

# Werkwijzer luchtvaartspecifieke MKBA's





Amsterdam, mei 2021  
In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

## Werkwijzer luchtvaartspecifieke MKBA's

Versie 1.0

Rogier Lieshout, MSc (SEO)  
Prof.dr. Carl Koopmans (SEO)  
dr. Gerben de Jong (SEO)  
Niels Hoefsloot, MSc (Decisio)  
Menno de Pater, MSc (Decisio)  
Edgar Wever, MSc (TwynstraGudde)  
Ruud Ummels, MSc (To70)

seo economisch onderzoek  
 TwynstraGudde

**DECISIO**  
ECONOMISCH ONDERZOEK EN ADVIES

**to70**

“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 winst-oogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.*

SEO-rapport nr. 2021-43

**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 © 2021 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](mailto:secretariaat@seo.nl).

# Managementsamenvatting

*Deze werkwijzer bevat praktische richtlijnen voor uitvoerders van luchtvaartspecifieke MKBA's en welvaartseconomische studies. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen effecten voor luchtvaartgebruikers en -producenten, bredere economische effecten, klimaat- en omgevingseffecten, en verdelingseffecten. Ook is er aandacht voor het proces van een MKBA en de rol van MKBA in de besluitvorming.*

De richtlijnen in deze werkwijzer bieden houvast aan uitvoerders voor luchtvaartspecifieke MKBA's, maar kunnen ook worden toegepast op andere typen welvaartseconomische studies in het luchtvaartdomein die gestoeld zijn op MKBA-methodieken. De aanbevelingen in de Algemene MKBA-leidraad en in andere werkwijzers blijven van toepassing. Wanneer sprake is van nieuwe inzichten, zoals bij de waardering van emissies van broeikasgassen, is die kennis meegenomen in deze werkwijzer.

In de werkwijzer wordt regelmatig verwezen naar beleid, scenario's, vervoersprognoses, kengetallen en discontovoeten. De beschrijvingen weerspiegelen de situatie in het voorjaar van 2021. Op het moment dat een MKBA wordt uitgevoerd kan de situatie echter zijn veranderd. Ook kan er sprake zijn van nieuwe inzichten of voorschriften die nog niet in de werkwijzer zijn opgenomen. Het is de verantwoordelijkheid van de MKBA-uitvoerder om na te gaan of er nieuwe informatie, inzichten en voorschriften beschikbaar zijn en deze mee te nemen in de analyse.

## Het proces van een MKBA

Een MKBA is een instrument om alle effecten van een beleidsmaatregel of investering op een consistente wijze in beeld te brengen en tegen elkaar af te wegen. Daarmee biedt een MKBA belangrijke informatie voor besluitvorming. Beleidsmakers hoeven de uitkomst van een MKBA echter niet per se te volgen.

## Positie van de MKBA in de besluitvorming

De MKBA kan in verschillende fasen van de besluitvorming worden ingezet. Afhankelijk van de (beleids)vraag en de fase waarin de besluitvorming zich bevindt, kan de aard van de MKBA anders zijn. Een volledige MKBA heeft de voorkeur als een besluit moet worden genomen over een specifieke maatregel of investering of over (het prioriteren van) alternatieven. Wanneer nog geen besluit genomen hoeft te worden of er nog onvoldoende informatie beschikbaar is, kan worden volstaan met een verkennende (kengetallen of indicatieve) MKBA. Daarbij is het advies om wel alle welvaartseffecten te beschouwen en waar mogelijk te kwantificeren.<sup>1</sup> De stappen die in luchtvaartspecifieke MKBA's doorlopen moeten worden zijn dezelfde als voor andere MKBA's.

Welvaartsanalyses kunnen nuttig zijn om het huidige maatschappelijk belang van een bepaald marktsegment te bepalen. In tegenstelling tot (verkennde) MKBA's ontbreken dan een duidelijk nul- en projectalternatief en een tijdshorizon.

---

<sup>1</sup> Verkennende studies kunnen wel weer de opmaat zijn naar concrete af te wegen beleidsmaatregelen. Indien dat het geval is, dan dient er alsnog een MKBA te worden uitgevoerd.

## Zorgen voor draagvlak

Het betrekken van stakeholders draagt bij aan het draagvlak voor de MKBA. Dit is vooral van belang bij volledige MKBA's ter onderbouwing van een maatregel of investering. Aanbevolen wordt om een representatieve afspiegeling van alle partijen die effecten ondervinden van de maatregel of investering vroegtijdig te betrekken bij de MKBA. 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. Voor het draagvlak is het ook van belang dat transparant is op welke uitgangspunten, data en modellen de MKBA is gebaseerd. Het is aan te bevelen die vast te leggen in een uitgangspuntennotitie.

Door de stakeholders mee te nemen in de conceptresultaten, kan uiteindelijk een (meer) gedragen eindproduct worden opgeleverd. Wanneer belangen en beleidsdoelen zich niet laten vertalen in effecten, bijvoorbeeld omdat een kwantitatieve inschatting van effecten niet goed mogelijk is of omdat het om doorgegeven effecten gaat, dan dient dat duidelijk te worden beschreven in de rapportage.

## Kwaliteitsborging

Een MKBA dient ter ondersteuning van het beleid en dient daarom onafhankelijk en door een deskundige partij te worden opgesteld. Belangrijk is om tijdens de uitvoering van een MKBA controles in te bouwen op de geleverde input en tussentijdse resultaten. Een begeleidingscommissie dient zicht te houden op de uitvoering van de MKBA. Het uitvoeren van een second opinion is een keuze. Het is echter sterk aan te bevelen deze uit te (laten) voeren bij lastigere MKBA's of maatschappelijk of politiek gevoelige onderwerpen.

## Definitie van nul- en projectalternatieven

De effecten van een maatregel of investering worden bepaald door de situatie met de maatregel of investering (het projectalternatief) af te zetten tegen de situatie waarin de maatregel of investering geen doorgang vindt (het nulalternatief). De alternatieven dienen zorgvuldig te worden geformuleerd. Indien een projectalternatief is samengesteld uit meerdere maatregelen dan dient de MKBA naast het gecombineerde effect ook de effecten van de afzonderlijke maatregelen inzichtelijk te maken. Eventuele synergie-effecten komen zo in beeld.

De tijdshorizon van MKBA's is in principe oneindig. In de praktijk kan dit worden geoperationaaliseerd door een zichtperiode van 100 jaar na het moment van invoering van de maatregel of het gereedkomen van de investering te bezien. Omdat de toekomst zich lastig laat voorspellen is het gebruik van scenario's een vast onderdeel van MKBA's. In MKBA's wordt doorgaans gebruik gemaakt van de Welvaart en Leefomgeving (WLO)-scenario's van het CPB en PBL. Voor het hoge en lage WLO-scenario zijn luchtvaartprognoses beschikbaar voor de zichtjaren 2030 en 2050. Wanneer zich grote veranderingen in de luchtvaartmarkt of het beleid voordoen is het raadzaam om na te gaan hoe die de prognoses beïnvloeden en of het nodig is de (korte termijn) prognoses bij te stellen.

Met luchtvaartmodellen kunnen de effecten van maatregelen en investeringen op de vraag- en het aanbod, emissies en geluidhinder worden vastgesteld in 2030 en 2050. Middels inter- en extrapolatie kunnen vervolgens tijdreeksen van 100 jaar worden opgesteld. Voor sleutelmomenten kan ervoor worden gekozen om een apart zichtjaar te modelleren.

## Kwantificering van effecten

De werkwijzer beschrijft een groot aantal effecten. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar effecten voor gebruikers en producenten, bredere economische effecten, klimaateffecten, omgevingseffecten en verdelingseffecten.

### Effecten voor gebruikers

Effecten van beleidsmaatregelen en investeringen voor gebruikers van luchtvaartdiensten bestaan uit veranderingen in hun totale (gegeneraliseerde) reiskosten. Veranderingen in reiskosten kunnen leiden tot vraageffecten. Als producenten hierdoor hun aanbod aanpassen, kan dat ook weer effect hebben op de reiskosten. Veranderingen in de (gegeneraliseerde) reiskosten en de vraag en het aanbod worden met keuzemodellen bepaald.

#### Gegeneraliseerde reiskosten

De gegeneraliseerde reiskosten bestaan uit de kosten van het ticket, de reistijd en eventuele luchtavenspecifieke elementen. Bij het bepalen van de verandering in de reiskosten dient met een aantal zaken rekening gehouden te worden:

- **Doorbelasting van prijsveranderingen:** In specifieke situaties hoeven kostenverhogingen niet (volledig) tot uitdrukking te komen in de ticketprijs. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn in markten met beperkte concurrentie, in situaties waarbij niet alle aanbieders worden geconfronteerd met de kostenverhoging en bij capaciteitsschaarste. In die gevallen dient een aanname te worden gedaan over de mate van doorbelasting.
- **Waardering van reistijd:** De reistijden van de afzonderlijke onderdelen van de reis worden bij voorkeur apart gewaardeerd. Voor luchtreizigers is momenteel (nog) geen consistente set aan waarderingskengetallen beschikbaar voor de verschillende delen van de reis. Zolang dit het geval is, wordt aanbevolen om – net als bij andere modaliteiten – met de tijdwaardering van de hoofdmodaliteit (het vliegtuig) te rekenen voor de gehele verplaatsing. Voor zover mogelijk dient daarbij aangegeven te worden hoe de verschillende reiscomponenten zich tot elkaar verhouden in nul- en projectalternatieven. Daarnaast wordt een gevoeligheidsanalyse aanbevolen met een aparte tijdwaardering voor het voor- en natransport uit de literatuur.
- **Reistijdbetrouwbaarheid:** Vanwege de buffertijden die passagiers en luchtvaartmaatschappijen inbouwen en het feit dat de kans op het missen van een vlucht al (deels) tot uitdrukking komt in een relatief hoge tijdwaardering voor het voortransport, is er geen aparte berekening voor reistijdbetrouwbaarheid voor het voortransport nodig. Bij indirecte vluchten bestaat nog wel het risico dat een aansluiting wordt gemist. Op dit moment is er geen werkbare methode om daar rekening mee te houden. Wanneer sprake is van een grote verschuiving van directe naar indirecte vluchten of andersom wordt aanbevolen hier een PM-post voor op te nemen en eventueel een gevoeligheidsanalyse uit te voeren.

