



# MKBA groei- en krimp Schiphol

Analyse van groei en krimp voor  
welvaart van Nederland en  
Schipholregio



CE Delft

*Committed to the Environment*

# MKBA groei- en krimp Schiphol

Analyse van groei en krimp voor welvaart van Nederland en  
Schipholregio

Dit rapport is geschreven door:

Daan Juijn, Martijn Blom, Joukje de Vries, Jasper Faber en Stefan Grebe

Wij danken Carl Koopmans voor een interne review op een conceptversie van onze analyse.

Delft, CE Delft, juni 2021

Publicatienummer: 21.210158.095

Luchtvaart / Vliegvelden / Groei / Afname / Maatschappelijke factoren / Economische factoren / Welvaart /  
Nationaal / Regionaal

Opdrachtgever: Gemeente Aalsmeer

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Martijn Blom (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

## **CE Delft**

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



# Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	7
	1.1 Aanleiding	7
	1.2 Doel	7
	1.3 Wat is een MKBA?	7
	1.4 Afbakening	8
	1.5 Alternatieven	8
	1.6 Leeswijzer	9
2	Aanpak	11
	2.1 Methodiek	11
	2.2 Type effecten	12
	2.3 Effecten van verschillende capaciteitsrestricties	14
	2.4 Aanpak luchtvaartontwikkelingen Schiphol	16
	2.5 Netwerkeffecten en hubfunctie	16
3	Ontwikkeling Schiphol bij verschillende beleidsalternatieven	18
	3.1 Inleiding	18
	3.2 Ontwikkelingen aantal vliegbewegingen, vrachtluchten en passagiers	18
	3.3 COVID-19-correctie	19
	3.4 Ontwikkeling passagierssamenstelling	20
	3.5 Effecten ticketprijzen	21
	3.6 Klimateffecten	22
	3.7 Effecten luchtkwaliteit	23
	3.8 Effecten geluidsoverlast	24
	3.9 Samenvatting	25
4	Welvaartseffecten	27
	4.1 Inleiding	27
	4.2 Totaal saldo	27
	4.3 Directe effecten	30
	4.4 Externe effecten	36
	4.5 Indirecte effecten	51
	4.6 Gevoeligheidsanalyse	52
5	Conclusies	54
6	Literatuur	58
A	Gevoeligheidsanalyse	60
	A.1 CO <sub>2</sub> -prijzen volgens het Parijsakkoord	60
	A.2 Overige parameters	61





# Samenvatting

## Aanleiding en doel

Aalsmeer ligt onder de aan- en uitvliegroutes van drie banen van Schiphol: de Aalsmeerbaan, Zwanenburgbaan en de Kaagbaan. In 2016 waren er als gevolg van vliegtuiggeluid 4.400 ernstig gehinderden in Aalsmeer. Mede als gevolg van deze geluidsoverlast heeft de gemeenteraad van Aalsmeer CE Delft verzocht om een MKBA (maatschappelijke kosten-batenanalyse) uit te voeren met betrekking tot beperking en groei van het vliegverkeer op Schiphol.

In deze studie zijn de welvaartseffecten in beeld gebracht van een groeialternatief (540.000 vliegbewegingen) en een krimpalternatief (375.000 vliegbewegingen) ten opzichte van het referentiealternatief (500.000 vliegbewegingen).

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) heeft tot doel de verschillende opties voor de uitvoering van een project op integrale wijze met elkaar te vergelijken. Alle effecten worden vervolgens zoveel mogelijk in geld uitgedrukt en vervolgens telt men deze op, zodat een integrale afweging mogelijk is. Dat geldt ook voor effecten die meestal niet (of beperkt) in geld worden gewaardeerd zoals CO<sub>2</sub>-emissies of luchtverontreinigende emissies. Binnen deze studie is specifiek gekeken naar de lokale en regionale gevolgen van deze alternatieven vanwege de relevantie voor de gemeente Aalsmeer.

## Alternatieven

We presenteren het saldo van de welvaartseffecten voor twee beleidsalternatieven: een krimp van Schiphol tot 375 duizend vluchten en een groei van Schiphol tot 540 duizend vluchten. Beide alternatieven worden vergeleken met een referentiesituatie, waarin het aantal vliegbewegingen op Schiphol gemaximeerd blijft op 500 duizend. In beide alternatieven geldt dat het internationale luchtvaartaanbod beperkt wordt door een plafond voor het aantal vluchten van en naar Schiphol. De alternatieven verschillen in de mate waarin deze restrictie knellend is.

De alternatieven zijn geanalyseerd tegen twee achtergrondscenario's: WLO-Hoog en WLO-laag. In WLO-Hoog kent de internationale luchtvaart een stevige groei en leidt internationale samenwerking tot stevig klimaatbeleid, waardoor CO<sub>2</sub>-prijzen flink stijgen. In WLO-Laag is sprake van een gematigde groei van de luchtvaart en veel beperkter klimaatbeleid. In het WLO-Hoog-scenario opent Lelystad Airport de deuren, terwijl Lelystad Airport in het WLO-Laag-scenario gesloten blijft. Een uitzondering op deze aanname is gemaakt voor het krimpalternatief in WLO-Laag. Daarvoor zijn twee deelvarianten doorgerekend, één waarin de hubfunctie van Schiphol grotendeels behouden blijft door uitplaatsing van vakantievluchten naar Lelystad, en een waarin de hubfunctie onder druk komt te staan omdat Lelystad Airport niet opent en uitplaatsing van vakantievluchten niet mogelijk is.

## Effecten

Tabel 1 geeft een overzicht van de effecten die zijn meegenomen in deze MKBA.

Tabel 1 - Overzicht van effecten die meegenomen zijn in de MKBA

Effect	Beschrijving
Exploitatie Schiphol	Exploitatiewinsten behaald bij het afhandelen van niet-luchtvaart activiteiten, zoals parkeergelden en winkels.
Schaarstewinsten airlines	Door restricties en prijsstijgingen ontstaan schaarstewinsten die bij Nederlandse luchtvaartmaatschappijen tot welvaartswinst leiden.
Consumentensurplus passagiers	Dezelfde prijsstijgingen leiden tot een afname van het consumentensurplus van Nederlandse passagiers die blijven vliegen.
Niet-geaccomodeerde passagiers	Een deel van de Nederlandse passagiers zal bij prijsstijgingen besluiten om af te zien van hun vlucht, hetgeen leidt tot welvaartsverlies.
Werkgelegenheid*	Eventuele effecten op werkgelegenheid. Alleen af- of toename van niveau van onvrijwillige werkloosheid leidt tot welvaartseffecten.
Agglomeratie-effecten*	Bedrijven die zich in de buurt bevinden van andere gespecialiseerde bedrijven en werknemers zijn over het algemeen productiever. Bereikbaarheid via Schiphol heeft invloed op de productiviteit.
Klimaat	Beperking of groei van het aantal vliegbewegingen heeft effect op de mondiale CO <sub>2</sub> -emissies. Groei van Schiphol betekent dat andere sectoren duurdere maatregelen moeten nemen om klimaatdoelen te halen.
Luchtverontreiniging	Beperking of groei van het aantal vliegbewegingen heeft effect op luchtverontreinigende emissies in Nederland.
Geluidshinder	Beperking of groei van het aantal vliegbewegingen heeft effect op de geluidshinder voor omwonenden.
Ruimtelijke ontwikkeling*	Ruimtelijke beperking kunnen leiden tot kosten voor ruimtelijke ontwikkeling (woningbouw, natuur elders).

\* Deze effecten zijn enkel kwalitatief meegenomen.

## Resultaten

Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten op hoofdlijnen.

Tabel 2 - Resultaten MKBA voor groei- en krimpscenario's ten opzichte van de referentie, mld € (contante waarde)

	Groei	Krimp met behoud hubfunctie	Krimp zonder behoud hubfunctie
WLO-Hoog	-2,3	-	6,5
WLO-Laag	-3,1	-0,3	-7,5

De resultaten uit de studie leiden tot de volgende conclusies:

- Groei van Schiphol tot 540 duizend vluchten leidt binnen de verwachte bandbreedte van de ontwikkeling van internationale luchtvaart tot een negatief welvaartsaldo. Zowel binnen het WLO-Hoog als WLO-Laag-scenario ontstaat een welvaartsverlies voor de Nederlandse samenleving op van tussen 2,3 en 3,1 miljard euro.
- Krimp van Schiphol tot 375 duizend vluchten kan ongunstig of gunstig uitpakken voor de welvaart van Nederland, afhankelijk van het achtergrondscenario. In een achtergrondscenario met sterke economische groei en ontwikkeling van de luchtvaart zal krimp

leiden een positief saldo. Schiphol verliest relatief veel transferpassagiers en mogelijk zijn hub-functie, maar door een hogere waardering van CO<sub>2</sub>-uitstoot vallen de klimaatbaten ook relatief hoog uit. In een scenario met een meer gematigde groei en een lagere waardering voor milieu (WLO-Laag) is de uitkomst negatief voor de Nederlandse welvaart. In WLO-Laag wegen de directe economische verliezen voor consumenten en de Schiphol Group als gevolg van het strikte plafond niet op tegen de baten voor milieu- en leefomgeving. Een belangrijke reden hiervoor is dat klimaatbaten door een geringe CO<sub>2</sub>-prijs fors lager uitpakken dan in WLO-Hoog. Onder de aannames van WLO-Laag leidt vasthouden aan het huidige plafond tot een hoger saldo dan krimp of groei: het welvaartsoptimum ligt in dit geval tussen het groei- en krimpalternatief in.

- Wanneer Schiphol minder vluchten kan afwickelen, zal dit leiden tot stijging van de ticketprijzen. Dit zorgt voor een welvaartsoverdracht van consumenten naar producenten. De additionele winst voor Nederlandse luchtvaartmaatschappijen is in de regel kleiner dan het verlies van consumenten die blijven vliegen.
- Sommige consumenten zullen als gevolg van ticketprijsstijgingen afzien van hun vlucht van of naar Schiphol. Een belangrijk deel van deze passagiers zal reizen via andere luchthavens: voor transferpassagiers is aangenomen dat 100% zal kiezen voor een alternatieve overstaphaven en voor bestemmingspassagiers is verondersteld dat 35% zal uitwijken naar buitenlandse luchthavens. Dergelijk uitwijkgedrag leidt niet tot minder vluchten en ook niet tot CO<sub>2</sub>-reductie. Toch vindt er per saldo een netto-afname plaats van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot bij krimp van Schiphol. Dit komt omdat een deel van de niet-geacommodeerde passagiers geheel zal afzien van hun reis, en een deel zal kiezen voor een andere (minder CO<sub>2</sub>-intensieve) modaliteit. Ondanks het gegeven dat een deel van de klimaateffecten weglekt (carbon leakage) is een significante CO<sub>2</sub>-emissiereductie dus realistisch in het krimpalternatief.
- De geluidshinder voor omwonenden neemt significant af bij krimp van Schiphol. De geluidsbaten van het krimpalternatief bedragen 2 miljard euro op nationaal niveau; voor de gemeente Aalsmeer gaat het om 40 miljoen euro (beide verdisconteerd).

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Aalsmeer ligt onder de aan- en uitvliegroutes van drie banen van Schiphol: de Aalsmeerbaan, Zwanenburgbaan en de Kaagbaan. In 2016 waren er als gevolg van vliegtuiggeluid 4.400 ernstig gehinderden in Aalsmeer (ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2016). Omdat het aantal vluchten tot 2019 verder is gestegen, kan aangenomen worden dat het aantal ernstig gehinderden nog verder is toegenomen (ILT, 2020). Bovendien is bekend dat in de praktijk meer mensen hinder ervaren dan op basis van modellen wordt ingeschat (RIVM, 2019).

De gemeenteraad Aalsmeer heeft daarom een motie aangenomen op 10 december 2020 waarin aan het college van B&W onder meer wordt gevraagd om een MKBA (maatschappelijke kosten-batenanalyse) uit te laten voeren met betrekking tot (beperking en groei van) het vliegverkeer op Schiphol. Het rapport ligt nu voor u.

## 1.2 Doel

Het doel van het project is het bepalen van de welvaartseffecten van het groeialternatief (540.000 vliegbewegingen) en het krimpalternatief (375.000 vliegbewegingen) ten opzichte van het referentiealternatief (500.000). Daarbij gaat speciale aandacht uit naar het in kaart brengen van de implicaties op het gebied van geluidsoverlast, luchtkwaliteit en werkgelegenheid voor de gemeente Aalsmeer (kwalitatief).

Een kernvraag van deze MKBA is of de welvaartswinst door vermindering van externe effecten (zoals lokale geluidsoverlast) bij krimp van Schiphol opweegt tegen het verlies aan welvaart van reizigers en luchtvaartaanbieders. Daarbij speelt een belangrijke rol dat veel van de milieueffecten van de luchtvaart in de praktijk niet geprijsd worden, en vluchten dus te goedkoop zijn. Niet elke reiziger op de luchthaven van Schiphol levert evenveel bijdrage aan de Nederlandse economie, maar kan wel milieugebruiksruimte innemen. Een voorbeeld hiervan is (buitenlandse) transferpassagiers.

## 1.3 Wat is een MKBA?

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) heeft tot doel de verschillende opties voor de uitvoering van een project op integrale wijze met elkaar te vergelijken. Alle effecten worden vervolgens zoveel mogelijk in geld uitgedrukt en vervolgens telt men deze op, zodat een integrale afweging mogelijk is. Dat geldt ook voor effecten die meestal niet (of beperkt) in geld worden gewaardeerd zoals CO<sub>2</sub>-emissies of luchtverontreinigende emissies. Bij het bepalen van de kosten en baten wordt uitgegaan van het ruime welvaartsbegrip<sup>1</sup> en worden de kosten en baten gekwantificeerd en gerelateerd aan specifieke partijen om daarmee de eventuele noodzaak van overheidshandelen te kunnen onderbouwen. Een positief saldo duidt op een project dat de welvaart verhoogt. Een negatief saldo duidt op een project dat de welvaart verlaagt.

---

<sup>1</sup> Hier wordt niet alleen gekeken naar de productie van goederen en diensten, maar ruime welvaart houdt ook rekening met de externe effecten, zoals de milieugoederen (zowel positief als negatief).



In een MKBA wordt een situatie met het project (projectalternatief) vergeleken met de situatie zonder het project (nulalternatief of 'referentie'). De *Algemene Leidraad Kosten-Batenanalyses* vormt in Nederland de leidraad voor de uitvoering van kosten-batenanalyses.

## 1.4 Afbakening

De studie is al volgt afgebakend:

- De MKBA kent een landelijke scope. Dat wil zeggen dat een MKBA het totale welvaartsaldo analyseert voor Nederland. Dit betreft alle actoren in Nederland; zowel aanbieders en afnemers van vluchten van en naar Schiphol. Zowel producenten als consumenten genieten een economisch voordeel van vliegen. De wijze waarop Schiphol in deze economische behoefte voorziet bepaalt het totale saldo voor Nederland.
- Daarnaast kijkt deze MKBA ook specifiek naar regionale welvaartseffecten. Door geluidshinder, effecten op leefklimaat en gezondheid en ruimtelijke beperkingen ontstaan er ook negatieve welvaartseffecten en kunnen alternatieve economische functies niet of minder goed vervuld worden. De effecten voor geluidshinder zijn voor de gemeente Aalsmeer gekwantificeerd.
- De welvaartseffecten worden over een langere periode in beeld gebracht: 2021-2121.
- De welvaartseffecten worden voor alle drie de alternatieven uitgewerkt tegen de achtergrondscenario's WLO-Hoog en WLO-Laag van het CPB en PBL, zoals voorgeschreven in de Algemene Leidraad MKBA (CPB & PBL, 2015).
- Bestedingseffecten van buitenlanders in Nederland en andersom van Nederlanders in het buitenland zijn in deze MKBA niet meegenomen. Nederland kan als toeristische bestemming minder of meer aantrekkelijk worden. Anderzijds kunnen Nederlanders tegen lagere of hogere kosten naar het buitenland, wat voor productieverhuivingen naar het buitenland kan zorgen. Beide effecten werken in tegengestelde richting, en worden buiten beschouwing gelaten.
- De werkgelegenheidseffecten zijn kwalitatief in beeld gebracht.

## 1.5 Alternatieven

De welvaartseffecten van krimp en groei van Schiphol worden vastgesteld op basis van drie alternatieven. In elk van de drie alternatieven is er sprake van een gerespecteerde ontwikkeling van het aantal vluchten van en naar Schiphol. De alternatieven verschillen in de mate waarin de capaciteitsrestrictie toekomstige ontwikkeling van Schiphol beperkt. De volgende alternatieven worden onderscheiden:

1. **Referentie:** een groei tot maximaal 500.000 vluchten. In dit referentiealternatief blijven de afspraken uit het Aldersakkoord ook na 2020 van kracht en behoudt Schiphol haar een capaciteitslimiet van 500 duizend vliegtuigbewegingen ook na 2020. De Nederlandse regionale luchthavens kennen een capaciteitslimiet gebaseerd op vastgesteld beleid<sup>2</sup>. In de WLO-Hoog-variant opent Lelystad Airport de deuren, terwijl Lelystad Airport in de WLO-Laag-variant niet van de grond komt.
2. **Beleidsalternatief groei:** een ontwikkeling tot 540.000 vluchten conform de Luchtvaartnota. De geluidswinst op Schiphol wordt verdeeld volgens de 50/50-regel en de vierde baanregel blijft gelden. De Nederlandse regionale luchthavens kennen een capaciteitslimiet gebaseerd op vastgesteld beleid. In de WLO-Hoog-variant opent Lelystad Airport de deuren, terwijl Lelystad Airport in de WLO-Laag-variant niet van de grond komt.

<sup>2</sup> Voor de hoogte van de capaciteitsrestricties voor regionale luchthavens gaan we uit van vastgesteld beleid. We sluiten daarmee aan bij de aannames gemaakt in de MKBA Vliegbelasting (CE Delft, 2018).



3. **Beleidsalternatief krimp:** een ontwikkeling tot een lager plafond van 375.000 vluchten. Binnen de WLO-Hoog-variant opent Lelystad Airport de deuren<sup>3</sup>. Binnen de WLO-Laag-variant maken we verder onderscheid naar twee deelvarianten:
- a Krimp met gedeeltelijk behoud van hubfunctie (mogelijk door uitplaatsing van vakantievluchten van Schiphol naar Lelystad Airport).
  - b Krimp zonder behoud van de hubfunctie van Schiphol (uitplaatsing van vakantievluchten naar Lelystad Airport niet mogelijk).
- De overige Nederlandse regionale luchthavens kennen wederom een capaciteitslimiet gebaseerd op vastgesteld beleid.

In alle drie de alternatieven wordt het geraamde groeitempo gecorrigeerd voor de terugval door COVID-19 zoals ingeschat in het rapport 'Destination 2050' van NLR en SEO (2020). Door het wegvallen van de vraag naar luchtvaart worden de verschillende capaciteitslimieten iets later bereikt dan voorzien. In deze MKBA worden beleidsalternatieven 2 en 3 vergeleken met de referentie, oftewel de verwachte ontwikkeling zonder nieuw beleid.

Tabel 3 geeft een overzicht van de alternatieven.

Tabel 3 - Beschrijving van alternatieven en maximale capaciteit

Beleidsalternatief	Uitgangspunten	Capaciteit Schiphol	Capaciteit regionale luchthavens (WLO-Hoog)	Capaciteit regionale luchthavens (WLO-Laag)
Referentie	LVB1	500.000	Eindhoven: 43.000 Lelystad: 45.000 Rotterdam: 20.000 Maastricht: 16.000 Groningen: 16.000	Eindhoven: 43.000 Lelystad: 0 Rotterdam: 20.000 Maastricht: 16.000 Groningen: 16.000
Groei	Conform Luchtvaartnota. Groei verdienen	540.000	Eindhoven: 43.000 Lelystad: 45.000 Rotterdam: 20.000 Maastricht: 16.000 Groningen: 16.000	Eindhoven: 43.000 Lelystad: 0 Rotterdam: 20.000 Maastricht: 16.000 Groningen: 16.000
Krimp	Verdere restrictie van groei Schiphol	375.000	Eindhoven: 43.000 Lelystad: 45.000 Rotterdam: 20.000 Maastricht: 16.000 Groningen: 16.000	Eindhoven: 43.000 Lelystad: 0/45.000 Rotterdam: 20.000 Maastricht: 16.000 Groningen: 16.000

## 1.6 Leeswijzer

*Hoofdstuk 2* schetst de aanpak bij het in beeld brengen van kosten en baten per alternatief. Dit hoofdstuk presenteert ook de belangrijkste uitgangspunten en aannames in onze aanpak.

In *Hoofdstuk 3* presenteren we de luchtvaartscenario's die schetsen hoe de luchtvaart en Schiphol zich ontwikkelen onafhankelijk van de restricties die aan deze ontwikkelingen

<sup>3</sup> Ook binnen de variant groei Schiphol kan onderscheid gemaakt worden tussen opening van Lelystad en dichthouden, echter voor deze variant ontbreken modeldoorrekeningen.

worden opgelegd. Deze kunnen worden gezien als achtergrondscenario's. COVID-19 en de maatregelen om verspreiding van het virus terug te dringen hebben een belangrijke impact op de internationale ontwikkeling van de luchtvaart. Hoofdstuk 3 gaat ook nader in hoe we de correctie voor COVID-19 hebben uitgevoerd.

*Hoofdstuk 4* vormt het hart van de MKBA en gaat in op de welvaartseffecten die optreden. Kosten en baten worden afgezet tegenover de referentie. Hierin worden de verschillende kosten- en batenposten in totaal gepresenteerd in netto contante waardes (NCW). Vervolgens gaan we nader in op de verschillende posten waaruit het totaalsaldo is opgebouwd.

*Hoofdstuk 5* sluit af met de conclusies en maakt ook een vergelijking met eerdere studies op dit terrein. De lezer met weinig tijd kan zich meteen richten op dit hoofdstuk.

## 2 Aanpak

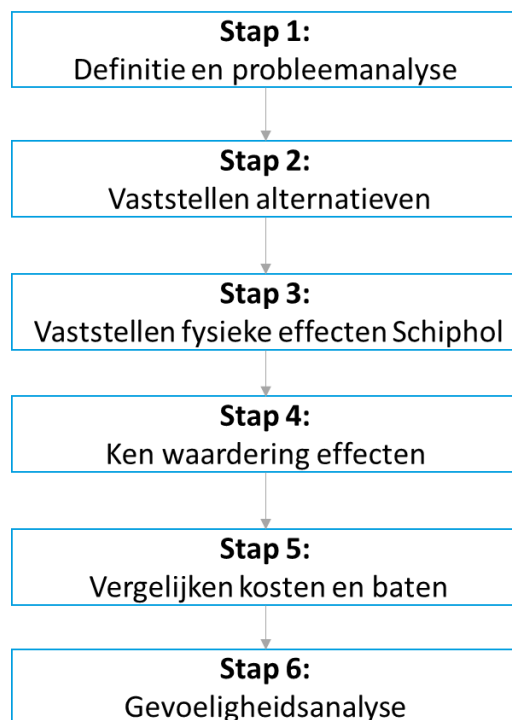
Dit hoofdstuk start met de aanpak in vogelvlucht en gaat vervolgens nader in op enkele belangrijke uitgangspunten en keuzes ten aanzien van de aanpak:

- Methodiek (Paragraaf 2.1).
- Onderscheiden effecten (paragraaf 2.2).
- Effectbepaling (Paragraaf 2.3).
- Bepaling van luchtvaartscenario's (Paragraaf 2.4).

### 2.1 Methodiek

In Figuur 1 presenteren we de verschillende stappen op hoofdlijnen om tot het MKBA-resultaat te komen. Deze aanpak volgt de Algemene Leidraad MKBA's van het CPB (CPB ; PBL, 2013)).

Figuur 1 - Overzicht van de stappen in deze MKBA



De eerste stap betreft de definitiefase, ofwel de standing van de MKBA. Over wie en wat gaat deze MKBA? In deze stap wordt bepaald welke effecten worden meegenomen en welke niet. Ook wordt de tijdsperiode vastgesteld en wordt bepaald wiens welvaart wel of niet meegerekend wordt.

De tweede stap is het vaststellen van de alternatieven voor verdere ontwikkeling van de luchthaven Schiphol. Om invulling aan de toekomstige ontwikkeling van Schiphol te geven zijn meerdere oplossingsrichtingen mogelijk. In deze MKBA wordt ingezoomd op twee

alternatieven: een verdere groei van Schiphol tot 540 duizend vluchten en een krimp van Schiphol tot 375 duizend vluchten. De welvaartseffecten van de alternatieven worden in deze MKBA vergeleken met de huidige afspraken (500 duizend vluchten).

In de derde stap gaan we uitgebreid in op de fysieke effecten van krimp en groei van Schiphol. Hierin bepalen we de ontwikkeling van de luchtvaart, de samenstelling van de vloot, effecten op klimaat en luchtkwaliteit van de leefomgeving rondom Schiphol, geluidseffecten, etc. van de verschillende alternatieven. Hierbij is geen luchtvaartmodel ingezet, maar is gebruik gemaakt van bestaande studies naar de ontwikkeling van Schiphol.

In de vierde stap worden kosten en effecten – de welvaartseffecten – bepaald. Deze stap vormt het hart van de MKBA. De effecten worden in kaart gebracht, gekwantificeerd en – zo mogelijk – in euro's uitgedrukt (gemonetariseerd). Dataverzameling is een belangrijke activiteit in deze stap. Naast de effecten worden ook de kosten van de alternatieven in kaart gebracht. De kosten worden onderverdeeld in éénmalige investeringskosten en jaarlijkse kosten.

In de vijfde stap vergelijken we de kosten en baten. De totale effecten over de hele levensduur worden teruggerekend naar één basisjaar (verdiscontering) zodat de effecten ten opzichte van elkaar vergeleken kunnen worden. Hieruit resulteert een overzichtstabel waarin de effecten naast elkaar gezet zijn. De overzichtstabel bevat in geld uitgedrukte effecten en effecten die kwalitatief gewaardeerd zijn.

In Stap 6, de gevoeligheidsanalyse, wordt nagegaan in hoeverre de conclusies uit de MKBA anders zouden uitvallen als de uitgangspunten anders zouden zijn. Met andere woorden: hoe robuust is de ranking van de alternatieven? Ook maken we in deze stap inzichtelijk hoe de welvaartseffecten verdeeld zijn over de verschillende partijen.

