

SCHIPHOL: KRIMPEN OF VERDUURZAMEN?

MAATSCHAPPELIJKE KOSTEN EN BATEN VAN MINDER VLUCHTEN VERSUS MILIEUMAATREGELEN

RAPPORT

seo • economisch onderzoek



significance
quantitative research

AUTEURS

CARL KOOPMANS (SEO), CHRISTIAAN BEHRENS (SEO), MARTIJN BLOM (CE DELFT),
GIJS VAN ECK (SIGNIFICANCE), STEFAN GREBE (CE DELFT), ARNOUT JONGELING (SEO), DAAN JUIJN (CE
DELFT), STEF KONIJN (SEO), CHRISTIAAN MEIJER (CE DELFT)
M.M.V. SANDER HEBLIJ (NLR)

IN OPDRACHT VAN

SCHIPHOL, KLM, BARIN

OKTOBER 2023

Samenvatting

Milieu- en geluidmaatregelen, waaronder een hogere vliegbelasting, zijn veel beter voor de brede welvaart dan krimp van Schiphol. Beide opties zorgen voor lagere emissies en minder geluid, maar de effecten op emissies zijn groter in de milieu- & geluidvariant. Deze positieve effecten wegen op tegen de directe kosten voor Nederlandse luchtpassagiers, luchtvaartmaatschappijen en Schiphol.

MKBA van krimp

De Rijksoverheid wil Schiphol laten krimpen naar 440.000 vluchten. SEO, CE Delft en Significance hebben op verzoek van KLM, Schiphol en BARIN een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van dit plan uitgevoerd, met hulp van NLR. Ook is nagegaan of andere beleidskeuzes meer (netto) baten opleveren. Het onderzoek is onafhankelijk uitgevoerd, op basis van door het kabinet vastgestelde MKBA-richtlijnen.

Nulalternatief

Krimp en andere beleidsopties zijn vergeleken met een nulalternatief waarin de bestaande restrictie van 500.000 vluchten blijft bestaan. De vraag naar luchtvaart is gebaseerd op de 'Welvaart en Leefomgeving' (WLO) langetermijnsce­nario's van de planbureaus: WLO Hoog en WLO Laag. Daaraan zijn veronderstellingen toegevoegd over het herstel van de luchtvaart na corona. Daarbij is het toekomstig Europees beleid rondom verduurzaming van de luchtvaart meegenomen. Belangrijke onderdelen betreffen de aanscherping van het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS) en een bijmengverplichting voor duurzame vliegtuigbrandstof (SAF).

Beleidsalternatieven

In deze MKBA staan twee alternatieven centraal:

- De 440k-variant: het plan van de Rijksoverheid om Schiphol te laten krimpen naar 440.000 vluchten;
- De milieu- & geluidvariant: geen plafond voor het aantal vluchten, een (in de tijd) toenemende en afstandsafhankelijke vliegbelasting, minder nachtvluchten en Nederlandse subsidie voor schone brandstof. De vliegbelasting geldt voor alle passagiers, met een verlaagd tarief voor transferpassagiers (ongeveer 60 procent lager). Deze variant bereikt in 2050 vrijwel netto nul klimaatemissies van in Nederland vertrekkende vluchten.

Daarnaast zijn diverse andere opties onderzocht, veelal zonder volledige doorrekening:

- Een verplichting om schone brandstoffen bij te mengen;
- Een plafond van 440.000 vluchten voor Schiphol, waarbij de luchthaven Lelystad opengaat;
- Een plafond van 480.000 vluchten;
- Groei van het plafond van 500.000 naar 540.000 vluchten;
- Minder nachtvluchten.

Ook is nagegaan welke invloed afgezwakt Europees beleid op de MKBA heeft. Tevens zijn diverse andere gevoeligheidsanalyses uitgevoerd met andere veronderstellingen dan in de basisberekening. In deze samenvatting beschrijven we vooral de 440k-variant en de milieu- & geluidvariant.

Aanpak

De effecten in de luchtvaart zijn doorgerekend door Significance met het luchtvaartmodel AEOLUS. Daarnaast is een concurrentieanalyse uitgevoerd en is het NetCost model gebruikt om het wegvallen van bestemmingen van vluchten in te schatten. De bredere economische effecten zijn geschat met behulp van een model van SEO. De effecten op emissies zijn bepaald op basis van deze modeldoorrekeningen. Daarbij zijn tevens de opwarmende effecten meegenomen die niet met CO₂ te maken hebben (non-CO₂). Op basis van de AEOLUS-uitkomsten heeft NLR gedetailleerde geluidseffecten berekend. De geluidseffecten zijn vervolgens gemonetariseerd met behulp van de milieuprijzen uit het nieuwe Handboek Milieuprijzen.

Een lastige vraag is met welke monetaire waardering van CO₂ moet worden gewerkt. In 2016 hebben CPB en PBL CO₂-prijzen bepaald. Deze kunnen worden gezien als een mondiale CO₂-belasting om de opwarming van de aarde te beperken tot ongeveer 3,75°C en 2,75°C in WLO-Laag respectievelijk Hoog. In MKBA-richtlijnen wordt aanbevolen om deze prijzen te gebruiken. In dit onderzoek volgen we deze aanbeveling, maar laten we ook resultaten zien op basis van hogere, en onzes inziens, realistischere CO₂-prijzen. Tegenwoordig is klimaatbeleid gebaseerd op veel ambitieuzere doelstellingen dan in 2016 werd verondersteld. In 2024/2025 komen er nieuwe WLO-scenario's met naar verwachting hogere CO₂-prijzen. Daarom hanteren we naast de WLO-prijspaden twee andere prijspaden, compatibel met opwarming tussen 2°C en 1,5°C.

Effecten 440k-variant

De 440k-variant scoort per saldo gunstig met de actuele CO₂-prijzen en negatief met de prijzen zoals deze nu nog worden voorgeschreven. De effecten van krimp voor de luchtvaart en de economie zijn negatief. De totale reiskosten (waaronder de kosten van een ticket en van reistijden) nemen toe voor Nederlandse passagiers, sommige bestemmingen worden niet meer bediend en vliegfrequenties zijn op veel verbindingen lager. Daardoor kiezen mensen vaker voor andere (buitenlandse) luchthavens, reizen met een ander vervoermiddel of zien ze af van hun reis. Dit leidt tot welvaartsverlies. Het aantal passagiers is in 2050 12 procent lager dan in het nulalternatief; en dat geldt ook voor de hoeveelheid vracht. Het aantal transferpassagiers is 18 tot 21 procent lager. Van de negatieve effecten voor passagiers wordt twintig tot dertig procent ervaren door Nederlandse reizigers. De winst van luchtvaartmaatschappijen en van het bedrijf Schiphol is lager dan in het nulalternatief. Van de negatieve effecten voor luchtvaartmaatschappijen komt naar schatting tien procent terecht bij Nederlandse aandeelhouders. Er gaan banen verloren in de luchtvaart en bij toeleveranciers, maar op termijn vinden mensen ander werk en bereikt de arbeidsmarkt een nieuw evenwicht.

Krimp heeft daarentegen gunstige effecten op geluid en emissies. De kosten van geluidhinder zijn in 2030 15 tot 24 procent lager dan in het nulalternatief; in 2050 is dat 22 tot 23 procent. De mondiale CO₂-emissies zijn in 2030 0,40 tot 0,49 Megaton lager dan in het nulalternatief, maar dat effect neemt sterk af richting 2050 omdat dan deels op schone brandstof wordt gevlogen. Non-CO₂-klimaat effecten zijn in 2030 0,68 tot 0,88 Megaton (CO₂-equivalenten) lager dan in het nulalternatief; in 2050 is dat 0,81 tot 0,85 Megaton. Ook andere emissies zijn lager.

Effecten milieu- & geluidsvariant

Onze resultaten laten zien dat de milieu- & geluidsvariant een gunstige score laat zien, zowel bij de actuele CO₂-prijzen als de voorgeschreven CO₂-prijzen. Dit betreft een robuuste uitkomst. De effecten van de milieu- & geluidsvariant voor de luchtvaart zijn gemengd. Omdat het huidige plafond van 500.000 vluchten wordt losgelaten, groeit Schiphol door naar 535.000 tot 560.000 vluchten. Het bestemmingenaanbod is groter en er wordt frequenter gevlogen op veel verbindingen. Daardoor wordt er meer gereisd via Schiphol, ondanks de hogere vliegbelasting. Het aantal passagiers is zes tot negen procent hoger dan in het nulalternatief. Omdat de vliegbelasting afstandsafhankelijk wordt, is het aantal intercontinentale vluchten (exclusief transferpassagiers) echter 12 tot 37

procent lager dan in het nulalternatief. Per saldo is het totale aantal passagierskilometers 4 tot 13 procent lager. De effecten op de bredere economie zijn negatief door een daling van het aantal intercontinentale bezoekers aan Nederland (met name toeristen). Veel mensen vinden echter een andere baan en de arbeidsmarkt past zich aan.

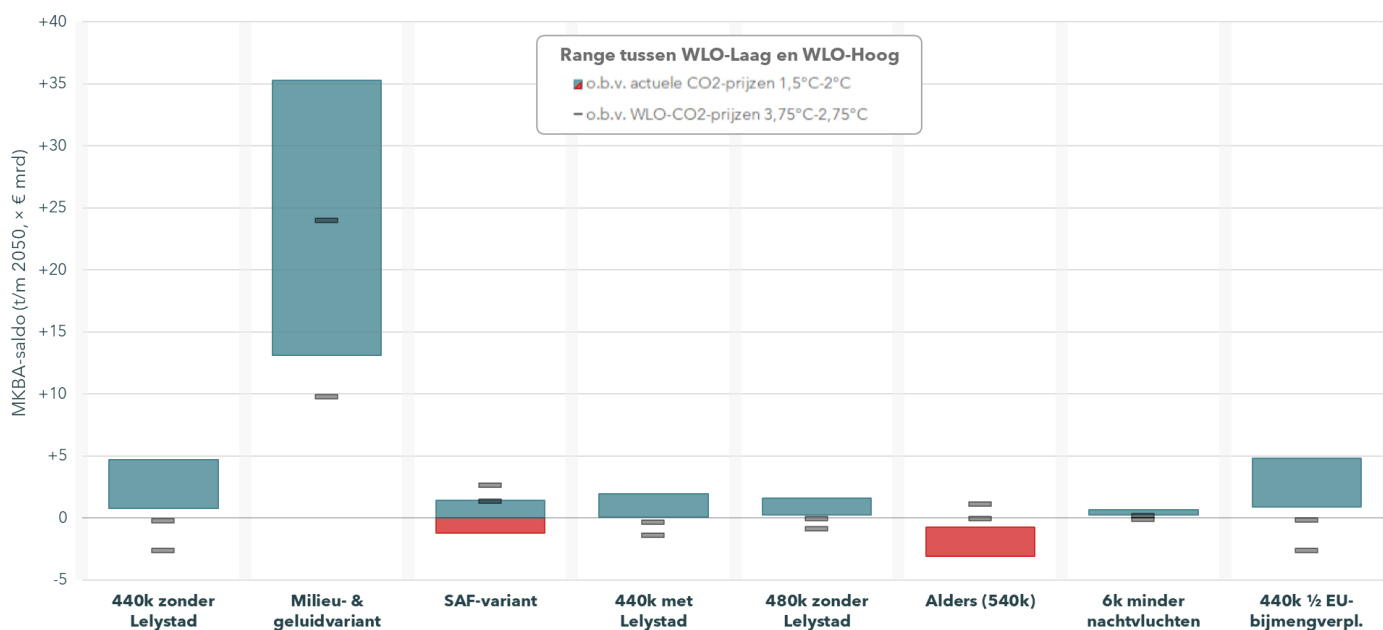
De effecten op geluid en emissies zijn gunstig. In 2030 zijn de kosten van geluidhinder 12 tot 29 procent lager dan in het nulalternatief. In 2050 is dat effect kleiner (vier tot acht procent) omdat het aantal vluchten toeneemt in de tijd. De wereldwijde CO₂-emissies zijn in 2030 0,53 tot 0,88 Megaton lager dan in het nulalternatief en in 2050 0,37 tot 1,00 megaton lager, met name doordat de gemiddelde vliegafstand kleiner wordt. De afname van non-CO₂-klimaatimpacts is vrijwel aldoor groter dan in het 440k-alternatief: 0,89 tot 1,48 Megaton in 2030 en 0,37 tot 1,16 Megaton in 2050. Ook dit komt door de kortere gemiddelde vliegafstand. Non-CO₂-effecten hangen samen met de vlieghoogte die op Europese vluchten relatief geringer is.

Kosten en baten

Lange termijn en andere varianten

De milieu- & geluidvariant leidt in de periode tot en met 2050 tot veel grotere netto baten dan andere beleidsopties. De omvang van de netto baten hangt sterk af van het toekomstscenario en van de gehanteerde CO₂-waardering. Dit tast echter niet de conclusie aan dat de milieu- & geluidvariant veel beter uit de MKBA komt dan andere opties.

Figuur S.1 De milieu- & geluidvariant is veel beter voor de brede welvaart dan andere beleidsopties

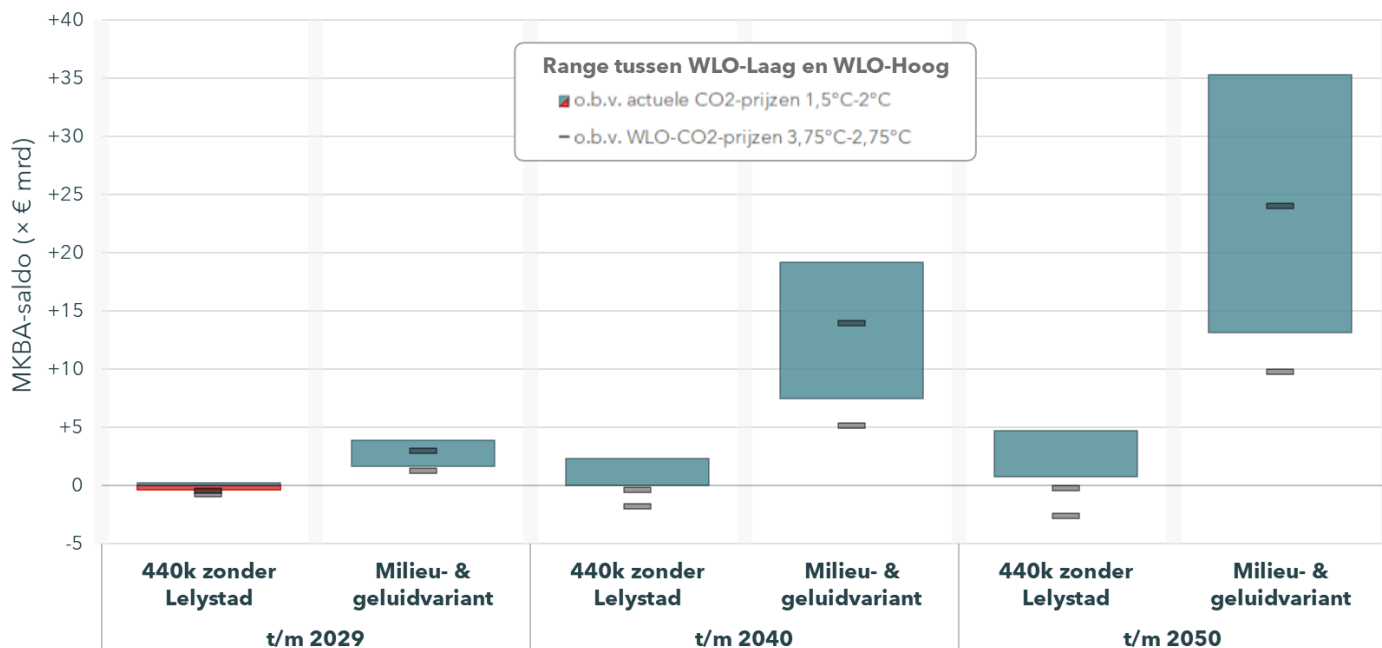


Bron: SEO, CE Delft, Significance

Korte en lange termijn

De netto baten van de milieu- & geluidsvariant zijn niet alleen op lange termijn maar ook voor kortere perioden hoger dan bij de 440k-variant. Dit is ook het geval als alleen de eerste vijf jaar worden beschouwd (2025 t/m 2029).

Figuur S.2 De milieu- & geluidvariant kent voortdurend hogere netto baten dan de 440k-variant



Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Krimp

Krimp naar 440k verlaagt mogelijk de welvaart op korte termijn, maar verhoogt de welvaart op lange termijn. Die verhoging geldt echter alleen voor waardering met actuele (hogere) CO₂-prijzen en niet voor lagere CO₂-prijzen die in lijn zijn met een 2,75-3,75-graden-opwarmingsscenario. Passagiers en vervoerders van luchtvracht ervaren langere reistijden door minder directe bestemmingen, lagere vliegfrequenties en hogere ticketprijzen of vrachttarieven. Luchtvaartmaatschappijen boeken schaarstewinsten door hogere ticketprijzen, maar worden minder kostenefficiënt en hebben minder passagiers en vracht. Ook het bedrijf Schiphol heeft minder gebruikers en wordt minder efficiënt. Dit heeft tevens negatieve bredere economische effecten op het toerisme en de economische activiteit rond Schiphol. Bovendien verliest de overheid belastinginkomsten door krimp, met name van de vliegbelasting. Daar staan baten van lagere emissies en minder geluid tegenover.

Milieu- & geluidvariant

De milieu- & geluidvariant verhoogt de welvaart sterk. Dit geldt op korte en lange termijn, in een laag en een hoog groeiscenario, en bij lage en hoge CO₂-waardering. Dit komt met name door de opbrengsten van de hogere vliegbelasting voor de overheid en door gunstige klimaateffecten. Ook de overige milieueffecten zijn positief. Daarnaast zijn er baten van minder geluidshinder dan in het nulalternatief. De effecten voor passagiers en vrachtverladers zijn negatief doordat zij meer vliegbelasting gaan betalen. Luchtvaartmaatschappijen verliezen schaarstewinsten (hoge ticketprijzen) die optreden in het nulalternatief. Ook de bredere economische effecten zijn negatief omdat het aantal intercontinentale bezoekers van Nederland lager is dan in het nulalternatief.

Het hogere welvaartseffect van de milieu- & geluidvariant (dan van krimp) heeft twee hoofdoorzaken:

- De afstandsafhankelijke vliegbelasting zorgt voor minder groei van het aantal intercontinentale vluchten, waardoor het aantal vliegkilometers en daarmee de CO₂-uitstoot en de non-CO₂-effecten worden verminderd;
- De hogere vliegbelasting leidt tot een verschuiving van inkomsten van (veelal) buitenlandse luchtvaartmaatschappijen naar de Nederlandse overheid.

Gevoeligheidsanalyses

De conclusie dat de milieu- & geluidvariant beter is voor de brede welvaart dan krimp verandert niet als andere veronderstellingen worden gemaakt. Uit een reeks gevoeligheidsanalyses blijkt dat de waardering van klimaat-effecten een veel grotere invloed heeft op het MKBA-saldo dan de andere veronderstellingen. Krimp naar 440k kent in de helft van de gevoeligheidsanalyses positieve netto-baten en in de andere helft negatieve netto-baten. Bij de milieu- & geluidvariant komen alle kosten-batensaldi zeer positief uit. De uitkomsten van de 440k-variant zijn dus onzekerder dan die van de milieu- & geluidvariant.

Tabel S.2 Krimp leidt in de helft van de analyses tot netto welvaartswinst; de milieu- & geluidvariant in alle analyses

	Krimpvariant (440k)	Milieu- & geluidvariant
Aantal saldi positief	28	60
Aantal saldi negatief	28	0
Aantal saldi positief >€5 mrd.	2	60
Aantal saldi negatief <-€5 mrd.	0	0
Hoogste saldo (€ mrd.)	+10,6	+43,9
Laagste saldo (€ mrd.)	-4,4	+9,1

Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Reflectie

Sturing

In beginsel is het beter om te sturen op outputs zoals geluidhinder, klimaateffecten en andere emissies dan op een input zoals het totaal aantal vluchten. Hiernaar hebben we gestreefd bij het vormgeven van de milieu- & geluidvariant. Direct aangrijpen op outputs is echter in de praktijk lastig, met name als het om nationaal beleid gaat. Daarom is het onvermijdelijk om te sturen op inputs. Bij het invullen van de milieu- & geluidsvariant hebben we inputs gekozen waar nationaal beleid mogelijk is en die sterk correleren met relevante outputs:

- Voor CO₂- en non-CO₂-klimaateffecten kiezen we voor beïnvloeding van het aantal passagierskilometers via een afstandsafhankelijke vliegbelasting. De afgelegde afstand is sterker gecorreleerd met emissies en geluid dan het aantal vluchten (waarop de krimpvariant aangrijpt);
- Aanvullend voegen we een subsidie voor schone brandstof toe. Schone brandstof leidt in beperkte mate tot CO₂-uitstoot en heeft daarmee dus een sterke correlatie. Ook non-CO₂-uitstoot is gecorreleerd met schone brandstof;
- Specifiek voor geluid gaan we uit van een vermindering van het aantal nachtvluchten. Nachtvluchten veroorzaken gemiddeld tien maal zoveel geluidhinder als vluchten overdag. Daardoor is het aantal nachtvluchten veel sterker gecorreleerd met de totale geluidhinder dan het totaal aantal vluchten.

De resultaten van de MKBA laten zien dat deze vorm van sturing meer brede welvaart oplevert dan beperking van het totale aantal vluchten.

De hubfunctie van Schiphol

Zowel in de krimpvariant als in de milieu- & geluidvariant blijft Schiphol een hub met een substantieel aandeel transferpassagiers. In de milieu- & geluidvariant neemt het totaal aantal vluchten toe, maar zijn er minder intercontinentale vluchten. Ook dan blijft Schiphol een hub, maar met een groter accent op Europese vluchten.

Non-CO₂-klimaateffecten

In de MKBA zijn de baten van minder non-CO₂-klimaateffecten relatief groot vergeleken met andere kosten en baten. Deze effecten zijn gemiddeld twee keer zo groot als die van CO₂. Non-CO₂-klimaateffecten komen voort uit condenssporen van vliegtuigen. Deze 'contrails' kunnen flink worden gereduceerd door op bepaalde momenten kritische luchtlagen te vermijden. Door beperkt om te vliegen (en dus iets meer brandstof te gebruiken en CO₂ uit te stoten), kan de non-CO₂-impact van een vlucht fors verminderd worden. In deze MKBA nemen we aan dat luchtvaartmaatschappijen niet uit zichzelf voor dergelijke aanpassingen zullen kiezen. Nederland kan dit niet zonder andere landen reguleren. Uit een aanvullende analyse blijkt dat mondiale regulering ertoe leidt dat het brandstofgebruik met 1 procent toeneemt, maar dat de totale non-CO₂-impact met 43 procent afneemt. Dit impliceert dat dergelijk mondiaal beleid zeer hoge baten met zich meebrengt.

Inhoudsopgave

Samenvatting	i
1 Inleiding	1
2 Aanpak	4
2.1 Richtlijnen	4
2.2 Stappenplan	5
2.3 Berekeningen welvaartseffecten	8
3 Probleemanalyse en beleidsalternatieven	34
3.1 Probleemanalyse	34
3.2 Nulalternatief	35
3.3 Beleidsalternatieven	36
4 Effecten van krimp naar 440.000 vluchten	47
4.2 Uitkomsten AEOLUS-model	47
4.3 Effecten in de luchtvaart	49
4.4 Bredere economische effecten	53
4.5 Externe effecten	54
5 Effecten van de milieu- & geluidvariant	60
5.2 Uitkomsten AEOLUS-model	60
5.3 Effecten in de luchtvaart	62
5.4 Bredere economische effecten	65
5.5 Externe effecten	66
6 Kosten en baten	72
6.1 Resultaten	72
6.2 Gevoeligheidsanalyses	79
7 Conclusies	83
Referenties	84
Bijlage A Inschatting wegvallende bestemmingen	89
Bijlage B Het AEOLUS-model	96
Bijlage C Berekening bredere economische effecten	98
Bijlage D Berekening externe effecten	103
Bijlage E AEOLUS-modelresultaten	107
Bijlage F Resultaten SAF-variant	137
Bijlage G Hoogte van de reistijdwaardering van reizigers	147
Bijlage H Hoogte van de afstandsafhankelijke vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant	148
Bijlage I Klimaat effecten CO ₂ -leakage	150
Bijlage J Kosten-batentabellen in detail	153

1 Inleiding

De Rijksoverheid wil Schiphol laten krimpen naar 440.000 vluchten. SEO, CE Delft en Significance hebben de maatschappelijke kosten en baten van dit plan in kaart gebracht. Ook is nagegaan of andere beleidskeuzes meer (netto) baten opleveren.

MKBA

KLM, Schiphol en BARIN¹ hebben SEO Economisch Onderzoek (SEO), CE Delft en Significance gevraagd om met medewerking van het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (NLR) een integrale maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) uit te voeren van krimp naar 440.000 vluchten en alternatieve beleidsopties. Een integrale MKBA brengt de voor- en nadelen van de verschillende beleidsopties volledig in beeld. De centrale vragen van het onderzoek zijn:

- *Wat is de impact op de brede welvaart van krimp naar maximaal 440.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol?*
- *Zijn er beleidsalternatieven die meer brede welvaart opleveren?*

Context: beleid

Over de gewenste omvang van het vliegverkeer op Schiphol wordt al tientallen jaren gediscussieerd. Daarbij speelt de botsing tussen het economisch belang van Schiphol en de effecten voor de omgeving zoals geluidhinder een belangrijke rol. Geluid van vliegtuigen zorgt voor veel hinder en zelfs gezondheidsproblemen bij omwonenden. De geluidregels voor Schiphol staan in de Wet luchtvaart en de Luchtvaartwet. Om omwonenden van Schiphol te beschermen tegen het geluid van het vliegverkeer op Schiphol, zijn door de overheid normen vastgesteld. Dit betreft de geluidbelasting die het vliegverkeer in een jaar mag veroorzaken. De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) is verantwoordelijk voor handhaving en toezicht. In het verleden was de luchtvaart uitgezonderd van CO₂-reductiedoelen,² maar in 2020 heeft de Nederlandse overheid doelen vastgesteld die tot een daling van de uitstoot moeten leiden (IenW, 2020, paragraaf 5.1).³ Waar het gaat om stikstof geldt dat Schiphol een natuurvergunning heeft aangevraagd; deze aanvraag is in behandeling.

Het krimpbesluit kan worden gezien als een koerswending van de overheid. Het beleid was er decennia lang op gericht om groei van Schiphol binnen grenzen te accommoderen. Daarbij zijn grenswaarden vastgesteld, maar besluiten om Schiphol te laten krimpen zijn nog niet eerder genomen. De afgelopen jaren is de aandacht voor de negatieve maatschappelijke gevolgen van vliegen en de bijdrage van Schiphol toegenomen. Deze MKBA laat zien hoe de negatieve en positieve effecten van Schiphol zich tot elkaar verhouden.

Context: MKBA's

Richtlijnen

In 2021 zijn nieuwe richtlijnen voor luchtvaart MKBA's verschenen. Sinds 2013 worden MKBA's op alle beleidsterreinen uitgevoerd op basis van de Algemene MKBA-leidraad (CPB/PBL, 2013). Deze leidraad gaat over MKBA's in het algemeen en richt zich niet op specifieke beleidsterreinen zoals luchtvaart. In de jaren daarna zijn diverse MKBA-werkwijzers verschenen die concreet ingaan op terreinen als onderwijs, zorg, arbeidsmarkt, natuur en milieu. In 2021 is de MKBA-werkwijzer Luchtvaart gepubliceerd (SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde, 2021). Voor

¹ Board of Airline Representatives In the Netherlands.

² Wel was er al Europees beleid, zoals het Emission Trading System (ETS)

³ Naast CO₂-uitstoot zijn er ook klimaateffecten van de luchtvaart die voortkomen uit condenssporen van vliegtuigen ('contrails').

het verschijnen van deze werkwijzer bestond er veel vrijheid bij het invullen van luchtvaart MKBA's. De werkwijzer leidt naar verwachting tot een meer uniforme aanpak waarin bovendien de laatste inzichten over waardering van diverse effecten zijn meegenomen.

Eerdere MKBA's

Recente MKBA's van krimp en groei van Schiphol geven verschillende resultaten. Veel MKBA's gaan in op groeivarianten. Economisch onderzoek naar krimp is in het algemeen zeer beperkt. De uitkomsten hangen af van verschillende factoren, met name van het achtergrondscenario met betrekking tot toekomstige economische groei (WLO-Hoog of WLO-Laag) en van de vraag of Schiphol de hubfunctie behoudt. Een belangrijke vraag hierin is welk toekomstig beleid is aangenomen ten aanzien van klimaatbeleid (denk aan de Nederlandse ticketbelasting en Europese en wereldwijde emissiehandel), ontwikkeling van de vloot (en de gemiddelde geluidbelasting), en de ontwikkeling van capaciteit van alternatieve luchthavens. Effecten van groei of krimp moeten dan, volgens de gebruikelijke werkwijze van de MKBA, worden afgezet tegenover dit vaststaand beleid dat uitgevoerd wordt.

Daarnaast verschillen de onderzoeksmethoden. In CE Delft (2021) heeft krimp per saldo (beperkte) positieve effecten in een hoog groeiscenario (door hoge CO₂-prijzen) en negatieve effecten in een laag scenario. De MKBA's van Decisio/SEO (2018) en SEO (2019b) geven aan dat krimp per saldo negatieve welvaartseffecten heeft, met name in een hoog scenario. De welvaartseffecten van krimp zijn bij Decisio/SEO negatiever doordat de effecten op reistijd anders worden ingeschat, niet-CO₂-effecten niet worden gekwantificeerd en geluidhinder anders wordt gewaardeerd. Daarnaast gebruikt CE Delft een meer recente, lagere discontovoet die met name het belang van externe kosten in de (verre) toekomst zwaarder laat meewegen.

De Werkwijzer luchtvaartspecifieke MKBA's (SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde, 2021) heeft meer eenheid gebracht in de methoden. De Werkwijzer sluit met betrekking tot de externe effecten meer aan bij de door CE Delft gehanteerde methode, maar voor de effecten voor gebruikers van luchtvaart bij de methode van Decisio/SEO. Op basis van de werkwijzer zouden de netto baten daarom naar verwachting tussen de twee benaderingen in liggen. De MKBA in dit rapport kan dus worden gezien als een synthese van de benaderingen van CE Delft en SEO.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijven we hoe we de MKBA uitvoeren. Hoofdstuk 3 gaat in op de eerste stappen van de MKBA: de probleemanalyse, het nulalternatief en de beleidsalternatieven. De hoofdstukken 4 en 5 kwantificeren de verschillende effecten van krimp en van een op milieu en geluid gerichte beleidsvariant. Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van kosten en baten, inclusief gevoeligheidsanalyses. In hoofdstuk 7, ten slotte, volgen de conclusies van het onderzoek. Beschrijvingen van de gebruikte modellen en meer gedetailleerde resultaten zijn opgenomen in de bijlagen.

Box 1.2 Het onderzoek is onafhankelijk en objectief uitgevoerd

De uitkomsten van het onderzoek zijn bepaald door de onderzoekers. De opdrachtgevers hebben de door te rekenen beleidsalternatieven gekozen en op onderdelen informatie aangedragen. De onderzoekers hebben bepaald welke informatie is gebruikt, op inhoudelijke gronden. Daarbij worden in beginsel de adviezen van de MKBA-werkwijzer Luchtvaart gevolgd (SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde, 2021). Waar dit niet het geval is, wordt dat zorgvuldig beargumenteerd (de werkwijzer staat dit toe).

De reikwijdte van het onderzoek beperkt zich tot de analyse van kosten en baten van krimp van het aantal vluchten en andere beleidsopties. Het onderzoek betreft niet het uitbrengen van (bedrijfsstrategisch) advies over een mogelijk gezamenlijk perspectief van de (leden van) opdrachtgevers. Dit is van belang in het licht van toezeggingen die Schiphol en KLM aan de Autoriteit Consument & Markt (ACM) hebben gedaan op het gebied van de mededinging.

Bron: SEO, CE Delft en Significance

2 Aanpak

De MKBA volgt richtlijnen die door het kabinet zijn vastgesteld. Daarin staat het volgen van een stappenplan centraal. Dit passen we toe op krimp van Schiphol en op andere beleidsopties.

2.1 Richtlijnen

In de MKBA volgen we een wetenschappelijke aanpak op basis van richtlijnen die door het kabinet zijn vastgesteld. Dit betreft de algemene MKBA-leidraad (CPB/PBL, 2013) en de MKBA-werkwijzer Luchtvaart van SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde (2021). Deze werkwijzer is door CPB en PBL positief beoordeeld. De werkwijzer geeft aan dat sommige punten nader moeten worden onderzocht en presenteert daarvoor een onderzoeksagenda. Die agenda bevat onder meer de reistijdwaardering van voor- en natransport naar luchthavens. Een ander item op de agenda is de waardering van geluid tussen 45 dB(A) en 50 dB (A), dat bijvoorbeeld door de milieueffect-rapportage (MER) gerekend wordt tot ernstig gehinderden. Voor deze onderdelen voegen we in de MKBA inschattingen toe die aansluiten bij de recente MKBA van Schiphol door CE Delft (2021) en de MKBA van Maastricht Aachen Airport door SEO/Decisio/To70 (2022). Ook tonen we de effecten voor luchtvaartmaatschappijen (totaal) en Schiphol, als onderdeel van de totale kosten en baten.

Box 2.1 Brede welvaart wordt in de MKBA meegenomen

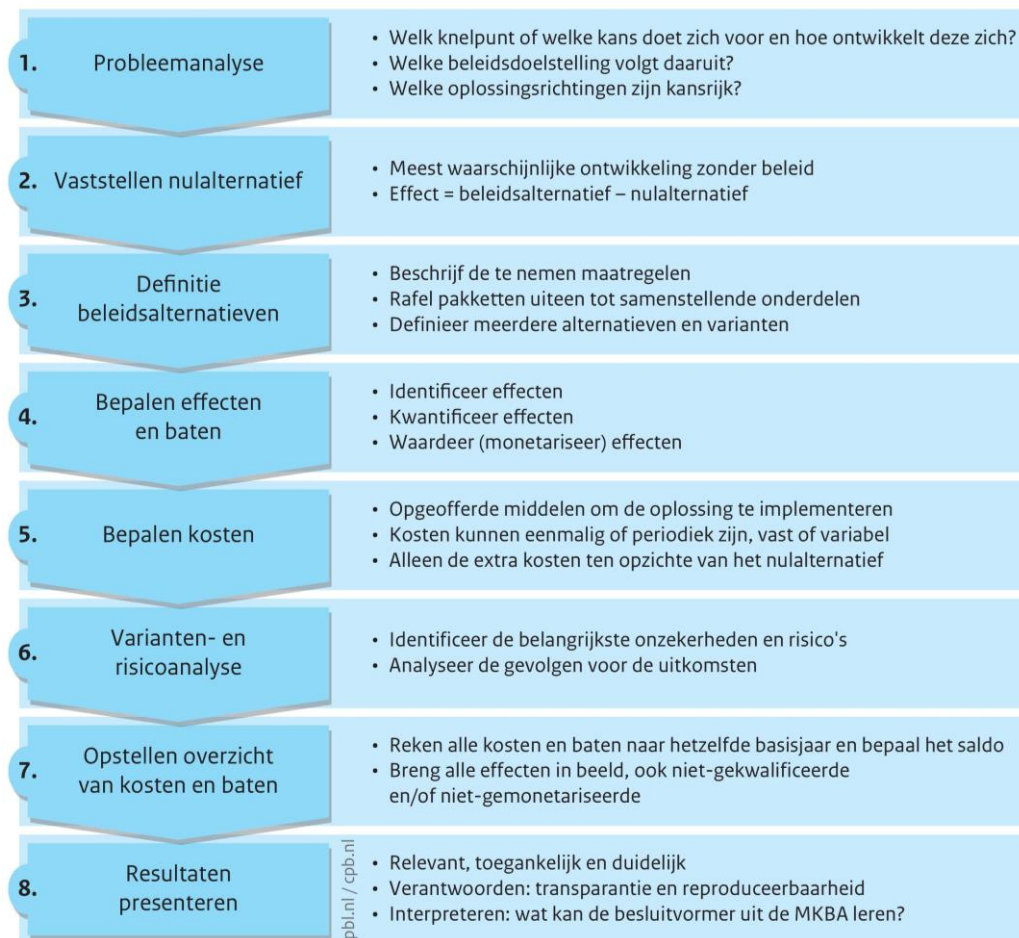
In een aanvulling op de Algemene MKBA Leidraad over Brede welvaart benadrukken het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving dat naast de totale maatschappelijke kosten en baten (inclusief externe effecten) ook de welvaart voor toekomstige generaties, de verdeling van welvaart en de welvaart in andere landen van belang zijn (CPB/PBL, 2022). In deze MKBA pakken we dat als volgt op:

- De welvaart van toekomstige generaties wordt met name beïnvloed door de klimaateffecten van luchtvaart. Deze monetariseren we niet alleen met voorgeschreven (maar minder actuele) CO₂-waarderingen, maar ook met hogere waarderingen die aansluiten bij het streven om de temperatuurstijging tot 1,5 graad dan wel twee graden te beperken. De klimaateffecten worden grotendeels ervaren door toekomstige generaties;
- De verdeling van welvaart brengen we in beeld door onderscheid te maken tussen passagiers, (aandeelhouders van) luchtvaartmaatschappijen en Schiphol, werkgelegenheidseffecten, effecten van emissies en van geluid;
- De welvaart in andere landen wordt bij de klimaateffecten meegenomen, conform MKBA-richtlijnen. Eveneens volgens deze richtlijnen worden andere effecten voor het buitenland niet meegenomen in het saldo van kosten en baten voor Nederland, maar worden deze effecten wel afzonderlijk weergegeven.

Bron: SEO

De kern van de aanpak is een stappenplan; zie de figuur hieronder. In het vervolg van dit hoofdstuk beschrijven we hoe we deze stappen invullen in de MKBA.

Figuur 2.1 We volgen het stappenplan van de Algemene MKBA-leidraad



Bron: CPB/PBL (2013)

Box 2.2 Bij deze MKBA was er geen participatie van stakeholders

Proces en stakeholders

De MKBA-werkwijzer Luchtvaart adviseert om het draagvlak voor de MKBA te versterken door vroegtijdig stakeholders te betrekken: "In een participatieplan legt de initiatiefnemer vast welke stakeholders in welke fasen van het proces worden betrokken en welke rol zij vervullen. Bij verkennende MKBA's en welvaartsanalyses bedoeld voor de interne gedachtevorming of ter ondersteuning van beleid is het meestal niet noodzakelijk om een participatieproces op te zetten, al kan een proces op maat wel wenselijk zijn." (SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde, 2021). Het is dus aan de opdrachtgevers van de MKBA om hiervoor een invulling te kiezen. De opdrachtgevers van deze MKBA hebben besloten om geen participatieplan op te stellen, mede in het licht van de gewenste korte doorlooptijd van het onderzoek.

Bron: SEO, CE Delft en Significance

2.2 Stappenplan

1. Probleemanalyse

De probleemanalyse gaat over knelpunten en kansen. Knelpunten leiden tot maatschappelijke kosten. Knelpunten verkleinen of kansen benutten levert in de MKBA baten op. We baseren de probleemanalyse op eerdere MKBA's

van Schiphol, de recente kabinetsbrief over krimp en informatie van de opdrachtgevers over knelpunten (en mogelijke gedragsreacties) in de bedrijfsvoering.

2. Nulalternatief

Het nulalternatief is de toekomst zonder nieuw beleid. Dit vullen we in op basis van de langetermijnsenario's van CPB/PBL, gecorrigeerd voor COVID-effecten, en op basis van de prognoses van de vraag naar luchtvaart zoals bekend uit AEOLUS. We gaan uit van de nu bestaande capaciteitsrestrictie (500.000 vluchten), zonder het krimpbesluit. Dit zijn dus twee nulalternatieven: de 500.000 vluchten restrictie wordt ingevuld in respectievelijk de langetermijnsenario's WLO-Hoog en WLO-Laag.

Een belangrijk onderdeel van het invullen van het nulalternatief is om het toekomstig Europees beleid rondom verduurzaming, zoals *Fit for 55*, integraal mee te nemen. In eerdere onderzoeken hebben SEO en NLR deze effecten al op Europese schaal in kaart gebracht op basis van het SEO NetCost-model, zie SEO/NLR (2023; 2022) en NLR/SEO (2021). *Fit for 55* kent specifiek klimaatbeleid gericht op het reguleren van de negatieve impact van klimaat van de Europese luchtvaart. Het beleid heeft als doel de uitstoot van broeikasgassen in de EU in 2030 met 55 procent te verminderen. Belangrijke onderdelen betreffen de aanscherping van het Europese emissiehandelssysteem (EU ETS) en een bijmengverplichting voor duurzame vliegtuigbrandstof middels het *ReFuelEU Aviation*-voorstel. De voorstellen zullen vlieguren in de EU duurder maken en de vraag in het nulalternatief doen afnemen.

3. Beleidsalternatieven

In eerste instantie hebben de opdrachtgevers gekozen welke beleidsalternatieven dienen te worden doorgerekend. Het gaat om beperkingen van het aantal vliegbewegingen (inclusief reductie nachtbewegingen), en het wel of niet openen van Lelystad. In tweede instantie hebben de onderzoekers beleidsvarianten ingevuld waarin milieu- en geluiddoelen centraal staan. Op de keuze van doorgerekende beleidsalternatieven wordt nader ingegaan in hoofdstuk 3.

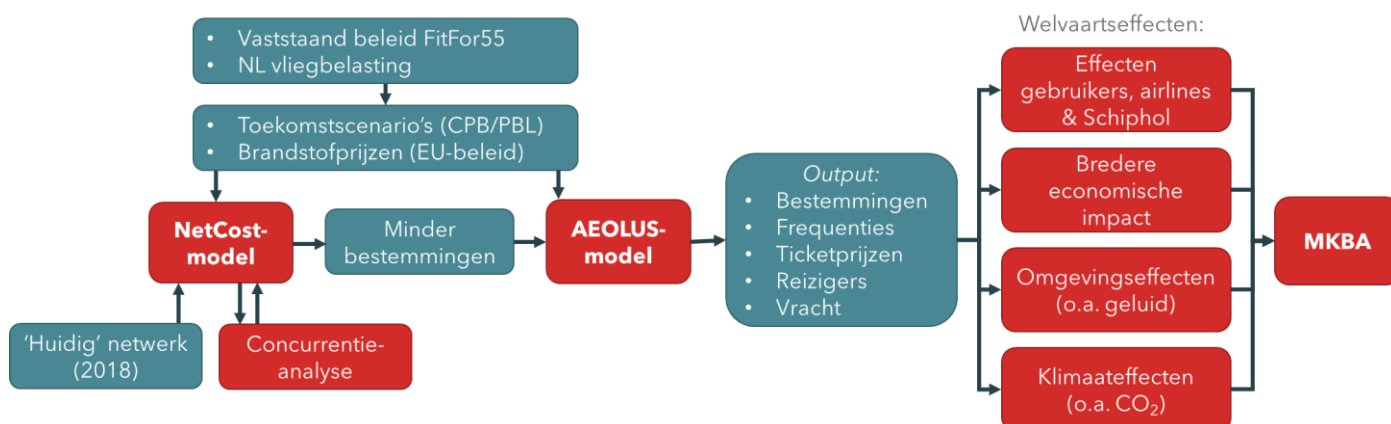
4. en 5. Effecten, kosten en baten

In de MKBA wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten effecten:

1. *Effecten in de luchtvaart*: effecten voor gebruikers en aanbieders van luchtvaart;
2. *Bredere economische effecten*: effecten op andere markten zoals de arbeidsmarkt en de grondmarkt (vestigingsklimaat), en effecten voor de overheid;
3. *Externe effecten*: effecten die niet via markten optreden (maar wel in markten kunnen neerslaan, zoals de woningmarkt).

Onderstaande figuur toont hoe de verschillende onderdelen van de doorrekening samenhangen. Modellen en berekeningen zijn rood weergegeven, veronderstellingen en resultaten blauwgroen. De doorrekening begint met het huidige netwerk, toekomstscenario's en EU-beleid. Luchtvaartmodellen en aanvullende analyses leiden tot het verwachte netwerk, reizigers en vracht in de toekomst. Op basis daarvan worden verschillende soorten effecten berekend, die tot slot worden geïntegreerd in de MKBA.

Figuur 2.2 De modellen en berekeningen gebruiken elkaars outputs als inputs



Bron: SEO, CE Delft, Significance

Deze integrale doorrekening is uitgevoerd voor drie beleidsalternatieven: de 440k-variant, de milieu- & geluidvariant (zie paragraaf 3.3 Beleidsalternatieven) en de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen). De kosten en baten van de andere beleidsalternatieven zijn grotendeels gebaseerd op de drie volledig doorgekende varianten, literatuur en expert judgement. Op onderdelen zijn modellen gebruikt. Om de rapportage overzichtelijk te houden presenteren we alleen de 440k-variant en de milieu- & geluidvariant uitvoerig in de hoofdtekst. Over de andere varianten is de hoofdtekst summier; detailinformatie daarover staat in een bijlage.

6. Varianten- en risicoanalyse

Naast hoofdresultaten presenteren we ook uitkomsten van diverse gevoeligheidsanalyses. In deze berekeningen laten we zien hoe robuust de uitkomsten zijn voor andere methoden of gewijzigde veronderstellingen.

7. Overzicht van kosten en baten

Discontering

In de MKBA worden kosten en baten per jaar berekend, en vervolgens gediscoteerd en opgeteld om de totale 'contante waarde' van elke kosten- en batenpost te berekenen.

De meest recente richtlijnen voor de discontering van kosten en baten in MKBA's geven aan dat de reële standaarddiscontovoet 2,25 procent is (Werkgroep discontovoet, 2020).⁴ Er zijn echter twee uitzonderingen:

- Voor vaste, verzonken kosten geldt een discontovoet van 1,6 procent. Dit zou bijvoorbeeld gelden voor eventuele toekomstige investeringen door Schiphol in luchthavencapaciteit (zie paragraaf 3.1.1);
- Voor sterk niet-lineair verlopende baten is de discontovoet 2,9 procent. Het gaat hier om twee voorwaarden waaraan moet zijn voldaan:
 - Baten die veel sterker dan lineair toenemen met het gebruik. Deze voorwaarde is vaak van toepassing bij capaciteitsknelpunten (denk aan congestie op een weg): die kunnen bij hogere groei van de vraag bijvoorbeeld vijf keer zo groot zijn als bij lage groei van de vraag;
 - En waarbij het gebruik sterk afhangt van de stand van de economie. Dit is bij Schiphol het geval, want de vraag naar luchtvaart neemt in het WLO-Hoog-scenario veel sterker toe dan in het WLO-Laal-scenario.

⁴ 'Reële' betekent hier: exclusief inflatie. In MKBA's zijn alle kosten en baten exclusief inflatie, omdat ze worden uitgedrukt in euro's van hetzelfde jaar. Daarom is ook de discontovoet exclusief inflatie.

Om na te gaan of aan de eerste voorwaarde is voldaan, kijken we naar de MKBA-resultaten. We gaan in het bijzonder na of de door krimp gemiste luchtvaartbaten in het WLO-Hoog-scenario veel groter zijn dan in het WLO-Laag-scenario. Daarbij is van belang dat de gemiste luchtvaartbaten in deze MKBA niet worden bepaald door het verschil tussen ongerestricteerde vraag (die sterk verschilt tussen de scenario's) en een gerestricteerd, vast aanbod. In deze MKBA gaat het in de meeste beleidsvarianten om het verschil tussen verschillende niveaus van gerestricteerd aanbod, zoals het verschil tussen 500.000 en 440.000 vluchten. Op basis van deze analyse is gekozen om ook de (gemiste) luchtvaartbaten met 2,25 procent te disconteren.

8. Resultaten presenteren

We laten de gecumuleerde gediscanteerde en gecumuleerde kosten en baten zien over drie perioden: vanaf 2025 tot en met de steekjaren 2029, 2040 en 2050. 2040 en 2050 zijn gebruikelijke zichtjaren. Het jaar 2029 is gekozen in plaats van het gebruikelijke jaar 2030 omdat de beperking van het aantal vluchten tot 440.000 in het kabinetsbesluit in beginsel vijf jaar duurt: van 2025 tot en met 2029.

We vatten de resultaten van de MKBA samen in tabellen met verschillende soorten kosten en baten, voor Nederland als geheel. Daarnaast voegen we tabellen toe waarin zichtbaar wordt hoe groot de kosten en baten zijn voor luchtvaartmaatschappijen (totaal), Schiphol, gebruikers van luchtvaart (passagiers en vrachtverladers), de Nederlandse economie (indirecte effecten), de omgeving (geluid), het milieu en overige stakeholders. In deze tabellen worden verschillen tussen de twee langetermijnsscenario's (WLO-Laag en WLO-Hoog) weergegeven met bandbreedtes: "... à ...". We hebben getracht om niet-gekwantificeerde PM-posten zoveel mogelijk te vermijden; dat is grotendeels gelukt.

2.3 Berekeningen welvaartseffecten

Effecten in de luchtvaart

Voor de directe effecten kijken we naar de drie belangrijkste (groepen) actoren: de luchthaven, de luchtvaartmaatschappijen (inclusief vracht) en de reizigers. Het effect van beleidsveranderingen voor elk van deze groepen actoren is sterk afhankelijk van hoe deze actoren met elkaar interacteren en het (strategisch) gedrag van de ander. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het wel of niet doorrekenen van kostenverhogingen als gevolg van het beleid (zowel in het nulalternatief als in beleidsalternatieven) door luchtvaartmaatschappijen aan de reizigers of de mate waarin reizigers hun reisgedrag (keuze voor vertrek-/aankomstluchthaven) aanpassen. Het strategisch gedrag van luchtvaartmaatschappijen (welke bestemmingen bieden we aan en met welke prijs, kwaliteit en frequentie?) is geen integraal onderdeel van de bestaande luchtvaartmodellen in Nederland en krijgt daarom extra aandacht binnen dit onderzoek. De effecten verschillen naar verwachting namelijk voor verschillende netwerken die kunnen ontstaan gegeven de beleidsveranderingen. Door een capaciteitsrestrictie (of een verruiming ervan) ontstaat er schaarste, hetgeen leidt tot verhoging van ticketprijzen met gevolgen voor het aanbod, de vraag en de interactie tussen beide.

Gebruikers van luchtvaart

De directe effecten voor gebruikers van de luchtvaartdiensten (reizigers en vracht) bestaan uit veranderingen in de totale (gegeneraliseerde) reiskosten. De gegeneraliseerde reiskosten kunnen gezien worden als de totale kosten van het vliegen en bestaan uit de kosten van het ticket, de reistijd, luchthavenspecifieke elementen (parkeerkosten etc.) en kwaliteitsdimensies (betrouwbaarheid, gemak van overstap, etc.). Het gedrag van gebruikers van de luchtvaartdiensten is gebaseerd op de gegeneraliseerde reiskosten. Als de gegeneraliseerde reiskosten stijgen zal

de gebruiker zijn/haar reisgedrag aanpassen, bijvoorbeeld door een andere luchthaven of een ander vervoermiddel te kiezen, of af te zien van de reis. Overigens zal een deel van de reizigers via Schiphol blijven reizen en de kostenstijging voor lief nemen. Al deze effecten hebben impact op de welvaart van gebruikers.

Deze veranderingen van de gegeneraliseerde reiskosten berekenen we in de krimpvariant op basis van de prijsverhogingen die in AEOLUS worden ingezet om het aantal vluchten onder het gekozen capaciteitsplafond te houden. Bij andere beleidsvarianten wordt echter een prijsverhoging verondersteld. Vervolgens berekenen we het welvaartseffect met de *'rule of half'*, op basis van de AEOLUS-uitkomsten.

Interactie tussen aanbod en vraag

Het keuzegedrag van de gebruikers en het strategisch gedrag van luchtvaartmaatschappijen interacteert met elkaar en vormt uiteindelijk – gegeven de beleidsveranderingen – een nieuw evenwicht. Het inschatten van dit nieuwe evenwicht gaat aan de hand van economische (spel)theorie, economische gedragstheorie, input van de opdrachtgevers en luchtvaartmodellen.

Markt- en concurrentieanalyse

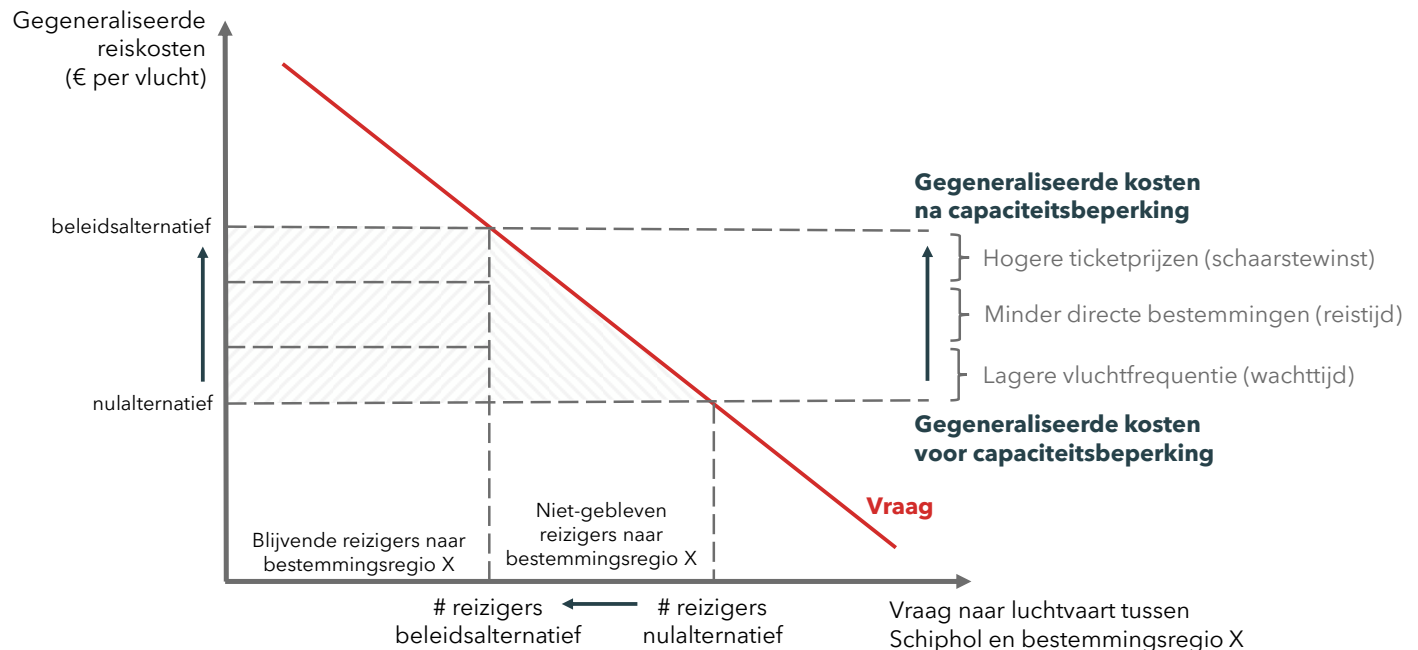
We beginnen met een markt- en concurrentieanalyse. Daarin gaan we na welke invloed beperking van vluchten heeft op de vluchten die luchtvaartmaatschappijen aanbieden, zowel voor passagiers als vracht. Daarbij gebruiken we de resultaten van het NetCost-model van SEO zoals ook gebruikt in SEO/NLR (2022). Het startpunt is het netwerk in bestaande doorrekeningen (zie Beleidsalternatieven). Dit gebruiken we als basis in het nulalternatief (hoog en laag langetermijnsceario). Het resultaat van de markt- en concurrentieanalyse is een set bestemmingen in elk van de beleidsalternatieven, voor elk van de twee langetermijnsceario's.

Op basis van de set bestemmingen uit de markt- en concurrentieanalyse berekenen we de invloed op de frequenties, de prijzen en de keuzes van reizigers en vrachtvervoerders met het model AEOLUS. De markt- en concurrentieanalyse wordt nader toegelicht in bijlage A.

Onderstaande figuur laat zien dat de effecten van krimp voor gebruikers uit verschillende onderdelen bestaan. Op de horizontale as is zichtbaar dat het aantal reizen dat mogelijk is tussen Schiphol en een bestemming afneemt onder invloed van een restrictie van het aantal vluchten. De restrictie leidt tot minder vluchten waardoor het aantal directe bestemmingen afneemt, het aantal vluchten per week (vluchtfrequentie) daalt en gebruikers langere reizen en wachttijden ondervinden. Voor reizigers betekent dit dat de gegeneraliseerde reiskosten toenemen, waardoor de vraag daalt. Als de vraag naar vluchten dan nog steeds hoger is dan het gerespecteerde aanbod, zullen luchtvaartmaatschappijen de ticketprijzen zodanig verhogen dat vraag en aanbod weer in evenwicht zijn. De ticketprijsverhoging is een nadeel voor gebruikers en tegelijk een voordeel ('schaarstewinst') voor luchtvaartmaatschappijen (SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde, 2021, p. 27). Het nadeel voor de reizigers die niet meer via Schiphol naar een bestemmingsregio (en terug) reizen wordt in de figuur weergegeven met een driehoek en wordt berekend met de *'rule-of half'*. Het nadeel voor de 'blijvende' reizigers is weergegeven als een rechthoek (links van de driehoek) en bestaat uit de genoemde componenten.

In varianten waarin niet de capaciteit van de luchthaven wordt beperkt maar de prijs stijgt (bijvoorbeeld door meerkosten van schone brandstoffen of een hogere vliegbelasting), gaat in eerste instantie de ticketprijs omhoog. Dat leidt tot minder vraag, waardoor het aantal bestemmingen en de vliegfrequenties toenemen. De onderstaande figuur is dan nog steeds van toepassing, alleen komen de hogere ticketprijzen dan niet meer voort uit schaarstewinsten.

Figuur 2.3 Er zijn meerdere soorten effecten voor gebruikers



Bron: SEO Economisch Onderzoek, CE Delft

Welvaartseffecten voor gebruikers

De welvaartseffecten voor gebruikers zijn gelijk aan de daling van het consumentensurplus. Effecten voor buitenlandse gebruikers van Schiphol tellen niet mee, conform de werkwijzer. Voor Nederlandse reizigers die nog steeds hun reis via Schiphol maken is de inschatting van de verandering in het consumentensurplus gelijk aan de verandering in de gegeneraliseerde reiskosten. Voor Nederlandse reizigers die hun reis niet meer maken of naar een andere luchthaven uitwijken, geeft de MKBA-werkwijzer Luchtvaart aan om 'gemiddeld de helft van de verandering in de gegeneraliseerde reiskosten' mee te wegen (SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde, 2021, p. 36). Deze 'rule of half' (halveringsregel) is gebaseerd op de impliciete aanname dat het vooral de reizigers met de minste betalingsbereidheid (en dus consumentensurplus) zijn die als eerste hun gedrag aanpassen bij een kostenstijging. De *rule of half* komt erop neer dat een 'afhaker' door een restrictie gemiddeld genomen half zoveel nadeel ondervindt als iemand die via Schiphol blijft vliegen.

Passagiers

De belangrijkste aannames bij passagiers zijn:

- Een lagere vliegfrequentie is voor zakelijke reizigers gemonetariseerd door de gemiddelde extra tijd tussen gewenste vertrektijd (uniform verdeeld over de tijd)⁵ en de feitelijke vertrektijd te waarderen met een kwart van de tijdwaardering van vliegtijd.⁶ De aanname is hierbij dat zakelijke reizigers deze 'wachttijd' thuis, op kantoor, in een hotelkamer of met *sightseeing* in een buitenlandse stad doorbrengen, en dat deze tijd daardoor

⁵ Hierbij is uitgegaan van vluchten gedurende 16 uur per dag, omdat er 's nachts relatief weinig vluchten plaatsvinden en de meeste reizigers niet 's nachts willen vertrekken.

⁶ Uit SEO (2022a, p. 31), een onderzoek naar zakelijke reizigers uit de Metropoolregio Amsterdam, blijkt dat voor een vlucht binnen Europa de waardering van een uur eerder aankomen gelijk is aan zo'n 23 procent van de waardering voor een uur vliegtijd. Omdat de vliegfrequenties geaggregeerd zijn op regioniveau is gekozen voor het hogere, afgeronde aandeel.

productiever en aangenamer wordt besteed dan vliegtijd. Voor niet-zakelijke reizigers is verondersteld dat het niet gaat om kosten, omdat deze 'wachttijd' thuis of op een toeristische bestemming wordt doorgebracht;

- De welvaartseffecten met betrekking tot reistijd zijn gebaseerd op het aantal passagiers dat in het beleidsalternatief niet langer de mogelijkheid heeft om zonder overstap naar zijn/haar gewenste bestemming te vliegen (zie bijlage A). Wederom is voor niet-zakelijke reizigers verondersteld dat het niet gaat om kosten omdat dit type reizigers bij een additionele overstap veelal kiest voor een andere bestemming (binnen dezelfde regio). Voor de zakelijke reizigers is de additionele overstap bij een indirecte vlucht gelijkgesteld aan het welvaartseffect van 2,5 uur extra vliegtijd. Dit is dezelfde waardering als de aanname in AEOLUS;
- Voor passagiers die niet meer via Schiphol reizen is het welvaartseffect berekend met de zogenaamde halveringsregel (*rule of half*);
- Belastingen (vliegbelasting): Voor de verandering van de passagiersvolumes op alle Nederlandse luchthavens wordt de 'gemiste' vliegbelastingopbrengst berekend. Dit betekent dat de daling bij Schiphol gedeeltelijk wordt opgevangen door een stijging van het aantal passagiers op Rotterdam-The Hague, Eindhoven, Groningen-Eelde en Maastricht-Aken.

Luchtvracht

De belangrijkste aannames met betrekking tot luchtvracht zijn:

- Van de welvaartseffecten belandt 39,4 procent bij Nederlandse bedrijven. Van alle via en door Schiphol vervoerde goederen heeft 78,8 procent van de totale waarde een Nederlandse herkomst of bestemming (oftewel het is geen doorvoer; Decisio, 2019). Omdat het niet mogelijk is te bepalen welk deel van de welvaartsbijdrage betrekking heeft op Nederland of het buitenland, gaan we er vanuit dat de helft van deze welvaartsbijdrage in Nederland neerstrijkt (dus $78,8/2 = 39,4$ procent);
- Het volume-effect wordt berekend op basis van de halveringsregel (*rule of half*), oftewel de helft van de stijging van de gegeneraliseerde reiskosten (de vrachttarieven) maal de daling van de vrachtvolumes. Omdat de vrachttarieven per vliegtuig (*full freighter*) bekend zijn, gaan de berekeningen wat betreft de volumes uit van het aantal vrachtluchten.

Luchtvaartmaatschappijen

Box 2.3 Sterke krimp kan de hubfunctie van Schiphol beïnvloeden

Een uitgebreid bestemmingennetwerk in de vorm van een hub biedt voordelen in de vorm van kortere reistijden, lagere gegeneraliseerde reiskosten en eventuele bredere economische effecten (agglomeratie-effecten, vestigingsplaatseffecten). Vanuit bedrijfseconomisch perspectief is het hubsysteem aantrekkelijk vanwege *economies of density*, waardoor de gemiddelde kosten relatief laag liggen. Er zijn diverse studies naar 'dehubbing' uitgevoerd (Redondi et al., 2012; Bilotkach et al., 2014; Cattaneo et al., 2018). In al deze gevallen is dehubbing een rechtstreeks gevolg van een slechte financiële positie van luchtvaartmaatschappijen en niet van beleidsmatige krimp. Als onderdeel van de uit te voeren MKBA geven we een (onderbouwde) inschatting van de effecten voor en de ontwikkeling van het hubsysteem op Schiphol in de verschillende beleidsvarianten. De hiervoor genoemde onderzoeken naar dehubbing zijn hierbij een uitgangspunt, maar ook de parallel met luchthavens waar sprake is van aanhoudende capaciteitsrestricties. Londen Heathrow is hiervan het bekendste voorbeeld en de ontwikkeling daar laat zien dat er een grote focus komt op de 'dikste' routes, terwijl kleinere (intercontinentale en ook binnenlandse) bestemmingen verdwijnen. Ook neemt de gemiddelde vliegtuiggrootte toe op luchthavens met capaciteitsbeperkingen (Gelhausen et al., 2021). De mate waarin een hubsysteem de aantrekkelijke optie is voor de *hubcarrier* hangt sterk samen met de capaciteit en deze relatie kent waarschijnlijk een niet-lineair verloop. Hierdoor kan er vanaf een bepaalde (daling in) capaciteit een zelfversterkend patroon optreden waarbij het hubsysteem zwaar onder druk komt te staan, onder andere doordat op concurrerende hubluchthavens zich minder capaciteitsrestricties voordoen. Wanneer steeds meer vluchten uit het hubnetwerk verdwijnen (of frequenties worden verlaagd) en dit ook vluchten betreft met relatief veel transfers, dan werkt deze verschriving van het netwerk steeds sterker door op de rest van het netwerk. In eerder onderzoek heeft SEO (2015) onder een bepaalde set van aannames laten zien dat er versnelde 'afkalving' van het netwerk optreedt wanneer het aantal transferpassagiers met meer dan dertig procent afneemt. Vanaf dat moment zijn de herstelmechanismen (prijsdalingen en frequentiereducties) voor steeds meer routes uitgeput en zullen de hubcarrier en partners veel routes staken, wat weer leidt tot nog verdere netwerkrationalisatie. Er ontstaat dan mogelijk een negatieve spiraal.

Bron: SEO, CE Delft en Significance

Schaarstewinsten en belastingopbrengsten

Eventuele schaarstewinsten van luchtvaartmaatschappijen – stijging van de winst door hogere ticketprijzen als gevolg van toegenomen capaciteitsschaarste – zijn een overdracht tussen consument en producent voor degenen die blijven vliegen. Hierbij is de nationale afbakening van een MKBA van belang. Een overdracht van een buitenlandse consument naar een nationale producent levert directe effecten voor Nederland op, terwijl een overdracht van een nationale consument naar een internationale producent een nadeel voor Nederland betekent. Bij het meenemen van eventuele schaarstewinsten houden we daarom rekening met het woonland van zowel de consument als de producent. Het aandeel Nederlandse gebruikers kan worden afgeleid uit enquêtegegevens. Daarnaast dienen alleen de schaarstewinsten die terechtkomen bij Nederlandse aandeelhouders van luchtvaartmaatschappijen (inclusief het deel dat wordt opgebracht door buitenlandse gebruikers) meegenomen te worden. De eigendomsverhoudingen van luchtvaartmaatschappijen kunnen worden afgeleid uit gegevens over de verdeling van hun aandelenkapitaal. Schaarstewinsten hebben vooral betrekking op O/D-verkeer, omdat (grote) prijsverhogingen bij transferverkeer al snel leiden tot uitwijken naar een andere transferluchthaven. Hiermee is in de MKBA rekening gehouden. Ook bij belastingopbrengsten gaan we na welk deel door buitenlanders wordt betaald.

Box 2.4 In de MKBA worden de modellen NetCost en AEOLUS gebruikt

In de werkwijzer wordt aanbevolen om vraag, aanbod en prijzen van luchtvaart in te schatten met modellen. Nederland kent twee van deze modellen, AEOLUS en NetCost:

- AEOLUS modelleert de effecten op het niveau van regionale zonecombinaties. Daardoor kan niet worden nagegaan in hoeverre een verandering in bijvoorbeeld de ticketprijs het gevolg is van een daadwerkelijke prijsverandering en in hoeverre veranderingen in samenstellingen van het aanbod een rol spelen. De verwachting is dat luchtvaartmaatschappijen strategisch andere keuzes gaan maken bij de verschillende gerestricteerde capaciteitsniveaus. Een voordeel van AEOLUS is dat de langetermijn-scenario's (WLO-scenario's) zijn opgesteld met het model. Ook zijn in de effectenstudie van het CO₂-plafond WLO-scenario's met COVID-correctie ontwikkeld met behulp van AEOLUS (CE Delft, 2022b). Deze scenario's zijn een goede basis voor deze studie;
- NetCost kent deze nadelen niet omdat de effecten op het individuele routeniveau worden gemodelleerd. De prijsmodule in het NetCost-model is econometrisch geschat op data over verkochte tickets. De prijzen in de module hangen af van de vliegafstand, het concurrentieniveau in de markt, het type maatschappij (netwerkmaatschappij of *low-cost carrier*), en het type route (direct of indirect).

Voor beide modellen geldt dat een verandering van het netwerk als input in het model dient te worden meegegeven. Als KLM bijvoorbeeld besluit om een deel van het Britse of Scandinavische hubnetwerk niet meer uit te voeren vanwege de capaciteitsrestricties, dan is dit niet een uitkomst van de modellen, maar een input. Dit betekent ook dat voorafgaand aan het gebruik van AEOLUS of NetCost om de directe luchtvaarteffecten in kaart te brengen er een onderzoeksfase is waarin een inschatting gemaakt moet worden van de ontwikkeling van het (type) aanbod wat door luchtvaartmaatschappijen gevlogen gaat worden. Dit kan op basis van kennis van economische literatuur en theorie (speltheorie, met daarbij retaliatie en *dehubbing*) aangevuld met een plausibiliteitsstoets met model- en luchtvaartexperts (waaronder de praktijkinzichten vanuit de opdrachtgevers) per beleidsvariant.