- **Overige luchthavenspecifieke elementen:** Parkeerkosten, de verblijfskwaliteit en de processing- en looptijden op luchthavens worden momenteel nog niet meegenomen door keuzemodellen in het bepalen van de (gegeneraliseerde) reiskosten. Idealiter gebeurt dat in de toekomst wel, zodat de modellen beter rekening houden met de voorkeuren van reizigers. In de tussentijd wordt aanbevolen om te veronderstellen dat hogere parkeerkosten en langere processing- en looptijden op grotere luchthavens gemiddeld genomen worden gecompenseerd door een hogere verblijfskwaliteit en een gevoeligheidsanalyse op te nemen waarin de kosten integraal worden ingeschat.

### **Veranderingen in het reisgedrag: vraag- en aanbodeffecten**

Veranderingen in het reisgedrag worden met keuzemodellen gesimuleerd op basis van de veranderingen in de gegeneraliseerde reiskosten en het aanbod. Bij een toename van de reiskosten zal een deel van de gebruikers afzien van de reis (vraaguitval). Anderen zullen kiezen voor een ander reisalternatief, bijvoorbeeld vanaf een andere luchthaven of met een ander vervoermiddel (substitutie). Weer een ander deel zal de hogere kosten voor lief nemen en het gedrag niet aanpassen.

Om gedragsveranderingen goed in te kunnen schatten is het van belang de relevante markt op een juiste manier af te bakenen in de keuzemodellen. Dat betekent dat rekening gehouden dient te worden met indirecte reisopties, reisopties vanaf en via buitenlandse luchthavens en met andere modaliteiten. Ook moet onderscheid worden gemaakt naar reizigers met verschillende voorkeuren (in ieder geval zakelijke en niet-zakelijke passagiers). Tenslotte is het van belang dat rekening wordt gehouden met (toekomstige) capaciteitsrestricties op Nederlandse en buitenlandse luchthavens.

### **Kwantificering van het welvaartseffect**

Het welvaartseffect voor gebruikers bestaat uit de verandering in de (gegeneraliseerde) reiskosten. Voor gebruikers die hun gedrag niet aanpassen bestaat het effect uit de totale verandering van de gegeneraliseerde reiskosten. Voor reizigers die hun gedrag wel aanpassen is het welvaartseffect gemiddeld de helft van de verandering in de gegeneraliseerde reiskosten.

In de MKBA's tellen alleen de effecten voor Nederlandse gebruikers mee. Maar juist in de luchtvaart zijn er vaak ook effecten voor niet-ingezetenen. Het is daarom vaak raadzaam deze effecten wel in beeld te brengen, ook al tellen ze niet mee in het saldo van de MKBA. Tevens kan een deel van deze effecten via markten weer terugvloeien naar Nederlandse ingezetenen.

## **Effecten voor producenten**

Effecten van beleidsmaatregelen en investeringen voor producenten bestaan uit veranderingen in eventuele overwinsten (veranderingen in het producentensurplus). Aanbevolen wordt om in luchtvaartspecifieke MKBA's in ieder geval de veranderingen in overwinsten van luchtvaartmaatschappijen en luchthavens mee te nemen.

### **Luchthavens**

Luchthavens kunnen geen overwinsten realiseren op de aeronautische activiteiten (de afhandeling van passagiers en vliegtuigen), maar wel op de non-aeronautische activiteiten (zoals de inkomsten uit parkeren en de verhuur van winkel- en kantoorruimte). Op basis van de opbrengsten uit de non-aeronautische activiteiten kan hier een inschatting van worden gemaakt. Deze inkomsten kunnen sterk variëren tussen luchthavens. Aangezien de grote commerciële luchthavens in Nederland



(grotendeels) in handen zijn van de Nederlandse overheid, kan worden aangenomen dat de overwinsten volledig toevallen aan Nederland.

Investeringen in de luchtzijdige infrastructuur zullen middels de havengelden worden verhaald op gebruikers. Doorgaans kan worden aangenomen dat dit niet leidt tot een reële verhoging van de havengelden (en ATC-tarieven). Als er indicaties zijn dat dit wel het geval is, dan dienen de verhogingen meegenomen te worden in de bepaling van de gegeneraliseerde reiskosten voor gebruikers. Wanneer investeringen leiden tot extra winsten of verliezen in de niet-aeronautische activiteiten dan dienen die te worden meegenomen in de MKBA.

Investeringen in de luchtzijdige infrastructuur kunnen het nodig maken om de landzijdige infrastructuur ook uit te breiden. Dat heeft niet alleen invloed op de gebruikers van de luchthaven, maar op alle consumenten die gebruik maken van de (nieuwe) landzijdige infrastructuur. Effecten op de landzijdige bereikbaarheid kunnen met verkeersmodellen in beeld worden gebracht. Doe dit alleen wanneer verwacht wordt dat deze effecten aanzienlijk zijn.

### **Luchtvaartmaatschappijen**

Overwinsten als gevolg van capaciteitsschaarste (schaarstewinsten) zijn een overdracht: gebruikers betalen een hogere prijs voor luchtvaartdiensten aan de luchtvaartmaatschappijen. Hierbij is het wel van belang dat rekening wordt gehouden met de verdeling tussen Nederlandse en buitenlandse gebruikers en producenten. Zo dienen alleen de schaarstewinsten die door Nederlandse gebruikers (via de ticketprijs) worden opgebracht, meegenomen te worden in de MKBA. Het aandeel Nederlandse gebruikers kan worden afgeleid uit enquêtegegevens. Daarnaast dienen ook alleen de schaarstewinsten die terecht komen bij Nederlandse 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.

### **Bredere economische effecten**

Veranderingen in de gegeneraliseerde reiskosten kunnen doorwerken in de rest van de economie, bijvoorbeeld in de vorm van productiviteitswinsten, lagere productiekosten of een toename van het toerisme. Er is dan sprake van bredere economische effecten. Veelal gaat het hierbij om doorgegeven effecten. Doorgegeven effecten mogen niet apart (bovenop de effecten voor gebruikers en producenten) worden meegenomen, omdat dit leidt tot een dubbeltelling.

Alleen wanneer sprake is van inefficiënties, kunnen bredere economische effecten additionele welvaartseffecten met zich meebrengen. Indien bredere economische effecten worden opgenomen in een MKBA, moeten deze worden onderbouwd door te verwijzen naar een specifieke vorm van inefficiëntie teneinde het risico op dubbeltellingen te minimaliseren.

Er kunnen verschillende soorten additionele economische effecten worden onderscheiden:

- **Agglomeratie-effecten:** Wanneer een bedrijf zich als gevolg van een betere luchtzijdige bereikbaarheid vestigt in de omgeving van een luchthaven, kan dit de productiviteit van alle bedrijven in het gebied verhogen doordat zij van elkaar leren. Daarnaast kan specialisatie van de bedrijven leiden tot een breder aanbod aan consumptiegoederen, waardoor dit beter aansluit bij de behoefte van de consument. Agglomeratie-effecten kunnen worden bepaald op basis van de economische dichtheid. Voor landzijdig transport worden de agglomeratie-effecten ingeschat tussen de nul en dertig procent van de effecten voor gebruikers en producenten. Voor de luchtvaart zijn geen inschattingen bekend. Agglomeratie-effecten groter dan dertig procent dienen extra grondig te worden onderbouwd.
- **Werkgelegenheidseffecten:** Maatregelen en investeringen die niet specifiek gericht zijn op de arbeidsmarkt, zoals het geval is bij maatregelen en investeringen in de luchtvaartsector, zullen de werkgelegenheid doorgaans niet of nauwelijks verhogen. Daarom wordt aanbevolen om in luchtvaartspecifieke MKBA's geen netto werkgelegenheidseffecten op nationaal niveau op te nemen. Omdat dit mogelijk niet aansluit bij de verwachtingen van bepaalde stakeholders is het van belang het verschil tussen netto en bruto werkgelegenheidseffecten duidelijk uit te leggen. Als de MKBA-opsteller van mening is dat de beoordeelde luchtvaartmaatregel toch significante netto werkgelegenheidseffecten op nationaal niveau heeft, moet die bevinding ondersteund worden door een zeer stevige analyse.
- **Effecten van belastingen:** De invoering van een nieuwe belasting of een verhoging van een bestaande belasting zorgt ervoor dat de overheid elders minder belasting hoeft te heffen om dezelfde totale opbrengst te realiseren. Dit zorgt voor extra inkomen voor consumenten en hogere bestedingen, waar BTW en andere verbruiksbelastingen over wordt betaald. Over alle geïnde belastingen wordt daarom een inverdieneffect van 18,2 procent berekend. Nieuwe belastingen kunnen de inkomsten uit andere belastingen en overheidsuitgaven beïnvloeden. Dit effect dient ook meegenomen te worden.

### Effecten op toerisme en prijzen van buitenlandse producten

Veranderingen in de reiskosten voor niet-ingezetenen (inkomende toeristen en buitenlandse bedrijven) kunnen via extra toeristische bestedingen en lagere prijzen voor buitenlandse producten alsnog in Nederland terecht komen. Tegelijkertijd zal zich een omgekeerd effect voordoen: veranderingen in reiskosten voor Nederlandse ingezetenen vloeien deels weg naar het buitenland. Aanbevolen wordt om bij de verdelingseffecten aan te geven dat een deel van de effecten voor niet-ingezetenen via markten terugvloeit naar Nederland en vice versa.

### Klimaat effecten

Beleidsmaatregelen en investeringen kunnen direct of indirect (via gedragsreacties) invloed hebben op het klimaat door een verandering in: het aanbod van vluchten, de samenstelling ervan en de vluchtefficiëntie.

Zowel CO<sub>2</sub>-uitstoot als andere effecten van luchtvaart dragen bij aan de opwarming van de aarde. Voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> maakt het niet uit waar deze plaatsvindt; het opwarmende effect is hetzelfde. Voor andere effecten kan de uitstootlocatie wel van invloed zijn op het klimaat effect. Maatregelen of investeringen die leiden tot een verschuiving van vluchten naar het buitenland, hebben derhalve nog steeds een effect op het klimaat.

Nederland heeft zich gecommitteerd aan internationale klimaatdoelen en geeft daarmee aan dat het belang hecht aan klimaateffecten voor niet-ingezetenen. Daarom wordt aanbevolen om de klimaateffecten van maatregelen en investeringen op mondiaal niveau in te schatten. Daarnaast wordt aanbevolen om de veranderingen in de CO<sub>2</sub>-uitstoot vanaf Nederlandse luchthavens apart in beeld te brengen om inzicht te krijgen in de mate waarin een maatregel bijdraagt aan het behalen van de nationale klimaatdoelen.