## 2.2 Type effecten

Binnen deze MKBA zijn zowel directe, indirecte als externe effecten in beeld gebracht en gemonetariseerd. Tabel 4 presenteert een overzicht van de meegenomen effecten.

Tabel 4 - Overzicht van effecten die meegenomen zijn in de MKBA

Type effect	Effect	Beschrijving	Waardering	Schaalniveau	Periode
Direct effecten	Exploitatie Schiphol	Exploitatiewinsten behaald bij het afhandelen van niet-luchtverkeer	€	Nederland	2021-2121
	Schaarstewinsten airlines	Door restricties en prijsstijgingen ontstaan schaarstewinsten die bij Nederlandse luchtvaartbedrijven tot welvaartswinst leiden	€	Nederland	2021-2121
	Consumenteneffecten	Dezelfde prijsstijgingen leiden tot een afname van het consumenten-surplus	€	Nederland	2021-2121
Indirecte effecten	Werkgelegenheid	Eventuele effecten op werkgelegenheid. Alleen	Kwalitatief	Nederland	2021-2121

Type effect	Effect	Beschrijving	Waardering	Schaalniveau	Periode
		af- of toename van niveau aan onvrijwillige werkloosheid leidt tot welvaartseffecten			
	Agglomeratie-effecten	Bedrijven die zich in de buurt bevinden van andere gespecialiseerde bedrijven en werknemers zijn over het algemeen productiever. Bereikbaarheid heeft invloed op de productiviteit	Kwalitatief	Nederland	2021-2121
Externe effecten	Klimaat	Door beperking of groei van luchtvaartbewegingen neemt het effect op CO <sub>2</sub> -emissies af of toe. Groei van Schiphol betekent dat andere sectoren duurdere maatregelen moeten nemen om klimaatdoel te halen	€	Internationaal	2021-2121
	Luchtverontreiniging	Idem effect luchtkwaliteit	€	Regionaal	2021-2121
	Geluidshinder	Idem effect geluidscontouren	€	Regionaal	2021-2121
	Ruimtelijke ontwikkeling	Ruimtelijke beperking kunnen leiden tot kosten voor ruimtelijke ontwikkeling (woningbouw, natuur elders)	Kwalitatief	Regionaal	2021-2121

## Directe effecten

De directe effecten betreffen de effecten op de primaire markt van bereikbaarheid en afwikkeling van verkeer op Schiphol (en regionale luchthavens).

Voor Schiphol zijn ondersteunende activiteiten nodig om de ontwikkeling van vliegtuigbewegingen en de toename van reizigers te kunnen accommoderen. De exploitatie kent een positief resultaat. Bij een toename van reizigers op Schiphol vindt dan ook een toename van de netto-opbrengsten plaats (exploitatieopbrengsten minus exploitatiekosten). Aangenomen is dat geen uitbreidingen plaatsvinden in extra start- en landingsbanen. Voor zover er uitbreiding van capaciteit nodig is in terminals, taxibanen, etc., hebben we deze meegenomen met gemiddelde kentallen (voor Capex- en Opex uitgaven) per afgewikkelde passagier op Schiphol.

Naast effecten op Schiphol zijn er de directe effecten voor airlines en consumenten als gevolg van de verruiming of beperking van de capaciteit. Zowel de welvaartseffecten voor producenten en consumenten zijn meegenomen voor zover het Nederlandse ingezetenen

betreffen. Effecten die wegvloeien naar buitenlandse airlines of transferpassagiers die meer moeten betalen voor overstappen worden niet gezien als Nederlandse welvaartseffecten.

## Indirecte effecten

Binnen deze studie hebben we niet de werkgelegenheidseffecten van krimp en groei in beeld gebracht. Op de lange termijn zijn de effecten op werkgelegenheid en welvaart sowieso beperkt, vanwege verdringing van banen in verschillende sectoren in een evenwichtssituatie. Groei of krimp kan respectievelijk ten koste van andere sectoren dan wel gecompenseerd worden door verdere groei in andere sectoren (waar tekorten op arbeidsmarkt optreden).

We behandelen agglomeratie-effecten (katalytische effecten) puur kwalitatief. Katalytische effecten worden gedefinieerd als effecten op sectoren die gebruik maken van de luchtvaart (CE Delft, 2018).

## Externe effecten

De belangrijkste externe effecten (onbeoogde effecten op derden) die worden onderscheiden:

- verandering in klimaatemissies van lucht- en landtransport (auto, trein);
- verandering in luchtvervuilende emissies van lucht- en landtransport in Nederland;
- verandering in aantal geluidgehinderde personen rondom Schiphol;
- verandering in ruimtegebruik bijvoorbeeld door beperkingen of verruiming van bouwrestricties in de verschillende geluidszones.

## 2.3 Effecten van verschillende capaciteitsrestricties

Capaciteitsbeperking of -verruiming voor Schiphol heeft welvaartseffecten doordat deze de keuzemogelijkheden van consumenten en bedrijven beïnvloedt. Die beïnvloeding komt tot uitdrukking in veranderingen van het volume van vluchten en door veranderingen in de daarvoor toerekenbare kosten of prijzen op de markt voor vliegen. Een capaciteitsbeperking leidt tot schaarste en daarmee tot hogere ticket- en vrachtprijzen; een capaciteitsverruiming<sup>4</sup> vermindert de schaarste en leidt tot lagere prijzen.

Het welvaartssaldo (MKBA-saldo) is volgens de Algemene Leidraad MKBA (CPB & PBL, 2013) gelijk aan de som van de veranderingen in de consumenten- en producentensurplus op de verschillende markten. Een capaciteitsbeperking leidt tot minder aanbod en hogere prijzen: reizigers moeten op een andere manier reizen, niet reizen of meer betalen voor hun vlucht. In alle gevallen verlaagt dat hun welvaartssaldo. Bij capaciteitsverruiming geldt het omgekeerde. In de MKBA wordt conform de Richtlijn alleen de welvaartsverandering voor Nederlanders meegenomen. Daarnaast ontstaan schaarstewinsten voor luchtvaartmaatschappijen die vliegen van en naar Schiphol, en andere aanbieders van luchtvaartdiensten. Zij kunnen door de aanbodbeperkingen hogere tarieven vragen voor hun diensten. Opnieuw geldt dat in deze MKBA geen welvaartseffect wordt gerekend voor schaarstewinsten die wegvloeien naar buitenlandse producenten of aandeelhouders<sup>5</sup>. Tabel 5 geeft een overzicht

<sup>4</sup> In alle alternatieven is sprake van capaciteitsbeperking ten opzichte van (internationale) ontwikkeling van luchtvaart. Echter ten opzichte van de referentie (500.000) is er in het beleidsalternatief groei (540.000) sprake van een verruiming van de capaciteit.

<sup>5</sup> Luchtvaartmaatschappijen met buitenlandse aandeelhouders dragen niet bij aan Nederlandse welvaart.

van deze effecten van schaarste. Net als Decisio en SEO (2018) nemen we aan dat 50% van de schaarstewinsten op deze wijze weglekt<sup>6</sup>. Bij het berekenen van de totale schaarstewinst is niet alleen gekeken naar Schiphol; ook de schaarstewinsten die gemaakt worden op regionale luchthavens zijn meegenomen.

Tabel 5 - Effect van een prijsverhoging (prijsverlaging) als gevolg van schaarste

	Consumenten	Producenten
Nederlands	Welvaartsverlies (winst)	Welvaartswinst (verlies)
Buitenlands	Welvaartsverlies (winst); telt niet mee in Nederlandse MKBA	Welvaartswinst (verlies); telt niet mee in Nederlandse MKBA

Door krimp of verruiming van capaciteit van Schiphol veranderen ook de externe kosten voor de leefomgeving en milieu. Beperking of verruiming heeft invloed op de omvang van lucht- (aantal vluchten en start en landingen) en landtransport (omrijden of alternatieven) en daarmee de broeikasgasemissies. Daarbij houden wij er rekening mee dat transferpassagiers die voor een andere luchthaven kiezen nog steeds broeikasgasemissies zullen blijven veroorzaken.

Geluidshinder en lokale luchtverontreiniging kunnen afnemen door minder vluchten, waardoor de welvaart van omwonenden van Schiphol kan toenemen. Deze welvaartswinst heeft alleen betrekking op de omwonenden van Schiphol en is regionaal van aard.

## Gedragseffecten consumenten

Capaciteitsrestricties leiden tot verschillende gedragsveranderingen bij reizigers. Een deel van de reizigers blijft vliegen vanaf of naar een Nederlandse luchthaven, terwijl een ander deel van de reizigers uitwijkt naar buitenlandse luchthavens, gebruik gaan maken van andere vervoerswijzen (auto, trein) of helemaal afziet van een reis. Daarbij maken we opnieuw onderscheid tussen ingezetenen en niet-ingezetenen.

We maken onderscheid tussen de volgende effecten van capaciteitsrestricties:

- Nederlandse ingezetenen die hun gedrag niet veranderen (en blijven vliegen), betalen meer voor hun vliegreis door schaarste waardoor hun consumentensurplus afneemt. Niet-ingezetenen betalen ook meer, dit verlies wordt zoals eerder opgemerkt niet meegenomen.
- Ingezetenen die uitwijken naar een buitenlandse luchthaven doen extra uitgaven aan het voor/natransport. Gemiddeld genomen wordt de reisafstand naar de luchthaven groter en daarmee ook de kosten. Omrijden leidt tot extra kosten en reistijdverliezen, deze extra kosten zijn echter nooit hoger dan de initiële prijsverhoging van het ticket (anders zouden zij hun gedrag niet hebben aangepast). Omrijden leidt ook tot extra kilometers en daarmee externe kosten die hiermee samenhangen (klimaat-effecten).
- Ingezetenen die afzien van hun vlucht en dus geen vliegticket meer kopen. Deze Nederlandse consumenten leveren consumentensurplus in, maar dragen ook minder bij aan externe kosten van het vliegverkeer.
- Ingezetenen die met een alternatieve vervoerswijze (auto of trein) naar het buitenland reizen. Ook deze reizigers leveren welvaart in door af te zien van de reis van hun eerste keuze. Tegelijkertijd stappen zij over op een minder milieu- en klimaatbelastend vervoersalternatief.

<sup>6</sup> We nemen aan dat dit percentage gelijk blijft over de gehele zichtperiode.



## Bestedingseffecten

Nederlanders die niet meer vliegen besteden minder geld in het buitenland en meer in Nederland en dragen daarmee bij aan de welvaart in Nederland. Daar staat tegenover dat buitenlandse toeristen die vanwege de schaarse capaciteit niet meer naar Nederland reizen, ook geen bestedingen in Nederland hebben, wat resulteert in een afname van de Nederlandse welvaart. In deze MKBA is, net als door Decisio en SEO (2018) aangenomen dat beide effecten tegen elkaar weggestreept kunnen worden (grensoverschrijdend verdelingseffect).

## 2.4 Aanpak luchtvaartontwikkelingen Schiphol

Gebruik is gemaakt van bestaande AEOLUS-doorrekeningen:

- geactualiseerde luchtvaartprognoses uit 2018 (Significance, 2018);
- de doorrekening van Significance voor de KEV 2019 (Significance, 2019);
- doorrekeningen voor het WLO-achtergronddocument luchtvaart van 2015 (CPB & PBL, 2016b).

Waar de bestaande doorrekeningen afwijken van de beleidsalternatieven in deze MKBA – bijvoorbeeld op het gebied van de geldende capaciteitsrestricties of de tijdshorizon – is een inschatting van de ontwikkelingen gemaakt door middel van lineaire en exponentiele extrapolatie of door verschillende doorrekeningen te combineren.

Tevens zijn aparte onzekerheidsverkenningen uitgevoerd voor de meest relevante parameters. Binnen deze studie bestond geen ruimte om voor de verschillende beleidsalternatieven gedetailleerde modeldoorrekeningen met behulp van het AEOLUS-model uit te voeren<sup>7</sup>.

## 2.5 Netwerkeffecten en hubfunctie

Schiphol kent een businessmodel dat is gebaseerd op een hub-and-spoke-systeem: door overstaptijden kort te houden kunnen veel transferpassagiers bediend worden, waardoor een groter netwerk wordt gerealiseerd dan mogelijk zou zijn wanneer voornamelijk OD-passagiers zouden worden afgewikkeld. Dit netwerk zorgt voor veel directe verbindingen, hetgeen weer aantrekkelijk is voor OD-passagiers. Wanneer het aantal vluchten op Schiphol zou dalen vanwege een capaciteitsrestrictie, worden tickets duurder en neemt de vluchtfrequentie af. Hierdoor wordt ook de gemiddelde overstaptijd voor transferpassagiers groter. Al met al zou dit kunnen leiden tot een afname van het aanbod van transferpassagiers. Deze passagiers kunnen immers relatief gemakkelijk overstappen op een andere luchthaven. Als Schiphol minder transferpassagiers kan bedienen, kan dit ten koste gaan van de netwerkqualiteit. Bij een grote vershraling van het netwerk, is het mogelijk dat Schiphol afstand moet doen van haar hub-and-spoke-systeem: de hubfunctie gaat verloren. Op voorhand is niet precies in te schatten wanneer dit omslagpunt bereikt wordt.

In deze MKBA is omgegaan met deze onzekerheid door in het krimpalternatief binnen het WLO-Laag-scenario twee varianten door te rekenen. In de eerste variant blijft de hubfunctie grotendeels behouden doordat vakantievluchten uitgeplaatst worden naar Lelystad Airport, waardoor ruimte vrijkomt voor transferpassagiers op Schiphol. In de tweede variant komt de hubfunctie te vervallen omdat uitplaatsing naar Lelystad niet mogelijk is (bijvoorbeeld omdat Lelystad Airport geen groen licht krijgt). Binnen het WLO-

<sup>7</sup> In de MKBA Vliegbelasting van CE Delft is wel gebruik gemaakt van AEOLUS-output (CE Delft, 2018).



Hoog achtergrondscenario is geen onderscheid gemaakt tussen deze twee varianten. De reden hiervoor is dat in WLO-Hoog de vraag naar vluchten substantieel hoger ligt dan in WLO-Laag, waardoor de hubfunctie hoe dan ook onder druk komt te staan, ongeacht het al dan niet openen van Lelystad Airport<sup>8</sup>.

Hiertegenover staat dat de transferpassagiers minder hard nodig zullen zijn om hoge bezettingsgraden te realiseren in WLO-Hoog; er ontstaat namelijk meer vraag naar (intercontinentale) vluchten door OD-passagiers. Op deze OD-passagiers kan bovendien een hogere marge behaald worden dan op transferpassagiers.

Het wel of niet verliezen van de hubfunctie heeft niet alleen invloed op de passagierssamenstelling, maar mogelijk ook op het Nederlandse vestigingsklimaat. Wanneer het netwerk van Schiphol verschaalt, zou dit ertoe kunnen leiden dat bedrijven afzien van vestiging in de metropoolregio Amsterdam. In deze MKBA is dit mogelijke agglomeratie-effect niet gekwantificeerd omdat uit de literatuur blijkt dat de bijdrage van Schiphol aan het Nederlandse vestigingsklimaat erg onzeker is. In Paragraaf 4.5 is wel een kwalitatieve beschouwing opgenomen.

---

<sup>8</sup> De capaciteitsrestrictie leidt in WLO-hoog tot een grotere vraagreductie, en deze vooral ingevuld worden door een afname van transferpassagiers (minder winstgevend dan OD-passagiers).

# 3 Ontwikkeling Schiphol bij verschillende beleidsalternatieven

## 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk staan we stil bij de verschillende beleidsalternatieven en ontwikkeling van luchtvaartvolume, ticketprijzen, en externe effecten. Omdat deze MKBA een lange tijds-horizon kent (100 jaar) zijn de geschatte ontwikkelingen inherent onzeker. We schetsen daarom eerst de ontwikkelingen binnen het geraamde referentiealternatief (groei tot 500.000 vliegbewegingen) en lichten vervolgens toe op welke manier de grootheden verschillen in het groei- en krimpalternatief. Ook laten we zien hoe we zijn omgegaan met de invloed van COVID-19 op de luchtvaart.

## 3.2 Ontwikkelingen aantal vliegbewegingen, vrachtluchten en passagiers

Voor de ontwikkeling van het aantal passagiers op Schiphol in het referentiealternatief is gebruikgemaakt van de groeifactoren zoals berekend in de AEOLUS-update uit 2018 (Significance, 2018). De bijgevoegde gevoeligheidsanalyse biedt een specifieke doorrekening van de luchtvaartonwikkelingen wanneer de huidige capaciteitsrestrictie van 500.000 vluchten langdurig gehandhaafd wordt. Significance maakt met het LO-500K en HI-500k scenario tevens onderscheid tussen de ontwikkelingen die passen bij het lage en hoge WLO-achtergrondscenario. In de doorrekening blijft het aantal passagiers toenemen, ondanks het plafond van 500.000 vluchten. De voornaamste reden hiervoor is de inzet van steeds grotere vliegtuigen. In het WLO-Hoog-achtergrondscenario wordt snellere technologische groei verondersteld en nemen de passagiersaantallen sneller toe dan in WLO-Laag. Omdat de ramingen niet verder reiken dan 2050 hebben we aannames moeten maken over de ontwikkeling van het aantal passagiers tussen 2050 en 2121. Hiervoor is de afnemende trend van het jaarlijkse groeipercentage geëxtrapoleerd<sup>9</sup>. Ook is een correctie doorgevoerd om de effecten van de COVID-19-pandemie mee te nemen. In de volgende paragraaf gaan we hier dieper op in.

Voor het aantal vliegbewegingen en passagiers op de regionale luchthavens is tevens aangesloten bij de groeifactoren uit de AEOLUS-update uit 2018. Bijbehorende groei is doorgevoerd tot het bereiken van de capaciteitsrestrictie van de betreffende luchthaven. Vanaf dat moment blijft alleen het aantal passagiers nog groeien – wederom door de inzet van grotere vliegtuigen. Ook voor de regionale luchthavens is een COVID-19 correctie toegepast.

Zowel in achtergrondscenario WLO-Hoog als WLO-Laag neemt het aantal volledige vrachtbewegingen af richting 2121. In het WLO-Hoog-scenario is deze afname echter sterker dan in WLO-Laag. Dit komt doordat in WLO-Hoog passagiersvluchten vrachtluchten meer verdringen dan in WLO-Laag. De verschillen in het geschatte aantal vrachtluchten tussen

<sup>9</sup> Elk jaar wordt het groeipercentage hiertoe vermenigvuldigd met een factor kleiner dan 1. Het groeipercentage wordt dus nooit negatief.



het referentie-, groei-, en krimpalternatief zijn per WLO-scenario dermate klein dat is besloten om de welvaartseffecten van vrachtverkeer buiten beschouwing te laten in de rest van de analyse.

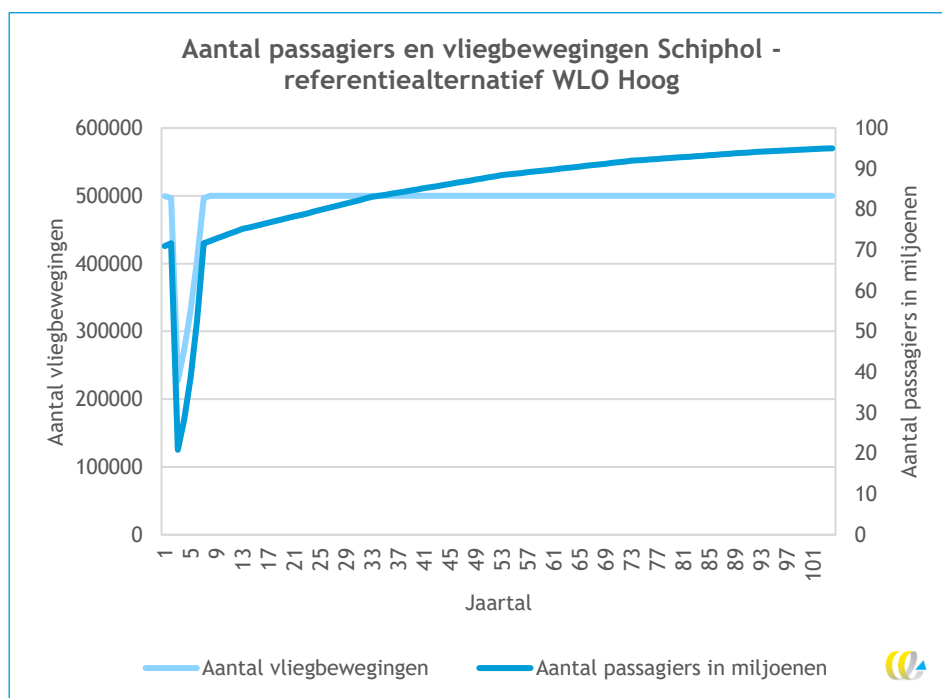
Voor het groeialternatief is gebruikgemaakt van de groeifactoren horende bij de geres tricteerde doorrekeningen uit de AEOLUS-update van 2018 (Significance, 2018). Het aantal vluchten op Schiphol neemt hierbij toe tot het plafond van 540.000 vluchten. De snelheid waarmee het aantal vluchten toeneemt is in de AEOLUS-doorrekening gemaximeerd op basis van de 50/50 regeling: de helft van de vrijgekomen geluidsruimte door stillere vliegtuigen mag worden aangewend voor verhoging van het capaciteitsplafond. Wanneer het plafond bereikt is, neemt het aantal passagiers nog steeds toe, aan de hand van de groei-percentages uit de 500k doorrekening. Wederom is het groeipercentage hoger voor WLO-Hoog dan voor WLO-Laag. Ook de ontwikkelingen op de regionale luchthavens volgen de groeipercentages uit de geres tricteerde AEOLUS-doorrekening. Vanaf het moment dat het plafond op Schiphol wordt bereikt, nemen we echter aan dat de regionale groeipercentages overeenkomen met die uit de AEOLUS 500k doorrekeningen (Significance, 2018).

In het krimpalternatief neemt het aantal vliegbewegingen vanuit de ‘COVID-terugval’ op Schiphol beperkt toe tot 375.000 per jaar in 2023. Ten opzichte van de situatie voor COVID betreft het een forse krimp van het aantal vluchten vanaf en naar Schiphol. Vervolgens blijft het aantal vliegbewegingen gelijk tot 2121. Het aantal vrachtbewegingen neemt sterk af om ruimte te maken voor passagiersvluchten. Voor de groei van het aantal passagiers per vlucht is aangesloten bij de percentages uit de 500k doorrekening. In het WLO-Hoog-scenario is aangenomen dat de ontwikkeling van de regionale luchthavens vergelijkbaar is met het referentiealternatief in WLO-Hoog. Voor het lage WLO-scenario is gebruikgemaakt van de groeipercentages uit de ‘No Hub’ onzekerheidsverkenning uit de WLO 2015 (CPB & PBL, 2016b). In de variant waarin Lelystad Airport wel opent en vakantievluchten van Schiphol overneemt, is aangenomen dat de ontwikkelingen op Lelystad Airport de hoge 500K doorrekening van AEOLUS volgen.

### 3.3 COVID-19-correctie

Voor alle beleidsalternatieven is een correctie doorgevoerd voor de luchtvaartontwikkelingen als gevolg van de COVID-19-pandemie. Waar Schiphol in 2019 nog 71 miljoen passagiers afwikkelde, bedroeg dit aantal nog maar 21 miljoen in 2020 (minder dan een derde). Het is aannemelijk dat de internationale luchtvaart niet direct terugveert van een dergelijke klap. We hebben daarom, in navolging van het rapport ‘Destination 2050’ van de NRL en SEO (NLR & SEO, 2020), aangenomen dat het luchtvaartvolume pas in 2024 weer gelijk is aan het niveau van 2019. Figuur 2 illustreert de veronderstelde impact van COVID-19 op het aantal passagiers en vluchten in het referentiealternatief (afgezet tegen achtergrondscenario WLO-Hoog). Naast de dip in het aantal afgehandelde passagiers is goed te zien dat het aantal passagiers ook na het bereiken van de capaciteitsplafond blijft groeien door de inzet van grotere vliegtuigen.

**Figuur 2 - Veronderstelde impact van de COVID-19-pandemie op het aantal passagiers en vluchten van en naar Schiphol**



De bovengenoemde correctie voor COVID-19 omgeven is door onzekerheid. Wanneer het door vaccinatiecampagnes mogelijk wordt om eerder dan 2024 weer internationale reizen te boeken, kan onze veronderstelling te conservatief blijken. Aan de andere kant is ook niet ondenkbaar dat nieuwe virusvarianten voor langere duur tot reisbeperkingen zullen leiden. Een laatste onzekerheid betreft het zakelijke vliegverkeer: op dit moment is het nog niet duidelijk of de noodzaak van digitaal vergaderen en thuiswerken tot blijvende gedragsveranderingen gaat leiden en het aantal zakelijke reizen blijvend zal verlagen. In deze MKBA is (conservatief) verondersteld dat ook het zakelijke vliegverkeer zich zal herstellen naar haar oude niveau. Wanneer herstel na COVID-19 langer op zich laat wachten, zal het capaciteitsplafond minder snel bereikt worden. Bedacht moet worden dat dit ook in het referentie-alternatief plaatsvindt. Daaruit volgt dat capaciteitsrestricties in een dergelijke situatie minder (snel) effectief zullen zijn.

### 3.4 Ontwikkeling passagierssamenstelling

Om de effecten van groei en krimp te kunnen moneteriseren is het belangrijk om inzicht te verkrijgen in de passagierssamenstelling van de verschillende alternatieven. Specifiek van belang is het aandeel transferpassagiers (en daaruit volgend het aandeel origin-destination (OD) passagiers), het aandeel Low-Cost Carrier (LCC) en Full Service Carrier (FSC) passagiers, het aandeel passagiers met een intercontinentale bestemming en het aandeel zakelijke passagiers. Deze variabelen hebben invloed op de gemiddelde ticketprijs en daarmee op de schaarstewinsten in de verschillende beleidsalternatieven. Het welvaartsaldo is daarmee afhankelijk van de passagierssamenstelling. Ook gebruiken we de passagierssamenstelling in de analyse om aannames te maken over de gemiddelde vluchtafstand. De gemiddelde vluchtafstand heeft op invloed op het klimaateffect van de verschillende beleidsalternatieven.

In het referentiealternatief zijn deze variabelen overgenomen uit de AEOLUS-update van 2018. Na 2050 zijn de groeipercentages geëxtrapoleerd. Wanneer de groeifactoren geen natuurlijke afname vertoonden is aangenomen dat het jaarlijkse groeipercentage na 2050 elke 20 jaar halveert. Hiermee worden onrealistische uitkomsten vermeden en wordt voorkomen we dat onzekere effecten in de verre toekomst de overhand krijgen in het eindsaldo<sup>10</sup>.

