUS. Afstanden zijn in km, tijden in minuten en kosten in Euro. Als verbindingen niet beschikbaar zijn hebben ze een waarde van 99999.

versie	motief	ZoneName	CarDist	CarTime	CarCost	TrainDist	TrainTime	PreTrainTime	AfterTrainTime
G2	all	Hilversum	36	27		41	56	27	5
G2	all	Rotterdam	64	44		68	40	14	5
G3	nzak	Hilversum	40	33	4	38	34	7	5
G3	nzak	Rotterdam	67	50	7	70	38	16	5
G3	zak	Hilversum	40	33	4	38	36	5	5
G3	zak	Rotterdam	69	50	7	71	41	14	5

versie	motief	ZoneName	TrainCost	TGVDist	TGVTime	PreTGVTime	AfterTGVTime	TGVCost
G2	all	Hilversum	6	41	999999	27	5	999999
G2	all	Rotterdam	13	68	24	14	5	21
G3	nzak	Hilversum	7	99999	99999	99999	5	999999
G3	nzak	Rotterdam	17	70	23	16	5	31
G3	zak	Hilversum	9	99999	99999	99999	5	999999
G3	zak	Rotterdam	20	71	25	14	5	36

2.7 Taak 7: Nieuw toekomstjaar

In de oude versie van AEOLUS zijn prognoses berekend van 2006 tot 2040. Voor de berekeningen werden de luchtzijdige level-of-service bestanden van het basisjaar 2006, het jaar 2020 en het finale jaar 2040 gebruikt. Door de actualisatie van het basisjaar naar 2013 en de uitbreiding van de prognoses over de jaren 2041 - 2050 was het ook nodig de LOS bestanden te actualiseren. We hebben hiervoor nieuwe luchtzijdige LOS bestanden voor 2013, 2030 en 2050 van SEO ontvangen.

Deze bestanden zijn gemaakt met behulp van het NetCost model. Dit is een model dat door SEO is ontwikkeld. In het basisjaar wordt op basis van de OAG database (met correcties voor ontbrekende chartervluchten) een tabel gemaakt met alle rechtstreekse verbindingen tussen twee luchthavens, inclusief de benodigde reistijd en de beschikbare frequenties. Dit gebeurt zowel voor Schiphol en de andere grote luchthavens als voor alle relevante regionale luchthavens. Op basis van enkele rekenregels worden vervolgens hier de indirecte vliegalternatieven aan toegevoegd. Met behulp van de MIDT database uit 2010 (door de dataleverancier aangevuld met correcties voor ontbrekende informatie over rechtstreeks bij de maatschappijen geboekte vluchten) door is een prijsmodule gebouwd die voor elke vliegverbinding (rechtstreeks of indirect) een inschatting geeft van de prijs voor een zakelijke en een niet-zakelijke reis.

De luchtzijdige LOS voor de toekomstjaren worden ontwikkeld op basis van het bestand voor het basisjaar, in combinatie met aannames over de ontwikkeling van het netwerk, de frequenties, de reistijden en de reiskosten. De aannames voor de toekomstige LOS die voor dit rapport zijn gebruikt, staan beschreven in de CPB/PBL notitie "WLO Mobiliteit: Luchtvaart – stand van zaken november 2014" die geschreven is ten behoeve van het midtermseminar over de ontwikkeling van nieuwe WLO scenario's.

2.8 Taak 8: Update modelcoëfficiënten

De model coëfficiënten beschrijven de gevoeligheid van het model voor veranderingen in de toekomst. Hun bepaling vereist dus veel zorg. We hebben de meest recente studies en data gebruikt om de geactualiseerde model coëfficiënten te bepalen.

Value of time

In (Significance, VU Amsterdam, John Bates Service, 2013) zijn voor het jaar 2010 de values-of-time (VOT) voor zakelijke en niet-zakelijke vliegtuigpassagiers in Nederland empirisch bepaald. Voor het voortransport komen de meest actuele waarden voor de VOT uit (Koster, 2011) en (Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KIM), 2014). Alle VOT's zijn voor de inflatie en de BBP groei gecorrigeerd naar het jaar 2013.

Tot nu toe is een gemiddelde VOT voor de hele reis (inclusief voortransport) gehanteerd met een onderscheid tussen zakelijke en niet-zakelijke passagiers. Echter, de waardering van een snelle verbinding is bij voortransport en bij de vliegreis anders. Deze verschillen worden door het implementeren van een aparte value-of-time voor voortransport meegenomen. De nu gebruikte waarden en de vergelijking met de VOT uit AEOLUS G2 staan in Tabel 3. De VOT's voor een vliegreis zijn duidelijk hoger dan de VOT's voor voortransport en de gemiddelde VOT uit AEOLUS G2.

Tabel 3: Value-of-time in Euro voor versie G2 en de nieuwe versie G3.

versie	G2 (2006)	G3 (2013)	
	allen	Voortransport	Vliegreis
Zakelijk	52.00	34.74	92.14
Niet-zakelijk	20.80	19.67	50.50

Kostencoëfficiënten voor voortransport

De kostencoëfficiënten voor voortransport beschrijven de gevoeligheid van de voortransportkeuze naar de luchthaven voor prijsveranderingen. Op basis van de Schiphol enquête hebben we een toegangskeuzemodel geschat (zie Appendix A.7) en kostencoëfficiënten voor zakelijke en niet-zakelijke, originating en destinating passagiers geschat. Om de coëfficiënten te bepalen hebben we de gegevens uit de level-of-service voor voortranspoort aan de data van de Schiphol enquête gekoppeld en een multinomiaal logit model geschat. De gevondene coëfficiënten worden in Tabel 4 getoond en met de oude coëfficiënten vergeleken. In vergelijking met de oude coëfficiënten zijn de absolute waarden nu groter. De passagiers zijn nu kostengevoeliger. Niet-zakelijke passagiers hebben net als in de oude versie een hogere kostengevoeligheid dan zakelijke passagiers (die hun reis meestal niet zelf hoeven te betalen). Door de splitsing in originating en destinating passagiers kan voor het eerst deze afhankelijkheid in AEOLUS ook gemodelleerd worden. Uit de data blijkt dat destinating passagiers een hogere kostengevoeligheid hebben dan originating passagiers. Dat kan ook met de gemiddeld hogere kosten te maken hebben omdat deze passagiers vaak niet over kortingskaarten beschikken of van te voren een goedkope taxi weten te regelen.

Tabel 4: Kostencoëfficiënten voor vortransport.

versie	G2 (2006)	G3 (2013)	
	allen	originating	destinating
Zakelijk	-0.01933	-0.02616	-0.03804
Niet-zakelijk	-0.03549	-0.04561	-0.06618

Kostencoëfficiënten voor routekeuze en hoofdvervoerkeuze

Aangezien er geen data beschikbaar zijn om deze coëfficiënten te meten, zijn deze op basis van plausibiliteit en eerdere versies van AEOLUS vastgesteld.

2.9 Kalibratie van het basisjaar

De invoer van alle nieuwe coëfficiënten en het actualiseren van het basisjaar maakt een volledige kalibratie van het model nodig. In de kalibratie worden de alternatief specifieke constanten (ASCs) zo afgesteld dat de berekende aantallen in het basisjaar met de daadwerkelijke cijfers overeenkomen. De meeste waargenomen aantallen komen uit de Eurostat database (European Commission, 2014). De kalibratie van het basisjaar is in stappen uitgevoerd. In iedere stap worden correctiefactoren voor de utility bepaald. De stappen zijn:

- Aantal OD-passagiers: Na de kalibratie komen de aantallen OD passagiers op alle luchthavens in de catchment area van Schiphol met het waargenomen aantallen overeen. De maximale afwijking voor een Nederlandse luchthaven is +0.54% voor Rotterdam en voor een Niet-Nederlandse luchthaven -1.48% voor de luchthaven Charles de Gaulle in Parijs. De gemiddelde afwijking over alle luchthavens is 0.68%. Deze precisie is voldoende voor het doel van het model.
- Aantal transfer passagiers: Voor de hubs² Amsterdam, Brussel, Frankfurt en Parijs is de gemiddelde afwijking 0.05% met een maximale afwijking voor Schiphol van -0.08%. Deze resultaten zijn bijna perfect.
- Percentage passagiers op AMS dat via een hub naar de eindbestemming vliegt: Uit de Schiphol enquête weten we dat 14.5% van alle passagiers van Schiphol indirect hun bestemming bereikt. Dit percentage wordt naar de kalibratie met +0.21% heel licht overschat. Dat resultaat is zeer goed.
- Marktaandeel allianties op Schiphol: Het gemiddelde verschil in marktaandeel op Schiphol is 0.02%. De grootste afwijking is bij Star Alliance met +0.04%.
- Aanbrengen van schaalfactoren opdat in het basisjaar het aantal passagiersvliegtuigbewegingen bij de Nederlandse luchthavens, in Frankfurt en in

² In AEOLUS worden de transferaantallen in Amsterdam, Brussel, Parijs en Frankfurt gekalibreerd, maar niet op Londen. Dit komt omdat Brussel, Parijs en Frankfurt binnen de catchment area van Schiphol liggen en Londen niet. Het achterland van de luchthavens in Londen worden niet in detail meegenomen, en daarom wordt het aantal OD-passagiers daar niet gekalibreerd. Daarom heeft het ook niet veel zin om het transferaantal op die luchthaven te kalibreren.

Parijs correct zijn. De gemiddelde afwijking is 0.02% met een maximale afwijking voor Groningen met -0.06%.

- Aanbrengen van schaalfactoren om de hoeveelheid vracht in Amsterdam, Frankfurt en Parijs te matchen. De gemiddelde afwijking is 0.01% met een maximale afwijking van 0.29% voor Parijs.
- Om het aantal vrachtluchten voor deze drie vliegvelden correct in te stellen zijn correcties op de hoeveelheid belly vracht in passagiersvliegtuigen en de beladingsgraad in vrachtvliegtuigen aangepast. De gemiddelde afwijking is na de kalibratie 0.21% met een maximale afwijking van 0.36% voor Frankfurt.
- Door het aanbrengen van schaalfactoren komen de TVG waarden en de LTO-emissies precies met de waargenomen waarden uit de handhavingsrapportage van Schiphol overeen.
- Afstellen van de ASC's voor de voortransportkeuze voor de vier reizigersgroepen (zakelijk/niet-zakelijk en originating/destinating). We vergelijken voor alle reizigers naar Schiphol met welk van de vijf voortransport modes (auto, kiss-fly, taxi, trein, hogesnelheidstrein) ze naar de luchthaven reizen. In totaal zijn er $4 * 5 = 20$ ASCs. De ASCs zijn zo ingesteld dat de data uit de Schiphol enquête goed beschreven wordt. Alleen de uitsplitsing van treinen in hogesnelheidstreinen en reguliere treinen kan op basis van de Schiphol data niet gekalibreerd worden omdat deze splitsing in de data ontbreekt. De gemiddelde afwijking na de kalibratie is 0.82% en de maximale afwijking is 2.0% voor zakelijke destinatie passagiers die als voortransport mode voor de trein hebben gekozen.
- Voor de keuze van de hoofdvervoerwijze worden voor reizen binnen Europa de alternatieven auto, trein, hogesnelheidstrein en vliegtuig gemodelleerd. Voor lange afstandsreizen is voor de hoofdvervoerwijze weinig data beschikbaar. Als referentie gebruiken we (Goeverden, 2006). In deze bron wordt de mode share voor de alternatieven auto, trein en vliegtuig gegeven. De gemiddelde afwijking is 1.10 % met een maximale afwijking van +1.6% voor het alternatief trein.

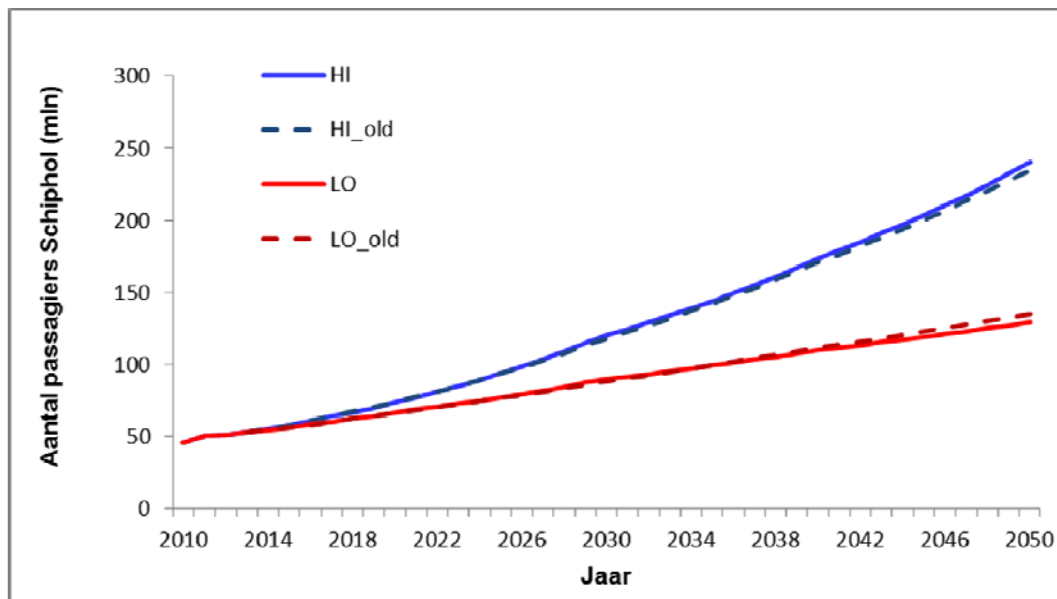
De in dit hoofdstuk gepresenteerde resultaten hebben alleen het doel om de effecten van de technische aanpassingen van AEOLUS te beschrijven. Alle resultaten zijn geproduceerd met een tussenversie van de actualisatie van de inputparameters uit november 2014. De resultaten kunnen daarom niet gebruikt worden om conclusies te trekken over de overall ontwikkeling van de luchtvaart in Nederland. Op dit moment wordt aan een geactualiseerde versie van de inputwaarden gewerkt. Deze is onderdeel van de WLO2 scenario's. De uitkomsten van deze runs gaan de ontwikkeling van de luchtvaart in Nederland tot 2050 voorspellen.