### **CO<sub>2</sub>-effecten**

Veranderingen in mondiale CO<sub>2</sub>-emissies worden afgeleid uit veranderingen in uitgevoerde vluchten. Deze volgen uit de analyse naar de effecten voor gebruikers. De keuzemodellen die daarbij worden gebruikt, bevatten modules om de verandering in de CO<sub>2</sub>-emissies in te schatten. Bij het bepalen van de toekomstige CO<sub>2</sub>-emissies (in het nul- en projectalternatief) dient rekening gehouden te worden met technologische innovaties, het gebruik van duurzame brandstoffen en efficiëntcyverbeteringen.

Veranderingen van CO<sub>2</sub>-emissies moeten worden gewaardeerd met behulp van efficiënte prijzen die door CPB en PBL zijn bepaald. Het welvaartseffect ontstaat omdat – uitgaande van een plafond voor de totale mondiale CO<sub>2</sub>-emissies – ergens in de wereld reductiekosten worden bespaard of extra moeten worden gemaakt. Die verandering van reductiekosten vertegenwoordigt een welvaartseffect dat aan de marge gelijk is aan de verandering van de CO<sub>2</sub>-emissies vermenigvuldigd met de efficiënte prijs behorende bij het scenario. Daarbij moet dubbeltelling met andere kosten of baten worden vermeden. Als (een deel van) de klimaatkosten van de CO<sub>2</sub>-uitstoot al in de ticketprijs verwerkt zijn (geïnternaliseerd), moeten deze niet nogmaals worden meegenomen.

Voor MKBA's met belangrijke klimaateffecten dient een gevoeligheidsanalyse te worden uitgevoerd op het hoge WLO-scenario met de efficiënte prijzen behorend bij de 2-graden onzekerheidsverkenning. Hiervoor bestaat geen apart luchtvaartscenario. De uitvoerder van de MKBA zal zelf een correctie moeten uitvoeren op het luchtvaartscenario behorend bij het hoge WLO-scenario.

### **Niet-CO<sub>2</sub>-effecten**

Naast CO<sub>2</sub> hebben ook andere stoffen invloed op de opwarming van de aarde, zoals stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), waterdamp (H<sub>2</sub>O), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en roet (nvPM). Hetzelfde geldt voor condensatiestrepen (contrails) en de cirrusachtige wolken die daaruit kunnen ontstaan.

De klimaateffecten van de afzonderlijke niet-CO<sub>2</sub>-componenten zijn niet eenvoudig te bepalen, omdat ze van meerdere en verschillende factoren afhangen, waaronder de vlieghoogte, de locatie, het tijdstip en de atmosferische samenstelling. Daarnaast verschillen de levensduren van de verschillende componenten, waarbij sommige componenten slechts een paar minuten effect hebben, terwijl andere componenten maanden tot decennia effect kunnen hebben op het klimaat. Hoewel de wetenschap voortschrijdt, blijven er op dit vlak aanzienlijke onzekerheden bestaan.

Zolang het niet mogelijk is om de klimaateffecten van individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeurig en op vluchtniveau te bepalen, wordt aanbevolen om het niet-CO<sub>2</sub>-effect af te leiden uit het CO<sub>2</sub>-effect door omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Aanbevolen wordt om daarbij uit te gaan van een opslagfactor van 2 en gevoeligheidsanalyses uit te voeren met opslagfactoren van 1 en 4 om recht te doen aan het niet-lineaire karakter en de huidige en toekomstige onzekerheden ten aanzien

van de niet-CO<sub>2</sub>-effecten. Wanneer opslagfactoren beschikbaar komen gedifferentieerd naar afstand, hoogte of locatie en/of de Nederlandse situatie beter weerspiegelen, verdient het aanbeveling om die te gebruiken.

Als gebruik wordt gemaakt van een opslagfactor op de CO<sub>2</sub>-effecten, dan kunnen de resulterende CO<sub>2</sub>-equivalenten worden gewaardeerd tegen de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen. Wanneer de individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeurig kunnen worden vastgesteld, dan dienen deze ook te worden gewaardeerd met kengetallen voor de betreffende componenten.

## Omgevingseffecten

Beleidsmaatregelen en investeringen kunnen effect hebben op de omgeving door een verandering in: het aanbod van vluchten, de samenstelling ervan en het type toestellen waarmee de vluchten worden uitgevoerd. De omgevingseffecten die in een MKBA aan de orde komen zijn geluid, (externe) veiligheid, luchtkwaliteit en ruimtelijke effecten.

### Geluidhinder

De geluidsproductie van vliegtuigen kan negatieve effecten hebben op het welzijn en de gezondheid van omwonenden. Tevens kan het schadelijke effecten hebben op recreatie, toerisme en ecosystemen.

Effecten van maatregelen of investeringen op de geluidhinder worden bepaald door vast te stellen hoeveel mensen meer of minder worden geconfronteerd met een bepaald geluidsniveau. Voor Schiphol wordt de geluidsbelasting bepaald op basis van de Europese rekenmethode (ECAC Doc29), waarbij de belasting wordt uitgedrukt in de geluidbelastingmaten  $L_{den}$  en  $L_{night}$ . Voor de regionale luchthavens wordt alleen  $L_{den}$  gehanteerd, omdat de luchthavens gedurende de hele of een overgroot deel van de nacht gesloten zijn. In Nederland wordt het aantal gehinderden in beeld gebracht vanaf een geluidsniveau van 48 dB(A)  $L_{den}$  en - voor Schiphol ook - vanaf 40 dB(A)  $L_{night}$ .

Aanbevolen wordt om de effecten van geluidhinder te bepalen aan de hand van  $L_{den}$  en  $L_{night}$  vanaf geluidsniveaus van respectievelijk 48 dB(A)  $L_{den}$  en 40 dB(A)  $L_{night}$ . Ten tijde van het opstellen van deze werkwijzer bestonden er nog geen waarderingskengetallen voor geluidsniveaus onder de 50 dB(A)  $L_{den}$  en voor  $L_{night}$ . Bepaal, zolang dit het geval is, de geluidseffecten vanaf 50 dB(A)  $L_{den}$  en geef dit duidelijk aan.

### Veiligheid

De effecten op de externe veiligheid zijn doorgaans zeer klein. Enerzijds vanwege de kleine ongevalskans. Anderzijds vanwege het feit dat in Nederland weinig mensen in de directe nabijheid van een luchthaven wonen. Daarom wordt aanbevolen om de effecten op de externe veiligheid alleen kwalitatief te beschouwen.

### Luchtkwaliteit

De voornaamste luchtverontreinigende stoffen zijn stikstofdioxiden ( $\text{NO}_x$ ), zwaveloxiden ( $\text{SO}_x$ ), fijnstof ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ) en ultrafijnstof ( $\text{PM}_{0,1}$ ).<sup>2</sup> Blootstelling aan luchtverontreiniging kan er toe leiden dat mensen vroeger sterven en het kan een scala aan gezondheidsklachten veroorzaken. Aanbevolen wordt om de verandering in de uitstoot van stikstofdioxiden, zwaveloxiden en fijnstof te bepalen voor de start en landingscyclus (tot een vlieghoogte van 3.000 voet). De Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 bevat voorschriften voor het meten en berekenen van de concentratie - en depositie - van luchtverontreinigende stoffen. Hiervoor zijn kwantitatieve modellen beschikbaar. Er zijn waarderingskengetallen voor de genoemde stoffen. Wanneer uit het lopende RIVM-onderzoek naar ultrafijnstof blijkt dat dit grote gezondheidseffecten met zich meebrengt, dient ultrafijnstof ook meegenomen te worden.

### Natuur

De depositie van verzurende stoffen kan schadelijke effecten hebben op de natuur. Wanneer sprake is van compenserende maatregelen – door intern of extern salderen – kan dit effect op nul worden gesteld. Wel dienen dan de kosten van de compenserende maatregelen te worden opgenomen in de MKBA. Wanneer geen compenserende maatregelen worden genomen, kwantificeer dan het effect op de natuur en monetariseer het indien hiervoor een geschikt waarderingskengetal beschikbaar is. Als kwantificering niet mogelijk is, neem het effect van stikstofdepositie op de natuur dan op als PM-post.

Daarnaast kan geluid ook leiden tot verstoring van rustige gebieden en ecosystemen. Effecten van geluidhinder op stiltegebieden, recreatie, toerisme en ecosystemen dienen waar mogelijk gekwantificeerd te worden. Indien dat niet mogelijk is, neem de effecten dan als PM-post op in de MKBA.

### Ruimtelijke effecten

Luchthavens beperken ruimtelijke ontwikkelingen in de buurt van de luchthavens. De ruimtelijke effecten kunnen in een MKBA worden meegenomen door de sloopzones en de overige beperkingengebieden in kaart te brengen en te bepalen welke gebieden vrij komen, of juist beperkt worden door een maatregel of investering. Als een alternatief in een MKBA leidt tot uitbreiding van de bestaande isolatiecontouren, dient dit eveneens meegenomen te worden.

Bij het waarderen van de ruimtelijke effecten vormt de grondprijs voor verschillende bestemmingen (landbouw, woningen, kantoren, andere bedrijventerreinen) een belangrijk gegeven. Gebruik de werkinstructie ‘van GREX naar MKBA’ voor de waardering van de ruimtelijke effecten.

---

<sup>2</sup> Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) onderzoekt op het moment van schrijven de gezondheidseffecten van ultrafijnstof (rondom Schiphol). Ultrafijnstof is het bestanddeel van fijnstof met de allerkleinste afmeting: kleiner dan 0,1 micrometer ofwel 100 nanometer. De resultaten van het onderzoek worden in 2021 verwacht. Indien hieruit blijkt dat ultrafijnstof aanzienlijke gezondheidseffecten met zich meebrengt, dan worden die bij voorkeur ook meegenomen in een MKBA. Het Rijk heeft de Gezondheidsraad om advies gevraagd om te komen tot generiek beleid voor ultrafijnstof voor alle bronnen, niet alleen voor luchtvaart. De Rijksoverheid vraagt luchthavens alvast actie te ondernemen en de uitstoot zo veel mogelijk te beperken.

### Overige omgevingseffecten

Een MER-score kan – indien beschikbaar – gebruikt worden voor het kwantificeren van effecten op bodem, water, landschap, archeologie en cultuurhistorie. Wanneer er geen MER-score beschikbaar is, neem de effecten op bodem, water, landschap, archeologie en cultuurhistorie dan als PM-post op in de MKBA.