In het referentiealternatief neemt het aandeel transferpassagiers op Schiphol af richting 2121. In het WLO-Hoog-achtergrondscenario is deze afname zowel groter als sneller, wat past bij de grotere vraag naar (OD) vluchten bij hogere economische groei. De reden dat het aandeel transferpassagiers afneemt bij meer vraag naar vluchten is dat op OD vluchten – en specifiek op intercontinentale vluchten – in de regel hogere marges behaald kunnen worden. Ook zijn OD-passagiers minder gevoelig voor ticketprijsstijgingen dan transferpassagiers, omdat de laatste groep zonder veel extra reistijd kan uitwijken naar een andere overstaplocatie). Binnen de categorie OD-passagiers neemt in het referentiealternatief zowel het percentage LCC als het percentage intercontinentale passagiers toe. De toename van het aandeel intercontinentale vluchten is hoger in het WLO-Hoog-scenario dan in het WLO-Laal-scenario. In beide achtergrondscenario's neemt het percentage zakelijke passagiers mild toe.

In het groeialternatief zien we minder verlies van transferpassagiers dan in het referentiealternatief. Dit is niet gek, aangezien de hogere capaciteit het mogelijk maakt om zowel meer OD-passagiers te bedienen als een deel van de transfermarkt te behouden. Ook in het groeialternatief zien we een milde toename van het percentage LCC-passagiers en het aandeel intercontinentale passagiers binnen de categorie OD. In het WLO-Laal-achtergrondscenario neemt het percentage transferpassagiers beduidend minder af dan in het WLO-Hoog-scenario. Hierdoor neemt het aandeel zakelijke passagiers (die vaak transfervluchten bezetten) toe terwijl dit percentage in WLO-Hoog min of meer gelijk blijft.

In het krimpalternatief maken we zowel onderscheid naar het WLO-achtergrondscenario, als naar de hub/no-hub-variant. In geval van krimp in combinatie met hoge groei van de internationale luchtvaart (het WLO-Hoog-scenario) kan Schiphol zijn hubfunctie verliezen. De transferpassagiers verdwijnen en Schiphol concentreert zich op de OD-passagiers die een hogere betalingsbereidheid hebben. Hoewel het *aantal* intercontinentale passagiers afneemt, neemt hun *aandeel* toe. In het WLO-Laal-scenario zien we dat Schiphol zonder opening van Lelystad Airport ook haar hubfunctie kan verliezen. Het gevolg is dat het netwerk verschaalt en met name veel vakantiebestemmingen overblijven, waar veelal Low Cost Carriers op vliegen. In de hub-variant van WLO-Laal nemen we aan dat Lelystad Airport de deuren opent en tot 45.000 duizend LCC-vluchten per jaar voor haar rekening neemt. Schiphol krijgt hierdoor de ruimte om een groter deel van de transfermarkt te blijven bedienen en behoudt als gevolg een groot deel van haar netwerk<sup>11</sup>.

### 3.5 Effecten ticketprijzen

De hoogte van de verschillende capaciteitsrestricties heeft invloed op de ticketprijzen. Wanneer restricties knellend worden, kan niet de volledige vraag naar vluchten geacommodeerd worden en zullen luchtvaartmaatschappijen hun ticketprijzen verhogen.

<sup>10</sup> In de meeste gevallen is exponentiële groei immers van tijdelijke aard en is de periode van exponentiele groei onderdeel van een S-curve.

<sup>11</sup> Er is aangenomen dat de vrije ruimte die ontstaat door uitplaatsing van vakantievluchten naar Lelystad voor 65% wordt gevuld met transferpassagiers.

De economische theorie voorspelt dat de ticketprijzen net zover worden verhoogd totdat vraag en aanbod weer in balans zijn. De verhoging van de ticketprijzen leidt tot zogenaamde *schaarstewinsten*: winsten bovenop reguliere winsten als gevolg van de mogelijkheid om ticketprijzen te verhogen. De hoogte van de schaarstewinsten die luchtvaartmaatschappijen maken verschilt per beleidsalternatief en WLO-achtergrondscenario. De reden hiervoor is dat de hoogte van de schaarstewinst afhankelijk is van het aandeel ongeaccommodeerde vraag (Decisio & SEO, 2018). In het WLO-Hoog-scenario groeit de vraag naar vluchten sneller dan in WLO-Laag en is de ongeaccommodeerde vraag bij gelijke capaciteitsrestricties dus groter. Dit zorgt voor hogere schaarstewinsten. In het krimpalternatief is de ongeaccommodeerde vraag in de regel groter dan in het referentie- of groeialternatief omdat het aanbod van vluchten kleiner is<sup>12</sup>.

Naast effecten van schaarste zien we ook autonome ontwikkelingen op het gebied van ticketprijzen. In de WLO 2015 zijn deze effecten geraamd door het CPB en PBL (2016b). Tabel 6 geeft de verwachte veranderingen in ticketprijzen weer voor de periode 2018-2050. Wederom wordt onderscheid gemaakt naar de twee WLO-achtergrondscenario's. Om een beeld te geven van de grootheden, voegen we de huidige ticketprijs voor drie typische vluchten toe: een Europese vlucht met Low-Cost Carrier; een Europese vlucht met Full Service Carrier; en een intercontinentale vlucht met een Full Service Carrier (Natuur & Milieu, 2018).

Tabel 6 - Autonome ticketprijsontwikkelingen

Vlucht type	Ticketprijs van typische vlucht 2018*	Jaarlijkse ticketprijs verandering WLO-Hoog**		Jaarlijkse ticketprijs verandering WLO-Laag**	
		2013-2030	2030-2050	2013-2030	2030-2050
Regionaal (LCC)	€ 95	-0,1%	1,3%	0,7%	0,7%
Regionaal (FSC)	€ 105	-0,7%	0,6%	0,3%	0,4%
Intercontinentaal (FSC)	€ 425	-1,1%	0,2%	-0,1%	0,0%

Noten: \* Geschat op basis van gegevens van Natuur en Milieu (2018). \*\* Bron: WLO-Achtergronddocument Luchtvaart (CPB & PBL, 2016b).

### 3.6 Klimaat effecten

Een belangrijk onderdeel van deze MKBA is de bepaling van het klimaat effect van groei of krimp van Schiphol. De directe impact van het capaciteitsplafond voor luchthaven Schiphol op het klimaat bestaat hoofdzakelijk uit twee componenten:

- CO<sub>2</sub>-uitstoot door vluchten van en naar Schiphol;
- Niet-CO<sub>2</sub>-effecten van vluchten van en naar Schiphol (uitstoot van stoffen op grote hoogte)<sup>13</sup>.

Naast deze *directe* klimaat effecten moet ook rekening worden gehouden met de *indirecte* klimaat effecten als gevolg van uitwijkgedrag. In Hoofdstuk 4 gaan we hier dieper op in.

<sup>12</sup> Een complicerende factor hierbij is het mogelijke verlies van de hubfunctie. Wanneer het netwerk van Schiphol verschaalt of overstaptijden toenemen, kan de vraag naar vluchten afnemen.

<sup>13</sup> Naast de uitstoot van CO<sub>2</sub> heeft de luchtvaart ook in andere vormen impact op het klimaat. De uitstoot van enkele andere stoffen (waterdamp, roetdeeltjes, sulfaat en ozon) op grote hoogte heeft eveneens effect op het klimaat – grotendeels door de vorming van condensatiestrepen. Per saldo leiden deze emissies tot een significant verwarmend effect bovenop het CO<sub>2</sub>-effect.

In het referentiealternatief hangt de hoogte van de eerste component, de CO<sub>2</sub>-uitstoot, af van een aantal factoren:

- het aantal vluchten van en naar Schiphol;
- de gemiddelde vliegtuiggrootte;
- het aandeel volledige vrachtvluchten;
- de gemiddelde vluchtafstand;
- de gemiddelde brandstofefficiëntie;
- het aandeel biokerosine in het totale brandstofgebruik;
- de ontwikkeling van elektrisch vliegen.

De totale *directe* klimaatimpact per jaar in het referentiealternatief is bepaald door de CO<sub>2</sub>-uitstoot van 2017 te corrigeren voor elk van bovengenoemde factoren en daar de niet-CO<sub>2</sub>-component bij op te tellen. In het Hoofdstuk 4 staan we uitgebreider stil bij de methode van monetarisering van de klimaateffecten. Hier wordt ook uitgelegd hoe we omgaan met weglek- en uitwijkeffecten.

In het referentiealternatief is de totale klimaatimpact van vluchten van en naar Schiphol hoger in het WLO-Laag-achtergrondscenario dan in het WLO-Hoog-scenario. Dit komt omdat in navolging van het PBL (2020) is verondersteld dat zowel de brandstofefficiëntie als het aandeel biokerosine in WLO-Hoog sneller toeneemt dan in WLO-Laag. Ook kent Schiphol in het WLO-Laag-scenario meer transferpassagiers wat leidt tot meer korte vluchten, en dus minder CO<sub>2</sub>-uitstoot door vluchten van en naar Schiphol. Ten slotte is aangenomen dat de technologie die elektrisch vliegen mogelijk maakt zich sneller ontwikkelt in WLO-Hoog dan in WLO-Laag. Tot 2050 zien we een vrij constante ontwikkeling van de totale broeikas-effecten. Reden hiervoor is aan de ene kant de inzet van grotere vliegtuigen en de toenemende vraag naar lange vluchten en aan de andere kant efficiënter brandstofgebruik en de toename van gebruik van biokerosine. Vanaf 2050 neemt de klimaatimpact af door de geleidelijke adoptie van elektrische vliegtuigen.

In het groeialternatief worden meer vliegbewegingen toegestaan op Schiphol wat direct leidt tot een grotere CO<sub>2</sub>-uitstoot van vluchten van en naar Schiphol. Tegelijkertijd vinden er in vergelijking met het referentiealternatief meer transfervluchten plaats, wat door de kortere gemiddelde afstand de toename van CO<sub>2</sub>-emissies drukt. In het krimpalternatief geldt het omgekeerde effect: minder vluchten leidt tot minder uitstoot, maar deze uitstootreductie wordt deels gecompenseerd door een toename van de gemiddelde vluchtafstand.

### 3.7 Effecten luchtkwaliteit

Starts en landingen op luchthaven Schiphol leiden naast CO<sub>2</sub>-uitstoot ook tot lokale uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Deze hebben een sterk effect op de luchtkwaliteit van de directe omgeving, en daarmee gezondheid van omwonenden van Schiphol. In de doorrekening van Significance voor de KEV 2019 (2019) is de totale uitstoot in de LTO-fase van een vijftal stoffen weergegeven: CO, NO<sub>x</sub>, VOS, SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>. Op basis van de ramingen voor 2024 en 2030 uit hetzelfde rapport hebben we groeifactoren afgeleid voor ieder van deze stoffen. Er is verondersteld dat deze jaarlijkse groeifactoren gelijk blijven tussen 2030 en 2050 en vervolgens lineair afnemen in verhouding met het aandeel elektrische vluchten. Er wordt tot 2050 geen onderscheid gemaakt in de groeifactoren voor WLO-Hoog en WLO-Laag omdat de raming voor de KEV door Significance niet in dit onderscheid voorziet. Wel is verondersteld dat de snelheid waarmee elektrisch vliegen geadopteerd wordt hoger is in WLO-Hoog, hetgeen leidt tot lagere luchtverontreinigende emissies tussen 2050 en 2100. Al met al zien we in het referentiealternatief dat de lokale uitstoot van NO<sub>x</sub>, CO, VOS en



SO<sub>2</sub> tot 2050 toeneemt door gebruik van grotere vliegtuigen. De uitstoot van PM<sub>10</sub> vormt hier een uitzondering op: deze neemt af door de implementatie van schonere motoren. Na 2050 neemt de uitstoot van alle vijf de luchtverontreinigende stoffen substantieel af door de adoptie van elektrische vliegtuigen.

In het groeialternatief worden meer vliegbewegingen toegestaan op Schiphol wat leidt tot een toename van lokale luchtvervuiling. In het krimpalternatief geldt precies het omgekeerde: minder vluchten leidt direct tot minder luchtvervuiling. In Hoofdstuk 4 staan we uitgebreider stil bij de monetarisering van deze verschillen en besteden we ook aandacht aan mogelijke verplaatsing van luchtvervuiling door uitwijkeffecten.

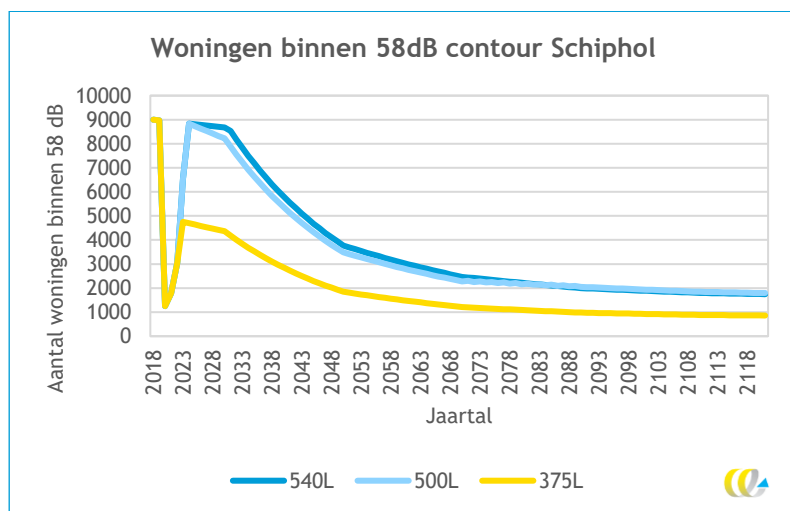
### 3.8 Effecten geluidsoverlast

De laatste ontwikkeling die we in dit hoofdstuk beschrijven betreft de lokale geluidsoverlast als gevolg van startende en landende vluchten op luchthaven Schiphol. Naast overlast, ergernis en slaapverstoring leidt geluid sterker dan 50 dB tot gezondheidseffecten zoals grotere kans op hoge bloeddruk en daarmee verhoogde kans op hart- en vaatziekte (CE Delft, 2017).

Om het aantal gehinderden per geluidsniveau te berekenen, hebben we naast eigen berekeningen ook gebruikgemaakt van de AEOLUS-update uit 2018 (Significance, 2018). In de betreffende studie wordt voor het referentiealternatief een raming van het aantal woningen binnen de 58 dB contour van Schiphol gegeven. In het referentiealternatief blijft het aantal vluchten gelijk en zijn de ontwikkelingen van de geluidsoverlast volledig toe te schrijven aan toenemende vliegtuiggrootte en technologische vooruitgang. In het WLO-Hoog-scenario gebruikt AEOLUS hogere groeipercentages voor technologische vooruitgang dan in WLO-Laag, wat zich uit in sneller afnemende geluidsoverlast.

Voor het groei- en krimpalternatief zijn dezelfde groeipercentages als voor de referentie toegepast vanaf het jaar dat Schiphol haar capaciteitslimiet bereikt. Er is daarmee aangenomen dat de verschillende vluchtsamenstelling (transfer, OD, etc.) die past bij de drie beleidsopties geen invloed heeft op de totale geluidsoverlast. Het aantal woningen binnen de 58 dB contour is voor de verschillende beleidsopties en het WLO-Laag-scenario weergegeven in Figuur 3.

Figuur 3 - Aantal woningen binnen de 58 dB contour voor de verschillende beleidsopties, afgezet tegen achtergrondscenario WLO-Laag



Zoals is te zien neemt aantal woningen binnen de 58 dB contour in alle beleidsalternatieven eerst toe naarmate de luchtvaart herstelt van de COVID-19-pandemie. Vervolgens zien we een geleidelijke afname door de autonome inzet van stillere vliegtuigen. Het aantal woningen binnen de 58 dB contour neemt flink af bij een lager capaciteitsplafond van 375.000 vluchten .

Om de effecten van geluidsoverlast te moneteriseren is informatie over het aantal woningen binnen de 58 dB contour echter niet voldoende. Hiervoor is een gedetailleerdere verdeling van het aantal inwoners tussen de tussen 50 dB en 70 dB noodzakelijk. Omdat deze informatie geen onderdeel is van bestaande AEOLUS-output, hebben we zelf projecties gemaakt en deze geverifieerd met behulp van de AEOLUS uitkomsten voor de 58 dB contour. Een uitgebreide beschrijving van deze methode en de daaropvolgende moneteriseringsstap is te vinden in Hoofdstuk 4.

### 3.9 Samenvatting

In dit hoofdstuk hebben we stilgestaan bij de verschillende ontwikkelingen op het gebied van passagiersaantallen, ticketprijzen, en externe effecten die passen bij de drie beleidsalternatieven. Tabel 7 biedt een overzicht van de geraamde ontwikkelingen in het referentiealternatief en geeft daarnaast aan hoe de ontwikkelingen verschillen in het groei- en krimpalternatief.

Tabel 7 - Overzicht van de geraamde ontwikkelingen en het verschil tussen de beleidsalternatieven

Variabele	Ontwikkeling in referentiealternatief	Verskil groeialternatief en referentiealternatief	Verskil krimpalternatief en referentiealternatief
Aantal passagiers	Na bereiken van plafond een bescheiden groei door inzet van grotere vliegtuigen.	Hoger plafond zorgt ervoor dat meer passagiers kunnen worden afgewikkeld.	Lager plafond zorgt ervoor dat minder passagiers kunnen worden afgewikkeld.
Passagierssamenstelling	Afname van het aandeel transferpassagiers in WLO-Laag en sterke afname in WLO-Hoog.  Milde toename van het aandeel LCC-passagiers in zowel WLO-Hoog als WLO-Laag.  Milde toename van het aandeel intercontinentale passagiers in WLO-Laag en grotere toename in WLO-Hoog.	Mildere afnames van het aandeel transferpassagiers in zowel WLO-Hoog als Laag dan in het referentiealternatief.  Milde toename van het aandeel LCC-passagiers in zowel WLO-Hoog als WLO-Laag.  Milde toename van het aandeel intercontinentale passagiers in WLO-Laag en grotere toename in WLO-Hoog.	Sterke afname van het aandeel transferpassagiers in zowel WLO-Hoog als de no-hub variant van WLO-Laag. Bij de hub-variant van WLO-Laag neemt het aandeel transferpassagiers aanzienlijk minder af.  Milde toename van het aandeel LCC-passagiers in WLO-Hoog, afname in de hub-variant van WLO-Laag, sterke toename in de no-hub-variant van WLO-Laag.  Sterke toename van het aandeel intercontinentale passagiers in WLO-Hoog. Milde toename in WLO-Laag.

Schaarstewinsten luchtvaartmaatschappijen	Toename in WLO-Laag, grote toename in WLO-Hoog.	Kleinere toename dan in het referentiealternatief voor beide WLO-scenario's.	Grotere toename dan in het referentiealternatief voor beide WLO-scenario's. In de hub-variant van WLO-Laag zijn de schaarstewinsten groter dan in de no-hub-variant doordat de schaarstewinst per transferpassagier groter is dan de schaarstewinst per OD-passagier.
Klimaat-effect Schiphol	Relatief vlakke ontwikkeling tot 2050 door aan de ene kant grotere vliegtuigen en langere vluchten, en aan de andere kant efficiënter en meer biobased brandstofgebruik. Na 2050 afname door elektrisch vliegen	Meer vluchten leiden tot meer CO <sub>2</sub> -uitstoot. Toename wordt enigszins beperkt door een groter aandeel (korte) transfervluchten.	Minder vluchten leiden tot minder CO <sub>2</sub> -uitstoot. Deze afname wordt enigszins beperkt door een kleiner aandeel (korte) transfervluchten.
Lokale luchtverontreiniging Schiphol	Relatief constante ontwikkeling tot de adoptie van elektrische vliegtuigen.	Meer vluchten leiden tot meer luchtvervuiling.	Minder vluchten leiden tot minder luchtvervuiling.
Lokale geluidsoverlast Schiphol	Initiële toename door herstel van COVID-19-pandemie, daarna geleidelijke afname door stillere vliegtuigen.	Meer vluchten leiden tot meer geluidsoverlast.	Minder vluchten leiden tot minder geluidsoverlast.

# 4 Welvaartseffecten

## 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk behandelen we de welvaartseffecten van het groei- en krimpalternatief van Schiphol op de Nederlandse samenleving.

Bij de berekening van de effecten houden we rekening met een aantal (rekenkundige) uitgangspunten:

- de zichtperiode is 100 jaar en loopt tot 2121;
- voor elk effect presenteren we de netto contante waarde van de jaarlijkse effecten;
- voor de discontovoet sluiten we aan bij het recentste advies van de Werkgroep Discontovoet, namelijk 2,25%<sup>14</sup> (Werkgroep Discontovoet, 2020);
- we maken gebruik van de algemene leidraad MKBA (CPB & PBL, 2013);
- alle bedragen zijn gepresenteerd in het prijspeil van het jaar 2020;
- de effecten worden uitgedrukt inclusief btw.

## 4.2 Totaal saldo

In Tabel 8 en Tabel 9 presenteren we het saldo van de welvaartseffecten voor elk van de beleidsalternatieven. In deze tabellen is te zien dat in zowel het WLO-Hoog- als -Laag-scenario, de groei van Schiphol tot 540.000 vluchten tot een welvaartsverlies leidt voor de Nederland samenleving van respectievelijk 2,3 en 3,1 miljard euro.

In het geval van het beleidsalternatief met een krimp tot maximaal 375.000 vluchten zijn de resultaten afhankelijk van het achtergrondscenario, en is het verschil tussen de WLO-Hoog (positief) en -Laag scenario's (negatief) aanzienlijk. Hierbij maken de externe effecten, en met name de waardering van de klimaatbaten, het grootste verschil. In WLO-Hoog is er sprake van hogere uitgespaarde CO<sub>2</sub>-kosten dan in WLO-Laag, vanwege een sterke toename van CO<sub>2</sub>-prijs.

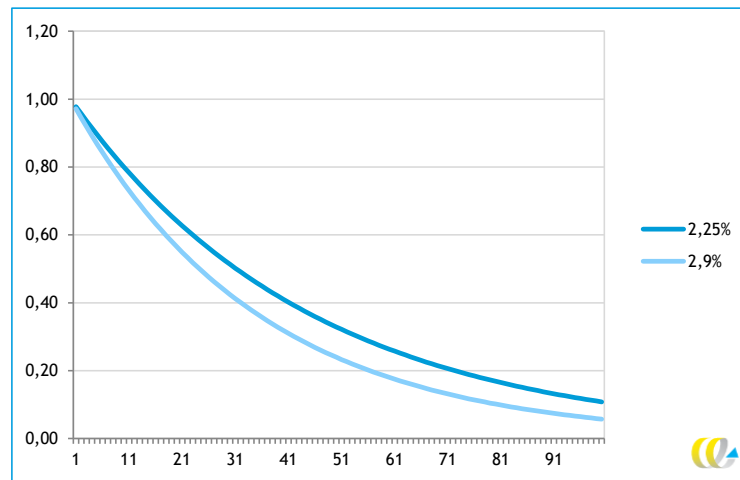
In het WLO-Hoog-scenario gaan we ervan uit dat Schiphol zijn hubfunctie kan verliezen: het aandeel transferpassagiers neemt af ten gunste van bestemmingspassagiers vanuit Nederland. Deze Nederlandse passagiers moeten aanzienlijk meer betalen voor hun tickets, wat bijdraagt aan een negatief saldo voor de directe effecten (-11,4 mld. euro). De externe effecten (17,9 mld. euro) zijn vanwege de hogere CO<sub>2</sub>-prijs echter zo groot dat een negatief totaalsaldo resulteert (-6,5 mld. euro). Daarbij moet bedacht worden dat de lange termijn waarop effecten optreden (zowel positief als negatief) door de lage discontovoet een belangrijke impact heeft op het saldo. Zie hiervoor onderstaand tekstkader.

<sup>14</sup> Voor sommige kosten en baten adviseert de werkgroep een andere discontovoet. Dit geldt voor niet-lineaire effecten van het gebruik van infrastructuur (2,9%). In deze MKBA zijn geen niet-lineaire effecten verondersteld. Voor vaste kosten of onelastische effecten adviseert de werkgroep een discontovoet van 1,6%, bijvoorbeeld investeringen in terminals e.d. Dergelijke kosten of baten zitten niet in deze MKBA verwerkt. Daarom worden alle kosten en baten in deze MKBA verdisconteert met het algemene percentage, 2,25%.

### Tekstbox 1 - Waarde van toekomstige effecten

Figuur 4 geeft een illustratie van de waarde van een euro in een tijdshorizon van 100 jaar. Hierin wordt de huidige waarde van een toekomstige euro afgezet in de tijd. Bij een discontovoet van 2,25% telt 1 euro baat over 50 jaar nu voor 33 eurocent mee; een euro over 100 jaar is altijd nog 11 eurocent nu waard. Illustratief is ook de waarde bij een discontovoet van 2,9 gepresenteerd.

Figuur 4 - Discontering van 1 bij discontovoet van 2,25 en 2,9%



In het WLO-Laag-scenario zijn er twee subvarianten van het krimpalternatief doorgerekend: Schiphol kan zijn hubfunctie behouden door uitplaatsing van vakantievluchten naar Lelystad, of Schiphol kan zijn hubfunctie verliezen omdat deze mogelijkheid vervalt, bijvoorbeeld omdat Lelystad Airport geen groen licht krijgt. In beide gevallen treedt er per saldo een welvaartsverlies op bij krimp van Schiphol. In het geval dat de hubfunctie niet behouden kan worden, zijn de welvaartsverliezen door directe effecten substantiëler (€-12,9 miljard) dan bij behoud van de hubfunctie (€-6,7 miljard). De welvaartswinsten door externe effecten zijn hoger in de situatie dat Schiphol zijn hubfunctie behoudt (€ 5,2 miljard) dan wanneer Schiphol deze verliest (€ 5,9 miljard). Ook in dit geval wordt het grootste deel van dit verschil bepaald door de klimaateffecten. Per saldo resulteert dit in een negatief resultaat bij behoud van de hub-functie (€-0,3 miljard) en een negatief resultaat bij verlies van de hub-functie (€-7,5 miljard), ten opzichte van het referentiealternatief. Ook in het WLO-Laag-achtergrondscenario kent het groeialternatief een negatief saldo. De voornaamste redenen hiervoor zijn: 1) dat de schaarstewinst per passagier substantieel afneemt in het groeialternatief; en 2) dat groei van Schiphol leidt tot meer CO<sub>2</sub>-emissies. Al met al zien we in het WLO-Laag-scenario dus dat zowel groei- als krimp van Schiphol een negatief welvaartssaldo kent. Dit oogt op het eerste gezicht vreemd, maar laat zich verklaren door het feit dat het welvaarts optimum dicht tegen het referentiealternatief aanligt.