We gebruiken het NetCost-model om in te schatten welke bestemmingen wegvallen, maar kiezen voor de verdere berekeningen (frequenties, aantal reizigers, hoeveelheid vracht, prijsstijgingen) voor AEOLUS vanwege het brede draagvlak voor dit model. We lichten de wijze waarop we de modellen inzetten toe in bijlage A.

Voor het gebruik van AEOLUS is toestemming van het ministerie van IenW nodig. IenW heeft toestemming gegeven onder de volgende voorwaarden:

- De modelruns die met AEOLUS ten behoeve van deze MKBA worden gedraaid, worden ter informatie naar Rijkswaterstaat gestuurd;
- IenW ontvangt daarbij graag een rapportage waarin duidelijk is opgenomen welke beleidsaannames in AEOLUS worden gekozen en doorgerekend in de nul- en projectalternatieven van de MKBA. In de recent geactualiseerde luchtvaartprognoses is uitgegaan van het op dit moment vastgestelde beleid - afwijkingen daarvan zouden gerapporteerd moeten worden;
- Als het gebruik van AEOLUS tijdens de uitvoering van deze MKBA volgens het consortium aanpassingen aan het model vraagt, dan legt het consortium voorstellen daartoe eerst voor aan Rijkswaterstaat. Dergelijke aanpassingen worden na goedkeuring van Rijkswaterstaat uitsluitend door IenW geïnitieerd.

De onderzoekers en de opdrachtgevers van deze MKBA zijn akkoord gegaan met deze voorwaarden.

Bron: SEO, CE Delft en Significance

In deze rapportage worden geen effecten, kosten en baten voor afzonderlijke luchtvaartmaatschappijen gepresenteerd omdat deze cijfers concurrentiegevoelig zijn.⁷ We laten deze resultaten wel zien voor alle maatschappijen samen (zie het tekstkader hieronder).

⁷ Met KLM is afzonderlijk gecommuniceerd over uitkomsten voor de KLM/Air France groep, maar niet over andere luchtvaartmaatschappijen.

Box 2.5 Effecten kunnen verschillen tussen luchtvaartmaatschappijen

De hier gepresenteerde effecten hebben betrekking op alle luchtvaartmaatschappijen en alle bestemmingen samen. De verwachting is echter dat er onderlinge verschillen zijn. Winsten verschuiven mogelijk tussen maatschappijen door bedrijfseconomische beslissingen die zij binnen de capaciteitsgrenzen (moeten) nemen voor afzonderlijke bestemmingen. Als bijvoorbeeld een 'dagrandverbinding' ('s ochtends heen, 's avonds terug) wordt geschrapt, kunnen reizigers voor een andere maatschappij kiezen. De hieronder gepresenteerde hogere schaarstewinsten zullen daardoor niet noodzakelijk door alle maatschappijen worden gerealiseerd.

Bron: SEO, CE Delft en Significance

Het welvaartseffect voor luchtvaartmaatschappijen in de MKBA bestaat uit een verandering van het producentensurplus, dat wil zeggen een verandering van overwinsten. Het producentensurplus is het verschil tussen de marktprijs en de minimale prijs waarvoor de aanbieder van een goed of dienst nog bereid is om het te verkopen. Een producentensurplus ontstaat als gevolg van marktmacht of -regulering. Een monopolist of oligopolist met marktmacht kan de marktprijs hoger zetten dan de minimale prijs. Het verschil wordt vaak aangeduid als 'overwinst'.⁸

Overwinst is niet hetzelfde als reguliere winst. Winst dient deels als een vergoeding voor aandeelhouders, als compensatie voor het feit dat zij hun geld in het bedrijf steken en daarmee risico's nemen, met name het risico van daling van de waarde van hun aandelen. Dat deel van de reguliere winst kan worden gezien als de kosten van de productiefactor kapitaal. Wel maakt eventuele overwinst ook deel uit van de reguliere winst.

Veranderingen van het producentensurplus (overwinsten) komen voort uit de hierboven beschreven schaarstewinsten en uit:

- een volume-effect: daling of stijging van het aantal passagiers en vracht leidt tot meer of minder overwinst;
- vaste kosten per passagier: deze worden bij hogere aantallen passagiers kleiner en bij lagere aantallen passagiers juist groter;
- mogelijk tijdelijke negatieve effecten op overwinsten door strategisch gedrag om slots te behouden.

Volume-effect

De nettowinst van Europese luchtvaartmaatschappijen na belastingen was in 2019, het laatste jaar voor de pandemie, 3,1 procent van de omzet en 5,42 dollar per passagier, ofwel 5,16 euro (IATA, 2022, p. 21).⁹ Welk deel daarvan overwinst (producentensurplus) was, is niet duidelijk. Wel is aannemelijk dat een groot deel hiervan een vergoeding voor kapitaalverschaffers is. Anderzijds is het niet waarschijnlijk dat de overwinsten nul zijn. Uit de markt- en concurrentieanalyse die in deze MKBA is uitgevoerd, blijkt dat er in een deel van de marktsegmenten (bestemmingen) sprake is van marktmacht en in een ander deel juist niet of nauwelijks. In deze MKBA nemen we tentatief aan dat het producentensurplus van luchtvaartmaatschappijen op Schiphol gemiddeld 1 euro per passagier en 1 euro per 100 kilo vracht bedraagt.

⁸ Deze overwinsten worden ontvangen door aanbieders van luchtvaart en betaald door gebruikers van luchtvaart. Per saldo is het welvaartseffect dus nul. Echter, het surplus wordt slechts voor een deel betaald door Nederlandse gebruikers en ook voor een deel ontvangen door Nederlandse aandeelhouders. Daardoor kan er per saldo toch een netto-welvaartseffect voor Nederland zijn.

⁹ Tegen de gemiddelde dollarkoers van 0,9518 euro in 2022 (ECB, n.d.).

Effect van vaste kosten

Naast het volume-effect houden we rekening met kosten die vast zijn. Deze kosten dalen of stijgen niet mee met het aantal vluchten. We nemen de samenstelling van de kosten in het jaarverslag 2019 van KLM als basis om in te schatten welke kosten vast en welke variabel zijn (KLM, 2020, p. 111). De grootste kostenposten zijn:

- 'External expenses': Dit omvat ruim de helft van de kosten. Het betreft met name vliegtuigbrandstof, vliegtuigonderhoud, 'landing fees', 'handling charges and other operating costs', 'commercial and distribution costs', en catering (KLM, 2020, p. 174). Deze kostensoorten lijken variabel te zijn. Licenties die nodig zijn voor de operatie van een airline hebben een meer vast karakter;
- 'Employee compensation and benefit expenses': Dit omvat ruim een kwart van de kosten. Deze kosten zijn op korte termijn (1 tot 2 jaar) moeilijk aanpasbaar, maar op (middel)lange termijn (5 jaar of meer) wel. Een klein deel van het personeel moet vanuit safety en compliance eisen altijd aanwezig blijven;
- Afschrijvingen: ongeveer een tiende deel van de kosten. Dit betreft grotendeels vliegtuigen, in bezit of geleased (KLM, 2020, pp. 176, 191, 124). Als het aantal vluchten op Schiphol daalt, kunnen vliegtuigen op andere vluchten worden ingezet, door de airline zelf of door verkopen of verhuren. Daarbij is van belang dat een deel van de Schiphol passagiers uitwijkt naar andere luchthavens; daar zijn meer vliegtuigen nodig. Naast vliegtuigen zijn er gebouwen, hangars en onderhoudsfaciliteiten die zich niet goed lenen voor ander gebruik en dus wel vaste kosten betreffen.

Gezien het – op korte en middellange termijn – sterk variabele karakter van het grootste deel van de kosten, en omdat de capaciteitsbeperking door het krimpbesluit geleidelijk toeneemt in de tijd, nemen we aan dat de meeste kosten aanpasbaar zijn. Op basis van de hiervoor genoemde cijfers van IATA (2022) kunnen we berekenen dat de gemiddelde kosten per passagier 170 dollar zijn.¹⁰ We veronderstellen tentatief dat vijf procent van de kosten ook op termijn niet aanpasbaar is. Dit betreft $(0,05 \times 170 =)$ 8,50 euro per 'verdwenen' passagier. Op basis daarvan schatten we de negatieve welvaartseffecten van minder passagiers en minder vracht voor de aandeelhouders van luchtvaartmaatschappijen (de vermindering van het aantal passagiers en tonnen vracht is ontleend aan AEOLUS-uitkomsten; zie bijlage E).

Negatief effect op overwinsten door strategisch gedrag

In de eerste jaren na invoering van het maximum aantal vluchten ligt het gerealiseerde aantal vluchten nog onder het plafond. Hierdoor lopen luchtvaartmaatschappijen het risico dat zij 'slots' (vliegrechten) kwijtraken. Als zij minder dan tachtig procent van een slot gebruiken, wordt het slot ingetrokken. Dit zal de maatschappijen bewegen om de slots (bijna) 'vol te vliegen'. Om dat te bereiken zullen zij hun prijzen tijdelijk verlagen. Deze daling leidt tot een daling van het producentensurplus (overwinsten). In de AEOLUS-berekeningen is dit meegenomen. De tijdelijke verlaging vormt een even groot voordeel voor de gebruikers van Schiphol.

Effecten voor Nederlanders en buitenlanders

De aandeelhouders van de luchtvaartmaatschappijen die op Schiphol vliegen zijn deels Nederlands, deels buitenlands.¹¹ De aandelen van de grootste gebruiker van Schiphol, Air France-KLM, zijn voor 9,3 procent in handen van de Nederlandse Staat. Andere grote aandeelhouders zijn de Franse Staat (28,6 procent) en enkele buitenlandse luchtvaartmaatschappijen. Institutionele beleggers, fondsen of bedrijven hebben 43,4 procent van de aandelen in handen.¹² Onbekend is of deze organisaties in bezit zijn van Nederlanders of buitenlanders. Air France-KLM is

¹⁰ De winst is 5,42 dollar per passagier en 3,1 procent van de omzet. Daaruit volgt dat de omzet per passagier $(5,42/0,031 =)$ 175,84 dollar is. Daarvan is 5,42 dollar winst per passagier en de rest, $(175,84 - 5,42 =)$ 170,42 dollar, zijn de kosten per passagier.

¹¹ Met Nederlanders wordt hier inwoners van Nederland bedoeld; het gaat dus niet om de nationaliteit.

¹² <https://www.airfranceklm.com/en/finance/air-france-klm-capital/shareholding-structure>

(inclusief het aandeel van 9,3 procent van de Nederlandse Staat) mogelijk voor zo'n vijftien procent in handen van Nederlandse aandeelhouders. De aandeelhouders van andere luchtvaartmaatschappijen die op Schiphol vliegen zijn waarschijnlijk slechts voor een klein deel Nederlanders, mogelijk enkele procenten. Het aandeel van de groep Air France-KLM, inclusief dochteronderneming Transavia, in termen van passagiers op Schiphol is 57,8 procent in 2019 (Schiphol, 2019, p. 37). Op basis van deze incomplete cijfers schatten we het aandeel van Nederlandse aandeelhouders in het geheel van de (overwinsten van) luchtvaartmaatschappijen tentatief op tien procent.

Doorberekenen van (meer)kosten aan gebruikers

In deze studie veronderstellen we dat relatief kleine kostenveranderingen bij luchtvaartmaatschappijen voor 75 procent worden doorberekend in ticketprijzen en vrachtprijzen (hieronder wordt een andere veronderstelling beschreven voor grote kostenstijgingen). 75 procent van kostenstijgingen wordt dus uiteindelijk betaald door passagiers of ontvangen als het om kostenverlagingen gaat. De overige 25 procent wordt niet doorgegeven in de prijzen en (dus) betaald of ontvangen door de luchtvaartmaatschappijen. Dit is gebaseerd op de observatie dat er verschillende deelmarkten zijn:

- In deelmarkten met scherpe concurrentie maken luchtvaartmaatschappijen geen overwinst (in economisch jargon: het producentensurplus is nul). In deze markten worden kostenstijgingen volledig doorgegeven in de prijzen omdat luchtvaartmaatschappijen geen ruimte hebben om de kostenstijging op een langdurige wijze vanuit de eigen overwinst te bekostigen. Kostendalingen worden daarentegen ook volledig doorgegeven onder invloed van diezelfde concurrentie.
- Er zijn echter ook deelmarkten met slechts één aanbieder of enkele aanbieders. In deze deelmarkten is er sprake van een bepaalde mate van marktmacht waardoor er overwinsten (producentensurplus) bestaan. Afhankelijk van de marktomstandigheden zullen aanbieders in deze markten een deel van kostenstijgingen opvangen door hun prijzen niet evenredig te verhogen. Daarmee vangen ze de kostenstijgingen dus deels op ten nadele van de eigen overwinst. De reden om deze strategie te volgen is bijvoorbeeld om het marktaandeel op de route op peil te houden, of dat de route aantrekkelijk kan zijn in combinatie met andere bestemmingen. Uit onderzoek blijkt dat de mate waarin kostenveranderingen worden doorberekend in de prijzen, varieert van 50 tot 100 procent, afhankelijk van de mate van concurrentie en de vorm van de vraagcurve (Koopmans & Lieshout, 2016). In deze studie gaan we uit van het gemiddelde van deze bandbreedte: 75 procent.

Doorberekening verhoging vliegbelasting aan gebruikers

Voor grotere kostenstijgingen geldt een andere benadering. Dit geldt met name voor de verhoging van de vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant. De kostenstijging die hieruit voortkomt is op lange termijn zeer groot in verhouding tot de overwinsten van luchtvaartmaatschappijen. Ter vergelijking: de verhoging van de vliegbelasting betreft in 2050 tientallen euro's per passagier; de overwinsten van luchtvaartmaatschappijen schatten we in dit rapport op één euro per passagier. Dit impliceert dat luchtvaartmaatschappijen gedwongen zijn om het overgrote deel van de vliegbelastingen door te berekenen in de prijzen die passagiers en vracht betalen. Een klein deel gaat ten koste van de overwinsten. Het is niet aannemelijk dat marktmacht en overwinsten volledig verdwijnen als gevolg van de vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant. Met name op sommige lokale markten zal nog steeds sprake zijn van een beperkt aantal aanbieders. We veronderstellen dat de overwinsten in WLO-Hoog in 2050 worden gehalveerd door de verhoging van de vliegbelasting. In de periode tot 2050 (en ook in WLO-Laag) is de daling van de overwinst evenredig met de stijging van de vliegbelasting ten opzichte van het huidige niveau. Het resterende (overgrote) deel van de vliegbelasting wordt volledig doorberekend in de prijzen.

In 2050 wordt de overwinst in WLO-Hoog door de hogere vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant gehalveerd van één euro per passagier naar een halve euro per passagier. De winst van luchtvaartmaatschappijen daalt dan met een halve euro per passagier. Door de lagere overwinst dalen de prijzen (excl. vliegbelasting) voor passagiers

met een halve euro. Dat is in het scenario WLO-Hoog 2,28 procent van de gemiddelde verhoging van de vliegbelasting in 2050. Voor de andere jaren (2025 t/m 2049) gaan we ervan uit dat de prijzen (excl. vliegbelasting) ook dalen met 2,28 procent van de gemiddelde verhoging van de vliegbelasting in die jaren. Ook in WLO-Laag veronderstellen we dat deze prijsdaling 2,28 procent is van de gemiddelde verhoging van de vliegbelasting. De gebruikers betalen dus uiteindelijk niet de volle vliegbelasting, maar 97,72 procent (100-2,28) van de verhoging van de vliegbelasting.

Belastingen: vennootschapsbelasting

Op basis van de verandering van de bedrijfswinsten schatten we het effect op de inkomsten uit de vennootschapsbelasting voor de Nederlandse Staat. We veronderstellen dat over 75 procent van de winsten van luchtvaartmaatschappijen op Schiphol belasting wordt geheven in Nederland.¹³ Dit aandeel geldt ook voor de verandering van de winsten. Het veronderstelde belastingtarief is gelijk aan de gemiddelde effectieve belastingdruk in Nederland van 22,43 procent zoals gerapporteerd door Van der Geest en Peters (2022).

Het bedrijf Schiphol

De directe effecten voor het bedrijf Schiphol beperken zich tot het effect op de non-aeronautische activiteiten, want de aeronautische activiteiten worden kostengeoriënteerd gereguleerd. Op basis daarvan veronderstellen we dat de aeronautische activiteiten van Schiphol geen producentensurplus genereren. Op basis van de winst per passagier op non-aeronautische activiteiten maken we een inschatting van de verandering van de winst van Schiphol bij lagere passagiersaantallen. Vervolgens gaan we na in hoeverre deze verandering ook een verandering van het producentensurplus betreft.

Producentensurplus

In het laatste jaar voor de pandemie (2019) boekte de Royal Schiphol Group op “Consumer Products & Services” een exploitatieresultaat van 206 miljoen euro (Schiphol, 2020, p. 102). Dit betreft grotendeels concessies (voor bijvoorbeeld winkels) en parkeeropbrengsten. In dat jaar vervoerde de Royal Schiphol Group in totaal 80,5 miljoen passagiers (Schiphol, 2020, p. 10). De winst per passagier was daarmee $(206/80,5=)$ 2,56 euro.¹⁴ Dit bedrag gebruiken we om het effect van het aantal passagiers op de niet-aeronautische winst van Schiphol te schatten.¹⁵ De vermindering van het aantal passagiers is ontleend aan AEOLUS-uitkomsten (zie bijlage E). Daarbij geldt dat de maatschappelijke baat niet bestaat uit de winst maar uit het producentensurplus dat slechts een deel van de winst vormt.¹⁶ Hoe groot het producentensurplus van Schiphol is, is niet bekend. We schatten het tentatief op 1 euro per passagier.¹⁷

¹³ Hieronder vallen in ieder geval Nederlandse partijen als KLM en Transavia, maar mogelijk ook buitenlandse maatschappijen met een Nederlandse dochter. Het aandeel in de passagiers- of vrachtmarkt op Schiphol is niet noodzakelijkerwijs gelijk aan het aandeel in de totale winst.

¹⁴ We nemen aan dat de hoeveelheid vracht geen effect heeft op de winst of het producentensurplus van het bedrijf Schiphol uit non-aeronautische activiteiten.

¹⁵ Deze winst per passagier heeft betrekking op alle 80,5 miljoen passagiers van de Royal Schiphol Group. Daarvan reizen er 71,7 miljoen via Schiphol. Mogelijk is de winst per passagier op Schiphol hoger dan op andere luchthavens, door hogere parkeertarieven en wellicht meer winkels en horeca (per passagier) en meer transferpassagiers. We beschikken echter niet over de winst per Schipholpassagier.

¹⁶ Zie voor een toelichting op het verschil tussen winst en producentensurplus de tekst over luchtvaartmaatschappijen hierboven.

¹⁷ Dit impliceert een groter aandeel van het producentensurplus in de winst dan bij de luchtvaartmaatschappijen (zie de tekst hierboven). De achtergrond daarvan is dat Schiphol een sterke marktpositie (d.w.z. een zekere mate van marktmacht) heeft in de markt voor parkeren en in de markt voor ruimte voor horeca en winkels.

Effect van vaste kosten

Een deel van de kosten van het bedrijf Schiphol is vast; dat wil zeggen dat deze kosten niet afhangen van het aantal vluchten. Hierdoor stijgen bij krimp de kosten per passagier en per ton vracht. Op basis van het jaarverslag 2019 van Schiphol schatten we in welke kosten vast en welke variabel zijn (Schiphol, 2020, p. 95). De grootste kostenposten zijn 'Kosten van uitbesteed werk en andere externe kosten' (605 miljoen euro), 'Afschrijvingen, amortisatie en bijzondere waardeveranderingen' (294 miljoen euro), 'Personeelsbeloningen' (242 miljoen euro) en 'Beveiligingsactiviteiten' (192 miljoen euro). De totale bedrijfslasten zijn 1.332 miljoen euro. We veronderstellen dat de 'Kosten van uitbesteed werk' volledig variabel zijn. Bij de 'Personeelsbeloningen' en de 'Beveiligingsactiviteiten' (ook grotendeels personeel) nemen we aan dat vijf procent van de kosten vast is. En bij de 'Afschrijvingen' e.d., ten slotte, veronderstellen we dat de helft ook op een termijn van vijf jaar nog vast is. Deze veronderstellingen zijn mede gebaseerd op het feit dat de capaciteitsbeperking door het krimpbesluit geleidelijk toeneemt in de tijd, hetgeen aanpassing minder moeilijk maakt dan bij een plotselinge grote verandering. Op basis daarvan schatten we het aandeel van vaste kosten in de totale kosten op dertien procent. De kosten per passagier c.q. passagiersequivalent vracht schatten we op vijftien euro.¹⁸ De vaste kosten per 'verdwenen' passagier(sequivalent) zijn dan dertien procent van vijftien euro, dit komt uit op 2,00 euro.

Aandeelhouders

Van de aandelen van Schiphol is 92 procent in handen van het Rijk, Amsterdam en Rotterdam. Acht procent is in handen van Aeroport de Paris, maar deze aandelen worden verkocht.¹⁹ Onduidelijk is welke partij deze aandelen zal overnemen. In deze MKBA nemen we aan dat Schiphol volledig in bezit is/komt van Nederlandse aandeelhouders.²⁰

Belastingen: vennootschapsbelasting

Voor Schiphol zijn de volledige bedrijfswinsten belastbaar in Nederland. Hiervoor rekenen we net als voor luchtvaartmaatschappijen een gemiddelde belastingdruk van 22,43 procent zoals gerapporteerd door Van der Geest en Peters (2022). Dit is in de orde van grootte van de gerealiseerde effectieve belastingdruk zoals gerapporteerd in de jaarverslagen van de Royal Schiphol Group die tussen 2015 en 2020 varieerde tussen de 17,3 en 24,0 procent.

Bredere economische effecten

Zonder marktinefficiënties geen bredere economische effecten

De MKBA-werkwijzer Luchtvaart benadrukt dat additionele bredere economische baten van luchtvaart (bovenop de directe baten voor gebruikers en aanbieders) alleen kunnen optreden als er marktinefficiënties zijn. Voorbeelden van marktinefficiënties zijn marktmacht en agglomeratie-effecten.²¹ Er treden wel allerlei effecten op in andere markten, maar dit zijn veelal doorgegeven effecten. Een voorbeeld is de (reis)kostenstijging die bedrijven ervaren als er door krimp minder directe bestemmingen worden aangeboden. Die reiskostenstijging wordt meegenomen bij de directe effecten, in de vorm van een toename van de gegeneraliseerde effecten. Het feit dat deze kosten

¹⁸ De totale kosten waren in 2019 1332 miljoen euro. Het aantal passagiers was 71,7 miljoen. De hoeveelheid vracht was 1,57 miljoen ton (Schiphol, 2022), wat neerkomt op 15,7 miljoen passagiersequivalenten (100 kilo is een passagiersequivalent). De kosten per passagier(sequivalent) zijn $1332 / (71,7 + 15,7) = 15,00$ euro.

¹⁹ <https://www.schiphol.nl/nl/schiphol-group/pagina/adp-en-rsg-stopt-samenwerking/>

²⁰ Dit kan tot een beperkte overschatting van de baten leiden. Zoals hierboven aangegeven is de winst per Schiphol-passagier mogelijk juist onderschat. Wellicht compenseert dit elkaar tot op zekere hoogte.

²¹ In deze MKBA houden we rekening met marktmacht in de luchtvaart. Er is geen analyse gemaakt van marktmacht in andere sectoren.

worden doorgegeven naar andere markten, leidt op zich niet tot een extra stijging van de totale kosten. Alleen als er op de betreffende markten inefficiënties aanwezig zijn, kunnen er additionele kosten ontstaan.

Werkgelegenheid

We nemen verlies van werkgelegenheid mee in de MKBA, hoewel het naar verwachting niet om een groot welvaartsverlies gaat. Volgens de MKBA-richtlijnen verandert de werkgelegenheid alleen op korte termijn omdat de arbeidsmarkt op lange termijn (circa 8 jaar) weer in evenwicht komt (SEO, 2016a).²² In dit nieuwe marktevenwicht is het arbeidsaanbod bepalend voor de werkgelegenheid. Er kan wel een tijdelijk effect op de werkgelegenheid zijn, maar deze effecten zijn volgens de MKBA-werkwijzer Luchtvaart relatief klein. Daarom adviseert de werkwijzer om dit effect niet mee te nemen. Ook zegt de werkwijzer dat, als toch werkgelegenheidseffecten worden meegenomen, een stevige analyse nodig is. In deze MKBA gebruiken we een arbeidsmarktmodel van SEO waarmee dergelijke effecten kunnen worden doorgerekend. Dit model is gebaseerd op de MKBA-richtlijnen voor het sociale domein (SEO, 2016a) en kan worden gezien als een 'stevige analyse'.²³ Mede gezien het belang van werkgelegenheid in de maatschappelijke discussie over Schiphol rekenen we de werkgelegenheidskosten en het bbp-verlies door krimp met dit model door.

Vestigingsklimaat

Het vestigingsklimaat in Nederland is onder meer afhankelijk van de internationale bereikbaarheid, waaronder bereikbaarheid via Schiphol. Dit betreft zowel het aantal te bereiken bestemmingen als de frequentie ervan. Deze effecten nemen we op verschillende manieren mee in de MKBA:

- Bij de effecten voor gebruikers (zie hierboven) brengen we in kaart hoe sterk de transportkosten stijgen of dalen;
- In tweede instantie kunnen andere transportkosten voor bedrijven aanleiding zijn om te verhuizen naar andere locaties binnen of buiten Nederland, of om nieuwe bedrijvigheid wel of niet bij Schiphol te vestigen. Dit is in beginsel ook een onderdeel van de transportkosten, want de kosten voor mensen en bedrijven die niet meer vliegen of extra vluchten maken worden daarin meegenomen via de 'rule of half'. Als onderdeel daarvan kunnen kosten van luchtvaart een effect hebben op het vestigingsklimaat voor internationaal georiënteerde bedrijven en andere afnemers van luchtvaartdiensten;
- Het tijdelijke werkgelegenheidseffect wordt in de MKBA doorgerekend met het hiervoor genoemde SEO-model.

Uit het literatuuroverzicht in bijlage C komt naar voren dat het niet goed mogelijk is om een causale relatie te leggen tussen luchtvaart en economische groei. Die conclusie werd ook getrokken in een eerder literatuuronderzoek van CE Delft (2019b). In dat onderzoek wordt ook benadrukt dat luchtvaart één van vele vestigingsplaatsfactoren is. Decisio (2022) geeft aan dat internationaal onderzoek een positieve relatie tussen de groei van luchthavens en van de regionale economie suggereert. Het is echter veelal onduidelijk of dit een causaal verband van luchtvaart naar economie is, of juist andersom. Decisio stelt: "Wat er economisch zou gebeuren als Schiphol niet meer zou kunnen groeien, is niet vast te stellen." De Raad voor Leefomgeving en Infrastructuur (RLI, 2019) wijst er in een advies op dat de aanname dat capaciteitsbeperkende maatregelen in de luchtvaart dramatische gevolgen hebben voor de economie, niet goed is onderbouwd.

²² Deze vertraagde aanpassing is een vorm van marktinefficiëntie.

²³ Het model neemt de werkgelegenheidseffecten in de luchtvaart en bij toeleveranciers ('achterwaartse effecten') mee. De effecten bij gebruikers van de luchtvaart ('voorwaartse effecten') worden ook toegevoegd (zie de vestigingsplaatseffecten hierna). Zie Bijlage B voor meer informatie over het model.

Uit de Nederlandse Innovatie Monitor 2022 blijkt dat de infrastructuur in Nederland – breed gedefinieerd inclusief de kwaliteit van wegen, het elektriciteitsnetwerk en de digitale infrastructuur – relatief goed beoordeeld wordt door het bedrijfsleven (SEO, 2022b). Deze factor is in mindere mate van belang voor de algemene tevredenheid over het ondernemingsklimaat vergeleken met andere vestigingsplaatsfactoren (o.a. wetgeving, kwaliteit van diensten en belastingklimaat). Bij internationale organisaties is de tevredenheid nog groter en hangt de infrastructuur als onderdeel van het ondernemingsklimaat het minst samen met de algehele tevredenheid. ESPON (2018) analyseert de aantrekkelijkheid van de stedelijke regio Den Haag op basis van diverse vestigingsplaatsfactoren. Eén daarvan is infrastructuur en bereikbaarheid. Daarvan is luchtvaart een onderdeel. ESPON noemt de goede bereikbaarheid van de belangrijkste markten – het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk – als best practice. Internationale bereikbaarheid is volgens ESPON met name belangrijk voor Europese hoofdkantoren en Marketing & verkoop. Schiphol wordt niet afzonderlijk genoemd.²⁴

Doordat kennis ontbreekt over de causale relatie is het niet mogelijk om een vestigingsplaatseffect te kwantificeren. Wel is duidelijk dat luchtvaart als onderdeel van de vestigingsplaatsfactor bereikbaarheid slechts één van vele vestigingsplaatsfactoren is. De beleidsalternatieven in deze MKBA gaan niet over het verdwijnen van de luchtvaart of van Schiphol, maar om krimp van het aantal vluchten via Schiphol. Via Schiphol kan nog steeds naar alle luchthavens in de wereld worden gevlogen, waarbij sommige bestemmingen echter een extra overstap en extra reistijd met zich meebrengen. Een deel van de gebruikers kan uitwijken naar andere luchthavens, ook in dit geval met extra reiskosten tot gevolg. Met deze overstap- en reistijdkosten wordt in deze MKBA rekening gehouden. Op basis van deze overwegingen schatten we in dat de eventuele extra kosten van negatieve vestigingsplaatseffecten van krimp van Schiphol relatief klein zijn vergeleken met de kosten en baten die we in deze MKBA wel kwantificeren.

Agglomeratie-effecten

Naast extra vestigingsplaatseffecten zou er sprake kunnen zijn van agglomeratie-effecten. Beperking van reismogelijkheden kan een effect hebben op bijvoorbeeld het aantrekken van hoogproductieve arbeid en op clustervorming. De analyse met het SEO-arbeidsmarktmodel houdt met het eerste effect rekening door te veronderstellen dat werkenden die door krimp van Schiphol naar andere banen gaan, daardoor minder productief worden.

Positieve agglomeratie-effecten kunnen door verandering van transportkosten groter of kleiner worden. Bij transport over land liggen deze effecten doorgaans tussen nul en dertig procent van de directe (transport) effecten. Dit wordt deels bepaald door de arbeidsmarkt: banen en werknemers komen door transport 'dichter bij elkaar' door een kortere reistijd. Volgens de MKBA-werkwijzer zijn deze effecten bij luchtvaart kleiner omdat dit type arbeidsmarktvoordelen daar niet optreedt. Arbeidsmarkten zijn over het algemeen regionaal of misschien nationaal georiënteerd. Schiphol wordt nauwelijks gebruikt om op Rotterdam en Groningen te vliegen. Daarnaast kunnen andere agglomeratie-effecten optreden omdat bedrijven kortere reistijden ervaren; dit is ook het geval als ze dicht bij elkaar zitten. Over deze baten is bij luchtvaart nog weinig bekend; de werkwijzer adviseert nader onderzoek. In MKBA's moeten eventuele agglomeratiebaten worden onderbouwd met een analyse (en als ze groter zijn dan 30 procent met een extra grondige analyse).

De agglomeratiebaten overlappen met de hierboven genoemde productiviteitsdaling van werknemers die naar andere banen gaan. Daarom, en gezien de beperkte kennis over agglomeratiebaten, berekenen we geen additionele agglomeratiebaten bovenop dat verschuivingseffect.

²⁴ Het onderzoek van ESPON (2018) wordt meer uitgebreid beschreven in Bijlage C van dit rapport.

Toerisme

Tot slot kunnen er tijdelijke werkgelegenheidseffecten optreden van meer of minder inkomend toerisme. Hiervan maken we ook een inschatting met behulp van het SEO-model. Er zijn geen aanwijzingen dat er in het toerisme sprake is van (grote) marktefficiënties. Daarom blijft de analyse beperkt tot tijdelijke werkgelegenheidseffecten.

Luchthavengebonden activiteiten en buitenlandse bezoekers

In het SEO-model worden twee negatieve 'productie-impulsen' (omzetsdalingen) doorgevoerd: luchthavengebonden activiteiten en buitenlandse bezoekers via Schiphol.

Omzetsdaling luchthavengebonden activiteiten op en rondom Schiphol

We hebben onderzocht met welke verkeersvariabelen de omzet van verschillende activiteiten op Schiphol het meest samenhangt. Daarbij namen we het aantal vliegtuigbewegingen, het aantal passagiers en de hoeveelheid vervoerde vracht in beschouwing. We hebben correlaties berekend tussen deze verkeersvariabelen en activiteiten op Schiphol in de periode 2010-2020. Na deze analyse komen we tot de veronderstellingen in onderstaande tabel. We gaan hierbij uit van evenredige verbanden. De effecten van de beleidsvarianten op de verkeersvariabelen ontleen we aan AEOLUS-modeluitkomsten (zie bijlage E).

Tabel 2.1 Voor de meeste typen activiteiten geldt dat de omzet samenhangt met het aantal passagiers

Type activiteit	Met welke verkeersvariabele hangt omzet het meest samen? (veronderstellingen in MKBA, na analyse van correlaties)
Luchtvaartmaatschappijen	Aantal passagiers
Luchthaven en luchtverkeersleiding	Vliegtuigbewegingen
Vliegtuigonderhoud en -reparatie	Vliegtuigbewegingen
Vliegtuigbevoorraders	Aantal passagiers
Beveiligingsbedrijven	Aantal passagiers
Retail	Aantal passagiers
Taxi's	Aantal passagiers
Restaurants	Aantal passagiers
Hotels	Aantal passagiers
Vrachtafhandelaars	Vracht in tonnen
Expediteurs	Vracht in tonnen
Truckers en koeriers	Vracht in tonnen
Schoonmaakbedrijven	Geen noemenswaardige samenhang
Uitzendbureaus	Geen noemenswaardige samenhang
Overige luchtvaartdienstverleners	Geen noemenswaardige samenhang

Bron: Analyse SEO Economisch Onderzoek o.b.v. CBS (2022)

Omzetsdaling gerelateerd aan buitenlandse bezoekers aan Nederland die reizen via Schiphol

1. De afname als gevolg van de capaciteitsrestrictie van het aantal buitenlandse bezoekers aan Nederland via Schiphol baseren wij op de AEOLUS-modeluitkomsten (zie bijlage E).²⁵

²⁵ In lijn met het CBS (2019) hanteren we de volgende definitie van bezoekers: 'personen die reizen naar en verblijven op plaatsen buiten hun normale omgeving, voor niet langer dan een (aaneengesloten) jaar, om redenen van

2. We veronderstellen een evenredig verband tussen de daling van het aantal buitenlandse bezoekers en de afname van hun bestedingen in Nederland.
3. De bestedingen in Nederland van buitenlandse bezoekers die reizen via Schiphol baseren wij op CBS (2019).

Beide impulsen hebben ook een negatieve invloed op toeleveranciers. Dit betreft bijvoorbeeld de omzet van brandstofleveranciers (toeleveranciers aan luchtvaartmaatschappijen) en van de voedings- en genotmiddelenindustrie (toeleveranciers aan de horeca). Het arbeidsmarktmodel neemt de impact op toeleveranciers mee middels een input-/outputanalyse.

De impulsen hebben een bruto en een netto effect op de werkgelegenheid en de toegevoegde waarde (bbp):

- Bruto effecten: de effecten in de genoemde sectoren en hun toeleveranciers;
- Netto effecten: bruto-effecten gecorrigeerd voor verschuivingen op de arbeidsmarkt. Op termijn vinden mensen die niet meer in deze sectoren werken andere banen en komt de arbeidsmarkt weer in evenwicht. Er is dan uiteindelijk alleen nog een effect op de productiviteit, niet meer op het totaal aantal werkenden. We gaan er vanuit dat werknemers in hun nieuwe baan blijvend 2,5 procent minder productief zijn.

In dit onderzoek berekenen we de netto-effecten.

De netto-welvaartseffecten zijn kleiner dan de netto-economische effecten om twee redenen:

- De netto economische effecten betreffen een daling van de toegevoegde waarde. Minder toegevoegde waarde impliceert dat ook de investeringskosten dalen om deze toegevoegde waarde te realiseren (NB: voor vaste kosten in de luchtvaartsector wordt elders in dit rapport gecorrigeerd). Daarom wordt alleen de waarde van de inzet van arbeid meegenomen (gemeten via de bruto arbeidskosten);
- De daling van de inzet van arbeid wordt deels gecompenseerd doordat de tijdelijk niet-werkenden meer vrije tijd hebben.

Deze berekening sluit aan bij de MKBA werkwijze voor het sociale domein (Koopmans et al., 2016) die door het kabinet is vastgesteld.

Bijlage C gaat nader in op de aandachtspunten bij de bredere economische effecten en op de literatuur op dit terrein.

Belastingen

Effecten op de belastingopbrengsten van de Nederlandse overheid worden in MKBA's tot de bredere economische effecten gerekend. In deze MKBA presenteren we effecten op belastingopbrengsten als een aparte post, aan het eind van de MKBA-tabel.²⁶ Dit betreft in de eerste plaats de vliegbelasting. Als het aantal vluchten verandert, verandert de opbrengst mee. En als het tarief van de vliegbelasting verandert, heeft dat ook invloed op de opbrengst. Daarnaast nemen we effecten mee van meer of minder economische activiteit op de btw-opbrengst en de vennootschapsbelasting (winstbelasting).

vrijtijdsbesteding, zaken en andere doeleinden die niet zijn verbonden met het uitoefenen van activiteiten die worden beloond vanuit de plaats die wordt bezocht'.

²⁶ Belastingen zijn een overdracht tussen belastingbetalers en de overheid, waardoor er per saldo geen welvaartseffect is. Echter, de betaalde belastingen zijn (als kosten) opgenomen in de welvaartseffecten voor gebruikers van Schiphol, aanbieders van luchtvaart en andere bedrijven. Daarom moet de opbrengst voor de overheid als baat worden meegenomen. Per saldo is het welvaartseffect dan nul waar het gaat om belasting betaald door Nederlanders. Belastingen betaald door buitenlanders vormen wel een netto welvaartseffect voor Nederland, omdat we de kosten voor buitenlanders niet meerekenen, maar de opbrengst voor de Nederlandse overheid wel.

Belastingen zijn in beginsel een overdracht tussen belastingbetalers en de overheid, die per saldo geen welvaartseffect voor Nederland opleveren. Echter, de betaalde belastingen zijn al (impliciet) meegenomen bij de directe effecten en de bredere economische effecten. Deze belastingen maken in die analyses deel uit van de prijzen. Daar staan opbrengsten voor de overheid tegenover. Aangezien die opbrengsten ook een onderdeel vormen van de totale maatschappelijke kosten en baten, nemen we ze mee in de MKBA.

Externe effecten

Externe effecten zijn effecten op derden die niet in de productprijs zijn opgenomen. Hoewel deze effecten niet geprijsd zijn, hebben ze invloed op de welvaart van Nederlandse burgers. Een klassiek voorbeeld is luchtverontreiniging: een reiziger die een vliegticket koopt, draagt indirect bij aan de verslechtering van de luchtkwaliteit zonder dat hij/zij daarvoor betaalt. Externe effecten kunnen ook een positief effect hebben op de welvaart. De reiziger die een vliegticket koopt, draagt bijvoorbeeld bij aan het plezier van vliegtuigspotters, zonder dat hij/zij hiervoor geld ontvangt.

In de MKBA nemen vier externe effecten mee: effecten op het klimaat, op luchtkwaliteit, op geluidbelasting en op de natuur. Deze zijn geselecteerd op basis van de verwachting dat met deze effecten potentieel substantiële kosten en baten gepaard kunnen gaan. De aanpak van de berekeningen wordt hier op hoofdlijnen weergegeven. Een uitgebreide toelichting staat in bijlage D van dit rapport.

We rekenen externe veiligheid niet door, omdat het (door de zeer kleine kans op ongevallen) in de MKBA om een zeer kleine kostenpost gaat.

Geluidseffecten

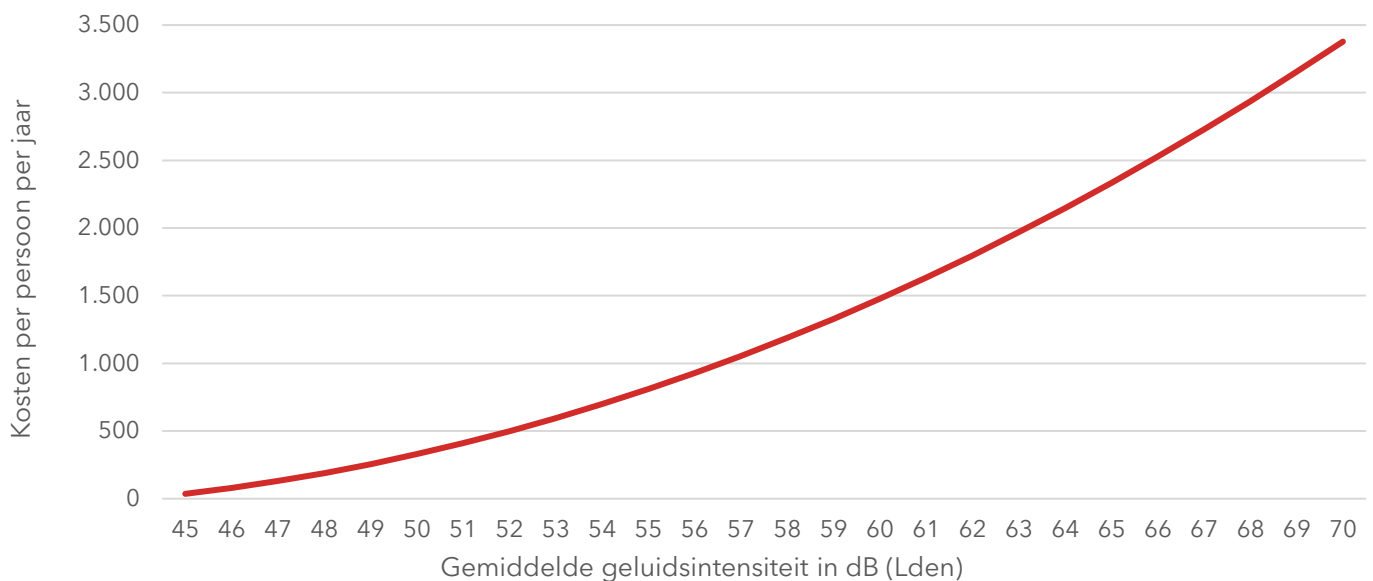
Reductie van het aantal vluchten op Schiphol kan (afhankelijk van het baangebruik) leiden tot een afname van de geluidbelasting in de regio. Recente literatuur laat zien dat geluidbelasting naast hinder ook kan zorgen voor gezondheidseffecten (CE Delft, 2023). Geluidseffecten worden maar in beperkte mate berekend door AEOLUS (alleen het aantal woningen binnen de 58 dB Lden contour is standaardoutput). We hebben daarom het aantal woningen en personen dat blootgesteld wordt aan verschillende geluidsniveaus vanaf 45 dB Lden bepaald op basis van nieuwe, gedetailleerde geluidsanalyses van het NLR (zie de tekstbox hieronder).

De geluideffecten zijn bepaald in drie stappen:

1. Met AEOLUS zijn voor elk jaar de geluidrelevante uitkomsten zoals het aantal vluchten, de vlootsamenstelling, het baangebruik en de etmaalverdeling bepaald;
2. Op basis van deze AEOLUS-uitkomsten heeft NLR de gedetailleerde geluidseffecten berekend;
3. De geluidseffecten zijn vervolgens gemonetariseerd met behulp van de milieuprijzen uit het nieuwe Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023).

De actuele milieuprijzen per geluidklasse zijn weergegeven in Figuur 2.4. Merk op dat in het nieuwe Handboek Milieuprijzen de drempelwaarde verlaagd is: alle geluidbelasting boven de 45 dB Lden wordt nu gemonetariseerd.

Figuur 2.4 Het door NLR berekende aantal personen per geluidsklasse waarden we tegen de milieuprijzen uit het nieuwe Handboek Milieuprijzen van CE Delft



Bron: Handboek Milieuprijzen 2023, CE Delft

Veranderingen van het aantal vluchten op Schiphol kunnen ook invloed uitoefenen op geluidbelasting op andere luchthavens vanwege uitwijkende passagiers. In beleidsalternatieven waarin Lelystad Airport de deuren opent, waarden we ook de geluidkosten van vliegverkeer op Lelystad Airport. We doen dit echter niet op basis van nieuwe geluidberekeningen van het NLR, maar gebruiken hiervoor eerder berekende geluidscontouren uit de MER Lelystad Airport (IenW, 2018). Een volwaardige doorrekening zou veel extra tijd en budget in beslag nemen, en we verwachten kleine welvaartsverschillen omdat de capaciteit bij opening van Lelystad Airport niet varieert tussen de verschillende alternatieven.

Box 2.6 NLR heeft ten behoeve van de MKBA geluidberekeningen gemaakt

Bijdrage NLR

NLR heeft geluidberekeningen uitgevoerd ten behoeve van de MKBA. De resultaten van de geluidberekeningen zijn verwerkt tot contouren en tellingen en opgenomen in een separaat NLR-rapport.

Alle geluidberekeningen zijn in de basis gebaseerd op de Doc29-geluidberekeningen die in het kader van het MER NNHS zijn uitgevoerd (zie ook <https://vliegtuiggeluid.nlr.nl/>). Het originele MER-scenario is per doorrekening aangepast op basis van de scenariogegevens uit AEOLUS die Significance aanlevert aan NLR. In de geluidberekeningen is ten opzichte van het basisscenario rekening gehouden met veranderingen in:

- Vloot: afgeleid op basis van de AEOLUS-specificatie van grootteklasse en technologieklasse;
- Etmaalverdeling: afgeleid op basis van de AEOLUS-specificatie van periode van de dag;
- Routeverdeling: afgeleid op basis van de specificatie van AEOLUS-zones;
- Vlieglangteverdeling: afgeleid op basis van de specificatie van AEOLUS-zones;
- Baanverdeling: afgeleid op basis van de AEOLUS-specificatie van primair en secundair baangebruik.

De bijdrage van verkeer in een (toekomstige) technologieklasse waar in de referentieperiode nog geen verkeer beschikbaar voor is, is ingeschat met behulp van de bijdrage van het verkeer in een lagere technologieklasse, waarbij een vaste correctie van -3 dB(A) per klasse is toegepast.

Per doorrekening zijn de resultaten van de geluidberekening verwerkt tot:

- Contouren;
- Woningtellingen, personentellingen en gehinderdenbepaling op basis van een actueel woningbestand (2021) en het woningbestand situatie 2005.

Resultaten NLR

De resultaten van de berekeningen zijn opgenomen in een afzonderlijk NLR-rapport. Het rapport gaat ook in op de methode die toegepast wordt om het basisscenario uit het MER aan te passen aan de hand van de MKBA-scenario's. In de rapportage van de MKBA worden de resultaten van de NLR-analyses samengevat en gebruikt om de effecten van krimp op de kosten van geluidhinder te berekenen.

Beperkingen

De ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting wordt in een belangrijke mate bepaald door de ligging van vliegroutes. Deze zijn voor de toekomst onzeker, maar zullen naar verwachting gaan wijzigen ten gevolge van de luchtruimherziening. Het is op dit moment niet mogelijk hier een goede inschatting van te maken. Voor de ligging van routes wordt daarom uitgegaan van de routes op basis van de radargegevens zoals gebruikt in het MER NNHS.

Bron: NLR

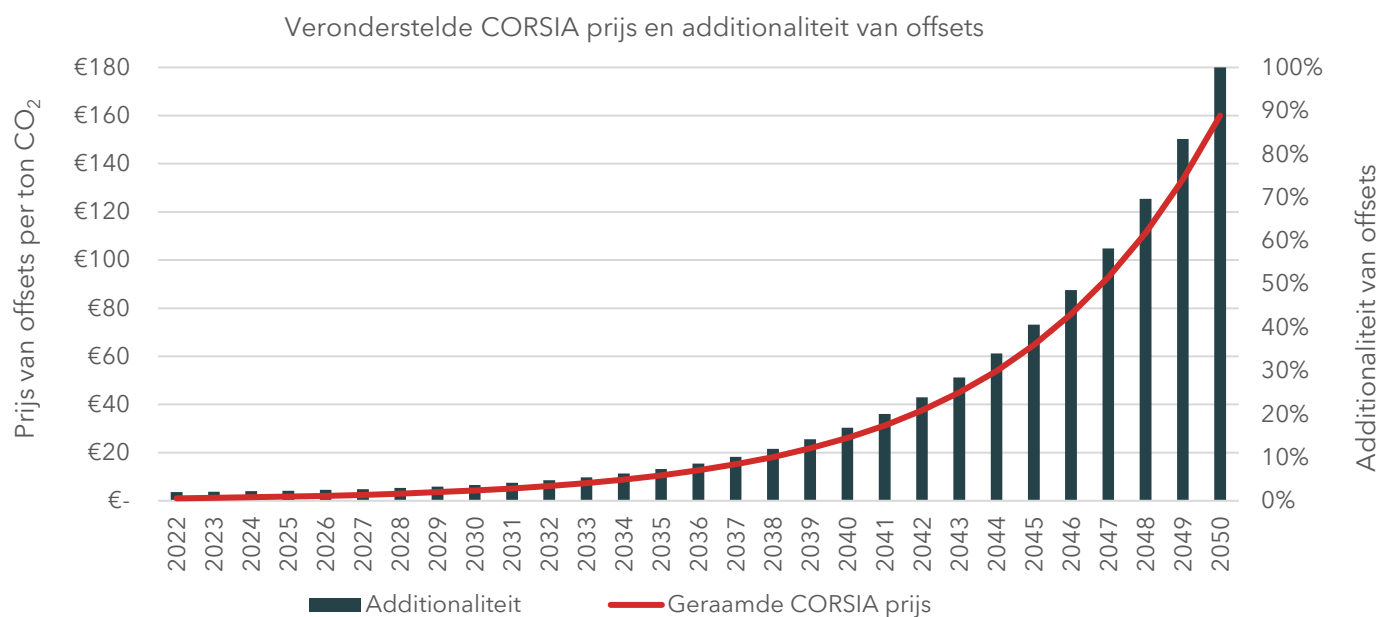
Klimaat effecten*CO₂-emissies*

Krimp of groei van het aantal vluchten op Schiphol heeft niet alleen invloed op de Nederlandse emissies, maar ook op emissies in het buitenland. Bijvoorbeeld in een krimpalternatief: een deel van de reizigers dat niet meer vanaf Schiphol vliegt, zal uitwijken naar een andere luchthaven. Dit leidt niet tot CO₂-reductie en kan zelfs tot een toename van de uitstoot leiden, met name in het voor- en natransport. Een ander deel zal echter met een minder CO₂-intensieve modaliteit op reis gaan of de reis geheel afzeggen. Zulke veranderingen leiden wel tot CO₂-reductie. Ook kan de CO₂-uitstoot dalen als met andere brandstof wordt gevlogen. Bij het bepalen van het netto welvaartseffect moet rekening worden gehouden met reeds geïnternaliseerde klimaatkosten, bijvoorbeeld via het EU ETS (zonder een dergelijke correctie ontstaat dubbeltelling).

Om te komen tot een netto CO₂-verschil tussen twee beleidsalternatieven doorlopen we vier stappen:

1. We berekenen het verschil in mondiale *tank-to-wing* (TTW) CO₂-emissies met behulp van AEOLUS. Omdat we ons baseren op de mondiale CO₂-uitstoot die is berekend met AEOLUS, corrigeren we automatisch voor reizigers die uitwijken naar een andere luchthaven en de *carbon leakage* die dit met zich meebrengt;
2. Vervolgens tellen we hier het verschil in *well-to-tank* (WTT)-emissies bij op (dit zijn emissies die vrijkomen bij transport van kerosine, maar bijvoorbeeld ook door methaanlekages bij oliewinning, of emissies die vrijkomen bij de productie van biobrandstoffen). Na deze stap resteert het bruto mondiale verschil in *well-to-wing* (WTW)-emissies;
3. Een deel van de TTW-emissies wordt gecompenseerd via CORSIA. Hierdoor zijn de netto CO₂-verschillen binnen de mondiale luchtvaart kleiner dan berekend in de vorige stap. CORSIA offsets hebben op dit moment nog een lage kwaliteit: in weinig gevallen kan de additionaliteit van een offset worden hardgemaakt (ICCT, 2018). We nemen aan dat door beleid en door het langzaam opraken van goedkope offsets (Bloomberg, 2022) de additionaliteit van CORSIA offsets toeneemt over de tijd. Dit gaat gepaard met prijsstijgingen. De gebruikte aannames over de additionaliteit van de offsets is weergegeven in Figuur 2.5;
4. Ten slotte corrigeren we voor het verschil in CO₂-emissies in het landvervoer. Doordat reizigers in plaats van vliegen met de auto of trein op reis kunnen gaan, kunnen de CO₂-emissies van andere vervoersmodaliteiten toenemen.

Figuur 2.5 De additionele CO₂-reductie per offset onder CORSIA is afhankelijk van de offsetkwaliteit. We veronderstellen dat de kwaliteit samenhangt met de prijs.



Bron: Analyse CE Delft, op basis van data Bloomberg (2022) en ICCT (2018)

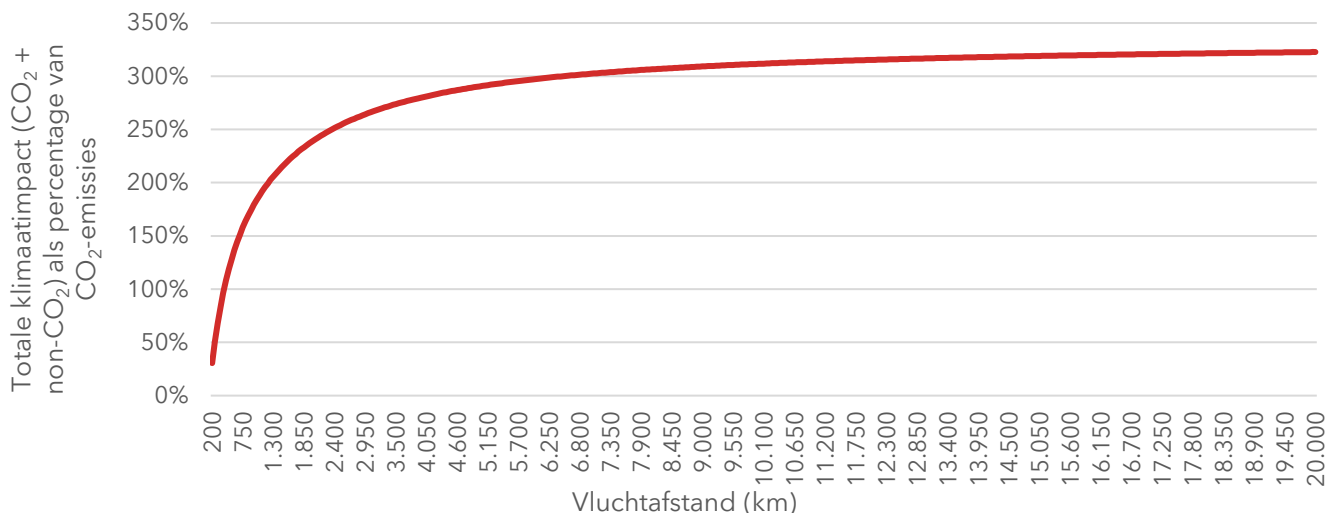
Non-CO₂-emissies

Naast CO₂-uitstoot zorgt de luchtvaart ook voor opwarmende effecten die niet met CO₂ te maken hebben. Deze non-CO₂-klimaat effecten zijn fors: in de internationale literatuur wordt geschat dat de opwarmende effecten van onder andere contrails en NO_x gemiddeld twee keer zo groot zijn als die van CO₂ (Lee et al., 2021). De non-CO₂-klimaat effecten zijn afhankelijk van de atmosferische omstandigheden op koershoogte en zijn gemiddeld groter voor lange vluchten omdat deze vluchten een grotere gemiddelde koershoogte kennen (Dahlmann et al., 2021). In deze studie gaan we uit van een mondiaal gemiddelde non-CO₂-factor van 2,0 in navolging van Lee et al. (2021) maar passen we ook afstandscorrectie toe. We doen dat door de door Dahlmann et al. gevonden afstandscorrectie te

schalen zodat de gemiddelde factor 2,0 bedraagt. De totale klimaatimpact (CO_2 + non- CO_2) als functie van de vluchtafstand is weergegeven in Figuur 2.6.

Non- CO_2 -uitstoot is daarnaast afhankelijk van brandstofsamenstelling. Wanneer een vliegtuig op 100 procent SAF vliegt, verlaagt dit de non- CO_2 -impacts. Schattingen van de grootte van dit effect lopen uiteen; in deze analyse baseren we ons op een recente publicatie in Nature waar een gemiddelde reductie van 23 procent wordt verondersteld voor vluchten met 100 procent SAF (Dray et al., 2022).

Figuur 2.6 De non- CO_2 -uitstoot is afhankelijk van de gemiddelde vluchthoogte en daarmee van de vluchtafstand



Bron: Analyse CE Delft op basis van Lee et al. (2021) en Dahlmann et al. (2021)

Verschillen in non- CO_2 -impacts tussen twee scenario's zijn bepaald middels de volgende stappen:

1. Voor ieder van de circa 65.000 routeparen in AEOLUS is een non- CO_2 -factor bepaald op basis van de relatie uit Figuur 2.6 en de correctie voor SAF. Deze gedetailleerde berekeningswijze stelt ons in staat om het effect van een veranderde vluchtsamenstelling op de totale non- CO_2 -impacts te kwantificeren;
2. Per routepaar wordt de totale CO_2 -uitstoot vermenigvuldigd met de berekende non- CO_2 -factor om tot de totale non- CO_2 -impact per routepaar te komen. We drukken deze impact uit in CO_2 -eq op basis van de GWP^*100 ;
3. De verschillen in non- CO_2 -impacts worden vervolgens gesommeerd over alle routeparen.

De vorming van contrails kan flink worden gereduceerd door op bepaalde momenten kritische luchtlagen te vermijden. Door beperkt om te vliegen (en dus iets meer brandstof te gebruiken en CO_2 uit te stoten), kan de non- CO_2 -impact van een vlucht fors verminderd worden. In deze MKBA nemen we aan dat airlines niet uit zichzelf voor dergelijke gedragsmaatregelen zullen of kunnen kiezen; hiervoor zijn beleidsprikkelers en internationale samenwerking onder luchtverkeersleiders nodig. In de hoofdresultaten nemen we aan dat zulke internationale regulering en samenwerking niet van de grond komen. Omdat deze aanname onzeker is en grote consequenties op het eindsaldo kan hebben, rekenen we ook een gevoeligheidsanalyse door waarin we veronderstellen dat non- CO_2 -uitstoot vanaf 2035 mondiaal wordt aangepakt. In lijn met Dray et al. (2021) gaan we er vanuit dat deze mondiale regulering ertoe leidt dat het brandstofgebruik in de luchtvaart met 1 procent toeneemt, maar dat de totale non- CO_2 -impact met 43 procent afneemt²⁷.

²⁷ Dit komt overeen met een afname in contrailvorming van 50 procent volgens Lee et al. (2021).

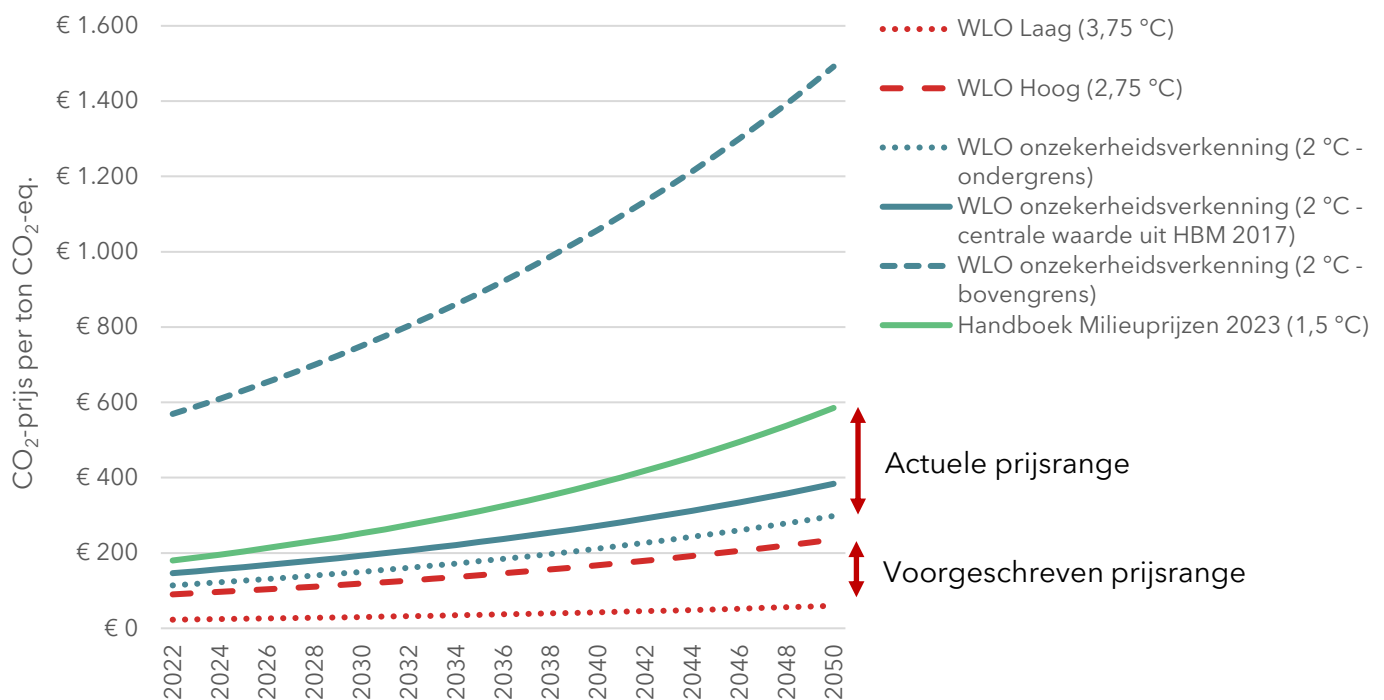
Waardering van klimaatimpacts

Verschillen in klimaateffecten (CO₂ en non-CO₂) worden in deze MKBA op twee manieren gemonetariseerd:

- Met actuele waarderingen: een prijsrange gebaseerd op de ondergrens van het WLO 2°C-scenario (WLO-Laag) en het 1,5°C-scenario uit het nieuwe Handboek Milieuprijzen (WLO-Hoog);
- Voorgeschreven waarderingen: een prijsrange gebaseerd op de WLO-prijzen van CPB/PBL uit 2016. Deze komen overeen met een temperatuurstijging van 2,75 tot 3,75°C.

Onderstaande figuur geeft deze prijsranges weer. In Box 2.2 lichten we toe waarom we naast de WLO-prijzen ook resultaten bepalen aan de hand van hogere, actuelere CO₂-prijzen.

Figuur 2.7 De klimaateffecten worden in deze MKBA gewaardeerd tegen twee prijsranges



Bron: CE Delft (2023)

Box 2.7 Toelichting bij gehanteerde CO₂-prijzen

In 2015 hebben het Centraal Planbureau (CPB) en Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) de Welvaart en Leefomgeving Scenario's (WLO-scenario's) opgesteld. Dit betreft twee intern consistente scenario's die uitgaan van verschillende economische groeivoeten, maar ook van verschillend klimaatbeleid. In het WLO-Laag scenario wordt verondersteld dat internationale coördinatie op klimaatvlak maar beperkt van de grond komt, en de mondiale opwarming van de aarde in 2100 uitkomt tussen de 3,5°C en 4°C. In WLO-Hoog wordt een sterkere economische groei verondersteld, die mede leidt tot meer steun voor een strenger klimaatbeleid. In dit scenario blijft de opwarming van de aarde beperkt tot een range van 2,5°C tot 3°C in 2100.

In 2016 hebben het CPB en PBL efficiënte CO₂-prijzen bepaald die passen bij de twee WLO-scenario's. De efficiënte CO₂-prijs kan gezien worden als de minimale mondiaal geldende CO₂-belasting die nodig is om de opwarming van de aarde te beperken tot $\pm 3,75^\circ\text{C}$ of $\pm 2,75^\circ\text{C}$ in respectievelijk WLO-Laag en Hoog. In WLO-Laag is de efficiënte CO₂-prijs aanzienlijk lager dan in WLO-Hoog omdat er minder dure klimaatmaatregelen nodig zijn om de opwarming te beperken tot het veronderstelde maximum.

In MKBA-richtlijnen wordt opstellers van MKBA's aanbevolen om bij beprijzing van klimaateffecten de CO₂-prijzen van PBL en CPB uit 2016 te gebruiken. In dit onderzoek volgen we deze aanbeveling, maar laten we ook de MKBA-resultaten zien op basis van hogere, en onzes inziens, realistischere CO₂-prijzen. Sinds het verschijnen van de WLO-scenario's in 2015 heeft het Nederlandse en Europese klimaatbeleid een vlucht genomen. Nederland kent een klimaatwet met een doelstelling die geijkt is op beperking van de opwarming van de aarde tot 1,5°C, en ook binnen de Europese Unie wordt klimaatbeleid gebaseerd op veel ambitieuzere doelstellingen dan het CPB en PBL in 2016 hebben aangenomen. In 2024/2025 zullen CPB en PBL nieuwe WLO-scenario's publiceren waarin het veronderstelde klimaatbeleid naar verwachting flink zal worden aangescherpt. Dit zal tevens leiden tot hogere efficiënte CO₂-prijzen. Om te voorkomen dat deze MKBA een jaar na verschijnen verouderd is vanwege gedateerde CO₂-prijzen, hebben we besloten om naast de WLO-prijspaden ook twee andere prijspaden te hanteren. Deze prijspaden zijn compatibel met opwarming van de aarde tussen de 2°C en 1,5°C.

Het gehanteerde 2°C-prijspad is gebaseerd op de CO₂-onzekerheidsverkenning uit de WLO-scenario's. We kiezen ervoor om de onderkant van de door CPB en PBL gepresenteerde range te gebruiken, omdat backstop-technologieën zoals *Direct Air Capture* sinds 2015 aanzienlijk goedkoper zijn geworden. Voor het 1,5°C-prijspad sluiten we aan bij het advies uit het Handboek Milieuprijzen 2023, gebaseerd op 1,5°C-compatibele prijspaden van de IPCC.

Bron: Analyse CE Delft, op basis van WLO-scenario's (PBL/CPB, 2015) en het Handboek Milieuprijzen (2023)

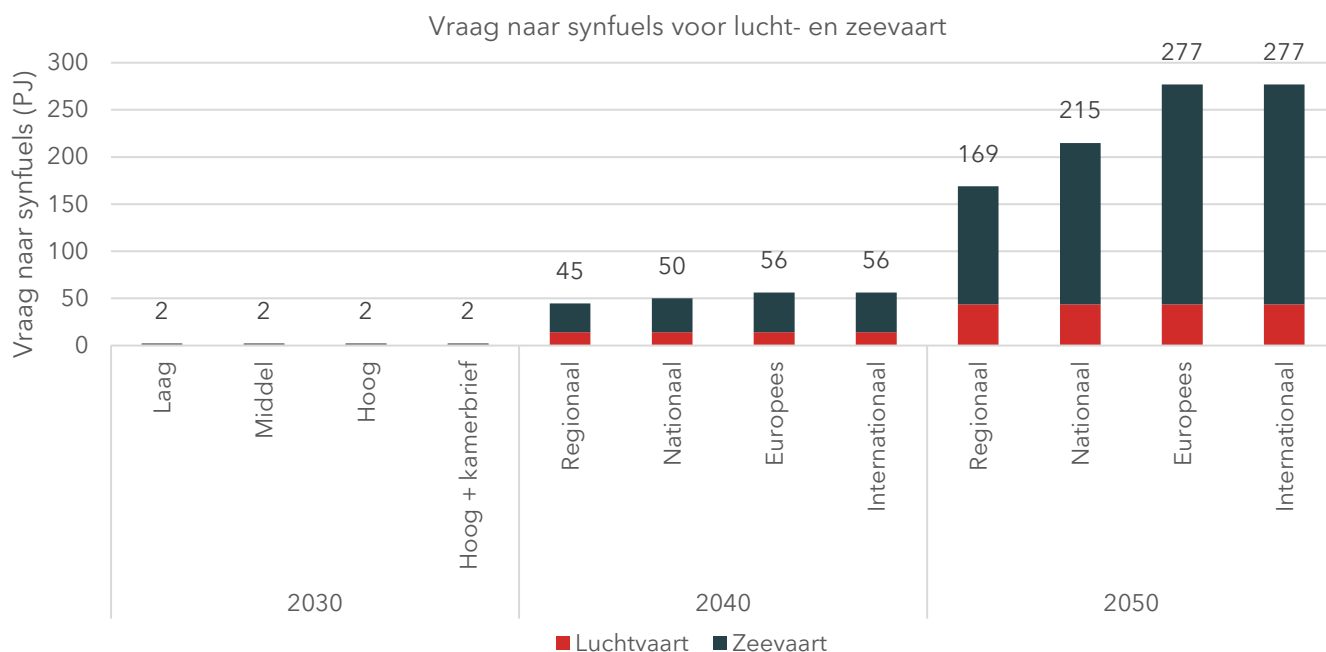
Verdringingseffecten door synfuelpductie

Krimp van het aantal vluchten op Schiphol leidt tot een kleinere vraag naar synthetische kerosine. Omdat de productie van synthetische kerosine grote hoeveelheden groene waterstof vraagt, kan krimp van het aantal vluchten schone elektriciteitsproductie vrijmaken voor andere doeleinden. De mate waarmee dit soort (vermeden) verdringingseffecten in werkelijkheid optreden bij groei (of krimp) van het aantal vluchten is zeer onzeker en afhankelijk van onder andere:

- De vraag naar hernieuwbare elektriciteit in Nederland;
- De mate waarmee synthetische kerosine geïmporteerd kan worden;
- De definitieve Europese additionaliteitseisen die zullen gaan gelden voor de productie van groene waterstof;
- De mate waarin ruimtegebrek bepalend is voor de totale hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland en in het buitenland.