### Verdelingseffecten

Beleidsmaatregelen of investeringen kunnen leiden tot een herverdeling van de welvaart tussen groepen of regio's. Door te laten zien hoe de effecten verdeeld zijn over groepen en regio's wordt inzichtelijk wie er profiteren van een maatregel of investering en wie niet.

Een onevenredige verdeling kan vragen oproepen over rechtvaardigheid. Hoewel vanuit het perspectief van de MKBA geen uitspraken over de (on)rechtvaardigheid van bepaalde verdelingen zijn te maken, is dit wel belangrijke informatie voor besluitvorming waar in een MKBA op in kan worden gegaan. Een scheve verdeling van kosten en baten kan aanleiding zijn voor compensatie of flankerend beleid. Een MKBA kan laten zien welke vormen van compensatie leiden tot een evenrediger verdeling van kosten en baten, en wat daarvan de invloed is op het totaalsaldo.

Voor luchtvaartspecifieke MKBA's wordt, net als in andere beleidsdomeinen, aanbevolen om de verdelingseffecten in beeld te brengen wanneer sprake is van een onevenredige verdeling van kosten en baten. Het ligt daarbij voor de hand om in ieder geval de effecten voor omwonenden apart in beeld te brengen. In de praktijk wordt er doorgaans voor gekozen om de negatieve effecten voor de omgeving in beeld te brengen en de positieve effecten voor Nederland als geheel. De positieve effecten die in de omgeving terecht komen, worden dan voor het gemak toegerekend aan Nederland. Hier dient in kwalitatieve zin bij stil te worden gestaan in de MKBA.

Als er sprake is van compenserende maatregelen, dan dienen naast de kosten en baten van de maatregel of investering ook de kosten en baten van de compensatiemaatregelen in beeld te worden gebracht. Een uitzondering hierop geldt als de compensatiemaatregelen wettelijk verplicht zijn; in dat geval maken ze onlosmakelijk deel uit van het onderzochte beleid.

Wanneer een MKBA wordt uitgevoerd voor een regionale of lokale overheid, is het nuttig om naast de effecten voor Nederland als geheel ook de effecten voor de regio in beeld te brengen. Dit geeft beleidsmakers inzicht in de regionale effecten van een beleidsmaatregel of investering, én laat zien of de maatregel of investering ook in bredere zin verstandig is. Daarnaast wordt aanbevolen om ook de effecten voor niet-ingezetenen in beeld te brengen wanneer die substantieel zijn. Regionale effecten en effecten voor niet-ingezetenen dienen apart te worden gepresenteerd en niet te worden meegenomen in het totaalsaldo.

## Varianten en risicoanalyse

### Gevoeligheidsanalyses

Analyses in MKBA's zijn omgeven met onzekerheden. Voor weloverwogen beslissingen is het zaak die onzekerheden te onderkennen en er rekening mee te houden in de MKBA. Onzekerheden over

de toekomst kunnen worden ondervangen door met meerdere toekomstscenario's te werken, zoals hierboven beschreven. Onzekerheden die het gevolg zijn van ontbrekende kennis en onduidelijkheid over nationaal en internationaal beleid kunnen middels gevoeligheidsanalyses worden geadresseerd. De werkwijzer doet hiervoor een aantal specifieke aanbevelingen.

## Discontering

Toekomstige kosten en baten kunnen vergelijkbaar worden gemaakt door ze terug te rekenen naar één jaartal, met andere woorden, door ze contant te maken. Dit gebeurt op basis van een discontovoet. In welvaartsanalyses waarbij de effecten voor één jaar worden bepaald is dit niet nodig.

Hanteer altijd de meest actuele discontovoeten. Voor luchtvaartspecifieke MKBA's gelden (tot de volgende actualisatie) de volgende discontovoeten:

- Reistijdbaten: 2,9 procent (tenzij kan worden aangetoond dat het om lineaire baten gaat, dan 2,25 procent);
- Investeringskosten in infrastructuur: 1,6 procent;
- Alle andere kosten en baten met 2,25 procent.

Voer gevoeligheidsanalyses uit met 0,4 procent hogere discontovoeten in een hoog groeiscenario en met 0,4 procent lagere discontovoeten in een laag groeiscenario). Als de groei van de baten hoger is dan de discontovoet, worden de toekomstige baten uiteindelijk oneindig groot. Onderzoek in dat geval of dat reëel is.





# Inhoud

<b>Managementsamenvatting.....</b>	<b>i</b>
<b>1 Inleiding.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Proces van een MKBA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Positie van de MKBA in de besluitvorming.....	3
2.2 Stappen binnen een MKBA.....	8
2.3 Zorgen voor draagvlak .....	8
2.4 Kwaliteitsborging.....	12
<b>3 Definitie van nul- en projectalternatieven .....</b>	<b>15</b>
3.1 Het nulalternatief.....	15
3.2 Projectalternatieven.....	16
3.3 Toekomstscenario's.....	17
<b>4 Kwantificering van effecten .....</b>	<b>23</b>
4.1 Effecten voor gebruikers en producenten .....	24
4.2 Bredere economische effecten .....	40
4.3 Klimaat effecten.....	46
4.4 Omgevingseffecten .....	58
4.5 Verdelingseffecten.....	67
<b>5 Varianten- en risicoanalyse.....</b>	<b>75</b>
5.1 Soorten onzekerheid .....	75
5.2 Gevoeligheidsanalyses .....	76
5.3 Discontering.....	77
<b>Literatuur .....</b>	<b>81</b>
<b>Bijlage A Geconsulteerde experts .....</b>	<b>89</b>
<b>Bijlage B Luchtvaartmodellen en klimaat effecten.....</b>	<b>91</b>



# 1 Inleiding

*Deze werkwijzer bevat praktische richtlijnen voor uitvoerders van luchtvaartspecifieke MKBA's. De werkwijzer is eveneens van toepassing op andere typen welvaartseconomische studies die gestoeld zijn op MKBA-methodieken. De aanbevelingen in de Algemene leidraad en in andere werkwijzers blijven van toepassing.*

## **Aanleiding**

In 2013 hebben CPB en PBL de Algemene leidraad voor Maatschappelijke Kosten-Batenanalyse (MKBA) gepubliceerd (Romijn en Renes, 2013). Deze leidraad is in beginsel bedoeld voor alle soorten overheidsbeleid. Door de brede toepasbaarheid gaat de Algemene leidraad niet in op afzonderlijke beleidsterreinen. In de leidraad wordt voorgesteld om hiervoor aparte werkwijzers op te stellen.

De praktijk heeft uitgewezen dat de Algemene leidraad onvoldoende houvast biedt voor luchtvaartspecifieke MKBA's. De afgelopen jaren zijn meerdere van dit soort MKBA's uitgevoerd, waarbij uiteenlopende uitgangspunten en rekenmethoden werden gehanteerd, zowel voor de bepaling van de omvang van effecten, als de toerekening ervan aan Nederland en de waardering. Dat leidde tot discussies en een Kamermotie.

Tegen deze achtergrond heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) aan SEO Economisch Onderzoek (SEO), Decisio, TwynstraGudde en To70 gevraagd om een werkwijzer voor luchtvaartspecifieke MKBA's op te stellen. Deze eerste versie van de werkwijzer bevat praktische richtlijnen voor uitvoerders van luchtvaart MKBA's. Bij de werkwijzer hoort een onderzoeksagenda, waarin is opgenomen op welke punten aanvullend onderzoek nodig is.

## **Scope van de werkwijzer**

De richtlijnen in deze werkwijzer bieden houvast aan uitvoerders voor luchtvaartspecifieke MKBA's, maar kunnen ook worden toegepast op andere typen welvaartseconomische studies die gestoeld zijn op MKBA-methodieken. Daarbij valt te denken aan welvaartsanalyses die een deel van de welvaartseffecten in beeld brengen of de effecten vergelijken van een aantal hypothetische toekomstscenario's, zonder een duidelijk te onderzoeken beleidsvoornemen. Het kan ook gaan om een maatschappelijke kosten-effectiviteitsanalyse (MKEA), waarin verschillende alternatieven niet met een nulalternatief maar alleen met elkaar worden vergeleken, omdat bijvoorbeeld een doelstelling al vastligt (maatschappelijke optimalisatie binnen vastgestelde kaders).

In alle gevallen worden de welvaartseffecten van een verandering ingeschat. MKBA's en daaraan gerelateerde studies betreffen immers een verschillenanalyse tussen verschillende alternatieven (in een zuivere MKBA altijd afgezet tegen een nulalternatief).

## **Relatie met de Algemene MKBA-leidraad en bestaande werkwijzers**

De aanbevelingen in de Algemene leidraad (Romijn en Renes, 2013) en in andere werkwijzers blijven van toepassing. Dit geldt bijvoorbeeld voor de milieueffecten in de werkwijzer voor milieu (De Bruyn et al., 2017) en de werkgelegenheidseffecten in de werkwijzer sociaal domein (Koopmans et al., 2016). De voor luchtvaartspecifieke MKBA's meest relevante aanbevelingen uit de Algemene leidraad en andere werkwijzers worden in deze werkwijzer samengevat. Wanneer sprake is van

nieuwe inzichten, zoals bij de waardering van emissies van broeikasgassen (Wortelboer-Van Donseelaar, 2020), is die kennis meegenomen in de werkwijzer.

### **Totstandkoming**

Deze werkwijzer is opgesteld op basis van een analyse van: eerder uitgevoerde MKBA's en welvaartsanalyses, de laatste inzichten uit de wetenschappelijke literatuur, een uitgebreide expertconsultatie (zie Bijlage A) en eigen expertise. Het onderzoek is begeleid door een begeleidingsgroep bestaande uit medewerkers van de ministeries van IenW en Financiën, en vertegenwoordigers van het Centraal Planbureau (CPB), het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en het KiM. CPB en PBL hebben getoetst of de werkwijzer voldoet aan de richtlijnen en voorschriften van de Algemene leidraad MKBA.

### **Leeswijzer**

Het volgende hoofdstuk gaat in op het proces van een MKBA. Wanneer moet een MKBA worden uitgevoerd, welke stappen moeten daarbij worden doorlopen en wie moeten erbij worden betrokken? Hoofdstuk 3 gaat in op het definiëren van nul- en projectalternatief. Het kwantificeren van effecten komt in hoofdstuk 4 aan bod. Hoofdstuk 5 beschrijft tenslotte hoe omgegaan kan worden met onzekerheid. Ieder hoofdstuk of subparagraaf begint met een overzicht van de aanbevelingen.