Tabel 8 - Resultaten MKBA voor groei- en krimpalternatieven ten opzichte van de referentie, mld € (netto contante waarde) - WLO-Hoog

	Groei	Krimp met behoud hubfunctie	Krimp zonder behoud hubfunctie
<b>Directe effecten</b>	<b>0,4</b>		<b>-11,4</b>
Exploitatie Schiphol Group	0,7		-3,4
Ticketprijsseffecten producenten	-4,2		4,9
Ticketprijsseffecten consumenten	3,7		-8,8
Niet-geaccommodeerde passagiers	0,2		-4,2
<b>Externe effecten</b>	<b>-2,6</b>		<b>17,9</b>
Geluidshinder rondom Schiphol	-0,5		1,9
Akoestische isolatie woningbouw rondom Schiphol	0,0		0,1
Geluidshinder rondom regionale luchthavens	0,0		0,0
Luchtvervuiling	-0,1		0,4
Klimaateffecten	-2,0		15,6
<b>Indirecte effecten</b>	<b>+PM</b>		<b>- PM</b>
Agglomeratie-effecten	+ PM		-PM
Werkgelegenheidseffecten	+ PM		- PM
Bestedingen (toerisme)	+PM		- PM
<b>Eindsaldo</b>	<b>-2,3 + PM</b>		<b>6,5 - PM</b>

Noot: een min betekent -verlies, een plus welvaartswinst.

Tabel 9 - Resultaten MKBA voor groei- en krimpalternatieven ten opzichte van de referentie, mld € (netto contante waarde) - WLO-Laag

	Groei	Krimp met behoud hubfunctie	Krimp zonder behoud hubfunctie
<b>Directe effecten</b>	<b>-1,4</b>	<b>-6,7</b>	<b>-12,9</b>
Exploitatie Schiphol Group	0,7	-2,8	-3,5
Ticketprijsseffecten producenten	-7,8	15,8	14,4
Ticketprijsseffecten consumenten	5,4	-17,0	-19,7
Niet-geaccommodeerde passagiers	0,2	-2,6	-4,0
<b>Externe effecten</b>	<b>-1,7</b>	<b>6,4</b>	<b>5,3</b>
Geluidshinder rondom Schiphol	-0,6	2,0	2,0
Akoestische isolatie woningbouw rondom Schiphol	0,0	0,1	0,1
Geluidshinder rondom regionale luchthavens	0,0	- PM	0,0
Luchtvervuiling	-0,1	0,3	0,5
Klimaateffecten	-1,0	4,0	2,8
<b>Indirecte effecten</b>	<b>+ PM</b>	<b>- PM</b>	<b>- PM</b>
Agglomeratie-effecten	+ PM	- PM	- PM
Werkgelegenheidseffecten	+ PM	- PM	- PM
Bestedingen (toerisme)	+ PM	- PM	- PM
<b>Eindsaldo</b>	<b>-3,1 + PM</b>	<b>-0,3 - PM</b>	<b>-7,5 - PM</b>

Noot: een min betekent -verlies, een plus welvaartswinst.

In de volgende paragrafen lichten we de methode en resultaten toe per onderdeel van de MKBA.

## 4.3 Directe effecten

In dit hoofdstuk behandelen we de directe effecten. Hierbij onderscheiden we de effecten voor producenten (exploitatiewinsten Schiphol en schaarstewinsten voor luchtvaartmaatschappijen), en effecten voor consumenten. Dit laatste betreft de duurdere tickets voor consumenten die blijven vliegen in combinatie met het welvaartsverlies voor consumenten die afzien van hun vlucht.

### 4.3.1 Producenteneffecten

De effecten van de verschillende beleidsopties voor producten zijn te verdelen in twee componenten. Enerzijds zijn er effecten voor de exploitatiewinsten van Schiphol door het afhandelen van meer of minder passagiers, en anderzijds zijn er ticketprijs-effecten voor luchtvaartmaatschappijen, die door capaciteitsschaarste hogere prijzen kunnen rekenen voor hun vluchten. In Tekstbox 2 lichten we de verschillen tussen beide aanpakken toe. Hieronder bepalen we de hoogte van beide effecten in de verschillende beleidsopties.

#### Tekstbox 2 - Aanpak schaarstewinsten vs. overwinsten

De producenteneffecten bepalen we in twee delen. De effecten voor de luchthavens bepalen we aan de hand van de gerealiseerde overwinsten, en de effecten voor luchtvaartmaatschappijen bepalen we aan de hand van gerealiseerde schaarstewinsten.

Bij de overwinstaanpak vergelijken we het rendement van Schiphol met het gemiddelde rendement in de Nederlandse economie. Als het rendement van Schiphol hoger ligt dan gemiddeld in de Nederlandse economie, dan kunnen we spreken van *overwinst*. Zoals uitgelegd door Decisio en SEO (Decisio ; SEO, 2018) kan Schiphol vanwege haar dominante positie structureel overwinst boeken. Door verplaatsing van een relatief lucratieve economische activiteit naar minder lucratieve delen van de economie, neemt de welvaart af. Dit is bijvoorbeeld het geval bij krimp van Schiphol: bestedingen bij de Schiphol Group verschuiven naar sectoren met een lager rendement. Wanneer een economische activiteit zich verplaatst naar een even lucratief deel van de economie, heeft dit geen effect op de totale welvaart (er is enkel sprake van verplaatsing). Om deze reden kijken we in deze MKBA alleen naar het verschil in overwinst tussen de verschillende beleidsopties.

Bij de schaarstewinstaanpak vergelijken we de winsten van luchtvaartmaatschappijen niet met de Nederlandse economie, maar met een hypothetische situatie waarin geen restricties gelden voor het aantal vluchten dat Schiphol mag afhandelen. In deze hypothetische situatie is de geacommodeerde vraag gelijk aan aanbod. Door een capaciteitsrestrictie op te leggen, wordt de vraag hoger dan het aanbod en kan maar een deel van de vraag geacommodeerd worden. Luchtvaartmaatschappijen kunnen daardoor de prijzen van vliegtickets verhogen net zolang tot vraag en aanbod weer in balans zijn. Het verschil tussen de ticketprijzen in de referentie en de ticketprijzen ten gevolge van capaciteitsrestricties heeft invloed op zowel producenten (luchtvaartmaatschappijen) als op consumenten (passagiers). Beide welvaartsveranderingen nemen we mee in deze MKBA.

## Exploitatiewinsten Schiphol

In deze paragraaf beschrijven we de verandering van de winsten die in Nederland gemaakt worden in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van het referentiealternatief. Hierbij gaan we uit van de additionele winsten (winsten bovenop reguliere winsten) die door de Schiphol Group worden gemaakt<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> De financiële gegevens voor Schiphol zijn afkomstig uit de [jaarverslagen](#).



Veranderingen in bestedingen als gevolg van meer of minder vliegen leiden niet direct tot een verandering van de totale welvaart. Voor Nederland als geheel is het namelijk niet relevant of men geld besteedt in de luchtvaartsector of in een andere sector, zolang deze bestedingen maar binnen het Nederlandse bedrijfsleven vallen. Echter kan de hoogte van de winsten – of vergoedingen voor kapitaal – wel verschillen tussen sectoren. Bestedingen in een sector die zorgen voor hoger-dan-gemiddelde winsten in het Nederlandse bedrijfsleven, kunnen op die manier leiden tot een welvaartstoename in een MKBA. De exploitatie van luchthaven Schiphol is een voorbeeld van een economische activiteit waar hoger-dan-gemiddelde winsten worden behaald<sup>16</sup>. Een verandering in de bestedingen op en om Schiphol kan dus leiden tot een positief of negatief welvaartseffect. In deze MKBA gaan we ervan uit dat de bestedingen die anderszins op Schiphol plaatsvinden, evenredig over de Nederlandse economie zijn verdeeld.

De vergoeding voor kapitaal in de Nederlandse economie is circa 6,6% van de omzet, gemiddeld over de periode 2013-2018 (CBS, 2021). Met deze gemiddelde marge kunnen we de additionele winst van bestedingen in de luchtvaart schatten. De additionele winst is namelijk de winst die wordt gemaakt bovenop de normale beloning voor kapitaal (de 6,6% gemiddeld in Nederland). Deze additionele winst van de exploitatie van Schiphol kunnen we daarom als volgt berekenen:

$$\text{Additionele winst} = \text{Netto resultaat} - 6,6\% \times \text{Omzet}$$

Met deze methode sluiten we aan bij het rapport over de economische en duurzaamheids-effecten vliegbelasting van (CE Delft, 2018), maar wijken we af van die van Decisio en SEO (2018), die alle winsten meerekenen. Op basis van de financiële gegevens uit de jaarverslagen van Schiphol is bepaald dat per passagier ongeveer € 2,90 additionele winst wordt gemaakt, gemiddeld over de periode 2013-2019. We nemen aan dat deze winst in reël opzicht constant blijft over de zichtperiode. De resultaten voor de verschillende beleidsalternatieven zijn weergegeven in Tabel 10. Zoals verwacht zijn de relatieve exploitatiewinsten positief in het groei-alternatief en negatief in de krimpalternatief.

Tabel 10 - Effect op exploitatiewinsten Schiphol in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van de referentie, mln € (contante waarde)

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag
Groei-alternatief	685	749
Krimpalternatief met hub	-	-2.822
Krimpalternatief zonder hub	-3.389	-3.474

## Effecten op schaarstewinsten luchtvaartsector

In deze paragraaf gaan we dieper in op de schaarstewinsten die door luchtvaartmaatschappijen worden gemaakt bij de verschillende capaciteitsrestricties. Wanneer de vraag naar vluchten het aanbod overstijgt, zullen luchtvaartmaatschappijen hun ticketprijzen verhogen. Dit leidt tot additionele winsten, bovenop de reguliere winsten, die schaarstewinsten worden genoemd<sup>17</sup>. De hoogte van de schaarstewinst per passagier is afhankelijk van het type passagier (OD of transfer) en het percentage van de vraag naar vluchten dat

<sup>16</sup> Activiteiten van Schiphol die zorgen voor additionele winst zijn vooral de parkeergelden en exploitatie van horeca en winkels op het terrein. Luchthavengelden zijn gereguleerd, dus deze mogen en kunnen niet zorgen voor bovengemiddelde rendementen.

<sup>17</sup> In deze MKBA is geen rekening gehouden met het mogelijke effect van schaalvoordelen op reguliere winsten.



niet geacommodeerd kan worden (Decisio & SEO, 2018). Daarnaast spelen ook de autonome ontwikkelingen van de ticketprijs een rol, die in een situatie zonder restrictie zouden plaatsvinden. Voor de autonome ontwikkelingen gaan we uit van de prijsontwikkelingen uit de WLO-scenario's (zie Tabel 6). Wanneer de ongeacommodeerde vraag stijgt als gevolg van capaciteitsrestricties, kunnen luchtvaartmaatschappijen hun ticketprijzen verder verhogen en stijgen de schaarstewinsten. Bij de berekening van de schaarstewinsten houden we rekening met het feit dat een deel van de schaarstewinsten zullen wegvloeien naar buitenlandse producenten en aandeelhouders. Net als Decisio en SEO (2018) nemen we aan dat 50% van de schaarstewinsten op deze wijze weglekt<sup>18</sup>. Bij het berekenen van de totale schaarstewinst is niet alleen gekeken naar de airlines die vanaf Schiphol vliegen; ook de schaarstewinsten die gemaakt worden op regionale luchthavens zijn meegenomen.

Om het aandeel ongeacommodeerde vraag te berekenen is het noodzakelijk om eerst de latente vraag naar vluchten in Nederland te bepalen. Hiervoor hebben we gebruikgemaakt van de ongerestricteerde doorrekeningen uit de AEOLUS-update van 2018 (Significance, 2018). De redenatie achter deze benadering is dat bij ongerestricteerde groei van Schiphol en de regionale luchthavens, het aanbod gelijk zal zijn aan de totale vraag. Significance maakt bij de bepaling van de ongerestricteerde ontwikkeling onderscheid tussen het WLO-Hoog en WLO-Laag-achtergrondscenario – in het WLO-Hoog-scenario is het aantal afgewikkelde passagiers hoger dan in het WLO-Laag-scenario; dit past bij de aanname dat de vraag naar vluchten sneller stijgt in WLO-Hoog dan in WLO-Laag. In de doorrekening van Significance is aangenomen dat Lelystad Airport niet de deuren opent<sup>19</sup>.

Het aandeel ongeacommodeerde vraag is bepaald door het aantal afgewikkelde passagiers te vergelijken met het aantal afgewikkelde passagiers binnen het ongerestricteerde-scenario (in hetzelfde jaar en WLO-scenario)<sup>20</sup>. Vervolgens is de schaarstewinst per jaar geschat met behulp van een empirische relatie tussen het aandeel ongeacommodeerde vraag en de hoogte van de schaarstewinst per passagier. Deze relatie is gebaseerd op de MKBA van Decisio&SEO, (2018). Voor OD-passagiers nemen we aldus aan dat een 1% toename van het aandeel ongeacommodeerde vraag leidt tot een extra schaarstewinst per passagier van € 0,90. Voor transferpassagiers veronderstellen we een steilere curve: een 1% toename van de ongeacommodeerde vraag leidt tot een extra schaarstewinst per passagier van € 1,49.

In Tabel 11 is illustratief weergegeven hoe de schaarstewinsten per OD-passagier zich ontwikkelen door de tijd binnen de verschillende beleidsalternatieven en het WLO-Hoog-scenario.

Tabel 11 - Ontwikkeling van de schaarstewinst per OD-passagier in de verschillende beleidsalternatieven – WLO-Hoog

Beleidsalternatief	2030	2050	2070	2100
Groei	€ 5,14	€ 28,34	€ 36,39	€ 39,98
Referentie	€ 11,13	€ 32,71	€ 40,20	€ 43,54
Krimp	€ 38,77	€ 52,86	€ 57,77	€ 59,98

<sup>18</sup> We nemen aan dat dit percentage gelijk blijft over de gehele zichtperiode.

<sup>19</sup> Als Schiphol ongelimiteerd kan groeien is hier immers weinig reden voor.

<sup>20</sup> Omdat in het ongerestricteerde AEOLUS-scenario Lelystad Airport niet haar deuren opent, en Lelystad wel passagiers zal verwelkomen in een aantal van onze beleidsalternatieven, is de ongeacommodeerde vraag voor Schiphol en Lelystad bepaald door de som van het aantal passagiers van de twee luchthavens in de beleidsalternatieven te vergelijken met het aantal passagiers op Schiphol in het ongerestricteerde AEOLUS-scenario.



Op basis van bovengenoemde aannames is voor alle drie de beleidsalternatieven de totale schaarstewinst bepaald. De uitkomsten zijn vervolgens gesommeerd en het groei- en krimp-alternatief zijn vergeleken met het referentiealternatief. De resultaten staan weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 - Effecten op schaarstewinsten in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van het referentie-alternatief in mln € (contante waarde)

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag
Alternatief Groei	-4.935	-9.158
Alternatief Krimp met behoud hubfunctie	-	19.836
Alternatief Krimp zonder hubfunctie	5.796	16.943

De resultaten laten duidelijk zien dat de schaarstewinsten toenemen in het krimpalternatief en afnemen in het groeialternatief. De reden hiervoor is dat de schaarstewinst per passagiers toeneemt naarmate de ongeacommodeerde vraag toeneemt. In het krimpalternatief is de ongeacommodeerde vraag groter dan in het referentiealternatief vanwege de lagere capaciteitsrestrictie. Tegelijkertijd speelt een tegengesteld effect: hoewel de schaarstewinst per passagier toeneemt in het krimpalternatief, neemt het aantal passagiers waarop schaarstewinsten kunnen worden behaald af. In de praktijk is dit volume-effect echter minder sterk dan het prijseffect, waardoor het alleen een remmende werking heeft op de toename van de totale schaarstewinst. De resultaten laten ook zien dat de verschillen in schaarstewinsten tussen de beleidsalternatieven groter zijn in WLO-Laag dan in WLO-Hoog. Reden hiervoor is dat in WLO-Laag de ongeacommodeerde vraag een stuk kleiner is dan in WLO-Hoog. Een verschuiving van het referentiealternatief naar het groei- of krimpalternatief leidt daardoor tot een grotere procentuele verandering van de ongeacommodeerde vraag – dit leidt op zijn beurt weer tot een grotere absolute verandering van de schaarstewinst.

### 4.3.2 Consumenteneffecten

De keerzijde van hogere schaarstewinsten door luchtvaartmaatschappijen is het consumentenverlies ten gevolge van hogere ticketprijzen. Voor zover deze door Nederlandse consumenten worden betaald, levert dit een verlies aan welvaart op. Dit effect kent twee componenten. Ten eerste betalen consumenten die blijven vliegen hogere prijzen voor hun vluchten. Ten tweede ervaren consumenten die door de hogere ticketprijs besluiten om niet meer te vliegen of anders op reis te gaan een welvaartsverlies (immers zij zien af van hun eerste voorkeur). Hieronder bespreken we beide componenten afzonderlijk.

#### Welvaartseffecten door ticketprijseffecten

Vanwege schaarste moeten consumenten meer betalen voor een ticket. Dit is de keerzijde van de producentenwinst voor luchtvaartmaatschappijen. We gaan daarom uit van dezelfde congestie-effecten en ticketprijs-effecten als in Paragraaf 4.3.

Ook hier maken we onderscheid tussen de effecten die optreden binnen en buiten Nederland<sup>21</sup>. Slechts de verliezen die Nederlandse passagiers maken zijn relevant voor de

<sup>21</sup> In dit geval maken we onderscheid tussen ingezetenen (Nederlanders) en niet-ingezetenen (buitenlanders).

MKBA. We nemen aan dat alle transfer passagiers niet-ingezet zijn<sup>22</sup>. Van de overige (OD-)passagiers is ongeveer 53% ingezet<sup>23</sup>. Het resultaat is weergegeven in Tabel 13.

Tabel 13 - Consumenteneffecten in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van de referentie, mln € (netto contante waarde)

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag
Groeialternatief	3.705	5.407
Krimpalternatief met hub	-	-15.238
Krimpalternatief zonder hub	-8.794	-19.742

De resultaten in Tabel 13 laten duidelijk zien dat het er een welvaartsverlies optreedt voor consumenten die blijven vliegen in het krimpalternatief. Voor het groeialternatief geldt een tegenovergesteld effect: door afnemende schaarste dalen te ticketprijzen, wat leidt tot consumentenwinst. Op het eerste gezicht opmerkelijk is het verschil in het consumenten-surplus tussen het krimpalternatief met en het krimpalternatief zonder hub. De reden dat het consumentenverlies lager uitvalt in de subvariant met behoud van hubfunctie, is dat in deze variant het percentage transferpassagiers hoger ligt. Als deze buitenlandse passagiers meer betalen voor hun ticket, heeft dat geen invloed op het saldo.

## Welvaartseffecten door ongeacommodeerde passagiers

Naast de verliezen ten gevolge van hogere ticketprijzen voor passagiers die blijven vliegen, ervaren ook de niet-geacommodeerde passagiers een welvaartsverlies in het krimpalternatief (en vice versa in het groeialternatief). Deze passagiers zouden in het referentiealternatief hebben gevlogen vanaf Schiphol, maar zien daarvan af door de hogere ticketprijzen. We maken wederom onderscheid tussen Nederlandse en buitenlandse passagiers.

De waardering van deze component van het consumentenverlies wijkt af van de voorgaande methode. De misgelopen winst is namelijk voor de consument niet relevant; hij of zij maakt geen onderscheid tussen de kosten- en winstcomponent van de ticketprijs. De hoogte van de totale ticketprijs is echter wel relevant. Daarom maken we bij de waardering van het welvaartsverlies als gevolg van ongeacommodeerde passagiers gebruik van het verschil tussen de (door schaarste verhoogde) ticketprijzen in de verschillende beleidsalternatieven. De redenering achter deze aanpak is dat consumenten die besluiten niet meer te vliegen, dit nalaten vanwege de *hogere prijs* bij capaciteitsrestricties. De prijs, en niet de restrictie is, kortgezegd, de reden voor het afzien van de vlucht.

We weten echter niet bij welke prijsverhoging de consument afhaakt: dit kan zijn bij het maximale verschil tussen de ticketprijzen in de beleidsalternatieven, of al bij het minimale verschil tussen de ticketprijzen in de verschillende alternatieven<sup>24</sup>. We nemen aan dat de

<sup>22</sup> Het zal immers weinig voorkomen dat een Nederlander over moet stappen op Schiphol – het kleine aantal zakelijke passagiers waarvoor dit wel het geval is, hebben we aangemerkt als verwaarloosbaar.

<sup>23</sup> Bron: AEOLUS-output voor de MKBA Vliegbelasting (CE Delft, 2018).

<sup>24</sup> Stel bijvoorbeeld dat in het krimpalternatief de ticketprijs voor een vlucht naar New York € 100 duurder is dan in het referentiealternatief, als gevolg van schaarste. We weten ook dat door deze ticketprijsstijging in het krimpalternatief een X aantal passagiers afziet van hun vlucht naar New York. Wat we niet weten is bij welke prijsverhoging deze passagiers afhaken: het kan zijn dat een prijsverhoging van € 10 voldoende is om de helft van de passagiers te laten afhaken, maar het kan ook zijn dat dit pas bij een prijsverhoging van € 90 gebeurt.

consumenten binnen dit bereik uniform verdeeld zijn. Gegeven deze aanname kunnen we de ‘rule of half’ toepassen: we gaan er vanuit dat de gemiddelde consument afhaakt bij de helft van het ticketprijsverschil.

Met deze methode, waarbij we de verschillen in ticketprijzen gebruiken als proxy voor het consumentenverlies, wijken we af van de methode van Decisio en SEO (2018). Laatstgenoemde studie gebruikt extra reistijd als belangrijkste maat voor het consumentenverlies als gevolg van ongeacommodeerde vraag. In Tekstbox 3 bespreken we de belangrijkste verschillen.

### Tekstbox 3 - Consumentenverlies door ongeacommodeerde vraag: vergelijking met de aanpak van Decisio en SEO (2018)

In de MKBA van Decisio en SEO wordt niet gebruikgemaakt van de verschillen in ticketprijzen tussen de verschillende beleidsalternatieven. In plaats daarvan wordt aangenomen dat het welvaartsverlies van een ongeacommodeerde passagier geschat kan worden aan de hand van de *reistijdtoename*: wanneer een passagier moet uitwijken naar een andere luchthaven, leidt dit tot extra reistijd die als onprettig ervaren wordt door de passagier (de passagier waardeert de extra reistijd negatief, bijvoorbeeld omdat hij anders productief had kunnen zijn). Ook voor passagiers die niet uitwijken naar een andere luchthaven nemen Decisio en SEO aan dat het welvaartsverlies geschat kan worden aan de hand van deze methode: de reistijdtoename is dan hypothetisch. Omdat niet aangenomen kan worden dat alle passagiers onverschillig zijn tussen uitwijken naar een andere luchthaven, reizen met een andere modaliteit en afzien van reizen, wordt voor alle passagiers de rule of half toegepast: de helft van de kosten door (hypothetische) extra reistijd worden gerekend als welvaartsverlies.

Voor de reistijdwaardering sluiten Decisio en SEO aan bij gegevens van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, dat de negatieve waardering van extra reistijd schat op € 51,48 voor particuliere passagiers en € 93,92 voor zakelijke passagiers. Gegeven een gemiddelde reisafstand tot een buitenlandse luchthaven en een gemiddelde percentage gebruik van auto en trein, leidt dit, na toepassing van de rule of half, tot de volgende kostenschattingen:

Soort passagier	Gemiddelde kosten door extra (hypothetische) reistijd
Zakelijk intercontinentaal	€ 224
Zakelijk Europa	€ 160
Particulier intercontinentaal	€ 127
Particulier Europa	€ 89

Opvallend aan deze kentallen is dat ze – voor elk type passagier – substantieel hoger zijn dan het door ons berekende verschil in ticketprijzen tussen de verschillende beleidsalternatieven (deze verschillen liggen meestal onder de € 50). Dit leidt tot de onrealistische situatie dat een passagier niet € 50 meer wil uitgeven voor een ticket, maar wel voor € 160 wil omreizen. Er bestaan drie mogelijke verklaringen voor deze discrepantie tussen de ticketprijsstijging en de reistijdwaardering: 1) de door Decisio en SEO aangenomen reistijdwaardering van respectievelijk € 51,48 en € 93,92 is te hoog; 2) de door Decisio en SEO geschatte relatie tussen de ongeacommodeerde vraag en de schaarstewinsten is onrealistisch; en 3) de ticketprijzen nemen bij schaarste veel harder toe dan de schaarstewinsten, bijvoorbeeld vanwege het wegvallen van schaalvoordelen.

In deze MKBA is aangenomen dat de eerste verklaring dominant is: het lijkt ons onwaarschijnlijk dat een vakantieganger een extra uur in de trein met een negatieve prijs van ruim € 50 waardeert; veel

---

De vraagcurve is dus onbekend. Wanneer we aannemen dat de vraagcurve lineair is, zal bij een verhoging van € 50 de helft van de passagiers zijn afgehaakt. We gebruiken dan de rule of half.

waarschijnlijker lijkt het ons dat deze extra reistijd als onderdeel van de vakantie wordt gezien en dus substantieel lager wordt gewaardeerd. Dit verklaart bijvoorbeeld ook waarom veel Nederlanders het geen probleem vinden om tien uur in de auto zitten naar een wintersportgebied. Voor zakelijke passagiers lijken de schattingen van het KiM realistischer: zij moeten immers veelal doorbetaald worden door hun werkgever.

Al met al leidt het verschil in methodologie ertoe dat Decisio en SEO veel hogere kosten toerekenen aan ongeacommodeerde passagiers. Dit zorgt voor extra welvaartsverlies in het krimpalternatief en extra welvaartswinst in het groeialternatief.

Het totale consumenteneffect bepalen we door voor het aantal ingezeten de niet-geacommodeerde passagiers te vermenigvuldigen met de helft van het ticketprijsverschil ten opzichte van de referentie. De resultaten van het consumentenverlies door niet-geacommodeerde vluchten is weergegeven in Tabel 14. Hiermee liggen ook de uitkomsten van dit welvaartseffect ver onder die van Decisio en SEO.