3.1 **Test run**

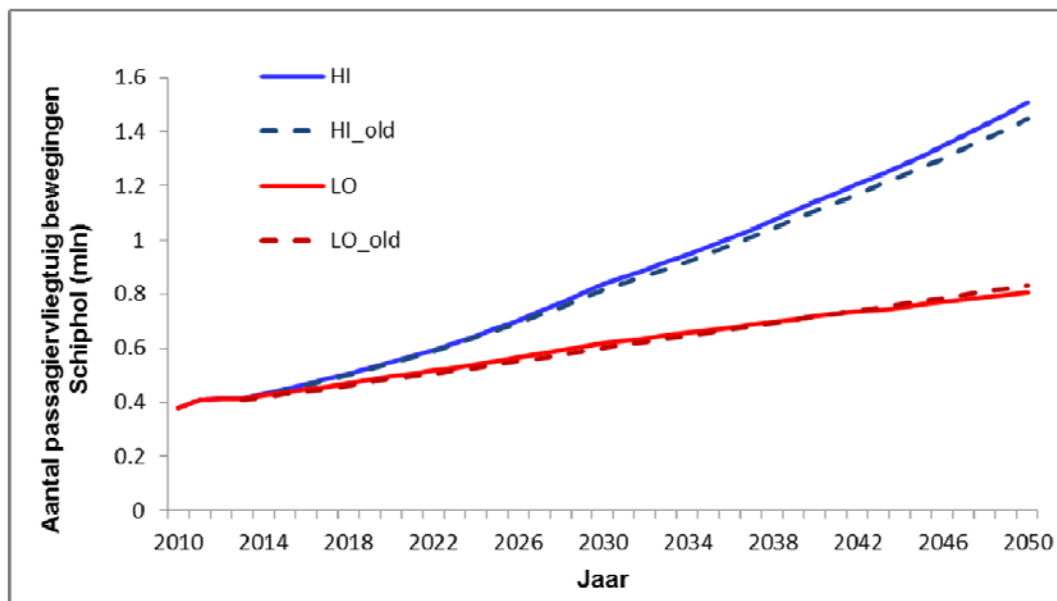
Na de implementatie van alle aanpassingen en de kalibratie die in het vorige hoofdstuk beschreven zijn, hebben we ongerestricteerde runs voor de WLO scenario's HOOG en LAAG gedraaid. Ongerestricteerd betekent dat het aantal passagiers en de hoeveelheid vracht groeien zonder dat er beperkingen door geluidslimieten, baancapaciteiten of andere restricties zijn. De uitkomsten van deze runs worden vergeleken met de laatste versie van AEOLUS (G2*) voor de aanpassing. G2* is een tussenversie waarin al gebruik gemaakt is van de macro-economische cijfers voor de nieuwe WLO scenario's inclusief de geactualiseerde luchtzijdige level-of-service. Deze versie is beschreven in Kouwenhoven & Grebe (2014). Versie G2* heeft basisjaar 2006. De verschillen tussen de prognoses voor 2013 en de waargenomen aantal passagiers, vliegtuigbewegingen en totaal vrachtvolume per luchthaven in 2013 worden met schaalfactoren gecorrigeerd. In zowel deze oude G2* versie als de nieuwe versie G3 zijn dezelfde aannames uit Kouwenhoven (2014) gebruikt.

Op deze manier kunnen de groeicijfers (de vraagontwikkeling) voor en naar de actualisatie goed met elkaar vergeleken worden. Figuur 2 hieronder toont de groei van het totale aantal passagiers op Schiphol tussen 2010 en 2050. Tussen 2010 en 2013 is de werkelijke ontwikkeling getoond. Voor beide scenario's komen de prognoses voor en na de aanpassing goed overeen. Dit geldt ook voor het aantal vliegtuigbewegingen voor passagiersvluchten (zie Figuur 3).

Figuur 2: Totaal aantal passagiers die van luchthaven Schiphol gebruik maken in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.



Figuur 3: Aantal passagiersvliegtuigbewegingen op Schiphol in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.



Passagiers op Schiphol kunnen in twee groepen gesplitst worden: Origin-Destination (OD) passagiers en transferpassagiers. Voor OD-passagiers is Schiphol de vertrekluchthaven of eindbestemmingsluchthaven van hun reis. Voor transferpassagiers is Schiphol een hub waar ze van één naar een ander vliegtuig overstappen. Op dit moment is het aandeel transferpassagiers op Schiphol ongeveer 42%³.

³ Transferpassagiers worden bij een overstap twee keer geteld (bij hun landing en bij hun vertrek).

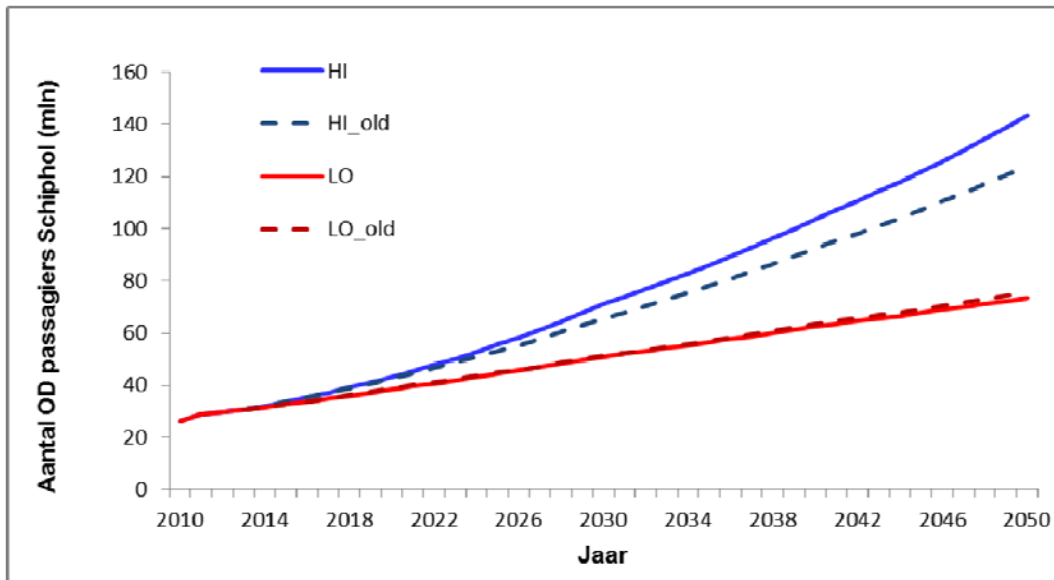
Figuur 4 en Figuur 5 tonen de ontwikkeling van OD- en transferpassagiers tot 2050. In beide grafieken lopen de ontwikkelingen van het oude en nieuwe LAAG scenario bijna parallel. In het HOOG scenario stijgt het aantal OD passagiers door de actualisatie sneller en het aantal transferpassagiers langzamer.

De ontwikkeling van het OD-verkeer is het makkelijkst te begrijpen: deze wordt aan de ene kant gedreven door inkomensgroei, bevolkingsgroei, handelsgroei en prijsontwikkeling. Op dit punt is er niets veranderd sinds de vorige versie. Aan de andere kant spelen veranderingen in de vertrek/aankomstluchthavenkeuze een rol. In de oude versie gingen reizigers in toenemende mate van regionale luchthavens gebruik maken (die hierdoor sterker groeiden dan Schiphol). In de nieuwe versie is de groei van Schiphol en de regionale luchthavens veel gelijk. Dit komt door een combinatie van de nieuwe reistijdwaardering en de herkalibratie van het luchthavenkeuzemodel. Een secundaire oorzaak voor dit verschil in ontwikkeling kan gevonden worden in de splitsing tussen originating en destinating passagiers die ieder hun eigen groeipercentage krijgen (en vooral in het hoge scenario zitten hier verschillen tussen).

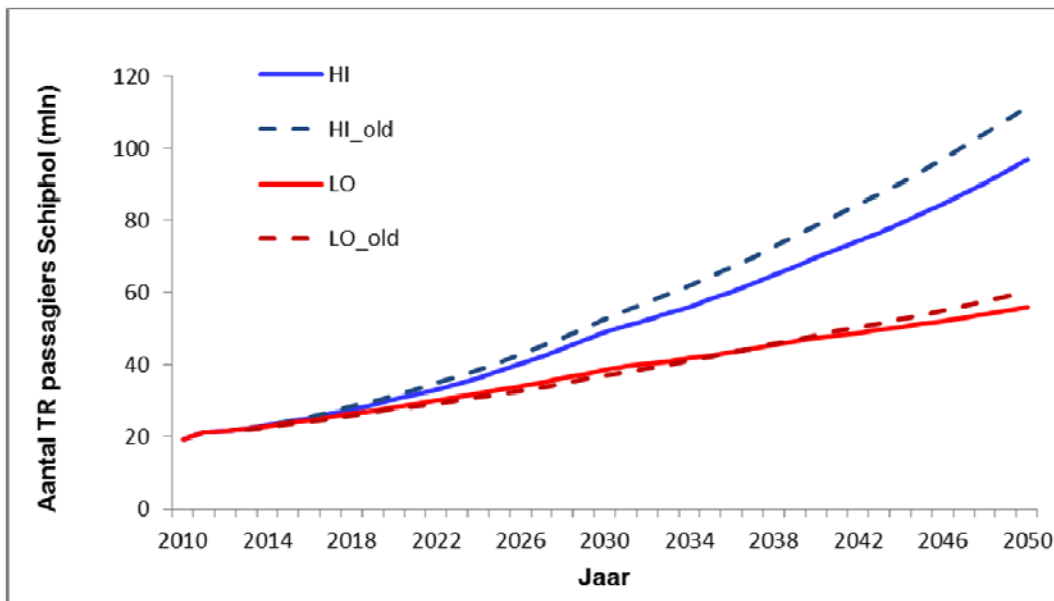
De ontwikkeling van het transferverkeer is ingewikkelder te begrijpen. In de basis wordt deze ook bepaald door inkomens-, bevolkings-, handels- en prijsgroei, maar hier speelt de keuze tussen direct en indirect vliegen ook een belangrijke rol. De totale marktgroei is ongewijzigd sinds de vorige versie. Het verschil moet dus veroorzaakt worden door een verandering in de keuze tussen direct en indirect vliegen. In de oude versie steeg het percentage indirect vliegen hard. In de nieuwe versie stijgt dit percentage ook nog wel licht, maar veel realistischer. Ook deze verandering komt door een combinatie van de nieuwe reistijdwaardering en de herkalibratie van het model.

Het verschil tussen de groei van het OD- en van het transferverkeer worden nog duidelijker zichtbaar in Figuur 6, waar de ontwikkeling van het transferpercentage staat getoond. Dit percentage is niet een parameter die rechtstreeks door AEOLUS wordt berekend, maar is een resultante van de groei van beide verkeersstromen. Als dit percentage stijgt, groeit het transferverkeer sneller dan het OD-verkeer en andersom. In de oude versie nam het transferpercentage met name in het HOOG scenario toe zonder dat daar een duidelijke verklaring voor was. Dat probleem doet zich nu niet meer voor. Dat in het nieuwe scenario het transferpercentage voor HOOG lager ligt dan voor LAAG is een resultante van bovenstaande ontwikkelingen en heeft geen speciale betekenis.

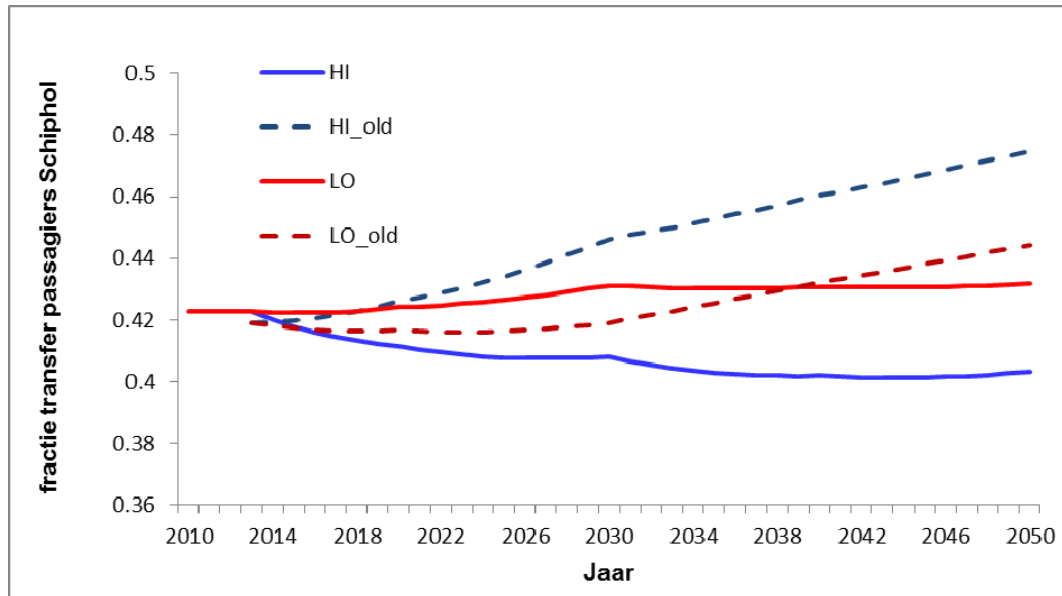
Figuur 4: Aantal OD passagiers die van luchthaven Schiphol gebruik maken in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.



Figuur 5: Aantal transferpassagiers die op Schiphol overstappen in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.

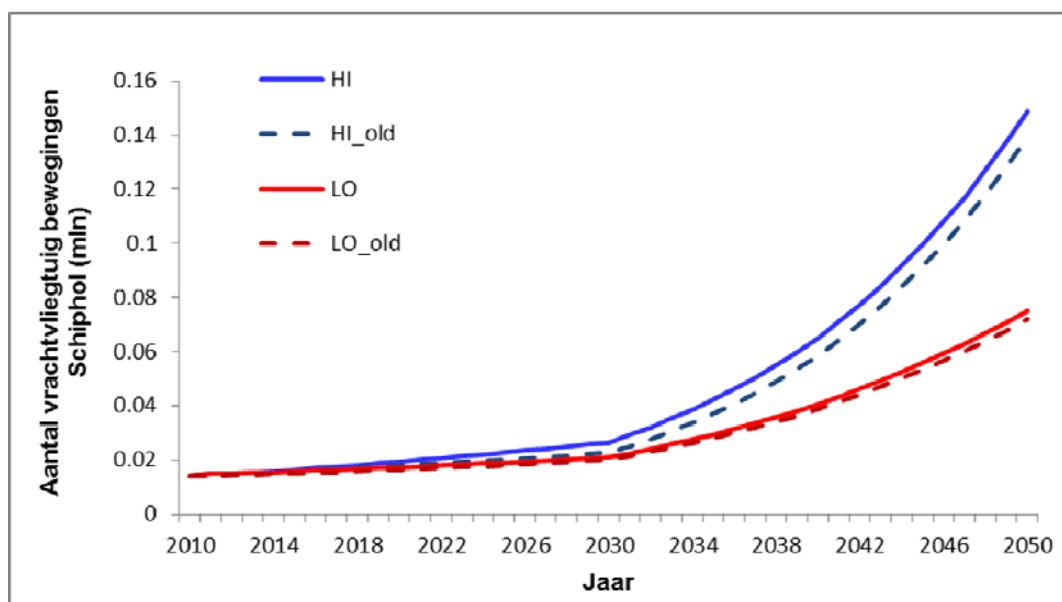


Figuur 6: Aandeel transfer passagiers op luchthaven Schiphol in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.