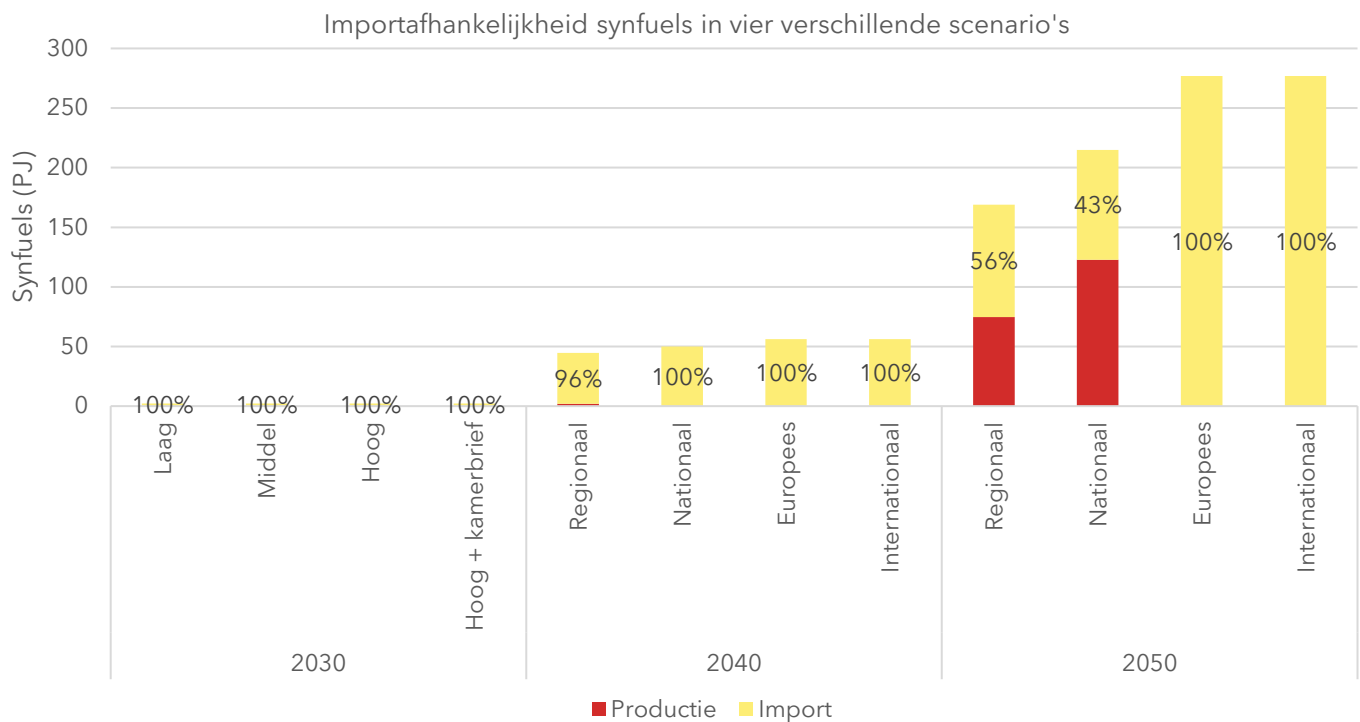
Om tot een schatting van de omvang van eventuele verdringingseffecten te komen, hebben we eerst in kaart gebracht hoe de vraag naar synfuels zich zal ontwikkelen in Nederland onder ReFUEL EU Aviation. Vervolgens hebben we bepaald in hoeverre deze vraag naar synfuels geacommodeerd kan worden met binnenlandse hernieuwbare elektriciteitsproductie (Figuur 2.8). We hebben ons hierbij gebaseerd op verschillende vraag- en aanbodsscenario's ontwikkeld door TNO, Berenschot en Kalavasta en recente kamerbrieven over de opschaling van de elektriciteitsproductie via wind op zee.

Figuur 2.8 De Nederlandse vraag naar synthetische brandstoffen neemt de komende decennia fors toe vanuit de zeevaart (synthetische ammoniak/methanol) en luchtvaart (synthetische kerosine)



Bron: Analyse CE Delft, op basis van o.a. TNO (2021), Berenschot (2022) en Berenschot & Kalavasta (2021)

Figuur 2.9 Een analyse van de geplande binnenlandse elektriciteitsproductie laat zien dat Nederland in de meeste scenario's en zichtjaren volledig afhankelijk is van import van synthetische kerosine



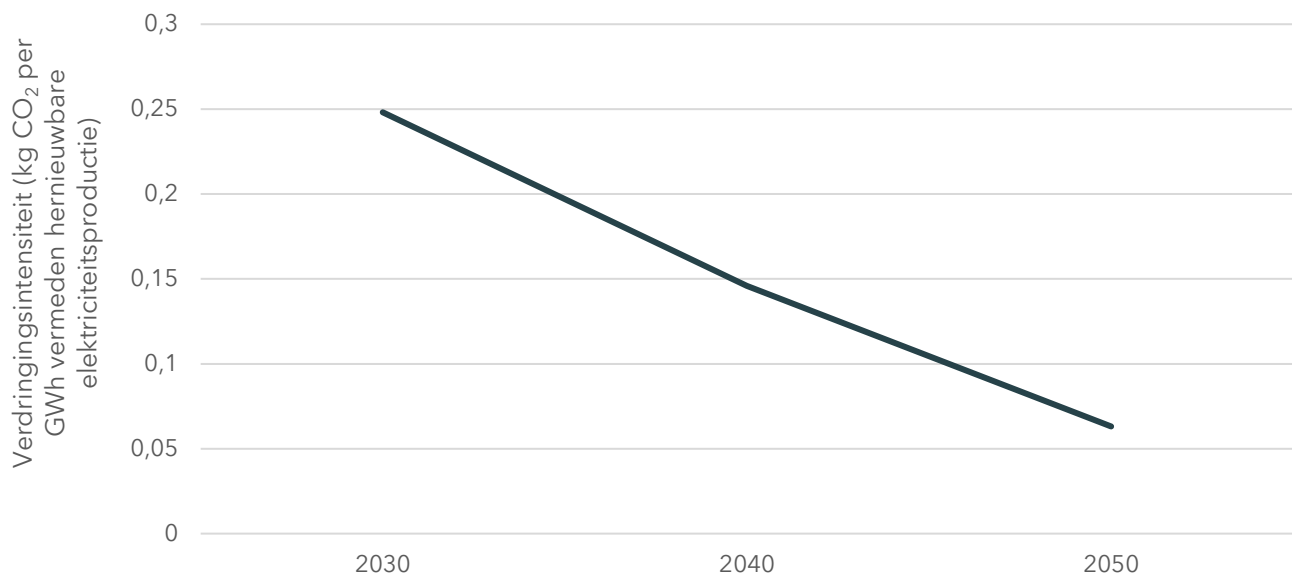
Bron: Analyse CE Delft, op basis van o.a. TNO (2021), Berenschot (2022) en Berenschot & Kalavasta (2021)

Uit deze analyse blijkt dat in de meeste zichtjaren en scenario's de Nederlandse hernieuwbare elektriciteitsproductie niet afdoende is om tegelijkertijd aan de totale elektriciteitsvraag vanuit niet-luchtvaartsectoren te voldoen, en in Nederland genoeg synfuels te produceren. Dit leidt tot de observatie dat er verdringingseffecten in Nederland zullen optreden tenzij de luchtvaart in haar volledige synfuelbehoefte kan voorzien via import van e-kerosine. Deze geïmporteerde e-kerosine moet bovendien in een land geproduceerd zijn waar niet-vergelijkbare hernieuwbare elektriciteitstekorten spelen.

Onze inschatting is dat grootschalige import in 2030 nog niet mogelijk zal zijn vanwege het feit dat productie- en transportketens op dit moment nog opgezet moeten worden. Richting 2050 zal de markt voor synfuels een steeds mondialer karakter krijgen. We verwachten bovendien dat tegen die tijd een hoop van de e-kerosine geproduceerd zal worden op plaatsen met een overschot aan zon- en windenergie, waardoor verdringingseffecten in andere productielanden afnemen. Daarnaast verwachten we dat strengere (Europese) additionaliteitseisen op termijn verdringingseffecten kunnen mitigeren. Richting 2050 verandert ten slotte de aard van de verdringing: waar eerst voornamelijk groene stroom wordt weggedrukt voor directe consumptie, wordt vanaf 2040 aanzienlijk meer groene stroom weggedrukt voor de productie van groene waterstof (het aantal EU ETS-rechten voor de industrie nadert de nul rond 2043). Verdringing van groene waterstof is minder schadelijk voor het milieu dan verdringing van directe elektriciteitsproductie vanwege de conversieverliezen tijdens de productie van groene waterstof.

Al met al leidt dit tot de volgende (zeer onzekere) inschatting van het verloop van de verdringingsintensiteit over de tijd. In Hoofdstuk 6 voeren we gevoeligheidsanalyses uit met hogere en lagere veronderstelde verdringingsintensiteiten.

Figuur 2.10 De veronderstelde verdringingsintensiteit neemt af over de tijd



Bron: Berekening CE Delft

Om het welvaartseffect van verdringing te berekenen, doorlopen we vier stappen:

1. We berekenen het verschil in de vraag naar synfuels tussen twee alternatieven;
2. We rekenen dit verschil terug naar een verschil in vereiste hernieuwbare elektriciteitsproductie;
3. Op basis van Figuur 2.10 maken we een schatting van vermeden of toegenomen CO₂-emissies als gevolg van verdringingseffecten;
4. Het resulterende verschil in CO₂-emissies waarderen we tegen de eerder beschreven prijspaden.

Effecten op luchtkwaliteit

Starts, verplaatsingen en landingen op luchthaven Schiphol leiden naast CO₂-uitstoot ook tot lokale uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Deze hebben een effect op de luchtkwaliteit in de directe omgeving en daarmee op de gezondheid van omwonenden. De effecten van de beleidsvarianten op luchtverontreinigende emissies worden berekend met behulp van AEOLUS. We bepalen het welvaartseffect van luchtverontreinigende emissies met behulp van het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2023), waarin kengetallen zijn opgenomen voor de belangrijkste luchtverontreinigende emissies (CO, NO_x, VOS, SO₂ en (ultra)fijnstof). We beschouwen daarbij alleen de emissies tijdens de *Landing and Take-Off* (LTO) fase: uitstoot op hoogte vervliegt en heeft een verwaarloosbaar effect op de menselijke gezondheid. In de MKBA maken we een onderscheid in de waardering van 'regulier' fijnstof en ultrafijnstof (de fractie kleiner dan 0,1 micrometer in PM₁₀). De gebruikte milieuprijzen staan weergegeven in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 De milieuprijzen voor luchtverontreinigende stoffen zijn gebaseerd op het Handboek Milieuprijzen 2023

Stof	Milieuprijs in €/kg
CO	0,15
NO _x (effecten op gezondheid)	30,29
VOS	2,95
SO ₂	57,96
PM ₁₀ (fijnstof)	128,29
PM _{0,1} (ultrafijnstof)	477,11

Bron: Handboek Milieuprijzen 2023, CE Delft

Stikstof

Tussen de alternatieven kunnen verschillen optreden in de jaarlijkse stikstofuitstoot die samenhangt met de activiteiten op luchthaven Schiphol. Deze verschillen berekenen we met AEOLUS. We kunnen de schadelijke effecten van stikstofemissies voor de omliggende natuur vervolgens waarderen met behulp van de milieuprijs voor NO_x. We passen hierbij alleen het deel van de milieuprijs toe dat de nadelige gevolgen van NO_x-emissies op natuur waardeert. Deze component is fors kleiner dan het deel van de milieuprijs dat de impact op menselijke gezondheid via luchtvervuiling waardeert (zie Tabel 2.3). Wederom houden we rekening met de uitstoothoogte (hoe hoger het vliegtuig, hoe minder stikstof neerslaat op de Nederlandse bodem).

Op dit moment zorgt stikstofuitstoot vooral voor beperkingen voor nieuwe economische activiteiten (zoals nieuwbouw van woningen) vanwege de interactie met vergunningverlening. We veronderstellen dat minder stikstofuitstoot op Schiphol geen gevolgen heeft voor de vergunningverlening: Schiphol hoeft in zo'n geval immers minder stikstofruimte te bemachtigen middels externe saldering. Deze vrijgekomen ruimte voor andere stikstofuitstoters leidt tot zowel maatschappelijke kosten (extra uitstoot van NO_x heeft bijvoorbeeld een negatief effect op de natuur en menselijke gezondheid) als maatschappelijke baten (meer winsten door extra bedrijvigheid elders). Omdat de balans tussen deze kosten en baten onzeker is en afhankelijk van het type bedrijf dat meer ruimte krijgt, nemen we aan dat de kosten en baten van vrijgekomen stikstofruimte tegen elkaar wegvallen. Deze aanname doen we ook voor situaties waarin de stikstofuitstoot juist toeneemt. In dat geval nemen we aan dat Schiphol stikstofruimte koopt.

Tabel 2.3 De milieuprijzen voor luchtverontreinigende stoffen zijn ontleend aan het Handboek Milieuprijzen 2023

Stof	Milieuprijs in €/kg
NO _x (effecten op gezondheid)	30,29
NO _x (effecten van stikstof op natuurkwaliteit)	2,85
Totale milieuprijs voor NO_x	33,14

Bron: Handboek Milieuprijzen 2023, CE Delft

3 Probleemanalyse en beleidsalternatieven

Tegenover de voordelen van Schiphol voor reizigers en de economie staan negatieve milieueffecten en geluidhinder. We onderzoeken niet alleen krimp van het aantal vluchten maar ook beleid dat sterker aangrijpt op de negatieve effecten.

3.1 Probleemanalyse

Negatieve effecten

Het krimpbesluit richt zich met name op het verminderen van de geluidseffecten van Schiphol (IenW, 2022). Schattingen van het aantal ernstig geluidgehinderden rond Schiphol lopen uiteen. De Inspectie Leefomgeving en Transport gaat uit van zo'n 140.000 ernstig gehinderden in 2019.²⁸ Daarnaast ondervindt een (groter) aantal mensen minder ernstige geluidhinder van de luchthaven. In Nederland als geheel is vliegverkeer de derde veroorzaker qua omvang van geluidhinder, na wegverkeer en burelen.²⁹

De laatste jaren zijn ook CO₂ en stikstof een rol gaan spelen in discussies over Schiphol. De CO₂-uitstoot van in Nederland vertrekkende vluchten was in 2019 gelijk aan 12 Mton (PBL, 2021). (Dit betrof ook andere luchthavens dan Schiphol in Nederland, maar het grootste deel hiervan betreft de luchthaven Schiphol.) Dit is zo'n acht procent van de Nederlandse CO₂-uitstoot.³⁰ De stikstofuitstoot van de luchthaven leidt bij 500.000 vluchten tot een reductieopgave in negen Natura 2000-gebieden (RHDHV, 2022).

Economisch belang

Tegenover de omgevingseffecten staat het economisch belang van de luchthaven. De economische impact van Schiphol komt naar voren in diverse rapporten. Daarin staat veelal het aantal banen dat aan Schiphol is gekoppeld centraal. Decisio (2020) schat de werkgelegenheid die in 2018 direct en indirect aan Schiphol verbonden was op 113.000 banen (93.000 fte), en de bijbehorende toegevoegde waarde op 10,4 miljard euro. Dit is 1,3 procent van het totale bbp (bruto binnenlands product) van Nederland (in 2018: 774 miljard euro). Het gaat om 32.000 banen bij luchtvaartmaatschappijen, 37.000 andere banen op Schiphol zelf (bijv. grondafhandeling, beveiliging, het bedrijf Schiphol, luchtverkeersleiding en douane) en 45.000 banen bij toeleveranciers van deze bedrijven en organisaties. Zo'n 35 procent van de werknemers woont in Amsterdam, Haarlemmermeer en Haarlem. Het betreft relatief veel banen voor lager en vooral middelbaar opgeleiden.

Naast effecten in de luchtvaartsector en bij toeleveranciers zijn er effecten voor gebruikers van de luchtvaart:

- *Toerisme*. 44 procent van de buitenlandse inkomende toeristen komt binnen via Schiphol (Decisio, 2020). In deze MKBA worden de verwachte effecten van krimp en groei op het toerisme gekwantificeerd;
- *Vrachtvervoer*. Via Schiphol werd in 2018 1,7 miljoen ton vracht vervoerd (Decisio, 2020). SEO (2019a) schat de welvaartsbijdrage van de freighteroperatie van Schiphol op 370 tot 480 miljoen euro voor Nederland;

²⁸ Zie Ernstige hinder en slaapverstoring | Veilig en gezond leven - Geluid | Staat van (ilent.nl)

²⁹ <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0293-geluidhinder-per-bron>

³⁰ De totale uitstoot was in 2018 178,2 Mton (Bron: CBS StatLine). In de Nederlandse uitstoot wordt internationale luchtvaart niet meegerekend.

- *Internationaal opererende bedrijven.* Hierbij gaat het om de bijdrage van Schiphol aan het vestigingsklimaat en aan de groei van deze bedrijven. In paragraaf 4.2 (Bredere economische effecten) gaan we in op de vestigingsplaatseffecten van krimp van Schiphol.

Meerdere beleidsalternatieven

In een MKBA is het ook van belang meerdere beleidsalternatieven of -varianten mee te nemen die zich op dezelfde problemen of doelen richten (in dit geval geluid, CO₂ en stikstof), maar mogelijk verschillende baten en/of kosten met zich meebrengen. Deze MKBA beschrijft daarom meerdere beleidsalternatieven. Daarbij gaat het niet alleen om verschillende niveaus voor het maximale aantal vluchten op Schiphol, maar ook om varianten waarin het beperken van milieu- en omgevingseffecten centraal staat. Het is immers goed mogelijk dat het effectiever en efficiënter is om niet het aantal vluchten als uitgangspunt te nemen maar andere grootheden die sterker samenhangen met de negatieve effecten. Voorbeelden van zulke grootheden zijn het aantal passagiers en het aantal gevlogen kilometers. In dat laatste geval wordt namelijk een sterkere prikkel gegeven om de negatieve effecten te verkleinen.

Eén van de manieren om negatieve effecten te verkleinen is om emissies, vluchten of passagiers te beprizen. Naar de effecten daarvan is al veel onderzoek gedaan – zie bijvoorbeeld CE Delft (2018) en SEO (2018). Een begrenzing van het aantal vluchten of van de milieuemissies leidt ook tot hogere prijzen van vluchten (zie hierover de paragrafen over effecten voor gebruikers van de luchthaven en voor luchtvaartmaatschappijen). In dat opzicht zijn beleidsvarianten gebaseerd op begrenzing van het aantal vluchten dus tot op zekere hoogte vergelijkbaar met beprizing.

Tegen deze achtergrond zijn ook varianten opgesteld om een meer efficiënte prikkel te geven om milieuproblemen en omgevingseffecten op te lossen. Een voorwaarde hiervoor is dat deze effecten goed kunnen worden gemonitord en gehandhaafd. Als dat niet mogelijk is kunnen deze effecten wellicht worden benaderd via andere aspecten, zoals bijvoorbeeld de vliegtuigbrandstof.

3.2 Nulalternatief

Het nulalternatief is de toekomst zonder nieuw beleid. We gaan uit van de nu bestaande capaciteitsrestrictie, zonder het krimpbesluit. Het gaat om maximaal 500.000 vluchten, waarvan maximaal 32.000 nachtvluchten. Het maximale aantal nachtvluchten neemt tussen 2030 en 2050 geleidelijk af tot 25.000. Daarbij veronderstellen we dat de luchthaven Lelystad niet opengaat. Ook bij andere regionale luchthavens veronderstellen we geen veranderingen, anders dan toename van de vraag. We gaan uit van de vliegbelasting die in 2023 is verhoogd. Daarnaast veronderstellen we Europees beleid gericht op verduurzaming (zie hierna).

We ramen de toekomstige luchtvaartvraag (zowel passagiers als vracht) op basis van de langetermijnsenario's van CPB/PBL (WLO-Hoog en WLO-Laal) en -aanbod op basis van de prognoses van de vraag naar luchtvaart in die scenario's (CPB/PBL, 2015), zoals bekend uit AEOLUS. Er zijn dus twee nulalternatieven: de toekomstscenario's Hoog en Laag. Deze scenario's bieden echter geen informatie over ontwikkelingen na 2050. Ook geldt dat autonome ontwikkelingen en Europees beleid met betrekking tot schonere en stillere vliegtuigen mogelijk in 2050 een groot deel van de huidige problemen hebben opgelost. Beleid na 2050 is in dat geval niet meer nodig, of heeft een geheel andere aard. Daarom rekenen we de beleidsopties door tot 2050.

We nemen in het nulalternatief het vastgestelde Europees beleid rondom verduurzaming mee, met name *Fit for 55* (Ff55). Dit betreft aannames over het aandeel bijmenging uit de *Renewable Energy Directive III* (REDIII) en het voorstel *ReFuelEU Aviation* (*Sustainable Aviation Fuels*, SAF), gehanteerde ETS-prijzen voor intra-Europese vluchten.³¹ Deze aannames hebben invloed op de vraag naar luchtvaart omdat de voorstellen leiden tot hogere ticketprijzen. In eerder onderzoek hebben SEO/NLR (2022) deze effecten al op Europese schaal in kaart gebracht op basis van het SEO NetCost-model. Recent heeft CE Delft de effecten geschat voor de Nederlandse luchtvaartsector en dit beleid meegenomen in onderzoek naar een CO₂-plafond en de verhoging van de vliegbelasting (CE Delft 2022a; CE Delft 2022b). Aangezien de volledige implementatie van deze plannen niet zeker is, analyseren we ook het effect van krimp van Schiphol afgezet tegen een ander nulalternatief met afgezwakt Europees klimaatbeleid. Daarnaast houden we in alle nulalternatieven rekening met het stiller worden van vliegtuigen.

In eerdere studies is CE Delft uitgegaan van de impact van corona zoals geschat door het PBL in de Klimaat- en Energieverkenning 2021 (KEV2021, zie PBL, 2021). Dit betrof in vier jaar tijd herstel van de luchtvaart tot niveau 2019, en structurele afname van zakelijk verkeer. In de nieuwste Klimaat- en Energieverkenning (KEV2022) is een aangepaste inschatting gemaakt van de midden- en langetermijnpact van COVID-19 op de vraag naar vliegen (PBL/TNO/CBS/RIVM, 2022). Gezien de snelle terugkeer van de vraag naar luchtvaart die we nu in Nederland zien, vullen we in de huidige MKBA een iets sterker herstel in. Onderstaande tabel zet de aannamen uit de KEV2022 en de in deze MKBA-studie gehanteerde aannamen naast elkaar.

Tabel 3.1 In deze MKBA wordt uitgegaan van een relatief snel herstel van de luchtvaart, in lijn met actuele ontwikkelingen

Aangenomen impact COVID-19	KEV 2022	MKBA
Vraag weer terug op niveau van voor de pandemie	2024	2023
Permanente uitval vraag zakelijke reizigers	-5%	-5%
Einde versneld herstel naar oude groeipad	2038	2037
Ticketprijscorrectie	+3%	+3%
Start afbouw ticketprijscorrectie	2030	2030
Einde afbouw ticketprijscorrectie	2050	2050

Bron: PBL/TNO/CBS/RIVM (2022); CE Delft

3.3 Beleidsalternatieven

Overzicht van alternatieven

We onderzoeken de beleidsalternatieven in onderstaande tabel. Om vergelijking met de nulalternatieven mogelijk te maken, zijn deze ook in de tabel opgenomen. In alle alternatieven wordt uitgegaan van voortzetting van het preferentieel baangebruik.

³¹ Effecten van de *Energy Taxation Directive* (ETD) worden niet meegerekend omdat het ernaar uitziert dat het ETD-voorstel niet overeind blijft in de onderhandelingen.

Tabel 3.2 Beleidsvarianten in de MKBA (rood=verschillend ten opzichte van het nulalternatief)

	Naam	Milieu- en omgevingsbeleid	Vluchten (limiet)	Nacht- vluchten (limiet)	Lely- stad
Nulalternatieven					
0	Huidige grenzen	Fit for 55	500k	32k à 25k	Dicht
0a	Huidige grenzen, afgezwakt Ff55	Afgezwakt Fit for 55	500k	32k à 25k	Dicht
Beleidsalternatieven					
1	440k zonder Lelystad	Fit for 55	440k	32k à 25k	Dicht
2	Milieu- & geluidvariant	Fit for 55 Capaciteitsplafond vervangen door hogere vliegbelasting Vliegbelasting afhankelijk van vliegafstand, gedeeltelijke terugsluis naar SAF-subsidies 6k nachtvluchten weg	Geen	26k à 19k	Dicht
3	SAF-variant (verplichting schone brandstoffen)	Fit for 55 Geen capaciteitsplafond Hogere bijmengverplichting die volgt uit CO ₂ -plafond Geluidplafond	Geen	32k à 25k	Dicht
1a	440k zonder Lelystad, afgezwakt Ff55	Afgezwakt Fit for 55	440k	32k à 25k	Dicht
4	440k met Lelystad	Fit for 55	440k	32k à 25k	Open
5	Tussenvariant	Fit for 55	480k	32k à 25k	Dicht
6	Alders-akkoord	Fit for 55	Groei naar 540k	32k à 25k	Dicht
7	Minder nachtvluchten	Fit for 55 6k nachtvluchten weg	494k	26k à 19k	Dicht

Bron: SEO Economisch Onderzoek, CE Delft

Een restrictie op het aantal vluchten kan niet alleen ten koste gaan van passagiers maar ook van vrachtvervoer via Schiphol, met name voor *full freighters*. Dit nemen we mee in de markt- en concurrentieanalyse (zie het hoofdstuk over effecten, kosten en baten hierna).

Kabinetbrief

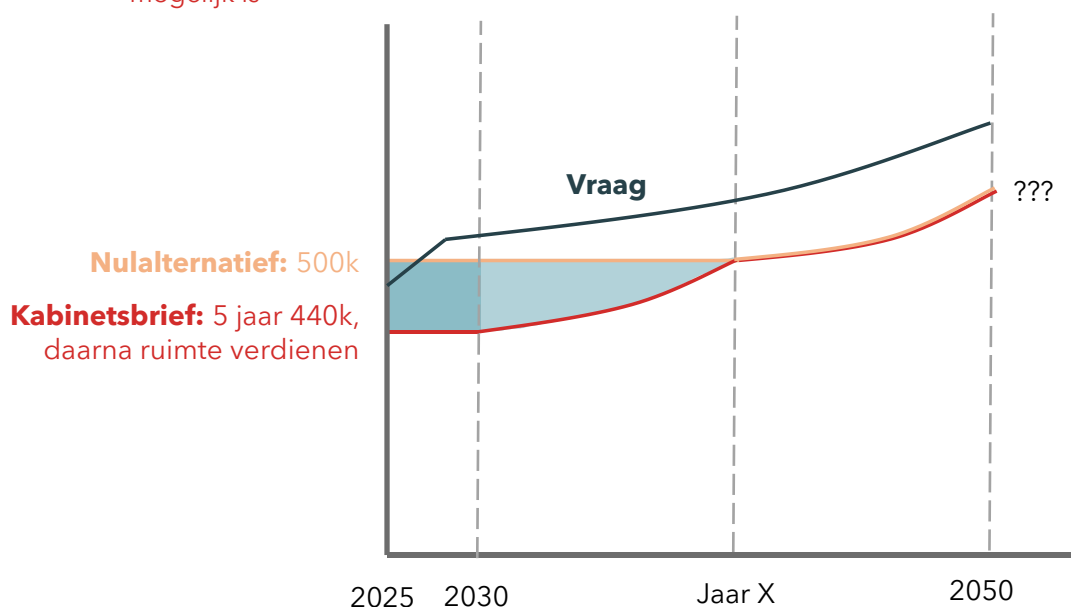
De kabinetsbrief geeft aan dat de beperking van het aantal vluchten tot 440.000 geldt voor de komende vijf jaar. Daarna zal deze worden vervangen door normstelling met betrekking tot externe effecten.³² Binnen die normen zal er deels ruimte zijn voor ontwikkeling van de luchtvaartsector, maar dit moet ook ten goede komen aan de omgeving. Dit interpreteren we als: het aantal vluchten mag groeien mits tegelijk de externe effecten afnemen.

³² Als de normstelling binnen vijf jaar gereed is, kan eerder tot invoering worden overgegaan.

Onderstaande figuur geeft het aantal toegestane vluchten in de tijd conform de kabinetsbrief weer. Daarbij is verondersteld dat de restrictie met ingang van 2025 van toepassing is.³³ De vraag naar vluchten wordt tot 2050 bepaald door het toekomstscenario (Hoog of Laag). Daarna is het onduidelijk hoe de vraag zich zal ontwikkelen.

De figuur laat zien dat de kabinetsbrief gedurende vijf jaar tot een vermindering van het plafond met 60.000 vluchten leidt. Daarna is er ruimte voor groei van het aantal vluchten. Vanaf jaar 'X' is het toegestane aantal vluchten minstens 500.000. Daarna is in de figuur verondersteld dat het toegestane aantal vluchten hetzelfde is in het nulalternatief en het beleidsalternatief. Zolang deze aantallen gelijk zijn, heeft de verandering van deze aantallen in de tijd weinig of geen invloed op de kosten en baten. Immers, kosten en baten komen voort uit verschillen tussen het beleidsalternatief en het nulalternatief.³⁴

Figuur 3.1 Het is onduidelijk hoe lang de restrictie van de kabinetsbrief zal duren en hoeveel groei daarna mogelijk is



Bron: SEO Economisch Onderzoek, CE Delft

De kabinetsbrief kent grote onzekerheden. Het is onduidelijk hoe het nieuwe normenstelsel eruit zal zien, en ook hoeveel ruimte er in dat stelsel zal zijn voor groei van het aantal vluchten. Ook is onduidelijk hoelang het duurt tot het toegestane aantal vluchten naar 500.000 gegroeid zal zijn (jaar 'X' in de figuur). Bovendien is onzeker of de restrictie in het nulalternatief op 500.000 blijft staan. Als Schiphol in het beleidsalternatief 'groei kan verdienen' als de externe effecten afnemen, ligt het voor de hand om iets soortgelijks te veronderstellen in het nulalternatief. Ook daarin is dan onduidelijk hoeveel groei mogelijk zou zijn. De consequentie van deze onzekerheden is dat de uitkomst van de MKBA afhankelijk wordt van diverse veronderstellingen waarbij stuk voor stuk vraagtekens kunnen worden gezet.

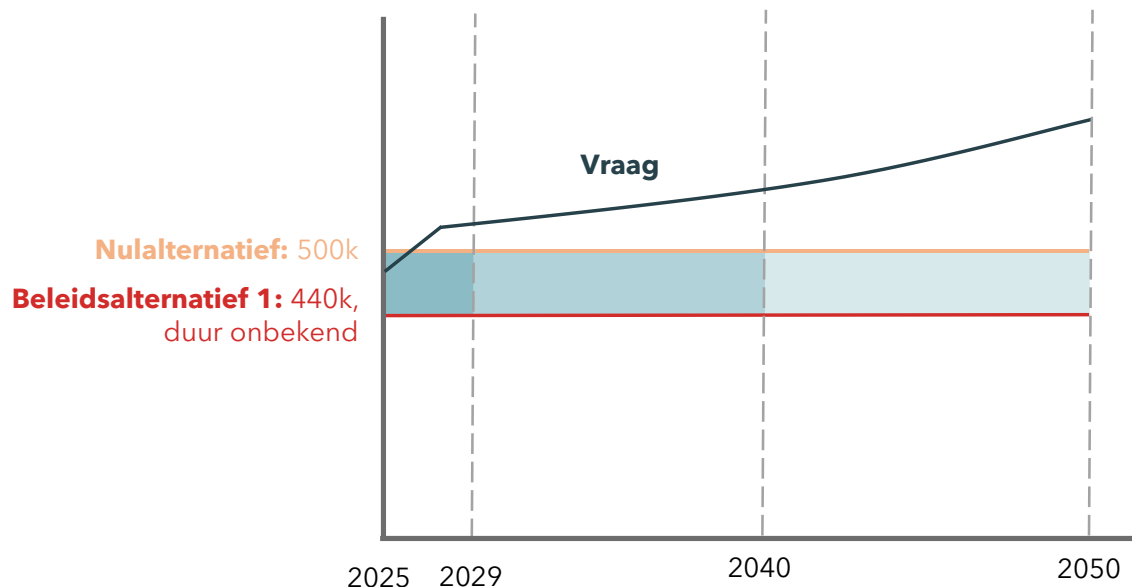
³³ De kabinetsbrief geeft aan dat de restrictie geldt met ingang van het winterseizoen 2023/2024. Later is echter duidelijk geworden dat de implementatie een jaar verschuift.

³⁴ Er is mogelijk een beperkt na-ijleffect van de eerdere restricties op de vlootsamenstelling.

Beleidsalternatief 1: de 440k-variant

Gezien de genoemde nadelen van aansluiten bij de kabinetsbrief kiezen we voor een minder ingewikkelde invulling van de 440k-restrictie. We nemen aan dat de restrictie vanaf een bepaald moment verdwijnt. Dat moment is variabel. We rekenen door wat de totale kosten en baten zijn als de restrictie tot en met respectievelijk 2029, 2040 en 2050 geldt. Onderstaande figuur geeft met gearceerde vlakken de variabele duur van de restrictie weer.

Figuur 3.2 De MKBA gaat in de 440k krimpvariant uit van een restrictie waarvan de duur variabel is



Bron: SEO Economisch Onderzoek, CE Delft

Beleidsalternatief 2: de milieu- & geluidvariant

De milieu- & geluidvariant is een alternatief op de 440k-variant dat door de onderzoekers van deze MKBA is vormgegeven. Het beleidsalternatief combineert maatregelen die de geluidbelasting verminderen met maatregelen die CO₂- en non-CO₂-emissies verder beperken dan in de 440k-variant, en poogt tegelijkertijd de hubfunctie van Schiphol te beschermen. Deze variant beoogt in 2050 netto nul klimaatemissies van in Nederland vertrekkende vluchten te bereiken. Aangezien de vraag naar luchtvaart en klimaatemissies in het nulalternatief verschillen in WLO Laag en WLO Hoog, ontwikkelen we verschillende beleidspakketten in de twee scenario's. De milieu- & geluidvariant zorgt er in de twee scenario's voor dat er geen netto klimaatemissies zijn van in Nederland vertrekkende vluchten³⁵.

³⁵ Hierbij is 100 procent compensatie vanuit CORSIA meegenomen voor de intercontinentale vluchten.

Box 3.1 Sturen op inputs die sterk correleren met outputs

In beginsel is het beter om te sturen op outputs zoals geluidhinder en CO₂-uitstoot dan op een input zoals het totaal aantal vluchten. Hiernaar hebben we gestreefd bij het vormgeven van de milieu- & geluidvariant. Direct aangrijpen op outputs is echter in de praktijk lastig - met name als het om nationaal beleid gaat:

- De CO₂-uitstoot wordt niet direct gemeten, maar afgeleid uit de getankte kerosine. Een nationale kerosinebelasting is echter (behalve voor binnenlandse vluchten) niet goed realiseerbaar vanwege internationale afspraken;
- Ook non-CO₂ klimaateffecten worden niet gemeten. Ze kunnen worden geschat op basis van de vliegafstand, vliegroutes en vlieghoogtes. Voor het beïnvloeden van vliegroutes is echter internationale overeenstemming nodig;
- Ook geluidhinder wordt niet gemeten, maar geschat op basis van modellen. Het direct belasten of reguleren van geluid is daardoor niet goed mogelijk.

Gezien deze beperkingen is het onvermijdelijk om te sturen op inputs. De vraag is dan vooral: welke inputs?

Bij het invullen van de milieu- & geluidvariant hebben we inputs gekozen waar nationaal beleid mogelijk is en die sterk correleren met relevante outputs. Voor CO₂- en non-CO₂-klimaateffecten kiezen we - door de keuze van de afstandsafhankelijke vliegbelasting - voor beïnvloeding van het aantal passagierskilometers als input. Dit leidt ertoe dat gebruikers van lange vluchten - die grotere klimaateffecten hebben - sterker worden beïnvloed dan die van korte vluchten. In de 440k krimpvariant worden alleen vluchten geteld, zonder onderscheid tussen korte en lange afstanden. Daardoor is de correlatie met de CO₂- en non-CO₂-effecten sterker in de milieu- & geluidvariant dan in de 440k-variant. Ook de geluidhinder hangt niet alleen samen met het aantal vliegtuigen maar ook met de grootte van de vliegtuigen. Intercontinentale vluchten worden in de regel bediend met grotere, zwaardere vliegtuigen die tot meer geluidhinder leiden dan kleine, lichte vliegtuigen.

Aanvullend voegen we subsidie voor schone brandstof toe. Schone brandstof leidt niet tot CO₂-uitstoot en heeft daarmee dus een een-op-een correlatie. Ook non-CO₂-uitstoot is gecorreleerd met schone brandstof.

Specifiek voor geluid gaan we uit van een vermindering van het aantal nachtvluchten. Dit kan via het Luchthavenbesluit. Nachtvluchten veroorzaken gemiddeld tien maal zoveel geluidhinder als vluchten overdag. Daardoor is het aantal nachtvluchten veel sterker gecorreleerd met de totale geluidhinder dan het totaal aantal vluchten.

Bron: SEO en CE Delft

De milieu- & geluidvariant bestaat uit vier beleidscomponenten:

1. Het capaciteitsplafond van 500.000 vluchten wordt losgelaten;
2. Het aantal vluchten wordt in plaats daarvan beperkt door een in de tijd toenemende, afstandsafhankelijke vliegbelasting;
3. Een deel van deze inkomsten wordt op termijn teruggesluisd naar de sector in de vorm van SAF-subsidies op Europese vluchten;
4. Het aantal nachtvluchten wordt structureel verlaagd met 6.000 vluchten. Deze vluchten worden *niet* verplaatst naar de dag.

Hieronder lichten we deze beleidscomponenten individueel toe.

Loslaten van het capaciteitsplafond

In de milieu- & geluidvariant wordt het capaciteitsplafond van 500.000 vluchten losgelaten. Dit betekent echter niet dat het aantal vluchten ongebreideld zal toenemen: de afstandsafhankelijke vliegbelasting zet een rem op de groei. In de praktijk geldt bovendien dat het aantal vluchten op Schiphol gemaximeerd is vanwege infrastructurele en operationele beperkingen. We nemen aan dat deze beperkingen *de facto* tot een capaciteitsplafond van 630.000 vluchten leiden in 2050. In de praktijk kan echter blijken dat dit maximum nooit bereikt wordt.

De afstandsafhankelijke vliegbelasting

Om te borgen dat de milieu- & geluidvariant leidt tot een afname van CO₂- en non-CO₂-emissies, wordt in deze variant een afstandsafhankelijke vliegbelasting ingevoerd die de huidige vliegbelasting vervangt. De afstandsafhankelijke vliegbelasting ontmoedigt lange, milieubelastende vluchten en is van toepassing op alle vliegverplaatsingen vanaf luchthaven Schiphol naar de eindbestemming. Voor OD-reizen is dit de volledige vanaf Schiphol vertrekkende reisrichting. Voor transferreizigers is dit in beide richtingen het reisgedeelte na de overstap op luchthaven Schiphol. De belasting geldt voor zowel OD-passagiers als transferpassagiers. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen zakelijke en niet-zakelijke passagiers.³⁶ Transferpassagiers betalen bijna 40 procent van het tarief voor OD-passagiers, omdat ze op zowel de heen- als terugvlucht worden aangeslagen. Het tarief voor transferpassagiers hebben we zodanig bepaald dat het aantal intercontinentale vluchten ongeveer hetzelfde blijft in de tijd (zie Bijlage E). Een identieke heffingshoogte zou de hubfunctie van Schiphol te veel onder druk kunnen zetten (transferpassagiers zijn veel prijsgevoeliger dan OD-passagiers). Voor vracht rekenen we met een constante heffing per ton vracht in verband met de grove vrachtzonering in AEOLUS.

Voor alle passagiers geldt een tarief dat toeneemt met de vliegafstand en met de tijd; om de groei van het aantal vluchten te beperken is een fors hogere heffing nodig dan in 2025 vanwege toenemende welvaart. Daarnaast geldt een bodemprijs die gelijk is aan de huidige vliegbelasting. Dit minimumtarief moet reizigers stimuleren om bij korte reisafstanden de trein te nemen. De tarieven zijn in 2025 gelijk voor WLO-Laag en WLO-Hoog, maar we veronderstellen dat de Rijksoverheid deze tarieven vervolgens periodiek aanpast op basis van de waargenomen en geprognosticeerde groei van de vraag naar luchtvaart. In de doorrekening verschillen de tariefhoogtes dus tussen WLO-Laag en WLO-Hoog. De ontwikkeling van de hoogte van de vrachtheffing is gekoppeld aan het passagiertarief.

De opbouw van de heffingshoogte wordt samengevat in onderstaande tabel. Figuur 3.3 geeft de relatie tussen de vluchtafstand en de heffingshoogte weer in 2025. In Figuur 3.4 wordt het tijdsverloop van de heffing gepresenteerd. In WLO-Hoog neemt de heffing veel sneller toe met de tijd dan in WLO-Laag vanwege de hogere economische groei en de daaruit volgende betalingsbereidheid. Zie voor een gedetailleerde weergave van de hoogte v.d. vliegbelasting per jaar, scenario en bestemming Bijlage G.

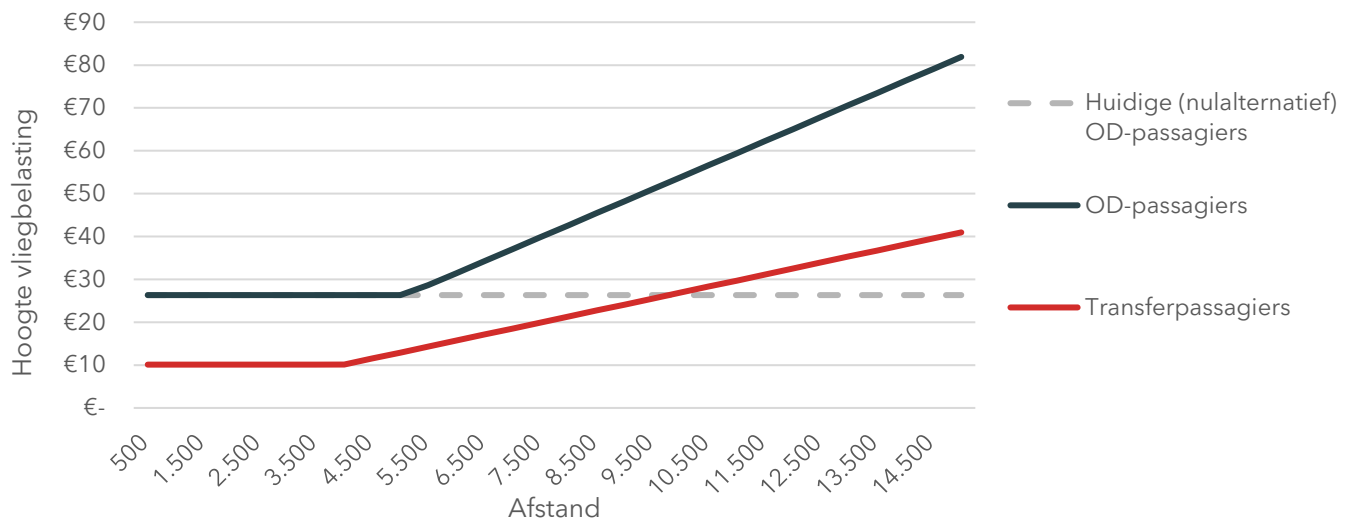
Tabel 3.3 De afstandsafhankelijke vliegbelasting verschilt tussen segmenten

Segment	Afstandsafhankelijke heffing	Minimumprijs
OD-passagiers	Ja	€26,33
Transferpassagiers	Ja, gelijk aan ongeveer 40% van de OD-heffing	€10,26
Vracht	Nee (vaste heffing per ton vracht)	€43,00

Bron: CE Delft, SEO, Significance

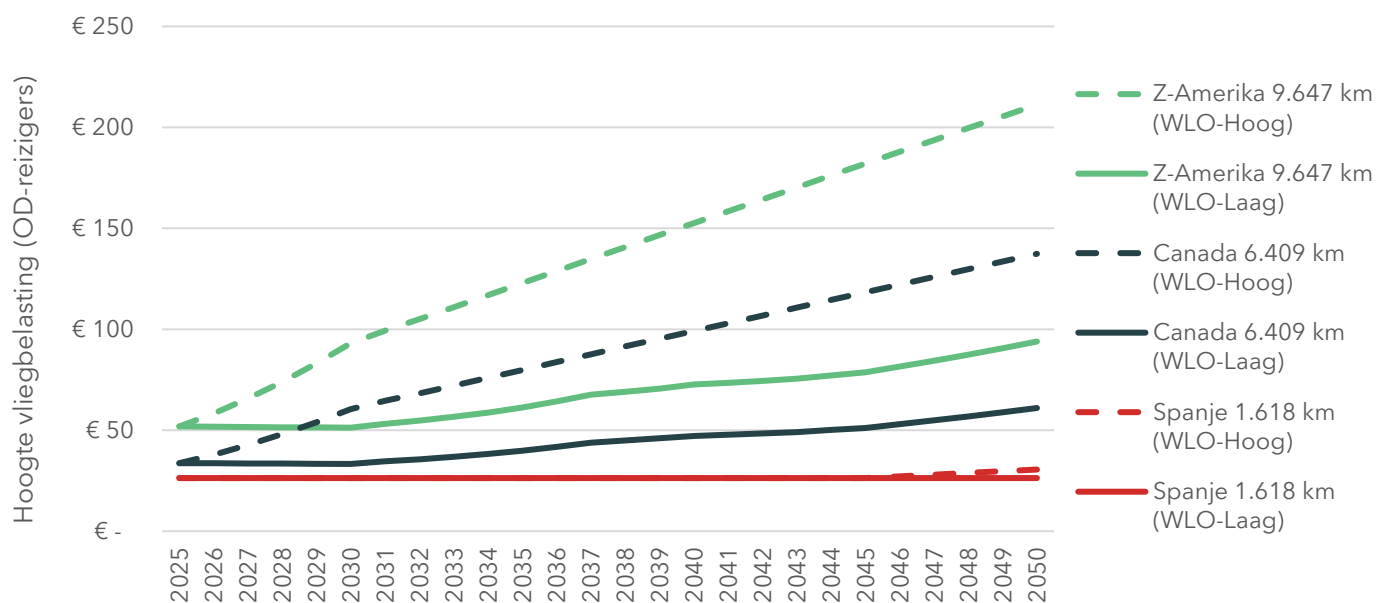
³⁶ Een dergelijke tariefdifferentiatie is niet onderzocht in deze studie vanwege beperkingen in AEOLUS, maar zou kunnen onderbouwd worden met de argumentatie dat zakelijke passagiers meer ruimte innemen per stoel, en dus een relatief groter deel van de externe effecten veroorzaken.

Figuur 3.3 De vliegbelasting neemt toe naarmate de vluchtafstand groter is (hoogte in 2025)



Bron: CE Delft, SEO, Significance

Figuur 3.4 De vliegbelasting neemt met name voor langere afstanden toe in de tijd



Bron: CE Delft, SEO, Significance

De terugsluis via SAF-subsidies

In de milieu- & geluidvariant worden belastinginkomsten op termijn deels teruggesluisd naar de sector in de vorm van SAF-subsidies. We nemen aan dat alleen subsidie wordt verstrekt vanaf het moment dat dit maatschappelijk rendabel is; bij te hoge SAF-prijzen wegen de klimaatvoordelen nog niet op tegen de gemiste belastinginkomsten. Ook nemen we aan dat de SAF-subsidies alleen worden verstrekt voor Europese vluchten. De reden is dat de onrendabele top voor SAF veel kleiner is op Europese vluchten dan op ICA-vluchten als gevolg van het EU ETS. Stimulering van SAF-gebruik op Europese vluchten kan dus volstaan met een fors lagere subsidie-intensiteit. We

veronderstellen dat er een bepaalde mate van *free-riding* optreedt: airlines gebruiken gemiddeld 75 procent van deze subsidie om de meerkosten van SAF te dekken, en de overige 25 procent komt ten goede aan aandeelhouders en reizigers in de vorm van ticketprijsverlagingen.

Vermindering van het aantal nachtvluchten

In de milieu- & geluidvariant vinden er structureel 6.000 minder nachtvluchten plaats op Schiphol. Door te knippen in het aantal nachtvluchten neemt de gewogen geluidbelasting voor de omgeving relatief sterker af dan bij een verlaging van het aantal dagvluchten. Ook de afstandsafhankelijke vliegbelasting zorgt voor een afname van de geluidbelasting: door een verschuiving van lange naar korte vluchten worden er minder grote en lawaaierige toestellen ingezet.

Beleidsalternatief 3: de SAF-variant

In de SAF-variant wordt het capaciteitsplafond op Schiphol losgelaten en vervangen door twee milieugrenzen:

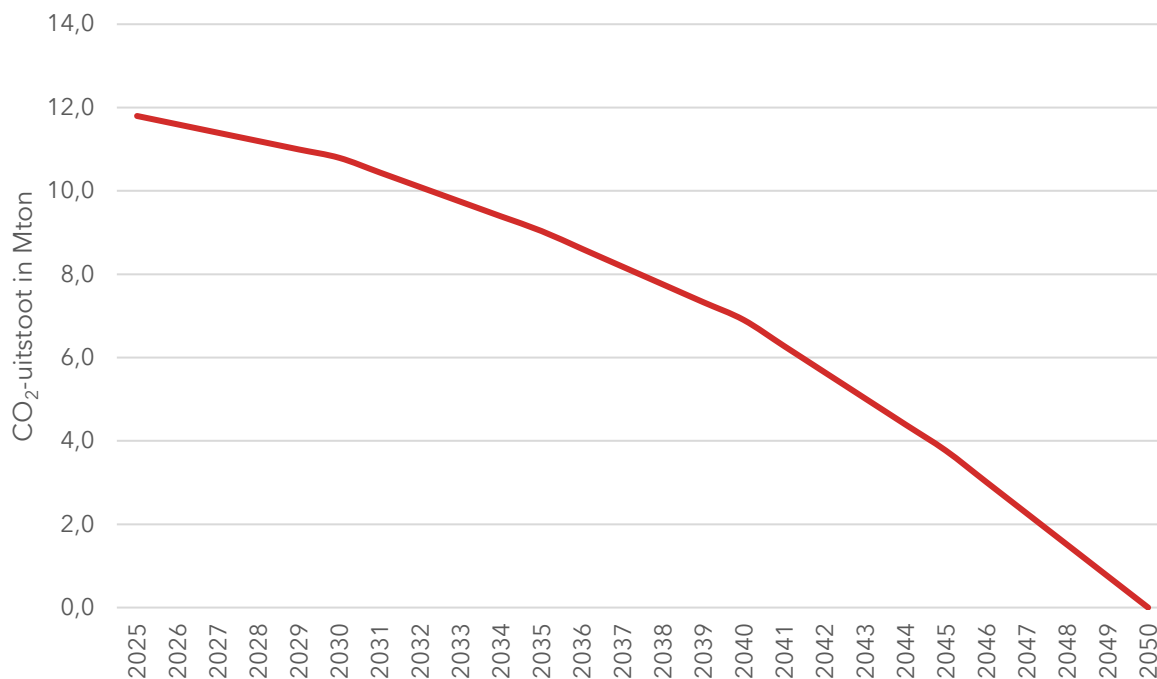
- Een grens voor de absolute CO₂-uitstoot van in Nederland vertrekkende vluchten;
- Een geluidgrens in termen van het maximaal aantal ernstig gehinderden binnen de 48 dB Lden contour op basis van het woningbestand uit 2005.

Het aantal vluchten op Schiphol kan in deze variant groeien tot meer dan 500.000 per jaar mits de milieugrenzen niet worden overschreden. De figuren 3.5 en 3.6 geven de milieugrenzen grafisch weer.

Om te borgen dat de CO₂-grens niet wordt overschreden, introduceert de Nederlandse overheid in deze variant een SAF-verplichting bovenop de Europese verplichting uit ReFUEL EU Aviation³⁷. De hoogte van deze verplichting wordt zo gekalibreerd dat de Nederlandse luchtvaart binnen de CO₂-grens blijft. We merken op dat de juridische houdbaarheid van een dergelijke nationale kop op Europees beleid zeer onzeker is; in deze MKBA rekenen we simpelweg de bijbehorende effecten door en doen we geen uitspraak over de haalbaarheid van een verdergaande nationale bijmengverplichting. Door de SAF-verplichting nemen de meerkosten voor airlines toe. We nemen aan dat airlines deze meerkosten doorbelasten aan reizigers in de vorm van hogere ticketprijzen. Dit beperkt de groei van het aantal vluchten.

Om te borgen dat de geluidgrens niet wordt overschreden, wordt in ook deze variant het aantal nachtvluchten structureel verlaagd met 6.000 vluchten per jaar. Indien deze maatregel niet voldoende is om binnen de geluidgrens te blijven, nemen we aan dat het aantal vluchten op Schiphol zodanig wordt beperkt dat de geluidgrens niet langer wordt overschreden.

³⁷ De Europece Commissie heeft ten tijde van dit onderzoek aangegeven dat het Nederlandse mandaat van 14 procent bijmenging in 2030 niet in lijn is met de Europese normen. Daarmee is de vraag gerechtvaardigd of Nederland mag afwijken van Europese bijmengnorm.

Figuur 3.5 Veronderstelde grens op de CO₂-uitstoot van vertrekkende vluchten uit Nederland

Bron: CE Delft, SEO

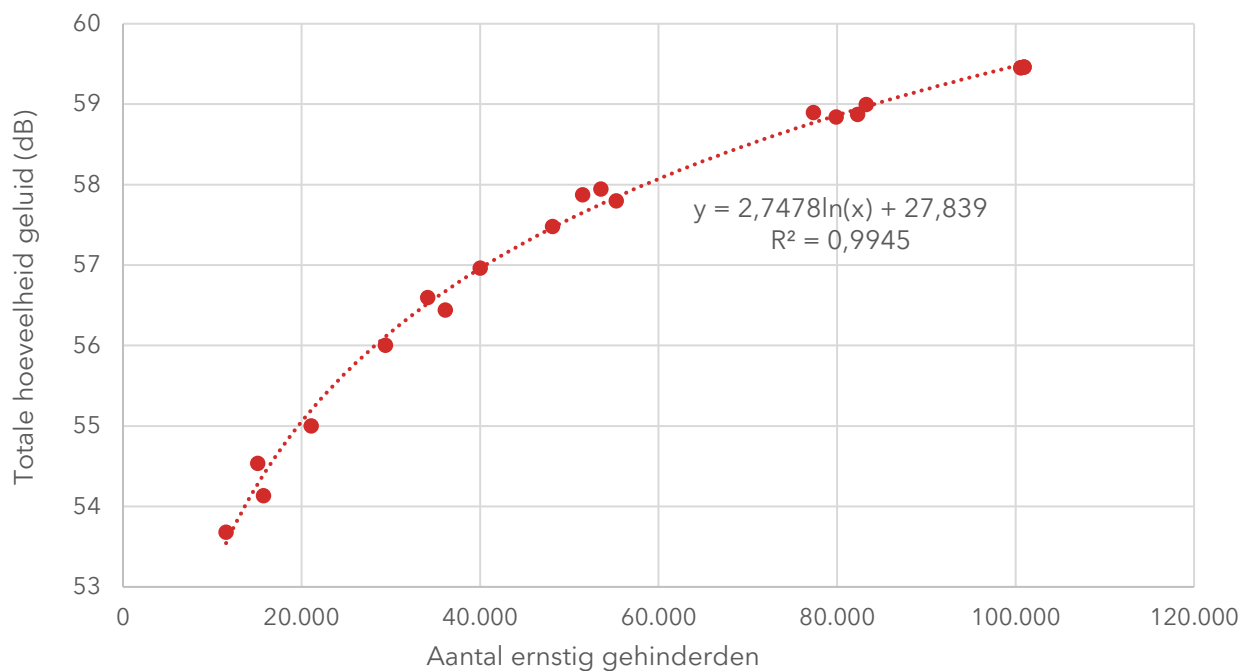
Figuur 3.6 Veronderstelde grens op het aantal ernstig gehinderden binnen de 48 dB Lden contour op basis van woningbestand 2005



Bron: CE Delft

Met AEOLUS kan niet het aantal ernstig gehinderden binnen de 48 dB Lden contour worden berekend. Omdat een iteratief proces met gedetailleerde geluidsdoorrekeningen van NLR te tijdrovend zou zijn, zetten we de geluidsgrens om in termen van de totale hoeveelheid geluid (THG) die wel met AEOLUS kan worden bepaald. Zoals weergegeven in Figuur 3.7 bestaat er een zeer sterke relatie tussen deze twee maten.

Figuur 3.7 Er bestaat een zeer sterke logaritmische relatie tussen de totale hoeveelheid geluid en het aantal ernstig gehinderden binnen de 48 dB contour (EHG48, berekend door NLR).



Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output en modeluitkomsten NLR. Totale hoeveelheid geluid berekend met AEOLUS. Aantal ernstig gehinderden binnen de 48 dB contour berekend door NLR.

Overige beleidsalternatieven

Hieronder geven we kort de aannames weer voor de overige beleidsalternatieven.

Beleidsalternatief 1a: 440k zonder Lelystad, afgezwakt FF55

- In deze variant nemen we aan dat het Europese bijmengbeleid naar beneden wordt bijgesteld als gevolg van SAF-tekorten. In zowel het aangepaste nulalternatief (0a) als het aangepaste 440k-alternatief (1a) veronderstellen we dat de inzet van duurzame brandstof (SAF) op uit Europa vertrekkende vluchten wordt gehalveerd vergeleken met het oorspronkelijke nulalternatief (0) en het oorspronkelijke 440k-alternatief (1).

Beleidsalternatief 4: 440k met Lelystad

- In deze beleidsvariant gaat de luchthaven Lelystad open. Dit leidt tot een verschuiving van maximaal 45.000 vluchten van Schiphol naar Lelystad waardoor extra ruimte op Schiphol ontstaat. In alle andere opzichten wordt hetzelfde beleid gevoerd als in het beleidsalternatief met 440.000 vluchten.

Beleidsalternatief 5: Tussenvariant

- In deze variant is er een plafond van 480.000 vluchten in plaats van 440.000 vluchten. In alle andere opzichten wordt hetzelfde beleid gevoerd als in het beleidsalternatief met 440.000 vluchten.

Beleidsalternatief 6: Alders-akkoord

- Het plafond voor het aantal vluchten gaat naar 540.000 vluchten (in plaats van 500.000). In alle andere opzichten wordt hetzelfde beleid gevoerd als in het beleidsalternatief met 440.000 vluchten.

Beleidsalternatief 7: Minder nachtvluchten

- 6.000 nachtvluchten gaan weg van Schiphol. Deze worden niet verplaatst naar dagvluchten op Schiphol.

Doorrekening alternatieven

De beleidsalternatieven 1 (krimp naar 440k), 2 (milieu- & geluidvariant) en 3 (SAF-variant) zijn volledig door-gerekend zoals beschreven in hoofdstuk 2.

De welvaartseffecten van de overige beleidsalternatieven zijn schattingen van de onderzoekers. Daarbij zijn de resultaten van de wel doorgerekende varianten gebruikt, aangevuld met informatie uit eerdere studies. De schattingen hebben betrekking op de totale netto baten (baten min kosten). Afzonderlijke effecten zijn niet geschat, met één uitzondering: de geluidseffecten van minder nachtvluchten zijn doorgerekend door NLR.

4 Effecten van krimp naar 440.000 vluchten

Krimp naar 440.000 vluchten leidt tot negatieve effecten voor reizigers, luchtvaartmaatschappijen en andere economische activiteiten. Daar staan positieve effecten tegenover voor het klimaat en de omwonenden.

In dit hoofdstuk presenteren we de effecten van krimp naar 440k vluchten, in vergelijking met het nulalternatief (500k vluchten). Onderstaande tabel bevat de belangrijkste kenmerken van het nulalternatief en de krimpvariant.

Tabel 4.1 De krimpvariant vervangt de grens van 500k vluchten door een lagere grens van 440k vluchten

	Variant	Milieu- en omgevingsbel eid	Vluchten	Nacht- vluchten	Lelystad	Toekomst- scenario's
Nulalternatief	Huidige grenzen	Fit for 55	500k	32k à 25k	Dicht	Laag en Hoog
Beleidsalternatief	440k zonder Lelystad	Fit for 55	440k	32k à 25k	Dicht	Laag en Hoog

Bron: SEO, CE Delft en Significance

Hieronder presenteren we eerst de uitkomsten van het AEOLUS-model (paragraaf 4.1). Daarna volgen effecten voor gebruikers en aanbieders van luchtvaart (4.2), bredere economische effecten (4.3) en externe effecten (4.4). In ieder van de gepresenteerde tabellen zijn de welvaartseffecten voor Nederland die een onderdeel vormen van de MKBA dikgedrukt.

4.2 Uitkomsten AEOLUS-model

De basis van een groot deel van de effecten in de MKBA wordt gevormd door berekeningen met het luchtvaartmodel AEOLUS. Deze paragraaf bevat de belangrijkste uitkomsten van het model. De uitkomsten worden in meer detail gepresenteerd in bijlage E. Het model zelf wordt beschreven in bijlage B.

Onderstaande tabel toont resultaten voor 2050 van de doorrekeningen met het AEOLUS-luchtvaartmodel. Voor de toekomstscenario's WLO-Hoog en WLO-Laal zijn in de tabel de modelresultaten van het nulalternatief en de 440k-variant naast elkaar gezet en is het verschil tussen beide weergegeven.

Tabel 4.2 De 440k-variant leidt tot minder passagiers, minder geluidhinder en kleinere klimaateffecten

Prognose resultaten 2050	WLO-Hoog			WLO-Laag		
	Nulalternatief	440k-variant	Vershil	Nulalternatief	440k-variant	Vershil
Aantal vluchten	500.000	440.000	-12%	500.000	440.000	-12%
Aantal passagiers (miljoen)	105	93	-12%	100	88	-12%
OD-passagiers EUR	44	38	-12%	46	42	-9%
OD-passagiers ICA	29	28	-5%	20	19	-4%
Transferpassagiers	32	26	-18%	34	27	-21%
Passagierskilometers (miljoen)	396.129	352.178	-11%	325.197	283.828	-13%
Tonnen vracht (miljoen)	1,4	1,0	-26%	2,5	2,2	-12%
Aantal ernstig gehinderden	39.000	33.000	-15%	44.000	37.000	-16%
CO₂-uitstoot vertrekkende vluchten (Mton CO ₂ tank-to-wing)	4,37	3,94	-10%	4,20	3,72	-11%
Prognose resultaten 2050	Vershil tussen nulalternatief en 440k-variant in WLO-Hoog			Vershil tussen nulalternatief en 440k-variant in WLO-Laag		
Mondiaal non-CO₂-effect (Mton CO ₂ -equivalent)	-0,85			-0,81		

Bron: Significance (modelresultaten AEOLUS)

Krimp naar maximaal 440.000 vliegtuigbewegingen per jaar op Schiphol leidt ertoe dat bepaalde bestemmingen niet meer bediend worden en dat vliegfrequenties op veel verbindingen lager zijn. Als gevolg hiervan kiezen mensen vaker voor andere (buitenlandse) luchthavens, reizen over land of zien af van hun reis. Ondanks een afname van de totale vraag naar vliegen neemt de omvang van de niet-geaccommodeerde vraag op Schiphol toe in de 440k-variant. Deze toename van schaarste zorgt ervoor dat luchtvaartmaatschappijen hun ticketprijzen zullen verhogen.

Het verminderde aanbod en de hogere ticketprijzen leiden er toe dat het totale aantal passagiers op Schiphol met ongeveer 12 procent afneemt (in beide macro-economische scenario's). Transferpassagiers leggen een groter beslag op de schaarse ruimte en hebben bovendien in de meeste gevallen meer reisalternatieven zoals vliegen via een andere hub of direct vliegen. In het transfersegment is de afname van het aantal passagiers daarom groter dan in het OD-segment. Binnen dit laatste segment is de afname van reizigers binnen Europa groter dan op intercontinentale verbindingen, omdat zij ook de mogelijkheid hebben om voor een vervoerwijze over land te kiezen. Door dit verschil tussen de passagierssegmenten neemt het marktaandeel van transferpassagiers in de 440k-variant iets sterker af richting 2050 dan in het nulalternatief (500k). Dit wordt gecompenseerd door een toename van het aandeel intercontinentale OD-passagiers. Het aantal passagierskilometers neemt ongeveer in dezelfde mate af als het aantal passagiers.

Krimp naar 440.000 vliegtuigbewegingen en een afname van de beschikbare vrachtcapaciteit in de belly's van passagiersvliegtuigen maakt Schiphol ook minder aantrekkelijk voor het transport van vracht. De luchthaven verliest daarom marktaandeel aan concurrerende vrachtluchthavens. In het WLO-Hoog scenario is het totale vrachtvolume op Schiphol dermate laag, dat ook de resterende vracht sneller geneigd is uit te wijken naar andere luchthavens. De procentuele afname van de hoeveelheid vracht is daardoor groter dan de afname van het aantal passagiers. In het WLO-Laag scenario is de afname van de hoeveelheid vracht ongeveer gelijk aan die van passagiers.

Zowel in het WLO-Hoog als het WLO-Laag scenario loopt Schiphol na verloop van tijd tegen de jaarlimiet op het aantal vliegtuigbewegingen aan. Het totale aantal vluchten wordt vanaf dat moment bepaald door deze limiet en ligt dus 12 procent lager dan in het nulalternatief (want 440.000 vluchten is 12 procent minder dan 500.000 vluchten). De afname van het aantal vrachtluchten is iets kleiner dan de afname van de hoeveelheid vracht. Dit komt omdat er minder bellycapaciteit in passagiersvliegtuigen beschikbaar is. Dit zorgt ervoor dat een relatief groter aandeel vracht in Full Freighters wordt vervoerd. Door de krimp op Schiphol kiezen meer reizigers ervoor om gebruik te maken van één van de regionale luchthavens. Op deze luchthavens neemt zowel het aantal reizigers als het aantal vliegtuigbewegingen daarom toe.

4.3 Effecten in de luchtvaart

Gebruikers van luchtvaart

Passagiers

Uit de tabel hieronder blijkt dat de grootste welvaartseffecten voor reizigers voortkomen uit een lagere vliegfrequentie en een hogere ticketprijs. Deze effecten lopen op tot (meer dan) honderd miljoen euro per jaar. De grootste effecten zijn in WLO-Laag waarin een lagere groei van luchtvaart is verondersteld. Ongeveer 20 tot 30 procent van de welvaartseffecten wordt ervaren door Nederlandse reizigers. In sommige gevallen lijken de welvaartseffecten niet overeen te komen met de verandering van het aantal passagiers. Dit komt doordat de groep passagiers verandert: er is een verschuiving van passagiers van lange naar korte vluchten.

Tabel 4.3 De 440k-variant leidt tot hogere ticketprijzen, langere reistijden en wachttijden, en minder passagiers

Effect	Verskil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (%)			Welvaartseffect (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Ticketprijs ^a	Gem. totale ticketprijs (€)					
	+€3,48 à +€1,02	+€1,51 à +€0,38	+€1,07 à +€0,60	-269 à -84	-127 à -34	-95 à -56
Reistijd directe bestemmingen ^b	-	-	-	-17 à -6	-14 à -6	-11 à -6
Vliegfrequentie ^c (wachttijden)	Gem. frequentie per bestemming per dag (%)			-82 à -92	-110 à -101	-126 à -113
Verandering reizigersaantallen (volume)	Passagiersaantallen Schiphol (%)			-38 à -17	-31 à -15	-27 à -18
Totaal	-	-	-	-406 à -199	-283 à -156	-259 à -194
w.v. Nederlandse reizigers ^d	-7,9 à -8,8	-8,1 à -8,9	-8,1 à -10,0	-78 à -39	-52 à -33	-54 à -49
Buitenlandse reizigers	-11,9 à -13,2	-13,8 à -12,8	-13,7 à -12,7	-328 à -161	-232 à -123	-205 à -145
Belasting Rijksoverheid (vliegbelasting)	-	-	-	-46 à -50	-48 à -67	-59 à -85

a Ticketprijsverhogingen door beperking van het aantal vluchten. Daarnaast zijn er tijdelijke ticketprijsverlagingen t.b.v. slotbehoud.