Tabel 14 - Consumenteneffect door niet geacommodeerde vluchten in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van de referentie, mln € (netto contante waarde).

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag
Groeialternatief	168	221
Krimpalternatief met hub		-3.056
Krimpalternatief zonder hub	-4.176	-3.999

## 4.4 Externe effecten

In deze paragraaf lichten we toe hoe de externe effecten zijn bepaald en gemonetariseerd. Eerst staan we stil bij de klimaateffecten en vervolgens bij de luchtvervuilingseffecten en de geluidseffecten. Ook wordt speciale aandacht besteed aan de specifieke geluidseffecten voor de gemeente Aalsmeer.

### 4.4.1 Klimaateffecten

In Hoofdstuk 3 hebben we een overzicht gegeven van de klimaateffecten van de verschillende beleidsalternatieven. In deze paragraaf lichten we deze nader toe en besteden we aandacht aan de monetarisering van de klimaateffecten. Eerst laten we zien hoe we zijn omgegaan met mogelijke weglekeffecten als gevolg van uitwijkgedrag.

#### Aannames uitwijkgedrag

Strengere capaciteitsrestricties en de daaropvolgende ticketprijsstijgingen zullen ertoe leiden dat sommige passagiers niet meer via Schiphol zullen vliegen. Een deel van deze passagiers zal uitwijken naar een andere luchthaven, een deel zal compleet afzien van hun reis en een laatste deel zal reizen met een andere modaliteit. In deze MKBA is aangenomen dat alle transferpassagiers die niet meer via Schiphol vliegen, zullen uitwijken naar een andere overstaplocatie. Het is voor transferpassagiers immers relatief makkelijk om bijvoorbeeld over Parijs of Londen te vliegen, in plaats van via Schiphol. We hebben verondersteld dat dergelijk uitwijkgedrag van transferpassagiers geen netto invloed heeft

op de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot<sup>25</sup>. Mogelijke klimaatwinst door capaciteitsrestricties kan dus alleen worden gerealiseerd via gedragsveranderingen van OD-passagiers. Deze aanname is vrij conservatief: als op buitenlandse hub-luchthavens strengere capaciteitsplafonds gaan gelden, kan uitwijken naar een andere luchthaven ook duurder worden – in dat geval is het aannemelijk dat ook een deel van de transferpassagiers geheel zal afzien van hun reis.

De volgende aannames gelden:

- Binnen de categorie OD-passagiers is verondersteld dat 35% van de niet geaccommodeerde passagiers via een buitenlandse luchthaven – zoals Düsseldorf – zal vliegen. Net als voor de transferpassagiers is voor deze OD-passagiers geen netto klimaatwinst toegerekend<sup>26</sup>.
- Voor nog eens 35% van de niet geaccommodeerde OD-passagiers is verondersteld dat deze kiezen voor een reis met een andere modaliteit. Er is gekozen om alleen de auto en de trein mee te nemen in deze analyse, omdat deze vervoersmiddelen de hoofdmoot van het alternatieve vervoer zullen uitmaken. Er is aangenomen dat 80% van de passagiers die kiest voor een andere modaliteit met de auto zal reizen, en 20% met de trein<sup>27</sup>. Uitmijkgedrag naar een andere modaliteit zal vaak betekenen dat ook de reisbestemming verandert. Er is daarom aangenomen dat de gemiddelde reisafstand afneemt van circa 3.000 kilometer naar 1.000 kilometer<sup>28</sup>. Er is daarom aangenomen dat de gemiddelde reisafstand afneemt van circa 3.000 kilometer naar 1.000 kilometer<sup>29</sup>. Voor de OD-passagiers die kiezen voor een andere mobiliteit is de netto CO<sub>2</sub>-reductie berekend als de CO<sub>2</sub>-reductie door het afzien van de vlucht, opgehoogd met de CO<sub>2</sub>-uitstoot veroorzaakt door de reis met de auto of trein.
- Voor de resterende 30% van de OD-passagiers is aangenomen dat zij geheel afzien van hun reis. Als deze passagiers afzien van hun vlucht kan de volledige klimaatwinst worden toegerekend aan de beleidswijziging. Het is goed om te benoemen dat de aangenomen percentages (35%, 35% en 30%) onzeker zijn<sup>30</sup>. Daarom is in de gevoeligheidsanalyse in Bijlage A doorgerekend wat het effect is wanneer een hoger en lager percentage OD-passagiers uitwijkt naar een andere luchthaven.

In deze analyse is steeds het verschil in CO<sub>2</sub>-equivalenten tussen het groei- of krimp-alternatief en het referentiealternatief berekend. Een belangrijke aanname is dat hiervoor zowel de CO<sub>2</sub>-reductie van een vermeden heenreis als de CO<sub>2</sub>-reductie van een vermeden terugreis is toegeschreven aan de beleidswijziging. Er bestaat immers een causaal verband tussen de beleidswijziging en de vermeden terugreis: een passagier die naar New York zou vliegen maar daarvan afziet vanwege een ticketprijstijging ziet daarmee ook af van de terugreis (als gevolg van diezelfde ticketprijstijging). Met deze aanname sluiten we aan bij de nieuwe richtlijn luchtvaart MKBA's van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM, 2020).

<sup>25</sup> Sommige transferpassagiers zullen vanwege een alternatieve overstaplocatie een langere totale afstand afleggen, terwijl andere transferpassagiers juist een kortere totale afstand zullen afleggen. We hebben aangenomen dat deze twee effecten tegen elkaar weggestreept kunnen worden.

<sup>26</sup> Voor de CO<sub>2</sub>-emissies van het vervoer van en naar deze alternatieve luchthavens is geen effect ingeschat omdat deze emissies zowel kunnen toe- als afnemen bij uitwijking naar een andere luchthaven.

<sup>27</sup> Deze percentages komen overeen met de aangenomen percentages in de MKBA vliegbelasting (CE Delft, 2018).

<sup>28</sup> Omdat ook teruggereisd moet worden, rekenen we met een totaal van 2.000 kilometer.

<sup>29</sup> Omdat ook teruggereisd moet worden, rekenen we met een totaal van 2.000 kilometer.

<sup>30</sup> We zijn uitgegaan van deze specifieke waarden omdat deze corresponderen met de uitwijkpercentages die met AEOLUS zijn berekend voor de hoogste vliegbelastingvariant in de MKBA Vliegbelasting (CE Delft, 2018).

## Berekening klimaateffect van de verschillende beleidsalternatieven

Om het totale klimaateffect van de twee mogelijke beleidswijzigingen te bepalen, is eerst de historische referentie-uitstoot vastgesteld. Zoals genoemd in Hoofdstuk 3 is deze overgenomen uit de AEOLUS-update van 2018 (Significance, 2018). In 2017 bedroeg de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van vluchten van en naar Schiphol 20,5 Mton<sup>31</sup>. Vervolgens is voor elk beleidsalternatief en WLO-scenario voor elk jaar in de periode 2021-2121 een aantal stappen doorlopen om het totale klimaateffect te berekenen:

- een correctie voor het aandeel vrachtluchten;
- een correctie voor het aantal OD-passagiers;
- een correctie voor de gemiddelde vluchtafstand van OD-vluchten;
- een correctie voor toenemende brandstofefficiëntie;
- een correctie voor de toename van gebruik van biokerosine;
- een correctie voor de niet-CO<sub>2</sub>-component van uitstoot op hoogte;
- een correctie voor de adoptie van elektrische vliegtuigen.

Al deze stappen zijn zowel doorlopen voor luchthaven Schiphol als voor de regionale luchthavens. Vervolgens is het verschil tussen de groei- en krimpalternatieven en het referentiescenario bepaald en zijn twee laatste correcties aangebracht:

1. Een vermindering van het verschil in CO<sub>2</sub>-eq. vanwege OD-passagiers die via een andere luchthaven reizen.
2. Een vermindering van het verschil in CO<sub>2</sub>-eq. vanwege passagiers die op reis gaan met de auto of trein.

De negen correctiestappen worden toegelicht in Bijlage B.

## Monetarisering van de verschillende klimaateffecten

Na Stap 9 resteert het verschil in klimaatimpact tussen het groei- en krimpalternatief, en het referentiealternatief. Dit verschil in CO<sub>2</sub>-eq. per jaar hebben we vervolgens gemonetariseerd. CPB en PBL schrijven voor dat hiervoor de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen die passen bij de WLO-scenario's gebruikt moeten worden (CPB & PBL, 2016a). Omdat het WLO-Laag-scenario wordt gekenmerkt door minder ambitieus klimaatbeleid (45% emissiereductie in 2050) kent dit scenario ook lagere CO<sub>2</sub>-prijzen dan het WLO-Hoog-scenario (65% emissiereductie in 2050). Reden hiervoor is dat de preventiekosten van een extra ton CO<sub>2</sub> lager zijn door het lagere klimaatdoel. Omdat het Nederlandse en Europese klimaatbeleid sinds 2015 een versnelling heeft doorgemaakt, merken we op dat de CO<sub>2</sub>-prijzen uit WLO-Laag naar alle waarschijnlijkheid een flinke onderschatting geven van de werkelijke preventiekosten. Om recht te doen aan deze observatie is in Bijlage A een gevoeligheidsanalyse opgenomen waarin de klimaateffecten zijn gewaardeerd tegen efficiënte prijzen die passen bij beperking van de wereldwijde opwarming tot 2 °C<sup>32</sup>. In Tabel 15 zijn de efficiënte prijzen voor de verschillende scenario's weergegeven. Na 2050 zijn we – wederom conservatief – uitgegaan van constante prijzen. De prijzen voor het 2 °C-scenario komen uit het Handboek Milieuprijzen van CE Delft (2017) en vallen onderin de brede range die wordt gehanteerd door het CPB en PBL (CPB & PBL, 2016a). Alle gebruikte prijzen zijn inclusief btw, in lijn met de recente richtlijn luchtvaart MKBA's van het KiM (2020).

<sup>31</sup> In deze waarde is alleen de CO<sub>2</sub>-component meegenomen, er is geen extra klimaatimpact toegerekend voor effecten van condensatiestrepen op hoogte.

<sup>32</sup> Dit correspondeert met een Europese CO<sub>2</sub>-reductie van zo'n 80-95% in 2050 en dus ook bij de huidige Europese doelen

Tabel 15 - Efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen bij het WLO-Hoog, Laag en 2°C-scenario, inclusief btw

Scenario	2020	2030	2050
Efficiënte Prijs WLO-Hoog	€ 69,20	€ 94,40	€ 188,80
Efficiënte Prijs WLO-Laag	€ 17,30	€ 23,60	€ 47,20
Efficiënte Prijs WLO-2°C	€ 110,1	€ 153,40	€ 306,80

## Resultaten

Monetarisering van de klimaatverschillen met bovenstaande CO<sub>2</sub>-prijzen leidt tot de volgende uitkomsten.

Tabel 16 - Kosten//baten van klimaateffecten in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van het referentiealternatief in mln € (netto contante waarde)

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag	2°C (WLO-Hoog)	2°C (WLO-Laag)
Groei	-2.409	-1.168	-3.916	-7.590
Krimp met behoud hub		6.534		42.497
Krimp zonder behoud hub	18.737	3.308	30.470	21.526

Capaciteitsbeperkingen leiden, naast overstappers die geen klimaatbaten opleveren, tot beperking van bestemmingsvluchten en daarmee beperking van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. De resultaten in Tabel 16 laten zien dat groei van Schiphol in alle WLO-scenario's leidt tot kosten door het nemen van additionele klimaatmaatregelen (preventiekosten). Krimp van Schiphol leidt in alle scenario's tot forse klimaatbaten. De kosten zijn het grootst in het 2°C-scenario, gevolgd door WLO-Hoog en WLO-Laag. Reden hiervoor is wederom het verschil in beprijzing van CO<sub>2</sub>-uitstoot. In het 2°C-scenario reiken deze zelfs tot meer dan 42 miljard euro.

Op het eerste gezicht opmerkelijk is het feit dat de baten groter zijn in de variant krimp met hub dan in de variant krimp zonder hub – ondanks het feit dat de variant met hub meer vliegbewegingen kent door de opening van Lelystad Airport. Reden voor deze uitkomst is dat in het hub variant vooral OD-passagiers besluiten om niet meer via Schiphol te vliegen, terwijl in dit in de no-hub-variant met name transferpassagiers betreft. Zoals gezegd rekenen we aan de afname van transferpassagiers geen klimaatwinst toe, omdat we verwachten dat de meeste transferpassagiers zullen vliegen via een andere (hub-)luchthaven. Kortgezegd is het weglekeffect in de no-hub-variant dus fors groter dan in de hub-variant. Dit dempende effect op de CO<sub>2</sub>-reductie weegt zwaarder dan het lager aantal vluchten op Lelystad Airport.

### 4.4.2 Luchtverontreiniging

In Hoofdstuk 3 is reeds toegelicht hoe we de jaarlijkse uitstoot van luchtvervuilende emissies in de verschillende beleidsalternatieven hebben geschat. In deze paragraaf leggen we uit hoe deze uitkomsten zijn gemonetariseerd. Ook staan we stil bij de luchtvervuilende emissies als gevolg van uitwijkgedrag en geven we een kwalitatieve beschouwing van het effect van ultrafijnstofemissies.



## Luchtverontreinigende emissies als gevolg van uitwijkgedrag

Zoals gezegd kent deze MKBA een nationale scope. Luchtvervuilende emissies die plaatsvinden door uitwijkende vluchten over de grens worden daarom niet meegenomen in het welvaartssaldo. Wel rekenen we luchtvervuilende emissies binnen Nederland mee die het gevolg zijn van een uitwijkende reis met een andere modaliteit (auto of trein). Hiervoor nemen we aan dat er gemiddeld 100 km in Nederland wordt afgelegd met de auto of trein voordat de Nederlandse grens wordt gepasseerd. Ook voor de terugreis wordt 100km gerekend. Emissiefactoren voor de auto en trein zijn overgenomen uit de MKBA vliegbelasting (CE Delft, 2018). Er is aangenomen dat de emissiefactor voor NO<sub>x</sub> afneemt door de verdere introductie van elektrische auto's<sup>33</sup>.

## Fijnstof en ultrafijnstof

In deze MKBA-analysen en monetariseren we de effecten van de beleidsalternatieven op de uitstoot van fijnstof (PM<sub>2,5</sub>). De gezondheidseffecten van fijnstof zijn uitgebreid onderzocht in de wetenschappelijke literatuur. Echter wijzen recentere onderzoeken op de mogelijkheid dat ultrafijnstof (PM<sub>0,1</sub>) nog schadelijker is. Een uitgebreide beschrijving van deze inzichten en de afweging om toch fijnstof (PM<sub>2,5</sub>) te monetariseren is te vinden in Tekstbox 4

### Tekstbox 4 - Gezondheidsschade van ultrafijnstof

Over het algemeen zorgen kleinere stofdeeltjes voor meer gezondheidsschade. Toch bestaat er nog wetenschappelijke onzekerheid over de additionele gezondheidsschade van ultrafijnstof (PM<sub>0,1</sub>) bovenop de schade van fijnstof (PM<sub>2,5</sub>). In theorie zorgt ultrafijnstof voor meer gezondheidsschade dan grotere stofdeeltjes, aangezien ultrafijnstof het lichaam dieper kan binnendringen. Mogelijke aandoeningen die verband houden met ultrafijnstof zijn o.a. systemische ontstekingen, endotheel dysfunctie, hart- en vaatziekten, diabetes, kanker, en cerebrale en autonomie dysfunctie. De potentiële gezondheidskosten van ultrafijnstof zijn daarom substantieel, alhoewel de exacte rol van ultrafijnstof in deze ziektes nog onbekend is (Schiphol, 2020)

Er zijn enkele recente onderzoeken waarin de effecten van ultrafijnstof op gezondheid worden aangetoond, onafhankelijk van de effecten van grotere stofdeeltjes (Lavigne et al., 2019). Deze studies vinden bijvoorbeeld dat de ontwikkeling van astma bij kinderen kan worden verklaard door de blootstelling aan ultrafijnstof gedurende een belangrijke longontwikkelingsfase. Deze effecten zijn onafhankelijk van de effecten van PM<sub>2,5</sub> en NO<sub>2</sub>. Bovendien is kortdurende blootstelling aan ultrafijnstof in verband gebracht met verhoogde hartslag tijdens verschillende fysieke activiteiten (Rizza et al., 2019). Ook wordt verminderde longfunctie bij gezonde volwassenen geassocieerd met kortdurende blootstelling aan ultrafijnstof (Lammers et al., 2020). Daarnaast laat een recente studie zien dat blootstelling aan ultrafijnstof in verband kan worden gebracht met een verhoogd risico op hersentumoren bij volwassenen, terwijl dit daarentegen niet gezegd kan worden over PM<sub>2,5</sub> en NO<sub>2</sub> (Weichenthal et al., 2020). Echter bestaan er ook studies die niet kunnen bewijzen dat de grootte van stofdeeltjes verschil maakt voor de gezondheidsschade, oftewel dat verschillende groottes van stofdeeltjes een onafhankelijk effect hebben op gezondheid (Donaire-Gonzalez et al., 2019, Ohlwein et al., 2019)

Alhoewel niet alle effecten zijn bewezen, zorgen ultrafijne deeltjes mogelijk voor potentieel meer schade dan de effecten van fijnstof. Daarnaast is het ook mogelijk dat een groot deel van de gezondheidsschade door PM<sub>2,5</sub> in feite wordt veroorzaakt door de ultrafijne deeltjes in PM<sub>2,5</sub>. Echter worden ultrafijne deeltjes meestal niet gemeten door meetstations. In dit geval is PM<sub>2,5</sub> het beste alternatief. Bovendien zijn de gezondheidseffecten die in de milieuprijs voor fijnstof zitten verwerkt, bewezen verband te hebben met blootstelling aan fijnstof

<sup>33</sup> We hebben verondersteld dat alle auto's in Nederland in 2050 elektrisch zijn en dat elektrische auto's geen NO<sub>x</sub> uitstoten. De emissiefactor neemt daarmee in 30 jaar lineair af tot 0.



(PM<sub>2,5</sub>). In hoeverre metingen van PM<sub>2,5</sub> en ultrafijnstof representatief zijn voor elkaar is nog steeds onderwerp van discussie (de Jesus et al., 2019). Vanwege de onzekerheid waarmee de effecten van ultrafijnstof omgeven zijn, kwantificeren we enkel de effecten van PM<sub>2,5</sub>. Mogelijk leidt dit tot onderschatting van de werkelijke schadekosten, vanwege de potentiële additionele schade van ultrafijne stofdeeltjes.

## Monetarisering

Voor de monetarisering van de effecten op luchtverontreiniging in de verschillende beleidsalternatieven maken we gebruik van de milieuprijzen uit het Handboek Milieuprijzen van CE Delft (2017). De prijzen zijn in de MKBA ter consistentie vertaald naar het prijspeil van 2020 met behulp van de Consumenten Prijs Index. Voor alle stoffen hanteren we de centrale prijs, met uitzondering van stikstof, waarvoor we de onderwaarde van de milieuprijs gebruiken. De reden hiervoor is dat de schadelijke effecten van fijnstof en stikstof deels overlappen en zo tot dubbeltellingen kunnen leiden.<sup>34</sup>

Tabel 17 - Milieuprijzen voor luchtvervuilende stoffen, €<sub>2015</sub>/kg, incl. btw

Stof	Onder	Centraal	Boven
Koolstofmonoxide (CO)	0,074	0,099	0,152
Stikstof (NO <sub>x</sub> )	24,1	34,7	53,7
Vluchtige organische stoffen (NMVOS)	1,61	2,1	3,15
Zwavel dioxide (SO <sub>2</sub> )	17,7	24,9	38,7
Fijnstof (PM <sub>2,5</sub> )	56,8	79,5	122

De resultaten voor de effecten van de beleidsalternatieven op de schadelijke effecten van luchtvervuilende emissies is weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18 - Kosten en baten van luchtvervuiling in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van het referentiealternatief in mln € (netto contante waarde)

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag
Alternatief Groei	-117	-133
Alternatief Krimp met behoud hubfunctie		324
Alternatief Krimp zonder hubfunctie	365	503

### 4.4.3 Geluidshinder

Door geluid van vliegtuigen ondervinden bewoners nabij luchthavens zowel acute hinder als mogelijke gezondheidsproblemen op de langere termijn (CE Delft, 2017). De kosten van geluidshinder in de verschillende beleidsalternatieven schatten we direct in met behulp van de milieuprijzen van (CE Delft, 2017). Hiermee wijken we af van de benadering van (Decisio & SEO, 2018). In Tekstbox 5 lichten we de belangrijkste methodologische verschillen toe.

<sup>34</sup> Deze dubbeltellingen kunnen door nieuw onderzoek nu beter worden gekwantificeerd dan in 2017 mogelijk was hetgeen tot een bijschatting van de schadelijkheid van NO<sub>x</sub> heeft geleid (zie CE Delft, (2021)).

## Tekstbox 5 - Methodes voor het moneteriseren van geluidshinder

In deze MKBA moneteriseren we de hinder door geluid door middel van een directe waardering met behulp van milieuprijzen. Het aantal inwoners binnen een bepaalde geluidscontour en de overlast die zij ervaren is hierbij leidend. De gebruikte milieuprijzen voor de verschillende geluidsniveaus zijn overgenomen uit het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2017). In eerdere MKBA's met betrekking tot Schiphol zijn de kosten van geluidshinder op een andere manier benaderd, namelijk door een schatting te maken van de woningwaardedaling rondom Schiphol ten gevolge van geluidshinder (Decisio, 2008, Decisio & SEO, 2018)

De methode om geluidshinder te moneteriseren door middel van woningwaardedaling rondom Schiphol is een zogenaamde 'revealed preference' methode. Hierbij is het uitgangspunt dat de waarde die men toekent aan goederen of diensten wordt 'onthuld' of tot uiting komt in het consumptiegedrag van mensen. In een efficiënte markt komt de prijs van goederen tot stand door vraag en aanbod. Bij een lagere vraag zullen de prijzen dalen. Volgens deze theorie geeft het verschil in de woningprijzen tussen vergelijkbare woningen binnen en buiten de geluidscontouren van Schiphol de 'revealed preference' aan voor het vermijden van geluidsoverlast. Alhoewel een deel van de effecten hiermee worden meegenomen, bestaat er ook een grote kans dat een deel van de woningwaardedaling een andere oorzaak heeft. Ook is het risico dat indien woningconsumenten niet goed geïnformeerd zijn (bijvoorbeeld wel kennis hebben van hinder, maar niet van de volledige gezondheidseffecten ervan), woningprijzen een onderschatting vormen voor de te ondervinden geluidseffecten.

Sinds de publicatie van eerdere MKBA's rondom Schiphol zijn nieuwe inzichten opgedaan met betrekking tot de schadekosten door geluidshinder van luchtvaart. Deze nieuwe inzichten bestaan uit bewijs van een toename in de marginale geluidsoverlast in € per dB met het geluidsniveau, boven een niveau van 50 dB. Daarnaast is er epidemiologisch bewijs gevonden voor een toename in kans op hart- en vaatziekten bij hoge geluidsniveaus (WHO, 2011). Deze inzichten zijn verwerkt in de berekening van de milieuprijzen van geluid door luchtvaart in het Handboek Milieuprijzen van CE Delft (2017).

Gezien de voortschrijdende inzichten over de overlast en fysieke gevolgen van geluid, vinden wij de methode om geluidshinder te moneteriseren met milieuprijzen directer, en daarmee accurater, dan de methode die berust op het bepalen van woningwaardedalingen.

Naast bestaande overlast moet ook rekening worden gehouden met overlast voor toekomstige inwoners rondom Schiphol<sup>35</sup>. Om de kosten van deze post te schatten, gebruiken we een preventiekostenbenadering: voor een nieuw te bouwen woning wordt gemiddeld € 33.467 uitgegeven aan geluidsbeperkende maatregelen teneinde de geluidsbelasting onder de maatgevende belasting te brengen waarop schade/overlast aantoonbaar wordt ervaren) (Natuur en Milieufederatie Noord-Holland, 2018). We beperken ons bij de berekening van beide kostenposten tot de geluidshinder rondom luchthaven Schiphol. De schattingen zijn daarom te beschouwen als een ondergrens.

## Geluidshinder huidige omwonenden Schiphol

In Hoofdstuk 3 is toegelicht hoe het aantal omwonenden binnen de 58 dB contour van Schiphol is bepaald voor de drie beleidsalternatieven. Zoals vermeld is deze maat niet voldoende om tot een goede inschatting van de kosten van geluidsoverlast te komen: hiervoor is gedetailleerde jaarlijkse informatie nodig over de verdeling van het aantal inwoners over de verschillende geluidsniveaus. De kosten van blootstelling aan 50 dB zijn

<sup>35</sup> Voor toekomstige inwoners kan men het standpunt innemen dat de effecten 'geïnternaliseerd' in woningmarktprijzen bij de juiste informatie over hinder van Schiphol en daarom niet meegenomen dienen te worden. Wij vinden de preventiekostenbenadering voor geluidsisolatie hier echter beter op zijn plaats.



immers lager dan de kosten van blootstelling aan 60 dB. Om tot een dergelijke verdeling te komen voor elk jaar in de zichtperiode zijn de volgende drie stappen doorlopen:

1. Schatting van het aantal inwoners per geluidsniveau in 2018. De geluidsniveaus hebben een breedte van 1 dB beslaan de range 50 dB tot 70 dB.
2. Berekening van de ontwikkeling van de geluidsintensiteit per jaar, WLO-scenario en beleidsalternatief.
3. Doorvertaling naar het jaarlijkse aantal inwoners per geluidsniveau voor de periode 2019-2021.

Voor Stap 1 is data gecombineerd uit de meest recente Milieueffectrapportage van de Schiphol Group (2020) en de Geluidsbelastingkaarten uit 2016 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2016). In Tabel 19 is een overzicht gegeven van het aantal woningen dat valt binnen een 5 dB geluidsklassen.