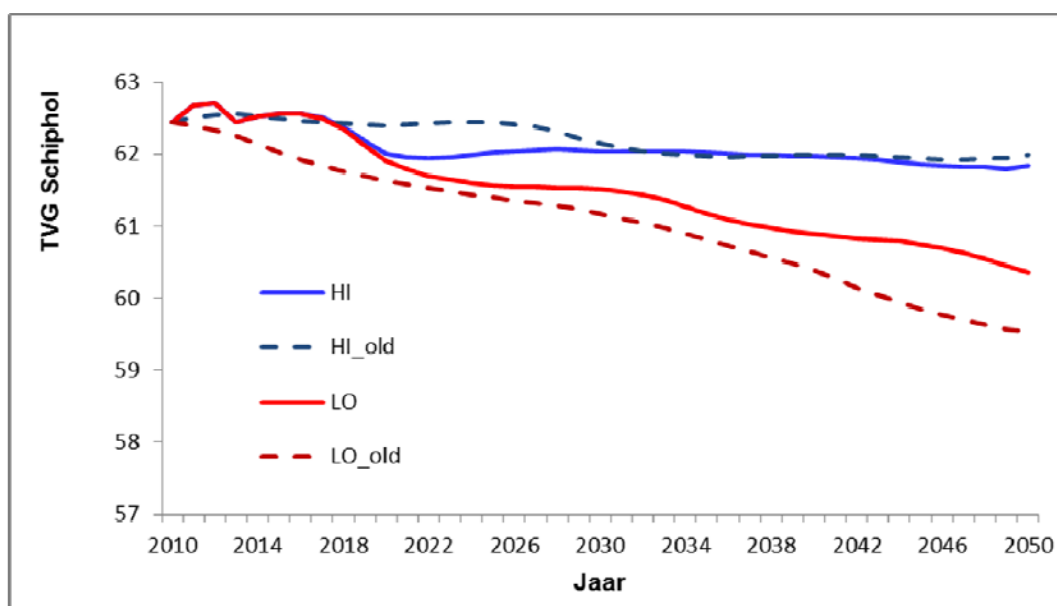
Naast passagiers wordt in AEOLUS ook de ontwikkeling van luchtvracht voorspeld. In Figuur 7 zijn de prognoses van de totale hoeveelheid vracht die op Schiphol verwerkt wordt getoond. De ontwikkelingen in de oude en nieuwe versie van AEOLUS lopen parallel. De sterke groei aan vracht vanaf 2030 komt door de aanname dat de wereldhandelselasticiteit in 2030 van 0.5 naar 1.0 stijgt. Deze aanname zal in de tweede ronde van de opstelling van de WLO scenario's worden herzien.

Figuur 7: Totale hoeveelheid vracht die op Schiphol getransporteerd wordt in het HOOG (HI) en in het LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.



Daarnaast berekent AEOLUS ook de totale hoeveelheid geluid (TVG) bij Schiphol. In Figuur 8 worden de resultaten van de oude en nieuwe berekeningen met elkaar vergeleken. In het HOOG scenario blijft de TVG bijna op het tegenwoordige niveau waarin tegen in LAAG de geluidsbelasting daalt. De daling gaat in golven waarin de geluidswinst door technische ontwikkelingen gemiddeld sneller daalt dan de groei door een stijging in de passagiersaantallen en de vracht. De golfstructuur komt door de invoer van nieuwe technologieklassen.

Figuur 8: Totale hoeveelheid geluid (TVG) veroorzaakt door alle startende en landende vliegtuigen op Schiphol in het HOOG (HI) en LAAG (LO) scenario voor AEOLUS G2* (old) en AEOLUS G3.



3.2 Effect van splitsing originating en destinating

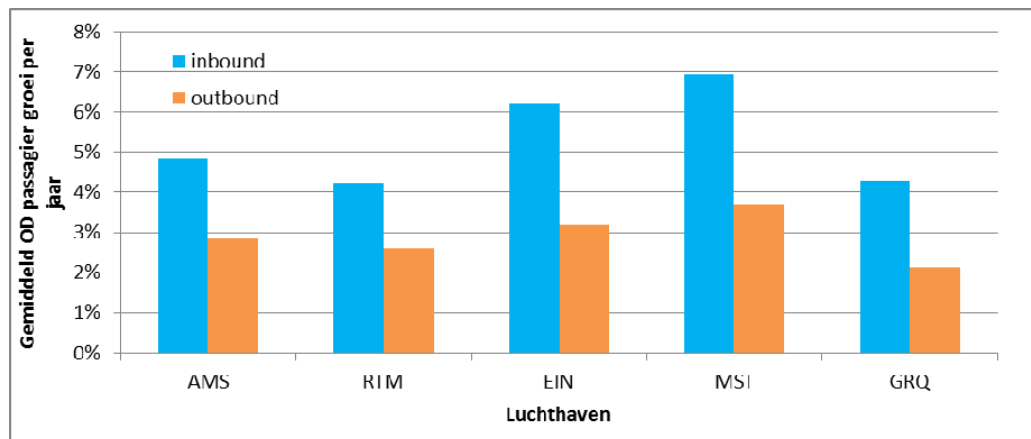
Door het splitsen van originating en destinating passagiers worden de verschillen in de voortransportkeuze beter gemodelleerd en groeit de vraag naar vliegen met de macro-economische cijfers van de herkomstregio van de reizigers.

De verschillen in de voortransportkeuze voor het basisjaar worden uitgesplitst in zakelijke en niet-zakelijke passagiers in Tabel 5 getoond. Destinating passagiers (zakelijke en niet-zakelijk) kiezen veel minder vaak voor de alternatieven auto en KissFly in vergelijking met originating passagiers. Omdat deze passagiers op een luchthaven in de catchment-area arriveren hebben zij in de meeste gevallen geen auto ter beschikking.

Tabel 5: Voortransportkeuze in het basisjaar in AEOLUS.

	Auto	KissFly	Taxi	Trein
Zakelijk originating	31.7%	21.0%	10.4%	36.9%
Niet-zakelijk originating	19.0%	39.8%	8.9%	32.3%
Zakelijk destinating	8.9%	13.0%	31.3%	46.7%
Niet-zakelijk destinating	3.9%	17.0%	18.1%	61.1%

In West-Europa groeit zowel de bevolking als de economie langzaam vergeleken met de andere wereldregio's. Door de koppeling van zakelijke passagiers aan de handelsgroei en van niet-zakelijke passagiers aan de bevolkingsgroei en de inkomensgroei heeft dit effect op de samenstelling van passagiers op de luchthavens in West-Europa. Onder deze aannames gaat in toekomst het aandeel destinating passagiers (mensen die Nederland bezoeken) stijgen. Figuur 9 toont deze ontwikkeling voor de Nederlandse luchthavens.

Figuur 9: Gemiddelde jaarlijkse groei uitgesplitst naar originating en destinating passagiers in het LAAG scenario tussen 2013 en 2050.

3.3 LTO emissies op regionale vliegvelden

Naast Schiphol worden nu ook voor de andere Nederlandse vliegvelden de landing en take-off (LTO) emissies berekend. De berekeningen van het aantal passagiers en het aantal passagiersvluchten worden op dezelfde manier als voor Schiphol uitgevoerd. Luchtvracht wordt niet gemodelleerd op regionale luchthavens.

Door de duidelijk kleinere aantallen aan vliegtuigbewegingen zijn de emissies voor de regionale vliegvelden duidelijk lager dan voor Schiphol. Dit geldt in het basisjaar en in de toekomst (zie Tabel 6). Hierbij wordt opgemerkt dat deze prognoses zijn gemaakt zonder aannames over restricties. Dat betekent tevens dat de luchthaven Lelystad niet wordt ontwikkeld binnen dit ongerestricteerde scenario. Immers, deze luchthaven wordt alleen als overloop voor Schiphol gebruikt wanneer deze zijn maximale omvang bereikt.

Tabel 6: LTO emissies voor de luchthavens Amsterdam, Rotterdam, Eindhoven, Maastricht en Groningen in 2013 en de prognose voor het LAAG scenario in 2050.

2013		AMS	RTM	EIN	MST	GRQ
CO	(g/ton MTOW)	51.9	66.8	65.4	65.3	65.5
NOx	(g/ton MTOW)	64.1	60.6	62.3	62.3	62.3
VOS	(g/ton MTOW)	7.1	7.9	7.3	7.3	7.4
SO2	(g/ton MTOW)	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1
PM10	(g/ton MTOW)	2.0	2.3	2.3	2.3	2.3
CO	kton/jaar	2653.6	87.5	143.9	26.6	9.6
NOx	kton/jaar	2988.2	72.4	125.1	23.1	8.3
VOS	kton/jaar	314.7	9.0	14.0	2.6	0.9
SO2	kton/jaar	131.0	3.9	6.5	1.2	0.4
PM10	kton/jaar	21.8	0.7	1.1	0.2	0.1

2050		AMS	RTM	EIN	MST	GRQ
CO	(g/ton MTOW)	43.4	66.7	65.2	65.2	65.3
NOx	(g/ton MTOW)	56.0	45.0	44.9	44.9	44.9
VOS	(g/ton MTOW)	6.5	9.2	8.9	8.9	8.9
SO2	(g/ton MTOW)	1.6	1.8	1.8	1.8	1.8
PM10	(g/ton MTOW)	1.7	2.0	2.0	2.0	2.0
CO	kton/jaar	5142.2	145.6	265.9	61.4	15.1
NOx	kton/jaar	6059.7	89.6	167.0	38.6	9.5
VOS	kton/jaar	669.7	17.4	31.5	7.3	1.8
SO2	kton/jaar	264.4	5.7	10.4	2.4	0.6
PM10	kton/jaar	44.0	0.9	1.7	0.4	0.1

3.4 Wereldwijd brandstofverbruik

AEOLUS modelleert alleen de herkomst- en bestemmingszone-combinaties waarop Schiphol een marktaandeel heeft van ten minste 0,5% (als vertrek, overstap of aankomstluchthaven). Voor een dergelijke herkomst-/bestemmingsrelatie worden vervolgens alle reismogelijkheden bekeken (via Schiphol, maar ook via alle andere luchthavens ter wereld). Vluchten van Amerika naar het Midden-Oosten via Parijs CDG worden dus in het model meegenomen (want op deze route heeft Schiphol ook een voldoende groot marktaandeel). Vluchten tussen India en Australië worden dus niet meegenomen.

In het basisjaar berekent AEOLUS op alle routes die in het model worden meegenomen een brandstofverbruik van 157 miljoen liter per dag. Dit groeit naar 316 miljoen liter per dag in 2030 en 511 liter per dag in 2050 (onder de aannames van het lage scenario zonder restricties).

Het totale wereldwijde brandstofverbruik in 2010 was 5.2 miljoen barrel per dag (kerosine-type en naphtha-type brandstof) (IndexMundi, 2015). Dat is omgerekend 620

miljoen liter per dag. Hieruit volgt dat AEOLUS ca. 25% van het totale verbruik meeneemt. Onder de aanname dat dit percentage in de toekomst constant blijft is in Tabel 7 het wereldwijde brandstofverbruik voor het LAAG scenario getoond. De aanname dat dit percentage constant blijft is niet onderbouwd. Het is denkbaar dat de luchtvaart buiten Europa sneller groeit en daarom dit percentage in de toekomst zal dalen. Echter, het model kan hierover geen uitspraak doen.

Tabel 7: Brandstofverbruik voor het LAAG scenario en van alle relevante verbindingen die in AEOLUS gemodelleerd worden en de hieruit berekende wereldwijde brandstofverbruik (WWBV) onder aanname dat AEOLUS een constant percentage van dit brandstofverbruik modelleert.

		2010	2030	2050
AEOLUS	mln liter/jaar	157	316	511
WWBV	mln liter/jaar	620	1245	2015

3.5 Vertrekluchthavenkeuze

In vergelijking met eerdere versies is in deze actualisatie veel meer aandacht besteed om de voortransportkeuze goed te modelleren. De belangrijkste stappen waren het bepalen van kosten, afstanden en rijtijden met behulp van het LMS en het schatten van logit modellen om de kostencoëfficiënten en ASC's te schatten. Omdat het KIM empirisch onderzoek naar de luchthavenkeuze gedaan heeft is ook voor het eerst een dataset beschikbaar (Gordijn, 2015) om de luchthavenkeuze te valideren. In een enquête zijn passagiers uit alle Nederlandse regio's, België en de Duitse deelstaten Noordrijn-Westfalen en Nedersaksen naar hun luchthavenkeuze gevraagd⁴. In Tabel 8 zijn hun keuze voor hun laatste vliegreis gepresenteerd. De met afstand meest gekozen luchthaven is Amsterdam. Ook duidelijk zichtbaar is de voorkeur van passagiers om vanaf een luchthaven in buurt te vliegen. Dit bijvoorbeeld goed zichtbaar bij het hoge aantal passagiers uit Eindhoven die ook vanaf de luchthaven in Eindhoven vliegen.

⁴ Aan deelnemers van een internetpanel is gevraagd of ze ooit hebben gevlogen en zo ja, welke vertrekluchthaven ze het meest en het laatst hebben gebruikt. Voor dit onderzoek hebben we alleen de respondenten uit het KIM-onderzoek meegenomen die ooit gevlogen hebben. Van hen hebben we alleen de gegevens over de meest recente vertrekluchthaven gebruikt.

Tabel 8: Waargenomen luchthavenkeuze (Gordijn, 2015) voor passagiers uit de AEOLUS achterland zones.