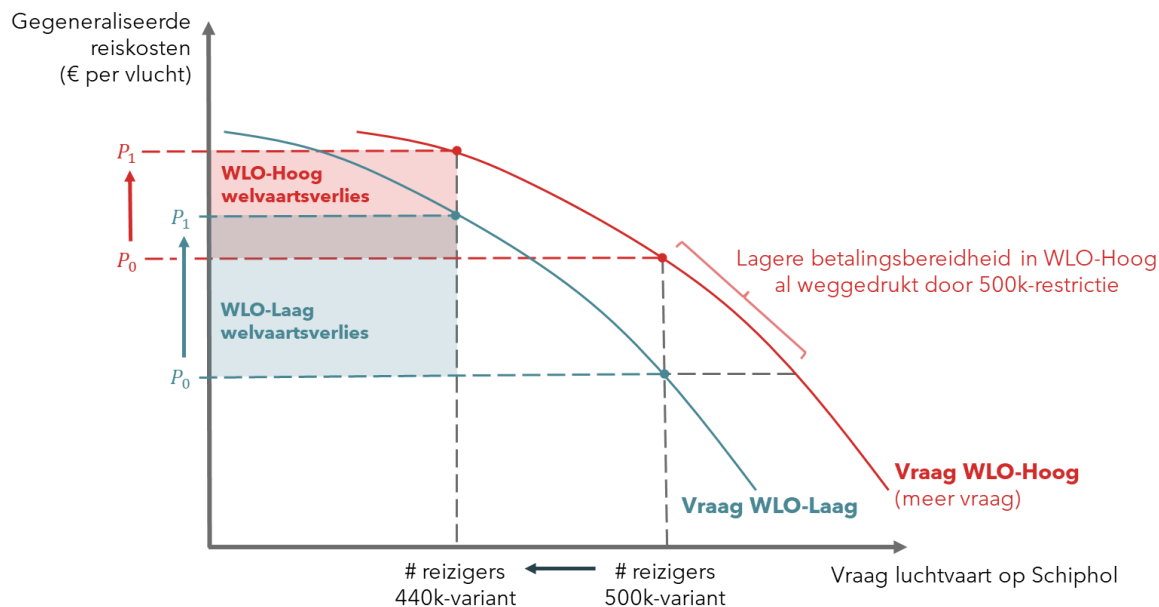
b Minder directe bestemmingen voor zakelijke reizigers leiden tot extra overstapkosten.

- c Lagere vliegfrequenties leiden tot tijdverlies. Dit is vooral relevant voor zakelijke passagiers. We nemen dit effect daarom wel mee voor zakelijke passagiers maar niet voor sociaal-recreatief verkeer.
- d Dit betreft inwoners van Nederland; het gaat niet om de nationaliteit van de reizigers.
- Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Verskil tussen WLO-Laag en WLO-Hoog

Het effect van de 440k-restrictie op de gegeneraliseerde reiskosten (en daarmee op de welvaartseffecten) is voor passagiers in WLO-Hoog minder groot dan in WLO-Laag. Dit geldt met name voor de ticketprijzen. Het is een gevolg van de vorm van de vraagcurve die (impliciet) in AEOLUS zit. Onderstaande figuur licht dit toe. De omvang van de restrictie is in WLO-Laag en WLO-Hoog even groot (60.000 vluchten minder), maar de 'bolle' vorm van de vraagcurve leidt ertoe dat de ticketprijsstijging die nodig is om deze reductie te bewerkstelligen, in WLO-Hoog kleiner is dan in WLO-Laag. De 'bolle' vorm ontstaat doordat, als de ticketprijs zeer hoog wordt, alternatieven voor Schiphol (andere luchthavens, andere vervoerwijzen, niet reizen) relatief aantrekkelijk worden en veel reizigers naar alternatieven uitwijken.

Figuur 4.1 Welvaartsverlies voor reizigers door schaarste in WLO-Laag en WLO-Hoog

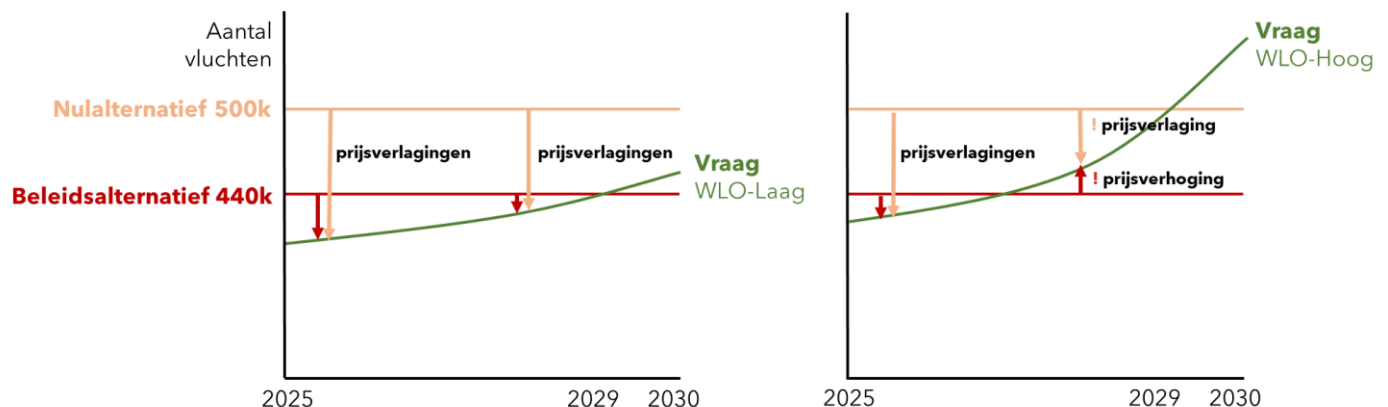


Bron: SEO Economisch Onderzoek, Significance

Effecten voor 2030

Een deel van de periode voor 2030 is er sprake van lagere ticketprijzen. Onderstaande figuren lichten dit toe. Door een lagere vraag als gevolg van de COVID-pandemie ligt het gemodelleerde aantal vluchten onder het plafond van 500.000. In WLO-Laag is deze vraag lager dan in WLO-Hoog en daarmee ligt het evenwichtsniveau voor de ticketprijzen ook lager. Met andere woorden: in WLO-Laag zijn er grotere ticketprijsverlagingen dan in WLO-Hoog. Met de restrictie van 400.000 vluchten wordt een deel van deze verlagingen echter tenietgedaan en volgen er mogelijk ticketprijsverhogingen. In WLO-Laag valt in het 440k-alternatief voor reizigers meer voordeel weg dan in WLO-Hoog. Daarmee is het beleidsalternatief in WLO-Laag ongunstiger dan WLO-Hoog.

Figuur 4.2 Voor 2030 valt voor reizigers het 440k-alternatief in WLO-Laat negatiever uit dan WLO-Hoog



Bron: SEO Economisch Onderzoek

Noot: De effecten zijn in de figuur overdreven groot getekend om ze beter zichtbaar te maken. De vraag ligt in werkelijkheid hoger.

Vracht

Onderstaande tabel laat zien dat hogere vrachttarieven, lagere vliegfrequenties en minder vrachtvervoer negatieve leiden tot negatieve welvaartseffecten, waarvan een deel neerslaat bij Nederlandse bedrijven.

Tabel 4.4 De 440k-variant verhoogt de vrachttarieven en verlaagt het vrachtvolume

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Vrachttarieven ^a en frequentie-effect	-	-	-	-66 à -38	-41 à -42	-45 à -50
Verandering vrachtvolume	Vervoerd vrachtvolume Schiphol (%)			-6 à -2	-2 à -4	-3 à -9
	-14,9 à -11,2	-10,3 à -15,8	-11,7 à -26,3			
Totaal	-	-	-	-72 à -41	-43 à -46	-48 à -59
w.v. Nederlandse bedrijven^b	-	-	-	-28 à -16	-17 à -18	-19 à -23
Buitenlandse bedrijven	-	-	-	-44 à -25	-26 à -28	-29 à -36

a Vrachttariefverhogingen door beperking van het aantal vluchten.

b Dit betreft het deel van de welvaartseffecten dat in Nederland (bij Nederlandse bedrijven) neerslaat.

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Luchtvaartmaatschappijen

Uit onderstaande tabel blijkt dat de winst van luchtvaartmaatschappijen per saldo daalt, behalve in 2030 in WLO-Laat. Dit wordt gedreven door het volumeverlies en de lagere kostenefficiëntie als gevolg van vaste kosten. Schaarstewinsten (hogere prijzen) wegen daar niet tegenop. De lagere bedrijfsresultaten resulteren in een evenredige verlaging van de inkomsten uit de vennootschapsbelasting voor de Rijksoverheid. Welvaartstechnisch zijn de verliezen relatief kleiner omdat het producentensurplus kleiner is dan de bedrijfswinsten. Van de welvaartseffecten komt naar schatting tien procent terecht bij Nederlandse aandeelhouders.

Tabel 4.5 De 440k-variant leidt tot zowel negatieve als positieve effecten voor luchtvaartmaatschappijen

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
<i>Bedrijfswinsten:</i>						
Volume-effect (winsten)	-	-	-	-99 à -87	-94 à -97	-101 à -113
Kostenefficiëntie (vaste kosten)	-	-	-	-106 à -108	-114 à -118	-121 à -131
Schaarstewinsten ^a	-	-	-	+269 à +84	+127 à +34	+95 à +56
<i>Totaal effect bruto-winsten</i>	-	-	-	+64 à -111	-81 à -181	-127 à -188
w.v. belasting Rijksoverheid (vennootschapsbelasting)	-	-	-	+11 à -19	-14 à -31	-21 à -32
<i>Welvaartseffecten:</i>						
Passagiersaantallen (producentensurplus)	-10,6 à -12,0	-12,0 à -11,7	-12,0 à -11,8	-9 à -11	-12 à -12	-12 à -13
Vrachthoeveelheden (producentensurplus)	-14,9 à -11,2	-10,3 à -15,8	-11,7 à -26,3	-4 à -2	-3 à -3	-3 à -4
Kostenefficiëntie (vaste kosten)	-	-	-	-106 à -108	-114 à -118	-121 à -131
Schaarstewinsten ^a	-	-	-	+269 à +84	+127 à +34	+95 à +56
<i>Totaal welvaartseffect</i>	-	-	-	+150 à -38	-1 à -99	-41 à -91
w.v. Nederlandse aandeelhouders	-	-	-	+15 à -4	-0 à -10	-4 à -9
Buitenlandse aandeelhouders	-	-	-	+135 à -34	-1 à -89	-37 à -82

a Ticketprijsverhogingen door beperking van het aantal vluchten.

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Het bedrijf Schiphol

Onderstaande tabel toont dat het bedrijfsresultaat voor Schiphol daalt. Dit wordt gedreven door minder vluchten en daling van de kostenefficiëntie. De daling van de winst leidt tot een afname daling van de belastinginkomsten voor de overheid van 11 tot 14 miljoen euro per jaar. In termen van welvaart is het verlies kleiner dan de bedrijfs-winsten; het komt uit op een verlies van 35 tot 45 miljoen euro per jaar.

Tabel 4.6 De 440k-variant leidt tot minder winst voor het bedrijf Schiphol

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
<i>Bedrijfswinst Royal Schiphol Group:</i>						
Volume-effect (winsten)	-	-	-	-24 à -29	-30 à -30	-31 à -32
Kostenefficiëntie (vaste kosten) passagiers en vracht	-	-	-	-26 à -27	-28 à -29	-30 à -32
<i>Totaal effect bruto-winsten</i>	-	-	-	-50 à -55	-58 à -59	-61 à -64
w.v. belasting Rijksoverheid (vennootschapsbelasting)	-	-	-	-11 à -12	-13 à -13	-14 à -14
<i>Welvaartseffecten:</i>						
Volume-effect (producentensurplus)	-	-	-	-9 à -11	-12 à -12	-12 à -13
Kostenefficiëntie (vaste kosten) passagiers en vracht	-	-	-	-26 à -27	-28 à -29	-30 à -32
Totaal welvaartseffect	-	-	-	-35 à -38	-40 à -41	-42 à -45

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

4.4 Bredere economische effecten

Uit onderstaande tabel blijkt dat er sprake is van een tijdelijk hogere werkloosheid. Een deel van dit negatieve effect wordt gecompenseerd door positieve effecten omdat andere luchthavens in Nederland meer vluchten gaan faciliteren. Hiervoor wordt in de MKBA gecorrigeerd. Ook wordt gecorrigeerd voor dubbeltellingen met de effecten in de luchtvaart. Het welvaartseffect is kleiner dan de toegevoegde waarde die verbonden is aan de netto werkgelegenheidseffecten, omdat is gecorrigeerd voor effecten op vrije tijd. De aanpak van deze berekeningen wordt toegelicht in hoofdstuk 2.

Daarnaast verliest de overheid btw-opbrengsten over bestedingen van buitenlanders in Nederland. Dit laatste effect is gecorrigeerd voor een (beperkte) afname van buitenlandse reizen door Nederlanders, waardoor de btw-opbrengsten juist toenemen.

Tabel 4.7 De 440k-variant leidt tot minder toegevoegde waarde gerelateerd aan Schiphol (incl. toeleveranciers)

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (duizenden fte)			Toegevoegde waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2025 t/m 2030	2025 t/m 2040	2025 t/m 2050	2025 t/m 2030	2025 t/m 2040	2025 t/m 2050
<i>Netto werkgelegenheid</i>	-17 à -18	-19 à -18	-19 à -18	-2.000 à -2.300	-2.600 à -2.500	-2.800 à -2.900
w.v. airlines en Schiphol	-3 à -4	-4 à -4	-4 à -3	-600 à -700	-900 à -800	-900 à -800
w.v. andere luchthavengebonden activiteiten en toeleveranciers	-13 à -13	-13 à -12	-13 à -12	-1.400 à -1.400	-1.600 à -1.500	-1.700 à -1.700
w.v. overig (vnl. horeca)	-1 à -1	-2 à -2	-2 à -4	-100 à -100	-200 à -200	-200 à -400
w.v. belasting Rijksoverheid (gemiste btw over bestedingen)	-	-	-	- 200 à - 200	- 300 à - 300	- 300 à - 300
Welvaartseffecten (€ miljoen)						
Bruto arbeidskosten	-	-	-	-1.000 à -1.000	-1.200 à -1.200	-1.300 à -1.400
Af: Waarde vrije tijd	-	-	-	+500 à +600	+600 à +600	+700 à +800
Netto welvaartseffect (saldo)	-	-	-	-500 à -500	-500 à -500	-500 à -600

Noot: Bedragen in euro's van 2023. De resultaten worden als volgt weergegeven: uitkomst WLO-Laaq à uitkomst WLO-Hoog. De netto welvaartseffecten zijn exclusief luchtvaartmaatschappijen en de Schiphol Group. Deze effecten worden namelijk afzonderlijk meegenomen (zie paragraaf 4.1).

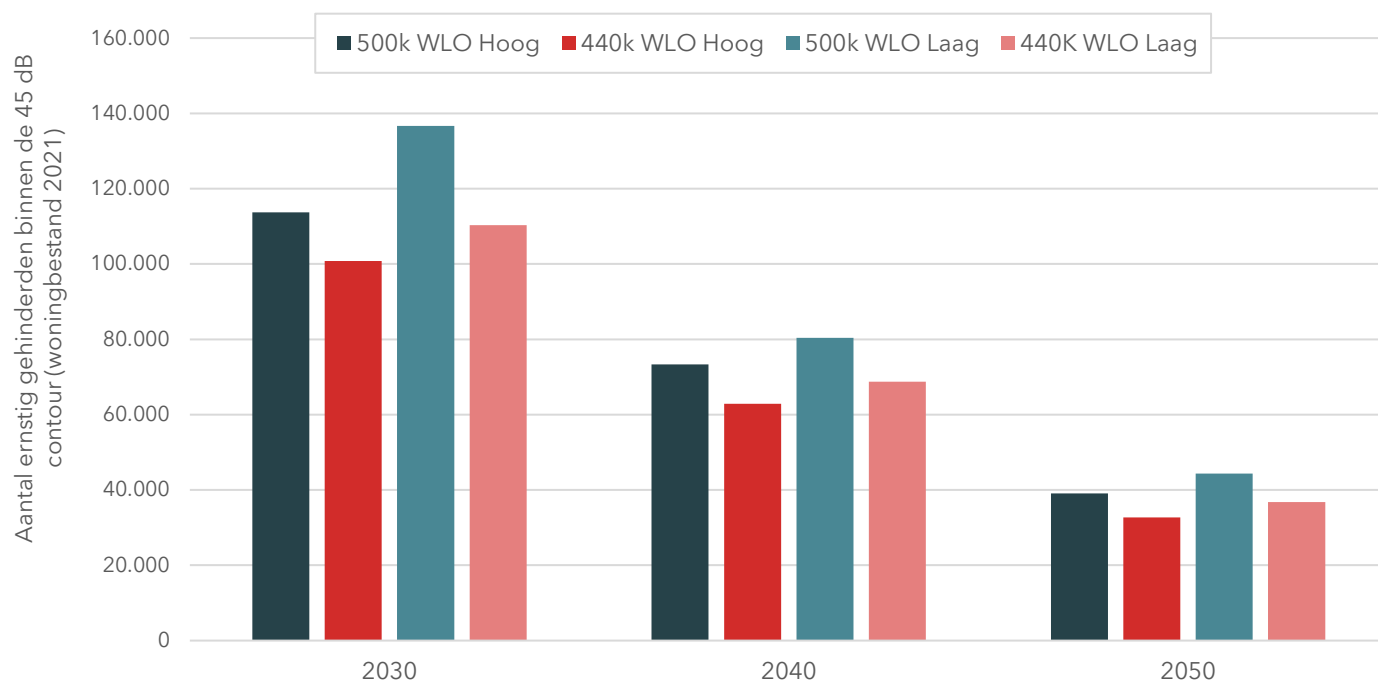
Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

4.5 Externe effecten

Geluidseffecten

Uit de geluidberekeningen van NLR blijkt dat de 440k-variant tot een significante reductie van het aantal ernstig gehinderden leidt (zie onderstaande figuur). Hier liggen zowel de reductie van het totaal aantal vluchten als veranderingen in baangebruik aan ten grondslag. In Figuur 4.3 wordt het aantal ernstig gehinderden weergegeven op basis van een drempelwaarde van 45 dB Lden, en het woningbestand uit 2021.

Figuur 4.3 De 440k-variant leidt tot een afname van het aantal ernstig gehinderden



Bron: Modeluitkomsten NLR, op basis van AEOLUS-output

Het welvaartseffect van de reductie in geluidshinder is weergegeven in onderstaande tabel. Merk op dat de welvaartsverschillen kleiner worden richting 2050. Dit komt omdat vliegtuigen door vlootvernieuwing stiller worden en de baten van een vermindering van het aantal vluchten dus afnemen over de tijd. Dit is in lijn met de observatie dat het de absolute afname van het aantal ernstig gehinderden in de 440k-variant kleiner is in 2050 dan in 2030.

Tabel 4.8 De reductie in geluidshinder leidt tot een welvaartseffect dat oploopt tot zo'n 43 miljoen euro in 2030

Effect	Verskil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Welvaartseffect van verschil in geluidblootstelling	24% à 15%	19% à 19%	23% à 22%	42,7 à 20,9	18,2 à 17,4	11,7 à 9,6

Bron: Berekening CE Delft, op basis van modeluitkomsten NLR

CO₂-klimaateffecten

Het effect op CO₂-emissies is gebaseerd op de uitkomsten van het AEOLUS-model en is weergegeven in de tabel hieronder. De eerste post geeft het verschil in CO₂-emissies van vertrekkende vluchten uit Nederland aan. De afname van de CO₂-reductie over de tijd is te verklaren door een toename in het aandeel duurzame luchtvaartbrandstoffen (door ReFUEL EU Aviation) en vlootvernieuwing; een reductie van het aantal vluchten levert minder klimaatwinst op als de vloot al vrij schoon is. Ook technologische vooruitgang draagt bij aan de afnemende effectgrootte: vliegtuigen gaan richting 2050 steeds efficiënter met hun brandstof om.

De tweede post geeft de CO₂-uitwijk van vluchten die verplaatsen naar buitenlandse luchthavens weer. Het deel van de CO₂-reductie dat verloren gaat door uitwijk is relatief hoog en neemt toe van zo'n 65 procent in 2030 tot een

kleine 80 procent in 2050. Het hoge uitwijkpercentage wordt verklaard doordat vooral transferpassagiers geraakt worden door de capaciteitsrestrictie. Transferpassagiers zijn prijsgevoeliger en wijken relatief makkelijk uit door op een andere hub over te stappen of direct te vliegen. In deze berekeningen is verondersteld dat luchthavencapaciteit elders kan worden uitgebreid, en er voor concurrerende hubs geen vergelijkbare restricties zijn. De uitwijk van CO₂ neemt toe over de tijd door het toenemende SAF-bijmengpercentage binnen Europa. Dit zorgt ervoor dat op vluchten vanaf Schiphol relatief weinig CO₂ wordt bespaard, terwijl op vluchten die ervoor terugkomen buiten Europa veel extra CO₂ wordt uitgestoten.

In de derde en vierde post geven we de correcties voor CORSIA en additioneel landvervoer weer. Omdat we aannamen dat de additionaliteit van CORSIA-offsets toeneemt over de tijd, is de correctie fors groter in 2050 dan in 2030 en 2040. De CO₂-emissies door extra landvervoer zijn relatief beperkt.

Al met al leidt dit tot een netto CO₂-reductie van een kleine 0,5 Mton in 2030, die afneemt tot een kleine 0,3 Mton in 2040, en in 2050 de nul nadert.

Tabel 4.9 Door uitwijkeffecten en CORSIA blijft de mondiale CO₂-reductie beperkt tot maximaal 0,5 Mton per jaar.

Effect	Verskil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (Mton CO ₂ well-to-wing)		
	2030	2040	2050
Verskil in CO ₂ -emissies vertrekkende vluchten uit Nederland	-1,41 à -1,56	-1,15 à -1,22	-0,71 à -0,65
Verskil in CO ₂ -emissies vertrekkende vluchten uit de rest van de wereld	0,94 à 0,98	0,81 à 0,85	0,55 à 0,48
Verskil in CO ₂ -emissies door verschil in CORSIA-offsets	0,00	0,03	0,13
Verskil in CO ₂ -emissies landvervoer	0,06 à 0,08	0,04	0,02
<i>Netto effect op CO₂-emissies</i>	<i>-0,40 à -0,49</i>	<i>-0,27 à -0,30</i>	<i>-0,01</i>

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De netto CO₂-effecten zijn vervolgens gemonetariseerd op basis van de twee gepresenteerde prijspaden. In onderstaande tabel zijn de gemonetariseerde klimaateffecten weergegeven. In het MKBA-saldo dient alleen het deel van de klimaatschade gewaardeerd te worden dat nog niet geïnternaliseerd is in productprijzen. De geïnternaliseerde CO₂-kosten worden berekend aan de hand van de EU ETS-prijzen die zijn verondersteld in AEOLUS (deze prijzen wijken af van de hierboven gepresenteerde efficiënte CO₂-prijzen, omdat ze een beste schatting van de daadwerkelijke EU ETS-prijs weergeven; bij toepassing van de verouderde WLO-prijspaden ontstaat de vreemde situatie dat de ETS-prijzen hoger zijn dan de efficiënte CO₂-prijzen waardoor CO₂-reductie leidt tot netto kosten). De tabel geeft ook het resterende welvaartseffect weer na deze correctie voor geïnternaliseerde klimaatkosten.

Tabel 4.10 Het gewaardeerde verschil in netto CO₂-emissies is zeer afhankelijk van het gehanteerde prijspad en kan ondanks uitwijkeffecten oplopen tot bijna 100 miljoen euro per jaar.

Effect	Verskil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect verschil in netto CO ₂ -emissies - gewaardeerd tegen WLO-prijspaden	12,0 à 58,6	11,6 à 50,0	0,4 à 3,3
Welvaartseffect verschil in netto CO ₂ -emissies - gewaardeerd tegen actuele prijzen	60,0 à 124,6	57,0 à 113,0	2,2 à 8,0
Welvaartseffect van verschil in geïnternaliseerde klimaatkosten	-25,0 à -28,1	-35,9 à -29,2	-25,0 à -13,7
Welvaartseffect na correctie voor geïnternaliseerde klimaatkosten - gewaardeerd tegen WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	-13,0 à 30,5	-24,3 à 20,8	-24,6 à -10,4
Welvaartseffect na correctie voor geïnternaliseerde klimaatkosten - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	35,0 à 94,1	32,7 à 92,2	-22,2 à -2,4

Bron: Analyse CE Delft

Non-CO₂-klimaateffecten

Onderstaande tabel laat zien dat de non-CO₂-klimaatimpacts in het 440k-alternatief fors kleiner zijn dan in het 500k-nulalternatief. In tegenstelling tot de CO₂-reductie blijft de non-CO₂-reductie vrij constant over de tijd. Dit komt met name doordat de impact van ReFUEL EU Aviation op non-CO₂ beperkt is en non-CO₂ uitstoot niet wordt gecompenseerd onder CORSIA.

Tabel 4.11 De 440k-variant verkleint de mondiale non-CO₂ impacts met zo'n 0,8 Mton CO₂-eq. per jaar

Effect	Verskil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (Mton CO ₂ -eq.)		
	2030	2040	2050
Verskil in non-CO ₂ impacts tussen 440k en 500k	-0,68 à -0,88	-0,79 à -0,88	-0,81 à -0,85

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De tabel hieronder laat zien dat de gemonetariseerde non-CO₂-baten van de 440k-variant oplopen met de tijd. Dit is het gevolg van de stijgende CO₂-prijzen. Gemonetariseerde verschillen in non-CO₂-uitstoot vormen een zeer grote post. Dit komt omdat de non-CO₂-impact van een vlucht gemiddeld twee maal zo groot is als de CO₂-impact (Lee et al., 2021), en omdat er voor non-CO₂ nog geen beleidsinstrumenten zijn die de impacts beperken.

Tabel 4.12 De gemonetariseerde non-CO₂-impact loopt op tot maximaal bijna 450 miljoen euro per jaar in 2050

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect verschil in non-CO ₂ klimaatimpact - gewaardeerd tegen de WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	20,5 à 104,4	33,6 à 146,8	48,2 à 180,9
Welvaartseffect verschil in non-CO ₂ klimaatimpact - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	102,0 à 222,1	167,7 à 337,3	240,4 à 448,9

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Verdringingseffecten door synfuel-productie

De volgende tabel laat zien dat er in het 440k alternatief fors minder hernieuwbare elektriciteit nodig is voor de productie van synthetische kerosine. Dit effect loopt op in de tijd vanwege als gevolg van de toenemende subdoelstelling voor synfuels in ReFUEL EU Aviation.

Tabel 4.13 Het verschil in benodigde hernieuwbare elektriciteit voor de productie van synthetische kerosine loopt op tot zo'n 3.700 GWh per jaar in 2050

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (GWh)		
	2030	2040	2050
Vershil in benodigde hernieuwbare elektriciteit voor de productie van synthetische kerosine tussen 440k en 500k	-91 à -100	-1.071 à -1.136	-3.648 à -3.302

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Dit verschil in benodigde hernieuwbare elektriciteit kan leiden tot vermeden verdringingseffecten, zo blijkt uit de tabel hieronder. Zoals gezegd betreft dit een onzekere puntschatting. In hoofdstuk 6 voeren we gevoeligheidsanalyses uit waarin we de aangenomen verdringingsintensiteit laten variëren.

Tabel 4.14 Het verschil in CO₂-emissies door vermeden verdringingseffecten groeit o.b.v. onzekere aannames tot zo'n 0,25 Mton per jaar in 2050

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (Mton CO ₂)		
	2030	2040	2050
Vershil in CO ₂ -emissies tussen 440k en 500k t.g.v. verdringingseffecten	-0,01 à -0,03	-0,16 à -0,17	-0,23 à -0,21

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De tabel hieronder geeft de gemonetariseerde CO₂-verschillen weer als gevolg van de kleinere mate van verdringing die optreedt in het 440k-alternatief.

Tabel 4.15 Het verwachte welvaartsverschil als gevolg van verdringingseffecten loopt op tot meer dan 100 miljoen euro per jaar in 2050 bij waardering met actuele prijzen

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect vermeden verdringing - gewaardeerd tegen de WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	0,7 à 2,9	6,6 à 27,7	13,8 à 49,2
Welvaartseffect vermeden verdringing - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	3,4 à 6,3	33,0 à 63,7	68,7 à 122,0

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Stikstof en lokale luchtkwaliteit

Onderstaande tabel laat het welvaartsverschil zien door de afname van luchtverontreinigende emissies in het 440k alternatief. Dit welvaartsverschil wordt hoofdzakelijk bepaald door een afname in NO_x-emissies.

Tabel 4.16 Het welvaartsverschil door veranderingen in luchtverontreiniging wordt grotendeels bepaald door NO_x en loopt in WLO-Hoog op tot zo'n 17 miljoen euro per jaar

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
CO	0,0	0,0	0,0
NO_x (effecten op gezondheid)	15,2 à 13,9	14,3 à 14,2	14,5 à 11,9
VOS	0,1	0,1	0,1
SO₂	0,6	0,5	0,3
PM₁₀	0,8 à 0,7	0,6	0,5 à 0,4
PM_{0,1}	0,5 à 0,4	0,3	0,3 à 0,2

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De volgende tabel laat het welvaartsverschil door afname van stikstofdepositie in de 440k-variant zien. Merk op dat dit effect zeer klein is vergeleken met de andere MKBA-posten. Dit komt deels omdat we in deze MKBA alleen de effecten op natuurkwaliteit waarderen, en niet de interactie met vergunningverlening en bouwproblematiek meenemen.

Tabel 4.17 Het welvaartsverschil door veranderingen in stikstofdepositie is beperkt

Effect	Verschil tussen 440k-alternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
NO_x (effecten van stikstof op natuurkwaliteit)	1,4 à 1,3	1,3	1,4 à 1,1

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

5 Effecten van de milieu- & geluidvariant

Een hogere en afstandsafhankelijke vliegbelasting, minder nachtvluchten en meer schone brandstof reduceren de emissies en geluidsbelasting sterk. Tegelijk is dan groei van het aantal vluchten mogelijk in plaats van krimp. Het aantal passagiers stijgt, maar er worden minder vaak lange afstanden gevlogen.

In dit hoofdstuk presenteren we de effecten van de milieu- & geluidvariant in vergelijking met het nulalternatief. Onderstaande tabel bevat de belangrijkste kenmerken van het nulalternatief en de milieu- & geluidvariant.

Tabel 5.1 De milieu- & geluidvariant laat de 500k-grens los, bevat een afstandsafhankelijke vliegbelasting en beperkt het aantal nachtvluchten

Variant		Milieu- en omgevingsbeleid	Vluchten	Nacht-vluchten	Lelystad	Toekomst-scenario's
Nulalternatief	Huidige grenzen	Fit for 55	500k	32k à 25k	Dicht	Laag en Hoog
Beleids-alternatief	Milieu- & geluidvariant	Fit for 55 CO ₂ -plafond Geluidplafond Vliegbelasting afhankelijk van vliegafstand, gedeeltelijke terugsluis naar SAF-subsidies 6k nachtvluchten weg	Berekenen	26k à 19k	Dicht	Laag en Hoog

Bron: SEO, CE Delft en Significance

Hieronder presenteren we eerst de uitkomsten van het AEOLUS-model (paragraaf 5.1). Daarna volgen effecten voor gebruikers en aanbieders van luchtvaart (5.2), bredere economische effecten (5.3) en externe effecten (5.4). In ieder van de gepresenteerde tabellen zijn de welvaartseffecten voor Nederland die een onderdeel vormen van de MKBA dikgedrukt.

5.2 Uitkomsten AEOLUS-model

De basis van een groot deel van de effecten in de MKBA wordt gevormd door berekeningen met het luchtvaartmodel AEOLUS. Deze paragraaf bevat de belangrijkste uitkomsten van het model. De uitkomsten worden in meer detail gepresenteerd in bijlage E. Het model zelf wordt beschreven in bijlage B.

Onderstaande tabel toont resultaten voor 2050 op basis van de doorrekeningen met het AEOLUS-luchtvaartmodel. Voor de toekomstscenario's WLO-Hoog en WLO-Laal zijn in de tabel de modelresultaten van het nulalternatief en de milieu- & geluidvariant naast elkaar gezet en is het verschil tussen beide weergegeven.

Tabel 5.2 De milieu- & geluidvariant leidt tot meer (korte) vluchten, minder geluidhinder en kleinere klimaateffecten

Prognose resultaten 2050	WLO-Hoog			WLO-Laag		
	Nulalternatief	Milieu- & geluidvariant	Vershil	Nulalternatief	Milieu- & geluidvariant	Vershil
Aantal vluchten	500.000	563.124	13%	500.000	534.183	7%
Aantal passagiers (miljoen)	105	115	9%	100	106	6%
OD-passagiers EUR	44	59	35%	46	53	15%
OD-passagiers ICA	29	19	-37%	20	17	-12%
Transferpassagiers	32	38	17%	34	36	4%
Passagierskilometers (miljoen)	396.129	332.018	-16%	325.197	310.263	-5%
Tonnen vracht (miljoen)	1,4	1,6	16%	2,5	2,5	-3%
Aantal ernstig gehinderden	39.000	36.000	-8%	44.000	42.000	-5%
CO₂-uitstoot vertrekkende vluchten (Mton CO ₂ tank-to-wing)	4,37	2,53	-42%	4,20	3,54	-16%
Prognose resultaten 2050	Vershil tussen nulalternatief en milieu- & geluidvariant in WLO-Hoog			Vershil tussen nulalternatief en milieu- & geluidvariant in WLO-Laag		
Mondiaal non-CO₂-effect (Mton CO ₂ -equivalent)	-1,16			-0,37		

Bron: Significance (modelresultaten AEOLUS)

In de milieu- & geluidvariant heeft Schiphol ontwikkelruimte om door te groeien naar 630.000 vliegtuigbewegingen per jaar (de maximale capaciteit). Hierdoor is het bestemmingenaanbod groter en wordt er frequenter gevlogen op veel verbindingen. Dit leidt ertoe dat er meer gereisd wordt en dat daarbij in plaats van vliegen via andere (buitenlandse) luchthavens of reizen over land, vaker voor luchthaven Schiphol wordt gekozen. Tegenover de hogere frequenties staat een verhoging van de vliegbelasting. Als gevolg hiervan wordt de beschikbare ontwikkelruimte niet volledig benut. In het WLO-Hoog-scenario komt het aantal vliegtuigbewegingen in 2050 op ongeveer 560.000 uit. In het WLO-Laag-scenario zijn dit ongeveer 535.000 vliegtuigbewegingen. Er is in deze situatie dus geen sprake van schaarstewinsten; de volledige vraag naar vliegen (gegeven de vliegbelasting) via Schiphol wordt geacommodeerd.

Ten opzichte van het nulalternatief ligt het aantal passagiers op Schiphol in 2050 ongeveer 6 (WLO-Laag) à 9 procent (WLO-Hoog) hoger in de milieu- & geluidvariant. Dit is voornamelijk het gevolg van een toename van het aantal OD-passagiers. Voor deze groep reizigers blijft de vliegbelasting ongeveer even hoog, terwijl er geen sprake meer is van een ticketprijsverhoging door schaarste. Netto wordt vliegen hierdoor zelfs iets goedkoper. Langeafstands-vluchten worden daarentegen juist fors duurder door de afstandsafhankelijke vliegbelasting. Het aantal intercontinentale OD-reizigers neemt daarom af ten opzichte van het nulalternatief. Binnen het totale passagiersvolume treedt een verschuiving op van het marktaandeel OD-intercontinentaal naar OD-Europa en transfer. In absolute zin is er richting 2050 overigens nog steeds sprake van een toename van het aantal intercontinentale OD-passagiers. Wel neemt het aantal passagierskilometers – ondanks de toename van het aantal passagiers – af.

Doordat Schiphol niet tegen de capaciteitslimiet aanloopt vallen schaarstekosten (hogere tarieven berekend door luchtvaartmaatschappijen) weg en wordt vrachttransport goedkoper. Daar staat de geïntroduceerde vrachtheffing tegenover. In het WLO-Hoog-scenario leidt dit per saldo tot een prijsdaling en een toename van de hoeveelheid

via Schiphol vervoerde vracht. In het WLO-Laag-scenario wordt het wegvallen van deze schaarstekosten echter volledig gecompenseerd door de vrachtheffing. In dit scenario wint Schiphol daarom geen marktaandeel ten opzichte van concurrerende luchthavens en neemt de vervoerde hoeveelheid vracht zelfs iets af.

Schiphol loopt in geen van beide scenario's tegen de jaarlimiet op het aantal vliegtuigbewegingen aan. Ten opzichte van het nulalternatief wordt vooral op de korte afstanden meer gevlogen. Hierdoor is het gemiddelde aantal passagiers per vliegtuig iets lager en stijgt het aantal vliegtuigbewegingen iets sterker dan het aantal passagiers. De verhoging van de vliegbelasting zorgt voor minder passagiers op de regionale luchthavens. De hogere frequenties op Schiphol trekken bovendien reizigers aan die anders voor één van de regionale luchthavens zouden kiezen. Zowel het aantal passagiers als het aantal vliegtuigbewegingen liggen op de regionale luchthavens dus lager dan in het nulalternatief.

5.3 Effecten in de luchtvaart

Gebruikers van luchtvaart

Passagiers

Reizigers via Nederlandse luchthavens gaan meer vliegbelasting betalen. Daar staat tegenover dat de hogere ticketprijzen in het nulalternatief (schaarstewinsten) verdwijnen. Per saldo gaan reizigers meer betalen (zie onderstaande tabel). Zij ondervinden echter ook baten van meer bestemmingen en (op lange termijn) hogere vliegfrequenties. Het aantal reizigers is op korte termijn lager dan in het nulalternatief (500k vluchten), maar op lange termijn hoger.

Tabel 5.3 Reizigers betalen meer voor hun vlucht door de hogere vliegbelasting

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (%)			Welvaartseffect (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Ticketprijs ^a	Gem. totale ticketprijs (€)					
	+€4,18 à +€6,59	+€5,23 à +€11,40	+€5,07 à +€15,83	-331 à -584	-487 à -956	-526 à -1.791
Reistijd directe bestemmingen ^b	-	-	-	0 à +16	+9 à +21	+20 à +26
Vliegfrequentie ^c (wachttijden)	Gem. frequentie per bestemming per dag (%)					
	-8,4 à -2,6	-3,0 à +8,9	+6,4 à +17,2	-87 à -67	-66 à -12	+5 à +34
Verandering reizigers aantallen (volume)	Passagiersaantallen Schiphol (%)					
	-8,4 à -4,7	-3,0 à +4,3	+5,9 à +9,2	-51 à -121	-60 à -225	-31 à -466
Totaal	-	-	-	-469 à -755	-604 à -1.173	-532 à -2.198
w.v. Nederlandse reizigers^d	-1,3 à +6,6	+ 3,1 à +11,7	+8,8 à +10,5	-43 à -115	-83 à -200	-70 à -484
Buitenlandse reizigers	-11,5 à -9,0	-5,6 à +1,3	+4,7 à +8,6	-426 à -639	-521 à -973	-462 à -1.714
Belasting Rijksoverheid (vliegbelasting)	-	-	-	+429 à +990	+752 à +1.598	+1.091 à +2.787

- a Ticketprijsverhogingen door een verhoging van de vliegbelasting. Exclusief terugsluis SAF-subsidies die voor een deel terechtkomen bij reizigers. In WLO-Laat en WLO-Hoog is dit het geval vanaf 2049 respectievelijk 2036.
- b Meer directe bestemmingen voor zakelijke reizigers leiden tot minder overstapkosten.
- c Lagere vliegfrequenties leiden tot tijdverlies (en andersom). Dit is vooral relevant voor zakelijke passagiers. We nemen dit effect daarom wel mee voor zakelijke passagiers maar niet voor sociaal-recreatief verkeer.
- d Dit betreft inwoners van Nederland; het gaat niet om de nationaliteit van de reizigers.
- Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Vracht

Verladers van luchtvracht gaan net als passagiers vliegbelasting betalen. Dit leidt voor hen tot een negatief welvaartseffect (zie onderstaande tabel). Het vrachtvolume neemt over het algemeen toe omdat het maximum aantal vluchten van het nulalternatief (500k) vervalt.

Tabel 5.4 Vrachtverladers betalen meer door de afstandsafhankelijke heffing op luchtvracht

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Vrachttarieven ^a en frequentie-effect	-	-	-	-92 à -54	-81 à -94	-94 à -107
Verandering vrachtvolume	Vervoerd vrachtvolume Schiphol (%)			0 à +7	-1 à +10	+1 à +20
	-17,5 à +1,1	-8,4 à +3,9	-2,8 à +15,7			
<i>Totaal</i>	-	-	-	-92 à -47	-82 à -84	-93 à -87
w.v. Nederlandse bedrijven^b	-	-	-	-36 à -19	-32 à -33	-37 à -34
Buitenlandse bedrijven	-	-	-	-56 à -29	-49 à -51	-56 à -53

- a Vrachttariefverhogingen door de gestegen vliegbelasting.
- b Dit betreft het deel van de welvaartseffecten dat in Nederland (bij Nederlandse bedrijven) neerslaat.
- Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Luchtvaartmaatschappijen

Luchtvaartmaatschappijen ondervinden een negatief welvaartseffect door minder hoge bedrijfswinsten dan in het nulalternatief. De oorzaak is dat de schaarstewinsten (hogere ticketprijzen) van het nulalternatief niet optreden in de milieu- & geluidvariant. Hierdoor daalt ook de opbrengst van de vennootschapsbelasting voor de overheid. Een relatief klein deel van de winstdaling komt terecht bij aandeelhouders in Nederland.

Tabel 5.5 De schaarstewinsten voor luchtvaartmaatschappijen dalen door een toename van het aantal vluchten

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
<i>Bedrijfswinsten:</i>						
Volume-effect (winsten)	-	-	-	-98 à -19	-43 à +31	+21 à +79
Kostenefficiëntie (vaste kosten)	-	-	-	-96 à -33	-40 à +41	+42 à +96
Schaarstewinsten ^a	-	-	-	-99 à -597	-404 à -996	-751 à -1.520
<i>Totaal effect brutowinsten</i>	-	-	-	-293 à -650	-487 à -924	-687 à -1.346
w.v. belasting Rijksoverheid (vennootschapsbelasting)	-	-	-	-49 à -109	-82 à -155	-116 à -226
<i>Welvaartseffecten:</i>						
Passagiersaantallen (producentensurplus)	-8,4 à -4,7	-3,0 à +4,3	+5,9 à +9,2	-7 à -4	-3 à +4	+6 à +10
Vrachthoeveelheden (producentensurplus)	-17,5 à +1,1	-8,4 à +3,9	-2,8 à +15,7	-5 à +0	-2 à +1	-1 à +2
Kostenefficiëntie (vaste kosten)	-	-	-	-96 à -33	-40 à +41	+42 à +96
Schaarstewinsten ^a	-	-	-	-99 à -597	-404 à -996	-751 à -1.520
<i>Totaal welvaartseffect</i>	-	-	-	-207 à -634	-450 à -950	-703 à -1.413
w.v. Nederlandse aandeelhouders	-	-	-	-21 à -63	-45 à -95	-70 à -141
Buitenlandse aandeelhouders	-	-	-	-206 à -551	-444 à -815	-691 à -1.213

a Voor de 'blijvende' reizigers (die ook zouden vliegen in het 500k-alternatief) geldt zonder de hogere vliegbelasting een daling van de ticketprijs door een stijging van het aantal vluchten. De schaarstewinsten voor luchtvaartmaatschappijen nemen daardoor af. Desondanks kan door een stijging van de vliegbelasting de ticketprijs voor reizigers stijgen.

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Het bedrijf Schiphol

De winst van Schiphol is op korte termijn lager dan in het nulalternatief en op lange termijn juist hoger. De reden is dat het aantal vluchten op korte termijn lager ligt dan 500k, en op daar op lange termijn bovenuit stijgt.

Tabel 5.6 Op lange termijn stijgt het aantal passagiers en daarmee het resultaat van de luchthaven

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
<i>Bedrijfswinst Royal Schiphol Group:</i>						
Volume-effect (winsten)	-	-	-	-19 à -11	-7 à +11	+15 à +25
Kostenefficiëntie (vaste kosten) passagiers en vracht	-	-	-	-24 à -8	-10 à +10	+11 à +24
<i>Totaal effect brutowinsten</i>	-	-	-	-42 à -19	-17 à +21	+26 à +49
w.v. belasting Rijksoverheid (vennootschapsbelasting)	-	-	-	-10 à -4	-4 à +5	+6 à +11
<i>Welvaartseffecten:</i>						
Volume-effect (producentensurplus)	-	-	-	-7 à -4	-3 à +4	+6 à +10
Kostenefficiëntie (vaste kosten) passagiers en vracht	-	-	-	-24 à -8	-10 à +10	+11 à +24
Totaal welvaartseffect	-	-	-	-31 à -13	-13 à +14	+16 à +33

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

5.4 Bredere economische effecten

De bredere economische effecten van de milieu- & geluidvariant zijn negatief vergeleken met het nulalternatief (500k). De reden is dat het aantal intercontinentale (ICA) passagiers in de milieu- & geluidvariant lager is dan in het nulalternatief. Dit leidt tot minder lange verblijfsduren en minder hoge uitgaven van bezoekers van Nederland (met name toeristen). Dit effect is vooral groot in het WLO-Hoog scenario, omdat het effect op ICA-passagiers daar veel groter is dan in WLO-Laag. Daarnaast wordt de omvang van het aantal buitenlandse bezoekers beperkt door het feit dat de hogere vliegbelasting voor alle Nederlandse luchthavens geldt. In het nulalternatief geldt de beperking tot 500k vluchten alleen voor Schiphol. Daardoor wordt het voor buitenlandse bezoekers in het nulalternatief aantrekkelijk om andere Nederlandse luchthavens te kiezen. In de milieu- & geluidvariant worden alle Nederlandse luchthavens minder aantrekkelijk.

Tabel 5.7 Door minder passagiers treden negatieve economische effecten op

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (duizenden fte)			Toegevoegde waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2025 t/m 2030	2025 t/m 2040	2025 t/m 2050	2025 t/m 2030	2025 t/m 2040	2025 t/m 2050
<i>Netto werkgelegenheid</i>	-16 à -9	-15 à -17	-2 à -85	-1.900 à -1.100	-1.700 à -1.500	0 à -8.800
w.v. airlines en Schiphol	-2 à -2	-2 à 0	+1 à +1	-500 à -400	-300 à +100	+300 à +400
w.v. andere luchthavengebonden activiteiten en toeleveranciers	-14 à -5	-8 à +1	+1 à +4	-1.500 à -500	-900 à +100	0 à +700
w.v. overig (vnl. horeca)	0 à -3	-6 à -18	-3 à -90	0 à -200	-500 à -1.700	-300 à -9.900
w.v. belasting Rijksoverheid (gemiste btw over bestedingen)	-	-	-	-200 à -100	-200 à -100	0 à -900
Welvaartseffecten (€ miljoen)						
Bruto arbeidskosten	-	-	-	-1.000 à -500	-1.000 à -1.200	-200 à -7.100
Af: Waarde vrije tijd	-	-	-	+500 à +300	+500 à +700	+100 à +4.200
Netto welvaartseffect (saldo)	-	-	-	-500 à -200	-400 à -500	-100 à -2.900

Noot: Bedragen in euro's van 2023. De resultaten worden als volgt weergegeven: uitkomst WLO-Laatg à uitkomst WLO-Hoog. De netto welvaartseffecten zijn exclusief luchtvaartmaatschappijen en de Schiphol Group. Deze effecten worden namelijk afzonderlijk meegenomen (zie paragraaf 5.1).

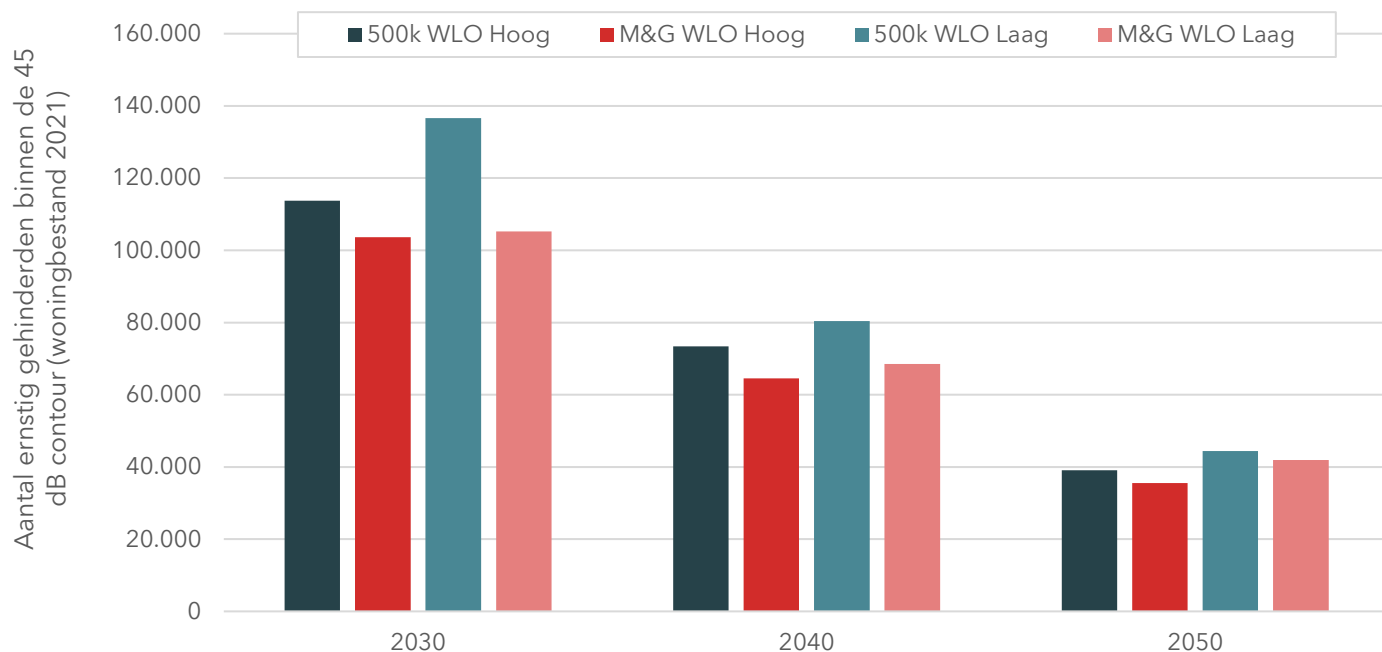
Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

5.5 Externe effecten

Geluidseffecten

Uit de geluidsberekeningen van NLR blijkt dat de milieu- & geluidvariant tot een significante reductie van het aantal ernstig gehinderden leidt (zie onderstaande figuur). Deze reductie is zeer vergelijkbaar met de reductie van het aantal ernstig gehinderden in de 440k-variant. De voornaamste reden voor de afname van het aantal ernstig gehinderden is de verschuiving van intercontinentale vluchten naar intra-Europese vluchten die voorkomt uit de afstandsafhankelijke vliegbelasting. Daardoor worden er minder grote, lawaaiige vliegtuigen ingezet. Een andere oorzaak is de vermindering van het aantal nachtvluchten.

Figuur 5.1 Het milieu- en geluidsalternatief leidt tot een afname van het aantal ernstig gehinderden



Bron: Modeluitkomsten NLR, op basis van AEOLUS-output

Het welvaartseffect van de reductie in geluidshinder is weergegeven in de tabel hieronder. Merk op dat de welvaartsverschillen kleiner worden richting 2050. Dit komt omdat vliegtuigen door vlootvernieuwing stiller worden en relatieve verschillen leiden tot steeds kleinere absolute verschillen.

Tabel 5.8 De reductie in geluidshinder leidt tot een positief welvaartseffect

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Welvaartseffect van verschil in geluidblootstelling	29% à 12%	18% à 14%	4% à 8%	50,4 à 17,5	17,4 à 12,9	2,1 à 3,4

Bron: Berekening CE Delft, op basis van modeluitkomsten NLR

CO₂-klimaateffecten

Onderstaande tabel geeft de effecten van de milieu- & geluidvariant op de mondiale CO₂-emissies weer. Wat opvalt is dat de CO₂-reductie fors groter is dan in de 440k-variant. Dit komt met name doordat de afstandsafhankelijk vliegbelasting leidt tot een verschuiving van lange (ICA) vluchten naar korte (Europese) vluchten. Een Europese vlucht vanaf Schiphol leidt gemiddeld tot 10 keer minder CO₂-uitstoot dan een intercontinentale vlucht. Beperkte verschuivingen tussen deze segmenten kunnen daarom tot grote CO₂-reducties leiden. Dit effect is veel prominenter in WLO-Hoog dan in WLO-Laag, omdat in WLO-Hoog in het nulalternatief een veel grotere toename van het aantal ICA-vluchten wordt verondersteld (toegestaan door de sterker groeiende welvaart). De afstandsafhankelijke vliegbelasting is hoger in WLO-Hoog, en zorgt als gevolg van de forse latente ICA-vraag voor een grotere afname van de gemiddelde vluchtafstand.

Tabel 5.9 Door een afname van de gemiddelde vluchtafstand neemt de CO₂-uitstoot af

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (Mton CO ₂ well-to-wing)		
	2030	2040	2050
Vershil in CO ₂ -emissies vertrekkende vluchten uit Nederland (zonder SAF-subsidie)	-1,86 à -2,18	-1,18 à -2,00	-0,39 à -1,33
Extra CO ₂ -emissiereductie vertrekkende vluchten uit Nederland met SAF-subsidie	0,00 à 0,00	0,00 à -1,87	-0,40 à -0,97
Vershil in CO ₂ -emissies vertrekkende vluchten uit de rest van de wereld	1,35 à 1,42	0,91 à 1,40	0,25 à 0,64
Vershil in CO ₂ -emissies door verschil in CORSIA-offsets	0,00 à 0,01	0,03 à 0,08	0,19 à 0,73
Vershil in CO ₂ -emissies landvervoer	-0,02 à -0,13	-0,03 à -0,12	-0,03 à -0,07
Netto effect op CO₂-emissies	-0,53 à -0,88	-0,27 à -2,51	-0,37 à -1,00

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De netto CO₂-effecten zijn vervolgens gemonetariseerd op basis van de twee gepresenteerde prijspaden. In de tabel hieronder zijn de gemonetariseerde klimaateffecten weergegeven. De tabel geeft ook het resterende welvaartseffect weer na deze correctie voor geïnternaliseerde klimaatkosten.

Tabel 5.10 Het welvaartseffect van minder CO₂-emissies is zeer afhankelijk van de gehanteerde waardering in euro's

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect verschil in netto CO ₂ -emissies - gewaardeerd tegen WLO-prijspaden	15,9 à 104,9	11,3 à 419,8	22,3 à 236,9
Welvaartseffect verschil in netto CO ₂ -emissies - gewaardeerd tegen actuele prijzen	79,2 à 223,1	56,3 à 964,5	111,4 à 587,9
Welvaartseffect van verschil in geïnternaliseerde klimaatkosten	-5,8 à 25,8	13,5 à -337,0	-91,2 à -230,0
Saldo na correctie voor geïnternaliseerde klimaatkosten - gewaardeerd tegen WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	10,1 à 130,7	24,8 à 82,8	-68,9 à 6,9
Saldo na correctie voor geïnternaliseerde klimaatkosten - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	73,4 à 248,9	69,8 à 627,5	20,2 à 357,9

Bron: Analyse CE Delft

Non-CO₂-klimaateffecten

Onderstaande tabel laat zien dat ook de afname van non-CO₂-klimaatimpacts forser is dan in het 440k alternatief. De reductie in non-CO₂-impacts vergeleken met de 500k-variant neemt toe over de tijd, als gevolg van de toenemende afstandsafhankelijke vliegbelasting en de groeiende gemiddelde vluchtafstand in het nulalternatief. Merk op dat de non-CO₂-impact niet alleen afneemt omdat het totaal aantal passagierskilometers afneemt, maar ook omdat de verschuiving van ICA naar EUR zorgt voor een lagere gemiddelde vlieghoogte. Ook bij non-CO₂ zien we een groot verschil tussen WLO-Laal en WLO-Hoog. De verklaring schuilt wederom in de hogere vliegbelasting in WLO-Hoog, en de grotere latente vraag naar ICA-vluchten.

Tabel 5.11 De milieu- & geluidvariant verkleint de mondiale non-CO₂ impact

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (Mton CO ₂ -eq.)		
	2030	2040	2050
Verschil in non-CO ₂ -impacts tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k	-0,89 à -1,48	-0,84 à -1,27	-0,37 à -1,16

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De tabel hierna laat zien dat de gemonetariseerde non-CO₂-baten van de milieu- & geluidvariant sterk afhangen van de CO₂-prijzen en van het toekomstscenario (WLO-Laaq of WLO-Hoog). Bij toepassing van actuele CO₂-prijzen lopen de non-CO₂-baten op tot meer dan 2 miljard euro per jaar in WLO-Hoog.

Tabel 5.12 De gemonetariseerde non-CO₂-impact hangt sterk af van de gehanteerde CO₂-waardering en van het toekomstscenario

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect verschil in non-CO₂ klimaatimpact - gewaardeerd tegen de WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	26,5 à 174,5	35,7 à 214,3	22,7 à 271,9
Welvaartseffect verschil in non-CO₂ klimaatimpact - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	132,0 à 371,2	178,0 à 492,4	113,0 à 674,6

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Verdringingseffecten door synfuel-productie

Uit de tabel hieronder blijkt dat er in de milieu- & geluidvariant minder hernieuwbare elektriciteit nodig is voor de productie van synthetische kerosine. Dit komt omdat het aantal passagierskilometers in deze variant afneemt en de absolute vraag naar synfuels dus ook daalt.

Tabel 5.13 In de milieu- & geluidvariant is minder hernieuwbare elektriciteit nodig om synthetische kerosine te maken

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (GWh)		
	2030	2040	2050
Verschil in benodigde hernieuwbare elektriciteit voor de productie van synthetische kerosine tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k	-120,0 à -139,6	-1.088,2 à -1.845,4	-1.935,0 à -6.690,2

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De volgende tabel geeft weer hoe dit verschil in benodigde hernieuwbare elektriciteit kan leiden tot vermeden verdringingseffecten. Zoals gezegd betreft dit een onzekere puntschatting. In hoofdstuk 6 voeren we gevoeligheidsanalyses uit waarin we de aangenomen verdringingsintensiteit laten variëren.

Tabel 5.14 Het verdringingseffect van meer synthetische kerosine is in de milieu- & geluidvariant kleiner dan in het nulalternatief

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (Mton CO ₂)		
	2030	2040	2050
Verschil in CO ₂ -emissies tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k t.g.v. verdringingseffecten	-0,03	-0,16 à -0,27	-0,12 à -0,42

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Onderstaande tabel geeft de gemonetariseerde CO₂-verschillen weer als gevolg van de kleinere mate van verdringing die optreedt in de milieu- & geluidvariant.

Tabel 5.15 Het positieve welvaartseffect van minder verdringing hangt sterk af van het toekomstscenario

Effect	Verschil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect vermeden verdringing - gewaardeerd tegen de WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	0,9 à 4,1	6,7 à 45,0	7,3 à 99,6
Welvaartseffect vermeden verdringing - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	4,5 à 8,7	33,6 à 103,4	36,4 à 247,1

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Stikstof en lokale luchtkwaliteit

De tabel hieronder laat het welvaartsverschil zien door de afname van luchtverontreinigende emissies in het 440k-alternatief. Dit welvaartsverschil wordt gedomineerd door een afname in NO_x-emissies als gevolg van een kleinere gemiddelde vliegtuiggrootte.

Tabel 5.16 Het welvaartsverschil door veranderingen in luchtverontreiniging wordt grotendeels bepaald door NO_x

Effect	Verskil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
CO	0,0	0,0	0,0
NO _x (effecten op gezondheid)	17,9 à 17,1	11,6 à 18,1	4,0 à 15,3
VOS	0,1 à 0,0	0,0	0,0
SO ₂	0,7 à 0,5	0,3 à 0,4	0,0 à 0,3
PM ₁₀	0,9 à 0,6	0,5	0,0 à 0,4
PM _{0,1}	0,5 à 0,3	0,3	0,0 à 0,2

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

De volgende tabel laat het welvaartsverschil door afname van stikstofdepositie in de 440k-variant zien. Ook in de milieu- & geluidvariant is dit effect zeer beperkt.

Tabel 5.17 Het welvaartsverschil door veranderingen in stikstofdepositie is beperkt in vergelijking met andere kosten en baten

Effect	Verskil tussen milieu- en geluidsalternatief en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
NO _x (effecten van stikstof op natuurkwaliteit)	1,7 à 1,6	1,1 à 1,7	0,4 à 1,4

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

6 Kosten en baten

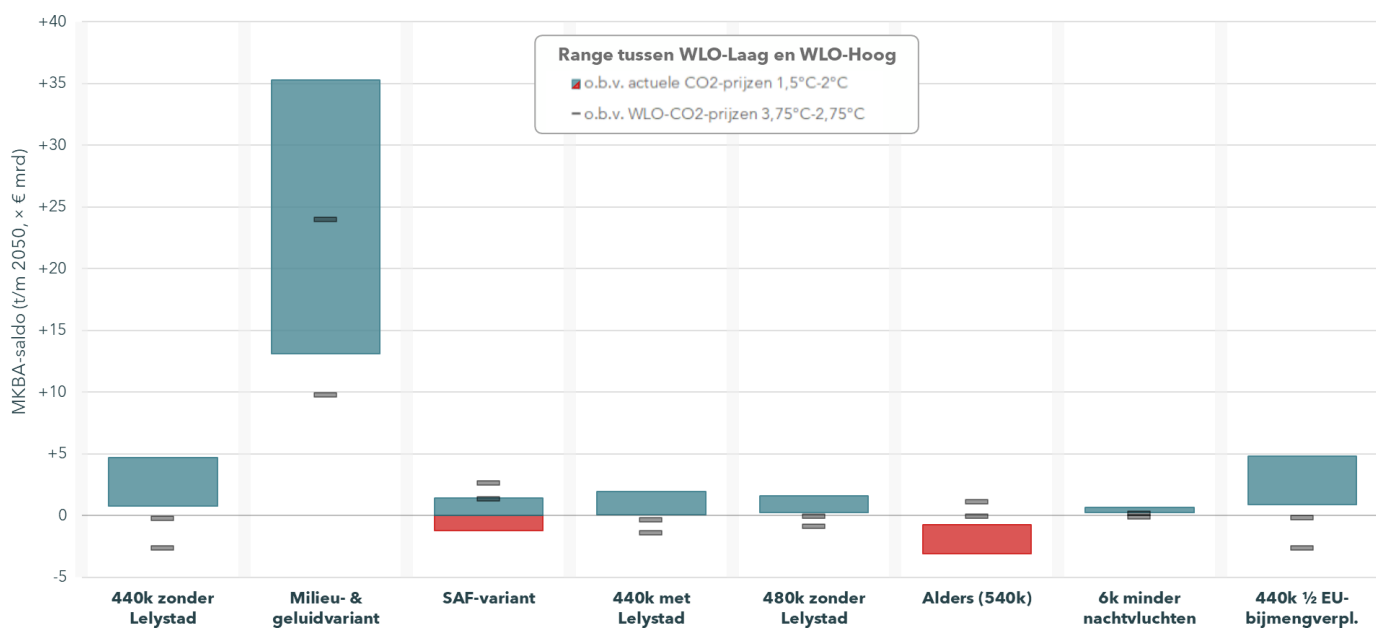
Milieu- en geluidsmaatregelen – waaronder een hogere vliegbelasting – zijn beter voor de brede welvaart dan krimp van Schiphol. Met deze maatregelen kan het aantal vluchten groeien terwijl geluidshinder en emissies dalen. Daarnaast stijgen de belastingopbrengsten voor het Rijk.

6.1 Resultaten

Kosten en baten op lange termijn

Onderstaande figuur laat zien dat de milieu- & geluidvariant in de periode tot en met 2050 tot veel grotere netto baten (baten min kosten) leidt dan krimp naar 440k. De andere beleidsopties scoren ook veel minder goed dan de milieu- & geluidvariant. Ook blijkt dat de omvang van de netto-baten sterk afhangt van het toekomstscenario en van de gehanteerde CO₂-waardering. Dit tast echter niet de conclusie aan dat de milieu- & geluidvariant veel beter uit de MKBA komt dan andere opties.

Figuur 6.1 De milieu- & geluidvariant is veel beter voor de brede welvaart dan de andere beleidsopties

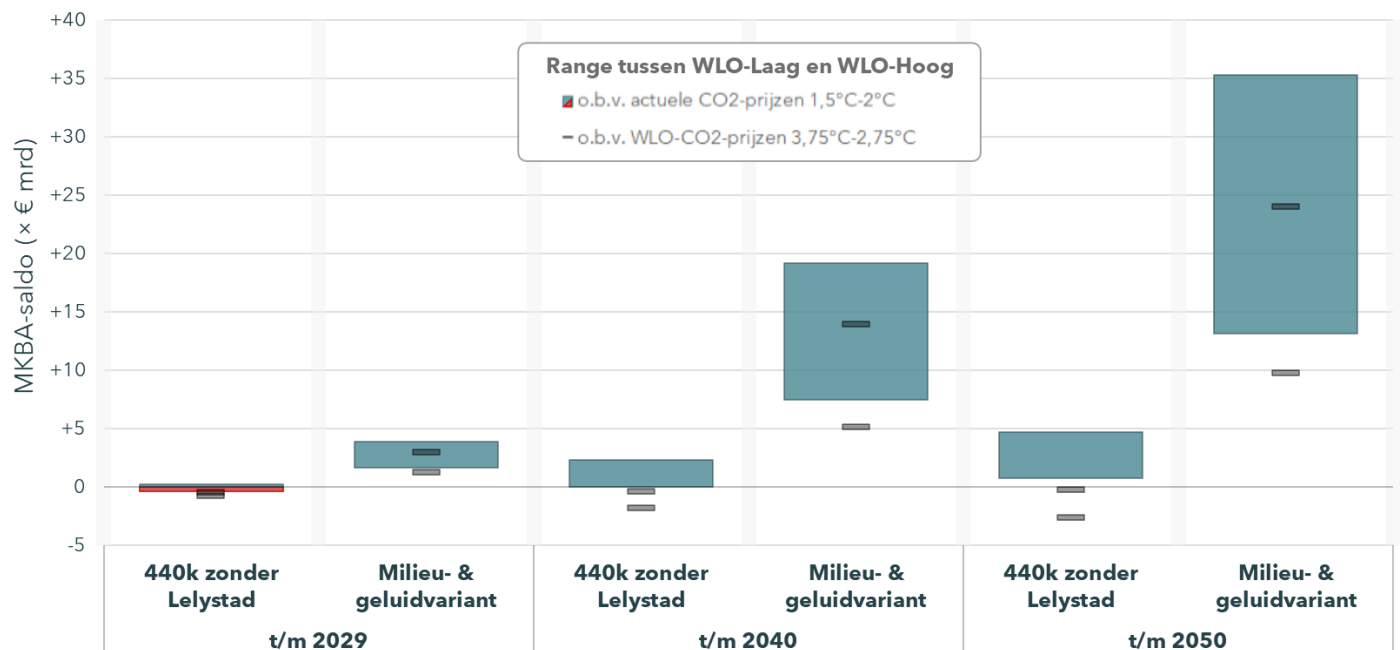


Bron: SEO, CE Delft, Significance

Kosten en baten in de tijd

Uit onderstaande figuur blijkt dat de netto-baten van de milieu- & geluidvariant niet alleen op lange termijn maar ook over minder lange perioden hoger zijn dan bij de 440k-variant. Dit is ook het geval als alleen de eerste vijf jaar worden beschouwd (2025 t/m 2029).

Figuur 6.2 De milieu- & geluidvariant kent voortdurend hogere netto-baten dan de 440k-variant



Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

De 440k-variant nader beschouwd

Onderstaande tabel laat zien dat krimp naar 440k de welvaart op korte termijn overwegend verlaagt. Op lange termijn zijn de netto-baten bij actuele CO₂-waarderingen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging) positief, en bij voorgeschreven CO₂-waarderingen uit 2016 (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging) negatief. Passagiers en vervoerders van luchtvracht ondervinden negatieve effecten van langere reistijden door minder directe bestemmingen, lagere vliegfrequenties en hogere ticketprijzen of vrachttarieven. Luchtvaartmaatschappijen boeken schaarstewinsten door hogere ticketprijzen, maar worden minder kostenefficiënt en hebben minder passagiers en vracht. Ook het bedrijf Schiphol heeft minder gebruikers en wordt minder efficiënt. Dit heeft tevens negatieve bredere economische effecten op het toerisme en de economische activiteit rond Schiphol. Bovendien verliest de overheid belastinginkomsten. Daar staan baten van lagere emissies en minder geluid tegenover. De welvaartsbaten voor het klimaat zijn overwegend de grootste post in de MKBA.³⁸

³⁸ Voor CO₂ is er in het lagegroeienscenario bij de voorgeschreven CO₂-waardering sprake van welvaartsverlies. Dit komt doordat de veronderstelde ETS-prijs hoger ligt dan de verouderde efficiënte CO₂-prijzen uit de WLO.