Tabel 19 - Aantal woningen per geluidsklasse (grof detailniveau)

Geluidsklasse	Aantal woningen
48-55 dB	2.557.200
55-58 dB	12.800
58-60 dB	7.400
60-65 dB	1.400
65-70 dB	200

Omdat voor de monetarisering informatie wenselijk is op het niveau van bandbreedtes van 1 dB, zijn de gegevens uit Tabel 19 geïnterpoleerd. Merk op dat het onrealistisch is om aan te nemen dat het aantal woningen uniform verdeeld is over de geluidsniveaus binnen een geluidsklasse – het aantal woningen per geluidsklasse laat immers een sterk dalende trend zien. Er is daarom verondersteld dat binnen een klasse (bijvoorbeeld 60-65 dB) het aantal woningen voor iedere toename van 1 dB steeds met een factor 2/3 kan worden vermenigvuldigd<sup>36</sup>. Dit geeft de volgende gedetailleerde schatting voor het jaar 2018:

Tabel 20 - Gedetailleerde schatting van het aantal woningen per geluidsniveau in 2018

Geluidsniveau	Aantal woningen in 2018
<b>50-55 dB</b>	<b>1.048.216</b>
Waarvan 50-51 dB	402.396
Waarvan 51-52 dB	268.264
Waarvan 52-53 dB	178.843
Waarvan 53-54 dB	119.228
Waarvan 54-55 dB	79.486
<b>55-60 dB</b>	<b>20200</b>
Waarvan 55-56 dB	6.063
Waarvan 56-57 dB	4.042
Waarvan 57-58 dB	2.695
Waarvan 58-59 dB	4.440
Waarvan 59-60 dB	2.960
<b>60-65 dB</b>	<b>1.400</b>
Waarvan 60-61 dB	537

<sup>36</sup> De factor 2/3 komt grofweg overeen met de afname van het aantal woningen in de geluidsklasse 58-60 dB, 60-65 dB en 65-70 dB.

Geluidsniveau	Aantal woningen in 2018
Waarvan 61-62 dB	358
Waarvan 62-63 dB	239
Waarvan 63-64 dB	159
Waarvan 64-65 dB	106
<b>65-70 dB</b>	<b>200</b>
Waarvan 65-66 dB	77
Waarvan 66-67 dB	51
Waarvan 67-68 dB	34
Waarvan 68-69 dB	23
Waarvan 69-70 dB	15

Op basis van de verdeling in Tabel 20 is vervolgens voor ieder jaar in de zichtperiode berekend hoeveel woningen er in de verschillende beleidsalternatieven en WLO-scenario's in de twintig geluidsniveaus vallen. Hiertoe is eerst aangenomen dat de gemiddelde geluidsintensiteit in dB ( $L_{den}$ ) enkel afhankelijk is van het aantal vluchten en de gemiddelde technologieklasse (een maat voor de stilte) van de vloot<sup>37</sup>. Omdat de decibel een logaritmische schaal kent (een verdubbeling van de geluidsintensiteit leidt tot een toename van ongeveer 3 dB) geeft de onderstaande formule het veronderstelde verband weer:

$$Lden_t = Lden_{2018} + 10 * \log \frac{N_t}{N_{2018}} - 1,5 * (T_t - T_{2018})$$

Hierbij geeft  $N_t$  het aantal vluchten in jaar  $t$  weer en  $T_t$  de gemiddelde technologieklasse in jaar  $t$ . De gemiddelde technologieklasse was 3,15 in 2018 (Significance, 2018). Wanneer de technologieklasse met 1 toeneemt, veronderstellen we dat de vloot gemiddeld 1,5 dB stiller wordt<sup>38</sup>. De jaarlijkse groeifactor van de technologieklasse is overgenomen uit de AEOLUS-update van 2018. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen WLO-Hoog en WLO-Laag.

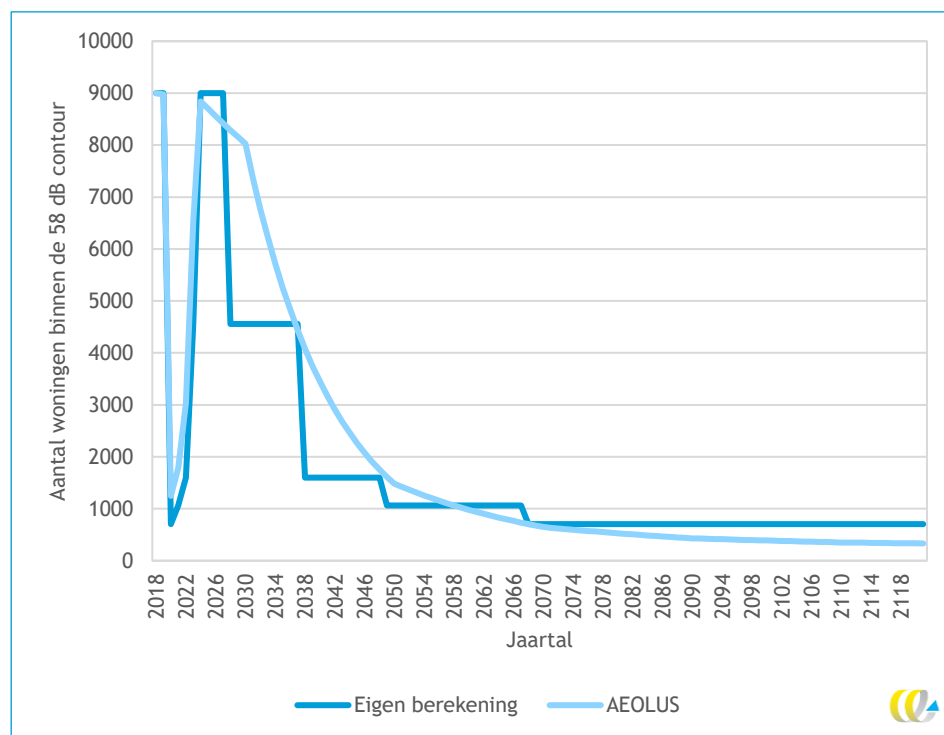
Na het berekenen van de nieuwe  $L_{den}$  is voor ieder jaar in de zichtperiode het aantal woningen per geluidsniveau bepaald. Bij een afname van de  $L_{den}$  schuiven woningen door naar een lagere geluidsniveau. Wanneer een woning in een geluidsniveau onder de 50 dB terecht komt, worden voor die woning geen kosten meer gerekend. Met deze methode kan ook voor elk jaar in de zichtperiode het aantal woningen binnen de 58 dB contour bepaald worden. Dit stelt ons in staat om de eigen uitkomsten te vergelijken met die van het AEOLUS-model. Omdat de hierboven gepresenteerde geluidsformule geen rekening houdt met toenemende vliegtuiggrootte en het gebruik van de precieze start- en landingsbanen, het percentage nachtvluchten en de exacte ruimtelijke verdeling van woningen, wijken onze uitkomsten af van die uit AEOLUS; zoals Figuur 5 laat zien is deze afwijking echter beperkt. De totale kosten als gevolg van geluidsoverlast zijn afhankelijk van de oppervlakte

<sup>37</sup> De  $L_{den}$  is een maat voor de gemiddelde geluidsbelasting in een etmaal waarbij geluid dat wordt geproduceerd tijdens de avond en nacht een opslag van respectievelijk 5 en 10 dB krijgt.

<sup>38</sup> Hiermee wijken we af van de aanname in het achtergronddocument van de WLO (CPB & PBL, 2016b). Voor de WLO-doorrekeningen werd een afname van 3 dB voor iedere toename van de technologieklasse verondersteld. Een dergelijke aanname leidt, ons inziens, tot een onrealistisch snelle afname van de geluidsbelasting. In het planMER (Royal HaskoningDHV et al., 2020) wordt op basis van recente empirische data en internationale ramingen (EASA et al., 2018, ESEA, 2019) aangenomen dat vliegtuigen gemiddeld 1% stiller worden per jaar. Dit komt grofweg neer op een afname van 1 dB per toename van de technologieklasse. In deze MKBA is ervoor gekozen om een middenweg van 1,5 dB per toename van de technologieklasse te hanteren. Deze parameterwaarde is gekalibreerd op de AEOLUS-output: het berekende aantal woningen binnen de 58 dB contour komt met een parameterwaarde van 1,5 dB goed overeen met de AEOLUS-output (zie Figuur 5).

onder de grafiek – vanwege de trapsgewijze afname die voortkomt uit het hanteren van geluidsniveaus met een breedte van 1 dB, zullen onze resultaten een milde onderschatting geven van de werkelijke kosten. De uitkomsten kunnen dan ook worden geïnterpreteerd als een ondergrens.

**Figuur 5 - Vergelijking tussen het aantal woningen binnen de 58 dB contour volgens eigen methode en die van AEOLUS**



\* Noot: In deze grafiek is het initiële aantal woningen binnen de 58 dB contour handmatig op 9000 gezet voor beide methodes om vergelijking te bevorderen. In de AEOLUS-update van 2018 wordt uitgegaan van 10.967 woningen binnen de 58 dB contour in 2017. Wederom zal het verschil ertoe leiden dat onze resultaten een milde onderschatting van de werkelijkheid zullen vormen.

## Monetarisering geluidshinder huidige omwonenden

Voor de monetarisering van de geluidsschade maken we gebruik van de milieuprijzen van (CE Delft, 2017). Per geluidsniveau is een marginale milieuprijs bepaald die uiteenvalt in twee componenten: geluidshinder en gezondheidsschade. De schadekosten per extra dB boven de drempel van 50 dB<sup>39</sup> vakt af na geluidsniveaus boven 65 dB. De gezondheidsschade blijft oplopen naarmate geluid sterker wordt. De milieuprijzen zijn weergegeven in Tabel 21 in €<sub>2015</sub>. Ter consistentie zijn in de shadeberekeningen de milieuprijzen met behulp van de Consumenten Prijs Index omgerekend naar het prijsniveau in 2020. Omdat de

<sup>39</sup> Ook onder 50 dB ondervinden mensen overlast van geluid, echter is het in de meeste waarderingsstudies onzeker of de milieuprijzen ook toepasbaar zijn op geluidsniveaus onder 50 decibel (CE Delft, 2017). Daarom rekenen we pas geluidsschade voor geluidsniveaus boven 50 dB.

milieuprijzen per inwoner zijn gedefinieerd en niet per woning, is het aantal woningen vermenigvuldigd met een factor 2,14 om het aantal gehinderde inwoners te schatten<sup>40</sup>.

Tabel 21 - Milieuprijzen CE Delft (2017) in €<sub>2015</sub> per dB (L<sub>den</sub>) per persoon per jaar voor geluid van luchtvaart, centrale waarde

Geluidsklasse	Overlast	Gezondheid	Totaal
50-55 dB(A)	52	8	60
55-60 dB(A)	103	9	112
60-65 dB(A)	103	13	127
65-70 dB(A)	196	18	214
70-75 dB(A)	196	23	220
75-80 dB(A)	196	29	226
>=80 dB(A)	196	32	228

Voor de jaarlijkse gemonetariseerde geluidsschade vermenigvuldigen we het geschatte aantal inwoners per geluidsklasse met de milieuprijs per dB boven 50 dB van die klasse. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 22 in de volgende paragraaf. De schadekosten worden marginaal toegepast vanaf de geluidsniveaus boven 50 dB, per decibel. De geluidsschade voor een fictieve omwonende die 58,0 dB aan geluidsoverlast ervaart, is daarom als volgt berekend:

$$(58 \text{ dB} - 55 \text{ dB}) \times \text{€}112 + (55 \text{ dB} - 50 \text{ dB}) \times \text{€}60 = \text{€}636 \text{ per jaar}$$

## Geluidshinder rondom regionale luchthavens

In deze MKBA is geluidshinder rondom regionale luchthavens niet volledig meegenomen in het eindsaldo. Reden hiervoor is dat we geen betrouwbare geluidskaarten hebben kunnen vinden voor deze luchthavens. Voor de airports Eindhoven, Maastricht, Groningen en Rotterdam geldt dat het verschil in het aantal vluchten tussen het referentie-, groei- en krimpalternatief erg beperkt is. We nemen daarom aan dat ook dat het verschil in geluidsoverlast voor deze luchthavens verwaarloosbaar zal zijn in vergelijking met de andere kostenposten.

Voor Lelystad Airport geldt een uitzondering op bovenstaande regel: in de hub-variant van het krimpalternatief binnen WLO-Laag opent Lelystad Airport de deuren, terwijl in het referentiealternatief binnen WLO-Laag Lelystad geen vluchten afwikkelt. Dit resulteert in extra geluidsoverlast en dus ook extra kosten. Op dit moment bestaat er echter nog een hoop onduidelijkheid over mogelijke aanvliegroutes naar Lelystad Airport. Dit maakt kwantificering van de geluidsoverlast een erg onzekere aangelegenheid. Omdat we aan kunnen nemen dat de bevolkingsdichtheid rondom Lelystad Airport lager is dan rondom Schiphol, kunnen we wel een bovengrens berekenen van de geluidsschade die zou optreden wanneer Lelystad 45.000 vluchten per jaar zou afhandelen. Hiervoor nemen we aan dat de geluidsschade per vlucht gelijk is aan die op Schiphol. Dit resulteert in een maximaal verschil in geluidsschade rondom Lelystad van € 730 miljoen (ten opzichte van het referentiealternatief waarin geen vluchten worden afgewikkeld op Lelystad Airport). Omdat

<sup>40</sup> Dit is het gemiddeld aantal mensen per huishouden volgens het CBS (<https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-bevolking/woonsituatie/huishoudens-nu#:~:text=Gemiddeld%20wonen%20er%20%2C14,sneller%20gegroeid%20dan%20de%20bevolking.>)



dit bedrag een grote overschatting kan zijn, is ervoor gekozen om de additionele geluidsoverlast als gevolg van opening van Lelystad op PM te zetten.

## Preventiekosten akoestische isolatie toekomstige woningen

Naast de geluidshinder van de huidige omwonenden van Schiphol, nemen we in deze MKBA ook de preventiekosten mee voor akoestische isolatie van nog te bouwen woningen. Door deze akoestische isolatie neemt geluidshinder binnenhuis naar verwachting sterk af tot acceptabele geluidsniveaus. Dit neemt echter niet weg dat omwonenden buiten hun woning – bijvoorbeeld in de tuin – nog steeds forse geluidshinder zullen ondervinden. Deze kostenpost is, uit conservatief oogpunt en wegens gebrek aan data, niet meegenomen in de MKBA.

Voor de woningbouwopgave rondom Schiphol gaan we uit van het rapport van (Natuur en Milieufederatie Noord-Holland, 2018). Hierin is geschat dat het geplande aantal woningen in de periode 2017-2050 binnen het LIB4-gebied 6.366 is, en binnen de 20 Ke-contour nog eens 27.857. Met de aanname dat in die periode elk jaar een evenredig deel van deze woningen wordt gebouwd, zijn dat per jaar 187 en 819 woningen binnen het LIB4-gebied en de 20 Ke-contour respectievelijk.

De kosten voor akoestische isolatie zijn afkomstig van een onderzoek van (Dantuma-Wegkamp, 2021), in opdracht van de gemeente Aalsmeer. De kosten van akoestische isolatie bestaan uit (centrale) balansventilatie; het verbeteren van de luchtdichtheid; het isoleren van dak en dakkapellen; het plaatsen van geluidswerend glas; en het isoleren van de zoldervloer. De isolatiekosten per type woning variëren van circa € 27.000 tot 37.000<sup>41</sup>. In de MKBA rekenen we met een (ongewogen) gemiddelde van € 33.467 per woning. Naar verwachting kan volgens het onderzoek het geluidsniveau binnenhuis teruggebracht worden tot ongeveer 49-51 dB, een winst van circa 24 dB op de begane grond. De schadekosten zoals weergegeven in Tabel beginnen bij een geluidsniveau van 50 dB. Omdat het geluidsniveau binnenshuis na isolatie aan de onderkant van de schadekosten valt, nemen we geen extra geluidsschadecosten mee voor de nieuw te bouwen woningen, ervan uitgaande dat de isolatie toereikend is<sup>42</sup>.

Aan de hand van de verschuivingen van de geluidscontouren schatten we in hoeveel van de woningen de akoestische isolatie nodig zullen hebben in elk van de beleidsalternatieven<sup>43</sup>. Het resultaat voor de akoestische isolatie, en voor de geluidsschade van bestaande bewoners, is weergegeven in Tabel 22. Merk op dat dit alleen de extra kosten betreft voor *geplande* woningbouw: in realiteit zullen er in de toekomst ook kosten verbonden zijn aan isolatie van woningen waarvan de bouw nog niet vast staat. Wederom zorgt dit voor een onderschatting van de werkelijke kosten van geluidsoverlast.

<sup>41</sup> In het onderzoek van Dantuma Wegkamp is onderscheid gemaakt tussen de volgende type woningen: twee verschillende tussenwoningen; hoekwoning; vrijstaande woning; en een 2-onder-1-kapwoning.

<sup>42</sup> Uiteraard is het niet mogelijk om alle geluid met isolatie te voorkomen, zeker in de omgeving rondom het huis of in de tuin. Echter is het onzeker in welke mate dit 'restgeluid' blijft bestaan, en kwantificeren we dit niet.

<sup>43</sup> De methode om het aantal te bouwen woningen per geluidsniveau te berekenen is identiek aan de methode die is gebruikt om de kosten voor bestaande bewoners te schatten.



Tabel 22 - Baten van minder geluidshinder en -preventie in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van de referentie, mln € (netto contante waarde)

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag
<b>Groeialternatief</b>	<b>-524</b>	<b>-603</b>
Waarvan geluidshinder bestaande woningen	-518	-603
Waarvan preventiekosten woningbouwopgave	-6	0
<b>Krimpalternatief (met en zonder behoud van hub)</b>	<b>1.932</b>	<b>2.078</b>
Waarvan geluidshinder bestaande woningen	1.875	2.030
Waarvan preventiekosten woningbouwopgave	57	48

#### 4.4.4 Overige ruimtelijke effecten door verschuivende geluidscontouren

Naast fysieke overlast en gezondheidsschade voor omwonenden, zijn er meer effecten van de geluidsoverlast identificeerbaar. In deze paragraaf beschrijven we twee van deze effecten kwalitatief, namelijk extra schaarste op de woningmarkt en restricties in de transformatieopgave voor de betreffende gemeenten rondom Schiphol.

In de vorige paragraaf zijn de akoestische isolatie kosten gemonetariseerd voor de woningbouwopgave rondom Schiphol. Echter is de woningbouwopgave voor de omliggende gemeenten groter dan wettelijk toegestaan in de geluidscontouren. In de LIB3-gebieden mag niet gebouwd worden. In LIB4-gebieden is woningbouw slechts beperkt toegestaan. Door deze beperkingen gaan potentiële woningbouwlocaties verloren. Wanneer de geluidscontouren afnemen, zou een deel van deze gebieden kunnen worden herzien zodat er meer woningbouw mogelijk is. Extra woningbouw levert op deze wijze een bijdrage aan meer betaalbare woningen, en levert zo een welvaartswinst op.

In het krimpalternatief zou dit dus een positief effect opleveren voor het MKBA-saldo. Andersom zorgt het groeialternatief voor een negatief effect. De omvang van deze extra te bouwen woningen is niet gekwantificeerd, aangezien we niet direct zicht hebben op de niet-geplande woningbouwopgave per deze contour

Verder is er nog een LIB5-gebied, waar de meest beperkte geluidshinder plaatsvindt. In deze gebieden mag alleen woningbouw plaatsvinden als de grond al is aangemerkt als stedelijk gebied. De gemeente Aalsmeer heeft in een aantal LIB5-gebieden verouderde kassen staan, die buiten stedelijk gebied vallen. Hierdoor wordt de transformatieopgave bemoeilijkt; deze gebieden mogen immers niet voor woningbouw worden gebruikt. Ook een transformatie naar recreatie en groen van deze gebieden wordt gehinderd, omdat er beperkingen zijn aan de hoeveelheid (nieuwe) economische activiteit die zich hier mag vestigen. Hierdoor kan slechts beperkt worden ingezet op ontwikkeling recreatie of andere economische activiteiten. Dit leidt tot een welvaartsverlies voor zowel toekomstige bewoners als toekomstige recreanten. In het krimpalternatief zouden deze negatieve effecten beperkt kunnen worden, als de LIB5-contouren richting Schiphol verschuiven. Vice versa zal het negatieve effect groter worden in het groeialternatief.

#### 4.4.5 Geluidseffecten gemeente Aalsmeer

Eén van de belangrijkste negatieve externe effecten van luchtvaart is geluidshinder. Geluidshinder treedt vooral op bij het opstijgen en dalen van vliegtuigen. Daarmee is het probleem dus vooral lokaal, in de directe omgeving van de luchthavens. We besteden in deze paragraaf aandacht aan de geluidseffecten van de verschillende beleidsalternatieven voor de gemeente Aalsmeer. Hiervoor is grotendeels dezelfde methode toegepast als bij de berekening van het totaal aantal bewoners per geluidsniveau. Het aantal Aalsmeerse

bewoners per grove geluidsklasse is overgenomen uit Geluidsbelastingkaarten 2016 (ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2016) en aangevuld met bevolkingsdata van de gemeente Aalsmeer data en geluidsdata uit de Atlas Leefomgeving<sup>44</sup>. Uit laatstgenoemde bron blijkt dat heel de gemeente Aalsmeer binnen de 48 dB contour valt. Vanwege de fysieke ligging van de gemeente Aalsmeer ten opzichte van de Aalsmeerbaan, is in tegenstelling tot de eerdere methode aangenomen dat het aantal inwoners uniform verdeeld is binnen iedere brede geluidsklasse. Het geschatte aantal inwoners per geluidsniveau met een breedte van 1 dB is weergegeven in Tabel 23.

Tabel 23 - Geschat aantal Aalsmeerse woningen en inwoners binnen drie brede geluidsklasse in 2018

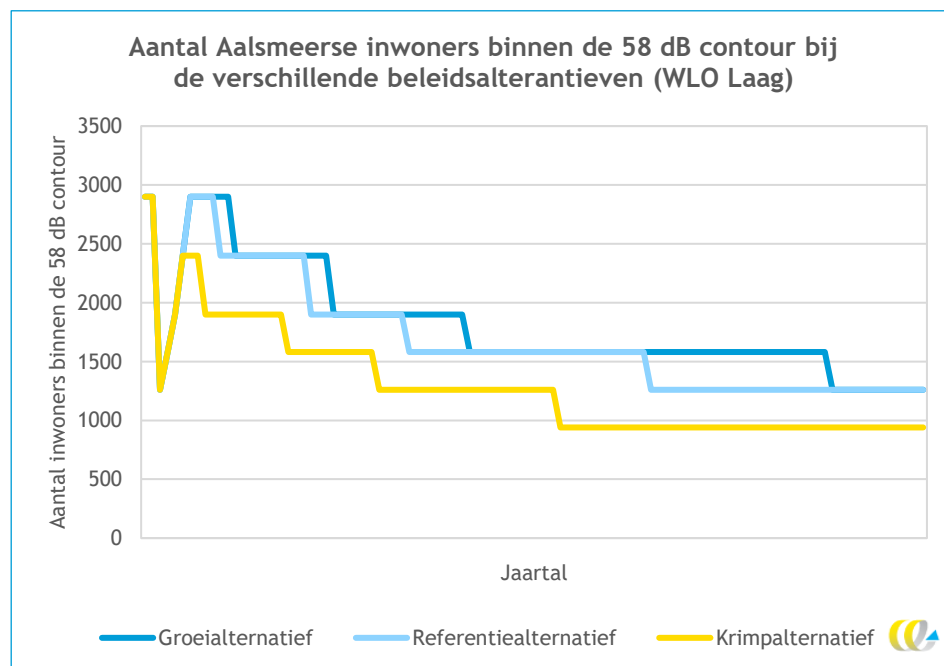
Geluidsniveau	Aantal inwoners
50-51 dB	3.843
51-52 dB	3.843
52-53 dB	3.843
53-54 dB	3.843
54-55 dB	3.843
55-56 dB	500
56-57 dB	500
57-58 dB	500
58-59 dB	500
59-60 dB	500
60-61 dB	320
61-62 dB	320
62-63 dB	320
63-64 dB	320
64-65 dB	320
65-66 dB	60
66-67 dB	60
67-68 dB	60
68-69 dB	60
69-70 dB	60

Op basis van de bovenstaande verdeling en de eerder gepresenteerde geluidsformule kan geschat worden hoe het aantal Aalsmeerse inwoners binnen de 58 dB zich ontwikkelt in de verschillende beleidsalternatieven. In Figuur 6 zijn de resultaten weergegeven voor het WLO-Laag-achtergrondscenario. De resultaten voor de hub- en no-hub-variant in het krimpalternatief zijn identiek en daarom samengevoegd.

<sup>44</sup> Zie respectievelijk [https://www.aalsmeer.nl/bestuur-organisatie/publicatie/feiten-en-cijfers\\_bevolking-en-kerncijfers-aalsmeer](https://www.aalsmeer.nl/bestuur-organisatie/publicatie/feiten-en-cijfers_bevolking-en-kerncijfers-aalsmeer) en <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten?config=3ef897de-127f-471a-959b-93b7597de188&gm-x=108188.0591395245&gm-y=474770.1157353531&gm-z=5&gm-b=1544180834512,true,1;1553764754519,true,1;&activateOnStart=layermanager,info>.



Figuur 6 - Aantal Aalsmeerse inwoners binnen de 58 dB contour voor de verschillende beleidsopties



Zoals Figuur 6 duidelijk laat zien neemt het aantal bewoners binnen de 58 dB contour substantieel af in het krimpalternatief. De verschillen tussen het referentie- en groei-alternatief zijn beperkter.

Voor de verschillende beleidsopties zijn ook de kosten door geluidsoverlast binnen de gemeente Aalsmeer gemonetariseerd. Tabel 24 laat de absolute kosten door geluidsoverlast in het referentiealternatief zien (afgezet tegen achtergrondscenario WLO-Laag).

Tabel 24 - Jaarlijkse kosten door geluidsoverlast binnen de gemeente Aalsmeer in 2019, 2030 en 2050 in het referentiealternatief en WLO-Laag

Jaartal	2019	2030	2050
Jaarlijkse kosten door geluidsoverlast	€ 7,4 miljoen	€ 5,7 miljoen	€ 4,3 miljoen

Net als voor de nationale MKBA, zijn de totale kosten (over de gehele zichtperiode) in het groei- en krimpalternatief vergeleken met de kosten in het referentiealternatief. Tabel 25 geeft de uitkomsten weer.