### **Een woord vooraf**

In de werkwijzer wordt regelmatig verwezen naar beleid, scenario's, vervoersprognoses, kengetallen en discontovoeten. De beschrijvingen weerspiegelen de situatie in het voorjaar van 2021. Op het moment dat een MKBA wordt uitgevoerd kan de situatie echter zijn veranderd. Ook kan er sprake zijn van nieuwe inzichten of voorschriften die nog niet in de werkwijzer zijn opgenomen. Het is de verantwoordelijkheid van de MKBA-uitvoerder om na te gaan of er nieuwe informatie, inzichten en voorschriften beschikbaar zijn en deze mee te nemen in de analyse.

## 2 Proces van een MKBA

### Overzicht van aanbevelingen

- Bepaal afhankelijk van de (beleids)vraag en de fase waarin de besluitvorming zich bevindt, welk type analyse het meest geschikt is. Een volledige MKBA heeft de voorkeur als moet worden besloten over een specifieke maatregel of investering. Als nog geen besluit genomen hoeft te worden of onvoldoende informatie beschikbaar is kan worden volstaan met een verkennende MKBA.
- Werk aan draagvlak voor de MKBA door stakeholders vroegtijdig te betrekken. Dit is vooral van belang bij (volledige) MKBA's ter onderbouwing van een concrete maatregel of investering. Stel een participatieplan op maat op.
- Zorg voor transparantie door uitgangspunten, data, modellen en alternatieven vast te leggen in een uitgangspuntennotitie.
- Koppel de (concept)resultaten van de MKBA terug middels een heldere presentatie waarin belangen en beleidsdoelen te herleiden zijn. Bij MKBA's voor regionale of lokale overheden wordt geadviseerd om naast de effecten op nationaal niveau ook een overzicht te geven van de regionale effecten.
- Zorg voor een goede kwaliteitsborging van de MKBA of welvaartsstudie. Laat de studie door een onafhankelijke en deskundige partij uitvoeren. Organiseer kennis, betrek een begeleidingsgroep en laat een onafhankelijke toets uitvoeren.

Dit hoofdstuk beschrijft het proces van een MKBA. Daarbij gaan we eerst in op de rol van de MKBA in het besluitvormingsproces. De stappen die in een luchtvaartspecifieke MKBA moeten worden doorlopen komen in paragraaf 2.2 aan bod. Paragraaf 2.3 beschrijft hoe kan worden gezorgd voor draagvlak voor de MKBA. Tenslotte gaat paragraaf 2.4 in op de kwaliteitsborging.

### 2.1 Positie van de MKBA in de besluitvorming

Deze paragraaf gaat in op de rol van een MKBA in de besluitvorming. Welk doel dient een MKBA, wanneer moet een MKBA worden uitgevoerd en wat is daarvoor het beste moment? Vervolgens wordt ingegaan op het meest geschikte type analyse in verschillende situaties.

#### 2.1.1 Doel van een MKBA

Een MKBA dient de besluitvorming maar vervangt deze niet. Door alle effecten op een consistente wijze in beeld te brengen en tegen elkaar af te wegen, ontstaat een beeld van het relatieve belang van argumenten voor en tegen een beleidsmaatregel of investering. Daarmee bieden MKBA's belangrijke informatie voor besluitvorming. Beleidsmakers hoeven de uitkomst van een MKBA echter niet te volgen. Dat zou immers leiden tot technocratische besluitvorming en ten koste gaan van het democratische proces. Een MKBA is niet meer en niet minder dan een belangrijke informatiebron die beschikbaar moet zijn als besluitvorming plaatsvindt.

### 2.1.2 Wanneer een MKBA?

Een MKBA is in beginsel het beste instrument om de voor- en nadelen van beleidsopties in kaart te brengen en vergelijkbaar te maken. De MKBA kan echter niet altijd (integraal) worden ingezet. De kabinetsbrief bij de Algemene leidraad voor MKBA noemt vier voorwaarden bij de keuze voor een MKBA (Ministerie van Financiën, 2013):

1. Wanneer het ten principale gaat om primair morele of rechtvaardigheidsvraagstukken is een MKBA minder geschikt;
2. Er moet voldoende informatie zijn over de effecten van het beleid, bijvoorbeeld via empirisch effectonderzoek;
3. De inspanningen en benodigde middelen voor het opstellen van een MKBA moeten in verhouding staan tot het belang van de maatregel;
4. De MKBA moet aansluiten bij het besluitvormingsproces. Het is daarom raadzaam om MKBA of het MKBA-gedachtengoed in een vroeg stadium van de beleidsvoorbereiding in te zetten.

Rechtvaardigheidsvraagstukken (de eerste voorwaarde bij de keuze voor een MKBA) zijn in luchtvaartspecifieke MKBA's vooral aan de orde bij klimaat- en omgevingseffecten, maar zijn geen reden om een MKBA achterwege te laten. De kabinetsbrief adviseert voor beleidsvraagstukken met substantiële verdelingseffecten om naast de totale welvaartseffecten ook verdelingseffecten in beeld te brengen, als input voor de besluitvorming.<sup>3</sup> Verdelingsaspecten zijn bij luchtvaartbeleid vaak van groot belang, omdat de voor- en nadelen van luchtvaart veelal door verschillende groepen worden ervaren. Daarom wordt in deze werkwijzer apart aandacht besteed aan de verdelingseffecten (zie paragraaf 4.5).

De aanwezigheid van voldoende informatie over effecten van beleid (de tweede voorwaarde) is cruciaal. Hierbij gaat het zowel om kwantitatieve effecten als om de waardering daarvan in geld. In deze werkwijzer werken we beide aspecten uit.

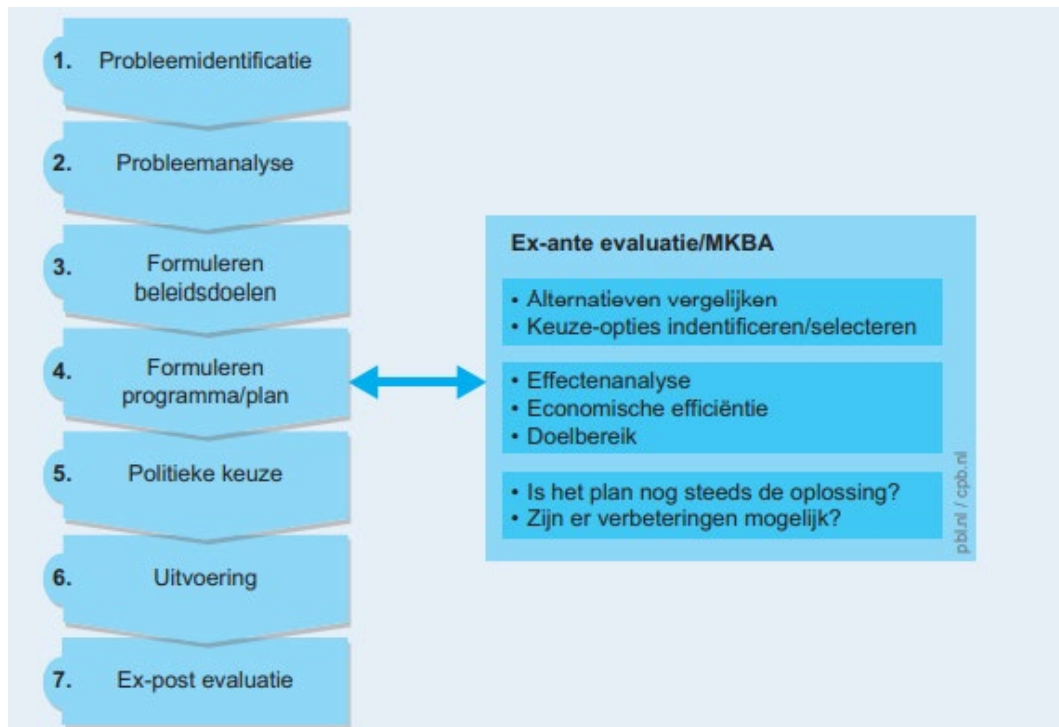
Dat de inspanning en middelen voor een MKBA in verhouding moeten staan tot het belang van de maatregel (de derde voorwaarde) is evident. Bij MKBA's van luchtvaartbeleid zijn de kosten en baten van onderzochte maatregelen doorgaans aanzienlijk. Dit rechtvaardigt substantieel onderzoek naar de effecten, inclusief MKBA's.

### 2.1.3 Juiste moment voor een MKBA

Een MKBA wordt doorgaans uitgevoerd nadat beleidsdoelen zijn vertaald in een plan met keuzeopties en alternatieven (zie Figuur 2.1). Door MKBA's vroegtijdig een rol te laten spelen in beleidsprocessen (de vierde voorwaarde), kunnen projectambities, nut en noodzaak en financiering worden bediscussieerd en eventueel nog worden aangepast. Wanneer een MKBA pas wordt uitgevoerd als het beleid gereed is voor besluitvorming, is het vooral een beoordelend instrument.

<sup>3</sup> Ook in de beantwoording van de motie van het lid Sneller (Kamerstuk 35 300, nr. 54) om de MKBA Leidraad vanuit het concept Brede Welvaart te evalueren geeft de Minister van Financiën aan dat het waardevol is om in MKBA's meer aandacht te schenken aan verdelingseffecten (Kamerstuk 35 570 IX, nr 33, 24 november 2020).

**Figuur 2.1 MKBA's worden ingezet in het besluitvormingsproces om opties af te wegen**



Bron: Romijn en Renes (2013)

In verschillende fasen van de besluitvorming kan de aard van een uit te voeren MKBA anders zijn. Vroeg in het proces wanneer er nog maar weinig informatie over de precieze beleidsvoorstellen bekend is, zal een MKBA een meer indicatief karakter hebben. Het MKBA gedachtengoed kan dan worden ingezet door een kengetallen kosten-batenanalyse (kKBA) of een indicatieve KBA op te stellen (Koopmans et al. 2016).

*“De betrokkenen doen er goed aan om aan het begin van een besluitvormingstraject vast te leggen wat zij met de MKBA in het besluitvormingsproces willen. Een aandachtspunt hierbij is dat de MKBA ten dienste staat van de besluitvorming en dus informatie moet aanleveren die daar nuttig voor is. Dit kan betekenen dat kan worden volstaan met de grove inzichten van een beperkte analyse” ~ Romijn en Renes (2013)*

De inpassing van de MKBA is alleen echt verankerd voor MIRT besluitvormingstrajecten. De werkwijzer voor MIRT projecten (Rijkswaterstaat, 2018) stelt dat een MKBA uiterlijk twee maanden voor het beslissende MIRT-debat beschikbaar moet zijn voor de Tweede Kamer. Het KiM (2018) heeft de werkwijzer uitgewerkt voor rijks- en zee- en luchthavenprojecten. De publicatie is echter algemeen van opzet en verwijst voor MIRT projecten naar de werkwijzer MIRT en voor overige projecten naar de Algemene leidraad.