Tabel 6.1 De 440k-variant verlaagt de brede welvaart op korte termijn, maar verhoogt de welvaart op lange termijn

Welvaartseffecten Nederland		Tot en met 2029	Tot en met 2040	Tot en met 2050
Passagiers	Ticketprijzen	-110 à -40	-410 à -120	-510 à -160
	Reistijd	-10 à -4	-60 à -20	-80 à -30
	Vliegfrequentie	-50 à -60	-240 à -250	-410 à -420
	Volume-effect (aantal reizigers)	-10 à -5	-30 à -20	-50 à -40
Luchtvracht	Tarieven/Reistijd/Vliegfrequentie	-60 à -30	-240 à -170	-340 à -280
	Volume-effect (omvang vracht)	-10 à -2	-20 à -10	-30 à -30
Luchtvaart-maatschappijen	Ticketprijzen/tarieven	+80 à +30	+260 à +80	+340 à +110
	Volume-effect (aantal reizigers, omvang vracht)	-4 à -4	-20 à -20	-20 à -30
	Kostenefficiëntie	-30 à -30	-120 à -130	-190 à -200
Schiphol (bedrijf)	Volume-effect (aantal reizigers, omvang vracht)	-30 à -30	-110 à -130	-190 à -210
	Kostenefficiëntie	-70 à -80	-300 à -310	-480 à -500
Bredere economische effecten	Overige activiteiten en toeleveranciers Schiphol	-310 à -390	-380 à -410	-400 à -440
	Toerisme en zakelijk bezoek	-20 à -20	-40 à -60	-60 à -90
	Agglomeratie-effecten	-PM (klein)	-PM (klein)	-PM (klein)
Omgevingseffecten	Geluid	+120 à +80	+380 à +240	+470 à +320
	Stikstof (natuurkwaliteit)	+4 à +5	+20 à +20	+20 à +20
	Luchtkwaliteit voor mensen	+50 à +60	+190 à +190	+290 à +280
Klimaatseffecten o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)	CO ₂	-40 à +160	-150 à +510	-240 à +800
	Non-CO ₂	+50 à +380	+280 à +1.440	+580 à +2.620
Klimaatseffecten o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)	CO ₂	+90 à +410	+520 à +1.490	+870 à +2.390
	Non-CO ₂	+250 à +790	+1.420 à +3.130	+2.870 à +5.960
Belastingen	Vliegbelasting, btw en vennootschapsbelasting	-290 à -440	-820 à -1.230	-1.330 à -1.970
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)		-730 à -440 -PM (klein)	-1.800 à -400 -PM (klein)	-2.620 à -240 -PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)		-400 à +230 -PM (klein)	+1 à +2.280 -PM (klein)	+780 à +4.680 -PM (klein)

Noot: Verschillen tussen beleidsalternatieven en het nulalternatief (max. 500k vluchten). Contante waarden in miljoenen euro's voor resp. WLO-scenario Laag à WLO-scenario Hoog, teruggerekend naar basisjaar 2023 in prijzen van 2023. + is baten, – is kosten. Klimaatseffecten voor Nederland inclusief effecten voor niet-ingezetenen (i.e. wereldwijde impact).

Bron: SEO en CE Delft, o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

De milieu- & geluidvariant nader beschouwd

De milieu- & geluidvariant heeft hoge netto baten, oplopend tot 10 à 35 miljard euro tot en met 2050 (zie onderstaande tabel). Deze hoge netto baten gelden zowel in een laag als in een hoog groeiscenario, en zowel bij een lage als een hoge waardering van CO₂. Dit wordt met name veroorzaakt door de opbrengsten van de hogere vliegbelasting voor de overheid en door de baten van gunstige klimaateffecten. De klimaatbaten zijn hoger dan in de 440k-variant. Ook de overige milieueffecten zijn positief. Daarnaast zijn er baten van minder geluidhinder dan in het nulalternatief. De effecten voor passagiers en vrachtverladers zijn negatief doordat zij meer vliegbelasting gaan betalen. Luchtvaartmaatschappijen (totaal) verliezen de schaarstewinsten die zij in het nulalternatief ontvangen. Ook de bredere economische effecten zijn negatief omdat het aantal intercontinentale bezoekers van Nederland lager is dan in het nulalternatief.

Tabel 6.2 De baten van de milieu- & geluidvariant zijn veel groter dan de kosten

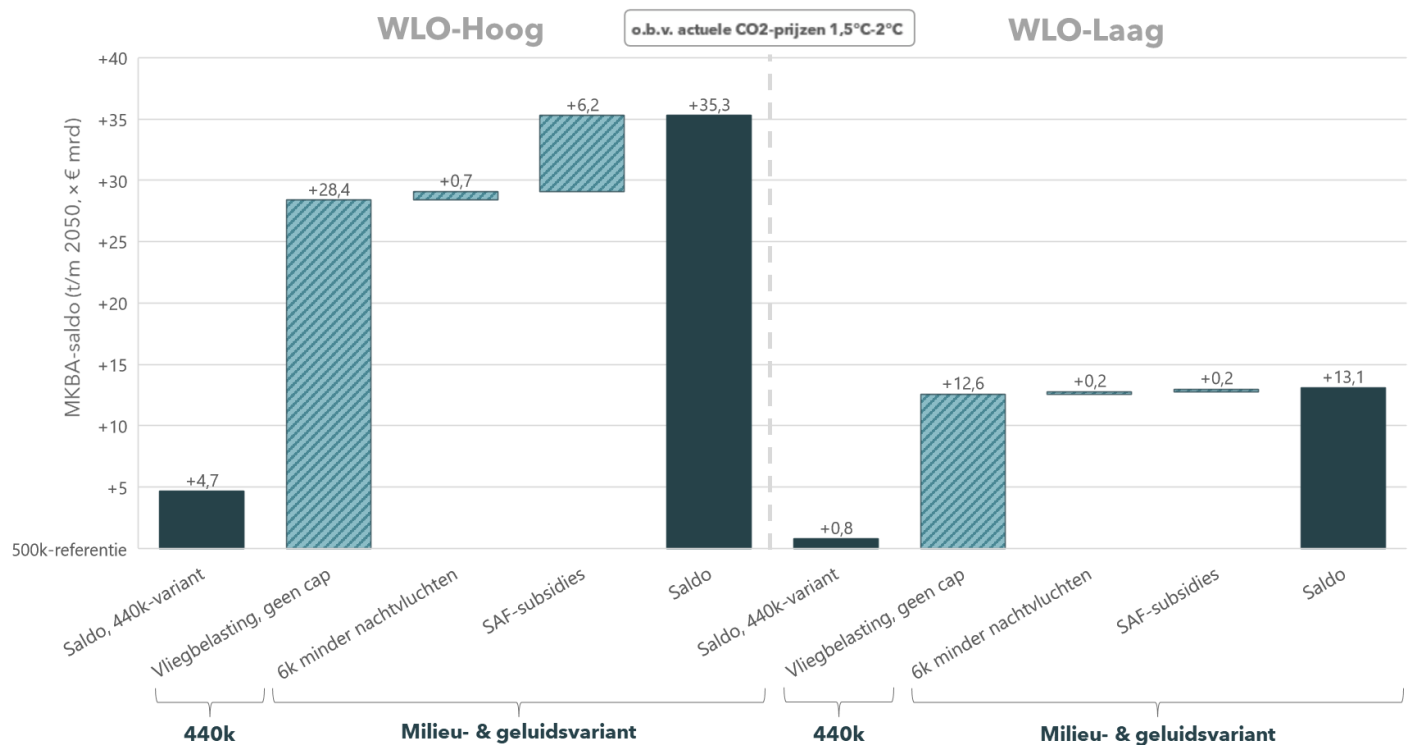
Welvaartseffecten Nederland		Tot en met 2029	Tot en met 2040	Tot en met 2050
Passagiers	Ticketprijzen	-50 à -210	-440 à -1.440	-920 à -3.110
	Reistijd	0 à +12	+10 à +60	+50 à +100
	Vliegfrequentie	-30 à +10	-140 à +20	-130 à +150
	Volume-effect (aantal reizigers)	-4 à -9	-40 à -260	-90 à -900
Luchtvracht	Tarieven/Reistijd/Vliegfrequentie	-82 à -50	-370 à -290	-580 à -530
	Volume-effect (omvang vracht)	0 à +6	-2 à +30	0 à +70
Luchtvaart-maatschappijen	Ticketprijzen/tarieven	-20 à -170	-240 à -870	-620 à -1.660
	Volume-effect (aantal reizigers, omvang vracht)	-3 à +1	-10 à +1	-10 à +10
	Kostenefficiëntie	-20 à +4	-80 à +6	-80 à +50
Schiphol (bedrijf)	Volume-effect (aantal reizigers, omvang vracht)	-16 à +5	-60 à +3	-50 à +50
	Kostenefficiëntie	-50 à +10	-198 à +15	-190 à +120
Bredere economische effecten	Overige activiteiten en toeleveranciers Schiphol	-360 à -160	-290 à +10	-110 à +100
	Toerisme en zakelijk bezoek	0 à -50	-110 à -410	-80 à -1.960
	Agglomeratie-effecten	-PM (klein)	-/+PM (klein)	-/+PM (klein)
Omgevingseffecten	Geluid	+140 à +30	+430 à +160	+490 à +200
	Stikstof (natuurkwaliteit)	+5 à +5	+18 à +20	+20 à +30
	Luchtkwaliteit voor mensen	+60 à +50	+210 à +220	+260 à +330
Klimaateffecten o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)	CO ₂	+20 à +400	+210 à +1.780	+340 à +2.600
	Non-CO ₂	+60 à +500	+370 à +2.230	+540 à +3.780
Klimaateffecten o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)	CO ₂	+170 à +760	+1.010 à +4.410	+1.540 à +9.090
	Non-CO ₂	+310 à +1.050	+1.850 à +4.870	+2.680 à +8.580
Belastingen	Vliegbelasting, btw en vennootschapsbelasting	+1.620 à +2.550	+5.880 à +12.640	+10.930 à +24.580
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)		+1.260 à +2.950 -PM (klein)	+5.150 à +13.930 -/+PM (klein)	+9.760 à +24.000 -/+PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)		+1.660 à +3.860 -PM (klein)	+7.430 à +19.190 -/+PM (klein)	+13.100 à +35.290 -/+PM (klein)

Noot: Verschillen tussen beleidsalternatieven en het nulalternatief (max. 500k vluchten). Contante waarden in miljoenen euro's voor resp. WLO-scenario Laag à WLO-scenario Hoog, teruggerekend naar basisjaar 2023 in prijzen van 2023. + is baten, – is kosten. Klimaateffecten voor Nederland inclusief effecten voor niet-ingezetenen (i.e. wereldwijde impact).

Bron: SEO en CE Delft, o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Onderstaande figuur toont dat de veel hogere netto baten van de milieu- & geluidsvariant, vergeleken met de 440k-variant, voornamelijk worden veroorzaakt door het vervangen van de 440k-grens door een hogere vliegbelasting. Het verminderen van het aantal nachtvluchten en subsidies voor schone brandstoffen leveren relatief kleine positieve bijdragen.

Figuur 6.3 Het vervangen van een beperking van het aantal vluchten door een afstandafhankelijke vliegbelasting heeft een positief welvaartseffect van tientallen miljarden euro's



Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Andere varianten

De andere onderzochte varianten zijn (net als krimp naar 440k) veel minder goed voor de brede welvaart dan de milieu- & geluidvariant (zie onderstaande tabel). Deze varianten kennen wisselende netto baten, afhankelijk van de termijn waarnaar wordt gekeken, het toekomstscenario en de CO₂-waardering.

Tabel 6.3 De overige beleidsvarianten hebben wisselende MKBA-saldi

MKBA-saldi	Tot en met 2029	Tot en met 2040	Tot en met 2050
SAF-variant			
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	-160 à +1.460 +PM (klein)	+550 à +5.040 +PM (klein)	+1.360 à +2.610 +PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)	-130 à +1.790 +PM (klein)	+698 à +6.410 +PM (klein)	+1.400 à -1.220 +PM (klein)
440k zonder Lelystad, ½ EU-bijmengverplichting			
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	-730 à -420 -PM (klein)	-1.790 à -360 -PM (klein)	-2.600 à -180 -PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)	-400 à +250 -PM (klein)	+47 à +2.350 -PM (klein)	+880 à +4.820 -PM (klein)
440k met Lelystad			
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	-600 à -390 -PM (klein)	-1.160 à -370 -PM (klein)	-1.420 à -320 -PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)	-340 à +140 -PM (klein)	-160 à +1.160 -PM (klein)	+90 à +1.950 -PM (klein)
Tussenvariant (480k)			
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	-240 à -150 -PM (klein)	-600 à -130 -PM (klein)	-870 à -80 -PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)	-130 à +80 -PM (klein)	+0 à +760 -PM (klein)	+260 à +1.560 -PM (klein)
Alders-akkoord (540k)			
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	+80 à +70 +PM (klein)	+560 à +40 +PM (klein)	+1.110 à -60 +PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)	+40 à -130 +PM (klein)	-230 à -1.500 +PM (klein)	-750 à -3.100 +PM (klein)
6k minder nachtvluchten			
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	-20 à +10 -PM (klein)	-50 à +100 -PM (klein)	-100 à +160 -PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)	+10 à +80 -PM (klein)	+127 à +370 -PM (klein)	+240 à +650 -PM (klein)

Bron: Schattingen SEO en CE Delft (2023), o.b.v. de doorgerekende varianten, literatuur en expert judgement

Noot: Verschillen tussen beleidsalternatieven en het nulalternatief (max. 500k vluchten). Contante waarden in miljoenen euro's voor resp. WLO-scenario Laag à WLO-scenario Hoog, teruggerekend naar basisjaar 2023 in prijzen van 2023. + is baten, – is kosten. Klimateffecten voor Nederland inclusief effecten voor niet-ingezetenen (i.e. wereldwijde impact).

6.2 Gevoeligheidsanalyses

Voor de 440k-variant en de milieu- & geluidvariant hebben we gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Daarmee laten we zien hoe robuust de uitkomsten zijn. De gevoeligheidsanalyses zijn gebaseerd op de aanbevelingen in de MKBA-werkwijzer Luchtvaart (SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde, 2021). Gevoeligheidsanalyses die in beginsel gewenst zijn – bijvoorbeeld omdat ze in de MKBA-werkwijzer Luchtvaart staan – maar die naar verwachting weinig invloed op het MKBA-saldo hebben, zijn niet uitgevoerd. Een voorbeeld daarvan zijn andere parkeerkosten en processing- en looptijden bij kleine luchthavens. Daarbij is van belang dat de waardering van klimaateffecten een veel grotere invloed heeft op het MKBA-saldo dan de andere gevoeligheidsanalyses. Deze waardering is dus in hoge mate bepalend voor de onzekerheid in de MKBA-resultaten. In een dergelijke situatie is het minder nuttig om naast dit grote effect een groot aantal kleine effecten van andere veronderstellingen te laten zien. Tegen deze achtergrond voeren we geselecteerde gevoeligheidsanalyses uit.

De uitgevoerde gevoeligheidsanalyses betreffen variaties in:

- Internationaal non-CO₂-beleid;
- Reistijdwaardering voor- en natransport op basis van omrijkosten (in plaats van de gegeneraliseerde kostenmethode). Hierbij is verondersteld dat reizigers die naar andere luchthavens uitwijken, gemiddeld 150 extra autokilometers afleggen, per enkele reis. Het gaat vooral om uitwijk naar buitenlandse luchthavens, omdat op Nederlandse luchthavens weinig ruimte is;
- Waardering van vliegfrequenties. In de basisberekening is extra wachttijd door lagere vliegfrequenties – voor zakelijke reizigers – gewaardeerd op 25 procent van de waardering van reistijd. In gevoeligheidsanalyses veranderen we dit in tien procent respectievelijk veertig procent;
- Het aandeel van Nederlandse aandeelhouders in luchtvaartmaatschappijen. In de basisberekening is verondersteld dat dit aandeel tien procent is. In de gevoeligheidsanalyse wordt gerekend met 5 resp. 15 procent;
- Grotere productiviteitsdaling verschoven werknemers. In de basisberekening is deze productiviteitsdaling 2,5 procent. In de gevoeligheidsanalyse gaan we uit van vijf procent;
- Meer SAF (duurzame brandstof)-gebruik in landen *catchment area* leidt tot prijsstijgingen met als gevolg dat meer passagiers geheel afzien van een vlucht wanneer ze niet meer vanaf Schiphol vliegen. Aanname: 20 procentpunt minder *carbon leakage*;
- Omvang niet-CO₂-effecten. Conform de werkwijzer schatten we deze effecten in de basisberekening op gemiddeld twee maal de CO₂-effecten. In de gevoeligheidsanalyse halveren resp. verdubbelen we deze schatting, ook conform de werkwijzer;
- Beschikbaarheid hernieuwbare elektriciteit en waterstof voor productie van synfuels: in de gevoeligheidsanalyse gaan we uit van 50 procent minder verdringingseffecten;
- De discontovoet. Zoals aanbevolen door de Werkgroep discontovoet (2020) voeren we een gevoeligheidsanalyse uit met een 0,4 procent hogere discontovoet in WLO-Hoog en een 0,4 procent lagere discontovoet in WLO-Laag;
- Meer grote vliegtuigen. Hierbij veronderstellen we in de het 440k-beleidsalternatief een geleidelijke ontwikkeling naar vijf procent grotere vliegtuigen in 2050, onder invloed van de beperking van het aantal vluchten. Dit betekent dat er in 2050 vijf procent meer passagiers en vracht kunnen worden vervoerd.
- De uitwijkpercentages naar buitenlandse luchthavens in de milieu- & geluidvariant. Als bovengrens hanteren we een uitwijkpercentage van 100 procent en als ondergrens nemen we voor 'OD ICA'-passagiers het uitwijkpercentage van 'OD EUR'-reizigers en voor transferreizigers EUR-ICA en ICA-ICA nemen we het uitwijkpercentage van EUR-EUR. Zie Bijlage I voor een uitgebreide beschrijving van deze gevoeligheidsanalyses.

Tabel 6.4 De MKBA-uitkomsten worden sterk beïnvloed door de omvang van de non-CO₂-effecten

Welvaartseffecten: MKBA-saldo NL (baten min kosten) Miljoenen euro's, verschil t.o.v. 500k T/m 2050	Groei luchtvaart			
	WLO-Laa	WLO-Hoog	WLO-Laa	WLO-Hoog
	CO ₂ -waardering			
	WLO (2016) 3,75°C	WLO (2016) 2,75°C	Actueel 2°C	Actueel 1,5°C
Krimpvariant (440k)				
Basisvariant	-2.620	-240	+780	+4.680
Internationaal non-CO ₂ -beleid	-2.810	-1.000	-130	+2.890
Omreiskostenmethode	-4.430	-2.650	-1.030	+2.270
Lagere waardering vliegfrequenties (10% VoT i.p.v. 25%)	-2.370	+30	+1.030	+4.950
Hogere waardering vliegfrequenties (40% VoT)	-2.880	-510	+520	+4.410
Lager aandeel NL aandeelhouders in airlines (5% i.p.v. 10%)	-2.680	-180	+720	+4.740
Hoger aandeel NL aandeelhouders in airlines (15%)	-2.560	-300	+840	+4.620
Kleinere non-CO ₂ -effecten (halveren)	-2.910	-1.550	-660	+1.700
Grotere non-CO ₂ -effecten (verdubbelen)	-2.050	+2.380	+3.640	+10.640
Grotere productiviteitsdaling verschoven werknemers (5%)	-2.840	-430	+560	+4.490
Meer SAF bijgemengd in catchment area (minder leakage)	-2.350	+1.090	+1.960	+7.320
Minder verdringing door synfuels (-50%)	-2.670	-430	+540	+4.240
Discontovoet (0,4% hoger WLO-Hoog, 0,4% lager WLO-Laa)	-2.760	-250	+870	+4.380
Grotere vliegtuigen (5% groter in 2050)	-1.660	-150	+490	+2.970
Hoger uitwijkpercentage (100%)		Niet relevant		
Lager uitwijkpercentage (a.d.h.v. OD-EUR en TR EUR-EUR)		Niet relevant		
Milieu- & geluidvariant				
Basisvariant	+9.760	+24.000	+13.100	+35.290
Internationaal non-CO ₂ -beleid	+9.620	+22.930	+12.390	+32.790
Omreiskostenmethode	+9.880	+25.980	+13.220	+37.270
Lagere waardering vliegfrequenties (10% VoT i.p.v. 25%)	+9.840	+23.900	+13.180	+35.190
Hogere waardering vliegfrequenties (40% VoT)	+9.680	+24.100	+13.020	+35.390
Lager aandeel NL aandeelhouders in airlines (5% i.p.v. 10%)	+10.100	+24.770	+13.440	+36.060
Hoger aandeel NL aandeelhouders in airlines (15%)	+9.420	+23.240	+12.760	+34.530
Kleinere non-CO ₂ -effecten (halveren)	+9.490	+22.110	+11.760	+31.000
Grotere non-CO ₂ -effecten (verdubbelen)	+10.300	+27.780	+15.780	+43.870
Grotere productiviteitsdaling verschoven werknemers (5%)	+9.640	+23.920	+12.980	+35.210
Meer SAF bijgemengd in catchment area (minder leakage)	+13.510	+30.170	+17.440	+43.510
Minder verdringing door synfuels (-50%)	+13.240	+30.500	+16.040	+40.840
Discontovoet (0,4% hoger WLO-Hoog, 0,4% lager WLO-Laa)	+10.790	+23.690	+14.320	+34.240
Grotere vliegtuigen (5% groter in 2050)		Niet relevant		
Hoger uitwijkpercentage (100%)	+10.180	+27.530	+15.170	+43.290
Lager uitwijkpercentage (a.d.h.v. OD-EUR en TR EUR-EUR)	+9.120	+18.050	+9.890	+21.720

Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Noot: Exclusief de (kleine) PM-post voor agglomeratie-effecten

De onderstaande tabel laat op een andere manier zien dat de milieu- & geluidsvariant veel beter uit de MKBA komt dan de krimpvariant. Als we alle gevoeligheidsanalyses samen beschouwen, heeft krimp naar 440k in de helft van de uitkomsten positieve netto baten (en in de andere helft negatieve netto baten). Bij de milieu- & geluidvariant komen alle uitkomsten positief uit. Als we alle grote positieve saldi bekijken (meer dan plus vijf miljard euro), gaat het bij de 440k-variant om slechts twee (van de 56) uitkomsten. Bij de milieu- & geluidvariant zijn alle (52) uitkomsten groot in omvang. Het laagste saldo van de milieu- & geluidsvariant is hoger dan het hoogste saldo van de 440k-variant.

Tabel 6.5 Krimp leidt in de helft van de analyses tot netto welvaartswinst; de milieu- & geluidvariant in alle analyses

	Krimpvariant (440k)	Milieu- & geluidvariant
Aantal gevoeligheidsanalyses (Laag/Hoog, alle CO ₂ -waarderingen, inclusief basisberekeningen)	56	60
Aantal saldi positief	28	60
Aantal saldi negatief	28	0
Aantal saldi positief >€5 mrd.	2	60
Aantal saldi negatief <-€5 mrd.	0	0
Hoogste saldo (€ mrd.)	+10,6	+43,9
Laagste saldo (€ mrd.)	-4,4	+9,1

Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Effect beleid buitenlandse luchthavens

In de krimpvariant wordt onderzocht wat de gevolgen zijn van een verlaging van het aantal vliegtuigbewegingen op Schiphol. In de milieu- & geluidvariant worden de effecten in kaart gebracht van een ambitieus pakket aan maatregelen met het doel de geluidsoverlast voor omwonenden van Schiphol en de klimaatimpact van in Nederland vertrekkende vluchten te reduceren. In beide beleidsvarianten wordt net als in het nulalternatief verondersteld dat in het buitenland geen aanvullend beleid ingevoerd wordt. Op deze manier kunnen de effecten van de verschillende varianten in Nederland geïsoleerd geanalyseerd worden. De meest cruciale aannames voor het buitenland zijn:

- Op buitenlandse luchthavens is voldoende capaciteit voor uitwijkende passagiers beschikbaar;
- Op Europese luchthavens moet alleen worden voldaan aan de minimale bijmengverplichtingen van *ReFuelEU Aviation*;
- In andere landen wordt de vliegbelasting niet verhoogd en blijven transferpassagiers uitgezonderd.

Echter, ook in de buurlanden van Nederland en op (een deel van) de locaties van concurrerende hubs spelen vergelijkbare discussies rond de geluids- en de klimaatimpact van vliegverkeer. Het is daarom ook mogelijk dat op concurrerende buitenlandse luchthavens aanvullende maatregelen worden genomen. De drie mogelijke aanpassingen, *i)* capaciteit beperken, *ii)* verplicht meer SAF bijmengen, of *iii)* de vliegbelasting verhogen, zorgen allemaal voor hogere ticketprijzen op concurrerende routes voor Schiphol met als gevolg:

- Een reductie van de vraag naar vliegen in de regio's waar het beleid aangepast wordt; en
- Minder uitwijk van passagiers van Schiphol naar buitenlandse luchthavens.

De effecten van maatregelen die de capaciteit op buitenlandse luchthavens beperken of de ticketprijzen op routes via buitenlandse luchthavens verhogen zijn niet gemodelleerd maar voor de hoofdcategorieën van de MKBA ingeschat met drie niveaus: positief (+) voor het MKBA-saldo, neutraal (0), en negatief (–) voor het MKBA-saldo.

Tabel 6.6 Effect van maatregelen buitenlandse luchthavens op de Nederlandse welvaart bij binnenlandse krimp of milieu- en geluidsmaatregelen

Effect op Nederlandse welvaart (MKBA-saldo)	Krimpvariant (440k)	Milieu- & geluidvariant	Toelichting
Passagiers	–	–	Capaciteitsrestricties en/of hogere ticketprijzen in het buitenland zorgen op Schiphol voor meer vraag en daarmee (grotere) schaarste en hogere ticketprijzen. Uitwijken wordt minder aantrekkelijk en de bereikbaarheid van vliegen neemt af.
Luchtvracht	–	–	Zie toelichting passagiers.
Luchtvaartmaatschappijen	+	+	Door hogere ticketprijzen op concurrerende routes verbetert de marktpositie van maatschappijen op Nederlandse luchthavens.
Schiphol (bedrijf)	0	0	Het buitenlands beleid heeft nagenoeg geen effect op het aantal vliegtuigbewegingen en passagiers op Schiphol.
Bredere economische effecten	0/+	0/+	Deze zijn neutraal tot licht positief omdat uitwijken naar het buitenland minder aantrekkelijk wordt. Dit leidt tot een relatieve verbetering van de Nederlandse concurrentiepositie en meer vakanties in eigen land.
Omgevingseffecten	0	0	Het buitenlandse beleid heeft nagenoeg geen effect op het aantal vliegtuigbewegingen op Schiphol.
Klimaat effecten	+	+	Door een verlaging van de vraag naar vliegen en minder uitwijk naar buitenlandse luchthavens nemen de CO ₂ - en non-CO ₂ -emissies af.
Belastingen	0	0	Het buitenlands beleid heeft weinig effect op het aantal passagiers op Schiphol. Mogelijk leiden de licht positieve bredere economische effecten tot iets hogere belastinginkomsten.

Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

7 Conclusies

Milieu- en geluidmaatregelen, waaronder een hogere vliegbelasting, zijn veel beter voor de brede welvaart dan krimp van Schiphol. Ook krimp van Schiphol zorgt voor lagere emissies en minder geluid, maar de effecten op emissies zijn groter in de milieu- & geluidvariant. De milieu- & geluidvariant levert daarnaast extra belastinginkomsten op voor de overheid.

De maatschappelijke kosten-batenanalyse in dit rapport leidt tot de volgende conclusies:

- **Milieu- en geluidsmaatregelen** zijn gunstig voor de brede welvaart.
 - Het gaat om een hogere en afstandsafhankelijke vliegbelasting, minder nachtvluchten en (op lange termijn) subsidie voor schone brandstoffen.
 - Met die maatregelen kan het aantal vluchten op Schiphol groeien. Het aantal passagiers daalt echter. Ook de gemiddelde vliegafstand neemt af.
 - Met name de klimaatbaten zijn hoog, afhankelijk van de gekozen CO₂-waardering.
 - De geluidhinder daalt omdat bij kortere vliegafstanden (gemiddeld) kleinere vliegtuigen worden ingezet.
 - Daarnaast stijgen de belastingopbrengsten voor het Rijk. De hogere opbrengst van de vliegbelasting wordt grotendeels betaald door reizigers uit het buitenland.
 - Daar staan negatieve effecten tegenover voor passagiers en vrachtverladers, met name omdat zij meer vliegbelasting betalen.
 - Luchtvaartmaatschappijen kunnen (in totaal) meer vluchten uitvoeren, maar hun schaarstewinsten dalen en zij absorberen een klein deel van de hogere vliegbelasting. Het aantal passagiers neemt toe in vergelijking met nu. De gemiddelde vliegafstand daalt. Schiphol blijft een hub met een substantieel aandeel transferpassagiers, maar met een groter accent op Europese vluchten.
 - Het toerisme en andere economische activiteiten rond Schiphol groeien minder sterk als in het nulalternatief.
- Bij **krimp naar 440.000 vluchten** zijn de MKBA-resultaten wisselend. De welvaart wordt door krimp op korte termijn overwegend verlaagd. Op lange termijn zijn de netto baten bij actuele CO₂-waarderingen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging) positief, en bij voorgeschreven CO₂-waarderingen uit 2016 (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging) negatief.
 - Passagiers en vervoerders van luchtvracht ondervinden negatieve effecten van langere reistijden door minder directe bestemmingen, lagere vliegfrequenties en hogere ticketprijzen en vrachttarieven.
 - Luchtvaartmaatschappijen boeken schaarstewinsten door hogere ticketprijzen, maar worden minder kostenefficiënt en hebben minder passagiers en vracht. Ook het bedrijf Schiphol heeft minder gebruikers en wordt minder efficiënt. Er zijn - bij krimp naar 440.000 vluchten (12 procent minder) - geen aanwijzingen gevonden voor een negatieve, zelfversterkende spiraal ('afkalving'). Schiphol blijft een hub met een substantieel aandeel transferpassagiers, maar de omvang is kleiner.
 - Dit heeft tevens negatieve bredere economische effecten op het toerisme en de economische activiteit rond Schiphol.
 - Bovendien verliest de overheid belastinginkomsten.
 - Daar staan baten van lagere emissies en minder geluid tegenover. De welvaartsbaten voor het klimaat zijn de grootste post in de MKBA van krimp.

Referenties

- AitBihiOuali, L., Carbo, J. M., & Graham, D. J. (2020). Do changes in air transportation affect productivity? A cross - country panel approach. *Regional Science Policy & Practice*, 12(3), 493-505.
- Alderighi, M., & Gaggero, A. A. (2017). Fly and trade: Evidence from the Italian manufacturing industry. *Economics of Transportation*, 9, 51-60.
- Albalade, D., & Fageda, X (2016). High-technology employment and transportation: Evidence from the European regions. *Regional Studies*, 50(9), 1564-1578.
- Bernardo, V., & Fageda, X. (2019). Globalization, long-haul flights and inter-city connections. *Economics of Transportation*, 19.
- Bilotkach, V. (2015). Are airports engines of economic development? A dynamic panel data approach. *Urban Studies* 52(9), 1577-1593.
- Brander, J.A., & Zhang, A. (1990). Market conduct in the airline industry: an empirical investigation. *Rand Journal of Economics*, 567-583.
- Brueckner, J., & Luo, D. (2014). Measuring strategic firm interaction in product-quality choices: The case of airline flight frequency. *Economics of Transportation*, 102-115.
- Brugnoli, A., Dal Bianco, A. Martini, G., & Scotti, D. (2018). The impact of air transportation on trade flows: A natural experiment on causality applied to Italy. *Transportation Research Part A*, 112, 95-107.
- Carbo, J. M., & Graham, D. J. (2020). Quantifying the impacts of air transportation on economic productivity: a quasi-experimental causal analysis. *Economics of Transportation*, 24.
- Cattaneo, M., Malighetti, P., & Percoco, M. (2018). The impact of intercontinental air accessibility on local economies: Evidence from the de-hubbing of Malpena airport. *Transport Policy*, 61, 96-105.
- CBS (2019). Trendrapport toerisme, recreatie en vrije tijd 2019.
- CBS (2022). Bedrijfseconomische schets Schiphol-cluster, 2010-2022.
- CE Delft (2018). Economische- en Duurzaamheidseffecten Vliegbelasting. *CE-Delft publicatie*, 18.7R08.82: Delft.
- CE Delft (2019a). CO₂-emissies KLM en Schiphol. *CE-Delft publicatie*, 19.190265.098: Delft.
- CE Delft (2019b). Moet de luchtvaart groeien om onze welvaart te behouden? Een kritische analyse van veelgehoorde argumenten. *CE-Delft publicatie*, 19.190143.103: Delft.
- CE Delft (2021). MKBA groei en krimp Schiphol. *CE-Delft publicatie*, 21.210158.095: Delft.

- CE Delft (2022a). Effecten van een verhoging van de vliegbelasting, 22.220273.124. Delft.
- CE Delft (2022b). Updated impacts of a CO₂-ceiling for Dutch aviation, 22.220434.196: Delft.
- CE Delft (2023). Handboek Milieuprijzen. *CE-Delft publicatie*, 23.220175.034: Delft.
- CPB/PBL (2013). Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse, Den Haag: Centraal Planbureau & Planbureau voor de Leefomgeving (*Tweede Kamer*, 2013-2014, 33 750 IX, nr. 9).
- CPB/PBL (2015). Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Achtergronddocument Mobiliteit – Luchtvaart, Den Haag, Centraal Planbureau & Planbureau voor de Leefomgeving.
- CPB/PBL (2022). Maatschappelijke kosten-batenanalyse en brede welvaart; een aanvulling op de Algemene MKBA-Leidraad. Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving.
- Decisio/SEO (2018). Verkennende MKBA beleidsalternatieven luchtvaart. Amsterdam: Decisio & SEO Economisch Onderzoek.
- Decisio (2019). Economische betekenis luchtvracht Schiphol.
- Dray, L., et al. (2021). Cost and emissions pathways towards net-zero climate impacts in aviation. *Nature Climate Change*.
- ECB (n.d.). US dollar (USD). Retrieved from https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/euro_reference_exchange_rates/html/eurofxref-graph-usd.en.html
- ESPON (2018). The world in Europe, global FDI flows towards Europe: Extra-European FDI towards Europe. *Main report*, European Observation Network for Territorial Development and Cohesion (ESPON): Luxembourg.
- Gelhausen, M., Berster, P., & Wilken, D. (2021). Post-COVID-19 scenarios of global airline traffic until 2040 that reflect airport capacity constraints and mitigation strategies. *Aerospace*, 8(10).
- IATA (2022, December). Global Outlook for Air Transport. International Air Transport Association.
- ICCT (2018). ICAO's CORSIA Scheme Provides a Weak Nudge For In-Sector Carbon Reductions. ICCT.
- IenW (2018). Actualisatie MER Lelystad Airport. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- IenW (2020). Verantwoord vliegen naar 2050. *Luchtvaartnota 2020-2050*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- IenW (2022). Hooflijnenbrief Schiphol. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
- Koopmans, C., & Lieshout, R. (2016). Airline cost changes: To what extent are they passed through to the passenger?. *Journal of Air Transport Management*, 53, 1-11.

- Koopmans, C., & M. Volkerink (2014). Zorgen overheidsbestedingen voor extra banen?. *Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken*, 30(1), 40-52.
- Lee et al. (2021). The Contribution of Global Aviation to Antropogenic Climate Forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*.
- Lenaerts, B., Allroggen, F., & Malina, R. (2021). The economic impact of aviation: A review on the role of market access. *Journal of Air Transport Management*, 91.
- McGraw, M.J. (2020). The role of airports in city employment growth, 1950-2010. *Journal of Urban Economics*, 116.
- Nero, G. (1996). A structural model of intra European union duopoly airline competition. *Journal of Transport Economics & Policy*, 137-155.
- NLR/SEO (2021). Destination 2050: a route to net zero European aviation. Amsterdam: NLR-CR-2020-510.
- Nolet, S., Söffing, L., Derei, J., & Heblj, S. (2023). Geluidsanalyses voor MKBA krimp op Schiphol. Amsterdam: Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum, NLR-CR-2022-356.
- Ökö-institut (2016). How additional is the Clean Development Mechanism? Berlijn: Ökö-Institut.
- Pels, E. (2021). Product differentiation and network optimality. *Transport Policy*, 415-429.
- PBL (2021). Klimaat- en Energieverkenning 2021. Planbureau voor de Leefomgeving. Den Haag.
- PBL/TNO/CBS/RIVM (2022). Klimaat- en Energieverkenning 2022. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PwC (2022). Impactanalyse verlaging activiteitsniveau Schiphol. Amsterdam: Strategy& PricewaterhouseCoopers.
- Redondi, R., Malighetti, P., & Paleari, S. (2012). De-hubbing of airports and their recovery patterns. *Journal of Air Transport Management*, 18, 1-4.
- RHDHV (2022). Verkenning mogelijke maatregelen voor mitigatie of compensatie van de depositieopgave voor Schiphol.
- RIVM (2021). Gezondheidseffecten van ultrafijn stof van vliegverkeer rondom Schiphol. Bilthoven: RIVM.
- RLI (2019). Luchtvaartbeleid. Een nieuwe aanvliegroute (2019). Den Haag: Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur.
- Schiphol (2020). Jaarverslag 2019. Schiphol: Royal Schiphol Group.
- SEO (2015). Economisch belang van de hubfunctie van Schiphol. *Rapport, 2015-22*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.

- SEO (2016a). Werkwijzer voor kosten-batenanalyse in het sociale domein. *Rapport, 2016-11*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO (2016b). Effecten van zes EU-handelsakkoorden op de Nederlandse economie. *Rapport, 2016-96*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO (2018). Effecten van een nationale vliegbelasting in 2025. *Rapport, 2018-99*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO (2019a). Welvaartsbijdrage van vrachtluchten op Schiphol. *Rapport, 2019-42*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO (2019b). Het maatschappelijk belang van het Schipholnetwerk. *Rapport, 2019-71*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO (2020). Effecten van extra investeringen door woningcorporaties. *Rapport, 2020-68*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO (2022a). Connectiviteit in kaart. *Rapport, 2022-81*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO (2022b). Het Nederlandse Innovatielandschap; de toekomst tegemoet – Resultaten van de Nederlandse Innovatie Monitor 2022. *Rapport, 2022-86*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO/Decisio/To70/TwynstraGudde (2021). Werkwijzer luchtvaartspecifieke MKBA's. *Rapport, 2021-43*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO/Decisio/To70 (2022). MKBA Maastricht Aachen Airport. Maatschappelijke kosten-batenanalyse van verschillende toekomstopties voor Maastricht Aachen Airport. *Rapport, 2022-18*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO/NLR (2022). Aviation Fit for 55: Ticket prices, demand and carbon leakage. *Rapport, 2022-16*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO/NLR (2023). The price of net zero: Aviation investments towards destination 2050. *Rapport, 2023-17*. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SEO/Technopolis (2016). Astronomische welvaart? Effecten van Nederlandse deelname aan de Square Kilometre Array radiotelescoop. *Rapport, 2016-76*. SEO Economisch Onderzoek & Technopolis.
- To70 (2022). Notitie Effect op jaarvolume en preferentieel baangebruik bij beëindigen anticiperend handhaven op Schiphol over effect van stopzetten van anticiperend handhaven.
- Werkgroep discontovoet 2020 (2020). Rapport. Den Haag: Ministerie van Financiën.

- Van der Geest, J., & Peters, C. (2022, 30 maart). Effectieve belastingdruk op allergrootste Nederlandse ondernemingen neemt toe. *ESB*, 107(4807) 214-217. Verkregen via <https://esb.nu/effectieve-belastingdruk-op-allergrootste-nederlandse-ondernemingen-neemt-toe/>
- Zhang, A. (1996). An analysis of fortress hubs in airline networks. *Journal of Transport Economics & Policy*, 293-307.
- Zhang, F., & Graham, D. J. (2020). Air transport and economic growth: a review of the impact mechanism and causal relationships. *Transport Reviews*, 40(4).

Bijlage A Inschatting wegvallende bestemmingen

Strategieën van luchtvaartmaatschappijen om te optimaliseren bij krimp

Zowel het SEO NetCost-model als AEOLUS hebben geen ingebouwd mechanisme om een inschatting te maken van welke routes luchtvaartmaatschappijen niet langer aanbieden bij een capaciteitsbeperking. Zowel NetCost als AEOLUS gaan uit van een bestaand netwerk en passen al naar gelang de beschikbare capaciteit de frequentie aan waarmee de luchtvaartmaatschappijen de verschillende routes bedienen. Om een inschatting te maken welke routes niet langer bediend zullen worden is daarom een additionele analyse noodzakelijk. Deze analyse is gebaseerd op een heuristiek (rekenmethode).

Winstmaximalisatie

De heuristiek start vanuit het economische inzicht dat de verschillende luchtvaartmaatschappijen (in de uitwerking binnen het NetCost- en AEOLUS-model gaat het om allianties/groepen van maatschappijen) beogen de eigen winst te maximaliseren. Dit doen zij gegeven de beperkingen in capaciteit die worden opgelegd. Daarbij hebben de maatschappijen de keuze om markten minder vaak te bedienen (afschalen van frequentie) of markten helemaal niet meer met een directe vlucht vanaf Schiphol te bedienen.

In deze heuristiek volgen we de veelgebruikte aanname in de wetenschappelijke literatuur dat maatschappijen de eigen winst maximaliseren door te reageren op elkaars aangeboden hoeveelheden (frequenties). Bij deze eigen beslissing maken de maatschappijen aannames over de hoeveelhedaanpassingen die de andere partijen zullen doen. In de speltheorie staat dit bekend als Cournot-Nash hoeveelhedsconcurrentie. Het optimaliseren van het netwerk door luchtvaartmaatschappijen staat al sinds de jaren '90 in de vorige eeuw in de belangstelling van transportwetenschap. Studies van Brander en Zhang (1990), Nero (1996) en Zhang (1996) baseren zich op de concurrentie in frequentie. In latere studies, onder andere Brueckner en Luo (2014) is de focus uitgebreid naar het toevoegen van prijsconcurrentie, gegeven dat de frequenties al zijn vastgezet. In een recente bijdrage laat Pels (2021) zien op basis van concurrentie op hoeveelheden dat het niet langer aanbieden van kleinere bestemmingen in een *hub-and-spoke*-netwerk een optimale strategie kan zijn, ook zonder capaciteitsrestricties.

Model bouwen niet haalbaar

Het volledig modelleren van zo'n netwerkconcurrentiespel start bij het formuleren van de winstfuncties van de verschillende bedrijven, om deze vervolgens te optimaliseren naar de eigen in te zetten hoeveelheid rekening houdend met wat de anderen zullen doen. Het simultaan oplossen van deze zogenoemde best response functies resulteert vervolgens in een nieuw evenwicht met aangeboden hoeveelheden en routes.

Er zijn drie belangrijke argumenten waarom we voor dit onderzoek niet kiezen voor het rechtstreeks modelleren via deze best response functies:

1. Uit de wetenschappelijke literatuur, waarvan enkele voorbeelden hierboven zijn opgesomd, volgt dat zo'n spel al snel analytisch onoplosbaar wordt – en daardoor geen interpreteerbare resultaten oplevert – naarmate het aantal spelers en het aantal producten (markten) waarover optimalisatie plaatsvindt toenemen. Pels (2021) geeft bijvoorbeeld aan dat een netwerk met vier kleine bestemmingen en twee grotere bestemmingen en twee luchtvaartmaatschappijen al leidt tot een optimalisatieprobleem dat enkel numeriek opgelost kan worden. In het huidige onderzoek gaat het om een veelvoud aan bestemmingen en maatschappijen;

2. Voor het onderzoek is geen inzicht beschikbaar in de opbrengsten (en kosten) per verschillende markt/route die door de verschillende spelers worden gemaakt dan wel behaald. Dit maakt het opstellen van een opbrengstenfunctie en daarmee een winstfunctie nagenoeg onmogelijk;
3. De standaard speltheorie – optimalisatie op basis van winstfuncties en *best response*-functies – vertrekt vanuit de aanname van continuïteit van de verschillende functies. Daarmee is het als methode – zonder verdere gedetailleerde en specifieke aannames – minder geschikt om de beslissing om een route te verlaten (een discrete keuze in plaats van het continu veranderen van de frequentie) te modelleren. In bijvoorbeeld Pels (2021) wordt dit opgelost door voor verschillende netwerkconfiguraties de optimalisatie door te rekenen en te kijken welke het meest gunstig is. Voor de omvang van het aantal bestemmingen en maatschappijen in het huidige onderzoek is deze strategie niet haalbaar.

Alternatief: literatuur gebruiken

Als alternatief voor het modelleren maken we gebruik van de inzichten die eerdere studies bieden. Deze eerdere studies laten een samenhang zien tussen de mate van winstgevendheid in een markt, de mate van concurrentie en concentratie en de eigen positie op die markt. Deze samenhang is in algemene termen wel te modelleren op basis van het hierboven beschreven Cournot-concurrentiespel. We maken gebruik van deze samenhang om in onze heuristiek markten te classificeren van meer naar minder aantrekkelijk om actief in te zijn. Hierbij is meer aantrekkelijk een proxy voor een betere concurrentiepositie in die markt voor de betreffende netwerkgroep en daarmee ook een proxy voor een ceteris paribus hogere winstgevendheid. Zo'n type markt zou een netwerkgroep die winstmaximalisatie nastreeft dus minder snel opgeven of afschalen als er capaciteitsrestricties gelden ten opzichte van een markt waarin de eigen concurrentiepositie minder goed is. Dit is de kern van de heuristiek.

Stappen van de heuristiek

Deze heuristiek wordt als volgt toegepast in het onderzoek:

1. Toepassen NetCost-model om ongerestricteerd aanbod (frequenties) in 2030/2050 (WLO-Laag en WLO-Hoog) te bepalen na toepassing van de ingeschatte kostenverhoging als gevolg van Ff55 (EU ETS, CORSIA, SAF);
2. Toepassen heuristiek om te bepalen welke verbindingen niet meer worden aangeboden startend vanuit het ongerestricteerde aanbod (frequenties) in respectievelijk 2030L, 2030H, 2050L, 2050H volgend uit stap 1;
3. Toepassing NetCost-model om gerestricteerd aanbod (directe en indirecte verbindingen + frequenties) op basis van stap 2 in kaart te brengen als input voor AEOLUS;
4. AEOLUS-optimalisatie om te voldoen aan restrictie (past frequenties aan gegeven welke verbindingen worden aangeboden);
5. AEOLUS-output vormt vervolgens input voor de berekening van kosten en baten in de MKBA.

Hoe schatten we in welke bestemmingen zullen wegvallen?

Hieronder bespreken we stap 2; en in de volgende sub-sectie stap 4. De heuristiek is ontwikkeld door het consortium en mondeling toegelicht aan SkyTeam (KLM) en Schiphol. Op basis van de feedback ontvangen tijdens deze mondelinge toelichting hebben de onderzoekers de heuristiek verder aangescherpt. De heuristiek – ook beschreven in een separaat document gedeeld ter voorbereiding van de mondelinge toelichting – wordt voor krimpvarianten per vraagscenario (WLO-Laag, WLO-Hoog) en per grote maatschappij/alliantie/netwerkgroep als volgt uitgewerkt ³⁹:

³⁹ Dit komt neer op een uitgewerkte heuristiek voor U2, ONE, SKY, STAR en HV. De overige spelers op Schiphol kennen een marktaandeel van minder dan 1 procent in 2019. Voor deze overige spelers nemen we aan dat de enige te spelen strategie bestaat uit het afschalen van de bestaande frequentie. We hanteren geen drempelwaarden voor minimale frequentie per week voor deze airlines en maken gebruik van dezelfde krimptaakstelling als voor U2, ONE, SKY, STAR en HV.

- Bereken krimptaakstelling in percentage als verschil tussen ongerestricteerd aantal vluchten en aantal vluchten binnen de geldende restrictie voor Schiphol als geheel (bijvoorbeeld van 600.000 naar 500.000 is circa 15 procent) en dan proportioneel naar de verschillende grote maatschappijen/allianties/netwerkgroepen;⁴⁰
- Afschalen van frequenties volgens een set aan beslisregels:
 - a) Voor ICA-bestemmingen met slotrestricties geldt dat de frequentie niet verder wordt afgeschaald dan het niveau in 2019;⁴¹
 - b) Voor Europese bestemmingen geldt voor LHR, LGW, MAD, BCN en MUN dat de frequentie niet verder wordt afgeschaald dan het niveau in 2019;⁴²
 - c) Voor treinbestemmingen (Brussel, Parijs, Londen, Düsseldorf, Frankfurt en Berlijn) is de maximaal toegestane frequentie die zoals in het 2019-netwerk werd aangeboden;⁴³
 - d) Voor netwerkcarriers worden de andere routes afgeschaald naar inschatting van de marktmacht op basis van HHI, EU/ICA, marktaandeel, transfer (totaal op een route, dus zowel op Schiphol als bestemmingsluchthaven) en aandeel zakelijke passagiers voor netwerkcarriers;
 - e) Voor niet-netwerkcarriers worden de andere routes afgeschaald naar inschatting van de marktmacht op basis van HHI, EU/ICA, marktaandeel en aandeel zakelijke passagiers;⁴⁴
- Bestemmingen verdwijnen als de frequentie onder een minimumaantal uitkomt. De keuze van het minimum heeft invloed op de verhouding tussen het afschalen middels enkel frequenties verlagen en het afschalen via bestemmingen niet meer direct aanbieden. De gehanteerde drempelwaardes zijn gebaseerd op de waargenomen frequenties in 2019;⁴⁵
 - f) Voor Europese bestemmingen (afgerond) 3 vluchten per week;
 - g) Voor ICA-bestemmingen afgerond 2 vluchten per week;
- Stap B en C herhalen tot aan de krimptaakstelling onder stap A is voldaan.

Tabellen A.1 en A.2 geven de afschaalpercentages voor elk van de geïdentificeerde typen markten voor respectievelijk netwerkcarriers en niet-netwerkcarriers. Bijvoorbeeld uit de eerste rij van tabel A.1 volgt dat voor een EU-route waarbij de netwerkcarrier/groep geconfronteerd is met een lage HHI (competitieve markt), een laag eigen marktaandeel (*follower*, geen marktleider), een laag transferpercentage (geen belangrijke *feeder* voor netwerk) en een laag zakelijk percentage, deze carrier ervoor kiest om de frequentie af te schalen naar 88 procent van de niet-gerestricteerde aangeboden frequentie.

⁴⁰ Om *overshooten* van het afschalen te voorkomen runnen we de heuristiek voor 85 procent van de restrictie. In de uiteindelijke inschatting van het aantal ATM (vanuit AEOLUS) geldt uiteraard wel de daadwerkelijke restrictie.

⁴¹ Het onderscheid tussen intercontinentaal (ICA) en Europees is vastgesteld op een grootcirkelafstand van 3.450 kilometer om Schiphol.

⁴² De beslisregels a) en b) houden rekening met de beperkte mogelijkheid – en daarmee economische waarde van – het hebben en verkrijgen van slots op de genoemde bestemmingen. Het opgeven van slots onder het huidige niveau – zonder dat daar een financiële vergoeding voor komt (aangezien *slot trading* in de meeste gevallen niet vrij kan) – is daarmee economisch gezien niet rationeel.

⁴³ Hiermee houden we rekening met de actieagenda Trein en Luchtvaart waarin naast de overheid ook SkyTeam (KLM) zich heeft geëngageerd om op deze zes bestemmingen de internationale trein te versterken als alternatief voor en in aanvulling op het vliegtuig.

⁴⁴ Het aandeel transfers op Europese bestemmingen zien we als een indicator voor een belangrijke *feeder* markt voor de netwerkcarrier, terwijl op de ICA-route een lager transferpercentage juist op hogere winstgevendheid kan wijzen.

⁴⁵ De drempelwaarde is gecorrigeerd voor het aantal weken in 2019 dat een combinatie bestemming-carrier is aangeboden. Hiermee corrigeren we voor seizoensbestemmingen en bestemmingen die in het 2019-netwerk zijn opgestart of afgebouwd. Ter illustratie, op een bepaalde Europese bestemming wordt 26 weken gevlogen. De drempelwaarde van de gemiddelde jaarlijkse frequentie wordt dan $26/52 * 3 = 1,5$. Als de vlucht in die 26 weken minimaal 3 keer ($26*3/52=1,5$) wordt aangeboden blijft deze vlucht dus boven de drempelwaarde.

Tabel A.1 Overzicht gebruikte afschaalpercentages per type markt voor netwerkcarriers

HHI	Marktaandeel	EU/ICA	Transfer (%)	Zakelijk (%)	Type markt/speler	Afschaal-percentage
Laag	Laag	EU	Laag	Laag	Pricetaker	.8775
Laag	Hoog	EU	Laag	Laag	Oligopolist	.9125
Hoog	Laag	EU	Laag	Laag	Fringe player	.8775
Hoog	Hoog	EU	Laag	Laag	Mono-/duopolist	.9425
Laag	Laag	EU	Hoog	Laag	Pricetaker, belangrijke feeder	.9575
Laag	Hoog	EU	Hoog	Laag	Oligopolist, belangrijke feeder	.9675
Hoog	Laag	EU	Hoog	Laag	Fringe player, belangrijke feeder	.9775
Hoog	Hoog	EU	Hoog	Laag	Mono-/duopolist, belangrijke feeder	.9875
Laag	Laag	ICA	Laag	Laag	Pricetaker, hoofdbestemming	.9950
Laag	Hoog	ICA	Laag	Laag	Oligopolist, hoofdbestemming	.9950
Hoog	Laag	ICA	Laag	Laag	Fringe player, hoofdbestemming	.9950
Hoog	Hoog	ICA	Laag	Laag	Mono-/duopolist, hoofdbestemming	.9950
Laag	Laag	ICA	Hoog	Laag	Pricetaker	.9600
Laag	Hoog	ICA	Hoog	Laag	Oligopolist	.9875
Hoog	Laag	ICA	Hoog	Laag	Fringe player	.9600
Hoog	Hoog	ICA	Hoog	Laag	Mono-/duopolist	.9950
Laag	Laag	EU	Laag	Hoog	Pricetaker, zakelijke markt	.9425
Laag	Hoog	EU	Laag	Hoog	Oligopolist, zakelijke markt	.9575
Hoog	Laag	EU	Laag	Hoog	Fringe player, zakelijke markt	.9425
Hoog	Hoog	EU	Laag	Hoog	Mono-/duopolist, zakelijke markt	.9850
Laag	Laag	EU	Hoog	Hoog	Pricetaker, belangrijke feeder/zakelijk markt	.9775
Laag	Hoog	EU	Hoog	Hoog	Oligopolist, belangrijke feeder/zakelijk markt	.9825
Hoog	Laag	EU	Hoog	Hoog	Fringe player, belangrijke feeder/zakelijk markt	.9875
Hoog	Hoog	EU	Hoog	Hoog	Mono-/duopolist, belangrijke feeder/zakelijk markt	.9925
Laag	Laag	ICA	Laag	Hoog	Pricetaker, hoofdbestemming	.9975
Laag	Hoog	ICA	Laag	Hoog	Oligopolist, hoofdbestemming/zakelijk markt	.9975
Hoog	Laag	ICA	Laag	Hoog	Fringe player, hoofdbestemming/zakelijk markt	.9975
Hoog	Hoog	ICA	Laag	Hoog	Mono-/duopolist, hoofdbestemming/zakelijk markt	.9975
Laag	Laag	ICA	Hoog	Hoog	Pricetaker, zakelijke markt	.9750
Laag	Hoog	ICA	Hoog	Hoog	Oligopolist, zakelijke markt	.9950
Hoog	Laag	ICA	Hoog	Hoog	Fringe player, zakelijke markt	.9750
Hoog	Hoog	ICA	Hoog	Hoog	Mono-/duopolist, zakelijke markt	.9975

Bron: SEO Economisch Onderzoek

Noot: Hoog/Laag verwijst naar de ranking die behoorde tot de 50 procent hoogste of laagste waarnemingen

Tabel A.2 Overzicht gebruikte afschaalpercentages per type markt voor niet-netwerkarriers

HHI	Marktaandeel	EU/ICA	Transfer (%)	Zakelijk (%)	Type markt/speler	Afschaal-percentage
Laag	Laag	EU	-	Laag	Pricetaker	.8775
Laag	Hoog	EU	-	Laag	Oligopolist	.9125
Hoog	Laag	EU	-	Laag	Fringe player	.8775
Hoog	Hoog	EU	-	Laag	Mono-/duopolist	.9425
Laag	Laag	EU	-	Hoog	Pricetaker, zakelijke markt	.9425
Laag	Hoog	EU	-	Hoog	Oligopolist, zakelijke markt	.9575
Hoog	Laag	EU	-	Hoog	Fringe player, zakelijke markt	.9425
Hoog	Hoog	EU	-	Hoog	Mono-/duopolist, zakelijke markt	.9850

Bron: SEO Economisch Onderzoek

Noot: Hoog/Laag verwijst naar de ranking die behoorde tot de 50 procent hoogste of laagste waarnemingen

Uitkomsten heuristiek

De tabel hieronder heeft het overzicht over het totaal aantal vliegtuigbewegingen welke na de heuristiek (onderstreept) wordt aangeleverd aan AEOLUS. Dit aantal is exclusief vrachtbewegingen. In AEOLUS wordt het totaal van deze twee af- of opgeschaald om exact te voldoen aan de geldende restrictie. Daarbij past AEOLUS de vliegfrequenties aan. Daardoor komt het aantal vluchten in AEOLUS niet precies overeen met het aantal in NetCost. In de MKBA worden de AEOLUS-uitkomsten gebruikt.

Tabel A.3 Totaal aantal vliegtuigbewegingen exclusief vracht verschilt sterk tussen de scenario's (onderstreept is na de heuristiek)

	2019	WLO-Laal	WLO-Hoog
2019	489K		
2030			
Basis		493K	626K
Basis Ff55		473K	600K
500k		473K	<u>503K</u>
440k		<u>439K</u>	<u>445K</u>
Milieu- & geluidvariant / SAF-variant		473K	600K
2050	489K		
Basis		588K	856K
Basis Ff55		543K	792K
500k		<u>497K</u>	<u>517K</u>
440k		<u>446K</u>	<u>446K</u>
Milieu- & geluidvariant / SAF-variant		543K	<u>624K</u>

Bron: SEO Economisch Onderzoek

De twee tabellen hieronder laten zien welke bestemmingen in de verschillende combinaties tijd-WLO niet langer direct worden aangeboden vanaf Schiphol op basis van de heuristiek. Merk hierbij op dat individuele luchtvaartmaatschappijen en/of netwerkgroepen uiteraard meer en andere bestemmingen kunnen opgeven, resultaten op luchtvaartmaatschappij- en/of netwerkgroepniveau zijn vertrouwelijke informatie. Daarnaast geldt dat voor de overgebleven bestemmingen de frequentie verlaagd is om aan de capaciteitsrestrictie te kunnen voldoen. De gemiddelde verhouding van afschalen voor de in de heuristiek behandelde luchtvaartmaatschappijen/netwerk-

groepen varieert van circa 1 staat tot 7 voor 2030 WLO-Laat tot aan 1 staat tot 5 voor 2050 WLO-Hoog. Deze verhouding betekent dat bij het afschalen er 7 Europese vluchten worden opgegeven voor 1 ICA-vlucht.

Tabel A.4 Overzicht van bestemmingen die niet meer direct worden aangeboden vanaf Schiphol in WLO-Laat

WLO-Laat	2030	2050
500k		Beirut Dubrovnik Katowice Menorca Reus Santa Cruz de la Palma
440k (additioneel)	Agadir Brest (FR) Beirut Mykonos Kalamata Katowice Larnaca Menorca Reus Santa Cruz de la Palma Tirana Windhoek	Agadir Cagliari Clermont-Ferrand Kalamata Larnaca Tirana
Aantal verdwenen bestemmingen 500k	0	6
Aantal verdwenen bestemmingen 440k	0 + 12 = 12	6 + 6 = 12
Milieu- & geluidvariant / SAF-variant	Geen weggefallen bestemmingen	Geen weggefallen bestemmingen
Aantal extra bestemmingen milieu- & geluidvariant / SAF-variant (t.o.v. 500k)	0	6

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023)

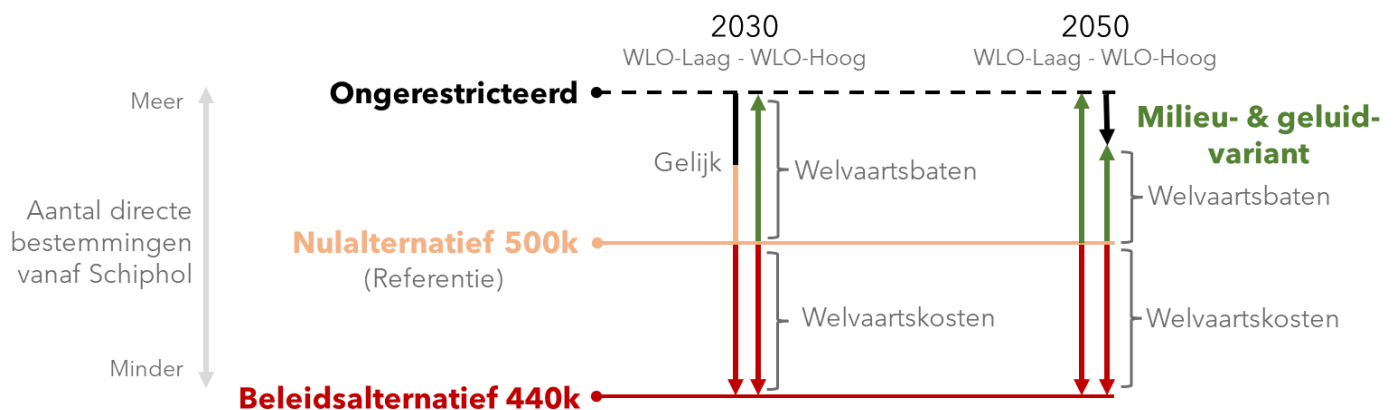
Noot: In 2030 blijft het aantal vliegtuigbewegingen onder de 500k in het WLO-Laat-scenario.

Tabel A.5 Overzicht van bestemmingen die niet meer direct worden aangeboden vanaf Schiphol in WLO-Hoog

WLO-Hoog	2030	2050
500k	Beirut Cagliari Dubrovnik Thira Katowice Reus Santa Cruz de la Palma Tirana	Amman Beirut Cagliari Clermont-Ferrand Dubrovnik Mykonos Kalamata Santa Cruz de la Palma Tirana Vaxjo
440k (additioneel)	Clermont-Ferrand Larnaca Menorca	Inverness Thira Menorca Split
Aantal verdwenen bestemmingen 500k	8	10
Aantal verdwenen bestemmingen 440k	8 + 3 = 11	10 + 4 = 16
Milieu- & geluidvariant / SAF-variant	Geen weggevalen bestemmingen	Beirut Mykonos Kalamata Santa Cruz de la Palma
Aantal extra bestemmingen milieu- & geluidvariant / SAF-variant (t.o.v. 500k)	8	10 - 4 = 6

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023)

Figuur A.1 Welvaartseffecten van krimp voor de reistijd worden berekend ten opzichte van de directe bestemmingen in het nulalternatief met maximaal 500k vluchten



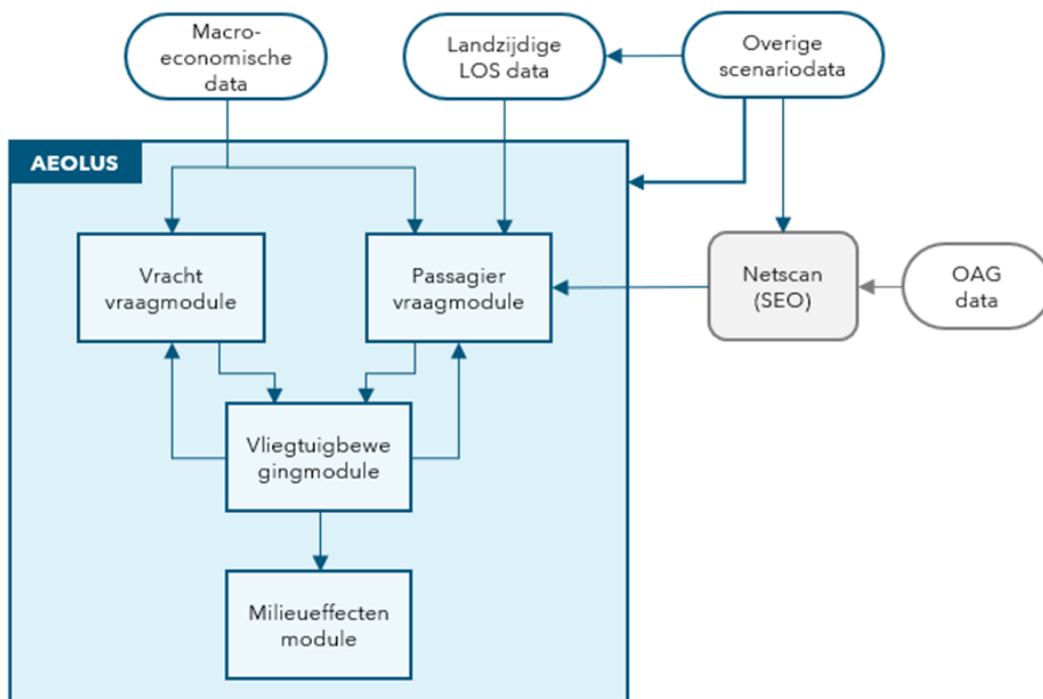
Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023)

Noot: In 2030 blijft het aantal vliegtuigbewegingen onder de 500k in het WLO-Laat-scenario

Bijlage B Het AEOLUS-model

Het AEOLUS-model bestaat uit vier modules: de passagiersmodule, de vrachtmodule, de vliegtuigbewegingenmodule en de milieueffectenmodule. AEOLUS is een jaar-op-jaar-model. Dat wil zeggen dat elk van deze modules voor elk jaar (van basisjaar 2017 tot het gekozen zichtjaar) wordt doorlopen. De onderlinge samenhang tussen deze modules is schematisch weergegeven in onderstaande figuur.

Figuur B.1 Schematisch overzicht van het AEOLUS-model



Bron: Significance

De **passagiersmodule** berekent per relatie het aantal passagiers dat gebruikmaakt van de Nederlandse luchthavens. Reizigers worden hierbij verdeeld over de verschillende hoofdvervoerwijzen (binnen Europa), vliegroutes, en voor- en natransportvervoerwijzen. Het gerestricteerde vliegaanbod uit het NetCost-model (zie de heuristiek hierboven) dient hierbij als invoer. De **vrachtmodule** berekent de totale hoeveelheid vracht in tonnen die tussen West-Europa en de overige wereldregio's wordt vervoerd. Deze hoeveelheid vracht wordt vervolgens verdeeld over de gemodelleerde vrachtluchthavens (Schiphol, Maastricht, Frankfurt en Parijs). Op basis van het berekende aantal luchtreizigers en de hoeveelheden vracht wordt in de **vliegtuigbewegingenmodule** berekend hoeveel vliegtuigbewegingen hiervoor nodig zijn. Hierbij wordt ook de verdeling van deze vluchten over grootteklassen, technologieklassen en dagdelen gemodelleerd. Per luchthaven wordt het berekende aantal vluchten vervolgens getoetst aan de geldende capaciteitsrestricties. Als de capaciteitsgrenzen worden overschreden, dan worden (i) vliegtuigbewegingen verschoven tussen dagdelen en/of wordt (ii) de totale vraag van luchtreizigers en luchtvracht gedrukt door het introduceren van schaduw prijzen. Dit wordt hieronder toegelicht. In de **milieu-effectenmodule** worden ten slotte de emissies tijdens de vluchtfase (alleen CO₂) en tijdens *landing-and-take-off* berekend. Voor Schiphol worden daarnaast ook de hoeveelheid geluid en het aantal woningen binnen de 58dB (Lden) grens berekend.

Zoals gezegd wordt het berekende aantal vluchten per luchthaven getoetst aan de geldende capaciteitsgrenzen. Als alleen de (uur)capaciteit in bepaalde perioden van de dag wordt overschreden, kan dit opgelost worden door een verschuiving van vliegtuigbewegingen naar andere dagdelen. Wanneer (na deze verschuiving) het aantal vluchten in alle vier de dagdelen boven de limiet blijft en/of als het totaal aantal vliegtuigbewegingen boven de jaarlimiet ligt, is een ander mechanisme nodig. In dit geval worden schaarstekosten geïntroduceerd. AEOLUS berekent in dat geval per gerestricteerde luchthaven een vaste schaduwprijs per vlucht die wordt doorberekend aan de reizigers en vrachtvervoerders. Met deze extra kosten worden de passagiers- en vrachtmodules opnieuw doorlopen. Reizigers bemerken deze schaduwkosten doordat de ticketprijzen stijgen. Als gevolg hiervan zal een deel van de luchtreizigers (i) niet meer reizen, (ii) voor een andere vervoerwijze kiezen, of (iii) via een andere luchthaven reizen. Hierdoor daalt het aantal passagiers en daarmee ook het aantal benodigde vluchten. Voor luchtvracht geldt een vergelijkbare redenering: stijgende prijzen resulteren in een lagere vraag op de betreffende luchthaven. Door middel van een optimalisatie worden de minimale schaduwkosten gevonden waarbij het aantal vliegtuigbewegingen niet over de capaciteitsgrenzen heen gaat.

Een eventuele vliegbelasting is een kostencomponent (modelinvoer) die boven op de reguliere ticketprijzen komt. Indien een luchthaven tegen de capaciteitslimiet aanloopt, komt hier ook een schaarstecomponent bij. De hoogte van deze schaduw prijzen hangt, zoals hierboven beschreven, af van de verhouding tussen vraag en aanbod. De introductie of verhoging van een vliegbelasting zal leiden tot een lagere vraag. In een gerestricteerde situatie betekent dit dat de schaarstekosten zullen dalen. Voor reizigerssegmenten die niet of minder belast worden door de vliegbelasting kan dit betekenen dat de totale ticketprijzen (inclusief vliegbelasting en schaarstekosten) in dit geval zullen dalen.