	AMS	RTM	EIN	MST	LEY	BRU	CRL	CGN	DUS	FRA	NRN	LUX	CDG	Rest
Amsterdam	91%	1%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	1%
Hilversum	88%	6%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Haarlem	92%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%
N-Holland	88%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%
Den Haag	77%	11%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	8%
Rotterdam	56%	25%	6%	0%	0%	2%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	10%
Gouda	86%	3%	0%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Z-Holland	79%	10%	3%	1%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	5%
Utrecht	71%	9%	6%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	9%
Zeeland	43%	5%	2%	2%	0%	19%	2%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	26%
Eindhoven	44%	0%	24%	1%	0%	3%	1%	0%	4%	0%	8%	0%	0%	15%
N-Brabant	61%	4%	14%	1%	0%	6%	1%	0%	3%	0%	4%	0%	0%	6%
Arnhem	58%	0%	6%	0%	0%	2%	3%	0%	11%	0%	13%	0%	0%	6%
Gelderland	72%	4%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	5%	1%	2%	0%	0%	11%
Maastricht	30%	0%	14%	20%	0%	7%	1%	4%	8%	1%	2%	0%	0%	13%
Limburg	37%	0%	13%	3%	0%	6%	0%	1%	19%	0%	4%	0%	0%	16%
Overijssel	63%	2%	5%	0%	1%	1%	0%	0%	6%	0%	5%	0%	0%	18%
Drenthe	63%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	2%	0%	0%	29%
Groningen	56%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	2%	0%	0%	37%
Friesland	70%	0%	4%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	4%	0%	0%	19%
Flevoland	85%	2%	2%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	7%
Belgie	3%	0%	2%	0%	0%	56%	17%	0%	1%	0%	0%	1%	1%	18%
DdorfKoln	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18%	38%	6%	2%	0%	0%	35%
Nedersakser	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	7%	5%	0%	13%	0%	73%

In AEOLUS wordt voor elke reiziger tussen een achterlandzone en een niet-achterlandzone bekeken welke vertrekluchthavens er mogelijk zijn en vervolgens wordt de aantrekkelijkheid (qua reistijd, reiskosten etc.) bepaald van elk van deze reismogelijkheden. Op basis van zogenaamde logit-formules worden vervolgens de marktaandeelen van deze reismogelijkheden berekend. Door dit te doen voor alle reizigers, kun je de passagiersaantallen en de luchthaven-keuzepatronen bepalen.

Tabel 9 toont de in AEOLUS gemodelleerde keuzes. Hier is geen categorie “rest” aanwezig waardoor alle andere keuzes relatief hogere waarden hebben. Het keuzepatroon van de data en de modelberekeningen is heel vergelijkbaar. Het enige verschil is de overschatting van de voorkeur om vanaf Eindhoven te vliegen door mensen in Eindhoven en Brabant. Daarentegen lijken mensen in de zones Rotterdam en Den Haag juist meer vanaf Rotterdam-The Hague Airport te vliegen dan door AEOLUS wordt berekend. De luchthavenkeuze is in werkelijkheid complexer dan de wijze waarop dit in AEOLUS wordt gemodelleerd. Daarbij moet ook worden opgemerkt dat de gegevens uit het KIM onderzoek niet zijn opgehoogd om te corrigeren voor populatieafwijkingen in de steekproef. Onder andere heeft de gebruikte data een relatief laag aandeel zakelijke reizigers. Daardoor moet voor de interpretatie van Tabel 8 de nodige foutmarges in acht

genomen worden. Globaal kan wel worden geconcludeerd dat de vertrekluchthavenkeuze goed berekend wordt.

Tabel 9: Gemodelleerde luchthavenkeuze in AEOLUS in het basisjaar.

	AMS	RTM	EIN	MST	GRQ	BRU	CRL	CGN	DUS	FRA	NRN	LUX	CDG
Amsterdam	96%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hilversum	92%	3%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Haarlem	96%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
N-Holland	95%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Den Haag	86%	11%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rotterdam	74%	18%	6%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Gouda	87%	8%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Z-Holland	84%	10%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Utrecht	85%	5%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Zeeland	52%	10%	19%	1%	0%	10%	3%	1%	1%	0%	1%	0%	0%
Eindhoven	23%	2%	65%	2%	0%	1%	0%	1%	3%	0%	3%	0%	0%
N-Brabant	48%	6%	38%	1%	0%	2%	0%	1%	1%	0%	2%	0%	0%
Arnhem	54%	3%	25%	1%	0%	0%	0%	2%	4%	0%	9%	0%	0%
Gelderland	73%	4%	14%	1%	0%	0%	0%	1%	3%	0%	4%	0%	0%
Maastricht	16%	1%	24%	27%	0%	4%	4%	8%	12%	1%	4%	0%	0%
Limburg	21%	1%	40%	7%	0%	1%	1%	4%	13%	0%	12%	0%	0%
Overijssel	75%	3%	10%	1%	2%	0%	0%	2%	4%	0%	3%	0%	0%
Drenthe	65%	3%	7%	1%	19%	0%	0%	1%	2%	1%	2%	0%	0%
Groningen	51%	2%	4%	0%	37%	0%	0%	1%	2%	1%	1%	0%	0%
Friesland	79%	2%	4%	0%	10%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	0%	0%
Flevoland	93%	2%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Belgie	2%	0%	0%	0%	0%	91%	4%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
Luxemburg		0%	1%	1%	0%	1%	1%	2%	1%	0%	1%	92%	0%
DdorfKoln		0%	1%	0%	0%	0%	0%	32%	49%	1%	16%	0%	0%
Frankfurt		0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	9%	49%	1%	0%	0%
Parijs		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	99%

3.6 Testprogramma CPB

Enkele van de voorafgaande AEOLUS versies zijn extern door het CPB gevalideerd. De resultaten en bevindingen zijn gerapporteerd in (CPB, 2006) en (CPB, 2009). De in die notities beschreven tests hebben we met de nieuwe versie herhaald en aangevuld met een gevoeligheidstest voor de ticketprijsontwikkeling. De volgende lijst geeft een overzicht over de uitgevoerde tests:

- Test 1a: inkomensgroei in West-Europa -1% per jaar
- Test 1b: inkomensgroei in West-Europa +1% per jaar
- Test 2a: handelsgroei in West-Europa -1% per jaar

- Test 2b: handelsgroei in West-Europa +1% per jaar
- Test 3a: bevolkingsgroei in West-Europa -1% per jaar
- Test 3b: bevolkingsgroei in West-Europa +1% per jaar
- Test 4a: alle inkomenselasticiteiten op 1 (intra-Europees, intercontinentaal, 2003-2010, 2010-2020)
- Test 4b: alle inkomenselasticiteiten op het gemiddelde van het basisscenario en 1
- Test 5a: parkeerkosten auto op Schiphol +50%
- Test 5b: verbruik auto +50%
- Test 6a: ticketprijsontwikkeling -1 % per jaar
- Test 6b: ticketprijsontwikkeling +1 % per jaar

De testen op de verschillende invoergrootheden en elasticiteiten betreffen individuele testen die onafhankelijk van elkaar zijn uitgevoerd.

In de door het CPB uitgevoerde tests worden de resultaten van het jaar 2020 (14 jaar na het basisjaar 2006) geanalyseerd. We hebben er nu voor gekozen om de prognoses van 2030 te analyseren (17 jaar na het basisjaar 2013). Om met de verschillen tussen de prognoseperioden rekening te houden worden in de vergelijking van de uitkomsten naar de gemiddelde jaarlijkse veranderingen gekeken.

Naast de aanpassing van het basisjaar zijn ook de WLO scenario's aangepast. Omdat in (CPB, 2009) het GE scenario uitgebreid geanalyseerd is en omdat het nieuwe HOOG scenario qua aannames in de buurt van GE komt, is ervoor gekozen deze twee scenario's te vergelijken.

3.6.1 Inkomensgroei

De eerste test is een verhoging/verlaging van het groeipercentage van het BBP per hoofd per jaar in West-Europa met 1%. Tabel 10 toont de resultaten van de basisruns voor G2 in 2020 en voor G3 in 2030 plus de 4 runs met variaties van de BBP groei. De laatste kolommen laten zien dat de jaarlijkse verandering van alle getoonde parameters als gevolg van de verandering in de inkomensgroei zowel voor de oude als voor de nieuwe AEOLUS versie ongeveer gelijk is.

In Tabel 10 (en Tabel 11 t/m Tabel 15) worden in de eerste kolom de geanalyseerde parameters genoemd. De volgende zes kolommen hebben betrekking tot het zichtjaar (2020 voor de G2 runs in kolommen 2 t/m 4 en 2030 voor de G3 runs in kolommen 5 t/m 7). In beide runs toont de middelste kolom (kolom 3 en kolom 6) de uitkomsten van de basisrun. De kolommen rechts en links van de basisrun tonen de resultaten van aangepaste runs in hetzelfde zichtjaar. In de twee laatste kolommen zijn gevoeligheden van de veranderingen (in dit geval verhoging/vermindering van de inkomensgroei met 1%) berekend. De gevoeligheden zijn uit het verschil tussen de uitkomsten naar de verhoging en de verlaging berekend en gedeeld door het aantal jaren tussen het basisjaar en het zichtjaar. De gevoeligheden zijn jaarlijkse procentuele veranderingen tussen de aangepaste macro-cijfers.

Als we ook naar de absolute waarden van de parameters kijken, dan zien we wel enkele verschillen. Door de verschillende scenario-aannames van GE en HOOG, de verschillende basisjaren en looptijden van de prognoses zijn er verschillen tussen de basisjaren. Het aandeel vliegen tussen Nederland en Europa is een moeilijk te bepalen parameter omdat er weinig informatie over het specifieke reisgedrag op lange afstanden met auto's en treinen in Europa beschikbaar is. Het verschil in het percentage vliegen komt door een stijging van dit percentage in het GE scenario van 48% in het basisjaar naar 60.4% in 2020. In HOOG blijft het in de hele prognostijd tussen 50% en 54%.

De positie van Schiphol als hub in vergelijking met Frankfurt en Parijs is in beide scenario's bijna identiek met een marktaandeel van 30%. Ook in het aantal vliegtuigbewegingen zijn er ondanks het verschil van 10 jaar in het zichtjaar bijna geen verschillen. Het aandeel vrachtluchten is in het HOOG scenario tegenover het GE scenario gedaald. Dat komt vooral door een nieuwe kalibratie in het basisjaar waarin we het aandeel belly-vracht in passagiersvliegtuigen verhoogd hebben om het aantal vrachtbewegingen consistent met het waargenomen aantal te krijgen.

De verschillen in de totale hoeveelheid vracht en het aantal passagiers komen door de macro-economische aannames van de scenario's en de prognosejaren. Beide lijken logische waarden te hebben. Het verschil in de aandelen van zakelijke (en privé) passagiers komt vooral door de combinatie van de splitsing van originating en destinating passagiers en de macro-economische cijfers.

Het transferpercentage op Schiphol blijft in het HOOG scenario constant over de tijd (zie Figuur 6). Het verschil in de zichtjaren is veroorzaakt door een stijging in GE. Deze kwam toen uit een combinatie van de luchtzijdige LOS en de macro-economische cijfers. Bij de aandelen van de allianties blijft het aandeel van Skyteam constant. In HOOG is het aandeel van de Low Cost Carriers⁵ verder gestegen. Reden zijn de hogere prijsgevoeligheid (VOT) in de geactualiseerde versie en de verschillen in zichtjaren (aandeel LCC stijgt). Bij het aandeel continentale en intercontinentale vluchten zijn bijna geen veranderingen te zien. De geluidsemissies en het aantal nachtluchten zijn een directe gevolg van de verschillen in de aannames over technologische ontwikkelingen in beide scenario's in combinatie met het aantal vliegtuigbewegingen.

Nadat we nu uitgebreid de verschillen in de basisruns besproken hebben gaan we ons in de rest van deze paragraaf alleen nog met de veranderingen als gevolg van de tests bezig houden. In het linkerdeel van Tabel 10 zijn naast de uitkomsten van de basisruns ook de resultaten van de gevoeligheidsanalyses getoond. In het rechterdeel van de tabel hebben we de verschillen in makkelijker te vergelijkende gevoeligheden per jaar vertaald. We berekenen het percentuele verschil tussen de beide extreme situaties (-1% en +1%) zowel voor G2 als voor G3 en delen door het aantal jaren tussen het basisjaar en het zichtjaar. De gevoeligheid geeft aan met hoeveel procent per jaar de beide scenario's uitelkaar groeien.

⁵ Er wordt verwacht dat in de toekomst de prijs- en serviceverschillen tussen Low Cost Carriers en Full Service Carriers kleiner worden. Het is daarom wellicht beter om te spreken over point-to-point carriers en hub carriers. Om historische redenen blijven we in dit rapport gebruik maken van de termen Low Cost en Full Service.

Behalve bij het percentage vliegen tussen Nederland en Europa hebben alle gevoeligheden dezelfde trend en komen ook wat de absolute waarde betreft bijna perfect overeen.

Bij het aandeel vliegen tussen NL en Europa zien we bij AEOLUS G2 en G3 een andere trend: Bij G2 een daling van het percentage bij meer BBP/hoofd groei en in G3 een stijging bij een grotere BBP/hoofd groei.

De BBP per hoofd groei heeft alleen invloed op niet-zakelijke passagiers en niet op zakelijke passagiers. Dat is in beide AEOLUS versies zo. In G2 stijgt het aantal niet-zakelijke passagiers voor auto, trein, TGV en vliegtuig bij +1% BBP groei tussen 15.4% en 16.0% (in 14 jaar) en in G3 tussen 21.0% en 21.5% (in 17 jaar). De gelijkmatige groei betekent dat het aandeel voor vliegen voor niet-zakelijke passagiers constant blijft. Wat wel veranderd is het aandeel niet-zakelijke passagiers ten opzichte van het totale aantal passagiers. Omdat in G2 het aandeel vliegen tussen NL en Europa voor zakelijke passagiers met 63.6% hoger was dan dat van niet-zakelijke passagiers (57.1%) heeft een stijging van het aandeel niet-zakelijke passagiers een daling van het percentage vliegen tussen NL en Europa ten gevolge. In G3 is het aandeel vliegen tussen NL en Europa voor zakelijke passagiers 48.5% en voor niet-zakelijke passagier 58.4%. De stijging van het aandeel niet-zakelijke passagiers zorgt dus voor een stijging van het percentage vliegen. De verschillende trends zijn dus een samenstellingseffect.

De hogere gevoeligheid bij het aantal vliegtuigbewegingen en het aantal passagiers op Schiphol komt door een verschil in de macro-economische cijfers. Het BBP per hoofd groeit in West-Europa in GE in de geanalyseerde periode met 2.3% per jaar en in HOOG met gemiddeld 1.6% per jaar. De stijging van 1% minder en meer is bij het HOOG scenario relatief een grotere verandering. Dit vertaalt zich in een hogere gevoeligheid per jaar.