### 2.1.4 Keuze type analyse

Naast een volledige MKBA waarin alle effecten worden gemodelleerd, bestaan er ook andere typen welvaartsanalyses (zie Tabel 2.1). Welk type analyse het meest geschikt is hangt af van de (beleids)vraag, de fase waarin de besluitvorming zich bevindt en de beschikbaarheid van informatie. Deze paragraaf beschrijft welk type analyse in welke situatie de voorkeur heeft.

#### Volledige MKBA

Een volledige MKBA heeft de voorkeur als een besluit moet worden genomen over een specifieke maatregel of project of over (het prioriteren van) alternatieven. In dat geval dienen alle welvaarts-effecten van de maatregel of investering in beeld te worden gebracht. Voor de luchtvaart is dat meestal het geval bij maatregelen of investeringen die de fysieke capaciteit of milieucapaciteit wijzigen of invloed hebben op de passagiersvraag (zoals de invoering van een vliegbelasting).

**Tabel 2.1** Type analyse hangt af van de (beleids)vraag

Type (beleids)vraag	Type analyse
1. Besluit project of (prioriteren) alternatieven	Volledige MKBA
2. Verkennen beleidsopties	Verkennende MKBA
3. Belang van marktsegmenten	Welvaartsanalyse
4. Economische bijdrage	Economische impactstudie
5. Overige type vragen	Milieuonderzoek, MER etc

#### Verkennende MKBA

Wanneer een MKBA vooral een verkennend karakter heeft en er nog geen besluit genomen hoeft te worden, kan worden volstaan met een verkennende (kengetallen of indicatieve) MKBA. Dit zijn MKBA's op basis van bestaande informatie en weinig verdiepend onderzoek. Daarbij is het advies om wel alle welvaartseffecten te beschouwen en waar mogelijk te kwantificeren. Verkennende studies kunnen wel weer de opmaat zijn naar concrete af te wegen beleidsmaatregelen. Indien dat het geval is, dan dient er alsnog een MKBA te worden uitgevoerd.

#### Welvaartsanalyse

Ter onderbouwing van beleid kan het nuttig zijn om het huidige maatschappelijke belang van marktsegmenten in beeld te brengen. Dit gebeurt doorgaans middels partiele welvaartsanalyses, waarbij de effecten worden ingeschat voor één jaar. Veelal ligt de focus daarbij op effecten voor reizigers en het vestigingsklimaat. Om geen verkeerde verwachtingen te wekken, is het advies om dit geen MKBA's te noemen. Ook onderzoeken veel welvaartsanalyses niet het effect van een maatregel maar van één of meerdere hypothetische situaties/scenario's. Het ontbreken van een duidelijk nul- en projectalternatief en een tijdshorizon waarbij effecten ingroeien/zich ontwikkelen over een bepaalde tijdsperiode en uitgedrukt worden in contante waarden, maken dat welvaartsanalyses afwijken van MKBA's.

#### Economische impactstudie

In een economische impactstudie wordt alleen de bruto bijdrage van bijvoorbeeld een luchthaven aan de economie bepaald in termen van werkgelegenheid en toegevoegde waarde, doorgaans voor



één jaar. Terugkoppelingen via de arbeidsmarkt blijven buiten beschouwing. Ook de niet-economische effecten op bijvoorbeeld het klimaat en de omgeving of reistijd blijven achterwege.

### Milieuonderzoek / MER

Tot slot zijn er nog type (beleids)vragen die buiten de scope van deze werkwijzer vallen, bijvoorbeeld onderzoek naar milieueffecten. Voor dit soort vragen wordt bijvoorbeeld een MER uitgevoerd. De relatie tussen de MKBA en MER wordt beschreven in paragraaf 2.3.2.

#### Verantwoordelijkheden bij luchthaven(verkeer)/indelingsbesluiten

Om te komen tot een luchthaven(verkeer)/indelingsbesluit<sup>4</sup> of een wijziging hiervan, dienen de initiatiefnemers een aanvraag te doen bij het bevoegd gezag. Het initiatief ligt doorgaans bij de exploitant van de luchthaven.

De luchthavenbesluiten worden door het bevoegd gezag beoordeeld op verschillende aspecten, waaronder veiligheid, economie, milieu en leefomgevingskwaliteit. De economische onderbouwing *“moet ingaan op de vervoersprognoses, de bedrijfseconomische haalbaarheid van de luchthavenexploitatie, en de maatschappelijk-economische betekenis van de luchthaven(ontwikkeling). Daarbij wordt verwacht dat de richtlijnen worden gevolgd die thans uitgewerkt worden voor MKBA's in de luchtvaart. De economische onderbouwing en de second opinion worden meegenomen in de besluitvorming over een luchthaven(verkeer)/indeling besluit”*. (Ministerie van IenW, 2020)

Dit impliceert dat initiatiefnemers ter onderbouwing van het besluit een MKBA uit moeten (la-ten) voeren (vraag 1 in tabel 2.1). Bij wijzigingen aan het besluit is een MKBA alleen nodig wanneer significante veranderingen in het gebruik van de luchthaven te verwachten zijn. Voor kleine operationele aanpassingen aan bestaande besluiten is een MKBA niet nodig.

Voor Schiphol en de luchthavens van nationale betekenis<sup>5</sup> is de rijksoverheid het bevoegd gezag en beoordeelt de economische onderbouwing en de MKBA. Voor luchthavens van regionale betekenis en voor recreatieve velden zijn de provincies het bevoegd gezag. Voor militaire luchthavens met civiel medegebruik is het Ministerie van Defensie het bevoegd gezag.<sup>6</sup> Voor de luchthavens van regionale betekenis, regionale velden en militaire velden met civiel medegebruik geldt de MKBA toepassing niet.

### Aanbeveling:

- Bepaal afhankelijk van de (beleids)vraag en de fase waarin de besluitvorming zich bevindt, welk type analyse het meest geschikt is. Een volledige MKBA heeft de voorkeur als moet worden besloten over een specifieke maatregel of investering. Als nog geen besluit genomen hoeft te worden of onvoldoende informatie beschikbaar is kan worden volstaan met een verkennende MKBA.

<sup>4</sup> Hierin staat beschreven aan welke regels de luchthaven, luchtverkeersleiding en gebruikers zich moeten houden, zoals de openingstijden van de luchthaven en de grenzen voor geluid (gebruiksruimte).

<sup>5</sup> Deze indeling verschilt van de indeling in ‘schillen’ zoals in de Luchtvaartnota (Ministerie van IenW, 2020). Daarbij vallen Schiphol en Lelystad onder schil 1 en de overige luchthavens van nationale betekenis onder schil 2 (Rotterdam The Hague Airport, Maastricht Aachen Airport, Groningen Airport Eelde en Eindhoven Airport).

<sup>6</sup> De luchthavens van regionale betekenis en de militaire luchthavens vallen onder schil 3. Recreatieve velden vallen onder schil 4.

## 2.2 Stappen binnen een MKBA

De stappen die in luchtvaartspecifieke MKBA's doorlopen moeten worden zijn dezelfde als voor andere MKBA's (zie Figuur 2.2). De stappen dienen allemaal doorlopen te worden ter waarborging van een goed eindresultaat, ook bij verkennende MKBA's. Voor verkennende MKBA's gelden wel lichtere eisen met betrekking tot het participatieproces (zie paragraaf 2.3).

Figuur 2.2 Stappenplan in een MKBA



Bron: Romijn en Renes (2013)

## 2.3 Zorgen voor draagvlak

Het draagvlak voor MKBA's kan worden vergroot door stakeholders tijdig te betrekken in het proces, transparant te zijn over uitgangspunten, gebruikte gegevens en modellen en alternatieven en de resultaten op een heldere wijze te presenteren. Hieronder beschrijven we elk van deze punten in meer detail.

Het betrekken van stakeholders is vooral van belang bij volledige MKBA's ter onderbouwing van een maatregel of investering. Verkennende MKBA's, welvaartsanalyses en economische impact-

studies dienen doorgaans een ander doel (interne gedachtevorming of ter ondersteuning van beleid). Voor dergelijke studies is het meestal niet noodzakelijk om een participatieproces met stakeholders op te zetten, al kan een proces op maat wel wenselijk zijn.

### 2.3.1 Betrekken van stakeholders

Het betrekken van stakeholders draagt bij aan het draagvlak voor de MKBA. Dit is met name van belang voor maatschappelijk en politiek gevoelige onderwerpen, iets wat vaak het geval is in de luchtvaart. Al in de eerste fase (probleemanalyse<sup>7</sup>) dient te worden nagedacht over het betrekken van stakeholders. In een participatieplan wordt beschreven welke stakeholders in welke fasen worden betrokken en welke rol zij vervullen.

De Algemene leidraad raadt aan om alle partijen die effecten ondervinden mee te nemen in het participatieproces. Welke partijen worden betrokken hangt derhalve af van het onderwerp van de MKBA. In hoofdlijnen zijn er drie groepen buiten de overheid<sup>8</sup> te onderscheiden die betrokken dienen te worden bij de uitvoering van een MKBA:

- De sector: luchthavens, luchtvaartmaatschappijen, grondaafhandelaars etc.;
- De omgeving: bewonersgroepen/commissies en belangenorganisaties (natuur- en milieu, werkgeversorganisaties, GGD etc.);
- De gebruikers: vertegenwoordigers van reizigers, verladers en de kleine luchtvaart (consumentenbond, ANVR, EvoFenedex, ACN etc.).

Een aandachtspunt bij het betrekken van deze groepen is het zorgdragen voor een goede representatie (ook binnen groepen kan sprake zijn van tegengestelde belangen of ideeën). Om de efficiëntie van het proces te bevorderen, kan ervoor worden gekozen om onderscheid te maken tussen bijvoorbeeld een kern-/ begeleidingsgroep die intensief betrokken is en partijen die minder intensief betrokken zijn.

#### Rollen van stakeholders

Wanneer de stakeholders zijn geïdentificeerd dient te worden bepaald welke stakeholders bij welke fasen van het proces worden betrokken en wat hun rol is in elke fase (zie voor de samenvatting tabel 2.2).