Bovenstaande berekeningen worden voor elk modeljaar uitgevoerd.⁴⁶ Voor elk jaar worden de belangrijkste modelresultaten vervolgens weggeschreven in de standaard uitvoertabel. Deze tabel bevat onder meer het aantal passagiers, de hoeveelheden vracht, het aantal vliegtuigbewegingen, milieueffecten en vervoerwijze-aandelen. Daarbij is bovendien een groot aantal uitsplitsingen gemaakt naar bijvoorbeeld motief (zakelijk/niet-zakelijk), type reizigers (OD/transfer), type vlucht (Europees/intercontinentaal), wijze van vrachtvervoer (*in belly's/full freighters*) en type emissies (vluchtfase/LTO-fase). Naast de standaard uitvoertabel wordt een aantal bestanden weggeschreven met daarin onder andere aantallen passagiers, hoeveelheden vracht en aantal vliegtuigbewegingen op relatieniveau.

⁴⁶ De geluidberekeningen zijn hierop een uitzondering; die worden voor één zichtjaar uitgevoerd. De geluidberekeningen worden na de AEOLUS-doorrekeningen door NLR uitgevoerd.

Bijlage C Berekening bredere economische effecten

Effecten niet overschatten

Netto effecten zijn kleiner dan economische impact

De MKBA-werkwijzer Luchtvaart geeft aan dat er een verschil is tussen bruto en netto economische effecten van luchtvaart. De bruto effecten zijn de totale werkgelegenheid en de totale productie die door een luchthaven of de luchtvaartsector worden veroorzaakt. Dit wordt vaak in kaart gebracht met economische impactstudies. De netto effecten zijn de causale effecten van luchtvaart op de economie als geheel. Bij het berekenen van netto effecten dient rekening te worden gehouden met effecten op de arbeidsmarkt: als er minder luchtvaart zou zijn, zouden de mensen die nu werken in luchtvaartgerelateerde activiteiten voor een deel (of misschien zelfs allemaal) ergens anders werken.

Dit impliceert tevens dat verplaatsing van economische activiteiten van en naar Nederland niet de grote effecten heeft die daarvan vaak worden verwacht. Als bijvoorbeeld het Schipholnetwerk ertoe leidt dat er meer toeristen naar Nederland komen, creëert dat werkgelegenheid en productie in de horeca, het openbaar vervoer en de cultuursector. Maar als er minder toeristen komen, zouden de meeste van de overbodige werknemers in deze sectoren naar alle waarschijnlijkheid banen in andere sectoren hebben en daar extra productie realiseren.

Regionale effecten groter dan nationale effecten

Een andere implicatie van de werking van de arbeidsmarkt is dat regionale effecten groter zijn dan de nationale effecten. Als in de Metropoolregio Amsterdam banen verdwijnen door krimp van de luchtvaart, zal een deel van de werknemers die hun baan kwijtraken, buiten de regio gaan werken (bijvoorbeeld omdat ze buiten de Metropoolregio wonen of daar goed naartoe kunnen reizen). De werkgelegenheid neemt dan af in de Metropoolregio en neemt daarbuiten toe. Per saldo is er wellicht een (tijdelijk) banenverlies op nationaal niveau, maar dit verlies is veel kleiner dan op regionaal niveau.

Bredere economische effecten zijn grotendeels doorgegeven directe effecten

De directe voordelen van luchtvaart in de vorm van lagere (gegeneraliseerde) reiskosten worden (deels) doorgegeven aan bedrijven. De mogelijkheid om direct (d.w.z. zonder overstap) naar een groot aantal steden in de wereld te vliegen verlaagt de kosten van bedrijven waarvan de werknemers deze reis maken. Deze kostenverlaging is een doorgegeven effect. Optellen van de kostenverlaging bij de reiskostendaling zou een dubbeltelling opleveren.

De werkwijzer benadrukt dat alleen marktinefficiënties kunnen leiden tot extra bredere economische welvaartseffecten bovenop de directe transportbaten. Een voorbeeld dat kan spelen in de luchtvaart is marktmacht (monopolies, oligopolies). Ook de overheid kan marktinefficiënties veroorzaken, bijvoorbeeld door belastingen te heffen.

Literatuur economische effecten van luchthavens⁴⁷

ESPON (2018) geeft een opsomming van factoren die een rol spelen bij een aantrekkelijk vestigingsklimaat om (buitenlandse) investeringen aan te trekken:

- aanwezigheid van sterk ontwikkelde (industriële) clusters;
- voldoende aanbod van hoogopgeleid personeel;
- (regionale) bereikbaarheid om transportkosten te verlagen;
- hoog innovatieniveau;
- hoog niveau van buitenlandse investeringen;
- omvangrijke eigen markt (bevolking en bevolkingsdichtheid);
- niet te dicht bij nationale grenzen;
- relatief weinig dominante bedrijven in de markt.

De opsomming laat zien dat er vele factoren zijn en dat bereikbaarheid er daar één van is. CE Delft (2019b) plaatst daarbij de additionele kanttekening, mede op basis van de ESPON (2018) studie, dat connectiviteit van een regio meeweegt maar dat de mate waarin niet duidelijk en mogelijk beperkt is.

Een fundamenteel probleem bij het analyseren van de rol van factoren die het vestigingsklimaat beïnvloeden is dat de richting van de beïnvloeding niet of moeilijk vast te stellen is. Is er sprake van een hoog niveau van bereikbaarheid waardoor de regio aantrekkelijk wordt, of is de regio aantrekkelijk waardoor er meer wordt geïnvesteerd in bereikbaarheid? Het is hierdoor lastig om een toename van economische activiteiten causaal toe te wijzen aan een verbetering van de bereikbaarheid aangezien de verbeterde bereikbaarheid ook een resultaat kan zijn van de extra economische activiteiten.

Er zijn de laatste jaren diverse studies verschenen die met behulp van econometrische technieken deze causale relatie onderzoeken – zie, onder andere, Bilotkach (2015), Zhang en Graham (2020) en Lenaerts et al. (2021). Geen van deze studies is specifiek gericht op de Nederlandse situatie. De econometrische technieken zijn in grote mate afhankelijk van lokale (natuurlijke) experimenten waardoor het onduidelijk is in hoeverre de resultaten naar de Nederlandse situatie te extrapoleren zijn. Hieronder vatten we relevante studies samen.

AitBihiOuali et al. (2020) onderzoeken het effect van vliegtuigpassagiers en luchtvracht op de arbeidsproductiviteit (gemeten als bbp per werkende). Dit doen zij op basis van een dataset van alle landen wereldwijd over de periode 1990-2017. Zij corrigeren voor omgekeerde causaliteit (invloed van het bbp op luchtvaart). AitBihiOuali et al. (2020) schatten dat tien procent extra vliegtuigpassagiers in de Europa leidt tot 0,86 procent meer arbeidsproductiviteit. Een aanvullende analyse op basis van regionale cijfers voor Europa geeft aan dat tien procent extra vliegtuigpassagiers daar zou leiden tot 3,2 procent meer arbeidsproductiviteit. Bij de gehanteerde regressiemethode tekenen we aan dat deze geen volledige correctie inhoudt voor mogelijke andere (niet-geobserveerde) factoren die zowel het bbp als de luchtvaart kunnen beïnvloeden.

Carbo en Graham (2020) analyseren de impact van de in 2003 in China ingevoerde maatregelen om luchtvaart te liberaliseren. Deze maatregelen zijn in heel China ingevoerd, behalve in Peking en Tibet. De onderzoekers maken gebruik van dit verschil door te vergelijken in hoeverre Tibet zich daarna anders heeft ontwikkeld ten opzichte van de samengestelde groep van andere regio's in China. Ze concluderen dat het geen toegang hebben tot de geliberaliseerde markt voor Tibet leidt tot een negatief verschil in arbeidsproductiviteit van zo'n 13 procent.

⁴⁷ Dit overzicht is voor een groot deel overgenomen uit SEO (2022a). Het artikel van AitBihiOuali et al. (2020) is toegevoegd.

McGraw (2020) vergelijkt de ontwikkeling van werkgelegenheid over de periode 1950-2010 tussen Amerikaanse stedelijke gebieden (clusters met tussen de 10.000 en 50.000 inwoners) en houdt daarbij expliciet rekening met de nabijheid van een luchthaven. De analyse maakt gebruik van een specifieke econometrische techniek (synthetische controlegroep) om mogelijke endogeniteit te vermijden. Met deze analyse toont McGraw (2020) aan dat de nabijheid van een luchthaven een positieve impact van gemiddeld 3,9 procent heeft op de werkgelegenheid in een stedelijk gebied. Dit betreft waarschijnlijk een herverdeling van werkgelegenheid tussen stedelijke gebieden.

Bernardo en Fageda (2019) onderzoeken in hoeverre directe connectiviteit een meerwaarde biedt over indirecte verbindingen. Ze kijken hierbij naar Europese stedelijke gebieden met een voldoende potentiële vraag naar directe verbindingen maar zonder een grote hub-luchthaven in de periode 2010-2016. De resultaten laten zien dat – gecontroleerd voor endogeniteit – zelfs een kleine toename van het aantal directe routes een significante impact heeft op het aantal reizigers, met name in gebieden met een hoog inkomen.

Brugnoli et al. (2018) maken gebruik van de beslissing van Alitalia in 2008 om de hub-operatie op Malpensa te beëindigen. De onderzoekers analyseren het effect op de regionale economie van Lombardije en vergelijken dit met de regio Venetië waarin de schok in het aanbod van connectiviteit niet heeft plaatsgevonden. De resultaten laten zien dat er een positief (causaal) verband is tussen de aangeboden stoelcapaciteit en handel, waarbij een verandering van 1 procent in de stoelcapaciteit samenhangt met 0,003 tot 0,13 procent verandering in handel.

Alderighi en Gaggero (2017) onderzoeken de samenhang tussen de export van de Italiaanse industrie (secundaire sector) binnen Europa en het aanbod van vliegverkeer, uitgesplitst naar netwerk- en *lowcost*-maatschappijen over de periode 1998-2010. Via variatie in het aanbod over de seizoenen (gerelateerd aan toerisme) beogen de onderzoekers endogeniteit te vermijden en zo de causale relatie te schatten. De resultaten laten zien dat een toename van 1 procent in het aantal directe vluchten tussen twee regio's samenhangt met een toename van 0,02 tot 0,09 procent van de export tussen de twee regio's. Dit effect is voor het grootste deel afhankelijk van het aanbod van netwerkmaatschappijen.

Albalade en Fageda (2016) analyseren in hoeverre het aanbod van transport in 182 Europese regio's samenhangt met de ontwikkeling van de hightechsector, gemeten in werkgelegenheid, in die regio's over de periode 2002-2010. Hierbij corrigeren de onderzoekers voor endogeniteit door vertraagde jaareffecten op te nemen in de schattingen. Hoewel deze correctie geen zekerheid biedt op het analyseren van een zuivere causale relatie, laten de resultaten een duidelijke positieve samenhang zien tussen met name het aanbod van netwerkvluchtvaartmaatschappijen en groei van werkgelegenheid in de hightechsector. De onderzoekers beargumenteren dat juist netwerkvluchtvaartmaatschappijen via het *hub-and-spoke*-model een grotere variatie aan kleinere bestemmingen bedienen waardoor specifieke kennis en technologie beter toegankelijk en gedeeld worden. Autowegen, hogesnelheidstreinen en *lowcost*-maatschappijen bedienen vaak relatief korte afstanden of grote bestemmingen. De extra toegevoegde waarde – gegeven de mate waarin die gebieden al samenhangen – van transport is dan beperkter.

Totaalbeeld

Een overkoepelende bevinding uit deze studies is dat met name het aanbieden van een variatie en hoeveelheid aan bestemmingen bijdraagt (Bilotkach, 2015; Alderighi & Gaggero, 2017; Albalade & Fageda, 2016), vooral als het om directe verbindingen gaat (Bernardo & Fageda, 2019), aan het economische en/of zakelijke belang in een regio. In de op Europa gerichte studies wordt hier met name door netwerkvluchtvaartmaatschappijen invulling aan gegeven.

Inpasbaarheid in MKBA

De literatuur biedt indicaties dat er een sterke correlatie kan zijn tussen luchtvaart en economische ontwikkeling van regio's en landen. De resultaten zijn echter niet een-op-een bruikbaar in een MKBA op nationaal niveau waarin onderscheid wordt gemaakt tussen directe effecten in de luchtvaart en bredere economische effecten. Ook gaat het veelal over regionale effecten. En tot slot is niet altijd helder of het om een volledig voor endogeniteit gecorrigeerd causaal verband gaat tussen luchtvaart en economie. Daarom kiezen we in deze MKBA voor een aanpak gebaseerd op de MKBA-werkwijzer luchtvaart. Een uitzondering daarop is dat we werkgelegenheidseffecten berekenen, gezien het belang van werkgelegenheid in de maatschappelijke discussie over Schiphol.

SEO-model

Dit deel van deze bijlage beschrijft het SEO-model dat we gebruiken om de netto werkgelegenheidseffecten te berekenen.

Vaak toegepast model

Een eerste versie werd gebruikt voor Nederlandse deelname aan de productie van de Joint Strike Fighter en voor energiebesparende investeringen (Koopmans & Volkerink, 2014). Het model is verder ingevuld bij onderzoek naar effecten van zeehavens, een radiotelescoop en handelsverdragen (SEO, 2015, 2016b; SEO/Technopolis, 2016). Ook is het aangepast aan richtlijnen voor werkgelegenheidseffecten in maatschappelijke kosten-batenanalyses (SEO, 2016a). Een verbeterde versie, inclusief consumptie-effect, is gebruikt in onderzoek naar woningcorporaties (SEO, 2020). Het model is niet alleen geschikt voor MKBA's, maar ook voor ander onderzoek naar economische effecten van beleid.

Gebaseerd op 'grote' economen

Het model is gebaseerd op het gedachtegoed van twee grote economen van de twintigste eeuw: Leontieff en Friedman. Leontieff liet zien dat extra productie in sectoren ook leidt tot extra productie bij toeleveranciers. Friedman stelde dat de werkloosheid na een bestedingsimpuls terugkeert naar de natuurlijke werkloosheidsvoet (*natural rate*). Ook het gedachtegoed van Keynes, door velen beschouwd als de belangrijkste econoom van de vorige eeuw, is in zekere mate in het model opgenomen. Hij stelde dat in de economie een *multiplier*-effect optreedt dat initiële effecten groter maakt doordat de consumptie verandert. Het model berekent dit consumptie-effect. Dit effect is echter in de praktijk klein in een open economie als Nederland, want een groot deel van de consumptiedaling 'lekt weg' naar het buitenland via minder import. Ook is het multipliereffect afhankelijk van de omvang van de werkloosheid. Bij een hoge werkloosheid zijn door minder banen veel mensen langdurig werkloos; bij lage werkloosheid vinden zij snel andere banen. Voor zover een multipliereffect optreedt wordt het op termijn tenietgedaan door de tendens naar de natuurlijke werkloosheid.

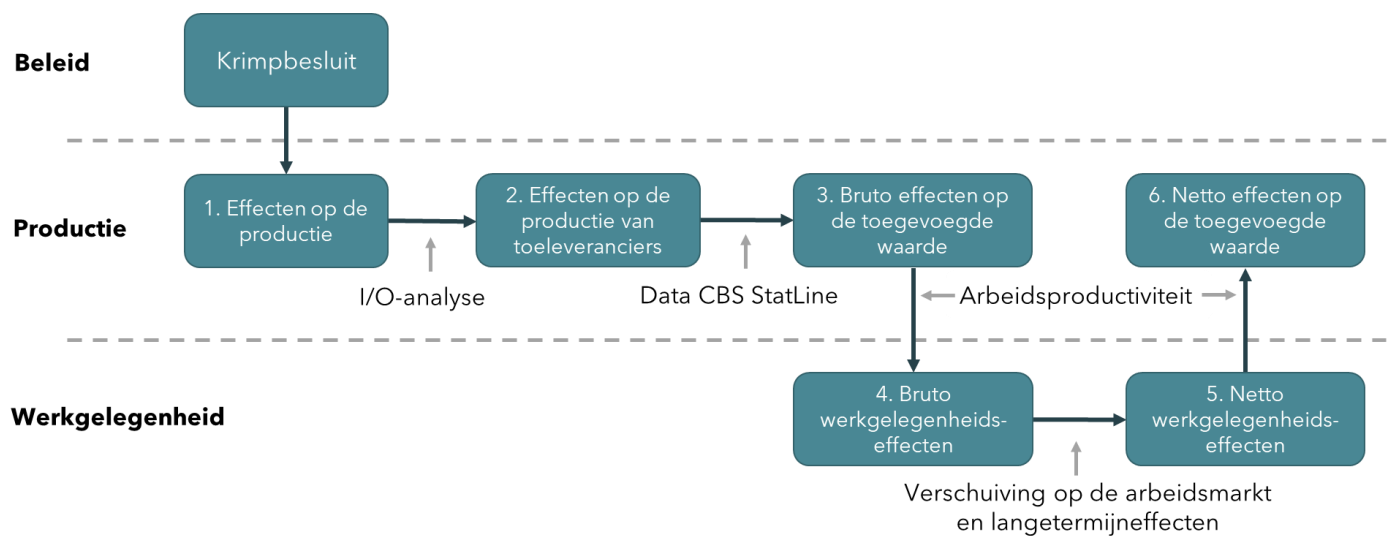
Productie en werkgelegenheid

Het model begint met de daling van de productie (omzet) die uit het beleidsvoorstel voortkomt, zet dit om in een daling van de werkgelegenheid en vermindert dit met verschuivingseffecten om tot netto effecten te komen. Onderstaande figuur laat de verschillende stappen zien. In stap 1 worden totale productie-effecten per sector

berekend. Het gaat om minder omzet in de sector(en) waar het beleid extra vraag creëert: de luchtvaart zelf maar ook toeristische diensten, de horeca en de cultuursector.⁴⁸

Door deze vraagimpuls daalt ook de vraag naar producten en diensten uit toeleverende sectoren (die op hun beurt ook weer toeleveranciers hebben, etc.). Deze indirecte effecten worden berekend in stap 2. Met een input-/outputtabel wordt berekend hoe de vraagimpuls doorwerkt in toeleverende sectoren. In stap 3 worden de indirecte productie-effecten per sector opgeteld en met behulp van de input-outputtabel omgezet in toegevoegde waarden.

Figuur C.1 Het SEO-model schat stap voor stap de netto effecten



Bron: SEO Economisch Onderzoek

Er worden minder mensen ingezet om de directe en indirecte productie te realiseren. Deze daling van het aantal arbeidsjaren wordt in stap 4 berekend aan de hand van de arbeidsproductiviteit per sector. Een deel van deze werkgelegenheid wordt vervuld door een verschuiving van mensen naar andere banen.⁴⁹ Hoe groot dit deel is hangt af van de krapte op de arbeidsmarkt. Deze wordt gemeten via de vacaturegraad. De krapte kan per sector verschillen. Na aftrek van de verschuiving in stap 5 blijft het netto werkgelegenheidseffect over. Dit netto effect daalt in de tijd door de hierboven beschreven tendens naar evenwicht op de arbeidsmarkt. Op lange termijn is het netto werkgelegenheidseffect klein: er is alleen een beperkt negatief effect op het arbeidsaanbod als gevolg van gedaalde lonen.

Tot slot worden de netto werkgelegenheidseffecten per sector in stap 6 omgerekend in netto effecten op de toegevoegde waarde. Dit gebeurt opnieuw met behulp van de arbeidsproductiviteit.

⁴⁸ In deze MKBA gaat het niet om extra vraag maar om een daling van het volume van de productie (door een aanbodrestrictie) in de luchtvaart. De vraagimpuls bestaat uit een verandering van de omzet. Als de aanbodrestrictie leidt tot hogere prijzen, heeft ook dat invloed op de omzet.

⁴⁹ We veronderstellen dat door deze verschuiving een lichte daling van de arbeidsproductiviteit optreedt.

Bijlage D Berekening externe effecten

In deze bijlage beschrijven we de uitgangspunten met betrekking tot geluid, klimaat, luchtkwaliteit en stikstof. We rekenen externe veiligheid in de MKBA niet door omdat het (door de zeer kleine kans op ongevallen) in de MKBA om een zeer kleine kostenpost gaat.

Geluid

NLR levert in een afzonderlijke rapportage gedetailleerde geluidsdoorrekeningen op voor de verschillende nul- en beleidsalternatieven. Deze geluidsberekeningen laten zien hoeveel Nederlanders binnen de diverse geluidcontouren vallen. Veranderingen in de capaciteit op Schiphol kunnen ook invloed uitoefenen op geluidbelasting op andere luchthavens vanwege uitwijkende passagiers. In beleidsalternatieven waarin Lelystad Airport de deuren opent, waarderen we ook de geluidkosten van vliegverkeer op Lelystad Airport. We doen dit echter niet op basis van nieuwe geluidsberekeningen van het NLR, maar gebruiken hiervoor eerder berekende geluidcontouren uit de MER Lelystad Airport (volwaardige doorrekening zou veel extra tijd en budget in beslag nemen en we verwachten kleine welvaartsverschillen omdat de capaciteit bij opening van Lelystad Airport niet varieert tussen de verschillende alternatieven). Voor de overige regionale luchthavens beschrijven we de veranderingen in geluidsbelasting kwalitatief.

De geluidsberekeningen voor Schiphol worden in de basis gebaseerd op de Doc.29-geluidsberekeningen die in het kader van het MER NNHS zijn uitgevoerd (zie ook <https://vliegtuiggeluid.nlr.nl/>). Het originele MER-scenario zal per doorrekening worden aangepast op basis van de scenariogegevens uit AEOLUS die Significance aanlevert aan NLR.

Om de basis uit het MER NNHS te kunnen gebruiken, wordt de classificatie die is toegewezen aan onderliggende deelberekeningen van het MER opnieuw gedefinieerd. Zo worden bijvoorbeeld de specifieke vliegtuigtypes zoals beschikbaar in de tussenresultaten van de MER-berekening, ingedeeld naar de combinatie grootteklasse/technologieklasse. Op deze manier wordt in feite het detailniveau uit de oorspronkelijke deelberekeningen aangepast naar het detailniveau dat aansluit bij de uitvoergegevens van AEOLUS.

Met behulp van de nieuwe classificatie wordt het mogelijk om de originele verkeersverdeling uit het MER aan te passen met behulp van schaling. Deze schaling wordt uitgevoerd op basis van de volgende eigenschappen:

- Vlootsamenstelling: op basis van de AEOLUS-specificatie van grootteklasse en technologieklasse;
- Etmaalverdeling: op basis van de AEOLUS-specificatie van periode van de dag;
- Routeverdeling: op basis van de specificatie van AEOLUS-zones;
- Vlieg lengteverdeling: op basis van de specificatie van AEOLUS-zones;
- Baanverdeling: op basis van de AEOLUS-specificatie van baangebruik;
- De schalingsfactoren worden hierbij afgeleid door voor deze eigenschappen het door te rekenen AEOLUS-scenario te vergelijken met de uitgangssituatie.

Voor het toekomstige scenario is de verwachting dat er verkeer in hogere technologieklassen zal zitten, terwijl deze technologieklassen in de referentieperiode nog niet in gebruik zijn. In dit geval is het niet mogelijk om een schaling toe te passen. In dat geval wordt de bijdrage aan de geluidbelasting voor dergelijk verkeer ingeschat op basis van de bijdrage van het verkeer in een lagere technologieklasse. Vervolgens wordt voor het verschil in klasse gecorrigeerd door een vaste correctie -3 dB(A) per technologieklasse toe te passen.

Per doorrekening zijn de resultaten van de geluidberekening verwerkt tot:

- Lden-contouren, inclusief oppervlaktes;
- Woningtellingen, op basis van de Basisregistraties Adressen en Gebouwen (december 2021) of het woningbestand uit de MER NNHS (situatie 2018);
- Personentellingen en/of gehinderdenbepaling, onder de aanname van een vast (gemiddeld) aantal inwoners per woning.

De ondergrens van de Lden geluidbelasting van 45 dB(A) Lden ligt hierbij 3 dB lager dan gebruikelijk is, om aan te sluiten bij de drempelwaarde van de nieuwe uitgave van het Handboek Milieuprijzen. Daarnaast geldt dat bij lagere geluidbelastingsniveaus de onzekerheden groter worden.

Monetarisering van geluidseffecten

De negatieve geluidseffecten monetariseren we vervolgens met behulp van de geluidwaarderingen die zijn vastgesteld door CE Delft (2023) in het nieuwe Handboek Milieuprijzen. Deze prijzen geven de schadekosten weer (gezondheidskosten plus hinder) in euro's per persoon per jaar voor geluidsklassen van 1 dB(A) Lden. In de vorige uitgave van het Handboek Milieuprijzen werd een drempelwaarde van 50 dB(A) Lden geadviseerd waaronder geen schadekosten werden toegekend. In de nieuwe uitgave van het Handboek is deze drempelwaarde bijgesteld naar 45 dB(A) Lden, op basis van nieuwe inzichten van de WHO. Dit betekent dat we geluidkosten toerekenen voor een groter aantal personen.

Ten slotte merken we op dat de ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting in een belangrijke mate bepaald wordt door de ligging van vliegroutes. Deze zijn voor de toekomst onzeker, maar gaan naar verwachting wijzigen ten gevolge van de luchtruimherziening. Het is op dit moment niet mogelijk hier een goede inschatting van te maken. Voor de ligging van routes wordt daarom uitgegaan van de routes op basis van de radargegevens zoals gebruikt in het MER NNHS.

CO₂-effecten

Voor de bepaling van de CO₂-effecten maken we gebruik van AEOLUS-output. AEOLUS berekent de CO₂-uitstoot op individueel routeniveau. We hebben dus een zeer gedetailleerd beeld van de directe CO₂-emissies. Deze emissies moeten wel handmatig gecorrigeerd worden voor de levenscyclusemissies van verschillende duurzame brandstoffen gegeven de meest aannemelijke SAF-mix. We nemen aan dat op vluchten vanuit Europa de effectieve bijmengpercentages gelijk zijn aan de eisen die voortkomen uit *ReFUEL EU Aviation*. Ook gebruik van synthetische kerosine (RFBNO) kan leiden tot CO₂-uitstoot vanwege procesemissies of verdringingseffecten: voor de productie van RFBNO zijn immers grote hoeveelheden groene stroom nodig en wanneer landen hun duurzame elektriciteitsproductie onvoldoende opschroeven, kan productie van synthetische kerosine ten koste gaan van de verduurzaming van andere sectoren.

Een deel van de Nederlandse reizigers dat in een krimpalternatief niet meer vanaf Schiphol kan vliegen, wijkt uit naar vertrek vanaf een andere luchthaven. Dit leidt niet tot CO₂-reductie en kan zelfs tot een toename van de uitstoot leiden. Ook deze effecten kunnen worden afgelezen uit de gedetailleerde AEOLUS-tabellen. Een ander deel van de reizigers gaat met een minder CO₂-intensieve modaliteit op reis of zegt de reis geheel af. Zulke veranderingen leiden wel tot CO₂-reductie. Uit de AEOLUS-output kunnen we aflezen welk deel van de reizigers met een andere modaliteit besluit te reizen en welk deel geheel afziet van zijn/haar reis. De extra CO₂-emissies door passagiers die uitwijken naar weg- en spoorverkeer bepalen we op basis van ramingen van gemiddelde emissiefactoren.

Bij het bepalen van het netto welvaartseffect houden we rekening met reeds geïnternaliseerde klimaatkosten, bijvoorbeeld via het EU ETS (zonder een dergelijke correctie ontstaat dubbeltelling). Niet-geïnternaliseerde klimaatkosten worden in MKBA's gemonetariseerd met behulp van efficiënte CO₂-prijzen. Deze efficiënte prijzen zijn gebaseerd op de preventiekostenmethode: de efficiënte prijs is gelijk aan de kosten van de duurste maatregel die moet worden ingezet om het klimaatdoel te behalen. De Werkgroep Discontovoet heeft geadviseerd om in MKBA's gebruik te maken van de efficiënte CO₂-prijzen die zijn opgesteld door CPB/PBL in het kader van de WLO-scenario's. Het kabinet heeft dit advies destijds overgenomen. In de MKBA-werkwijzer Luchtvaart wordt daarom aanbevolen om klimaateffecten te waarderen tegen de efficiënte CO₂-prijzen uit de WLO.

De WLO-scenario's stammen echter uit 2015 en zijn inmiddels sterk verouderd. Zo wordt er voor de CO₂-prijzen uitgegaan van een klimaatdoelstelling van 45 tot 65 procent reductie in 2050, terwijl Nederland en de EU inmiddels hun ambities verhoogd hebben naar klimaatneutraliteit in 2050. Dit heeft een zeer groot effect op de efficiënte CO₂-prijzen: lage reductiedoelstellingen kunnen worden behaald door inzet van louter goedkope maatregelen, terwijl voor een hoge reductiedoelstelling ook veel dure maatregelen uit de kast moeten worden getrokken. De efficiënte prijzen uit de WLO vormen daarom een forse onderschatting van de daadwerkelijke preventiekosten die passen bij de huidige Nederlandse en Europese doelstellingen. De planbureaus starten in 2023 met een update van de WLO-scenario's waarin ook nieuwe efficiënte prijzen worden opgesteld. In de MKBA rekenen we de klimaatkosten en -baten door met zowel de WLO-prijzen als met een set actuelere prijzen die zijn gebaseerd op de 2 graden-onzekerheidsverkenning uit de WLO, en een prijspad dat compatibel is met een 1,5 graden scenario, overgenomen uit het nieuwe Handboek Milieuprijzen.

Richting 2050 valt een toenemend aandeel van de mondiale luchtvaartemissies onder CORSIA en wordt daarmee 'ge-offset'. Deze emissies kunnen we echter niet zomaar wegstrepen: alleen wanneer een offset zich ook daadwerkelijk vertaalt in additionele emissiereductie, kunnen we deze meenemen in de MKBA. Op dit moment staat CORSIA een breed scala van discutabele offsets toe, waaronder die uit de United Nations' Clean Development Mechanism (CDM). De CDM heeft sinds de aanvang miljarden *Certified Emission Reductions* (CER's) gegenereerd met een gemiddelde prijs van minder dan 1 euro per ton CO₂ (ICCT, 2018). Er zijn momenteel genoeg offsets verkrijgbaar uit de CDM om alle benodigde offsets binnen CORSIA tot en met 2035 te dekken. Een belangrijke reden dat CER's zo goedkoop zijn, is dat ze niet leiden tot additionele CO₂-reductie; de projecten worden sowieso al uitgevoerd en kennen een andere hoofdkostenbron. Een recente analyse in opdracht van de Europese Commissie laat zien dat slechts 2 procent van de projecten uit de CDM een hoge kans heeft om te leiden tot additionele emissiereductie (Ökø-instituut, 2016). Omdat er op dit moment nog geen concrete plannen zijn voor strengere kwaliteitseisen binnen CORSIA, nemen we dit percentage over in de MKBA. Richting 2050 nemen we aan dat dit percentage toeneemt door strengere eisen en het opraken van CER's.

Non-CO₂-klimaateffecten

Naast CO₂-uitstoot zorgt de luchtvaart ook voor opwarmende effecten die niet met CO₂ te maken hebben. Over de omvang van deze effecten bestaat onzekerheid, maar het kan om forse effecten gaan. In de MKBA laten we een gemiddelde schatting, maar ook deze onzekerheid zien. We berekenen de non-CO₂-impact door de met AEOLUS berekende CO₂-uitstoot (die afhangt van de vluchtafstand) op vluchtniveau te vermenigvuldigen met een hoogte-afhankelijke non-CO₂-factor (hoe groter de gemiddelde vlieghoogte, hoe groter de non-CO₂-factor). We maken hiervoor gebruik van de resultaten van Lee et al. (2021) die op dit moment de meest nauwkeurige schattingen bieden van de huidige mondiale non-CO₂ factor (deze is volgens Lee et al. gemiddeld gelijk aan 2,0). Omdat onderzoeken naar de non-CO₂-klimaateffecten een grote onzekerheidsbandbreedte vertonen, berekenen we ook de klimaatimpacts bij een gemiddelde factor van 1,0 en 4,0, conform de Werkwijzer. De hoogte-afhankelijke relatie

schalen we hierbij lineair op of af zodat de invloed van een hoger- of lager-dan-gemiddelde vlieghoogte op Schiphol kan worden meegenomen. Ook corrigeren we voor het feit dat gebruik van SAF de non-CO₂-klimaatimpact beperkt en de mondiale non-CO₂-factor in de toekomst dus zal afnemen.

Om de non-CO₂-klimaatimpact van vliegverkeer te monetariseren, rekenen we alle impacts om naar CO₂-equivalenten. Voor deze omrekening maken we gebruik van de GWP*100: een omrekeningsmaat die de temperatuurstijging (*Global Warming Potential*) over een periode van 100 jaar uitdrukt. Deze omrekenmaat wordt ook gebruikt door het ministerie van IenW. De resulterende CO₂-equivalenten worden met dezelfde CO₂-prijzen gemonetariseerd als de CO₂-uitstoot.

Luchtkwaliteit

Starts, verplaatsingen en landingen op luchthaven Schiphol leiden naast CO₂-uitstoot ook tot lokale uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Deze hebben een effect op de luchtkwaliteit in de directe omgeving, en daarmee op de gezondheid van omwonenden. De emissies van luchtverontreinigende stoffen is standaardoutput van AEOLUS. AEOLUS houdt hierbij rekening met vlootvernieuwing en de invloed van SAF. We bepalen het welvaartseffect van luchtverontreinigende emissies met behulp van de nieuwe versie van het Handboek Milieuprijzen, waarin kengetallen zijn opgenomen voor de belangrijkste luchtverontreinigende emissies (CO, NO_x, VOS, SO₂ en PM₁₀). We beschouwen daarbij alleen de emissies tijdens de LTO-fase: uitstoot op hoogte vervliegt en heeft een verwaarloosbaar effect op de menselijke gezondheid.

In de MKBA maken we daarnaast onderscheid tussen 'regulier' fijnstof en ultrafijnstof (de fractie kleiner dan 0,1 micrometer in PM₁₀). Er zijn aanwijzingen dat deze kleinste fractie tot meer schadelijke effecten per kg leidt dan de grotere deeltjes in PM₁₀ (en dus ook een hogere waardering zou moeten krijgen dan PM₁₀ en PM_{2,5}). In deze MKBA rekenen we zowel de invloed van PM₁₀ als die van PM_{0,1} door. We waarderen verschillen in emissies met behulp van kentallen uit het Handboek Milieuprijzen.

Stikstof

Tussen de alternatieven kunnen verschillen optreden in de jaarlijkse stikstofuitstoot die samenhangt met de activiteiten op luchthaven Schiphol. We kunnen de schadelijke effecten van stikstofemissies voor de omliggende natuur waarderen met behulp van de eerdergenoemde Milieuprijzen die momenteel worden geüpdatet door CE Delft. Wederom houden we hierbij rekening met uitstoothoogte (hoe hoger het vliegtuig, hoe minder stikstof neerslaat op de Nederlandse bodem). Stikstofemissies zijn standaardoutput van het AEOLUS-model.

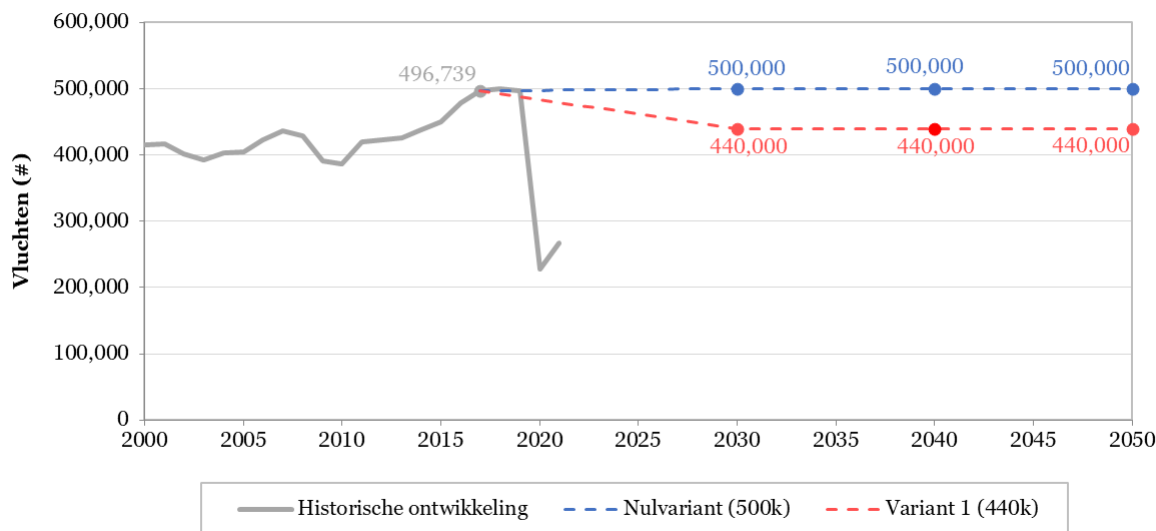
Bijlage E AEOLUS-modelresultaten

Variant 1 (440k) - WLO-Hoog-scenario

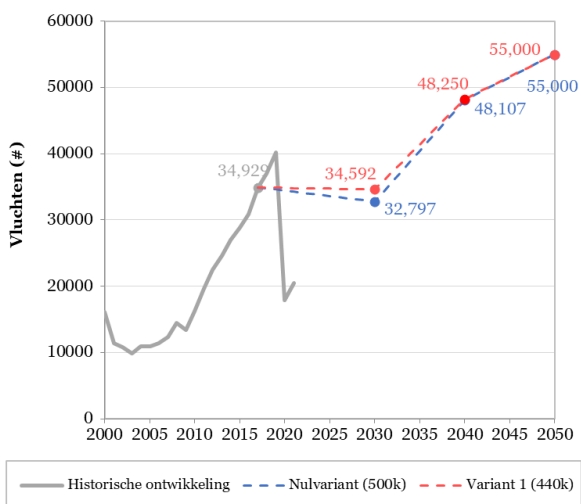
Deze sectie toont de AEOLUS-modelresultaten voor het WLO-Hoog-scenario. In onderstaande tabel zijn het aantal vluchten, het aantal passagiers, hoeveelheden vracht en CO₂-emissies opgenomen. Hierna zijn enkele van deze resultaten ook in plots weergegeven. In deze figuren is de historische ontwikkeling vanaf 2000 t/m 2021 afgebeeld met een grijze lijn. Deze is gebaseerd op cijfers van het CBS. De grijze stip geeft het basisjaar (2017) van het AEOLUS-model aan. Dit is het startpunt van de simulatie. De rode en blauwe stippen beschrijven de prognoses voor respectievelijk het nulalternatief (500k) en beleidsvariant 1 (440k) voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

Luchtvaartprognoses	2017	2030		2040		2050	
WLO Hoog scenario	Basisjaar	Nulvariant	Variant 1	Nulvariant	Variant 1	Nulvariant	Variant 1
Vluchten							
Schiphol	496,803	500,000	440,000	500,000	440,000	500,000	440,000
Passagiersvluchten	478,944	488,690	428,877	491,954	433,701	497,197	437,755
Vrachtluchten	17,859	11,310	11,123	8,046	6,299	2,803	2,245
Europese vluchten	397,743	368,553	322,760	364,310	319,585	365,586	319,314
Intercontinentale vluchten	99,060	131,447	117,240	135,690	120,415	134,414	120,686
Eindhoven	34,925	32,797	34,592	48,107	48,250	55,000	55,000
Rotterdam The Hague	16,264	21,152	22,511	28,367	30,020	36,377	38,543
Maastricht	4,419	5,818	5,886	6,594	6,674	7,471	7,576
Groningen	3,429	2,718	2,843	4,607	4,806	7,138	7,487
Nederland	555,840	562,485	505,832	587,675	529,750	605,986	548,606
Passagiers (miljoen)							
Schiphol	68.4	92.8	81.7	101.0	89.2	105.4	92.9
Motief zakelijk	20.0	29.0	25.5	30.0	26.4	30.6	26.9
Motief overig	48.4	63.8	56.2	71.1	62.9	74.8	66.1
OD-reizigers Europa	32	36	32	40	36	44	38
OD-reizigers Europa	11	18	18	25	24	29	28
Transferreizigers	25.3	38.8	32.0	36.4	29.9	32.1	26.4
Eindhoven	5.7	6.7	7.1	10.5	10.5	12.3	12.3
Rotterdam The Hague	1.7	2.8	3.0	4.0	4.3	5.3	5.6
Maastricht	0.17	0.30	0.32	0.40	0.42	0.48	0.50
Groningen	0.20	0.20	0.21	0.36	0.38	0.58	0.60
Nederland	76.2	102.9	92.3	116.3	104.8	124.1	111.9
Passagierskilometers							
Schiphol	209,329	344,912	304,100	382,058	338,572	396,129	352,178
Vracht (kiloton)							
Schiphol	1,787	1,949	1,730	1,734	1,460	1,396	1,028
Maastricht	52	78	78	94	94	113	113
Nederland	1,839	2,027	1,808	1,827	1,553	1,508	1,141
CO₂-emissies vluchtfase (megaton)							
Schiphol	10.7	11.0	9.8	7.9	7.0	3.8	3.4
Nederland	11.2	11.5	10.3	8.4	7.5	4.1	3.7
CO₂-emissies LTO-fase (megaton)							
Schiphol	0.71	0.66	0.58	0.50	0.44	0.30	0.26
Nederland	0.78	0.72	0.64	0.56	0.50	0.33	0.30

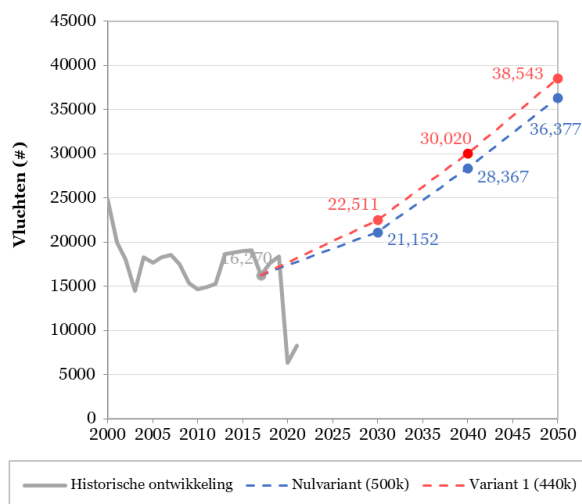
Aantal vluchten Schiphol



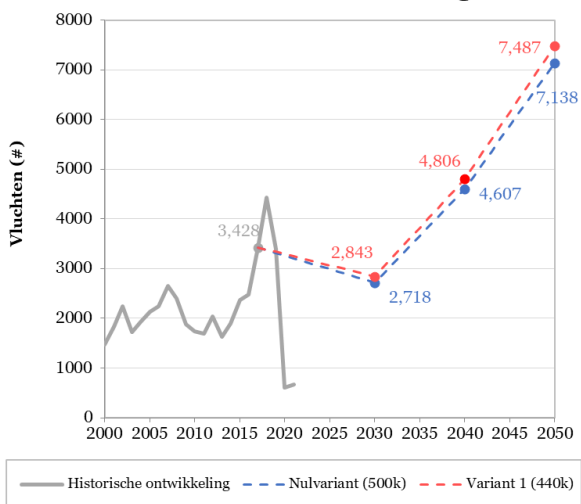
Aantal vluchten Eindhoven



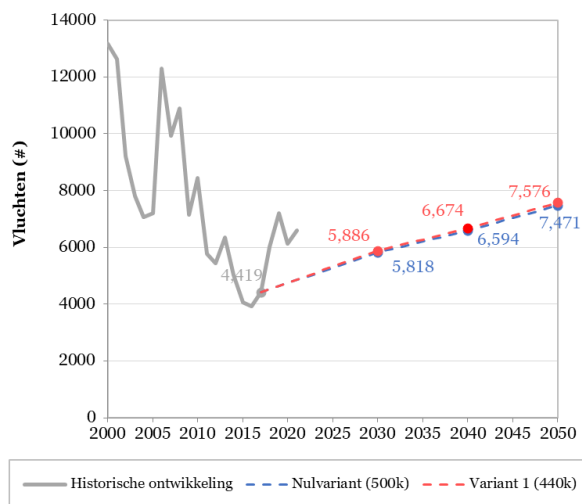
Aantal vluchten Rotterdam



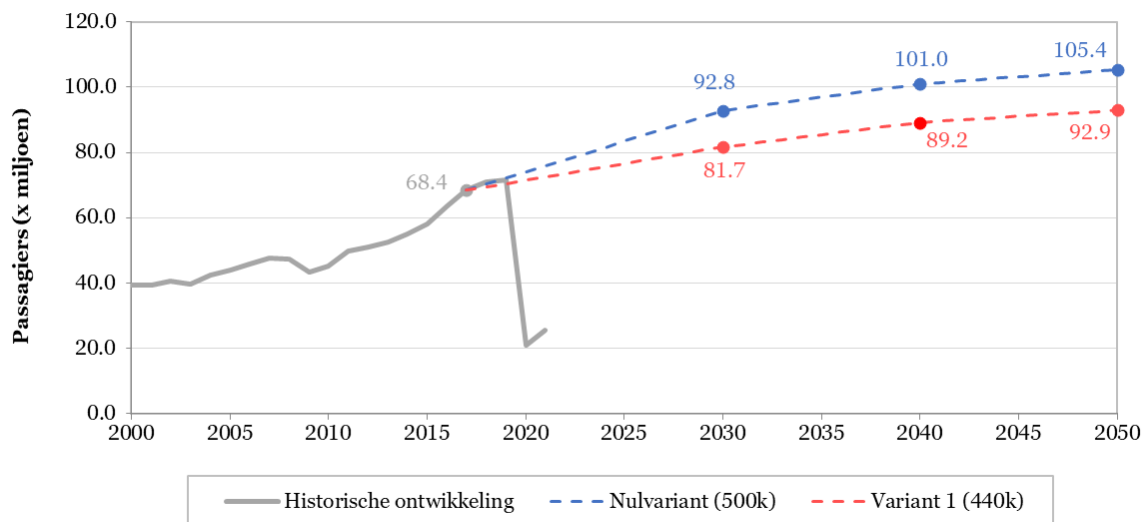
Aantal vluchten Groningen



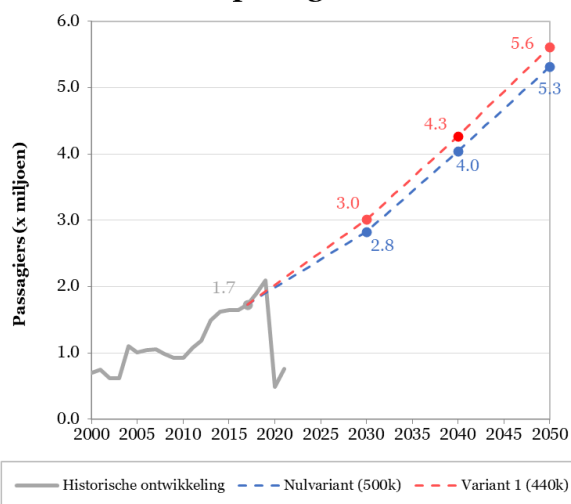
Aantal vluchten Maastricht



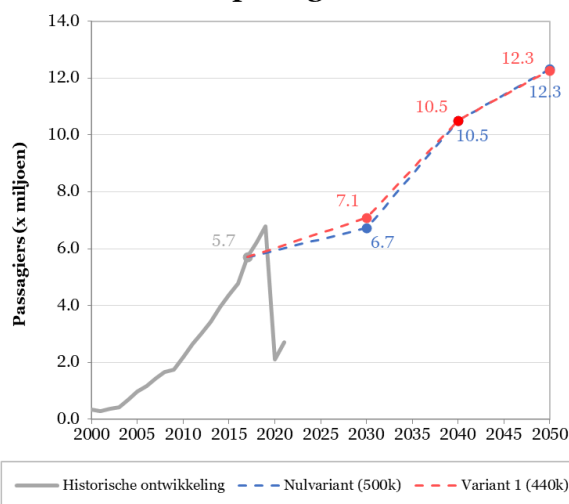
Aantal passagiers Schiphol



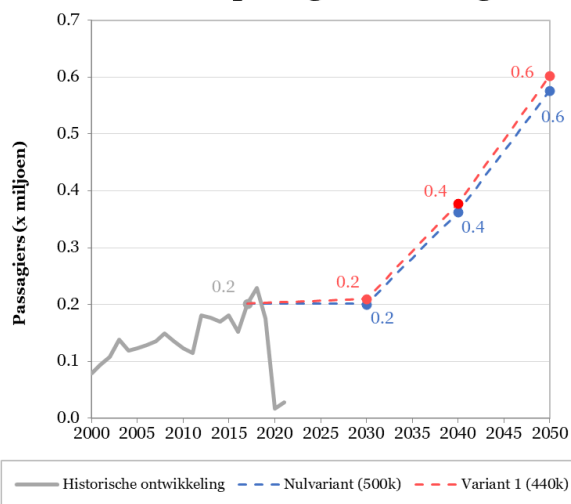
Aantal passagiers Rotterdam



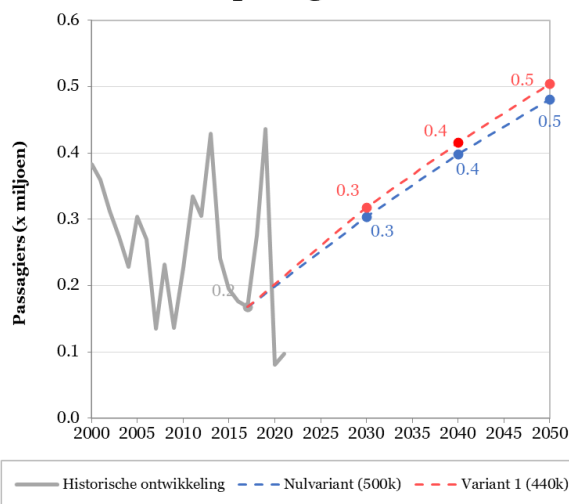
Aantal passagiers Eindhoven

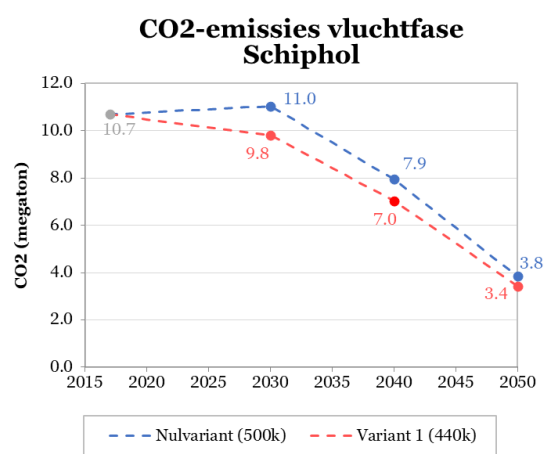
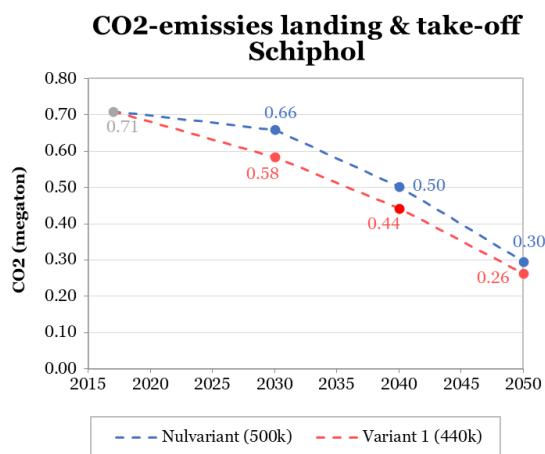
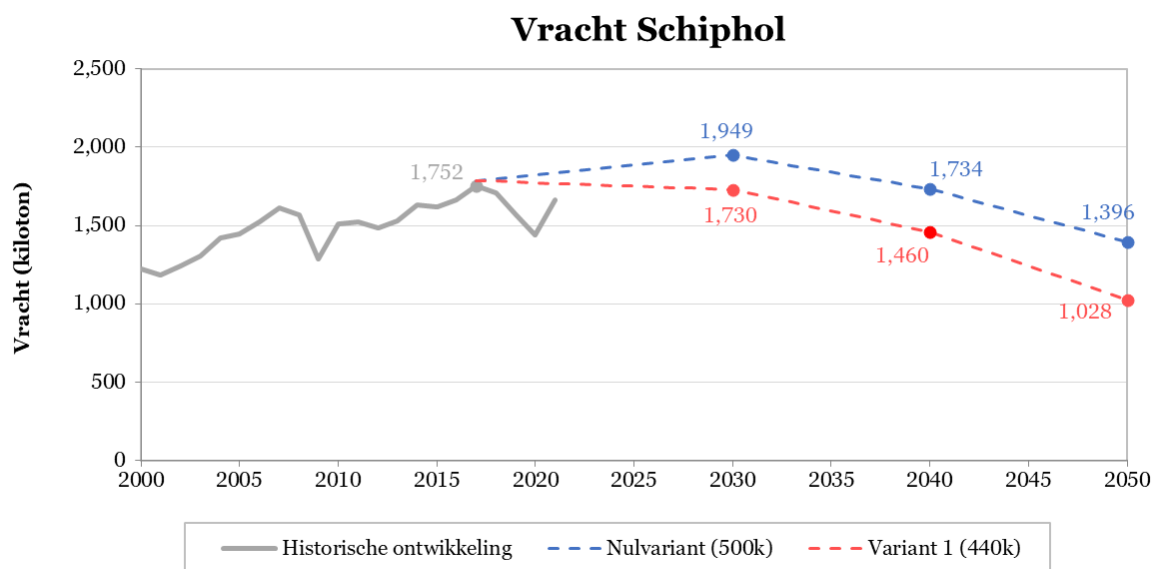


Aantal passagiers Groningen



Aantal passagiers Maastricht



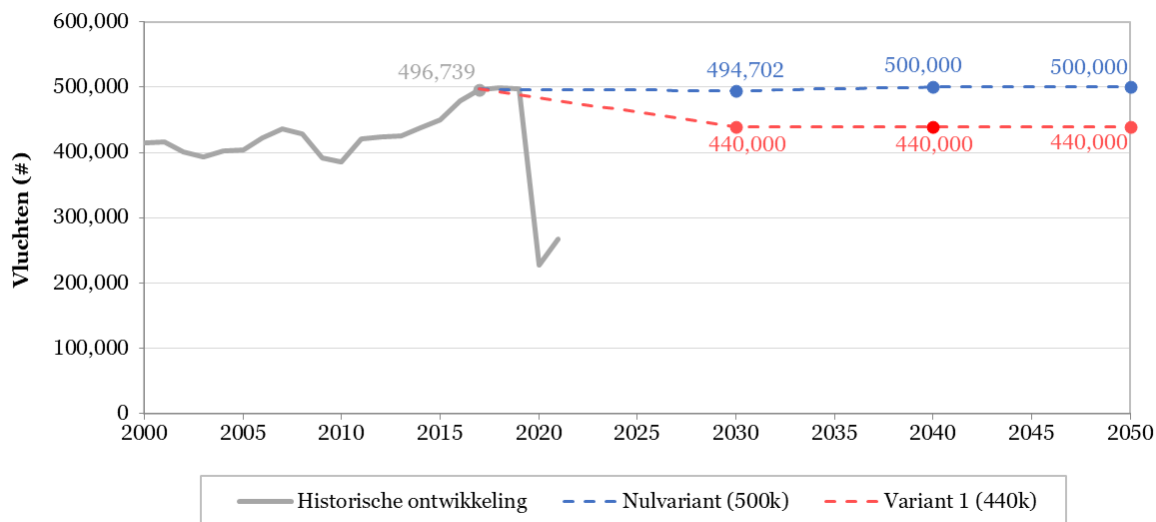


Variant 1 (440k) - WLO-Laag-scenario

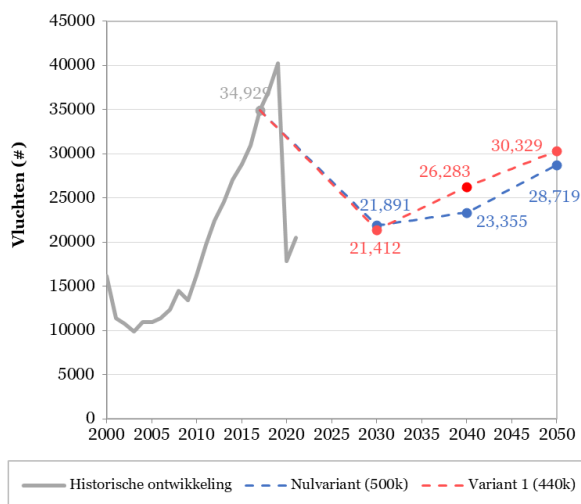
Deze sectie toont de AEOLUS-modelresultaten voor het WLO-Laag-scenario. In onderstaande tabel zijn het aantal vluchten, het aantal passagiers, hoeveelheden vracht en CO₂-emissies opgenomen. Hierna zijn enkele van deze resultaten ook in plots weergegeven. In deze figuren is de historische ontwikkeling vanaf 2000 t/m 2021 afgebeeld met een grijze lijn. Deze is gebaseerd op cijfers van het CBS. De grijze stip geeft het basisjaar (2017) van het AEOLUS-model aan. Dit is het startpunt van de simulatie. De rode en blauwe stippen beschrijven de prognoses voor respectievelijk het nulalternatief (500k) en variant 1 (440k) voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

Luchtvaartprognoses	2017	2030		2040		2050	
WLO Laag scenario	Basisjaar	Nulvariant	Variant 1	Nulvariant	Variant 1	Nulvariant	Variant 1
Vluchten							
Schiphol	496,803	494,702	440,000	500,000	440,000	500,000	440,000
Passagiersvluchten	478,944	467,453	417,522	477,623	419,147	479,506	421,455
Vrachtluchten	17,859	27,249	22,478	22,377	20,853	20,494	18,545
Europese vluchten	397,743	379,328	338,784	383,874	337,737	385,981	339,731
Intercontinentale vluchten	99,060	115,374	101,216	116,126	102,263	114,019	100,269
Eindhoven	34,925	21,891	21,412	23,355	26,283	28,719	30,329
Rotterdam The Hague	16,264	11,931	14,045	15,010	15,817	16,837	17,827
Maastricht	4,419	5,500	5,681	6,168	6,216	6,768	6,822
Groningen	3,429	1,679	1,938	2,483	2,558	3,177	3,302
Nederland	555,840	535,703	483,076	547,016	490,874	555,501	498,280
Passagiers (miljoen)							
Schiphol	68.4	86.5	77.2	96.1	84.5	100.2	88.2
Motief zakelijk	20.0	28.5	25.5	32.1	28.2	34.1	30.0
Motief overig	48.4	58.0	51.8	64.0	56.3	66.1	58.2
OD-reizigers Europa	32	38	35	43	39	46	42
OD-reizigers Europa	11	15	14	18	17	20	19
Transferreizigers	25.3	33.3	27.8	35.3	28.1	34.1	27.0
Eindhoven	5.7	4.5	4.4	5.2	5.9	6.7	7.0
Rotterdam The Hague	1.7	1.6	1.9	2.2	2.3	2.6	2.7
Maastricht	0.17	0.22	0.25	0.29	0.30	0.33	0.34
Groningen	0.20	0.13	0.14	0.20	0.21	0.27	0.28
Nederland	76.2	93.0	84.0	104.0	93.2	110.1	98.6
Kilometers (miljoen)							
Reizigerskilometers	209,329	282,463	251,346	316,211	275,881	325,197	283,828
Vracht (kiloton)							
Schiphol	1,787	2,599	2,212	2,506	2,248	2,523	2,227
Maastricht	52	76	76	87	87	100	100
Nederland	1,839	2,675	2,288	2,593	2,335	2,623	2,327
CO₂-emissies vluchtfase (megaton)							
Schiphol	10.7	10.1	9.0	7.4	6.5	3.7	3.3
Nederland	11.2	10.4	9.4	7.6	6.8	3.9	3.5
CO₂-emissies LTO-fase (megaton)							
Schiphol	0.71	0.67	0.59	0.52	0.45	0.32	0.28
Nederland	0.78	0.71	0.63	0.55	0.49	0.34	0.31

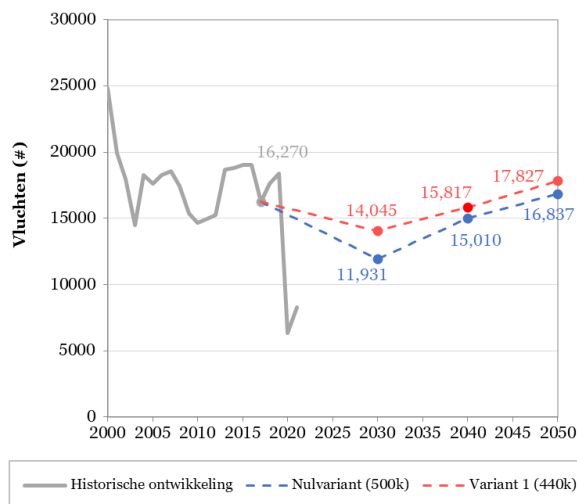
Aantal vluchten Schiphol



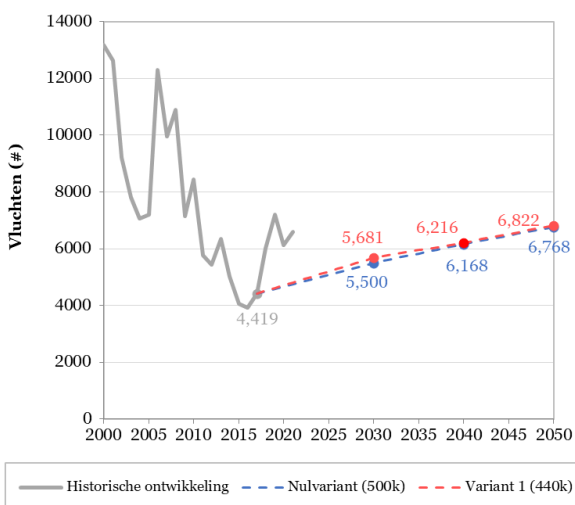
Aantal vluchten Eindhoven



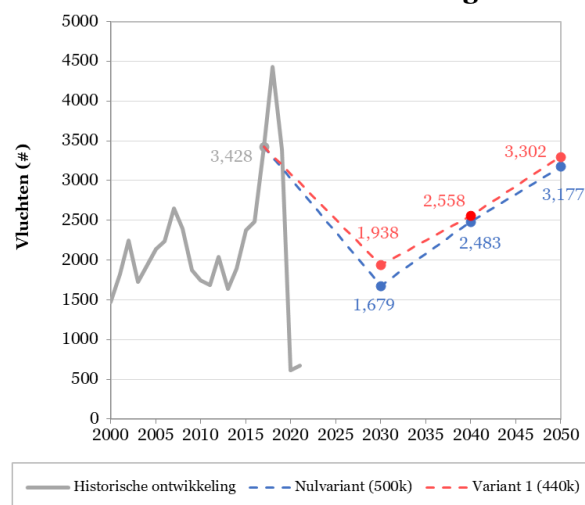
Aantal vluchten Rotterdam



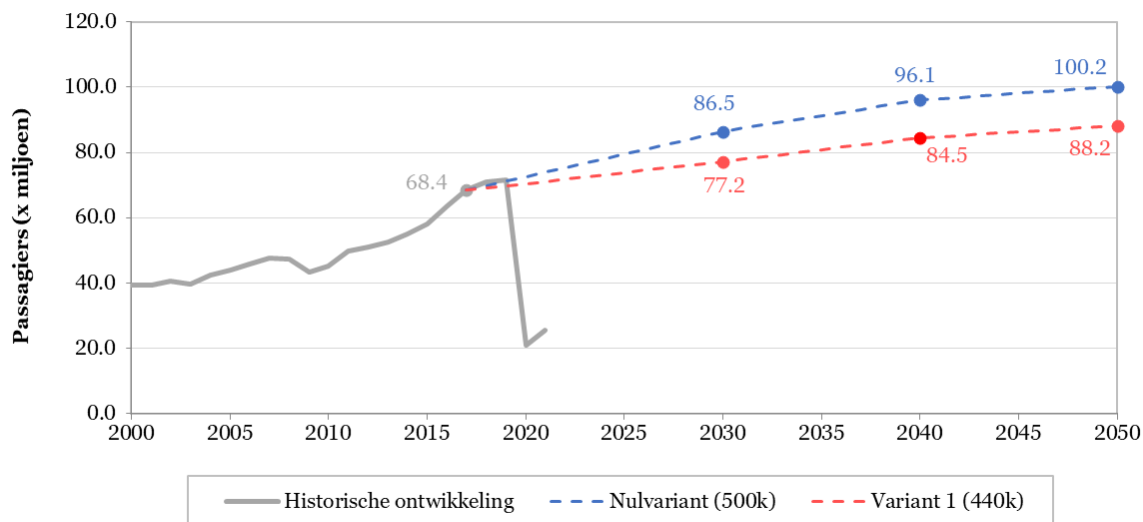
Aantal vluchten Maastricht



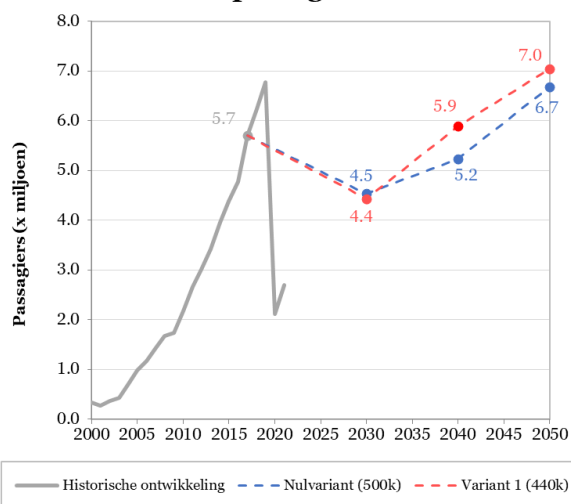
Aantal vluchten Groningen



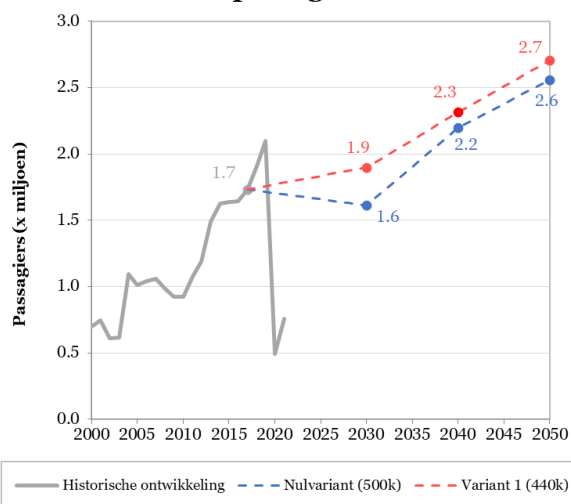
Aantal passagiers Schiphol



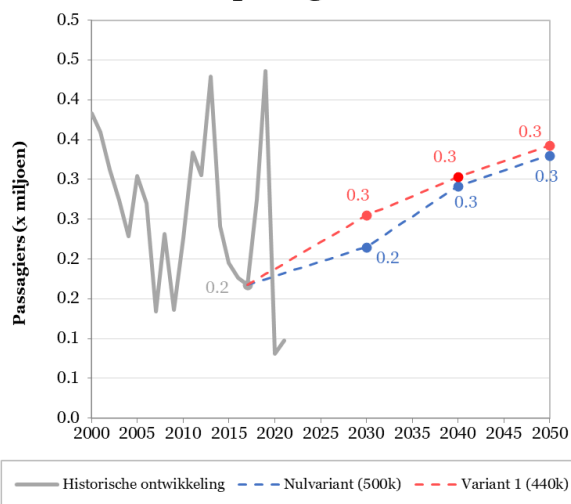
Aantal passagiers Eindhoven



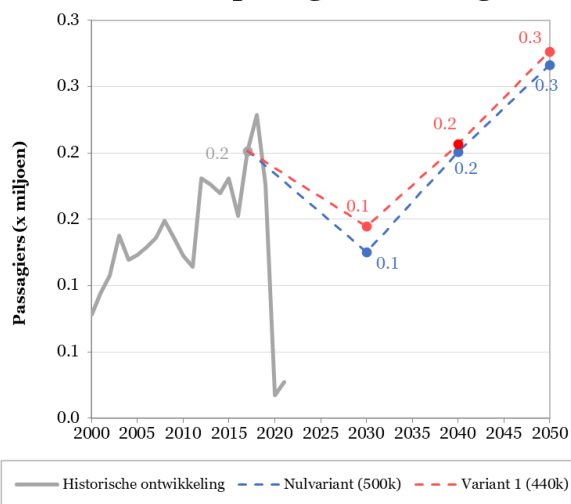
Aantal passagiers Rotterdam

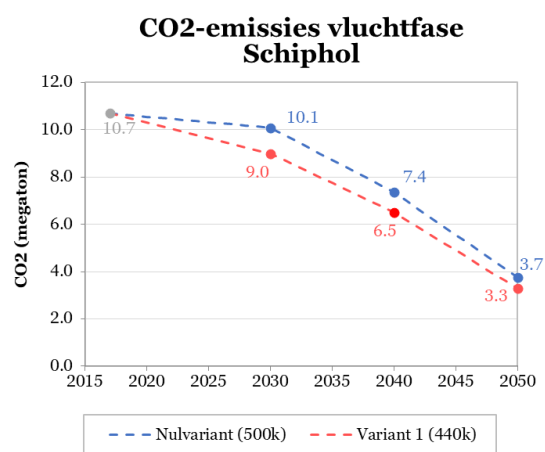
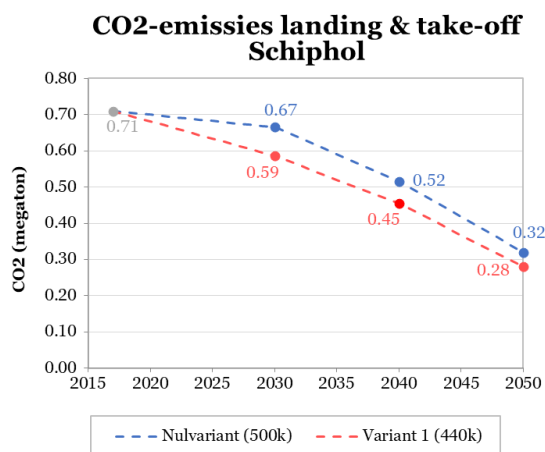
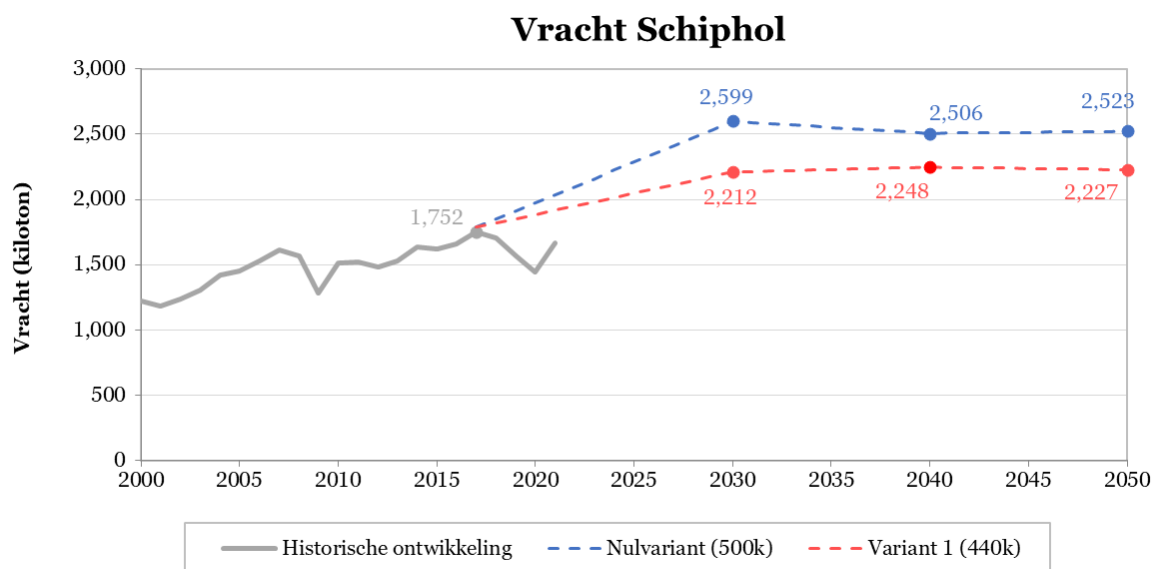