Tabel 10: Effecten aanpassing groei BBP per hoofd in West-Europa.

BBP groei per jaar per hoofd	AEOLUS G2 2006 - 2020 (GE)			AEOLUS G3 2013 - 2030 (HOOG)			Gevoeligheid Verandering per jaar	
	- 1% per	Basis	+ 1% per	- 1% per	Basis	+ 1% per	AEOLUS-G2	AEOLUS-G3
Perc. vliegen tussen NL en Eur.	60.7%	60.4%	60.1%	53.7%	54.1%	54.5%	-0.04%	0.05%
Perc. Schiphol t.o.v. 3 Hubs	30.0%	30.3%	30.5%	29.6%	29.8%	30.1%	0.04%	0.03%
Vliegbewegingen AMS (x 1000)	802.2	851.5	907.1	785.4	858.9	948.6	0.88%	1.12%
Aandeel vrachtluchten	4.7%	4.2%	3.7%	3.6%	3.1%	2.5%	-0.07%	-0.07%
Aandeel passagiersvluchten	95.3%	95.8%	96.3%	96.4%	96.9%	97.5%	0.07%	0.07%
Vracht (kiloton)	3314.3	3314.3	3314.3	3022.3	3022.3	3022.3	0.00%	0.00%
Passagiers Schiphol (mln)	101.9	108.4	115.7	108.6	119.0	131.6	0.91%	1.14%
Aandeel zakelijk	39.9%	37.5%	35.1%	32.9%	30.0%	27.1%	-0.34%	-0.34%
Aandeel prive	60.1%	62.5%	64.9%	67.1%	70.0%	72.9%	0.34%	0.34%
Aandeel herk./bestemming	53.3%	54.1%	55.0%	57.3%	58.7%	60.0%	0.12%	0.16%
Aandeel transfer	46.7%	45.9%	45.0%	42.7%	41.3%	40.0%	-0.12%	-0.16%
Aandeel Skyteam	62.2%	61.7%	61.1%	61.9%	60.8%	59.7%	-0.08%	-0.13%
Aandeel Rest excl. LCC	19.0%	19.1%	19.2%	15.4%	15.4%	15.5%	0.01%	0.00%
Aandeel Low Cost Carriers	18.8%	19.2%	19.7%	22.7%	23.8%	24.8%	0.06%	0.12%
Aandeel continentaal	71.3%	71.6%	71.9%	69.5%	69.9%	70.3%	0.04%	0.05%
Aandeel intercontinentaal	28.7%	28.4%	28.1%	30.5%	30.1%	29.7%	-0.04%	-0.05%
Geluidsemisatie (TVG)	64.19	64.33	64.48	61.28	61.51	61.77	0.03%	0.05%
Vliegtuigbewegingen nacht	63.65	67.03	70.86	64.59	71.37	79.60	0.77%	1.24%

3.6.2 Handelsgroei

In de tweede test is de handelsgroei voor West-Europa met 1% verhoogd ofwel met 1% verlaagd. Bij een verhoging/vermindering van de handelsgroei in West-Europa zijn de gevoeligheden van alle variabelen bijna identiek (zie Tabel 11). De verschillen bij het percentage vliegen tussen Nederland en Europa volgen dezelfde redenering als in de voorgaande paragraaf. Alleen moet de redenering nu omgedraaid worden omdat het aantal zakelijke passagier aan de handelsgroei gekoppeld is en het aantal privé reizigers constant blijft.

Opmerkelijk is dat de totale hoeveelheid luchtvracht zowel in G2 als in G3 constant blijft. Deze is in AEOLUS rechtstreeks aan de handelsgroei gekoppeld. De reden is de kleine bijdrage van de West-Europa aan de totale hoeveelheid vracht. In een aangepaste versie is de handelsgroei in alle wereldregio's met 1% verhoogd. Deze aanpassing leidt tot een stijging van de totale hoeveelheid vracht in 2030 van 3022.3 kiloton naar 3283.6 kiloton (+8.6% in 17 jaar).

Tabel 11: Effecten aanpassing handelsgroei in West-Europa.

handelsgroei per jaar	AEOLUS G2 2006 - 2020 (GE)			AEOLUS G3 2013 - 2030 (HOOG)			Gevoeligheid Verandering per jaar	
	- 1% per	Basis	+ 1% per	- 1% per	Basis	+ 1% per	AEOLUS-G2	AEOLUS-G3
Perc. vliegen tussen NL en Eur.	60.3%	60.4%	60.5%	54.5%	54.1%	53.8%	0.02%	-0.04%
Perc. Schiphol t.o.v. 4 Hubs	30.3%	30.3%	30.2%	30.0%	29.8%	29.6%	-0.01%	-0.02%
Vliegbewegingen AMS (x 1000)	828.0	851.5	877.1	834.0	858.9	887.2	0.41%	0.36%
Aandeel vrachtluchten	4.4%	4.2%	4.0%	3.2%	3.1%	2.9%	-0.03%	-0.02%
Aandeel passagiersvluchten	95.6%	95.8%	96.0%	96.8%	96.9%	97.1%	0.03%	0.02%
Vracht (kiloton)	3314.3	3314.3	3314.3	3022.3	3022.3	3022.3	0.00%	0.00%
Passagiers Schiphol (mln)	105.6	108.4	111.4	115.7	119.0	122.7	0.38%	0.35%
Aandeel zakelijk	35.9%	37.5%	39.2%	28.0%	30.0%	32.2%	0.24%	0.24%
Aandeel prive	64.1%	62.5%	60.8%	72.0%	70.0%	67.8%	-0.24%	-0.24%
Aandeel herk./bestemming	53.8%	54.1%	54.5%	58.5%	58.7%	58.9%	0.05%	0.02%
Aandeel transfer	46.2%	45.9%	45.5%	41.5%	41.3%	41.1%	-0.05%	-0.02%
Aandeel Skyteam	61.8%	61.7%	61.6%	60.8%	60.8%	60.7%	-0.01%	-0.01%
Aandeel Rest excl. LCC	19.0%	19.1%	19.1%	15.4%	15.4%	15.4%	0.01%	0.00%
Aandeel Low Cost Carriers	19.2%	19.2%	19.3%	23.7%	23.8%	23.8%	0.01%	0.01%
Aandeel continentaal	71.1%	71.6%	72.1%	69.4%	69.9%	70.4%	0.07%	0.06%
Aandeel intercontinentaal	28.9%	28.4%	27.9%	30.6%	30.1%	29.6%	-0.07%	-0.06%
Geluidsemissie (TVG)	64.27	64.33	64.39	61.44	61.51	61.59	0.01%	0.01%
Vliegtuigbewegingen nacht	65.75	67.03	68.43	69.50	71.37	73.48	0.29%	0.33%

3.6.3 Bevolkingsgroei

In de derde test is de bevolkingsgroei in West-Europa met 1% verhoogd en verlaagd. Deze aanpassing heeft invloed op het aantal niet-zakelijke passagiers. In G2 en G3 zijn de veranderingen bijna hetzelfde met uitzondering van het aandeel vliegen tussen Nederland en Europa. Ook hier klopt de redering uit 3.6.1. Het overzicht van alle resultaten is in Tabel 12 gegeven.

Tabel 12: Effecten aanpassing bevolkingsgroei in West-Europa.

bevolkingsgroei per jaar	AEOLUS G2 2006 - 2020 (GE)			AEOLUS G3 2013 - 2030 (HOOG)			Gevoeligheid Verandering per jaar	
	- 1% per	Basis	+ 1% per	- 1% per	Basis	+ 1% per	AEOLUS-G2	AEOLUS-G3
Perc. vliegen tussen NL en Eur.	60.7%	60.4%	60.1%	53.8%	54.1%	54.5%	-0.04%	0.04%
Perc. Schiphol t.o.v. 4 Hubs	30.0%	30.3%	30.5%	29.7%	29.8%	30.0%	0.04%	0.02%
Vliegbewegingen AMS (x 1000)	802.2	851.5	907.1	797.4	858.9	931.2	0.88%	0.92%
Aandeel vrachtluchten	4.7%	4.2%	3.7%	3.5%	3.1%	2.6%	-0.07%	-0.05%
Aandeel passagiersvluchten	95.3%	95.8%	96.3%	96.5%	96.9%	97.4%	0.07%	0.05%
Vracht (kiloton)	3314.3	3314.3	3314.3	3022.3	3022.3	3022.3	0.00%	0.00%
Passagiers Schiphol (mln)	101.9	108.4	115.7	110.5	119.0	129.0	0.91%	0.92%
Aandeel zakelijk	39.9%	37.5%	35.1%	32.3%	30.0%	27.7%	-0.34%	-0.27%
Aandeel prive	60.1%	62.5%	64.9%	67.6%	70.0%	72.3%	0.34%	0.27%
Aandeel herk./bestemming	53.3%	54.1%	55.0%	57.5%	58.7%	59.9%	0.12%	0.14%
Aandeel transfer	46.7%	45.9%	45.0%	42.5%	41.3%	40.1%	-0.12%	-0.14%
Aandeel Skyteam	62.2%	61.7%	61.1%	61.8%	60.8%	59.8%	-0.08%	-0.12%
Aandeel Rest excl. LCC	19.0%	19.1%	19.2%	15.4%	15.4%	15.5%	0.01%	0.00%
Aandeel Low Cost Carriers	18.8%	19.2%	19.7%	22.8%	23.8%	24.7%	0.06%	0.11%
Aandeel continentaal	71.3%	71.6%	71.9%	69.2%	69.9%	70.6%	0.04%	0.08%
Aandeel intercontinentaal	28.7%	28.4%	28.1%	30.8%	30.1%	29.4%	-0.04%	-0.08%
Geluidsemissie (TVG)	64.22	64.33	64.46	61.32	61.51	61.72	0.03%	0.04%
Vliegtuigbewegingen nacht	64.09	67.03	70.32	65.65	71.37	78.07	0.66%	1.02%

3.6.4 Aanpassing van de inkomenselasticiteiten

De inkomenselasticiteiten worden zowel in de oude als in de geactualiseerde versie uitgesplitst naar Europese verbindingen en intercontinentale verbindingen. De elasticiteiten in het GE scenario in G2 tot 2020 zijn 1.1 voor Europese vluchten en 1.4 voor intercontinentale vluchten. In het HOOG scenario van G3 is de elasticiteit voor Europese vluchten 1.2 tot 2020 en 1.15 tussen 2020 en 2030. Voor intercontinentale vluchten is de elasticiteit tot 2020 1.5 en tussen 2020 en 2030 1.35.

In de eerste test run zijn alle inkomenselasticiteiten op 1.0 gezet in de tweede run hebben ze een waarde precies tussen de originele waarde en 1.0. In tegenstelling tot de drie eerdere tabellen staat in Tabel 13 daarom de basis run in de rechterkolom. Ook bij deze test komen de gevoeligheden van versie G2 en G3 goed overeen.

Tabel 13: Effecten aanpassen van de inkomenselasticiteiten.

Inkomenselasticiteiten	AEOLUS G2 2006 - 2020 (GE)			AEOLUS G3 2013 - 2030 (HOOG)			Gevoeligheid Verandering per jaar	
	alles 1.0	(Basis +1)/2	Basis	alles 1.0	(Basis +1)/2	Basis	AEOLUS-G2	AEOLUS-G3
	Perc. vliegen tussen NL en Eur.	60.5%	60.4%	60.4%	54.0%	54.1%	54.1%	0.00%
Perc. Schiphol t.o.v. 4 Hubs	30.3%	30.3%	30.3%	29.6%	29.7%	29.8%	0.00%	0.01%
Vliegbewegingen AMS (x 1000)	815.6	833.0	851.5	804.6	830.5	858.9	0.31%	0.39%
Aandeel vrachtluchten	4.7%	4.4%	4.2%	3.6%	3.3%	3.1%	-0.03%	-0.03%
Aandeel passagiersvluchten	95.3%	95.6%	95.8%	96.4%	96.7%	96.9%	0.03%	0.03%
Vracht (kiloton)	3314.3	3314.3	3314.3	3022.3	3022.3	3022.3	0.00%	0.00%
Passagiers Schiphol (mln)	102.5	105.4	108.4	109.6	114.1	119.0	0.40%	0.48%
Aandeel zakelijk	39.6%	38.6%	37.5%	32.6%	31.3%	30.0%	-0.15%	-0.15%
Aandeel prive	60.4%	61.4%	62.5%	67.4%	68.7%	70.0%	0.15%	0.15%
Aandeel herk./bestemming	54.9%	54.5%	54.1%	60.0%	59.4%	58.7%	-0.06%	-0.08%
Aandeel transfer	45.1%	45.5%	45.9%	40.0%	40.6%	41.3%	0.06%	0.08%
Aandeel Skyteam	61.2%	61.5%	61.7%	59.9%	60.3%	60.8%	0.03%	0.05%
Aandeel Rest excl. LCC	19.2%	19.1%	19.1%	15.4%	15.4%	15.4%	-0.01%	0.00%
Aandeel Low Cost Carriers	19.6%	19.4%	19.2%	24.7%	24.2%	23.8%	-0.02%	-0.05%
Aandeel continentaal	73.1%	72.3%	71.6%	71.9%	71.0%	69.9%	-0.11%	-0.12%
Aandeel intercontinentaal	26.9%	27.7%	28.4%	28.1%	29.0%	30.1%	0.11%	0.12%
Geluidsemisatie (TVG)	64.22	64.27	64.33	61.30	61.40	61.51	0.01%	0.02%
Vliegtuigbewegingen nacht	64.37	65.66	67.03	67.01	69.10	71.37	0.29%	0.37%

3.6.5 Verhoging benzineverbruik bij auto's

In deze test is het benzineverbruik vanaf één jaar na het basisjaar bij auto's met 50% verhoogd wat effectief een stijging van de kosten voor autorijden is. Het vliegtuig wordt voor reizen binnen Europa dus aantrekkelijker. Dit is ook te zien in de groei in het percentage vliegen binnen Nederland en Europa, het aantal passagiers en het aantal vliegtuigbewegingen op Schiphol (zie Tabel 14). Verder heeft deze aanpassing weinig effect op de resultaten van AEOLUS.

Tabel 14: Effecten door een verhoging van het benzineverbruik bij auto's om 50%.