Tabel 25 - Baten van minder geluidshinder in het groei- en krimpalternatief ten opzichte van de referentie - gemeente Aalsmeer, mln € (netto contante waarde)

Beleidsalternatief	WLO-Hoog	WLO-Laag
Groeialternatief	-9,9	-12,2
Krimpalternatief (met en zonder behoud van hub)	41,6	44,0

## Toerisme en recreatie

Geluidshinder treedt niet alleen op bij inwoners uit de gemeente Aalsmeer, maar ook voor toeristische bezoekers in de omgeving (zoals de Kaag, Brasem en Westeinder). Over de omvang van de geluidseffecten is echter weinig bekend. Maar zinvol zou zijn deze effecten veel meer in geluidsanalyses te betrekken.

### 4.5 Indirecte effecten

Naast de directe en externe effecten zoals hierboven beschreven, zijn er mogelijk indirecte effecten die ontstaan door het groeien of krimpen van de luchtvaart. Deze effecten kunnen bijvoorbeeld bestaan uit werkgelegenheidseffecten of uit effecten op agglomeratievorming rondom de luchthaven. Hier bespreken we de belangrijkste overwegingen bij het al dan niet meenemen van deze effecten in de MKBA.

Voor indirecte arbeidsmarkteffecten is volgens de algemene leidraad MKBA van het CPB alleen onvrijwillige werkloosheid relevant. Over het algemeen zou groei of krimp van, in dit geval, de luchtvaart alleen voor een verschuiving op de arbeidsmarkt moeten zorgen, en verandert er niets aan de totale werkgelegenheid in Nederland. Echter kan in het geval van een imperfecte arbeidsmarkt een verandering in de luchtvaart voor onvrijwillige werkloosheid zorgen, waardoor er wel een werkgelegenheidseffect ontstaat. In de MKBA van Decisio (2018) worden werkgelegenheidseffecten gekwantificeerd op basis van een dergelijke onvrijwillige werkloosheid, namelijk aan de hand van banen voor lager opgeleiden. Hiervoor wordt aangenomen dat 2,5% van de banen (voor lager opgeleiden) niet elders kunnen worden vervuld door een imperfecte arbeidsmarkt voor lager-opgeleiden, vanwege beperkte arbeidsmobiliteit. De aanname is dat verlies van deze banen leidt tot werkloosheid. De totale kosten voor deze werkloosheid komen in de MKBA van Decisio en SEO neer op 0,1 tot 0,4 miljoen euro, afhankelijk van het scenario. De hoogte van de kosten van werkgelegenheid zijn dus relatief beperkt ten opzichte van de andere MKBA posten. In de MKBA vliegbelasting van CE Delft (2018) worden beperkte werkgelegenheidseffecten bepaald op de korte termijn. Echter wordt ook beargumenteerd dat dit geen onvrijwillige werkloosheid betreft, aangezien de structurele werkloosheid in Nederland erg laag is en een groot deel van de effecten plaatsvindt in een regio met een goed functionerende arbeidsmarkt. We concluderen dan ook dat op de lange termijn de werkgelegenheidseffecten onzeker en/of verwaarloosbaar zijn. Om deze reden is besloten werkgelegenheidseffecten in deze MKBA niet te kwantificeren.

Daarnaast worden in een analyse van CE Delft, (2019) economische effecten met betrekking tot het belang van de luchtvaart kritisch tegen het licht gehouden. Hierin wordt ook het argument dat de luchtvaart een positieve bijdrage levert aan de werkgelegenheid kritisch geanalyseerd. Hoewel gesteld kan worden dat er een correlatie bestaat tussen economische ontwikkeling en ontwikkeling van de luchtvaart, zoals dat voor alle economische activiteit geldt, is het onduidelijk of dit een causaal verband betreft (zorgt luchtvaart voor meer welvaart, of andersom?). Daarnaast zou, in een gezonde economie, de groei of krimp van de luchtvaart een tegenovergestelde beweging in andere sectoren moeten veroorzaken. Hierdoor zou er geen effect op de werkgelegenheid op de lange termijn hoeven te bestaan.

Op vergelijkbare wijze wordt in CE Delft (2019) het vaak veronderstelde argument onder de loep genomen dat een omvangrijk bestemmingsnetwerk van Schiphol bepalend is voor het vestigingsklimaat in Nederland, vanwege betere connectiviteit en bereikbaarheid. Echter is connectiviteit slechts één van een vele vestigingsfactoren die van belang kunnen zijn bij agglomeratievorming. Factoren als industriële clusters, de arbeidsmarkt, bevolkingsdichtheid en andere factoren spelen ook een rol. In de wetenschappelijke literatuur bestaat

geen consensus over het relatieve belang van connectiviteit voor agglomeratievorming ten opzichte van andere vestigingsfactoren. Daarnaast zijn zakelijke bestemmingen belangrijker voor het vestigingsklimaat dan vakantiebestemmingen, en zijn sommige zakelijke bestemmingen belangrijker dan andere. Het is daarom niet mogelijk om alleen op basis van de *omvang* van het bestemmingennetwerk een uitspraak te doen over de agglomeratie effecten van groei of krimp van Schiphol; ook de *kwaliteit* van het bestemmingennetwerk speelt een belangrijke rol.

Agglomeratie-effecten worden niet gekwantificeerd door en Decisio&SEO, (2018) en (CE Delft, 2018). Decisio&SEO, (2018) beargumenteren wel dat een uitbreiding van het netwerk van Schiphol zal zorgen voor een positief productiviteitseffect van de daar gevestigde bedrijven en een beter vestigingsklimaat, door de grotere mate van kennis spillovers, grotere variëteit aan aanbod van inputs, en toegang tot gespecialiseerde arbeid. Net als Decisio en SEO gaan we ervan uit dat deze factoren bijdragen aan het vestigingsklimaat, maar op basis van de analyse in CE Delft, (2019) beoordelen we de grootte van deze effecten als zeer onzeker.

Vanwege de significante onzekerheden in de literatuur, nemen we de agglomeratie- en werkgelegenheidseffecten niet kwantitatief mee in deze MKBA.

## 4.6 Gevoeligheidsanalyse

Het opstellen van een MKBA gaat gepaard met een aantal aannames over toekomstige ontwikkelingen. Hierdoor is er onzekerheid over de uitkomsten. Om de onzekerheid van de uitkomsten te toetsen, hebben we een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Een uitgebreide beschrijving van de gevoeligheidsanalyses is te vinden in Bijlage A.

In Tabel 26 zijn de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse samengevat. Voor elke parameter waarop de gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd laten we het eindsaldo in de verschillende beleidsalternatieven zien.

Tabel 26 - Resultaten gevoeligheidsanalyse met eindsaldo in basispad en in gevoeligheidsvariant, in mld € (contante waarde)

Parameter	WLO-Hoog		WLO-Laag		
	Groei	Krimp	Groei	Krimp hub	Krimp no hub
<b>Referentie: uitkomst MKBA</b>					
Basisuitkomst MKBA	-2,3	6,5	-3,1	-0,3	-7,5
<b>1. CO<sub>2</sub>-prijspad (referentie: WLO-reductiepad)</b>					
Gebruik van efficiëntieprijzen 2 °C reductiepad	-4,1	13,2	-9,5	27,2	11,7
<b>2. Aandeel passagiers naar buitenlandse luchthaven (referentie: 35% van totaal)</b>					
20% meer passagiers wijken uit naar buitenland (42%)	-2,0	4,8	-3,0	-0,7	-7,8
20% minder passagiers wijken uit naar buitenland (28%)	-2,5	8,2	-3,2	0,2	-7,2
<b>3. Toename schaarstewinsten (referentie: 0,90 OD en 1,47 transfer)</b>					
20% extra toename (1,09 OD en 1,79 transfer)	-2,3	4,8	-3,5	-1,1	-9,4
20% minder toename (0,72 OD en 1,18 transfer)	-2,2	8,1	-2,7	0,5	-5,6
<b>4. Factor niet-CO<sub>2</sub>-klimaatteffect (referentie: 1,51 regionaal, 3,74 LCC, 4,06 ICA)</b>					
20% hogere factor (1,81 regionaal, 4,49 LCC, 4,83 ICA)	-2,7	9,9	-3,3	0,5	-6,9
20% lagere factor (1,21 regionaal, 2,99 LCC, 3,45 ICA)	-1,9	3,5	-2,9	-1,0	-8,0
<b>5. Aandeel schaarstewinsten dat wegvloeit naar het buitenland (referentie: 50%)</b>					
20% meer Nederlandse luchtvaartmaatschappijen (60%)	-3,1	7,4	-4,6	2,9	-4,7

Parameter	WLO-Hoog		WLO-Laag		
	Groei	Krimp	Groei	Krimp hub	Krimp no hub
20% minder Nederlandse luchtvaartmaatschappijen (40%)	-1,4	5,5	-1,5	-3,4	-10,4
<b>6. Afname in dB bij toename technologieklasse (referentie: 1,5 dB)</b>					
– Afname in WLO (3 dB)	-1,9	5,6	-2,6	-1,2	-8,4
– Afname in Royal Haskoning (1 dB)	-2,7	7,1	-3,4	0,6	-6,7

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse laten zien dat de gevonden positieve en negatieve saldo's robuust zijn. Alleen in de hubvariant van het krimpalternatief binnen WLO-Laag treden kwalitatieve verschuivingen op. Dit komt voornamelijk door het feit dat het berekende saldo in de hoofduitkomst dicht bij nul ligt – er treden geen grote kostenverschillen op.

# 5 Conclusies

## Nationale effecten

In deze studie presenteren we het saldo van de welvaartseffecten voor twee beleidsalternatieven: een krimp van Schiphol tot 375 duizend vluchten en een groei van Schiphol 540 duizend vluchten. In beide alternatieven geldt dat het internationale luchtvaartaanbod beperkt wordt door een plafond voor het aantal vluchten van en naar Schiphol. De alternatieven verschillen in de mate waarin deze restrictie knellend is voor de vraag. De resultaten uit de studie leiden tot de volgende conclusies:

- Groei van Schiphol tot 540 duizend vluchten leidt binnen de verwachte bandbreedte van de ontwikkeling van internationale luchtvaart tot een negatief welvaartsaldo. Zowel het WLO-Hoog- als WLO-Laag-scenario leveren een welvaartsverlies voor de Nederlandse samenleving op van tussen 2,3 en 3,1 miljard euro.
- Krimp van Schiphol tot 375 duizend vluchten kan ongunstig of gunstig uitpakken voor de welvaart van Nederland, afhankelijk van het achtergrondscenario. In een achtergrondscenario met sterke economische groei en ontwikkeling van luchtvaart zal krimp leiden een positief saldo. Schiphol verliest daarin relatief veel transferpassagiers en mogelijk zijn hub-functie, maar de door een hogere waardering voor een schoner milieu (met name klimaat) vallen de klimaatbaten relatief hoog uit. In een scenario met een meer gematigde groei en minder waardering voor milieu (WLO-Laag) is de uitkomst negatief voor de Nederlandse welvaart. In WLO-Laag wegen de directe economische verliezen voor airlines en consumenten als gevolg van het strikte plafond niet op tegen de baten voor milieu- en leefomgeving. Een belangrijke reden hiervoor is dat klimaatbaten door een geringe CO<sub>2</sub>-prijs fors lager uitpakken dan in WLO-Hoog.

## Klimaat

- Verdere groei van Schiphol leidt tot externe kosten voor Nederland in de vorm met name klimaateffecten, luchtkwaliteit en geluid. Andersom leidt krimp vanzelfsprekend tot een afname hiervan. Klimaat is binnen de externe kosten de belangrijkste post.
- Indien vluchten niet meer via Schiphol kunnen plaatsvinden, worden tickets duurder en zal een belangrijk deel van de niet-geaccommodeerde vraag op Schiphol afgewikkeld worden via andere luchthavens: voor transferpassagier geldt dat 100% zal kiezen voor alternatieve overstaphavens en voor bestemmingspassagier geldt dat 35% zal kiezen voor een alternatieve vertrekhaven. In beide gevallen leidt dit niet tot netto minder vluchten. Schiphol zal dan marktaandeel verliezen aan andere luchthavens<sup>45</sup>. Toch vindt er per saldo een netto-afname plaats van het aantal vluchten. Als deze passagiers (30%) afzien van hun vlucht kan de volledige klimaatwinst worden toegerekend aan de beleidswijziging, zowel heen- als terugreis. Daarnaast kiezen reizigers een minder belastend vervoersalternatief (35%). Uitwijken naar een andere luchthaven leidt niet tot klimaatwinst. De aangenomen percentages (35%, 35% en 30%) zijn onzeker. Ondanks het gegeven dat een deel van de klimaateffecten weglekt, (carbon leakage) is een significante CO<sub>2</sub>-emissiereductie realistisch in het krimpalternatief. Wij zijn daarbij conservatief uitgegaan dat andere luchthavens deze ‘overloop vanuit Schiphol’ ongelimiteerd kunnen opvangen. In realiteit kunnen ook op buitenlandse luchthavens kunnen allerlei restricties van kracht worden.

<sup>45</sup> Voor een belangrijk deel gaat het dus om transferpassagiers die een geringe economische marge kennen.

- Het is daarbij opvallend dat de klimaatbaten groter zijn in de variant krimp met hub (meer vliegbewegingen) dan in de variant krimp zonder hub (minder vliegbewegingen). Reden voor deze uitkomst is dat in de hubvariant vooral OD-passagiers besluiten om niet meer via Schiphol te vliegen, terwijl in dit in de no-hub variant met name transferpassagiers betreft, die zullen uitwijken naar andere luchthavens.
- De gevoeligheidsanalyse maakt duidelijk dat de klimaatwinst als gevolg van krimp van Schiphol flink toeneemt wanneer gerekend wordt met de hogere CO<sub>2</sub>-prijzen. Dit is het geval in het 2 graden prijspad horende bij de Parijs-doelen. Het gevolg is dat beide groeialternatieven een sterk negatief eindsaldo kennen, en alle drie de krimpalternatieven een sterk positief saldo. Hieruit kan de conclusie getrokken dat het verder inperken van de groei van Schiphol een efficiënte Nederlandse maatregel is die past in de huidige klimaatdoelen.

### Gevoeligheidsanalyse

- De meeste onderzochte varianten leiden niet tot een kwalitatief verschil in de uitkomsten. Waar dit wel het geval is gaat het om relatief bescheiden kostenverschillen binnen de hubvariant van het krimpalternatief. Deze kent een negatief saldo in de hoofd-analyse maar wordt positief in bepaalde gevoeligheidsvarianten. Duidelijk wordt dat de factor voor het niet-CO<sub>2</sub>-klimaat-effect (uitstoot op grotere hoogte draagt sterk bij aan klimaatverandering) en de veronderstelde ticketprijsstijging als gevolg van optredende schaarste een sterke invloed hebben op het eindsaldo.

### Effecten Aalsmeer: geluid

- De krimp- en groeialternatieven leiden naast nationale en internationale effecten ook tot effecten op regionale schaal (luchtkwaliteit en geluid). Verdere groei van Schiphol tot 540.000 vluchten leidt tot een welvaartsverlies door geluidshinder voor omwonenden in de gemeente Aalsmeer van globaal 10 mln. euro (verdisconteerd). Krimp genereert aanzienlijke baten van rond de 40 ml. Euro (verdisconteerd). De effecten betreffen zowel hinder voor omwonenden als gezondheidseffecten door vliegtuiggeluid. Hierbij zijn de nieuwe inzichten verwerkt met betrekking tot de schadekosten door geluidshinder van luchtvaart. Deze nieuwe inzichten bestaan uit bewijs van een toename in de marginale geluidsoverlast in € per dB met het geluidsniveau, boven een niveau van 50 dB. Daarnaast is er bewijs verwerkt in de geluidswaardering voor een toename in kans op hart- en vaatziekten bij hoge geluidsniveaus. Ten opzichte van eerdere MKBA's vormt dit een directere waardering en daarmee meer betrouwbare methode dan die via woningwaardes waarin deze inzichten niet of onvoldoende verwerkt zijn.

### PM-posten

Er zijn enkele posten die op PM staan. De belangrijkste betreffen de werkgelegenheidseffecten en agglomeratie-effecten.

- Werkgelegenheidseffecten hebben in recente MKBA's in de luchtvaart een marginale bijdrage in het eindsaldo. Op lange termijn vindt bovendien verdringing plaats en zal groei van Schipholcomplex ten koste gaan van banen in andere sectoren.
- Een uitbreiding van het netwerk van Schiphol kan zorgen voor een positief productiviteitseffect van de daar gevestigde bedrijven en een beter vestigingsklimaat, door de grotere mate van kennis spillovers, grotere variëteit aan aanbod van inputs, en toegang tot gespecialiseerde arbeid. Bereikbaarheid is een factor in het vestigingsklimaat, maar



de grootte van deze factor is zeer onzeker. Andersom leidt krimp tot verschraling, maar mag niet voetstoots aangenomen worden dat bedrijven daardoor minder productief zijn.

## Verschillen tussen deze MKBA en die van Decisio & SEO

In deze studie is veelvuldig verwezen naar de MKBA van Decisio en SEO (2018). Ook in laatstgenoemde analyse zijn kosten en baten van wijzigingen in het luchtvaartplafond van Schiphol in beeld gebracht. Onze resultaten wijken flink af van die van Decisio en SEO: waar de groeiscenario's in de analyse van Decisio en SEO een positief welvaartssaldo kennen en het milieu-hub scenario een negatief saldo, vinden wij een negatief saldo voor het groei-alternatief en een positief saldo voor het krimpalternatief in WLO-Hoog. Deze verschillen laten zich verklaren door het feit dat in deze MKBA een aantal afwijkende – en naar ons inziens realistischere – aannames en waarderingsmethoden is toegepast. De belangrijkste verschillen worden onderstaand kort toegelicht.

- Allereerst werd in de MKBA van Decisio en SEO gerekend met een discontovoet van 4,5% (destijds ook voorgeschreven), terwijl de Werkgroep Discontovoet inmiddels 2,25% aanbeveelt. In onze MKBA zullen kosten en baten in de (verre) toekomst daarom zwaarder meewegen. Een belangrijke langetermijneffect betreft het klimaateffect van het (verder) beperken van vluchten vanaf luchthaven Schiphol. In onze analyse weegt deze baat dan ook zwaarder dan in de MKBA van Decisio en SEO. De lagere discontovoet heeft een positief effect op het krimpalternatief (welvaartsverhogend) en een negatief effect op het groei-alternatief (welvaartsverlagend).
- Een tweede verschil betreft de behandeling van de welvaartseffecten voor niet-geacommodeerde passagiers. Decisio en SEO kwantificeren de kosten voor niet-geacommodeerde passagiers aan de hand van waardering van reistijdverliezen door extra afstand naar een alternatieve luchthaven. Wij verwachten dat dit leidt tot een overschatting van het welvaartsverlies aangezien reistijdverliezen niet in alle gevallen tot welvaartsverliezen leiden, en belangrijker nog het maximale effect begrensd moet worden door de prijs van het ticket van een reis vanaf Schiphol<sup>46</sup>. In deze MKBA is gekozen voor een benadering die gebruikmaakt van ticketprijsstijgingen en de rule of half. Dit leidt tot lagere consumentenverliezen en heeft relatief dus een positief effect op het krimpalternatief.
- Ten derde lijkt het erop dat in de MKBA van Decisio en SEO een consumentenverlies wordt geboekt voor *alle* OD-passagiers die te maken krijgen met ticketprijsstijgingen als gevolg van schaarste, terwijl in deze MKBA alleen het effect op Nederlandse OD-passagiers is meegenomen. Het meetellen van een welvaartsverlies voor buitenlandse OD-passagiers leidt tot een grotere kostenpost in het krimpalternatief. Opmerkelijk genoeg rekenen Decisio en SEO aan de producentenzijde wel alleen de winsten mee die toevallen aan Nederlanders. In deze MKBA is gekozen voor een gelijke behandeling van producenten en consumenten (alleen Nederlanders tellen mee in het eindsaldo), waardoor het krimpalternatief relatief gezien beter scoort.
- Een vierde verschil schuilt in de kwantificering van de geluidseffecten. Waar Decisio en SEO gebruikmaken van data over woningwaardedalingen, hebben wij de kosten van geluidsoverlast direct gemonetariseerd aan de hand van milieuprijzen. Deze directe methode is betrouwbaarder door het meenemen van recente wetenschappelijke inzichten in geluidsoverlast en gezondheidseffecten en leidt daarmee tot een hogere inschatting van de maatschappelijke kosten van geluidsoverlast.
- Een vijfde verschil behelst de toekenning van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van vluchten. In de MKBA van Decisio en SEO wordt alleen de CO<sub>2</sub>-uitstoot van vertrekkende vluchten toegerekend

<sup>46</sup> Bij hogere gemonetariseerde reistijdverliezen ligt het immers voor de hand alsnog het duurdere Schipholticket te kopen.



aan de beleidswijziging op luchthaven Schiphol. In deze MKBA is zowel de CO<sub>2</sub>-reductie van een vermeden heenreis als terugreis toegeschreven aan de beleidswijziging. Er bestaat immers een causaal verband tussen de beleidswijziging en de vermeden terugreis: een passagiers die naar New York zou vliegen maar daarvan afziet vanwege een ticketprijsstijging ziet daarmee ook af van de terugreis (als gevolg van diezelfde ticketprijsstijging). Met deze aanname sluiten we tevens aan bij de nieuwe richtlijn luchtvaart MKBA's van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM, 2020).

- Ten slotte wordt in de MKBA van Decisio en SEO geen rekening gehouden met de niet-CO<sub>2</sub>-klimaateffecten van de luchtvaart. In deze MKBA is dat, in navolging van de nieuwe richtlijn luchtvaart MKBA's van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM, 2020) wel gedaan. Omdat het niet-CO<sub>2</sub>-effect in sommige gevallen groter is dan het CO<sub>2</sub>-effect, leidt dit verschil ertoe dat de klimaatbaten van krimp in onze studie fors hoger uitkomen.

### Aanbevelingen voor nader onderzoek

De uitkomsten zijn verkregen op basis van een verkennende kosten-batenanalyse met een beperkt budget. We hebben daarbij geen gebruik kunnen maken van doorrekeningen van de luchthaveneffecten van de alternatieven binnen een luchtvaartmodel. Inschattingen zijn gemaakt die zo dicht mogelijk beschikbare luchtvaartramingen volgen. Wij doen de volgende suggesties voor nadere verdieping:

- Volledige doorrekening van de luchtvaartontwikkeling met het luchtvaartmodel AEOLUS.
- Meenemen van bestedingseffecten (toerisme). Nederlanders die niet meer reizen besteden minder geld in het buitenland en meer in Nederland en dragen daarmee bij aan de welvaart in Nederland. Buitenlandse toeristen niet meer naar Nederland reizen, hebben geen bestedingen in Nederland. In deze MKBA is aangenomen dat beide effecten tegen elkaar weggestreept kunnen worden (grensoverschrijdend verdelingseffect). Wij bevelen aan dit effecten verder uit te diepen.
- Aparte waardering voor ultrafijnstof. Binnen de huidige systematiek is alleen de uitstoot van fijnstof met een diameter > 2,5µm (PM<sub>2,5</sub>) gewaardeerd. Er zijn op zijn minst aanwijzingen dat PM<sub><2,5</sub> een sterker schadelijk kunnen hebben.
- Meenemen van additionele kostenposten door geluidsoverlast. Deze MKBA brengt de schadekosten van geluid voor bestaande bewoners in beeld via de schadekosten-benadering. Voor nieuwe inwoners volgen wij de benadering van preventiekosten (de kosten van geluidsisolatie). Hierbij moet met name gedacht worden aan een betere geluidsisolatie van woningen. In alle studies tot op heden is echter weinig aandacht voor de effecten van geluid op (water)toerisme en recreatie.

## 6 Literatuur

**CBS**, 2021. *Statline: Bedrijfsleven; arbeids- en financiële gegevens, per branche, SBI 2008* [Online]. CBS. Available: <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81156ned> [Accessed].

**CE Delft**, 2017. *Handboek Milieuprijzen 2017 : Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts*. Delft, CE Delft.

**CE Delft**, 2018. *Economische en duurzaamheidseffecten vliegbelasting*. Delft, CE Delft.

**CE Delft**, 2021. *Toelichting gebruik milieuprijzen in tool Schone Luchtakkoord*. Delft, CE Delft.

**CPB & PBL**, 2013. *Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse*. Den Haag, Centraal Planbureau (CPB) ; Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

**CPB & PBL**, 2015. *Nederland in 2030 en 2050: Twee referentiescenario's. Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving (WLO)*. Den Haag, Centraal Planbureau (CPB) ; Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

**CPB & PBL**, 2016a. *WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO2-uitstoot in MKBA's*. Den Haag, Centraal Planbureau (CPB) ; Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

**CPB & PBL**, 2016b. *WLO-achtergronddocument. Mobiliteit - Luchtvaart*. Den Haag, CPB en PBL.

**de Jesus, Rahman, Mazaheri, Thompson, Knibbs, Jeong, Evans, Nei, Ding, Qiao, et al.**, 2019. *Ultrafine particles and PM2.5 in the air of cities around the world: Are they representative of each other?* *Environment International*, 129, 118-135.

**Decisio**, 2008. *Quick Scan maatschappelijke kosten en baten voor de opties voor Schiphol en de regio op de middellange termijn*. Amsterdam, Decisio.

**Decisio & SEO**, 2018. *Verkenkende MKBA beleidsalternatieven luchtvaart*. Amsterdam, Decisio ; SEO.

**Donaire-Gonzalez, Huss, Hoek & Vermeulen**, 2019. *Effects of ultrafine particles on respiratory health in adults*. *Environmental Epidemiology*, 3, 102.

**ILT**, 2020. *Staat van Schiphol 2019*. Den Haag, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).

**KiM**, 2020. *Klimaat effecten in luchtvaart MKBA's*. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM).

**Lammers, Janssen, Boere, Berger, Longo, Vijverberg, Neerincx, Maitland-van der Zee & Cassee**, 2020. *Effects of short-term exposure to ultrafine particles near an airport in healthy subjects*. *Environment International*, 141.

**Lavigne, Donelle, Hatzopoulou, Van Ryswyk, Van Donkelaar, Martin, Chen, Stieb, Gasparrine, Crighton, et al.**, 2019. *Spatiotemporal variations in ambient ultrafine particles and the incidence of childhood asthma*. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 199, 1487-1495.

**Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat**, 2016. *Geluidsbelastingkaarten luchthaven Schiphol voor het gebruiksjaar 2016*. Den Haag, Rijksoverheid.