Aantal passagiers Maastricht



Aantal passagiers Groningen



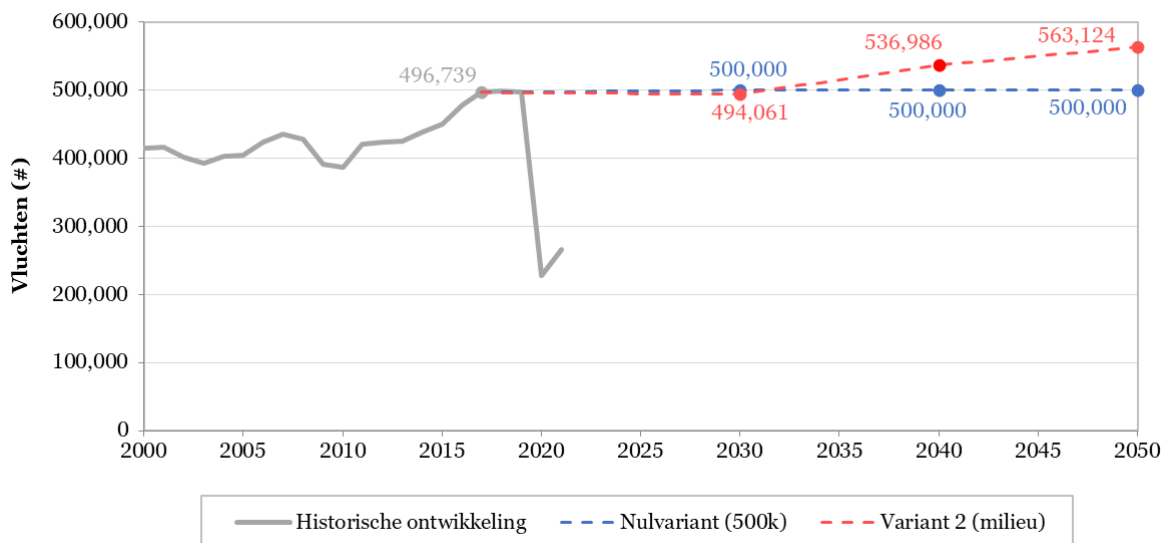


Variant 2 (Milieu- & geluidvariant) - WLO-Hoog-scenario

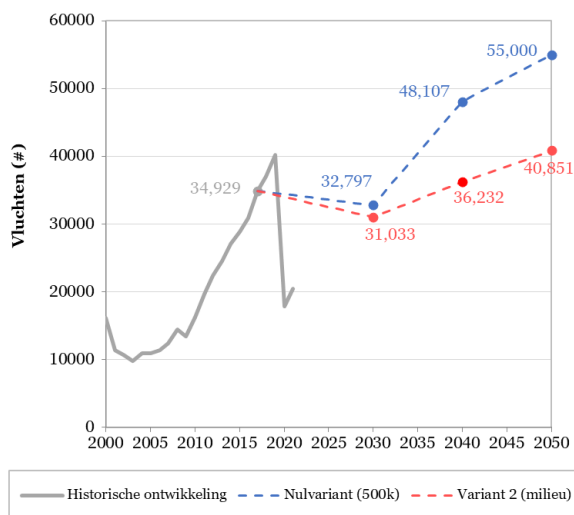
Deze sectie toont de AEOLUS-modelresultaten voor het WLO-Hoog-scenario. In onderstaande tabel zijn het aantal vluchten, het aantal passagiers, hoeveelheden vracht en CO₂-emissies opgenomen. Hierna zijn enkele van deze resultaten ook in plots weergegeven. In deze figuren is de historische ontwikkeling vanaf 2000 t/m 2021 afgebeeld met een grijze lijn. Deze is gebaseerd op cijfers van het CBS. De grijze stip geeft het basisjaar (2017) van het AEOLUS-model aan. Dit is het startpunt van de simulatie. De rode en blauwe stippen beschrijven de prognoses voor respectievelijk het nulalternatief (500k) en variant 2 (Milieu- & geluidvariant) voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

Luchtvaartprognoses	2017	2030		2040		2050	
WLO Hoog scenario	Basisjaar	Nulvariant	Variant 2	Nulvariant	Variant 2	Nulvariant	Variant 2
Vluchten							
Schiphol	496,803	500,000	494,061	500,000	536,986	500,000	563,124
Passagiersvluchten	478,944	488,690	480,784	491,954	530,428	497,197	558,730
Vrachtluchten	17,859	11,310	13,277	8,046	6,558	2,803	4,394
Europese vluchten	397,743	368,553	388,663	364,310	433,491	365,586	465,483
Intercontinentale vluchten	99,060	131,447	105,398	135,690	103,496	134,414	97,640
Eindhoven	34,925	32,797	31,033	48,107	36,232	55,000	40,851
Rotterdam The Hague	16,264	21,152	17,090	28,367	21,098	36,377	25,271
Maastricht	4,419	5,818	4,325	6,594	3,868	7,471	3,449
Groningen	3,429	2,718	2,337	4,607	3,812	7,138	5,609
Nederland	555,840	562,485	548,846	587,675	601,996	605,986	638,304
Passagiers (miljoen)							
Schiphol	68.4	92.8	88.5	101.0	105.4	105.4	115.1
Motief zakelijk	20.0	29.0	28.6	30.0	33.2	30.6	36.1
Motief overig	48.4	63.8	59.9	71.1	72.2	74.8	79.0
OD-reizigers Europa	32	36	41	40	51	44	59
OD-reizigers Europa	11	18	16	25	18	29	19
Transferreizigers	25.3	38.8	31.8	36.4	35.8	32.1	37.6
Eindhoven	5.7	6.7	6.4	10.5	8.1	12.3	9.6
Rotterdam The Hague	1.7	2.8	2.3	4.0	3.1	5.3	3.9
Maastricht	0.17	0.30	0.24	0.40	0.29	0.48	0.31
Groningen	0.20	0.20	0.17	0.36	0.31	0.58	0.48
Nederland	76.2	102.9	97.7	116.3	117.2	124.1	129.4
Kilometers (miljoen)							
Reizigerskilometers	209,329	344,912	285,518	382,058	323,471	396,129	332,018
Vracht (kiloton)							
Schiphol	1,787	1,949	1,971	1,734	1,802	1,396	1,615
Maastricht	52	78	57	94	51	113	46
Nederland	1,839	2,027	2,027	1,827	1,853	1,508	1,660
CO₂-emissies vluchtfase (megaton)							
Schiphol	10.7	11.0	9.4	7.9	4.6	3.8	2.1
Nederland	11.2	11.5	9.8	8.4	4.9	4.1	2.2
CO₂-emissies LTO-fase (megaton)							
Schiphol	0.71	0.66	0.60	0.50	0.33	0.30	0.19
Nederland	0.78	0.72	0.65	0.56	0.36	0.33	0.21

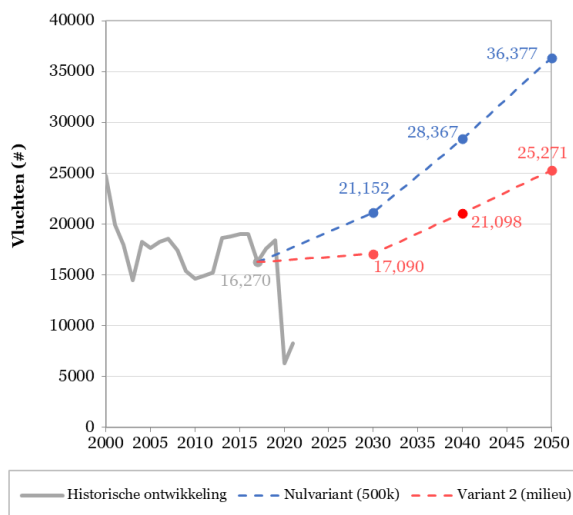
Aantal vluchten Schiphol



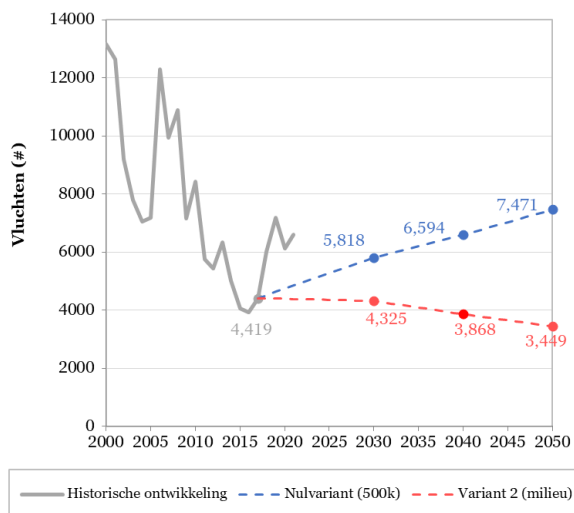
Aantal vluchten Eindhoven



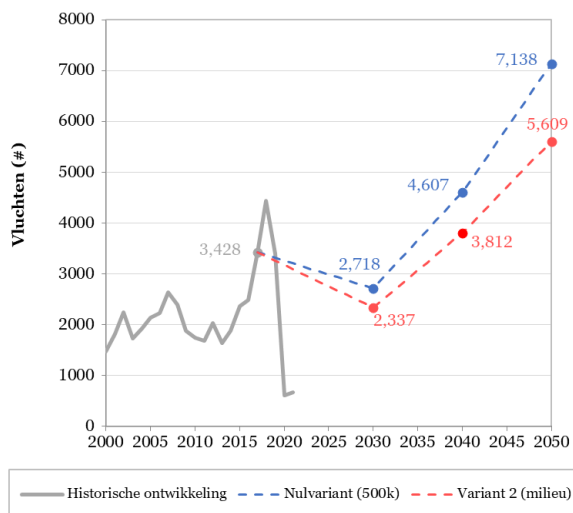
Aantal vluchten Rotterdam



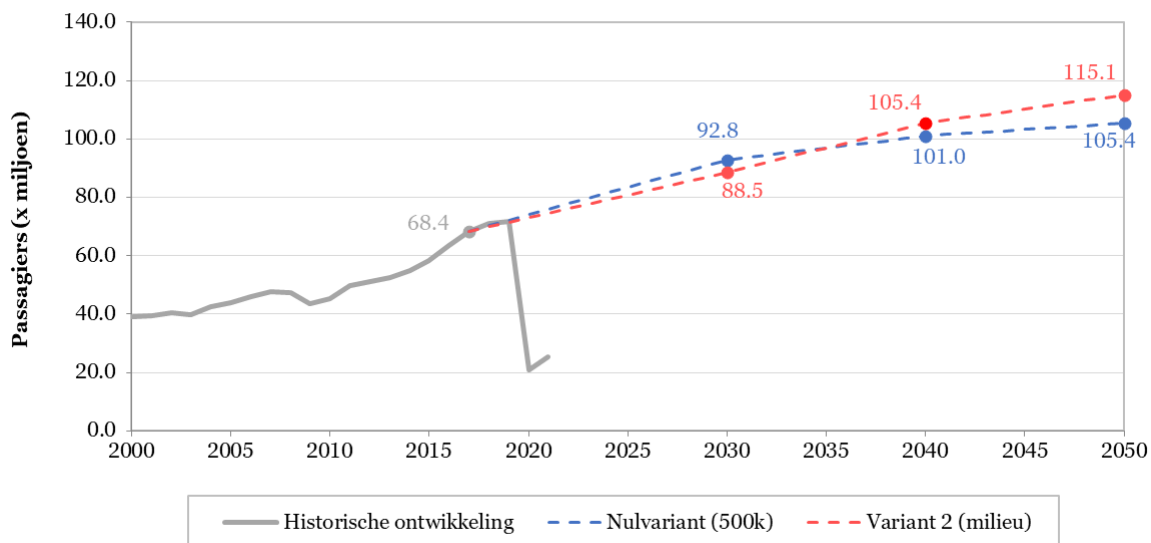
Aantal vluchten Maastricht



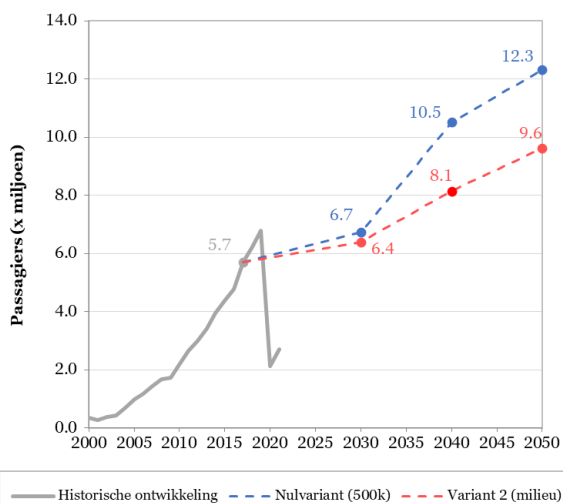
Aantal vluchten Groningen



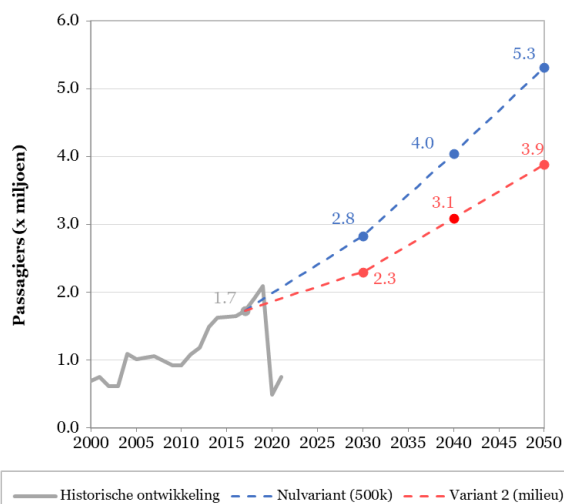
Aantal passagiers Schiphol



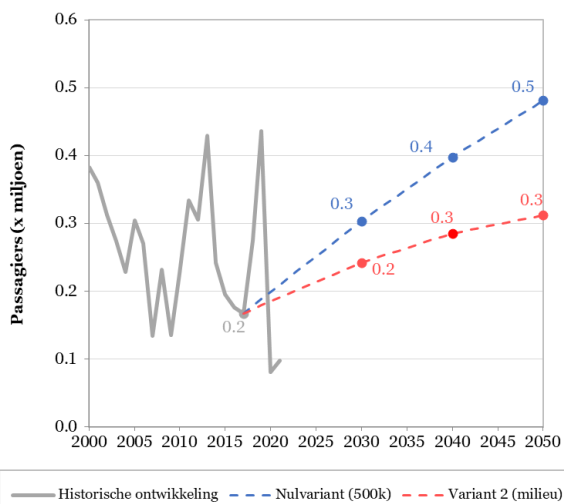
Aantal passagiers Eindhoven



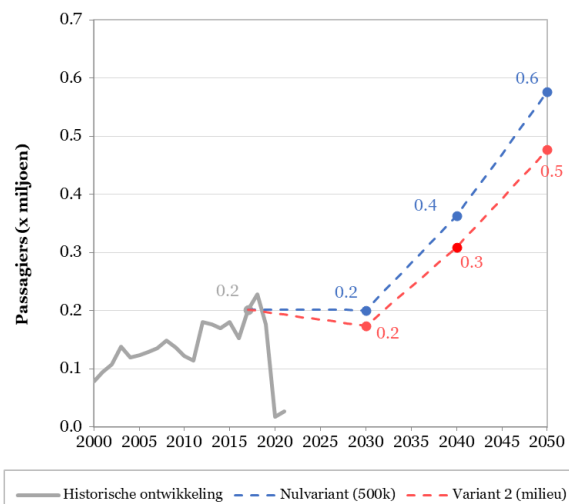
Aantal passagiers Rotterdam

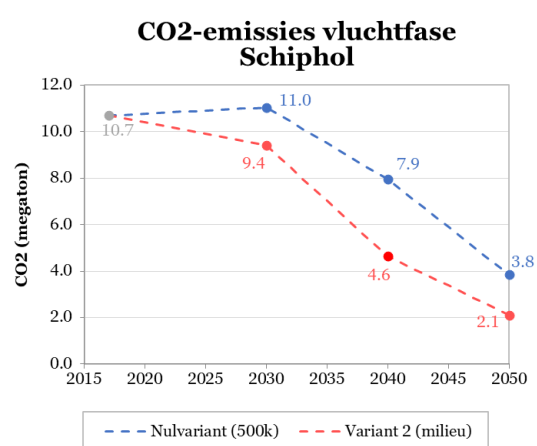
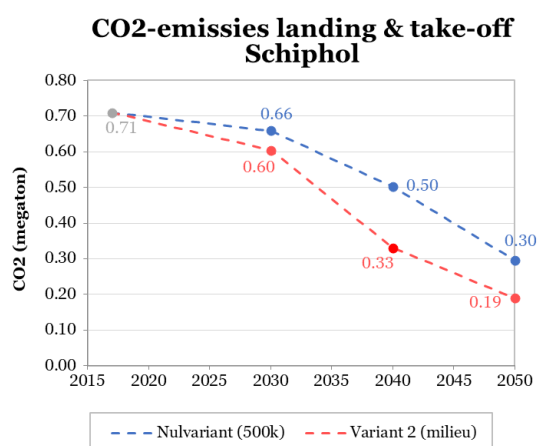
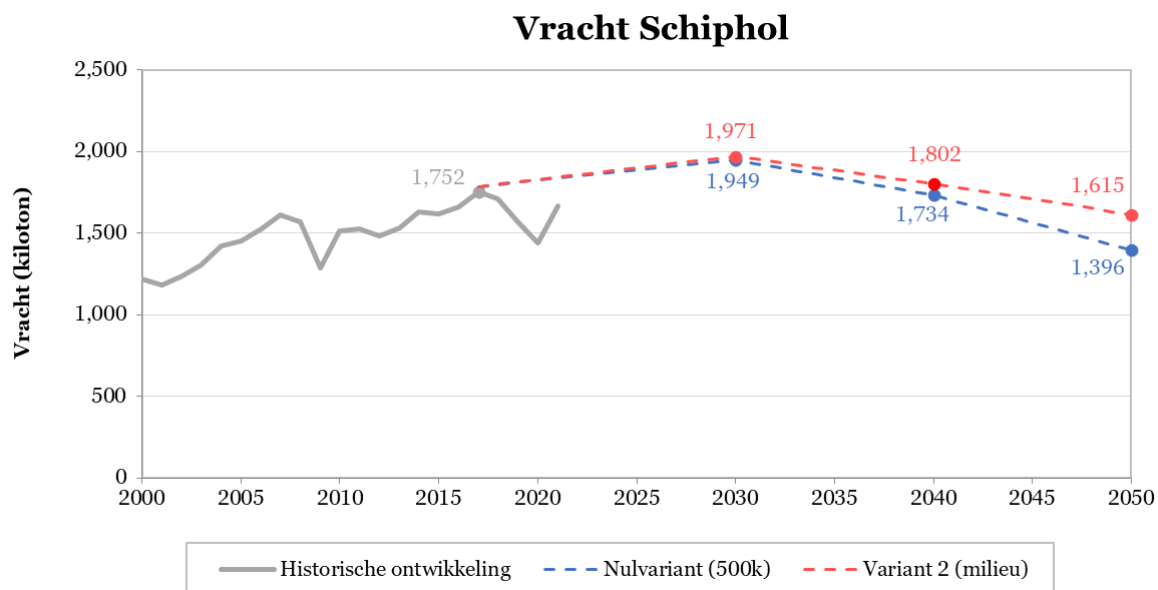


Aantal passagiers Maastricht



Aantal passagiers Groningen



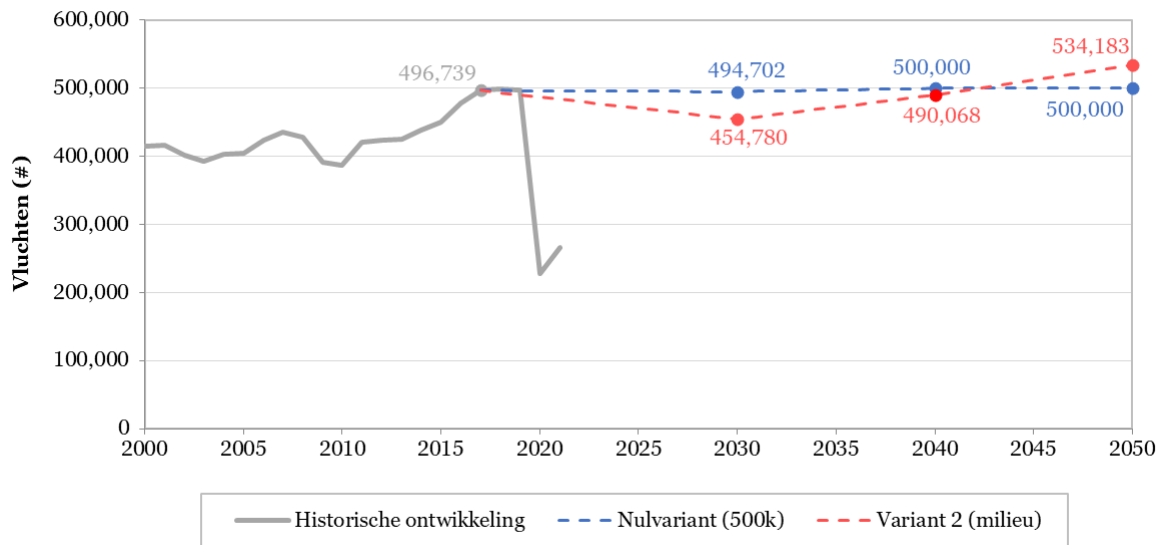


Variant 2 (Milieu- & geluidvariant) - WLO-Laag-scenario

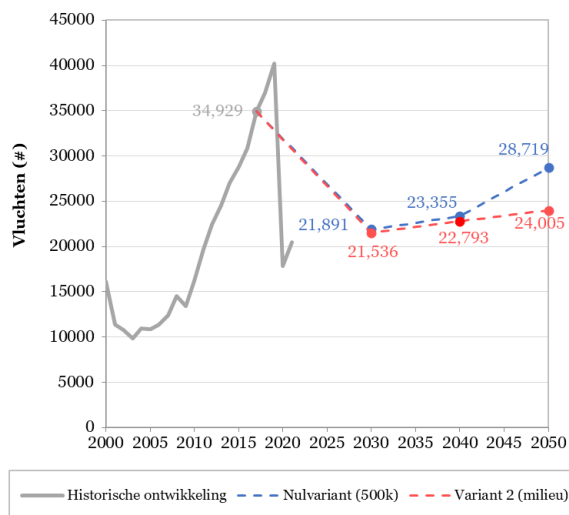
Deze sectie toont de AEOLUS-modelresultaten voor het WLO-Laag-scenario. In onderstaande tabel zijn het aantal vluchten, het aantal passagiers, hoeveelheden vracht en CO₂-emissies opgenomen. Hierna zijn enkele van deze resultaten ook in plots weergegeven. In deze figuren is de historische ontwikkeling vanaf 2000 t/m 2021 afgebeeld met een grijze lijn. Deze is gebaseerd op cijfers van het CBS. De grijze stip geeft het basisjaar (2017) van het AEOLUS-model aan. Dit is het startpunt van de simulatie. De rode en blauwe stippen beschrijven de prognoses voor respectievelijk het nulalternatief (500k) en variant 2 (Milieu- & geluidvariant) voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

Luchtvaartprognoses	2017	2030		2040		2050	
WLO Laag scenario	Basisjaar	Nulvariant	Variant 2	Nulvariant	Variant 2	Nulvariant	Variant 2
Vluchten							
Schiphol	496,803	494,702	454,780	500,000	490,068	500,000	534,183
Passagiersvluchten	478,944	467,453	432,451	477,623	468,286	479,506	513,506
Vrachtluchten	17,859	27,249	22,329	22,377	21,782	20,494	20,677
Europese vluchten	397,743	379,328	358,899	383,874	389,530	385,981	429,549
Intercontinentale vluchten	99,060	115,374	95,880	116,126	100,537	114,019	104,634
Eindhoven	34,925	21,891	21,536	23,355	22,793	28,719	24,005
Rotterdam The Hague	16,264	11,931	11,752	15,010	12,773	16,837	13,720
Maastricht	4,419	5,500	4,684	6,168	4,796	6,768	4,909
Groningen	3,429	1,679	1,689	2,483	2,194	3,177	2,740
Nederland	555,840	535,703	494,441	547,016	532,624	555,501	579,557
Passagiers (miljoen)							
Schiphol	68.4	86.5	79.2	96.1	93.2	100.2	106.2
Motief zakelijk	20.0	28.5	26.4	32.1	31.9	34.1	37.2
Motief overig	48.4	58.0	52.8	64.0	61.3	66.1	68.9
OD-reizigers Europa	32	38	39	43	46	46	53
OD-reizigers Europa	11	15	14	18	16	20	17
Transferreizigers	25.3	33.3	26.8	35.3	31.2	34.1	35.6
Eindhoven	5.7	4.5	4.5	5.2	5.2	6.7	5.7
Rotterdam The Hague	1.7	1.6	1.6	2.2	1.9	2.6	2.1
Maastricht	0.17	0.22	0.21	0.29	0.24	0.33	0.27
Groningen	0.20	0.13	0.13	0.20	0.18	0.27	0.23
Nederland	76.2	93.0	85.6	104.0	100.7	110.1	114.5
Kilometers (miljoen)							
Reizigerskilometers	209,329	282,463	242,570	316,211	280,002	325,197	310,263
Vracht (kiloton)							
Schiphol	1,787	2,599	2,145	2,506	2,296	2,523	2,452
Maastricht	52	76	62	87	67	100	71
Nederland	1,839	2,675	2,207	2,593	2,363	2,623	2,522
CO₂-emissies vluchtfase (megaton)							
Schiphol	10.7	10.1	8.7	7.4	6.5	3.7	3.1
Nederland	11.2	10.4	9.0	7.6	6.8	3.9	3.2
CO₂-emissies LTO-fase (megaton)							
Schiphol	0.71	0.67	0.59	0.52	0.48	0.32	0.28
Nederland	0.78	0.71	0.63	0.55	0.51	0.34	0.30

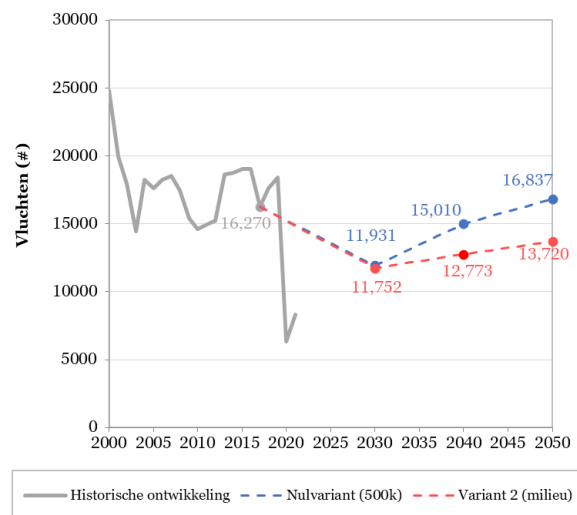
Aantal vluchten Schiphol



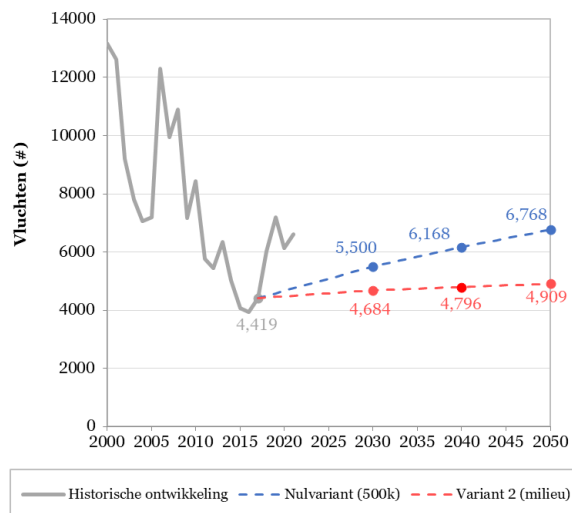
Aantal vluchten Eindhoven



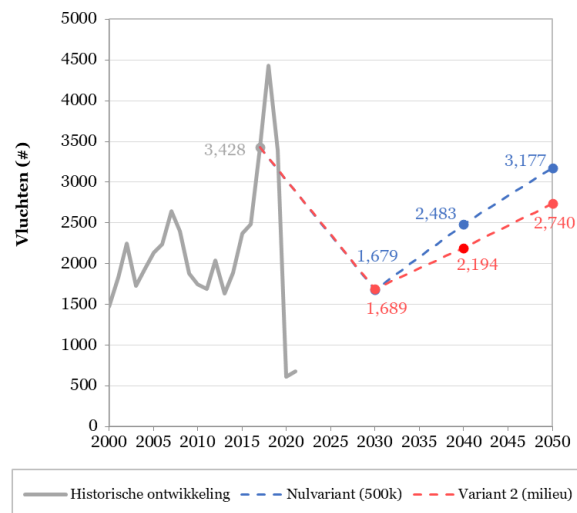
Aantal vluchten Rotterdam



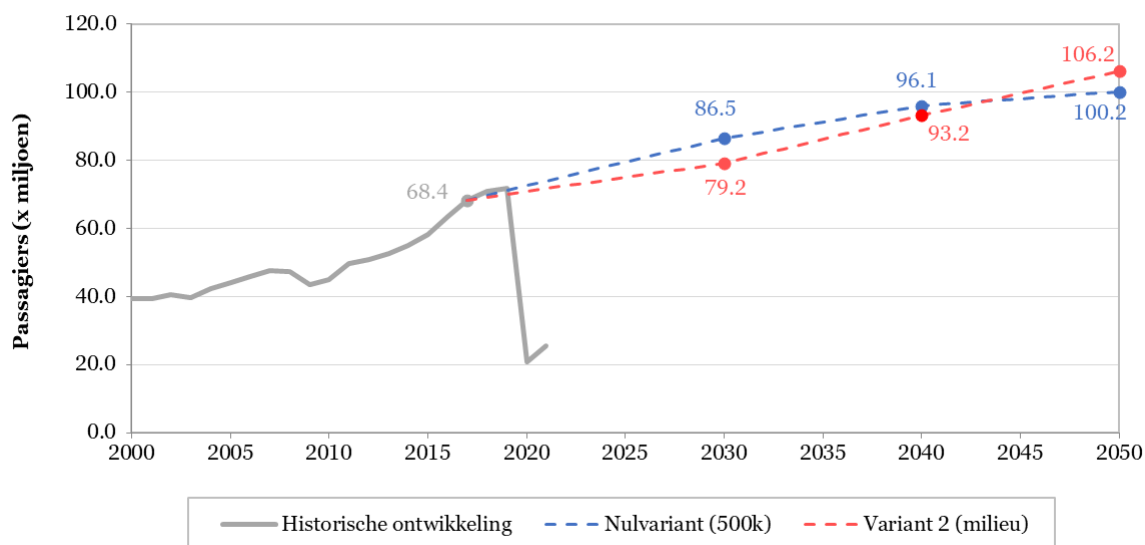
Aantal vluchten Maastricht



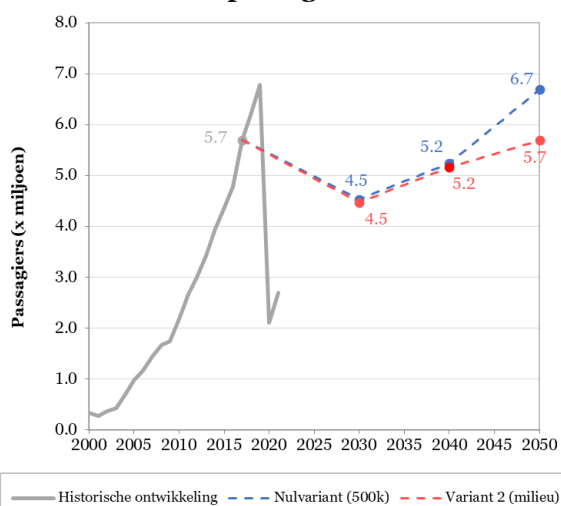
Aantal vluchten Groningen



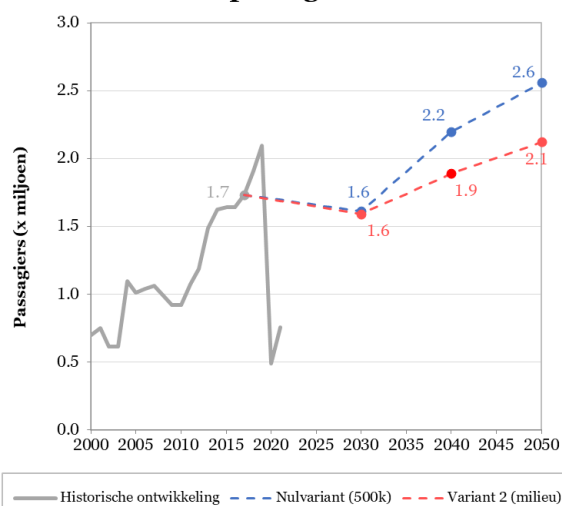
Aantal passagiers Schiphol



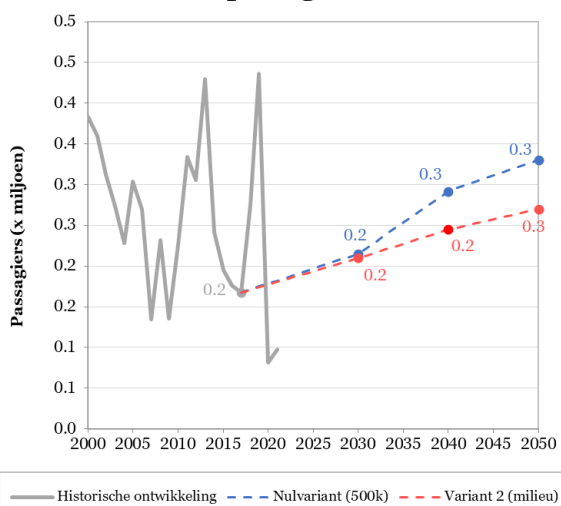
Aantal passagiers Eindhoven



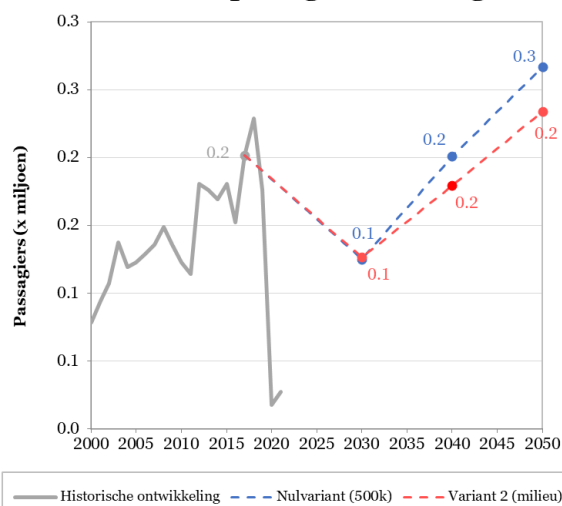
Aantal passagiers Rotterdam

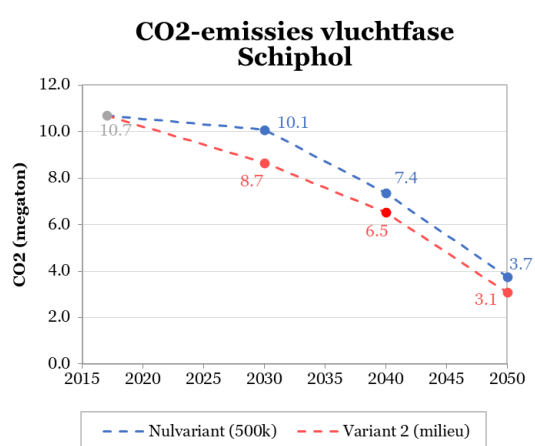
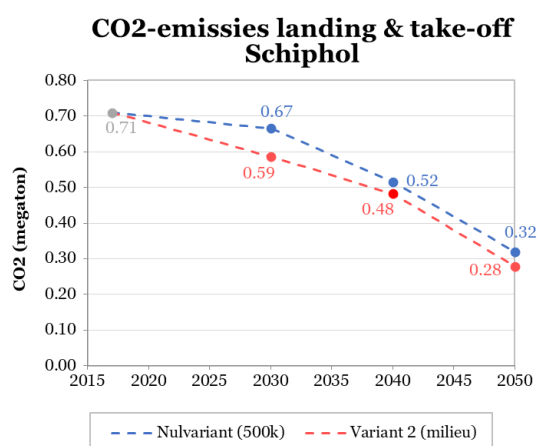
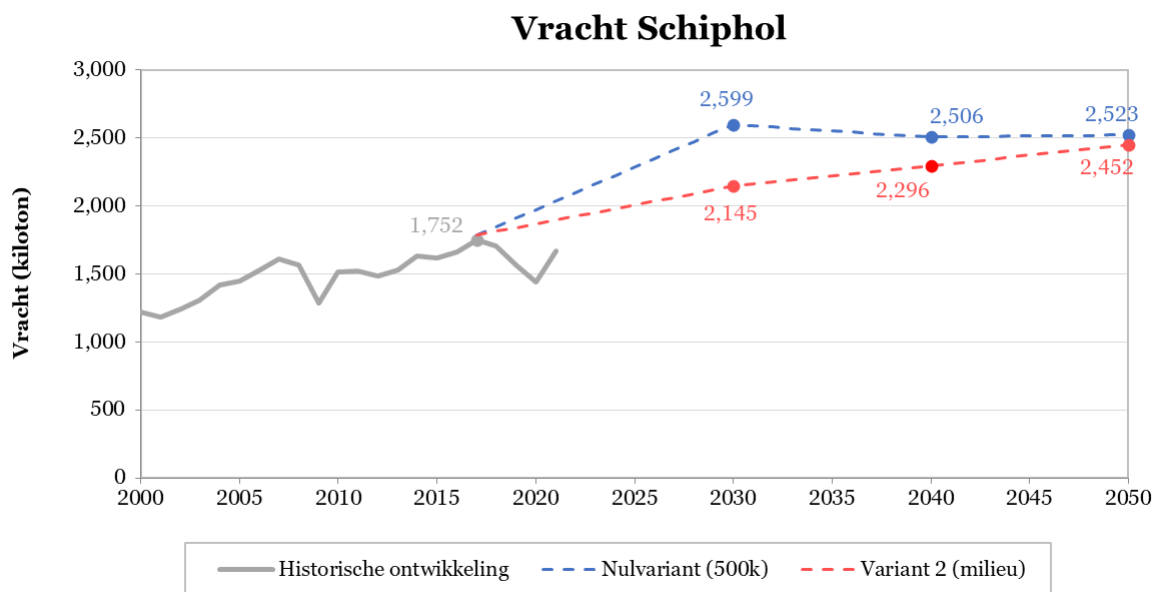


Aantal passagiers Maastricht



Aantal passagiers Groningen



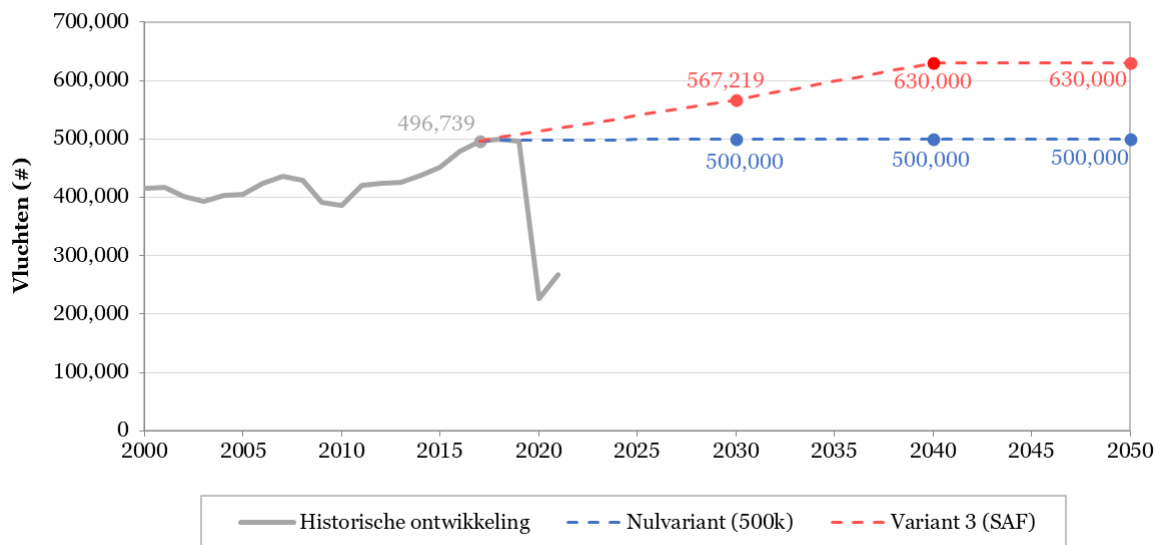


Variant 3 (SAF-variant, verplichting schone brandstoffen) - WLO-Hoog-scenario

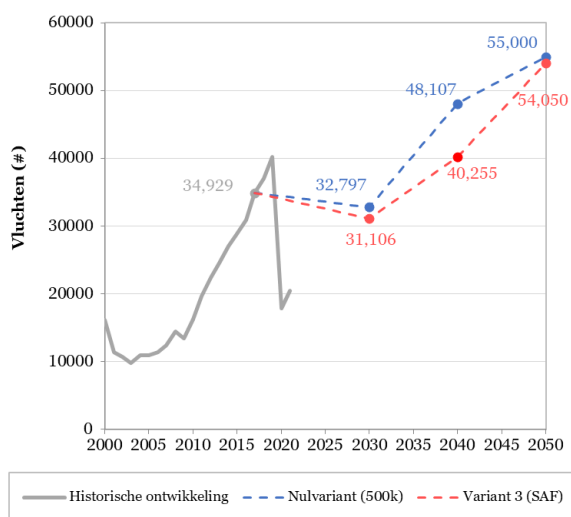
Deze sectie toont de AEOLUS-modelresultaten voor het WLO-Hoog-scenario. In onderstaande tabel zijn het aantal vluchten, het aantal passagiers, hoeveelheden vracht en CO₂-emissies opgenomen. Hierna zijn enkele van deze resultaten ook in plots weergegeven. In deze figuren is de historische ontwikkeling vanaf 2000 t/m 2021 afgebeeld met een grijze lijn. Deze is gebaseerd op cijfers van het CBS. De grijze stip geeft het basisjaar (2017) van het AEOLUS-model aan. Dit is het startpunt van de simulatie. De rode en blauwe stippen beschrijven de prognoses voor respectievelijk het nulalternatief (500k) en variant 3 (SAF-variant (verplichting schone brandstoffen)) voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

Luchtvaartprognoses	2017	2030		2040		2050	
WLO Hoog scenario	Basisjaar	Nulvariant	Variant 3	Nulvariant	Variant 3	Nulvariant	Variant 3
Vluchten							
Schiphol	496,803	500,000	567,219	500,000	630,000	500,000	630,000
Passagiersvluchten	478,944	488,690	547,693	491,954	621,616	497,197	625,521
Vrachtluchten	17,859	11,310	19,526	8,046	8,384	2,803	4,479
Europese vluchten	397,743	368,553	425,851	364,310	465,430	365,586	462,646
Intercontinentale vluchten	99,060	131,447	141,368	135,690	164,570	134,414	167,354
Eindhoven	34,925	32,797	31,106	48,107	40,255	55,000	54,050
Rotterdam The Hague	16,264	21,152	17,005	28,367	25,337	36,377	33,216
Maastricht	4,419	5,818	5,550	6,594	6,431	7,471	7,312
Groningen	3,429	2,718	2,273	4,607	4,264	7,138	6,503
Nederland	555,840	562,485	623,153	587,675	706,287	605,986	731,081
Passagiers (miljoen)							
Schiphol	68.4	92.8	102.7	101.0	127.1	105.4	132.7
Motief zakelijk	20.0	29.0	32.8	30.0	38.3	30.6	39.0
Motief overig	48.4	63.8	69.9	71.1	88.7	74.8	93.7
OD-reizigers Europa	32	36	42	40	48	44	52
OD-reizigers Europa	11	18	19	25	26	29	31
Transferreizigers	25.3	38.8	42.3	36.4	52.9	32.1	49.1
Eindhoven	5.7	6.7	6.4	10.5	8.9	12.3	12.2
Rotterdam The Hague	1.7	2.8	2.3	4.0	3.6	5.3	4.9
Maastricht	0.17	0.30	0.25	0.40	0.36	0.48	0.45
Groningen	0.20	0.20	0.17	0.36	0.34	0.58	0.53
Nederland	76.2	102.9	111.7	116.3	140.3	124.1	150.8
Kilometers (miljoen)							
Reizigerskilometers	209,329	344,912	363,991	382,058	473,928	396,129	499,698
Vracht (kiloton)							
Schiphol	1,787	1,949	2,708	1,734	2,209	1,396	1,987
Maastricht	52	78	78	94	94	113	113
Nederland	1,839	2,027	2,786	1,827	2,303	1,508	2,099
CO₂-emissies vluchtfase (megaton)							
Schiphol	10.7	11.0	9.8	7.9	6.2	3.8	0.0
Nederland	11.2	11.5	10.1	8.4	6.5	4.1	0.0
CO₂-emissies LTO-fase (megaton)							
Schiphol	0.71	0.66	0.65	0.50	0.48	0.30	0.16
Nederland	0.78	0.72	0.69	0.56	0.51	0.33	0.18

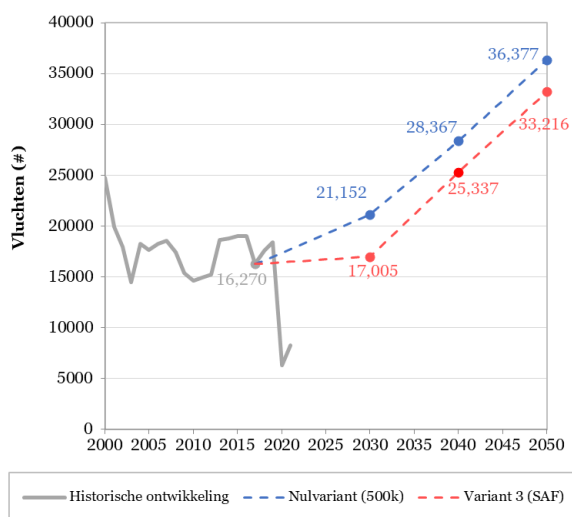
Aantal vluchten Schiphol



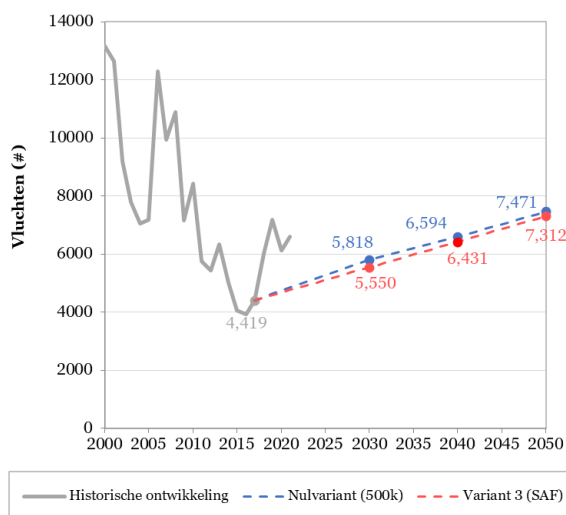
Aantal vluchten Eindhoven



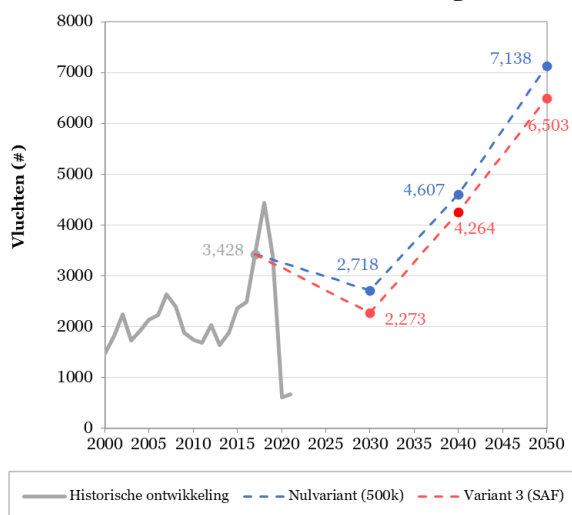
Aantal vluchten Rotterdam



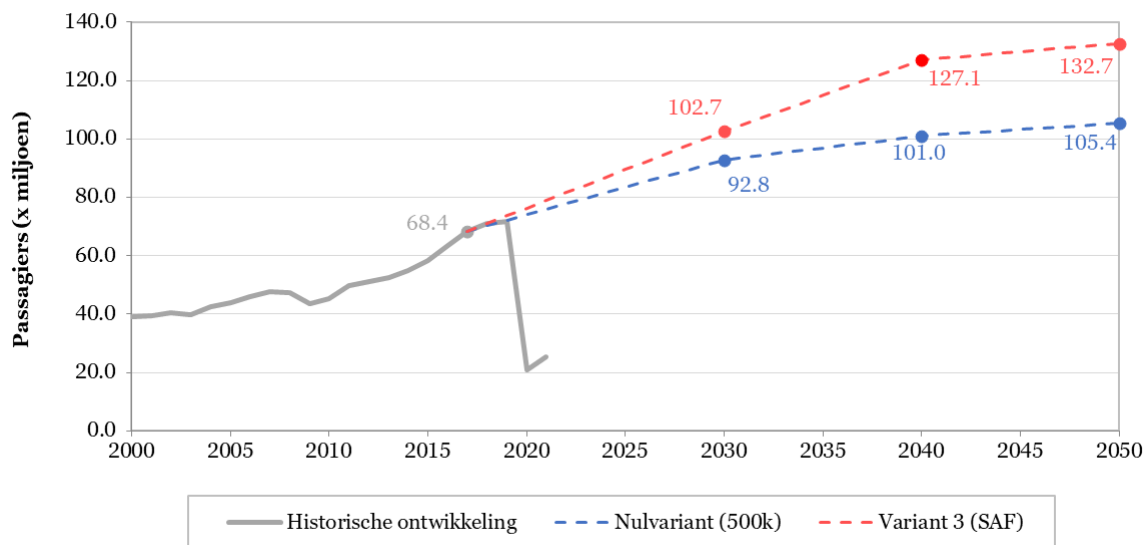
Aantal vluchten Maastricht



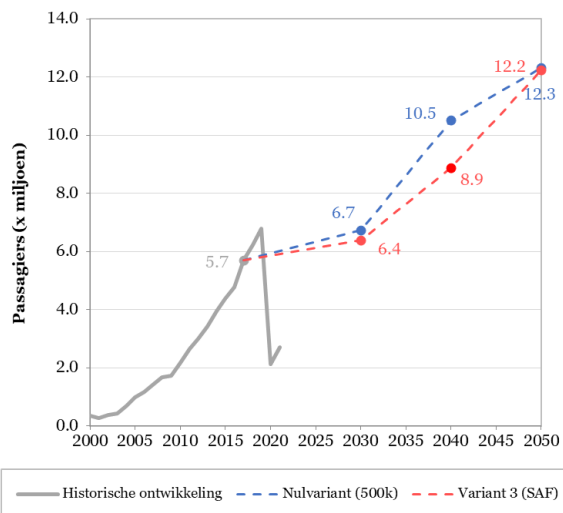
Aantal vluchten Groningen



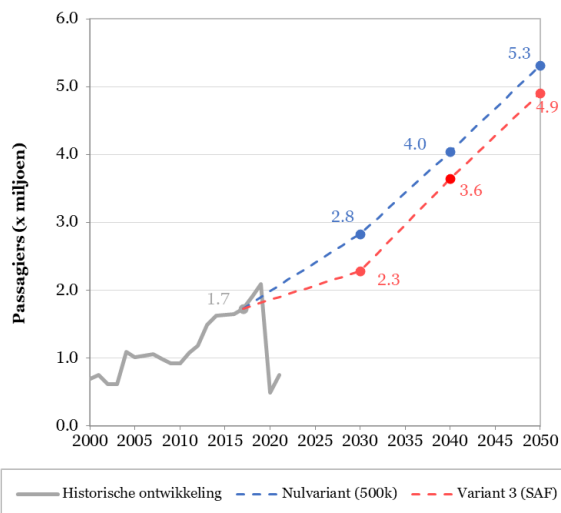
Aantal passagiers Schiphol



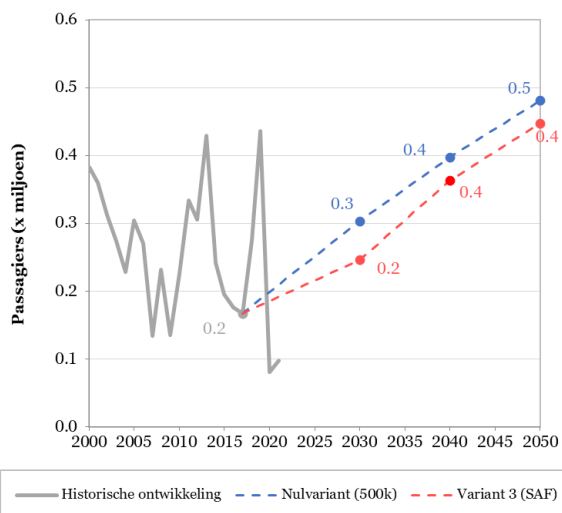
Aantal passagiers Eindhoven



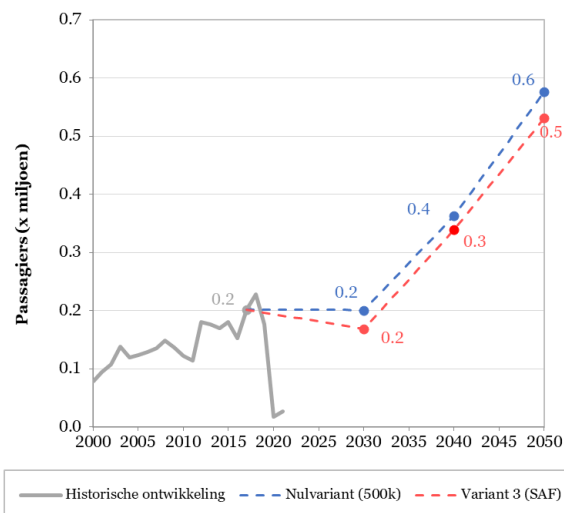
Aantal passagiers Rotterdam

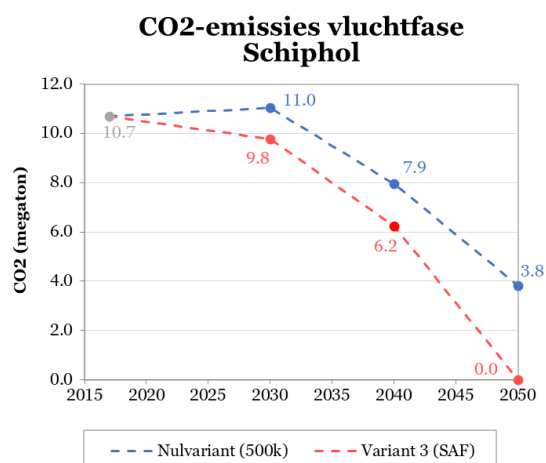
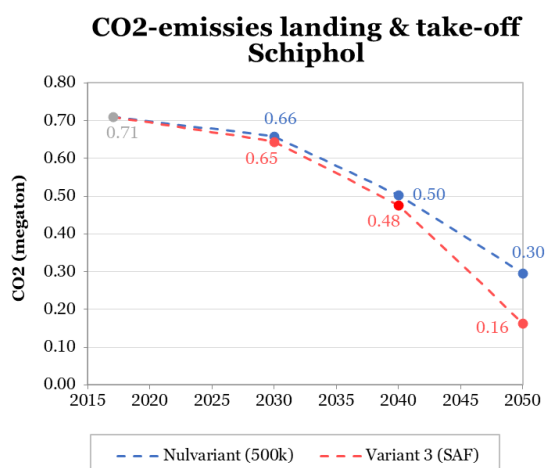
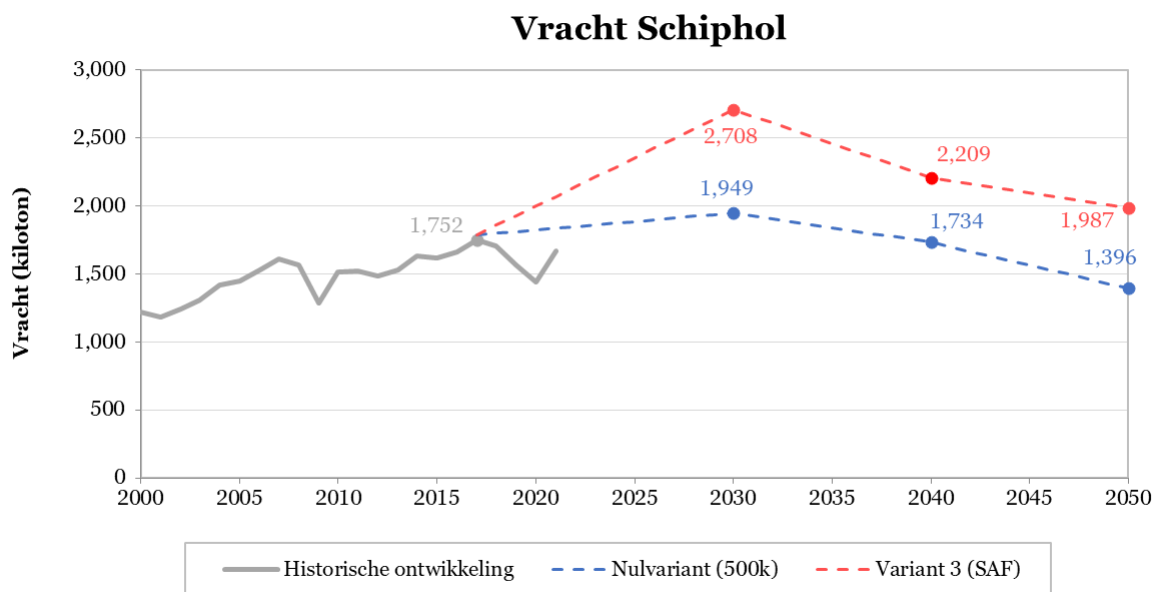


Aantal passagiers Maastricht



Aantal passagiers Groningen



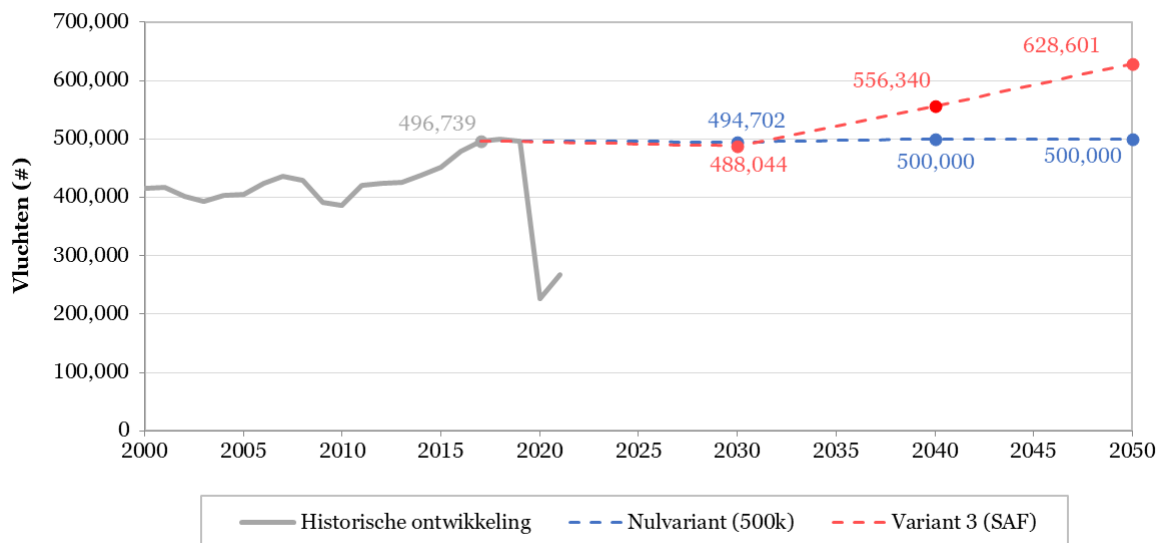


Variant 3 (SAF-variant, verplichting schone brandstoffen) - WLO-Laag-scenario

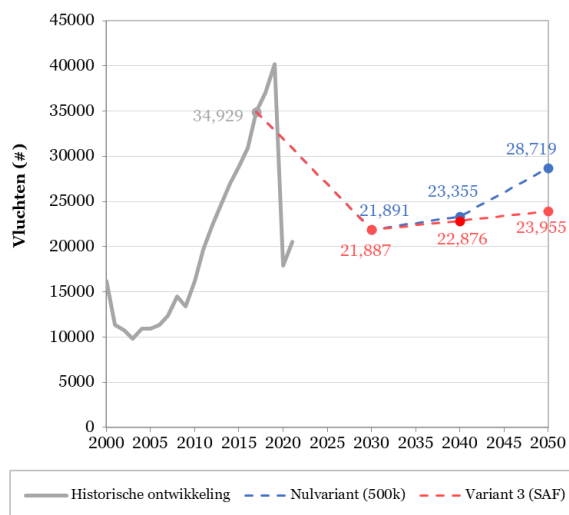
Deze sectie toont de AEOLUS-modelresultaten voor het WLO-Laag-scenario. In onderstaande tabel zijn het aantal vluchten, het aantal passagiers, hoeveelheden vracht en CO₂-emissies opgenomen. Hierna zijn enkele van deze resultaten ook in plots weergegeven. In deze figuren is de historische ontwikkeling vanaf 2000 t/m 2021 afgebeeld met een grijze lijn. Deze is gebaseerd op cijfers van het CBS. De grijze stip geeft het basisjaar (2017) van het AEOLUS-model aan. Dit is het startpunt van de simulatie. De rode en blauwe stippen beschrijven de prognoses voor respectievelijk het nulalternatief (500k) en variant 3 (SAF-variant (verplichting schone brandstoffen)) voor de zichtjaren 2030, 2040 en 2050.