	AEOLUS G2 2006 - 2020 (GE)		AEOLUS G3 2013 - 2030 (HOOG)		Gevoeligheid Verandering per jaar	
	Basis	verbr. +50%	Basis	verbr. +50%	AEOLUS-G2	AEOLUS-G3
Perc. vliegen tussen NL en Eur.	60.4%	61.9%	54.1%	55.8%	0.11%	0.10%
Perc. Schiphol t.o.v. 4 Hubs	30.3%	30.2%	29.8%	29.8%	0.00%	0.00%
Vliegbewegingen AMS (x 1000)	851.5	854.963	858.9	872.4	0.03%	0.09%
Aandeel vrachtluchten	4.2%	4.2%	3.1%	3.0%	0.00%	0.00%
Aandeel passagiersvluchten	95.8%	95.8%	96.9%	97.0%	0.00%	0.00%
Vracht (kiloton)	3314.3	3314.28	3022.3	3022.3	0.00%	0.00%
Passagiers Schiphol (mln)	108.4	108.743	119.0	120.6	0.02%	0.08%
Aandeel zakelijk	37.5%	37.5%	30.0%	30.1%	0.00%	0.01%
Aandeel prive	62.5%	62.5%	70.0%	69.9%	0.00%	-0.01%
Aandeel herk./bestemming	54.1%	54.3%	58.7%	59.3%	0.01%	0.03%
Aandeel transfer	45.9%	45.7%	41.3%	40.7%	-0.01%	-0.03%
Aandeel Skyteam	61.7%	61.6%	60.8%	60.5%	0.00%	-0.02%
Aandeel Rest excl. LCC	19.1%	19.1%	15.4%	15.5%	0.00%	0.00%
Aandeel Low Cost Carriers	19.2%	19.3%	23.8%	24.0%	0.00%	0.01%
Aandeel continentaal	71.6%	71.8%	69.9%	70.5%	0.02%	0.04%
Aandeel intercontinentaal	28.4%	28.2%	30.1%	29.5%	-0.02%	-0.04%
Geluidsemissie (TVG)	64.33	64.341	61.51	61.55	0.00%	0.00%
Vliegtuigbewegingen nacht	67.03	67.229	71.37	72.58	0.02%	0.10%

3.6.6 Verhoging parkeerkosten bij Schiphol

Door het verhogen van de parkeerkosten bij Schiphol met 50% wordt deze luchthaven onaantrekkelijker vergeleken met zijn concurrentie in het achterland. Een deel van de passagiers gaat daarom voor een andere luchthaven kiezen. De alternatieven trein en auto krijgen door deze aanpassing geen significante passagiersgroei. Dit is af te lezen aan het constante percentage vliegen tussen NL en Europa. Alle resultaten zijn in Tabel 15 samengevat.

Tabel 15: Effecten door een verhoging van de parkeerkosten bij Schiphol met 50%.

	AEOLUS G2 2006 - 2020 (GE)		AEOLUS G3 2013 - 2030 (HOOG)		Gevoeligheid Verandering per jaar	
	Basis	park. +50%	Basis	park. +50%	AEOLUS-G2	AEOLUS-G3
Perc. vliegen tussen NL en Eur.	60.4%	60.4%	54.1%	54.1%	0.00%	0.00%
Perc. Schiphol t.o.v. 4 Hubs	30.3%	30.2%	29.8%	29.7%	0.00%	-0.01%
Vliegbewegingen AMS (x 1000)	851.5	848.82	858.9	852.3	-0.02%	-0.05%
Aandeel vrachtluchten	4.2%	4.2%	3.1%	3.1%	0.00%	0.00%
Aandeel passagiersvluchten	95.8%	95.8%	96.9%	96.9%	0.00%	0.00%
Vracht (kiloton)	3314.3	3314.28	3022.3	3022.3	0.00%	0.00%
Passagiers Schiphol (mln)	108.4	108.061	119.0	118.1	-0.02%	-0.04%
Aandeel zakelijk	37.5%	37.5%	30.0%	30.0%	0.00%	0.00%
Aandeel prive	62.5%	62.5%	70.0%	70.0%	0.00%	0.00%
Aandeel herk./bestemming	54.1%	54.0%	58.7%	58.4%	-0.01%	-0.02%
Aandeel transfer	45.9%	46.0%	41.3%	41.6%	0.01%	0.02%
Aandeel Skyteam	61.7%	61.8%	60.8%	61.0%	0.01%	0.01%
Aandeel Rest excl. LCC	19.1%	19.0%	15.4%	15.4%	0.00%	0.00%
Aandeel Low Cost Carriers	19.2%	19.2%	23.8%	23.6%	0.00%	-0.01%
Aandeel continentaal	71.6%	71.5%	69.9%	69.8%	0.00%	-0.01%
Aandeel intercontinentaal	28.4%	28.5%	30.1%	30.2%	0.00%	0.01%
Geluidsemissie (TVG)	64.33	64.325	61.51	61.49	0.00%	0.00%
Vliegtuigbewegingen nacht	67.03	66.825	71.37	70.66	-0.02%	-0.06%

3.6.7 Ticketprijsontwikkeling

In deze test bekijken we een uniforme ticketprijsontwikkeling van +1% en -1% per jaar ten opzichte van de ticketprijs in het basisjaar voor alle routes. Deze vergelijken we met elkaar en niet met de ticketprijsontwikkeling in het HOOG scenario die ook op (ruim) -1% per jaar ligt en varieert tussen routes. Dit is dus anders dan in eerdere testen waarbij we gekeken hebben naar een veranderende ontwikkeling van +/- 1% ten opzichte van het HOOG scenario.

Deze test is ook niet eerder uitgevoerd, dus er is geen vergelijking met AEOLUS G2 gemaakt. De resultaten staan in Tabel 16. De laatste kolom geeft het jaarlijkse verschil aan tussen de runs met een ticketprijsontwikkeling van +1% en -1% per jaar. Uit deze tabel wordt duidelijk dat de passagiersaantallen erg gevoelig zijn voor de ticketprijsontwikkeling. Omdat zakelijke reizigers minder prijsgevoelig zijn dan niet-zakelijke reizigers, stijgt het aandeel zakelijk bij een hogere ticketprijs. Wanneer er minder reizigers zijn, zijn er minder passagiersvluchten en moet een groter deel van de vracht met aparte vrachtvliegtuigen worden vervoerd.

Uit deze analyse moet geconcludeerd worden dat de uitkomsten erg gevoelig zijn voor de aanname over de ticketprijsontwikkeling. Dit betekent dat een dergelijke aanname erg zorgvuldig moet worden gedaan.

Tabel 16: Effecten door een andere ticketprijsontwikkeling

ontwikkeling ticketprijzen vanaf basisjaar	AEOLUS G2 2006 - 2020 (GE)		AEOLUS G3 2013 - 2030 (HOOG)		Gevoeligheid Verandering per jaar		
	-1% /jaar	Basis /jaar	+1% /jaar	-1% /jaar	Basis /jaar	+1% /jaar	
Perc. vliegen tussen NL en Eur.				54.1%		52.9%	-0.1%
Perc. Schiphol t.o.v. 4 Hubs				29.9%		29.7%	0.0%
Vliegbewegingen AMS (x 1000)				834.4		640.6	-1.5%
Aandeel vrachtluchten				3.3%		5.4%	2.8%
Aandeel passagiersvluchten				96.7%		94.6%	-0.1%
Vracht (kiloton)				3022.3		3022.3	0.0%
Passagiers Schiphol (mln)				115.2		86.4	-1.7%
Aandeel zakelijk				30.4%		33.9%	0.7%
Aandeel prive				69.6%		66.1%	-0.3%
Aandeel herk./bestemming				58.9%		58.7%	0.0%
Aandeel transfer				41.1%		41.3%	0.0%
Aandeel Skyteam				60.5%		60.1%	0.0%
Aandeel Rest excl. LCC				15.4%		15.5%	0.0%
Aandeel Low Cost Carriers				24.1%		24.4%	0.1%
Aandeel continentaal				70.0%		69.8%	0.0%
Aandeel intercontinentaal				30.0%		30.2%	0.0%
Geluidsemissie (TVG)				61.43		60.72	-0.1%
Vliegtuigbewegingen nacht				69.54		53.20	-1.6%

REFERENTIES

- Amsterdam Airport Schiphol. (2014). *Traffic Review 2013*. Amsterdam: Amsterdam Airport Schiphol.
- CBS. (2014, 11 13). Opgeroepen op 11 13, 2014, van CBS: <http://www.cbs.nl>
- CPB – Blokdijk, J. en Elk, R. v. (2006). *Validatie van het Airport Catchment Area Competition Model (ACCM)*. Den Haag: CPB.
- CPB. (2009). *Validatie Aeolus-gams*. Den Haag: CPB.
- Dutchplanespotters. (2015, 1 12). *Dutchplanespotters.nl*. Opgeroepen op 1 12, 2015, van Schiphol: <http://schiphol.dutchplanespotters.nl/>
- Eindhoven Airport. (2014, 10 09). *Vluchten aankomst en vertrek*. Opgeroepen op 10 09, 2014, van Eindhoven Airport: <http://www.eindhovenairport.nl/>
- European Commission. (2014, 10 09). *Aircraft traffic data by main airport*. Opgeroepen op 10 09, 2014, van Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
- Gordijn, H. (2014). De invloed van landsgrenzen en taalverschillen op de luchthavenkeuze in België en Nederland. *RSAN*. Antwerpen: RSAN.
- Gordijn, H. (2015). *Determinanten vlieggeneigdheid en luchthavenkeuze*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- Goeverden, K. v. (2006). De rol van de trein in het internationale lange afstandsverkeer. *Colloquium Ver*. Amsterdam: CVS.
- IndexMundi. (2015, 1 20). *IndexMundi*. Opgeroepen op 01 20, 2015, van Jet fuel: <http://www.indexmundi.com/energy.aspx?product=jet-fuel>

- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KIM). (2014). *Mobiliteitsbeeld 2014*. Den Haag: KIM.
- Kouwenhoven, M. (2014). *Invoer AEOLUS*. Memo 14017-M04, Significance, Den Haag: Significance.
- Kouwenhoven, M. en Grebe, S. (2014). *Eerste doorkijk nieuwe WLO scenario's* Memo 14017-M05, Significance, Den Haag
- PBL, CPB. (2014). *WLO Mobiliteit: Luchtvaart, stand van zaken november 2014*. Den Haag: PBL.
- Significance. (2011). *Handleiding GM 2011 – een rapport voor Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart*. Den Haag: Significance.
- Significance en SEO Economisch Onderzoek. (2011). *Actualisatie AEOLUS model – Technische aanpassingen, rapport voor Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 8 april 2011*. Den Haag: Significance.
- Significance, VU Amsterdam, John Bates Service. (2013) *Values of time and reliability in passenger and freight transport in The Netherlands, Report for the Ministry of Infrastructure and the Environment*. Den Haag: Significance.
- Significance en SEO Economisch Onderzoek. (2014). *Actualisatie AEOLUS model - Offerte*. Den Haag: Significance.
- Significance, SEO . (2007). *Effecten van verschillende heffingsvarianten op de Nederlandse luchtvaart – Eindrapport*. Den Haag: Significance.

APPENDICES

Appendix A: Actualisatie basisjaar

In deze appendix wordt een gedetailleerde beschrijving van de actualisatie van het basisjaar gegeven.

A.1 Basismatrix

De nieuwe basismatrix is gebaseerd op data uit de Schiphol enquête. Deze is gebaseerd op interviews met een deel van de vertrekkende passagiers op Schiphol. Daarna zijn de resultaten gewogen met de daadwerkelijke passagiersaantallen.

Voor de basismatrix van AEOLUS moeten de herkomstzones zowel van originating als van destinating passagiers bepaald worden. Dit gebeurt voor Nederlandse passagiers op basis van de gemeente die ze als herkomst hebben opgegeven en voor alle overige reizigers op basis van het land. Voor een aantal passagiers uit Nederland is de gemeente van herkomst niet bekend. Deze passagiers verwijderen we uit de data en vervolgens verhogen we alle andere Nederlandse verbindingen om het totale aantal passagiers uit Nederland niet te veranderen. Voor het onderscheid tussen originating en destinating passagiers wordt de definitie uit paragraaf 2.2 gebruikt.

Voor passagiers uit de VS, UK, Frankrijk, Rusland en Duitsland is niet duidelijk uit welke AEOLUS zone ze vertrokken zijn omdat deze landen uit meerdere AEOLUS zones bestaan. Voor Duitsland komt dat vrij vaak voor. Voor de Duits passagiers die niet naar een Duitse luchthaven vliegen (worden als originating passagiers geteld) gaan we ervan uit dat ze uit de buurt van de Nederlandse grens komen. Omdat Noordrijn-Westfalen (zone Düsseldorf/Keulen) een duidelijk grotere bevolking heeft dan Nedersaksen (zone Hannover/Bremen) koppelen we de Duitse passagiers die we als originating tellen aan de zone Düsseldorf/Keulen. Tabel 17 geeft een overzicht over alle koppelingen.

Voor een deel van de passagiers is het eindbestemmingsland onbekend. In dit geval gebruiken we het bestemmingsland van de vlucht als eindbestemming.

Uiteindelijk wordt de data gesplitst naar motief (zakelijk, niet-zakelijk) en type reizigers (originating, destinating) en geaggregeerd op AEOLUS zone niveau om de vier basismatrices te bepalen.

Tabel 17: Koppelingstabel van originating passagiers uit landen die uit meerdere AEOLUS zones bestaan aan één AEOLUS zone.

Land	AEOLUS zone
Duitsland	Düsseldorf/Keulen
Frankrijk	Parijs e.o.
UK	London
Rusland	Oost Europa
VS	VS Noordoost

A.2 GTU verdelingen

De verdeling van het aantal vluchten over grote en technologie klassen alsmede de periode van de dag wordt gedaan zowel voor het basisjaar als voor het zichtjaar. Voor het basisjaar wordt de data in volgende bestanden in AEOLUS ingelezen:

- INPUT_TXT\baseG.gms: G-klasse-verdeling per alliantie (SkyTeam, OtherFSC, LowCost), vertrekluchthaven in Nederland en wereldregio van de aankomstluchthaven (Europa, Noord-Amerika, Zuid-Amerika, Afrika, Midden-Oosten, Verre Oosten)
- INPUT_TXT\baseG_Fr.gms: G-klassen voor vrachtvliegtuigen vanaf Amsterdam
- INPUT_TXT\baseT.gms: aandeel per technologieklasse voor iedere G-klasse
- INPUT_TXT\baseT_Fr.gms: aandeel per technologieklasse voor iedere G-klasse (vracht)
- INPUT_TXT\baseU.gms: U-klasse-verdeling per alliantie (SkyTeam, OtherFSC, LowCost), vertrekluchthaven in Nederland en wereldregio
- INPUT_TXT\baseU_Fr.gms: U-klassen voor vrachtvliegtuigen vanaf Amsterdam
- INPUT_CSV\fracdeparrrdata.csv: fractie vertrekkende-aankomende vliegtuigen per GTU klasse.