De sector zal in de praktijk bij veel stappen van het onderzoek/MKBA betrokken zijn. De sector denkt niet alleen mee, maar doet ook mee. Zij levert bijvoorbeeld informatie over investeringskosten, maar kan ook aangeven welke maatregelen praktisch wel en niet mogelijk zijn. Het is aan de opstellers van de MKBA om een onafhankelijke toets te doen op door de sector aangeleverde informatie.

De rol van sectorpartijen is verder afhankelijk van de MKBA. Voor MKBA's over regionale luchthavens, zijn de (aandeelhouders van de) luchthavens zelf vaak initiatiefnemer. Voor MKBA's over Schiphol en Lelystad kan ook het Rijk in voorkomende gevallen de initiatiefnemer zijn en behoren

<sup>7</sup> De probleemanalyse wordt doorgaans niet uitgevoerd door de opstellers van de MKBA, maar daaraan voorafgaand door de initiatiefnemer. De uitvoerder van een MKBA dient wel aan het begin van een opdracht te controleren of er een degelijke probleemanalyse is uitgevoerd en daarop zonodig te acteren.

<sup>8</sup> Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) is een Zelfstandig Bestuursorgaan en heeft daarmee een bijzondere positie binnen de Rijksoverheid.

de luchthavens tot de sectorpartijen die worden geconsulteerd. Afgezien van de levering van data hebben zij geen afwijkende positie ten opzichte van andere stakeholders.

De omgeving en gebruikers dienen betrokken te worden vanaf het nadenken over alternatieven en de kwalitatieve effectbepaling voorafgaand aan het rekenen. Zij kunnen ook informatie aanleveren. Het is belangrijk de omgeving en gebruikers mee te laten denken over te verwachten effecten en deze ook zichtbaar terug te laten komen in de resultaten van een MKBA. Een aandachtspunt hierbij is de discrepantie die soms bestaat tussen beleefde effecten en modeluitkomsten. De omgeving kan ook effecten inbrengen, waar onderzoekers nog niet aan hadden gedacht.

Bij aanvang van het participatieproces is het van belang om procesmatige afspraken te maken met de verschillende stakeholders. Discussies over de aanpak en uitgangspunten worden vroegtijdig gevoerd, nog voordat is gerekend, gerapporteerd en besloten. Door hier van tevoren consensus over te bereiken, wordt voorkomen dat stakeholders de aanpak en uitgangspunten ter discussie stellen wanneer de uitkomsten niet bevallen.

Het doorrekenen van effecten en het opstellen van de MKBA is een rol die louter is toebedeeld aan de onderzoekers, om de neutraliteit en kwaliteit van de MKBA te waarborgen. De sector, omgeving en gebruikers hebben hier – afgezien van aan te leveren informatie – geen rol in. De groepen worden weer betrokken bij het presenteren van de concepteindresultaten, inclusief gevoeligheidsanalyses van een MKBA.

#### **Aanbeveling:**

- Werk aan draagvlak voor de MKBA door stakeholders vroegtijdig te betrekken. Dit is vooral van belang bij (volledige) MKBA's ter onderbouwing van een concrete maatregel of investering. Stel een participatieplan op maat op.

### **2.3.2 Transparantie**

Voor het draagvlak is het ook van belang dat transparant is op welke uitgangspunten, data en modellen de MKBA is gebaseerd. Het is daarom aan te bevelen dat de initiatiefnemer/opdrachtgever zorgt voor een uitgangspuntennotitie waarin in ieder geval de volgende elementen terugkomen:

- De te onderzoeken alternatieven (zie ook hoofdstuk 3);
- De te hanteren modellen en kengetallen (zie ook hoofdstuk 4);
- De toe te passen toekomst/groeiscenario's (zie ook paragraaf 3.3);
- Het peiljaar en tijdshorizon (zie ook paragraaf 3.3);
- De te hanteren discontovoet(en) (zie ook paragraaf 5.3).

Het participatieproces kan eveneens in de uitgangspuntennotitie worden vastgelegd. Zo'n notitie dwingt om op voorhand met elkaar in gesprek te gaan over mogelijkheden en beperkingen en voorkomt discussies achteraf.

Wanneer een MKBA gelijktijdig met een MER wordt opgesteld en beiden uitgaan van dezelfde alternatieven, dan zijn synergie-effecten te behalen (RWS, 2018).<sup>9</sup> Bijvoorbeeld als het gaat om

---

<sup>9</sup> Voor MIRT-projecten is voorschreven dat de MER en MKBA tegelijk naar de Tweede Kamer worden gestuurd.

afstemming tussen uit te voeren onderzoeken en het zorgdragen voor dezelfde uitgangspunten en berekeningen. Voor een MER wordt een Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) opgesteld, waarin onder andere de varianten worden beschreven. Deze kan gebruikt worden of als basis dienen voor de uitgangspuntennotitie voor de MKBA. De inzichten die uit het zienswijzentract van de MER volgen, kunnen mogelijk ook worden gebruikt voor het bepalen van de te betrekken stakeholders in het MKBA-proces. De initiatiefnemer voor de MER is bij voorkeur ook de initiatiefnemer van de MKBA.

**Aanbeveling:**

- Zorg voor transparantie door uitgangspunten, data, modellen en alternatieven vast te leggen in een uitgangspuntennotitie.

### 2.3.3 Heldere presentatie

Door de stakeholders mee te nemen in de conceptresultaten, kan uiteindelijk een (meer) gedragen eindproduct worden opgeleverd. Dit dient als doel om te toetsen of de inbreng van de groepen herkenbaar is terugkomen in de MKBA en/of te checken of nog sprake is van feitelijke onjuistheden in het rapport.

Voor MKBA's voor regionale luchthavens is het advies ook de kosten en baten voor de regio te presenteren. Deze luchthavens hebben primair een rol voor het versterken van de regionale economie. Door deze effecten af te zetten tegen de regionale omgevingseffecten, wordt bijgedragen aan de verhouding tussen die twee en helpt dit regionale bestuurders in hun afweging en draagt het bij aan draagvlak voor de onderzoeksresultaten door de omgeving. De wijze waarop de resultaten het beste gepresenteerd kunnen worden, wordt verder uitgewerkt in paragraaf 4.5.3.

Stakeholders zien hun belangen en beleidsdoelen niet (of anders dan verwacht) terugkomen in een MKBA, hetgeen niet bevorderlijk is voor het draagvlak en de rol van de MKBA in de besluitvorming. Dat komt enerzijds doordat belangen en beleidsdoelen zich niet altijd één op één laten vertalen in (grote) maatschappelijke effecten of dat er negatief maatschappelijk belang aan wordt toegekend. Effecten die niet kunnen worden gekwantificeerd of waarvan verwacht wordt dat ze marginaal zijn, worden vaak als PM-post opgenomen, terwijl deze voor bepaalde stakeholders juist heel relevant zijn.

Anderzijds kunnen belangen en beleidsdoelen onderdeel zijn van andere effecten en daardoor niet direct herleidbaar zijn voor stakeholders. Het belang van de luchtvaart voor het vestigingsklimaat komt bijvoorbeeld niet als apart effect terug in een MKBA. Hetzelfde geldt voor het belang van het in stand houden van de hubfunctie. Effecten op het vestigingsklimaat zijn het gevolg van een betere bereikbaarheid en worden derhalve meegenomen in de effecten voor gebruikers (zie paragraaf 4.1.1) en de agglomeratie-effecten (zie paragraaf 4.2.1). De hubfunctie ondersteunt het bestemmingsnetwerk en draagt zodoende ook bij aan een betere bereikbaarheid van Nederland. Het apart meenemen van effecten op het vestigingsklimaat en van de hubfunctie zou leiden tot een dubbel telling. Het is van belang om de uitkomsten van de MKBA kwalitatief te relateren aan belangen en beleidsdoelen, zodat duidelijk wordt hoe deze zijn meegenomen.

Om de resultaten van een MKBA te kunnen duiden en toetsen is een goed begrip van de welvaarts-theorie in het algemeen en MKBA in het bijzonder vereist. Het zou goed zijn om de kennis hieromtrent te vergroten bij sectorpartijen en de omgeving. Daarmee kan worden voorkomen dat effecten anders zijn dan verwacht. Uit recente MKBA-praktijk is gebleken dat het goed werkt om vroegtijdig in het MKBA-proces, bijvoorbeeld in een eerste werksessie over alternatieven en effecten, ook in te gaan op de MKBA-methodiek en dit systematisch terug te laten komen in het verdere participatieproces. Verder is het schrijven van een publieksvriendelijke samenvatting een aanbeveling.

In onderstaande tabel zijn de hierboven beschreven richtlijnen samengevat.

**Tabel 2.2** Het participatieproces bij luchtvaartspecifieke MKBA's

Onderzoekstap MKBA	Participatieproces	Wie organiseert?
1. Probleemanalyse	Stakeholderanalyse, opstellen participatieplan	Opdrachtgever / initiatiefnemer
2. Project- en nulalternatief	Omgeving en sector denken mee over alternatieven	Initiatiefnemer / uitvoerder MKBA <sup>10</sup>
3. Kwalitatieve effectbepaling	Omgeving en sector denken mee over te onderzoeken effecten.	Uitvoerder MKBA
4. Kosten en baten kwantificeren	Omgeving en sector leveren informatie aan. Toets op input	Uitvoerder MKBA
5. Uitvoeren MKBA	Geen participatierol	Uitvoerder MKBA
6. Presenteren resultaten	Presentatie aan omgeving en sector. Voor regionale luchthavens naast nationale effecten ook de regionale effecten. Publieksvriendelijke samenvatting	Uitvoerder MKBA

#### Aanbevelingen:

- Koppel de (concept)resultaten van de MKBA terug middels een heldere presentatie waarin belangen en beleidsdoelen te herleiden zijn.
- Bij MKBA's voor regionale of lokale overheden wordt geadviseerd om naast de effecten op nationaal niveau ook een overzicht te geven van de regionale effecten.

## 2.4 Kwaliteitsborging

Een MKBA dient ter ondersteuning van het beleid en dient daarom onafhankelijk te worden opgesteld.

*Een kwaliteitsborgingsmechanisme waarbij de kwaliteit van MKBA's door een onafhankelijke partij wordt gecontroleerd, is daarbij een onontbeerlijk hulpmiddel. Zonder adequate kwaliteitsborgingsmechanismen kan een MKBA-opsteller de grenzen van de leidaard of werkvijzers opzoeken, om voor de opdrachtgever een zo gunstig mogelijk resultaat te behalen.” ~ Romijn en Renes (2013)*

<sup>10</sup> In de meeste MKBA's zijn de te onderzoeken alternatieven al bepaald door de initiatiefnemer, in andere MKBA's maken de te onderzoeken alternatieven onderdeel uit van de opdracht aan de uitvoerders van de MKBA.