Luchtvaartprognoses	2017	2030		2040		2050	
WLO Laag scenario	Basisjaar	Nulvariant	Variant 3	Nulvariant	Variant 3	Nulvariant	Variant 3
Vluchten							
Schiphol	496,803	494,702	488,044	500,000	556,340	500,000	628,601
Passagiersvluchten	478,944	467,453	460,329	477,623	527,152	479,506	598,035
Vrachtluchten	17,859	27,249	27,716	22,377	29,188	20,494	30,567
Europese vluchten	397,743	379,328	374,379	383,874	426,733	385,981	482,280
Intercontinentale vluchten	99,060	115,374	113,665	116,126	129,607	114,019	146,322
Eindhoven	34,925	21,891	21,887	23,355	22,876	28,719	23,955
Rotterdam The Hague	16,264	11,931	11,926	15,010	12,758	16,837	15,073
Maastricht	4,419	5,500	5,500	6,168	5,975	6,768	6,662
Groningen	3,429	1,679	1,680	2,483	2,163	3,177	2,945
Nederland	555,840	535,703	529,037	547,016	600,112	555,501	677,236
Passagiers (miljoen)							
Schiphol	68.4	86.5	85.1	96.1	105.7	100.2	124.7
Motief zakelijk	20.0	28.5	28.1	32.1	35.5	34.1	42.6
Motief overig	48.4	58.0	57.0	64.0	70.2	66.1	82.1
OD-reizigers Europa	32	38	38	43	47	46	54
OD-reizigers Europa	11	15	15	18	18	20	21
Transferreizigers	25.3	33.3	32.1	35.3	40.9	34.1	50.0
Eindhoven	5.7	4.5	4.5	5.2	5.1	6.7	5.6
Rotterdam The Hague	1.7	1.6	1.6	2.2	1.9	2.6	2.3
Maastricht	0.17	0.22	0.22	0.29	0.25	0.33	0.31
Groningen	0.20	0.13	0.13	0.20	0.18	0.27	0.25
Nederland	76.2	93.0	91.6	104.0	113.1	110.1	133.1
Kilometers (miljoen)							
Reizigerskilometers	209,329	282,463	276,747	316,211	344,331	325,197	406,959
Vracht (kiloton)							
Schiphol	1,787	2,599	2,599	2,506	3,004	2,523	3,473
Maastricht	52	76	76	87	87	100	100
Nederland	1,839	2,675	2,675	2,593	3,091	2,623	3,573
CO₂-emissies vluchtfase (megaton)							
Schiphol	10.7	10.1	9.8	7.4	6.2	3.7	0.0
Nederland	11.2	10.4	10.1	7.6	6.4	3.9	0.0
CO₂-emissies LTO-fase (megaton)							
Schiphol	0.71	0.67	0.65	0.52	0.49	0.32	0.18
Nederland	0.78	0.71	0.69	0.55	0.52	0.34	0.18

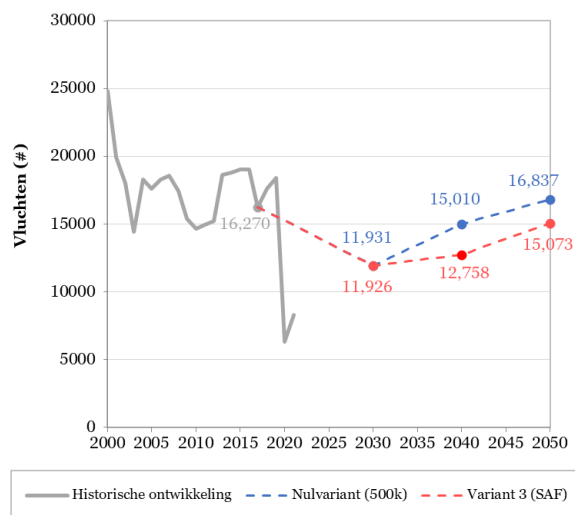
Aantal vluchten Schiphol



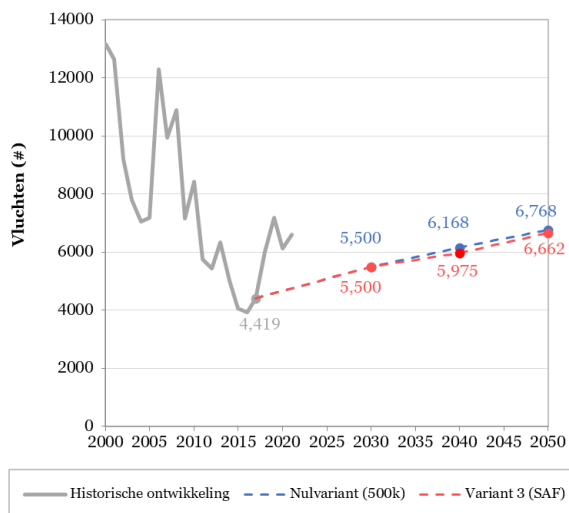
Aantal vluchten Eindhoven



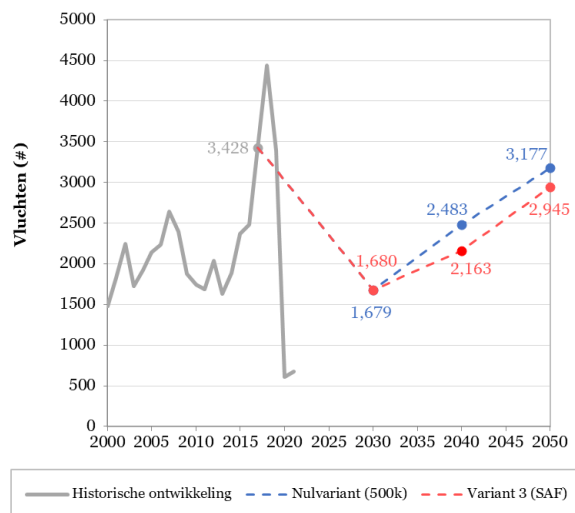
Aantal vluchten Rotterdam



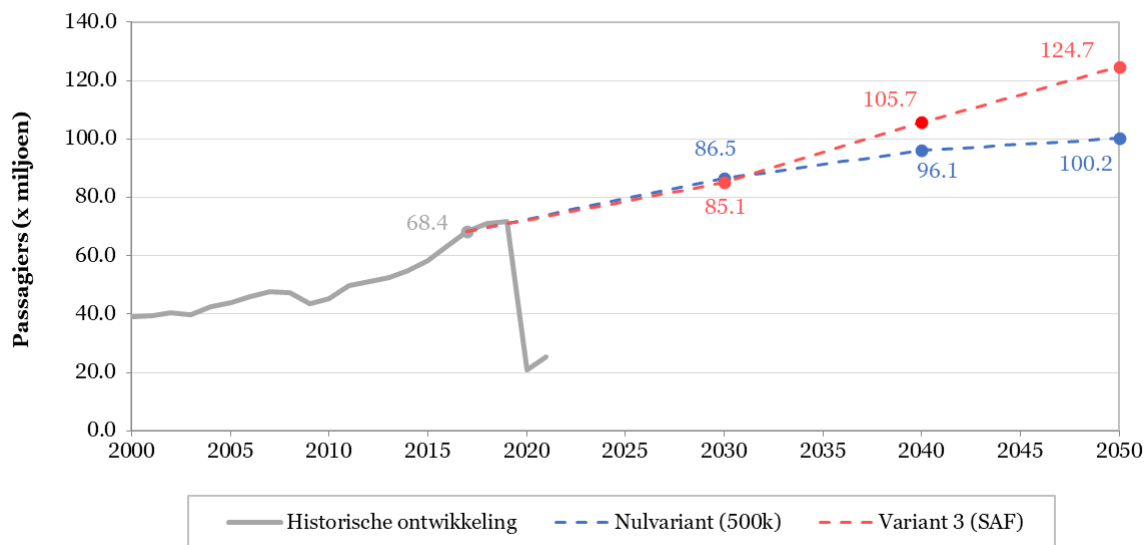
Aantal vluchten Maastricht



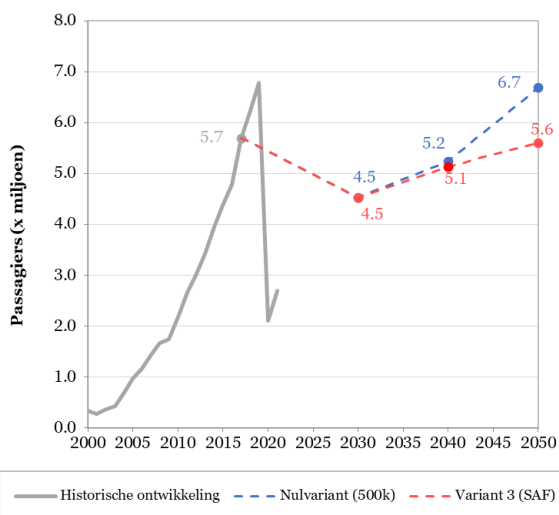
Aantal vluchten Groningen



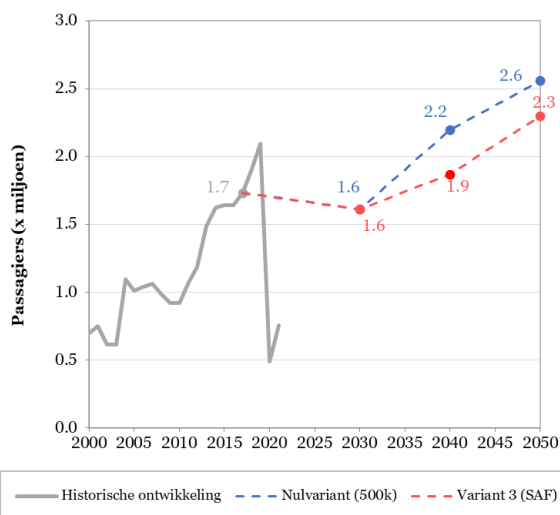
Aantal passagiers Schiphol



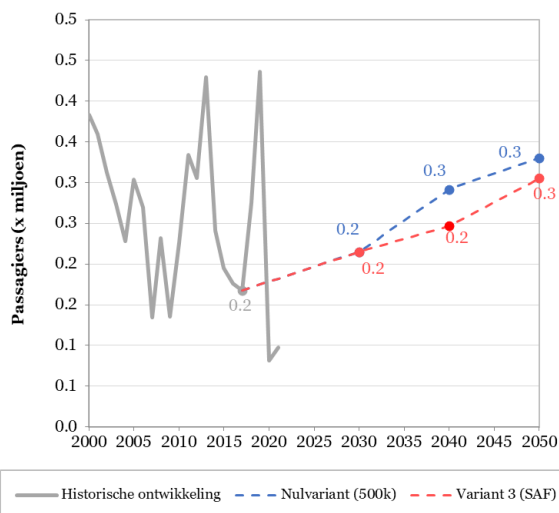
Aantal passagiers Eindhoven



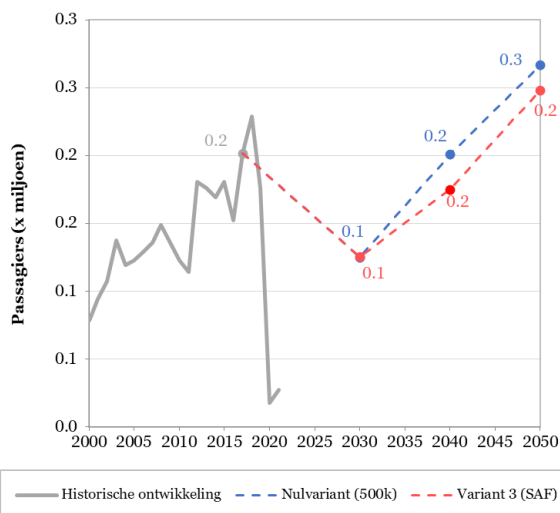
Aantal passagiers Rotterdam



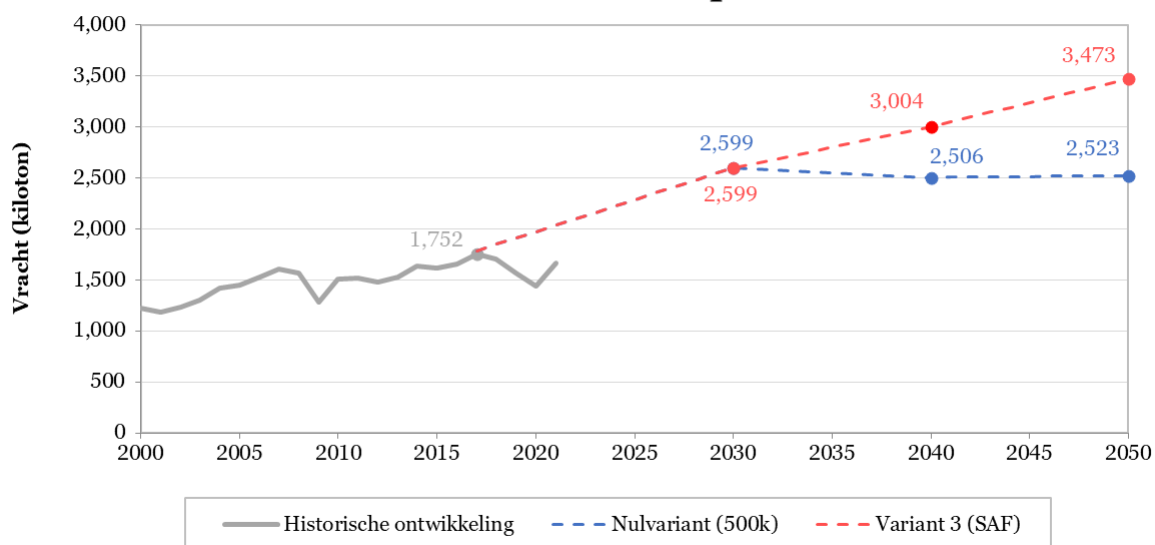
Aantal passagiers Maastricht



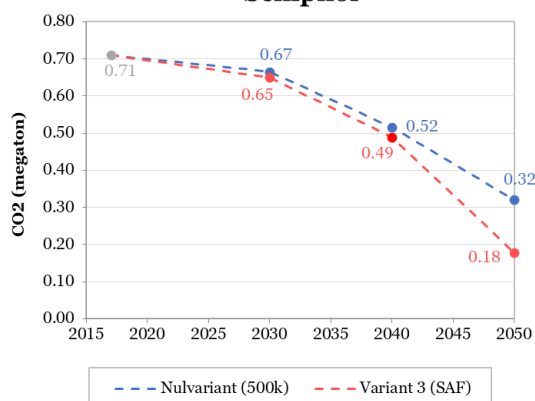
Aantal passagiers Groningen



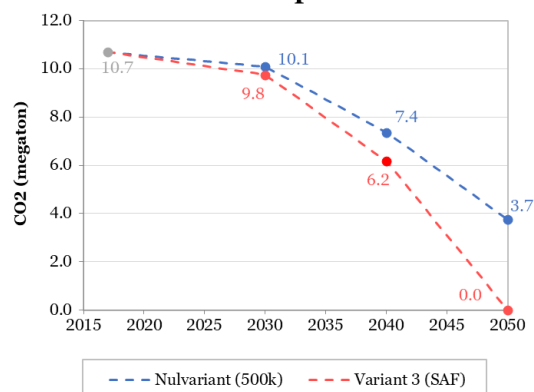
Vracht Schiphol



CO2-emissies landing & take-off Schiphol



CO2-emissies vluchtfase Schiphol



Bijlage F Resultaten SAF-variant

Deze bijlage bevat de verschillende effecten, kosten en baten van beleidsvariant 3 (SAF-variant, verplichting schone brandstoffen). We beschrijven deze resultaten niet uitvoerig in de tekst van de bijlage. Hier en daar is een toelichtende opmerking geplaatst. De effecten, kosten en baten van de beleidsvarianten 1 (440k krimpvariant) en 2 (Milieu- & geluidvariant) zijn in de hoofdttekst opgenomen.

Gebruikers van luchtvaart

Passagiers

In 2030 in WLO-Laag is het netwerk met directe bestemmingen vanaf Schiphol in de SAF-variant gelijk aan die in het 500k-nulalternatief. Daarmee komen de reistijdeffecten in dat scenario in 2030 op nul uit.

Tabel F.1 De SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) leidt tot meer vlieguren

Effect	Verschil tussen de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Ticketprijs ^a	Gem. totale ticketprijs (€)					
	+€2,09 à +€4,42	-€0,04 à +€3,87	-€3,39 à +€2,07	-178 à -454	+4 à -489	+423 à -273
	Gem. totale ticketprijs (%)					
	+0,6 à +0,4	-0,6 à +0,7	-1,7 à +0,3			
Reistijd directe bestemmingen ^b	-	-	-	0 à +19	+11 à +24	+24 à +31
Vliegfrequentie ^c (wachttijden)	Gem. frequentie per bestemming p/dag (%)					
	-1,6 à +11,4	+10,3 à +26,7	+25,8 à +26,7	-16 à +67	+86 à +221	+252 à +263
Verandering reizigersaantallen (volume)	Passagiersaantallen Schiphol (%)					
	-1,6 à +10,5	+10,0 à +25,2	+24,4 à +25,0	-3 à +18	+18 à +41	+121 à +47
Totaal	-	-	-	-197 à -350	+120 à -203	+820 à +68
w.v. Nederlandse reizigers^d	-	-	-	-21 à +36	+45 à -3	+172 à +53
Buitenlandse reizigers	-	-	-	-176 à -386	+75 à -200	+648 à +16
Belasting Rijksoverheid (vliegbelasting)	-	-	-	-2 à +71	+46 à +96	+96 à +126

a Ticketprijsverhogingen door beperking van het aantal vluchten. Daarnaast zijn er tijdelijke ticketprijsverlagingen t.b.v. slotbehoud.

b Minder directe bestemmingen voor zakelijke reizigers leiden tot extra overstapkosten.

c Lagere vliegfrequenties leiden tot tijdverlies. Dit is vooral relevant voor zakelijke passagiers. We nemen dit effect daarom wel mee voor zakelijke passagiers maar niet voor sociaal-recreatief verkeer.

d Dit betreft inwoners van Nederland; het gaat niet om de nationaliteit van de reizigers.

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Vracht

In WLO-Laan in 2030 is er geen verandering van de vervoerde hoeveelheid vracht en daarmee is er zowel geen volume-effect als geen impact op de capaciteit en daarmee de vrachttarieven.

Tabel F.2 De SAF-variant verhoogt de vrachttarieven en verlaagt het vrachtvolume

Effect	Verskil tussen de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Vrachttarieven ^a en frequentie-effect	-	-	-	0 à +139	+79 à +72	+140 à +96
Verandering vrachtvolume	Vervoerd vrachtvolume Schiphol (%)			0 à +26	+8 à +8	+22 à +15
	0 à +39,0	+19,9 à +27,4	+37,6 à +42,4			
<i>Totaal</i>	-	-	-	0 à +166	+87 à +80	+162 à +111
w.v. Nederlandse bedrijven^b	-	-	-	0 à +65	+34 à +31	+64 à +44
Buitenlandse bedrijven	-	-	-	0 à +100	+53 à +48	+98 à +67

a Verandering vrachttarieven door toename van het aantal vluchten.

b Dit betreft het deel van de welvaartseffecten dat in Nederland (bij Nederlandse bedrijven) neerslaat.

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Luchtvaartmaatschappijen

Tabel F.3 De SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) leidt tot meer winst dan het 500k-nulalternatief

Effect	Verskil tussen de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
<i>Bedrijfswinsten:</i>						
Volume-effect (winsten)	-	-	-	-7 à +151	+116 à +195	+252 à +214
Kostenefficiëntie (vaste kosten)	-	-	-	-11 à +141	+118 à +245	+275 à +261
Schaarstewinsten ^a	-	-	-	+178 à +454	-4 à +489	-423 à +273
<i>Totaal effect brutowinsten</i>	-	-	-	+160 à +745	+230 à +929	+104 à +749
w.v. belasting Rijksoverheid (vennootschapsbelasting)	-	-	-	+27 à +125	+39 à +156	+17 à +126
<i>Welvaartseffecten:</i>						
Passagiersaantallen (producentensurplus)	-1,6 à +10,5	+10,0 à +25,2	+24,4 à +25,0	-1 à +10	+10 à +26	+25 à +26
Vrachthoeveelheden (producentensurplus)	0 à +39,0	+19,9 à +27,4	+37,6 à +42,4	0 à +8	+5 à +5	+10 à +6
Kostenefficiëntie (vaste kosten)	-	-	-	-11 à +141	+118 à +245	+275 à +261
Schaarstewinsten ^a	-	-	-	+178 à +454	-4 à +489	-423 à +273
<i>Totaal welvaartseffect</i>	-	-	-	+166 à +612	+129 à +764	-114 à +567
w.v. Nederlandse aandeelhouders	-	-	-	+17 à +61	+13 à +76	-11 à +57
Buitenlandse aandeelhouders	-	-	-	+149 à +550	+116 à +688	-103 à +510

a Ticketprijsverhogingen door beperking van het aantal vluchten. Daarnaast zijn er in de jaren vóór 2030 tijdelijke ticketprijsverlagingen t.b.v. slotbehoud.

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Het bedrijf Schiphol

Tabel F.4 De SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) verhoogt de winst van het bedrijf Schiphol

Effect	Verskil tussen de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) en 500k-alternatief (%)			Waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
<i>Bedrijfswinst Royal Schiphol Group:</i>						
Volume-effect (winsten)	-	-	-	-4 à +25	+25 à +65	+63 à +68
Kostenefficiëntie (vaste kosten) passagiers en vracht	-	-	-	-3 à +35	+29 à +61	+68 à +65
<i>Totaal effect brutowinsten</i>	-	-	-	-6 à +60	+54 à +126	+131 à +132
w.v. belasting Rijksoverheid (vennootschapsbelasting)	-	-	-	-1 à +13	+12 à +28	+29 à +30
<i>Welvaartseffecten:</i>						
Volume-effect (producentensurplus)	-	-	-	-1 à +10	+10 à +26	+25 à +26
Kostenefficiëntie (vaste kosten) passagiers en vracht	-	-	-	-3 à +35	+29 à +61	+68 à +65
Totaal welvaartseffect	-	-	-	-4 à +45	+39 à +86	+92 à +91

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Bredere economische effecten

Tabel F.5 De SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) leidt met name op langere termijn tot positieve effecten op de economie

Effect	Verschil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (duizenden fte)			Toegevoegde waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2025 t/m 2030	2025 t/m 2040	2025 t/m 2050	2025 t/m 2030	2025 t/m 2040	2025 t/m 2050
<i>Netto werkgelegenheid</i>	-2 à +20	+17 à +37	+38 à +37	-200 à +2.600	+2.400 à +5.500	+5.800 à +6.300
w.v. airlines en Schiphol	0 à +3	+3 à +7	+7 à +7	-100 à +500	+600 à +1.700	+1.700 à +1.800
w.v. andere luchthavengebonden activiteiten en toeleveranciers	-1 à +17	+14 à +29	+28 à +29	-100 à +2.000	+1.700 à +3.700	+3.800 à +4.300
w.v. overig (vnl. horeca)	-1 à +1	+1 à +1	+3 à +2	-100 à +100	+100 à +100	+300 à +200
w.v. belasting Rijksoverheid (btw over bestedingen)				0 à +300	+300 à +600	+600 à +700
				Welvaartseffecten werkenden		
Bruto arbeidskosten				-100 à +1.400	+1.200 à +2.500	+2.800 à +3.000
Af: Waarde vrije tijd				+100 à -700	-600 à -1.400	-1.500 à -1.600
Netto welvaartseffect (saldo)				-100 à +600	+500 à +1.200	+1.300 à +1.400

Bron: SEO Economisch Onderzoek o.b.v. modelresultaten Significance

Geluid

Figuur F.1 De SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) leidt in de meeste zichtjaren tot een significante toename van het aantal ernstig gehinderden



Bron: Modeluitkomsten NLR, op basis van AEOLUS-output

Tabel F.6 Het verschil in gemonetariseerde geluidsschade loopt op tot zo'n 56 miljoen euro kosten per jaar in WLO-Hoog.

Effect	Verskil tussen het SAF-variant en 500k-alternatief (%)			Toegevoegde waarde van dit verschil (€ miljoen)		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Welvaartseffect van verschil in geluidblootstelling	-2% à -42%	-42% à -41%	-57% à -61%	2,9 à -56,0	-40,9 à -36,8	-28,4 à -26,1

Bron: Berekening CE Delft, op basis van modeluitkomsten NLR

CO₂Tabel F.7 Door de extra bijmenging van SAF nemen de netto mondiale CO₂-emissies af tot meer dan 3 Mton in 2040

Effect	Verskil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (Mton CO ₂)		
	2030	2040	2050
Vershil in CO ₂ -emissies vertrekkende vluchten uit Nederland	-0,39 à -1,27	-1,14 à -1,51	-3,70 à -3,87
Vershil in CO ₂ -emissies vertrekkende vluchten uit de rest van de wereld	0,10 à -0,69	-0,65 à -2,01	-1,26 à -2,21
Vershil in CO ₂ -emissies door verschil in CORSIA-offsets	0,00 à 0,01	0,15 à 0,29	4,00 à 4,90
Vershil in CO ₂ -emissies landvervoer	0,01 à -0,11	-0,02 à -0,07	-0,03 à -0,04
Netto effect op CO₂-emissies	-0,28 à -2,05	-1,67 à -3,30	-1,00 à -1,22

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Tabel F.8 Het gewaardeerde verschil in netto CO₂-emissies is zeer afhankelijk van het gehanteerde prijspad en loopt op tot meer dan 1 miljard euro per jaar bij gebruik van het 1,5°C-prijspad (WLO-Hoog)

Effect	Verskil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect verschil in netto CO₂-emissies - gewaardeerd tegen WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	8,5 à 243,2	70,8 à 551,7	59,7 à 288,6
Welvaartseffect verschil in netto CO₂-emissies - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	42,2 à 517,2	352,8 à 1.267,4	297,6 à 716,1

Bron: Analyse CE Delft

Non-CO₂-klimaateffectenTabel F.9 De extra vluchten in de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) leiden tot fors meer non-CO₂-impacts, zeker in WLO-Hoog waar in een grote vraag naar intercontinentale vluchten wordt voorzien

Effect	Verskil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (Mton CO ₂ -eq.)		
	2030	2040	2050
Vershil in non-CO₂-impacts tussen SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) en 500k	0,29 à 1,25	0,99 à 2,39	2,39 à 7,98

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Tabel F.10 De gemonetariseerde additionele non-CO₂-impact loopt op tot meerdere miljarden per jaar

Effect	Verschil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect verschil in non-CO ₂ -klimaatimpact - gewaardeerd tegen de WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	-8,6 à -148,5	-42,2 à -399,5	-142,8 à -1.882,1
Welvaartseffect verschil in non-CO ₂ -klimaatimpact - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	-42,9 à -276,9	-210,4 à -917,7	-711,6 à -4.670,0

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Verdringingseffecten door synfuel-productie

Tabel F.11 Het verschil in CO₂-emissies door extra verdringing groeit o.b.v. bovenstaande aannames tot bijna 0,5 Mton in 2050

Effect	Verschil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (Mton CO ₂)		
	2030	2040	2050
Vershil in CO ₂ -emissies tussen SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) en 500k t.g.v. verdringingseffecten	0,00 à 0,02	0,13 à 0,31	0,49 à 0,48

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Tabel F.12 Het verwachte welvaartsverschil als gevolg van extra verdringingseffecten loopt op tot meer dan 200 miljoen euro per jaar in 2050 bij waardering met 1,5°C-prijzen

Effect	Verschil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
Welvaartseffect extra verdringing - gewaardeerd tegen de WLO-prijspaden (passend bij 2,75°C tot 3,75°C temperatuurstijging)	0,1 à -2,1	-5,5 à -51,6	-29,1 à -114,1
Welvaartseffect vermeden verdringing - gewaardeerd tegen actuele prijzen (passend bij 1,5°C tot 2°C temperatuurstijging)	0,5 à -4,6	-27,6 à -118,5	-144,8 à -283,1

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Stikstof en lokale luchtkwaliteit

Tabel F.13 Het welvaartsverschil door veranderingen in luchtverontreiniging wordt grotendeels bepaald door NO_x en loopt op tot meer dan 30 miljoen euro per jaar

Effect	Verskil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
CO	0,0	0,0 à -0,1	-0,1
NO _x (effecten op gezondheid)	1,5 à -14,1	-16,0 à -28,8	-35,4 à -31,1
VOS	0,0	0,0	0,1
SO ₂	0,1 à 1,5	0,2 à 0,3	1,2
PM ₁₀	0,2 à 0	0,0 à -0,1	0,6
PM _{0,1}	0,1 à 0	0,0	0,3

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Tabel F.14 Het welvaartsverschil door veranderingen in stikstofdepositie is beperkt

Effect	Verskil tussen SAF-variant en 500k-alternatief (€ miljoen)		
	2030	2040	2050
NO _x (effecten van stikstof op natuurkwaliteit)	0,1 à -1,3	-1,5 à -2,7	-3,3 à -2,9

Bron: Analyse CE Delft, op basis van AEOLUS-output

Kosten en baten

Uit onderstaande tabel blijkt dat de SAF-variant in de meeste scenario's en zichtjaren tot *extra* klimaatschade leidt. Dit komt omdat het aantal passagierskilometers in de SAF-variant flink groeit. Het positieve klimaateffect van extra SAF-gebruik (samenstellingseffect) weegt niet op tegen het negatieve volume-effect.

Tabel F.15 Kosten en baten van de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen) (t.o.v. 500k)

Welvaartseffecten Nederland		Tot en met 2029	Tot en met 2040	Tot en met 2050
Passagiers	Ticketprijzen	-50 à -30	-70 à -250	+280 à -520
	Reistijd	0 à +13	+20 à +70	+50 à +120
	Vliegfrequentie	-10 à +60	+60 à +320	+280 à +640
	Volume-effect (aantal reizigers)	0 à +10	+10 à +60	+60 à +110
Luchtvracht	Tarieven/Reistijd/Vliegfrequentie	0 à +120	+120 à +480	+390 à +680
	Volume-effect (omvang vracht)	0 à +23	+10 à +80	+50 à +110
Luchtvaart-maatschappijen	Ticketprijzen/tarieven	+50 à +100	+110 à +480	-60 à +710
	Volume-effect (aantal reizigers, omvang vracht)	0 à +5	+5 à +20	+20 à +40
	Kostenefficiëntie	0 à +40	+40 à +200	+160 à +350
Schiphol (bedrijf)	Volume-effect (aantal reizigers, omvang vracht)	0 à +30	+30 à +180	+140 à +340
	Kostenefficiëntie	-10 à +100	+100 à +500	+400 à +880
Bredere economische effecten	Overige activiteiten en toeleveranciers Schiphol	-20 à +420	+380 à +970	+780 à +1.080
	Toerisme en zakelijk bezoek	-10 à +20	+10 à +20	+50 à +50
	Agglomeratie-effecten	+PM (klein)	+PM (klein)	+PM (klein)
Omgevingseffecten	Geluid	+10 à -170	-140 à -560	-350 à -750
	Stikstof (natuurkwaliteit)	0 à -4	-5 à -20	-20 à -40
	Luchtkwaliteit voor mensen	+10 à -40	-50 à -250	-190 à -420
Klimaat effecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)	CO ₂	-140 à +340	-610 à +2.070	-1.490 à +4.030
	Non-CO ₂	-20 à -370	-210 à -2.400	-850 à -9.570
Klimaat effecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)	CO ₂	-30 à +1.080	+350 à +6.330	+1.950 à 13.220
	Non-CO ₂	-110 à -780	-1.020 à -5.290	-4.240 à -22.600
Belastingen	Vliegbelasting, btw en vennootschapsbelasting	+50 à +790	+750 à +3.060	+1.660 à +4.780
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)		-160 à +1.460 +PM (klein)	+550 à +5.040 +PM (klein)	+1.360 à +2.610 +PM (klein)
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)		-130 à +1.790 +PM (klein)	+698 à +6.410 +PM (klein)	+1.400 à -1.220 +PM (klein)

Noot: Verschillen tussen beleidsalternatieven en het nulalternatief (max. 500k vluchten). Contante waarden in miljoenen euro's voor resp. WLO-scenario Laag à WLO-scenario Hoog, teruggerekend naar basisjaar 2023 in prijzen van 2023. + is baten, – is kosten. Klimaat effecten voor Nederland inclusief effecten voor niet-ingezetenen (i.e. wereldwijde impact).

Bron: SEO en CE Delft, o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Bijlage G Hoogte van de reistijdwaardering van reizigers

Tabel G.1 Hoogte van de reistijdwaardering per jaar per type reiziger in WLO-Laat en WLO-Hoog

(x€)	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
WLO-Laat																										
Niet-zakelijk	69,3	69,7	70,0	70,4	70,7	71,1	71,5	71,9	72,4	72,8	73,2	73,7	74,1	74,6	75,0	75,5	75,9	76,4	76,8	77,3	77,7	78,2	78,7	79,2	79,6	80,1
Zakelijk	126,5	127,1	127,7	128,4	129,0	129,7	130,5	131,2	132,0	132,8	133,6	134,4	135,2	136,0	136,8	137,7	138,5	139,3	140,2	141,0	141,8	142,7	143,6	144,4	145,3	146,2
WLO-Hoog																										
Niet-zakelijk	69,9	70,5	71,1	71,8	72,4	73,1	73,7	74,3	75,0	75,6	76,2	76,9	77,5	78,2	78,9	79,5	80,2	80,9	81,6	82,3	83,0	83,7	84,4	85,1	85,8	86,6
Zakelijk	127,5	128,6	129,8	131,0	132,1	133,3	134,5	135,6	136,8	137,9	139,1	140,3	141,5	142,7	143,9	145,1	146,3	147,6	148,8	150,1	151,4	152,7	154,0	155,3	156,6	157,9

Bron: SEO Economisch Onderzoek (2023), op basis van CPB/PBL (2013)

Noot: Reistijdwaardering in euro's in prijzen van 2023.

Bijlage H Hoogte van de afstandsafhankelijke vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant

Tabel H.1 Hoogte van de afstandsafhankelijke vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant per jaar en bestemming in WLO-Laal (OD; € per vertrekkende vlucht)

Bestemming	Afstand in km	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Hann-Brem	374	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Frankfurt	409	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Londen	409	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Hamburg	418	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Parijs	444	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
GBrittannie	541	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
O-Duitslnd	638	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Zwit-Orijsk	674	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Denemarken	700	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Z-Duitslnd	735	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Lyon-Marsl	815	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Frankrijk	1026	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
O-Europa	1221	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Scandinav	1274	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Italie	1441	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Spanje	1618	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
ZO-Europa	1979	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Portugal	2041	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Griekenlnd	2412	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
M-Oosten	5579	29,1	29,0	28,9	28,9	28,8	28,8	29,9	30,7	31,8	33,0	34,4	36,1	37,9	38,7	39,7	40,8	41,1	41,8	42,4	43,2	44,1	45,7	47,3	49,0	50,8	52,7
NO-VS	6268	32,9	32,8	32,8	32,7	32,6	32,5	33,8	34,8	35,9	37,4	38,9	40,8	42,9	43,8	44,9	46,1	46,7	47,3	48,0	49,0	50,0	51,7	53,6	55,5	57,6	59,6
Canada	6409	33,7	33,6	33,5	33,5	33,4	33,3	34,6	35,6	36,8	38,2	39,8	41,8	43,9	44,9	46,0	47,2	47,7	48,4	49,1	50,1	51,2	53,0	54,9	56,9	58,9	61,0
Azie	6771	35,8	35,7	35,5	35,5	35,5	35,3	36,7	37,8	39,1	40,5	42,3	44,3	46,6	47,6	48,7	50,0	50,6	51,3	52,1	53,1	54,3	56,2	58,2	60,2	62,5	64,7
N-VS	7018	37,1	37,1	36,9	36,8	36,8	36,7	38,1	39,2	40,5	42,1	43,9	46,1	48,4	49,4	50,7	52,0	52,6	53,3	54,1	55,2	56,3	58,3	60,4	62,6	64,9	67,2
Afrika	7079	37,5	37,4	37,3	37,2	37,1	37,1	38,5	39,5	40,9	42,5	44,3	46,4	48,8	49,9	51,1	52,5	53,0	53,7	54,6	55,6	56,9	58,9	60,9	63,2	65,5	67,8
ZO-VS	7450	39,5	39,4	39,4	39,3	39,2	39,1	40,6	41,8	43,2	44,8	46,7	49,0	51,5	52,7	54,0	55,4	56,0	56,7	57,6	58,8	60,0	62,1	64,3	66,7	69,1	71,6
ZW-VS	8915	47,7	47,7	47,5	47,4	47,4	47,2	49,0	50,4	52,1	54,2	56,5	59,3	62,2	63,5	65,1	66,9	67,6	68,5	69,6	71,0	72,5	75,1	77,7	80,5	83,4	86,5
C-Amerika	9356	50,2	50,1	50,0	49,9	49,8	49,7	51,6	53,0	54,9	56,9	59,4	62,3	65,5	66,8	68,5	70,4	71,1	72,1	73,2	74,7	76,2	78,9	81,7	84,7	87,7	90,9
ZO-Azie	9418	50,6	50,4	50,3	50,2	50,1	50,0	51,9	53,4	55,3	57,3	59,8	62,7	65,9	67,3	69,0	70,8	71,6	72,6	73,8	75,1	76,8	79,4	82,3	85,3	88,3	91,6
Z-Amerika	9647	51,9	51,7	51,7	51,5	51,4	51,3	53,3	54,7	56,6	58,8	61,3	64,3	67,6	69,0	70,7	72,7	73,5	74,4	75,6	77,1	78,7	81,5	84,3	87,4	90,6	93,9
Aus-NwZee	16318	89,3	89,1	88,9	88,7	88,5	88,3	91,7	94,3	97,5	101,3	105,6	110,8	116,4	118,9	121,8	125,1	126,5	128,2	130,2	132,8	135,5	140,3	145,3	150,6	156,0	161,7

Bron: CE Delft

Tabel H.2 Hoogte van de afstandsafhankelijke vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant per jaar en bestemming in WLO-Hoog (OD; € per vertrekkende vlucht)

Bestemming	Afstand in km	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Hann-Brem	374	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Frankfurt	409	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Londen	409	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Hamburg	418	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Parijs	444	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
GBritannie	541	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
O-Duitslnd	638	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Zwit-Orijk	674	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Denemarken	700	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Z-Duitslnd	735	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Lyon-Marsl	815	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Frankrijk	1026	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
O-Europa	1221	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Scandinav	1274	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	
Italie	1441	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,9	
Spanje	1618	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	27,2	28,0	28,9	29,7	30,5
ZO-Europa	1979	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,4	27,5	28,6	29,6	30,7	31,7	32,8	33,8	34,9	36,0	37,0	38,1
Portugal	2041	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	27,3	28,4	29,5	30,6	31,7	32,8	33,9	35,0	36,1	37,2	38,3	39,4
Griekenlnd	2412	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	26,3	27,6	28,9	30,2	31,5	32,8	34,2	35,5	36,8	38,1	39,5	40,8	42,1	43,4	44,7	46,1	47,4
M-Oosten	5579	29,1	32,7	36,8	41,4	46,7	52,3	55,7	58,9	62,2	65,5	68,9	72,2	75,6	78,9	82,2	85,5	88,9	92,2	95,5	98,8	102,1	105,4	108,6	111,9	115,2	118,4
NO-VS	6268	32,9	37,0	41,7	47,0	52,8	59,2	63,1	66,7	70,4	74,3	78,1	81,8	85,6	89,3	93,1	96,9	100,6	104,4	108,1	111,8	115,6	119,3	123,0	126,7	130,4	134,2
Canada	6409	33,7	37,8	42,7	48,1	54,0	60,6	64,6	68,3	72,1	76,1	79,9	83,8	87,6	91,5	95,3	99,2	103,0	106,8	110,7	114,5	118,3	122,2	125,9	129,8	133,5	137,4
Azie	6771	35,8	40,1	45,3	51,0	57,3	64,2	68,5	72,4	76,4	80,6	84,7	88,8	92,9	97,0	101,1	105,1	109,2	113,3	117,4	121,4	125,4	129,5	133,5	137,5	141,6	145,6
N-VS	7018	37,1	41,7	47,0	53,0	59,6	66,7	71,1	75,2	79,4	83,7	88,0	92,3	96,5	100,8	105,0	109,2	113,4	117,7	121,9	126,1	130,3	134,5	138,7	142,9	147,1	151,2
Afrika	7079	37,5	42,1	47,4	53,4	60,1	67,3	71,8	75,9	80,1	84,5	88,8	93,1	97,4	101,7	105,9	110,2	114,5	118,7	123,0	127,3	131,5	135,8	140,0	144,2	148,4	152,7
ZO-VS	7450	39,5	44,4	50,0	56,4	63,4	71,1	75,8	80,1	84,6	89,2	93,7	98,2	102,8	107,3	111,8	116,3	120,8	125,3	129,8	134,3	138,8	143,3	147,7	152,2	156,6	161,1
ZW-VS	8915	47,7	53,6	60,5	68,2	76,6	85,8	91,5	96,7	102,2	107,7	113,2	118,7	124,1	129,6	135,0	140,5	145,9	151,4	156,8	162,2	167,6	173,1	178,4	183,8	189,2	194,6
C-Amerika	9356	50,2	56,4	63,6	71,7	80,6	90,3	96,2	101,7	107,5	113,3	119,0	124,8	130,6	136,3	142,1	147,7	153,5	159,2	164,9	170,6	176,3	182,0	187,7	193,3	198,9	204,6
ZO-Azie	9418	50,6	56,8	64,0	72,1	81,1	90,9	96,9	102,5	108,1	114,1	119,9	125,7	131,5	137,2	143,0	148,7	154,6	160,3	166,0	171,8	177,5	183,3	189,0	194,6	200,3	206,1
Z-Amerika	9647	51,9	58,3	65,7	74,0	83,2	93,2	99,4	105,1	110,9	117,0	122,9	128,9	134,8	140,8	146,7	152,6	158,5	164,3	170,2	176,1	182,1	187,9	193,7	199,6	205,5	211,3
Aus-NwZee	16318	89,3	100,3	113,1	127,4	143,2	160,5	171,2	180,9	191,0	201,5	211,7	222,0	232,2	242,4	252,6	262,7	272,9	283,1	293,2	303,4	313,5	323,7	333,7	343,8	353,8	363,9

Bron: CE Delft

Bijlage I Klimaateffecten CO₂-leakage

Modellering van uitwijk passagiers en CO₂-leakage in AEOLUS

Het primaire doel van het AEOLUS-luchtvaartmodel is om prognoses op te stellen voor (onder meer) het aantal reizigers, hoeveelheden vracht en aantal vluchten op Nederlandse luchthavens. Aanvullend hierop berekent het model echter ook de uitwijk van passagiers. Bij beleidsmaatregelen die ertoe leiden dat een deel van de reizigers niet meer via een Nederlandse luchthaven vliegt, geeft het model aan naar welke alternatieven deze reizigers uitwijken. Beschikbare alternatieven zijn *i)* niet meer reizen, *ii)* reizen over land, of *iii)* vliegen via een buitenlandse luchthaven. Ook de hiermee samenhangende CO₂-leakage naar het buitenland wordt berekend. Dit is het aandeel van de bespaarde CO₂ door minder luchtreizen via Nederland dat alsnog wordt uitgestoten door passagiers die naar het buitenland uitwijken. Na het doorrekenen van de MKBA-varianten met AEOLUS is in meer detail gekeken naar deze uitwijk van passagiers en CO₂-leakage. Hierbij is onderscheid gemaakt naar verschillende segmenten wat betreft soorten reizen van en naar Schiphol:

- Reizen met herkomst of bestemming Schiphol ('origin-destination', OD):
 - herkomst of bestemming in Europa (OD EUR)
 - intercontinentaal: herkomst of bestemming buiten Europa (OD ICA)
- Overstappers ('transfer', TR) op Schiphol:
 - herkomst en bestemming in Europa (TR EUR-EUR)
 - intercontinentaal: herkomst in Europa, bestemming buiten Europa of andersom (TR EUR-ICA)
 - intercontinentaal: herkomst en bestemming buiten Europa (TR ICA-ICA).

Omdat deze uitsplitsing geen standaarduitvoer van het AEOLUS-model betreft, is een script opgesteld om deze uitvoer weg te schrijven en te analyseren.

In de 440k-variant zien de gemodelleerde percentages er plausibel uit wat betreft orde van grootte en het verschil tussen de segmenten. Op 'OD EUR'-relaties is de uitwijk naar buitenlandse luchthavens het laagst, omdat hier ook naar andere vervoerwijzen zoals auto en trein kan worden overgestapt. Voor 'TR ICA-ICA'-relaties wordt juist een maximale uitwijk gevonden, omdat op deze relaties veel alternatieve vliegroutes beschikbaar zijn (directe routes of routes via een buitenlandse hub). In de milieu- & geluidvariant ziet de uitwijk er op ICA-relaties (OD ICA, TR EUR-ICA en TR ICA-ICA) echter niet logisch uit. Op 'OD ICA'-relaties is de uitwijk weliswaar substantieel, maar lager dan op 'OD EUR'-relaties. Op de genoemde transferrelaties geldt nog sterker dat de gemodelleerde uitwijk aanzienlijk lager is dan verwacht. In WLO Hoog is voor 'TR ICA-ICA'-relaties zelfs sprake van een negatieve uitwijk. Dit betekent dat bij een afname van het aantal reizigers via Amsterdam, ook het aantal reizigers dat reist via een buitenlandse luchthaven afneemt. Dit is niet plausibel. Hierdoor is de gemodelleerde CO₂-leakage te klein. Dit heeft als gevolg dat de mondiale daling van de CO₂-uitstoot en van de non-CO₂-effecten in de MKBA zouden worden overschat in de milieu- & geluidvariant.

Verklaring vanuit het AEOLUS-model

Naar aanleiding van deze bevindingen is gekeken in hoeverre de gemodelleerde uitwijkpercentages verklaarbaar zijn vanuit de werking van AEOLUS. De totale vraag op relaties hangt in AEOLUS niet alleen af van economische drivers (zoals de ontwikkeling van de populatie, handel en bbp), maar ook van de connectiviteit door de lucht. Veranderingen van ticketprijzen, vliegtijden en/of frequenties op Nederlandse luchthavens werken door middel van elasticiteiten door op de totale reisvraag. De verdeling over luchthavens (en daarmee de keuze wel of niet vliegen via Nederland) volgt uit het routekeuzemodel. Dit is een gedragsmodel dat geschat is op geobserveerd reisgedrag. Voor het bepalen van uitwijkeffecten dient de gevoeligheid van het vraagmodel en het routekeuzemodel consistent

te zijn. Voor relatief kleine ticketprijsveranderingen is dit het geval. De gemodelleerde uitwijk van passagiers en CO₂-leakage in de 440k-variant is dan ook plausibel. De zeer hoge (afstandsafhankelijke) vliegbelasting in de milieu- & geluidvariant valt echter buiten de range waarin het model de uitwijk van passagiers goed modelleert. De gevoeligheid van de totale reisvraag voor ticketprijsaanpassingen is in dit geval te groot.⁵⁰

Impact op het MKBA-saldo

Het bovengenoemde is een tekortkoming van het AEOLUS-model die bij het uitvoeren van detailanalyses aan het licht is gekomen. Deze tekortkoming heeft geen impact op de opgestelde prognoses voor Nederlandse luchthavens, maar wel op de mate waarin wordt uitgeweken naar het buitenland. Dit is in lijn met de doelstelling waarmee het AEOLUS-model is ontwikkeld: prognoses opstellen voor de Nederlandse luchthavens. De meeste MKBA-posten zijn gebaseerd op prognoses voor Nederland. Uitzondering hierop zijn de CO₂-emissies en non-CO₂-effecten waarbij naar het mondiale effect wordt gekeken. Hier heeft het incorrect modelleren van de uitwijk van passagiers en CO₂-leakage dus wel effect op het MKBA-saldo. Er is daarom voor gekozen om de modelresultaten op dit specifieke punt te corrigeren.⁵¹

Gehanteerde aanpak

Voor de 440k-variant geldt dat de verandering van de ticketprijzen binnen de geldigheidsrange van AEOLUS vallen. Voor deze variant is daarom uitgegaan van de door het model berekende percentages voor de uitwijk van passagiers en CO₂-leakage. Omdat dit voor de milieu- & geluidvariant niet geldt, is hier een pragmatische aanpak gehanteerd om met de beschreven tekortkoming van het AEOLUS-model om te gaan. Hierbij zijn zowel de percentages voor uitwijk van passagiers als CO₂-leakage overgenomen uit de 440k-variant (voor de segmenten OD ICA, TR EUR-ICA en TR ICA-ICA). Deze aanpak zorgt voor consistentie tussen de doorgerkende varianten. De gebruikte percentages zijn bepaald voor veranderingen die binnen de geldigheidsrange van AEOLUS vallen. Daarmee is dit een methodisch acceptabele oplossing. De context van de milieu- & geluidvariant wordt in deze aanpak echter niet volledig meegenomen. Om inzicht te krijgen in de robuustheid van deze variant is daarom aanvullend een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierin is het MKBA-saldo bepaald voor de situaties met minimale en maximale uitwijk van passagiers.

Voor de ondergrens van de uitwijk van passagiers is verondersteld dat deze uitwijk naar buitenlandse luchthavens in de intercontinentale segmenten altijd minstens zo groot zal zijn als op de Europese segmenten. Binnen Europa kan immers ook naar andere vervoerswijzen worden uitgeweken en op intercontinentale relaties zijn over het algemeen meer alternatieve vliegroutes beschikbaar. Concreet betekent dit dat voor het 'OD ICA'-segment de ondergrens van de uitwijk gelijk is gesteld aan het uitwijkpercentage in het 'OD EUR'-segment. Op 'TR EUR-ICA'- en 'TR ICA-ICA'-relaties is de ondergrens gelijkgesteld aan het uitwijkpercentage op 'TR EUR-EUR'-relaties. Voor de

⁵⁰ Hierbij speelt het volgende mee: In de meeste vervoersmodellen is de verdeling over reisalternatieven een afgeleide van de totale reisvraag. Omdat er geen geschikte mondiale dataset bestaat voor de totale reisvraag op lange afstanden, is dit in AEOLUS andersom: de groei van de totale reisvraag is afgeleid van de groei van het aantal passagiers op Amsterdam. Zolang de modellen voor de totale vraagontwikkeling en de routekeuze goed op elkaar zijn afgestemd gaat dat goed. Dit is bij de modelontwikkeling uitgebreid getest voor de range waarin AEOLUS wordt toegepast. De M&G variant heeft grote prijsveranderingen (in Nederland ten opzichte van het buitenland) waardoor de totale vraag sterk gereduceerd wordt. De modellen voor routekeuze en vraag zijn dan niet meer in balans. De gemodelleerde totale reisvraag heeft daarom een grotere onzekerheid dan de prognoses voor Schiphol. Daarbij worden voor de ontwikkeling van deze reisvraag elasticiteiten toegepast die alleen in een bepaalde range geldig zijn.

⁵¹ Het AEOLUS model is eigendom van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W). In deze studie is de meest actuele modelversie gebruikt. Het AEOLUS model aan laten passen om het ook geschikt te maken voor het doorrekenen van meer extreme ticketprijsaanpassingen is binnen deze MKBA geen haalbare optie. Dit zou een fundamentele ingreep in de modellering betekenen en daarom (inclusief testen en valideren) een lange doorlooptijd vergen. Wel wordt I&W op de hoogte gesteld zodat dit verbeterpunt kan worden meegenomen in de ontwikkelagenda van het AEOLUS model.

bovengrens wordt steeds een maximaal uitwijkpercentage van 100 procent gehanteerd. In Tabel I.1 zijn bovenaan de gehanteerde uitwijkpercentages van passagiers in de milieu- & geluidvariant weergegeven zoals gebruikt in de MKBA en de uitgevoerde gevoeligheidsanalyse. In elke cel is het eerste percentage voor WLO Laag en het tweede percentage voor WLO Hoog. Afhankelijk van het segment, zijn de CO₂-leakage percentages wat kleiner of groter dan de uitwijkpercentages van passagiers. Dit hangt onder meer af van de directheid van alternatieve vliegroutes en de gehanteerde bijmengpercentages. Omdat dit zeer segmentspecifiek is, is de verhouding tussen CO₂-leakage en uitwijkpercentages vastgehouden (conform de 440k-variant). De gehanteerde percentages voor CO₂-leakage zijn weergegeven in het onderste gedeelte van Tabel I.1 weergegeven.

Tabel I.1 Gehanteerde uitwijkpercentages van passagiers en CO₂-leakage in de milieu- & geluidvariant

Reizigerssegment	MKBA (basisvariant)	Ondergrens gevoeligheidsanalyse	Bovengrens gevoeligheidsanalyse
Uitwijk passagiers (%)			
OD ICA	81% à 79%	70% à 71%	100% à 100%
TR EUR-ICA	95% à 90%	91% à 87%	100% à 100%
TR ICA-ICA	100% à 100%	91% à 87%	100% à 100%
CO₂-leakage (%)			
OD ICA	73% à 74%	63% à 66%	90% à 94%
TR EUR-ICA	91% à 88%	87% à 85%	96% à 97%
TR ICA-ICA	109% à 112%	100% à 97%	109% à 112%

Bron: Significance

Bijlage J Kosten-batentabellen in detail

Deze bijlage bevat tabellen met in detail weergegeven resultaten van drie beleidsvarianten:

- **440k krimpvariant**
- **Milieu- & geluidvariant**
- **SAF-variant** (verplichting schone brandstoffen)

Beleidsalternatief 1: 440k-variant

NB Voor elke tabel geldt:

Noot: Verschillen tussen beleidsalternatief 1 (max. 440k vluchten) en het nulalternatief (max. 500k vluchten). Contante waarden voor resp. WLO-scenario Laag à WLO-scenario Hoog, teruggerekend naar basisjaar 2023 in prijzen van 2023 (in miljoenen euro's). + is baten, – is kosten. Klimaat effecten voor Nederland inclusief effecten voor niet-ingezetenen (i.e. wereldwijde impact). CO₂-effecten voor overige bedrijven zijn de kosten van CO₂-rechten binnen het EU ETS (niet opgenomen in kolom Klimaat om dubbeltelling te voorkomen). Effecten voor niet-ingezetenen betreffen enkel de activiteiten rond Schiphol (i.e., niet buitenlandse luchthavens)

Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Tabel J.1 Netto kosten (-) en baten (+) van de **440k-beleidsvariant** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2029**

Welvaartseffecten (t/m 2029, mln. €)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen/tarieven	-110 à -40		+80 à +30	-	-	-	-	-		
Reistijd directe bestemmingen	-10 à -4	-60 à -30	-	-	-	-	-	-	-150 à -110	-200 à -260
Vliegfrequentie	-50 à -60		-	-	-	-	-	-		
Volume-effect (reizigers/vracht)	-10 à -5	-10 à -2	-4 à -4	-30 à -30	-	-	-	-	-40 à -50	-120 à -70
Kostenefficiëntie	-	-	-30 à -30	-70 à -80	-	-	-	-	-100 à -110	-200 à -250
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	-310 à -390	-	-	-	-310 à -390	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	-20 à -20	-	-	-	-20 à -20	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	-PM (klein)	-	-	-	-PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	+120 à +80	-	-	+120 à +80	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	+4 à +5	-	-	+4 à +5	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	+50 à +60	-	-	+50 à +60	-
Klimaatseffecten o.b.v. CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laaag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-70 à -70	-	+30 à +230	-	-40 à +160	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+50 à +380	-	+50 à +380	-
Klimaatseffecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laaag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-70 à -70	-	+150 à +480	-	+90 à +410	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+250 à +790	-	+250 à +790	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)										
	-	-	-	-	-	-	-	-290 à -440	-290 à -440	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laaag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)										
	-180 à -110	-60 à -40	+40 à -10	-100 à -110	-400 à -490 -PM (klein)	+170 à +150	+80 à +610	-290 à -440	-730 à -440 -PM (klein)	-520 à -590
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laaag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)										
							+410 à +1.270		-400 à +230 -PM (klein)	

Tabel J.2 Netto kosten (-) en baten (+) van de **440k-beleidsvariant** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2040**

Welvaartseffecten (t/m 2040, mln. €)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen/tarieven	-410 à -120	-240 à -170	+260 à +80	-	-	-	-	-	-670 à -470	-910 à -1.090
Reistijd directe bestemmingen	-60 à -20	-	-	-	-	-	-	-		
Vliegfrequentie	-240 à -250	-	-	-	-	-	-	-		
Volume-effect (reizigers/vracht)	-30 à -20	-20 à -10	-20 à -20	-110 à -130	-	-	-	-	-180 à -180	-490 à -290
Kostenefficiëntie	-	-	-120 à -130	-300 à -310	-	-	-	-	-420 à -440	-830 à -960
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	-380 à -410	-	-	-	-380 à -410	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	-40 à -60	-	-	-	-40 à -60	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	-PM (klein)	-	-	-	-PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	+380 à +240	-	-	+380 à +240	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	+20 à +20	-	-	+20 à +20	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	+190 à +190	-	-	+190 à +190	-
Klimaat effecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-320 à -320	-	+170 à +830	-	-150 à +510	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+280 à +1.440	-	+280 à +1.440	-
Klimaat effecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-320 à -320	-	+840 à +1.810	-	+520 à +1.490	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+1.420 à +3.130	-	+1.420 à +3.130	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)										
	-	-	-	-	-	-	-	-820 à -1.230	-820 à -1.230	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)										
	-730 à -410	-260 à -180	+130 à -70	-420 à -450	-740 à -780 -PM (klein)	+590 à +460	+450 à +2.270	-820 à -1.230	-1.800 à -400 -PM (klein)	-2.230 à -2.340
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)										
							+2.260 à +4.940		+1 à +2.280 -PM (klein)	

Tabel J.3 Netto kosten (-) en baten (+) van de **440k-beleidsvariant** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2050**

Welvaartseffecten (t/m 2050, mln. €)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen/tarieven	-510 à -160	-340 à -280	+340 à +110	-	-	-	-	-	-1.010 à -790	-1.580 à -1.750
Reistijd directe bestemmingen	-80 à -30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vliegfrequentie	-410 à -420	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Volume-effect (reizigers/vracht)	-50 à -40	-30 à -30	-20 à -30	-190 à -210	-	-	-	-	-280 à -300	-720 à -470
Kostenefficiëntie	-	-	-190 à -200	-480 à -500	-	-	-	-	-670 à -700	-1.350 à -1.490
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	-400 à -440	-	-	-	-400 à -440	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	-60 à -90	-	-	-	-60 à -90	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	-PM (klein)	-	-	-	-PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	+470 à +320	-	-	+470 à +320	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	+20 à +20	-	-	+20 à +20	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	+290 à +280	-	-	+290 à +280	-
Klimaateffecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-510 à -450	-	+280 à +1.260	-	-240 à +800	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+290 à +1.490	-	+290 à +1.490	-
Klimaateffecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-510 à -450	-	+1.390 à +2.840	-	+870 à +2.390	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+2.870 à +5.960	-	+2.870 à +5.960	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)										
	-	-	-	-	-	-	-	-1.330 à -1.970	-1.330 à -1.970	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)										
	-1.050 à -660	-370 à -300	+120 à -120	-660 à -710	-970 à -980 -PM (klein)	+780 à +630	+850 à +3.880	-1.330 à -1.970	-2.620 à -240 -PM (klein)	-3.660 à -3.710
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)										
							+4.250 à +8.800		+780 à +4.680 -PM (klein)	

Beleidsalternatief 2: Milieu- & geluidvariant

NB Voor elke tabel geldt:

- Noot: Verschillen tussen beleidsalternatief 1 (max. 440k vluchten) en de milieu- & geluidvariant. Contante waarden voor resp. WLO-scenario Laag à WLO-scenario Hoog, teruggerekend naar basisjaar 2023 in prijzen van 2023 (in miljoenen euro's). + is baten, – is kosten. Klimateffecten voor Nederland inclusief effecten voor niet-ingezetenen (i.e. wereldwijde impact). CO₂-effecten voor overige bedrijven zijn de kosten van CO₂-rechten binnen het EU ETS (niet opgenomen in kolom Klimaat om dubbeltelling te voorkomen). Effecten voor niet-ingezetenen betreffen enkel de activiteiten rond Schiphol (i.e., niet buitenlandse luchthavens)
- Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Tabel J.4 Netto kosten (-) en baten (+) van de **Milieu- & geluidvariant** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2029**

Welvaartseffecten (t/m 2029, mln. €)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen	-50 à -210	-82 à -50	-20 à -170	-	-	-	-	-	-190 à -400	-1.170 à -2.420
Reistijd directe bestemmingen	0 à +12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vliegfrequentie	-30 à +10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Volume-effect (reizigers/vracht)	-4 à -9	0 à +6	-3 à +1	-16 à +5	-	-	-	-	-20 à +2	-80 à -70
Kostenefficiëntie	-	-	-20 à +4	-50 à +10	-	-	-	-	-70 à +10	-120 à +30
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	-360 à -160	-	-	-	-360 à -160	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	0 à -50	-	-	-	0 à -50	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	-PM (klein)	-	-	-	-PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	+140 à +30	-	-	+140 à +30	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	+5 à +5	-	-	+5 à +5	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	+60 à +50	-	-	+60 à +50	-
Klimaat effecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-20 à +70	-	+40 à +330	-	+20 à +400	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+60 à +500	-	+60 à +500	-
Klimaat effecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-20 à +70	-	+190 à +700	-	+170 à +760	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+310 à +1.050	-	+310 à +1.050	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)	-	-	-	-	-	-	-	+1.620 à +2.550	+1.620 à +2.550	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	-90 à -190	-80 à -40	-50 à -160	-70 à +20	-380 à -140 -PM (klein)	+200 à +90	+100 à +840	+1.620 à +2.550	+1.260 à +2.950 -PM (klein)	-1.370 à -2.460
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)							+490 à +1.750		+1.660 à +3.860 -PM (klein)	

Tabel J.5 Netto kosten (-) en baten (+) van de **Milieu- & geluidvariant** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2040**

Welvaartseffecten (t/m 2040, mln .€)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen	-440 à -1.440	-370 à -290	-240 à -870	-	-	-	-	-	-1.180 à -2.510	-7.100 à -14.850
Reistijd directe bestemmingen	+10 à +60		-	-	-	-	-	-		
Vliegfrequentie	-140 à +20		-	-	-	-	-	-		
Volume-effect (reizigers/vracht)	-40 à -260	-2 à +30	-10 à +1	-60 à +3	-	-	-	-	-110 à -220	-540 à -1.180
Kostenefficiëntie	-	-	-80 à +6	-198 à +15	-	-	-	-	-280 à +20	-440 à +20
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	-290 à +10	-	-	-	-290 à +10	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	-110 à -410	-	-	-	-110 à -410	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	-/+PM (klein)	-	-	-	-/+PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	+430 à +160	-	-	+430 à +160	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	+18 à +20	-	-	+18 à +20	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	+210 à +220	-	-	+210 à +220	-
Klimaatseffecten o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	+10 à -370	-	+200 à +2.160	-	+210 à +1.780	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+370 à +2.230	-	+370 à +2.230	-
Klimaatseffecten o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	+10 à -370	-	+1.000 à +4.780	-	+1.010 à +4.410	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+1.850 à +4.870	-	+1.850 à +4.870	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)										
	-	-	-	-	-	-	-	+5.880 à +12.640	+5.880 à +12.640	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO ₂ -prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)										
	-610 à -1.620	-370 à -260	-330 à -860	-260 à +20	-390 à -780 -/+PM (klein)	+660 à +400	+570 à +4.390	+5.880 à +12.640	+5.150 à +13.930 -/+PM (klein)	-8.080 à -16.010
Saldo o.b.v. actuele CO ₂ -prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)										
							+2.850 à +9.650		+7.430 à +19.190 -/+PM (klein)	

Tabel J.7 Netto- kosten (-) en baten (+) van de **Milieu- & geluidvariant** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2050**

Welvaartseffecten (t/m 2050, mln. €)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen	-920 à -3.110		-620 à -1.660	-	-	-	-	-		
Reistijd directe bestemmingen	+50 à +100	-580 à -530	-	-	-	-	-	-	-2.210 à -5.040	-13.660 à -29.170
Vliegfrequentie	-130 à +150		-	-	-	-	-	-		
Volume-effect (reizigers/vracht)	-90 à -900	+2 à +70	-10 à +6	-50 à +50	-	-	-	-	-150 à -780	-770 à -2.530
Kostenefficiëntie	-	-	-80 à +50	-190 à +120	-	-	-	-	-270 à +170	-360 à +340
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	-110 à +100	-	-	-	-110 à +100	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	-80 à -1.960	-	-	-	-80 à -1.960	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	-/+PM (klein)	-	-	-	-/+PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	+490 à +200	-	-	+490 à +200	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	+20 à +30	-	-	+20 à +30	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	+260 à +330	-	-	+260 à +330	-
Klimaatseffecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	+40 à -2.330	-	+300 à +4.930	-	+340 à +2.600	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+540 à +3.780	-	+540 à +3.780	-
Klimaatseffecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	+40 à -2.330	-	+1.490 à +11.420	-	+1.540 à +9.090	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	+2.680 à +8.580	-	+2.680 à +8.580	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)										
	-	-	-	-	-	-	-	+10.930 à +24.580	+10.930 à +24.580	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)										
	-1.090 à -3.760	-580 à -460	-710 à -1.600	-240 à +170	-150 à -4.200 -/+PM (klein)	+770 à +570	+840 à +8.710	+10.930 à +24.580	+9.760 à +24.000 -/+PM (klein)	-14.790 à -31.360
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)										
							+4.180 à +20.000		+13.100 à +35.290 -/+PM (klein)	

Beleidsalternatief 3: SAF-variant (verplichting schone brandstoffen)

NB Voor elke tabel geldt:

- Noot: Verschillen tussen beleidsalternatief 1 (max. 440k vluchten) en de SAF-variant (verplichting schone brandstoffen). Contante waarden voor resp. WLO-scenario Laag à WLO-scenario Hoog, teruggerekend naar basisjaar 2023 in prijzen van 2023 (in miljoenen euro's). + is baten, – is kosten. Klimaat effecten voor Nederland inclusief effecten voor niet-ingezetenen (i.e. wereldwijde impact). CO₂-effecten voor overige bedrijven zijn de kosten van CO₂-rechten binnen het EU ETS (niet opgenomen in kolom Klimaat om dubbeltelling te voorkomen). Effecten voor niet-ingezetenen betreffen enkel de activiteiten rond Schiphol (i.e., niet buitenlandse luchthavens)
- Bron: SEO en CE Delft (2023), o.b.v. modelberekeningen van Significance en NLR

Tabel J.8 Netto kosten (-) en baten (+) van de **SAF-variant (verplichting schone brandstoffen)** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2029**

Welvaartseffecten (t/m 2029, mln.. €)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen/tarieven	-50 à -30	0 à +120	+50 à +100	-	-	-	-	-	-10 à +270	-30 à +200
Reistijd directe bestemmingen	0 à +13		-	-	-	-	-	-		
Vliegfrequentie	-10 à +60		-	-	-	-	-	-		
Volume-effect (reizigers/vracht)	0 à +10	0 à +23	0 à +5	0 à +30	-	-	-	-	0 à +70	-10 à +120
Kostenefficiëntie	-	-	0 à +40	-10 à +100	-	-	-	-	-10 à +140	-30 à +240
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	-20 à +420	-	-	-	-20 à +420	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	-10 à +20	-	-	-	-10 à +20	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	+PM (klein)	-	-	-	+PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	+10 à -170	-	-	+10 à -170	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	0 à -4	-	-	0 à -4	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	+10 à -40	-	-	+10 à -40	-
Klimaatseffecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-170 à -340	-	+30 à +680	-	-140 à +340	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	-20 à -370	-	-20 à -370	-
Klimaatseffecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-170 à -340	-	+140 à +1.410	-	-30 à +1.080	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	-110 à -780	-	-110 à -780	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)										
	-	-	-	-	-	-	-	+50 à +790	+50 à +790	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)										
	-60 à +50	0 à +150	+40 à +150	-10 à +130	-210 à +100 +PM (klein)	+10 à -210	+10 à +300	+50 à +790	-160 à +1.460 +PM (klein)	-70 à +560
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)										
							+40 à +630		-130 à +1.790 +PM (klein)	

Tabel J.9 Netto- kosten (-) en baten (+) van de **SAF-variant (verplichting schone brandstoffen)** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2040**

Welvaartseffecten (t/m 2040, mln. €)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen/tarieven	-70 à -250		+110 à +480	-	-	-	-	-		
Reistijd directe bestemmingen	+20 à +70	+120 à +480	-	-	-	-	-	-	+230 à +1.100	+130 à +1.390
Vliegfrequentie	+60 à +320		-	-	-	-	-	-		
Volume-effect (reizigers/vracht)	+10 à +60	+10 à +80	+5 à +20	+30 à +180	-	-	-	-	+60 à +350	+70 à +540
Kostenefficiëntie	-	-	+40 à +200	+100 à +500	-	-	-	-	+140 à +700	+210 à +1.300
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	+380 à +970	-	-	-	+380 à +970	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	+10 à +20	-	-	-	+10 à +20	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	+PM (klein)	-	-	-	+PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	-140 à -560	-	-	-140 à -560	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	-5 à -20	-	-	-5 à -20	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	-50 à -250	-	-	-50 à -250	-
Klimaatseffecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-860 à -1.500	-	+240 à +3.570	-	-610 à +2.070	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	-210 à -2.400	-	-210 à -2.400	-
Klimaatseffecten o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-860 à -1.500	-	+1.200 à +7.830	-	+350 à +6.330	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	-1.020 à -5.290	-	-1.020 à -5.290	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)										
	-	-	-	-	-	-	-	+750 à +3.060	+750 à +3.060	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)										
	+10 à +200	+140 à +560	+160 à +710	+130 à +670	-460 à -500 +PM (klein)	-190 à -830	+40 à +1.170	+750 à +3.060	+550 à +5.040 +PM (klein)	+410 à +3.230
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)										
							+180 à +2.540		+698 à +6.410 +PM (klein)	

Tabel J.10 Netto kosten (-) en baten (+) van de **SAF-variant (verplichting schone brandstoffen)** (verschillen t.o.v. 500k) **tot en met 2050**

Welvaartseffecten (t/m 2050, mln .€)	Reizigers	Verladers	Airlines	Schiphol	Overige bedrijven	Omgeving	Klimaat	Rijks- overheid	Totaal Nederland	Niet- ingezetenen
Luchtvaartgebruikers en -aanbieders										
Ticketprijzen/tarieven	+280 à -520		-60 à +710	-	-	-	-	-		
Reistijd directe bestemmingen	+50 à +120	+390 à +680	-	-	-	-	-	-	+940 à +1.640	+830 à +3.000
Vliegfrequentie	+280 à +640		-	-	-	-	-	-		
Volume-effect (reizigers/vracht)	+60 à +110	+50 à +110	+20 à +40	+140 à +340	-	-	-	-	+270 à +600	+560 à +950
Kostenefficiëntie	-	-	+160 à +350	+400 à +880	-	-	-	-	+560 à +1.230	+990 à +2.450
Bredere economische effecten										
Overige activiteiten en toeleveranciers	-	-	-	-	+780 à +1.080	-	-	-	+780 à +1.080	niet berekend
Toerisme en zakelijk bezoek	-	-	-	-	+50 à +50	-	-	-	+50 à +50	niet berekend
Agglomeratie-effecten	-	-	-	-	+PM (klein)	-	-	-	+PM (klein)	-
Omgevingseffecten										
Geluid	-	-	-	-	-	-350 à -750	-	-	-350 à -750	-
Stikstof (natuurkwaliteit)	-	-	-	-	-	-20 à -40	-	-	-20 à -40	-
Luchtkwaliteit voor mensen	-	-	-	-	-	-190 à -420	-	-	-190 à -420	-
Klimaatseffecten o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) à 2,75°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-2.350 à -3.120	-	+860 à +7.150	-	-1.490 à +4.030	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	-850 à -9.570	-	-850 à -9.570	-
Klimaatseffecten o.b.v. CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) à 1,5°C (WLO-Hoog)										
CO ₂	-	-	-	-	-2.350 à -3.120	-	+4.300 à +16.340	-	+1.950 à +13.220	-
Non-CO ₂	-	-	-	-	-	-	-4.240 à -22.600	-	-4.240 à -22.600	-
Belastingen (vliegbelasting, btw, vennootschapsbelasting)	-	-	-	-	-	-	-	+1.660 à +4.780	+1.660 à +4.780	niet berekend
Saldo o.b.v. WLO (2016) CO₂-prijzen 3,75°C (WLO-Laag) tot 2,75°C (WLO-Hoog)	+670 à +350	+440 à +790	+120 à +1.110	+540 à +1.210	-1.530 à -2.000 +PM (klein)	-560 à -1.210	+10 à -2.430	+1.660 à +4.780	+1.360 à +2.610 +PM (klein)	+2.370 à +6.390
Saldo o.b.v. actuele CO₂-prijzen 2°C (WLO-Laag) tot 1,5°C (WLO-Hoog)							+50 à -6.260		+1.400 à -1.220 +PM (klein)	



"De wetenschap dat het goed is."

SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winstoogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.

SEO-rapport 2023-27

Informatie & Disclaimer

SEO Economisch Onderzoek heeft op de verkregen informatie en data geen onderzoek uitgevoerd dat het karakter draagt van een accountantscontrole of due diligence. SEO is niet verantwoordelijk voor fouten of omissies in de verkregen informatie en data.

Copyright © 2023 SEO Amsterdam.

Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit dit rapport mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl.

Roetersstraat 29
1018 WB Amsterdam

+31 20 399 1255
secretariaat@seo.nl
www.seo.nl