Als bron voor deze bestanden dient (Dutchplanespotters, 2015). Achter deze website zit een database in die sinds november 2009 informatie van alle vliegtuigen gevuld zijn die op de Schiphol website gepubliceerd worden. De beschikbare velden zijn het vliegtuig type, de maatschappij, het registratienummer, vracht/passagier vlucht, de verwachte en daadwerkelijke vertrek- en aankomsttijden, de herkomstluchthaven van aankomende vliegtuigen en de bestemming van vertrekkende vliegtuigen.

Voor de analyse worden alle vluchten uit het jaar 2013 op basis van het vliegtuigtype aan de juiste G en T klasse gekoppeld. De maatschappijen zijn ingedeeld in drie groepen (SkyTeam, OtherFSC, LowCost). De luchthavens zijn op basis van hun locatie aan de wereldregio's in AEOLUS gekoppeld.

Voor een klein deel van de data (<10%) is niet alle informatie beschikbaar zodat de volledige koppeling niet gemaakt kan worden. Omdat alle GTU verdeling in aandelen

uitgedrukt worden hoeft hiervoor niet gecorrigeerd te worden. Door alle data op het juiste niveau te aggregeren zijn de GTU verdelingen voor Schiphol bepaald. De resultaten zijn gevalideerd door een vergelijking met de minder nauwkeurige data in Amsterdam Airport Schiphol (2014).

Voor de regionale vliegvelden is geen vergelijkbare database als voor Schiphol beschikbaar. Als alternatief kunnen de gegevens van Eurostat (European Commission, 2014) gebruikt worden om de informatie over de G en T klasse te bepalen. Voor 88% van alle vliegtuigbewegingen zijn op deze manier de gegevens beschikbaar. Omdat de U verdeling door Eurostat niet wordt gegeven hebben we deze met behulp en de vertrek- en aankomsttijden op Eindhoven luchthaven van 9 en 10 oktober 2014 (Eindhoven Airport, 2014) bepaald.

A.3 Landzijdige level-of-service voor hoofdvervoer

Binnen Europa zijn de auto en de trein concurrerende alternatieven voor vliegen als hoofdvervoer. Als herkomst-bestemming-paren zijn alle achterlandzones (Nederlandse zones en regio's in de buurt) met volgende Europese zones in het level-of-service bestand opgenomen:

Tabel 18: AEOLUS zones en steden die in Google Maps gebruikt zijn om de afstanden en reistijden voor de landzijdige level-of-service te bepalen.

AEOLUS zone	Referentie stad
Denemarken	Kopenhagen
Frankfurt	Frankfurt
Frankrijk	Nantes
Groot-Brittannië	Leeds
Griekenland	Athene
Hamburg	Hamburg
Hannover Bremen	Hannover
Italië	Rome
Londen	London
Lyon-Marseille	Lyon
Oost Duitsland	Berlijn
Oost Europa	Warschau
Parijs	Parijs
Portugal	Lissabon
Scandinavië	Stockholm
Spanje	Madrid
Zuid Duitsland	München
Zuidoost Europa	Sofia
Zwitserland Oostenrijk	Innsbruck

Via Google-Maps zijn voor deze regio's op basis van de steden uit Tabel 18 de afstand en pure rijtijden (zonder verkeer) naar Amsterdam bepaald. Voor de andere Nederlandse

zones wordt een correctie toegepast. Deze correctie is gebaseerd op het oude level-of-service bestand. Voor gewone trein en hogesnelheidstrein zijn de kosten en tijden uit de afstanden en reistijden voor de auto afgeleid. Ze zijn gebaseerd op het uitkomsten van het LMS en steekproeven op daadwerkelijke verbindingen.

De parameters in het level-of-service bestand zijn als volgt afgeleid:

- Afstand auto: afstand uit Google Maps
- Reistijd auto: reistijd uit Google Maps
- Afstand trein: afstand auto
- Reistijd trein: reistijd trein $\times 1.1$
- Kosten trein: afstand trein $\times 0,16$ Euro
- Afstand hogesnelheidstrein: afstand auto
- Reistijd hogesnelheidstrein: reistijd trein $\times 0.6$
- Kosten hogesnelheidstrein: kosten trein $\times 1.75$

Bij het bepalen van de beschikbaarheid van hogesnelheidstreinen is rekening gehouden met de hogesnelheidstreinen die vanuit Nederland beschikbaar zijn (Amsterdam – Parijs, Amsterdam – Brussel, Amsterdam – Frankfurt – Basel, Amsterdam – Berlijn) en hogesnelheidslijnen in Europa. Op basis hiervan is bepaald welke verbindingen grotendeels met een hogesnelheidslijn afgelegd kunnen worden. Voor deze zones wordt de hogesnelheidstrein beschikbaar gemaakt.

A.4 Landzijdige level-of service voor vortransport

Het landzijdige level-of-service bestand voor het vortransport is gebaseerd op het landelijke model systeem (LMS). Tussen het basisjaar van AEOLUS (2013) en het LMS (2010) zit een verschil van 3 jaar. In deze periode is de infrastructuur en de hoeveelheid verkeer nauwelijks veranderd zodat ervan uitgegaan mag worden dat de reistijden, wachttijden, overstaptijden en afstanden ook in 2013 nog geldig zijn. Voor de treinkosten nemen we aan dat ze met de inflatie zijn gestegen (1.3% (2010), 2.3% (2011) en 2.5% (2012) (CBS, 2014)). De benzineprijzen zijn de jaargemiddelden voor 2010 en 2013 van de dagelijkse prijzen voor Euro95 benzine (CBS, 2014). De totale stijging is +15.5%. Met dit percentage zijn de autokosten uit het LMS verhoogd. Een overzicht over alle variabelen van het LOS bestand is in Tabel 19 gegeven.

Tabel 19: Overzicht van de variabelen in de LOS bestand voor vortransport.

Beschrijving	Variabelen
Algemeen	zone, luchthaven
Auto	afstand, tijd, kosten
Trein	afstand, tijd (in trein), vortransporttijd, natransporttijd, kosten
hogesnelheidstrein	afstand, tijd (in trein), vortransporttijd, natransporttijd, kosten

Het LMS heeft een zonering van 1406 zones in Nederland en 158 externe zones in België, Luxemburg, Duitsland en Frankrijk. Om de voortransporten voor AEOLUS te bepalen zijn de LMS zones aan AEOLUS zones (die samenvallen met de corop indeling) gekoppeld. De zones in België en Luxemburg zijn rechtstreeks aan de bijhorende AEOLUS zones gekoppeld. De regio Keulen/Düsseldorf bevat alle LMS zones in Noordrijn-Westfalen en de regio Frankfurt bevat de deelstaat Hessen. Van de achterlandzones die in AEOLUS mee worden genomen in de berekeningen kan alleen de zone Parijs niet op deze manier gekoppeld worden. Frankrijk is maar als twee zones in het LMS geïmplementeerd en deze zijn niet geschikt om de nodige parameters voor AEOLUS af te leiden. We hebben daarom ervoor gekozen de zone die het dichtst in de buurt van Parijs ligt als referentie te gebruiken en de parameters achteraf te corrigeren. De referentiezone bevindt zich in Wallonië (zwaartepunt 50.212 graad noord en 4.259 graad oost, 30 km zuidwest van Charleroi). De correctie op de afstanden uit het LMS is +225 km en de autoreistijden worden met 135 minuten verhoogd. De precieze koppeling tussen de LMS zones en de AEOLUS zones is in Tabel 20 te zien.

Tabel 20: Koppeling van de LMS zones aan de AEOLUS zones.

LMS	AEOLUS	Land
1 - 1406	1 - 22	Nederland
1407 - 1456	23	België
1457	24	Luxembourg
1471 - 1511	25	Düsseldorf/Keulen
1526 - 1527	26	Frankfurt
1437 ⁶	27	Parijs

In het LMS worden voor alle OD relaties gemiddelde reistijden, afstanden en andere transportparameters voor verschillende reismotieven en perioden van de dag gegeven. Om deze voor de veel uitgestrektere AEOLUS zones en kleinere aantal motieven te gebruiken zijn volgende stappen uitgevoerd:

- Voor zakelijke reizigers is het motief zakelijk uit het LMS gekozen en voor niet-zakelijke reizigers het motief overig.
- Bij de autobestanden worden in het LMS de reistijden voor drie periodes berekend: ochtendspits (07 tot 09 uur), avondspits (16 tot 18 uur) en rest-dag. We nemen aan dat 16 uur per dag mensen van en naar luchthavens reizen en berekenen de gemiddelde tijden en kosten door de ochtendspits en avondspits elk met factoren van 2/16 te wegen en de rest-dag met 12/16.

⁶ Zone 1437 bevindt zich in Wallonië. Voor details zie tekst.

- Om de afstanden, tijden en kosten voor de AEOLUS zones te bepalen wordt over alle LMS zones binnen de AEOLUS zone gemiddeld, gewogen met de bevolking per LMS zone.

Tabel 21 toont de koppeling van de output van het LMS en de invoer voor de Nederlandse AEOLUS zones.

Tabel 21: Koppeling van de LMS output variabelen aan de input waarden voor de level-of service voor vervoer in AEOLUS.

AEOLUS input (Nederlandse zones)	LMS output
Afstand auto	Afstand auto
Reistijd auto	Reistijd auto (gemiddeld uit ochtendspits (2/16), avondspits (2/16) en restdag (12/16))
Transportkosten auto	Transportkosten auto
Voortransporttijd trein	Wachttijd + looptijd + voortransporttijd
Natransporttijd trein	Natransporttijd trein
In-voertuigtijd trein	In-voertuigtijd trein
Totale afstand trein	Totale afstand trein
Transportkosten trein	Transportkosten trein

Voor de buitenlandse zones zijn voor autovervoer dezelfde gegevens beschikbaar als voor de Nederlandse zones en worden dezelfde berekeningen uitgevoerd. Helaas zijn geen gegevens voor treinvervoer beschikbaar. Om deze te bepalen moesten aannames gemaakt worden. Deze zijn gebaseerd op de gemiddelden voor alle AEOLUS zones waarvoor deze gegevens wel beschikbaar zijn. De volgende lijst geeft een overzicht over de aannames:

- Afstand trein: Afstand auto +18.2%
- Tijd trein: Tijd auto +9.9%
- Voortransporttijd: 60 minuten voor alle buitenlands zones
- Natransporttijd trein: 8 minuten voor FRA, DUS, CGN, CDG, BRU. Deze luchthavens hebben net als AMS een geïntegreerd treinstation. We gebruiken dezelfde tijd als voor AMS in het LMS.
- Natransporttijd trein: 35 min voor CRL en LUX. Deze luchthavens geven net als EIN op hun websites aan per bus binnen 20 min bereikbaar te zijn. We gebruiken de LMS gegevens voor EIN.
- Kosten trein: Kosten auto + 24.3%

Een aantal van de luchthavens (FRA, DUS, CGN, BRU, AMS) is vanaf bepaalde zones (Amsterdam, Rotterdam, Noord-Brabant, België, Parijs, Frankfurt, Düsseldorf/Keulen) ook met hogesnelheidstreinen bereikbaar. In het LMS wordt dit onderscheid niet gemaakt. Op basis van de gemiddelde verschillen in de daadwerkelijke prijs en echte reistijd op de verbindingen Keulen–Frankfurt en Amsterdam–Brussel hebben we correctiefactoren op de

reistijd en de prijs berekend: voor de prijs van de hogesnelheidstrein 1.75 keer de prijs van de gewone trein, en voor de tijd 0.6 keer de tijd van de trein. De voortransporttijd, natransporttijd en afstand nemen we als ongewijzigd aan.

Door al deze gegevens te combineren en de aannames toe te passen hebben we de landzijdige level-of-service voor voortransport volledig bepaald.

A.5 Parkeerkosten bij luchthavens

In de nieuwe versie van het AEOLUS model zijn de parkeerkosten bij vliegvelden herzien. Deze maken deel uit van de totale kosten voor keuzes met de auto als voortransport naar de luchthaven. De parkeerkosten bij vliegvelden zijn bepaald op basis van online gegevens in november 2014. Als bron zijn de websites van de luchthavens gebruikt (zie Tabel 23). De kosten zijn voor de officiële parkeerplaatsen en niet voor goedkopere alternatieven met shuttle service en dergelijke.

De parkeerkosten bij luchthavens hangen van twee dingen af: de afstand van de parkeerplaats tot de terminal en de lengte van de parkeertijd. In AEOLUS wordt de lengte van een reis niet gemodelleerd. Daarom moeten we voor de parkeerkosten aannames maken. We gaan ervan uit dat zakelijke passagiers korte verblijfstijden hebben en parkeerplaatsen op korte afstanden kiezen en niet-zakelijke passagiers langer op reis gaan en goedkopere parkeerplaatsen hun voorkeur geven.

Voor zakelijke passagiers hebben we de tarieven van de parkeerplaatsen die het dichtst bij de ingang liggen (zonder extra service) gekozen en voor niet-zakelijke passagiers de plaatsen met het goedkoopste tarief. Voor zakelijke passagiers hebben we de tarieven voor 24 en 72 uur opgezocht. De uiteindelijke prijs is het gemiddelde tarief uit beide periodes, gecorrigeerd voor de inflatie van 2013 (2.5%, bron CBS). Voor niet-zakelijke reizigers berekenen we het uiteindelijke tarief als gemiddelde uit de tarieven van 72 uur, 1 week en 2 weken parkeren (-2.5% inflatiecorrectie). De nieuwe invoerfile voor AEOLUS is in Tabel 22 te zien.

Tabel 22: Parkeerkosten bij luchthavens in Euro.