**Natuur & Milieu**, 2018. *The true price of a flight ticket*. Utrecht, Natuur & Milieu.

- Natuur en Milieufederatie Noord-Holland**, 2018. Woningbouwopgave rondom Schiphol; eerste analyse van de consequenties in de metropoolregio Amsterdam.
- NLR & SEO**, 2020. Destination 2050 : A Route to Net-Zero European Aviation. NLR - Royal Netherlands Aerospace Centre.
- Ohlwein, Kappeler, Joss, Künzli & Hoffmann**, 2019. Health effects of ultrafine particles: a systematic literature review update of epidemiological evidence. *International Journal of Public Health*, 64, 547-559.
- PBL**, 2020. CO2 emissie van de luchtvaart op de lange termijn. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
- RIVM**, 2019. Geluidhinder rond Nederlandse luchthavens : Monitoring, enquêtes en blootstelling-responsrelaties. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).
- Rizza, Stabile, Vistocco, Russi, Pardi & Buonanno**, 2019. Effects of the exposure to ultrafine particles on heart rate in a healthy population. *Science of the Total Environment*, 2403-2410.
- Schiphol**. 2020. *Schiphol Traffic Review 2019* [Online]. Schiphol. Available: <https://www.annualreportschiphol.com/trafficreview2019> [Accessed 2021].
- Schiphol Group**, 2020. Milieueffectrapportage 2020. Schiphol, Schiphol Group.
- Significance**, 2018. Actualisatie AEOLUS 2018 en geactualiseerde luchtvaartprognoses. Den Haag, Significance & To70.
- Significance**, 2019. AEOLUS berekening t.b.v. KEV2019 en MoBiBe2019. Den Haag, Significance.
- Weichenthal, Olaniyan, Christidis, Lavigne, Hatzopoulou, Van Ryswyk, Tjepkema & Burnett**, 2020. Within-city spatial variations in ambient ultrafine particle concentrations and incident brain tumors in adults. *Epidemiology* 31, 177-183.
- Werkgroep Discontovoet**, 2020. Rapport Werkgroep discontovoet 2020. Den Haag, Ministerie van Financiën.
- WHO**, 2011. Burden of disease from environmental noise : Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, World Health Organization (WHO).



# A Gevoeligheidsanalyse

In deze bijlage presenteren we een gevoeligheidsanalyse van de eerder getoonde resultaten. Hiervoor bepalen we hoe het eindsaldo van de MKBA verandert wanneer we een andere waarde toekennen aan belangrijke parameters in het model. Steeds wordt eerst het oorspronkelijke saldo gepresenteerd, en daarna het saldo bij de afwijkende parameterkeuzes.

## A.1 CO<sub>2</sub>-prijzen volgens het Parijsakkoord

In deze MKBA zijn de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen die horen bij de twee WLO-scenario's gebruikt om de verschillende klimaateffecten te moneteriseren. Zoals gezegd zijn de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen lager voor WLO-Laag dan voor WLO-Hoog omdat in WLO-Hoog ambitieuzer Europees klimaatbeleid wordt verondersteld. Hoewel de prijzen in WLO-Hoog substantieel hoger liggen dan in WLO-Laag, moet geconstateerd worden dat zelfs de prijzen in WLO-Hoog een onderschatting kunnen geven van de werkelijke preventiekosten. Reden hiervoor is dat in WLO-Hoog een Europese reductie van 'slechts' 65% wordt bewerkstelligd, terwijl de Europese Unie in haar Green Deal koerst op klimaatneutraliteit in 2050. Daarnaast moet worden opgemerkt dat preventiekosten alleen een goede proxy zijn voor de fysieke schadekosten (door meer hevige stormen, hittestress, etc.) als de preventiemaatregelen daadwerkelijk worden genomen. Wanneer het heel goedkoop is om te voorkomen dat een sterk welvaartsverlagende gebeurtenis optreedt, is het immers niet afdoende om te stellen dat voorkomen 'heel goedkoop was geweest'. Daarbij zorgt uitstel van klimaatbeleid ervoor dat het goedkoop blijft om een extra ton CO<sub>2</sub> te reduceren – het laaghangende blijft ongeplukt. Wanneer klimaatbeleid wordt gebaseerd op MKBA's waarin gerekend wordt met (te) lage CO<sub>2</sub>-prijzen kan op die manier een *selffulfilling prophecy* ontstaan. Om deze redenen wordt in Tabel 27 weergegeven wat de uitkomst van deze MKBA zou zijn, als gerekend zou worden met de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen die passen bij een beperking van de wereldwijde opwarming tot 2 °C. Een dergelijke opwarming correspondeert met de doelstelling uit het Parijsakkoord, en beleidsmakers kunnen deze resultaten dan ook interpreteren als passend bij de daadwerkelijke uitvoering van het Parijsakkoord. In deze gevoeligheidsanalyse is geen rekening gehouden met het feit dat sterker klimaatbeleid mogelijk ook invloed heeft op de luchtvaartontwikkelingen; een dergelijke interactie zou gemodelleerd moeten worden met behulp van AEOLUS en hiervoor bestond geen ruimte in deze studie. De uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse verschillen dus enkel van de hoofdbevindingen in de behandeling van de CO<sub>2</sub>-prijs.

Tabel 27 - Uitkomsten gevoeligheidsanalyse CO<sub>2</sub>-prijzen conform 2 °C reductiepad

	WLO-Hoog		WLO-Laag		
	Groei	Krimp	Groei	Krimp hub	Krimp no hub
<b>Welvaartseffect klimaatimpact, mld €</b>					
Efficiënte prijzen WLO-reductiepad	-2,0	15,6	-1,0	4,0	2,8
Efficiënte prijzen 2 °C reductiepad	-3,4	22,0	-6,4	26,7	20,0
<b>Eindsaldo MKBA, mld €</b>					
Efficiënte prijzen WLO-reductiepad	-2,3	6,5	-3,1	-0,3	-7,5
Efficiënte prijzen 2 °C reductiepad	-4,1	13,2	-9,5	27,2	11,7

Tabel 27 laat duidelijk zien dat de klimaatwinst als gevolg van krimp van Schiphol flink toeneemt wanneer gerekend wordt met de hogere CO<sub>2</sub>-prijzen. Het gevolg is dat beide groeialternatieven een sterk negatief eindsaldo kennen, en alle drie de krimpalternatieven een sterk positief saldo.

## A.2 Overige parameters

In deze paragraaf presenteren we een gevoeligheidsanalyse voor een vijftal andere parameters die een onzekere waarde kennen. De resultaten worden eerst weergegeven in Tabel 28, en vervolgens toegelicht.

Tabel 28 - Gevoeligheidsanalyse van een vijftal onzekere parameters, eindsaldo in € mld, netto contante waarde

Parameter	540-H	375-H	540-H	375-LH	375-LNH
<b>Aandeel passagiers naar buitenlandse luchthaven</b>					
Referentie (35%)	-2,3	6,5	-3,1	-0,3	-7,5
Plus 20% (42%)	-2,0	4,8	-3,0	-0,7	-7,8
Min 20% (28%)	-2,5	8,2	-3,2	0,2	-7,2
<b>Toename schaarstewinsten</b>					
Referentie (0,90 OD en 1,47 transfer )	-2,3	6,5	-3,1	-0,3	-7,5
Plus 20% (1,09 OD en 1,79 transfer)	-2,3	4,8	-3,5	-1,1	-9,4
Min 20% (0,72 OD en 1,18 transfer)	-2,2	8,1	-2,7	0,5	-5,6
<b>Factor niet-CO<sub>2</sub>-klimaatteffect</b>					
Referentie (1,51 regionaal, 3,74 LCC, 4,06 ICA)	-2,3	6,5	-3,1	-0,3	-7,5
Plus 20% (1,81 regionaal, 4,49 LCC, 4,83 ICA)	-2,7	9,9	-3,3	0,5	-6,9
Min 20% (1,21 regionaal, 2,99 LCC, 3,45 ICA)	-1,9	3,5	-2,9	-1,0	-8,0
<b>Aandeel schaarstewinsten dat wegvloeit naar buitenland</b>					
Referentie (50%)	-2,3	6,5	-3,1	-0,3	-7,5
Plus 20% (60%)	-3,1	7,4	-4,6	2,9	-4,7
Min 20% (40%)	-1,4	5,5	-1,5	-3,4	-10,4
<b>Afname in dB bij toename technologieklasse</b>					
Referentie (1,5 dB)	-2,3	6,5	-3,1	-0,3	-7,5
WLO (3 dB)	-1,9	5,6	-2,6	-1,2	-8,4
Royal Haskoning (1 dB)	-2,7	7,1	-3,4	0,6	-6,7

### Aandeel passagier dat omreist via een buitenlandse luchthaven

De eerste parameter betreft het aandeel ongeaccommodeerde passagiers dat besluit om te vliegen via een andere, buitenlandse luchthaven. In de hoofdstudie is aangenomen dat dit percentage gelijk is aan 35%, op basis van de MKBA Vliegbelasting (CE Delft, 2018). Hier rekenen we door wat het effect is op het eindsaldo wanneer het percentage uitwijkende vlieggreizen 20% hoger of 20% lager ligt. De uitkomsten in Tabel 28 laten zien dat een verhoging of verlaging van het gehanteerde percentage niet tot kwalitatieve veranderingen van het eindsaldo leidt, met uitzondering van de hub-variant van het krimpalternatief in WLO-Laag – deze wordt positief wanneer we aannemen dat het percentage omvliegende passagiers 20% lager ligt. Ook is te zien dat het krimpalternatief gunstiger uit de bus komt wanneer een lager percentage uitwijkende vlieggreizen wordt aangenomen. Dit is niet verassend, aangezien een hoger percentage leidt tot meer weglek van CO<sub>2</sub>-reductie.

## Relatie tussen ticketprijzen en ongeacomodeerde vraag

In de hoofdanalyse is aangenomen dat de ticketprijzen zullen stijgen als het aanbod van vluchten schaarser wordt. Hiervoor is een directe relatie tussen de schaarstewinst per passagier en het percentage ongeacomodeerde vraag verondersteld. De hoogte van deze relatie verschilt voor OD- en transferpassagiers en is overgenomen uit de MKBA van Decisio&SEO, (2018). Voor OD-passagiers is verondersteld dat de schaarstewinst per passagier toeneemt met €0,90 als het aandeel ongeacomodeerde vraag toeneemt met 1%. Voor transferpassagiers is gerekend met een toename van € 1,47. Wanneer we de hoogte van deze twee parameters variëren (met +20% of -20%) dan zien we dat het eindsaldo van de MKBA niet op kwalitatieve wijze verandert; groei leidt nog steeds tot welvaartsverlaging en krimp leidt tot welvaartshoging of welvaartsverlaging afhankelijk van het WLO-scenario en hub-variant. Uitzondering op deze constatering is de hub-variant van het krimpalternatief in WLO-Laag; deze kent een batig saldo wanneer wordt aangenomen dat de prijzen minder snel toenemen.

## Factor voor het niet-CO<sub>2</sub>-effect

In navolging van de recente KiM-richtlijn (KiM, 2020), is naast een prijs voor CO<sub>2</sub>-uitstoot ook een kostenpost verbonden aan klimaat verwarmende effecten die niet het gevolg zijn van CO<sub>2</sub>-emissies. Hiertoe is de betreffende CO<sub>2</sub>-uitstoot vermenigvuldigd met een factor om het totale aantal CO<sub>2</sub>-eq. te berekenen. Zoals vermeld is deze precieze factor onzeker, en onder andere afhankelijk van het percentage van de tijd dat een vliegtuig op grote hoogte doorbrengt (de factor is daarom kleiner voor kortere vluchten). In de hoofdanalyse is uitgegaan van een factor 1,51 voor Europese FSC-vluchten, een factor 3,74 voor LCC-vluchten en een factor 4,06 voor intercontinentale FSC-vluchten. Wanneer we ieder van deze factoren met 20% laten toenemen, zien we dat het eindsaldo van het groeialternatief negatiever wordt, en het eindsaldo van het krimpalternatief positiever. Rekenen we met 20% lagere factoren, dan zien we, zoals verwacht, een omgekeerd effect. In de hub-variant van het krimpalternatief in WLO-Laag leidt dit tevens tot een omslag naar een batig eindsaldo.

## Aandeel schaarstewinsten dat wegvloeit naar het buitenland

In deze MKBA is alleen welvaartswinst toegerekend aan schaarstewinsten die toevallen aan Nederlander. Het is echter onzeker of het percentage Nederlandse luchtvaartmaatschappijen in de toekomst zal veranderen, en zo ja op welke manier. Tevens is het op voorhand niet duidelijk of winsten die toevallen aan Nederlandse luchtvaartmaatschappijen ook echt bij Nederlandse werknemers en aandeelhouders terecht komen. Daartegenover staat dat buitenlandse luchtvaartmaatschappijen ook Nederlandse aandeelhouders kunnen hebben. Om deze onzekerheden recht aan te doen is berekend wat het effect op het eindsaldo is wanneer we het percentage schaarstewinsten dat wegvloeit naar het buitenland laten variëren. Bij een toename van het aandeel Nederlandse maatschappijen zien we dat krimp gunstiger scoort, en kent het no-hub krimpalternatief bijna geen negatief saldo meer. Bij een afname van het aandeel Nederlandse maatschappijen zien we een tegengesteld effect; echter leidt dit voor de meeste beleidsalternatieven en achtergrondscenario's niet tot kwalitatieve veranderingen in het eindsaldo.

## Stillere vliegtuigen door technologische vooruitgang

In deze MKBA is aangenomen dat bij iedere toename van de gemiddelde technologieklasse de vloot 1,5 dB stiller wordt. Zoals we hebben laten zien, sluiten onze resultaten bij deze parameterwaarde mooi aan bij de bestaande AEOLUS-output. Verschillende studies hebben echter andere aannames gemaakt over de relatie. Zo wordt in de WLO 2015 (CPB & PBL, 2016b) een afname van 3 dB per technologieklasse verondersteld, maar wordt door Royal Haskoning, (Royal HaskoningDHV et al., 2020) een afname verondersteld die overeenkomt met ongeveer 1 dB per technologieklasse. Omdat de werkelijke relatie onzeker is, hebben we in deze gevoeligheidsanalyse ook het eindsaldo bepaald volgens de aannames van de WLO en die van Royal Haskoning. Zoals Tabel 28 laat zien, heeft dit maar beperkt invloed op het eindsaldo. Veronderstellen we een langzamere afname van de geluidsintensiteit van de vloot (1 dB per technologieklasse) dan scoort het krimpalternatief iets beter, terwijl bij een snellere afname (3 dB per technologieklasse) krimp juist iets slechter scoort.



# B Toelichting op berekening klimaateffecten

In Hoofdstuk 4 zijn negen correctiestappen geïdentificeerd die in deze MKBA zijn doorlopen om het verschil in klimaateffecten tussen de verschillende beleidsalternatieven te berekenen. In deze bijlage worden deze correctiestappen verder toegelicht. Voor het leesgemak is onderstaand nogmaals de lijst met de noodzakelijke correctiestappen weergegeven:

- een correctie voor het aandeel vrachtluchten;
- een correctie voor het aantal OD-passagiers;
- een correctie voor de gemiddelde vluchtafstand van OD-vluchten;
- een correctie voor toenemende brandstofefficiëntie;
- een correctie voor de toename van gebruik van biokerosine;
- een correctie voor de niet-CO<sub>2</sub>-component van uitstoot op hoogte;
- een correctie voor de adoptie van elektrische vliegtuigen;
- een vermindering van het verschil in CO<sub>2</sub>-eq. vanwege OD-passagiers die via een andere luchthaven reizen;
- een vermindering van het verschil in CO<sub>2</sub>-eq. vanwege passagiers die op reis gaan met de auto of trein.

## Stap 1 - Correctie voor het aantal vrachtluchten

Omdat de CO<sub>2</sub>-uitstoot van een gemiddelde vrachtlucht meer dan drie keer zo hoog is als die van een gemiddelde passagiersvlucht (Significance, 2018), hebben we de CO<sub>2</sub>-uitstoot uit AEOLUS gecorrigeerd voor het aantal vrachtluchten in het betreffende jaar, beleidsalternatief en WLO-scenario. Hiertoe is het aandeel vrachtluchten in het totaal aantal vliegbewegingen bepaald en is de uitstoot van vrachtluchten afgetrokken van het totaal (we nemen aan dat vrachtluchten gemakkelijk kunnen uitwijken naar andere luchthavens en rekenen dus geen klimaatwinst toe aan de reductie van het aantal vrachtluchten).

## Stap 2 - Correctie voor het aantal OD-passagiers

In deze MKBA rekenen we alleen klimaatwinst toe aan OD-passagiers die niet meer reizen of reizen met een andere modaliteit. Omdat niet alle passagiers OD-passagiers zijn, is een correctie voor het aantal OD-passagiers noodzakelijk. Bovendien groeit of krimpt het aantal OD-passagiers op een andere manier in de verschillende beleidsalternatieven. Het aantal OD-passagiers heeft een directe invloed op de totale uitstoot: meer passagiers betekent meer vluchten en/of de inzet van grotere vliegtuigen. Voor deze correctiefactor is verondersteld dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot lineair toeneemt met het aantal OD-passagiers.

## Stap 3 - Correctie voor de gemiddelde vluchtafstand van OD vluchten

De verschillende beleidsalternatieven kennen verschillende ontwikkelingen op het gebied van de vluchtsamenstelling van OD-passagiers. De vluchtsamenstelling is een belangrijke variabele bij de bepaling van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in een gegeven jaar omdat Europese FSC-vluchten in de regel korter zijn dan Europese LCC-vluchten, en deze op hun beurt

gemiddeld weer korter zijn dan intercontinentale FSC-vluchten. Een beleidsalternatief met veel intercontinentale OD-passagiers zal daarom in de regel een hogere uitstoot kennen dan een beleidsalternatief dat gekenmerkt wordt door weinig intercontinentale OD-passagiers. Bij de bepaling van de deze correctie is gewerkt met een maat voor de CO<sub>2</sub>-intensiteit van de vluchtsamenstelling. Hiervoor is aangenomen dat de gemiddelde uitstoot van een Europese FSC-vlucht ongeveer twee keer zo klein is als die van een gemiddelde LCC-vlucht en ongeveer zes keer zo klein als die van een intercontinentale vlucht. Deze verhoudingen zijn bepaald door de CO<sub>2</sub>-uitstoot van drie typische vluchten in hun klasse te vergelijken: een Europese FSC-vlucht van Amsterdam naar Londen, een Europese LCC-vlucht van Amsterdam naar Barcelona en een intercontinentale FSC-vlucht van Amsterdam naar New York<sup>47</sup>. De bijbehorende CO<sub>2</sub>-uitstoot is bepaald met de ICAO Carbon Emissions Calculator<sup>48</sup>. Belangrijk om op te merken is dat alleen de *relatieve* CO<sub>2</sub>-uitstoot van de verschillende klasse vluchten een rol speelt in de analyse; de werkelijke gemiddelde uitstoot van een LCC-vlucht mag afwijken van de berekende uitstoot voor het traject Amsterdam-Londen, zolang deze maar ongeveer 2x zo groot is als de werkelijke gemiddelde uitstoot van Europese FSC-vluchten. Tevens is gecorrigeerd voor het feit dat transferpassagiers gemiddeld verder vliegen dan OD-passagiers (SEO, 2019).

#### Stap 4 - Correctie voor toenemende brandstofefficiëntie

De ICAO heeft de ambitie geformuleerd dat de internationale luchtvaart tot 2050 ieder jaar 2% efficiënter met haar brandstof omgaat (ICAO, 2019). Hoewel deze ambitie met vaststaand beleid niet haalbaar lijkt, moet in de berekening van de CO<sub>2</sub>-uitstoot wel rekening worden gehouden met efficiënter brandstofgebruik. Het PBL schat in dat in het hoge WLO-scenario een jaarlijkse efficiëntieverbetering van 1,5% bereikt wordt, terwijl dit percentage in WLO-Laag met 0,6% een stuk lager ligt (PBL, 2020). In deze MKBA is aangesloten bij de verwachtingen van het PBL en is de eerder berekende CO<sub>2</sub>-uitstoot uit Stap 3 verminderd door toepassing van een correctiefactor voor toenemende brandstofefficiëntie.

#### Stap 5 - Correctie voor gebruik van biokerosine

Een van de belangrijkste gereedschappen die de luchtvaart op de korte en middellange termijn in handen heeft om haar CO<sub>2</sub>-uitstoot te verminderen is het bijmengen van (of volledig vliegen op) biobrandstoffen. Het PBL schat echter in dat de adoptie van biokerosine met vaststaand beleid maar beperkt van de grond komt (PBL, 2020). De Nederlandse luchtvaartsector heeft de ambitie uitgesproken om in 2030 zo'n 14% biokerosine te gebruiken. Zowel in de WLO-Hoog als de WLO-Laag raming wordt deze ambitie niet gehaald: in WLO-Hoog wordt pas per 2050 een biobrandstofpercentage van 20% verondersteld en in WLO-Laag is dat slechts 10% (PBL, 2020). In deze MKBA zijn dezelfde percentages aangehouden en is de jaarlijkse toename van biobrandstoffen geëxtrapoleerd tot 2121. Omdat productieprocessen en indirecte effecten op grondgebruik tot uitstoot in de keten kunnen leiden, is in navolging van hetzelfde PBL-rapport aangenomen dat een vlucht op biokerosine tot 75% procent minder CO<sub>2</sub>-uitstoot leidt.

<sup>47</sup> Deze drie bestemmingen waren in 2019 het populairste in hun klasse (Schiphol, 2020).

<sup>48</sup> Zie [ICAO Carbon Emissions Calculator](#)

## Stap 6 - Correctie voor niet-CO<sub>2</sub>-uitstoot op hoogte

Zoals is beschreven in Hoofdstuk 3 leidt vliegen niet alleen tot CO<sub>2</sub>-uitstoot maar ook tot andere verwarmende effecten door uitstoot van (roet)deeltjes op grote hoogte. De precieze grootte van deze niet-CO<sub>2</sub>-component is nog onzeker, maar omdat de verwachte impact in alle schattingen substantieel is, raadt het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid in haar nieuwe richtlijn aan om deze component wel mee te nemen in luchtvaart MKBA's (KiM, 2020). In deze studie is, in navolging van de MKBA vliegbelasting (CE Delft, 2018) aangenomen dat de impact van niet-CO<sub>2</sub>-uitstoot op hoogte inderdaad leidt tot een fikse toename van het aantal CO<sub>2</sub>-eq. Een belangrijke nuance hierbij is dat ook de niet-CO<sub>2</sub>-uitstoot door verbranding van biokerosine leidt tot een opwarmend effect. De uitkomst van Stap 5 is daarom niet simpelweg verdubbeld (dit zou leiden tot een onderschatting van het werkelijke aantal CO<sub>2</sub>-eq.). Het KiM raadt in haar richtlijn over klimaat effecten in luchtvaart MKBA's aan om ook de lengte van vluchten mee te nemen in de bepaling van de correctiefactor voor de niet-CO<sub>2</sub>-component. Hoe langer een vlucht, hoe groter het percentage van de tijd dat een vliegtuig op grote hoogte doorbrengt, en dus hoe groter de correctiefactor moet zijn. Aan de hand van de schattingen van (Scheelhaase, 2019) kan op deze manier tot een specifieke correctiefactor gekomen kunnen worden, die altijd tussen de 1,5 en 4,5 moet liggen. In deze MKBA wordt alleen klimaatwinst toegerekend aan OD-passagiers die niet meer vliegen. Omdat OD-passagiers over het algemeen langere afstanden afleggen dan transferpassagiers, betekent dit de correctiefactor in de meeste jaren en beleidsalternatieven tussen de 2,5 en 3,5 komt te liggen. De precieze factor per jaar is berekend door een gewogen gemiddelde te nemen van de volgende correctiefactoren:

Type vlucht	Lengte typische vlucht in km	Correctiefactor	Gebaseerd op vlucht uit Scheelhaase (2019)
Europees, FSC	400	1,51	Amsterdam-Parijs
Europees, LCC	1.216	3,74	München-Mallorca
Intercontinentaal, FSC	5.011	4,06	Düsseldorf-Dubai

## Stap 7 - Correctie voor de adoptie van elektrische vliegtuigen

De ontwikkeling van de luchtvaart na 2050 en bijbehorende emissies zijn erg onzeker. Met name de mogelijkheid om in de toekomst elektrische vliegtuigen in te zetten kan de klimaatimpact van de luchtvaart drastisch verminderen. In deze MKBA is aangenomen dat de adoptie van elektrisch vliegen vanaf 2050 op gang komt. In het WLO-Hoog-scenario is verondersteld dat deze adoptie lineair verloopt en dat na 2075 alle vliegtuigen die vliegen van en naar Schiphol elektrische motoren hebben<sup>49</sup>. In het WLO-Laag-scenario is verondersteld dat de adoptie trager verloopt, en is tot 2100 nodig voordat alle vliegtuigen elektrisch zijn. Deze aannames zouden heel goed te optimistisch kunnen blijken – in deze MKBA is gekozen om conservatief om te gaan met de CO<sub>2</sub>-baten van een lager emissieplafond; een relatief snelle en volledige adoptie van elektrisch vliegen past in deze aanpak. Er is aangenomen vluchten met elektrische vliegtuigen niet tot opwarmende effecten leiden.

<sup>49</sup> Ook voor andere luchthavens waarnaar passagiers uitwijken is verondersteld dat alle vliegtuigen tegen die tijd elektrisch zijn.

## **Stap 8 - Correctie voor uitwijkende OD-passagiers**

In Stap 8 berekenen we het verschil in het totaal aantal CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar tussen de verschillende beleidsalternatieven en WLO-scenario's. Daarbij wordt alleen een CO<sub>2</sub>-reductie toegerekend aan passagiers die niet meer reizen of reizen met een andere modaliteit. In de praktijk betekent dit dat het verschil in CO<sub>2</sub>-eq. tussen de verschillende beleidsalternatieven wordt verminderd met 35%.

## **Stap 9 - Correctie voor OD-passagiers die reizen met een andere modaliteit**

In deze laatste stap verminderen we het overgebleven verschil na Stap 8 met de additionele CO<sub>2</sub>-emissies ten gevolge van uitwijkreizen met de auto of trein. Hiervoor is gerekend met een gemiddelde retourafstand van 2.000 km. We hebben tevens aangenomen dat de emissiefactoren van de trein en auto een autonome daling vertonen. Net als in de MKBA Vliegbelasting (CE Delft, 2018) rekenen we in 2018 met een gemiddelde emissiefactor van 65 gram CO<sub>2</sub> per reizigerskilometer voor de auto, en 21 gram CO<sub>2</sub> per reizigerskilometer voor de trein.