	AMS	RTM	MST	EIN	GRQ	LEY	BRU
Zakelijk	60.49	48.05	30.24	63.41	29.27	48.05	35.12
niet-zakelijk	74.63	58.54	58.05	63.74	52.36	58.54	70.57
oude versie AEOLUS	47.50	20.00	20.00	17.00	20.00	20.00	42.00
	CRL	CGN	DUS	NRN	FRA	CDG	LUX
Zakelijk	28.29	52.68	64.39	35.12	58.54	62.44	39.02
niet-zakelijk	60.81	60.49	54.63	45.85	52.68	121.63	58.54
oude versie AEOLUS	24.00	14.00	16.00	18.00	63.00	62.10	17.00

In bepaalde scenario's wordt luchthaven Lelystad uitgebreid. Er is niet waarschijnlijk dat de toekomstige parkeertarieven gerelateerd zijn aan de huidige tarieven. Daarom gebruiken we voor deze scenario's voor Lelystad dezelfde parkeerkosten als voor Rotterdam.

De nieuwe parkeerkosten zijn voor de meeste luchthavens duidelijk hoger dan de waarden die in de oude versie van AEOLUS geïmplementeerd waren, waarbij opgemerkt wordt dat in de oude versie geen splitsing voor zakelijk en niet-zakelijke passagiers werd gemaakt.

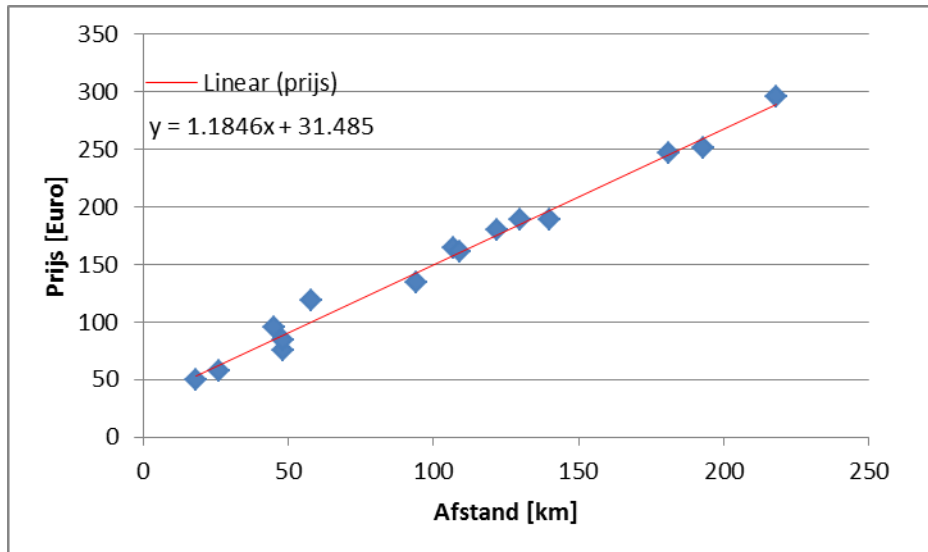
De nieuwe kosten zijn in het "input_other.gms" bestand geïmplementeerd.

Tabel 23: Bronnen voor de online studie van de parkeerkosten bij luchthavens.

AMS	http://www.schiphol.nl/Reizigers/VanNaarSchiphol/ParkerenOpSchiphol/SchipholParkTravel.htm http://downloads.rotterdam-airport.nl/documenten/afbeelding/file/Parkeertarieven%202014%281%29.pdf
RTM	www.parkeren-maastricht.nl/airport-maastricht
MST	www.parkeren-maastricht.nl/airport-maastricht
EIN	http://www.eindhovenairport.nl/nl/bereikbaarheid/parkeren/
GRQ	http://www.groningenairport.nl/voor-reizigers/parkeren/
BRU	https://www.parkingzaventem.be/quick-parking-zaventem-prijzen/
CLR	https://www.airportcharleroi-parking.be/quick-parking-charleroi-prijzen/
CGN	http://www.koeln-bonn-airport.de/parken-anreise/parken.html
DUS	http://parken.dus.com/parktarife.html
NRN	http://www.airport-weeze.de/nl/parkeren.html http://www.frankfurt-airport.de/content/frankfurt_airport/de/misc/container/Parken/parkpreisuebersicht/jcr:content.file/parkpreisuebersicht-frankfurt-airport.pdf
FRA	http://www.aeroportsdeparis.fr/ADP/en-GB/Passagers/Access-maps-car-parks/Paris-CDG/
CDG	Car-parks/Car-park-maps-rates/
LUX	http://www.lux-airport.lu/de/Anreise--parken/Parkplaetze.88.html

A.6 Taxikosten

In AEOLUS is de taxi een van de voortransportalternatieven naar de luchthaven. Om de nutsfunctie van dit alternatief goed te kunnen schatten hebben we de taxikosten in de nieuwe AEOLUS versie herzien. Allereerst hebben we in november 2014 voor 15 Nederlandse steden via de Schiphol website de prijzen voor een enkele reis met de taxi opgevraagd. Daarna hebben we de afstand tussen de stad en de luchthaven met Google Maps bepaald. Het blijkt dat de prijzen goed als lineaire relatie met de afstand kunnen worden beschreven. Figuur 10 toont het lineaire verband tussen de afstand en de kosten.

Figuur 10: Verband tussen afstand en ritprijs voor vaarten met de Schiphol taxi.

De kosten van “Schiphol taxi” zijn hoger dan van de lokale vervoerders. Op basis van bronnen 2 t/m 5 (zie Tabel 24) blijkt dat lokale vervoerders dezelfde rit voor gemiddeld 65% van de prijs aanbieden. We nemen aan dat de meerderheid van de Nederlandse passagiers het goedkopere alternatief kiest maar niet iedereen deze mogelijkheid heeft (bijvoorbeeld arriverende passagiers uit het buitenland). We schatten dat de gemiddelde prijs voor Nederlanders 75% van de prijs van “Schiphol-Taxi” is. Voor buitenlanders veronderstellen we de prijs van “Schiphol taxi”. Uiteindelijk corrigeren we alle prijzen voor de inflatie van 2013 (2.5%, bron CBS) omdat het basisjaar van AEOLUS 2013 is en de prijzen van “Schiphol taxi” van 2014 zijn.

De kosten K voor taxi's zijn

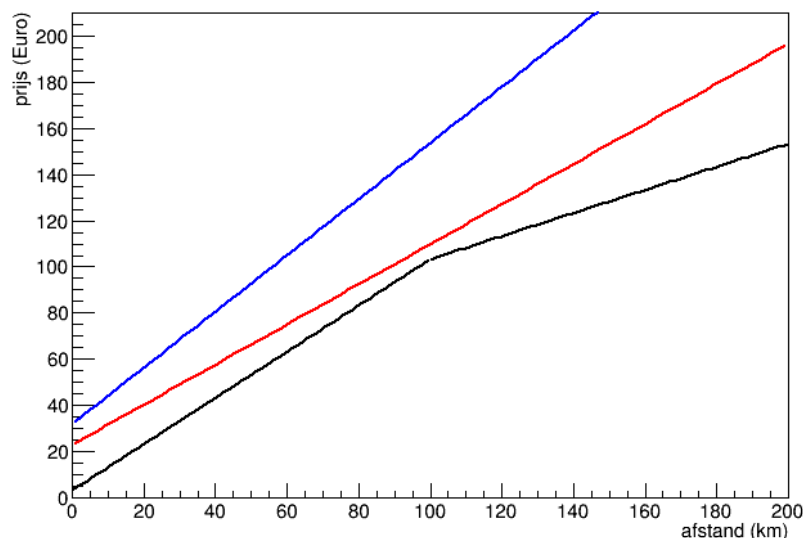
$$K_{\text{buitenlanders}} = \frac{1}{1.025} \cdot (1.185 \cdot d + 31.5), \text{ voor buitenlanders en}$$

$$K_{\text{Nederlanders}} = 0.75 \cdot \frac{1}{1.025} \cdot (1.185 \cdot d + 31.5), \text{ voor Nederlanders,}$$

met d de afstand in km.

In Figuur 11 worden de twee kosten met elkaar en de kosten uit de oude AEOLUS versie vergeleken. De kosten uit de oude versie (basisjaar 2006) zijn lager dan de kosten voor 2013. Dit kan verklaard worden door een verhoging van de taxitarieven tussen 2006 en 2013. De kink in de kostenfunctie bij 100 km hebben we in de data niet kunnen vinden. Hierbij wordt opgemerkt dat in 2006 niet zo'n uitgebreide analyse van de taxikosten is gedaan als nu.

Figuur 11: Vergelijking van de taxikosten in AEOLUS voor het basisjaar 2013. Voor reizigers die in Nederland wonen wordt de rode lijn toegepast voor alle anderen de blauwe lijn. De zwarte lijn toont de taxikosten uit de oude AEOLUS versie (basisjaar 2006).



Tabel 24: Bronnen voor de online studie voor taxikosten.

- 1 <http://www.schiphol.nl/Reizigers/VanNaarSchiphol/SchipholTravelTaxi/Reserveren.htm>
- 2 <http://www.taximeerhoven.nl/tarieven.html>
- 3 <http://aktietaxi.nl/AktieprijzenSchiphol.php>
- 4 <http://www.goedkoopstetaxi.com/>
- 5 <http://www.schipholtaxigroningen.nl/tarieven.html>
- 6 <https://www.google.nl/maps>
- 7 <https://www.cbs.nl>

A.7 Toegangskeuze model

In de nieuwe versie van AEOLUS wordt voor het eerst een volledig toegangskeuze model voor reizen van en naar de luchthaven geschat. De alternatieven zijn auto, KissFly, trein en taxi. Bij auto rijdt de reiziger zelf naar het vliegveld en parkeert het voertuig. Bij het alternatief KissFly wordt hij van iemand naar de luchthaven gebracht. Voor de schatting gebruiken we de data van de Schiphol enquête.

Van het KIM is vergelijkbare data voor de regionale luchthavens (en Schiphol) beschikbaar (Gordijn 2014 en 2015). Door het beperkte aantal waarnemingen in die data was het niet mogelijk om significante coëfficiënten te schatten. Deze KIM data wordt in de kalibratiefase gebruikt om te controleren of het vertrekluchthaven-keuze model goed functioneert.

Voor elke waarneming in de Schipholenquête zijn de kosten, tijden en afstanden voor de verschillende vervoerwijzen met behulp van het LMS bepaald (zie 2.6.4). Voor reizigers die zelf met de auto naar de luchthaven reizen moeten ook nog de parkeerkosten bij de ritkosten opgeteld worden. Voor de taxi is de reistijd even groot als voor gewone auto's. De berekening van de reiskosten is gedaan op de manier zoals beschreven in Appendix A.4.

Uit deze gegevens kunnen we de uiteindelijke kosten en reistijden voor ieder alternatief berekenen. Een overzicht van de reistijden en kosten is in Tabel 25 te zien.

Tabel 25: Reistijden en kosten voor de verschillende voortransport alternatieven. Behalve de taxikosten, de parkeerkosten en de bezettingsgraad komen alle gegevens uit het LMS.

Alternatief	Tijd	Kosten
Auto	CarTime	(CarCost + Parkeerkosten) / bezetting
KissFly	CarTime	(CarCost × 2) / bezetting
Trein	TrainTime + PreTrainTime + AfterTrainTime	TrainCost
Taxi	CarTime	TaxiCost / bezetting

We onderscheiden ook hier weer passagiers naar herkomst (Nederlanders, buitenlanders) en naar motief (zakelijk, niet-zakelijk). Zakelijke en niet-zakelijke passagiers hebben verschillende kosten in het LMS. Als value-of-time (VOT) gebruiken we voor zakelijke passagiers 34.74 Euro/uur en voor niet-zakelijke passagiers 19.67 Euro/uur. Voor de bezettingsgraad nemen we aan dat die voor auto's en taxi's 1.5 voor zakelijke en 3.0 voor niet-zakelijke reizigers is en voor KissFly 1.0 voor zakelijke reizigers en 2.0 voor niet-zakelijke reizigers. Ook zijn de taxikosten voor Nederlandse en buitenlandse passagiers verschillend (zie Appendix A.6).

Op basis van deze kenmerken hebben we vier multinomiaal logit (MNL) modellen geschat. De utility functies hebben de vorm:

$$U = ASC_{alternatief} + cc \cdot (Kosten + VOT \cdot Tijd)$$

De resultaten van de modellen zijn in Tabel 26 te zien.

De schattingen laten zien dat zakelijke reizigers minder kostengevoelig zijn dan niet-zakelijke reizigers (kleinere kostencoefficiënt) en dat zakelijke destination passagiers een voorkeur voor de taxi als voortransport mode hebben ($ASC_{TA} > 0$). Bijna alle reizigers vinden het openbaar vervoer een aantrekkelijke optie. Deze is in het model de referentie categorie en groter dan bijna alle andere ASC's.

We hebben ook geprobeerd onafhankelijke tijd- en kostencoefficienten te schatten. Door de sterke correlatie tussen de tijd en de kosten in de data is dat niet mogelijk.

Een deel van de luchthavens die in AEOLUS gemodelleerd worden is ook met een hogesnelheidstrein bereikbaar. Voor Schiphol is dat bijvoorbeeld de Thalys vanuit Antwerpen. Omdat in de Schiphol enquête niet vermeld is of treinreizigers met een “gewone trein” of een hogesnelheidstrein naar de luchthaven gereisd zijn, kan deze keuze niet geschat worden. Om er in AEOLUS wel rekening te houden en ook om de invloed van toekomstige ontwikkelingen te kunnen simuleren is een genest logit model voor treinen in AEOLUS geïmplementeerd. Tussen hogesnelheidstreinen en reguliere treinen zit een nesting-coëfficiënt van 0.5.

Tabel 26: Schattingsresultaten toegangskeuze modellen voor van links naar rechts: niet-zakelijke originating passagiers, niet-zakelijke destinating passagiers, zakelijke originating passagiers en zakelijke destinating passagiers.

File	005_nzak_outbound	005_nzak_inbound	005_zak_outbound	005_zak_inbound
Observations	23233	7946	7274	5334
Final log (L)	-7615624.7	-3084827.8	-2425787	-2049777.4
D.O.F.	4	4	4	4
Rho ² (0)	0.104	0.271	0.08	0.161
Rho ² (c)	0.016	0.026	0.015	0.031
ASC_CD	-0.7438 (-584.8)	-2.716 (-887.1)	-0.1686 (-95.0)	-1.523 (-544.2)
ASC_CP	-0.2975 (-209.9)	-1.758 (-863.7)	-0.8118 (-366.8)	-1.552 (-611.7)
ASC_OV	0 (*)	0 (*)	0 (*)	0 (*)
ASC_TA	-0.8716 (-506.0)	-0.7193 (-365.5)	-0.5192 (-139.8)	0.5083 (156.9)
cc	-0.04561 (-464.4)	-0.06618 (-377.9)	-0.02616 (-246.5)	-0.03804 (-304.0)