De werkwijzer MKBA bij MIRT projecten gaat in op het ondervangen van risico's en adviseert een aantal stappen om tot een kwalitatief hoogstaande MKBA te komen. Deze stappen zijn ook een goede basis voor luchtvaartspecifieke MKBA's. De relevante stappen beschrijven we in chronologische volgorde:

#### *Voorafgaand aan de MKBA*

1. Volg de werkwijzer voor luchtvaartspecifieke MKBA's in de luchtvaart. De richtlijnen in deze werkwijzer zijn bedoeld om te zorgen dat MKBA's kwalitatief op orde zijn. Daar hoort ook bij dat gezorgd wordt dat modellen/rekenmethoden en kengetallen op orde zijn;
2. Betrek stakeholders vroegtijdig in het proces en stel een participatieplan op;
3. Selecteer een deskundige onafhankelijke partij voor de uitvoering van de MKBA.

#### *Tijdens uitvoering van de MKBA*

4. Voer het participatieplan uit conform de richtlijnen in paragraaf 2.3.1. Belangrijk is om tijdens de uitvoering van een MKBA controles in te bouwen op de geleverde input en tussentijdse resultaten. Uitkomsten van modellen dienen bijvoorbeeld eerst getoetst te worden op plausibiliteit voordat ze worden gebruikt;
5. Een begeleidingscommissie dient zicht te houden op de uitvoering van de MKBA. Zorg voor voldoende deskundigheid en draagvlak in deze commissie.

#### *Na afronding van de MKBA*

6. Voer een interne kwaliteitstoets en/of second opinion uit. De initiatiefnemer voert zelf de interne kwaliteitstoets uit. Het uitvoeren van een second opinion is in principe een keuze. Het is echter sterk aan te bevelen deze uit te (laten) voeren bij lastigere MKBA's of maatschappelijk of politiek gevoelige onderwerpen. Voor het gros van de luchtvaartprojecten is dit het geval. Voor MKBA's ten behoeve van een luchthaven(verkeer)besluit voor Schiphol en de luchthavens van nationale betekenis (waarvoor het Rijk het bevoegd gezag is) is het gewenst dat IenW de second opinion laat uitvoeren. Deze dient door een onafhankelijke en kundige instantie te worden uitgevoerd zoals bijvoorbeeld het KiM, CPB of PBL.

#### **Aanbevelingen:**

- Zorg voor een goede kwaliteitsborging van de MKBA of welvaartsstudie.
- Laat de studie door een onafhankelijke en deskundige partij uitvoeren.
- Organiseer kennis, betrek een begeleidingsgroep en laat een onafhankelijke toets uitvoeren





## 3 Definitie van nul- en projectalternatieven

### Overzicht van aanbevelingen

- Bepaal de effecten van een maatregel of investering door de situatie met de maatregel of investering (projectalternatief) af te zetten tegen de situatie waarin die geen doorgang vindt (nulalternatief).
- Formuleer het nulalternatief zorgvuldig.
- Zorg dat projectalternatieven financieel haalbaar, en technisch en juridisch uitvoerbaar zijn. Indien een projectalternatief is samengesteld uit meerdere maatregelen dan dient de MKBA naast het gecombineerde effect ook de effecten van de afzonderlijke maatregelen inzichtelijk te maken.
- Bepaal de effecten van projecten voor een hoog en laag groeiscenario ten opzichte van het nulalternatief. Hanteer daarvoor de WLO-scenario's en bijbehorende luchtvaartprognoses voor 2030 en 2050. Corrigeer de (korte termijn) groeiprognoses bij belangrijke veranderingen in de luchtvaartmarkt of het beleid, bij voorkeur met nieuwe modelruns. Voer gevoeligheidsanalyses uit wanneer technologische ontwikkelingen daar aanleiding toe geven.
- Modelleer de effecten voor 2030 en 2050. Construeer tijdsreeksen voor 100 jaar door middel van inter- en extrapolatie. Interpoleer voor tussenliggende jaren en extrapoleer voor latere jaren. Neem bij een niet lineair verloop eventueel extra zichtjaren mee.

Een MKBA toetst vooraf of een beleidsmaatregel of investering vanuit welvaartseconomisch perspectief een goed idee is. De effecten van de maatregel of de investering worden beschouwd door de situatie met de maatregel of investering (het projectalternatief) af te zetten tegen de situatie waarin de maatregel of investering geen doorgang vindt (het nulalternatief). De effecten worden ingeschat over een langere periode. Het is daarbij van belang om toekomstige ontwikkelingen zo goed mogelijk in beeld te brengen. Dit geldt ook voor het nulalternatief, want ook zonder de maatregel of investering staat de wereld niet stil. Omdat de toekomst zich niet laat voorspellen is het gebruik van scenario's een vast onderdeel van MKBA's.

Het vaststellen van het nulalternatief en de projectalternatieven vindt plaats na de probleemanalyse (zie Figuur 2.1). In dit hoofdstuk gaan we achtereenvolgens in op het formuleren van het nulalternatief, de projectalternatieven en het gebruik van scenario's.

### 3.1 Het nulalternatief

Het nulalternatief representeert “*de meest waarschijnlijk te achten ontwikkeling die zal plaatsvinden op het voor de MKBA relevante terrein in het geval dat de te beoordelen maatregel niet wordt uitgevoerd*” (Romijn en Renes, 2013). In het nulalternatief vinden exogene ontwikkelingen plaats (economische en demografische groei, internationale ontwikkelingen, technologische ontwikkelingen, maar bijvoorbeeld ook internationaal klimaatbeleid) en wordt vaststaand beleid uitgevoerd. Ook kleine ingrepen die het probleem deels oplossen of mitigeren, maar geen projectalternatief vormen, maken deel uit van het nulalternatief.

Omdat het nulalternatief bepalend is voor de effecten van de projectalternatieven, is het belangrijk om het nulalternatief goed te definiëren. De onderzoeker dient zichzelf de vraag te stellen: Wat als het project of de beleidsmaatregel geen doorgang vindt? Lastig bij de bepaling van het nulalternatief is dat op voorhand niet met zekerheid is te zeggen hoe de wereld er in de toekomst uitziet. Om deze reden wordt gewerkt met scenario's die zijn opgebouwd rond een aantal toekomstonzekerheden. Door meerdere scenario's te hanteren wordt de invloed van de belangrijkste toekomstonzekerheden meegenomen bij het bepalen van de effectiviteit van een maatregel in een MKBA (zie paragraaf 3.3).

**Aanbeveling:**

- Formuleer het nulalternatief zorgvuldig.

## 3.2 Projectalternatieven

Projectalternatieven bevatten de maatregelen of investeringen die worden onderzocht. Voor luchtvaartspecifieke MKBA's gelden daarvoor dezelfde aandachtspunten als voor andere type MKBA's: *“De combinatie van beleidsalternatieven en nulalternatief moet zo zijn gekozen dat de analyse ervan met een MKBA antwoord geeft op de beleidsvraag. Een beleidsalternatief is gedefinieerd als de kleinste mogelijke verzameling van onderling samenhangende maatregelen die naar verwachting technisch en juridisch uitvoerbaar zijn, economisch haalbaar zijn en een aannemelijke relatie hebben met het in de probleemanalyse vastgestelde knelpunt”* (Romijn en Renes 2013).

Indien een projectalternatief is samengesteld uit meerdere maatregelen dan dient de MKBA naast het gecombineerde effect ook de effecten van de afzonderlijke maatregelen inzichtelijk te maken. Eventuele synergie-effecten komen zo in beeld. In luchtvaartspecifieke MKBA's gaan beleidsalternatieven vaak om het creëren van capaciteit voor extra vluchten en/of het beperken van negatieve externe effecten. Onderwerpen of beleidsvragen die de afgelopen jaren hebben gespeeld zijn:

- Capaciteitsuitbreiding van luchthavens (al dan niet met nieuwe infrastructuur/extra baan);
- Nieuwbouw of verplaatsing van luchthaven (Luchthaven in zee, Lelystad);
- Beleidskeuzes rondom vliegbelasting;
- Beleidskeuzes rondom het accommoderen van segmenten. Denk aan zakelijke versus niet-zakelijke passagiers, OD- versus transfer en passage- versus vrachtluchten;
- Beleidskeuzes rondom plafonds ten aanzien van geluid en emissies;
- Luchtvaartpolitieke afwegingen.

### Internationaal speelveld

De luchtvaartsector opereert in een internationaal speelveld. Vraag naar en aanbod van vluchten vanaf Nederlandse luchthavens zijn daardoor afhankelijk van de keuzes van luchtvaartmaatschappijen, passagiers en verladers in binnen- en buitenland. Deze keuzes worden bovendien beïnvloed door binnen- en buitenlands beleid ten aanzien van het beschikbaar stellen van capaciteit en belastingen. Daarnaast zijn internationale afspraken, zoals klimaatbeleid, luchtvaartverdragen en Europese wet- en regelgeving, en daarmee samenhangend de mogelijkheden van het

Nederlandse beleidsinstrumentarium bepalend in de ontwikkelingen van vraag en aanbod en de effectiviteit van maatregelen.<sup>11</sup>

Het is van belang om in de uitgangspuntennotitie (zie hoofdstuk 2) duidelijk te maken welke aannames zijn gedaan ten aanzien van binnen- en buitenlands beleid in het nul- en projectalternatief.

**Aanbevelingen:**

- Zorg dat projectalternatieven financieel haalbaar, en technisch en juridisch uitvoerbaar zijn.
- Indien een projectalternatief is samengesteld uit meerdere maatregelen dan dient de MKBA naast het gecombineerde effect ook de effecten van de afzonderlijke maatregelen inzichtelijk te maken.

### 3.3 Toekomstscenario's

Belangrijke factoren voor de ontwikkeling van de luchtvaart zijn de bevolkingsgroei, economische groei, inkomensontwikkeling, internationaal luchtvaart- en klimaatbeleid, ticketprijzen en de capaciteitsontwikkeling op luchthavens.

Paragraaf 3.3.1 beschrijft welke scenario's en luchtvaartprognoses gehanteerd dienen te worden in een MKBA. De betreffende scenario's en prognoses bevatten doorgaans slechts enkele zichtjaren. Vervolgens beschrijft paragraaf 3.3.2 hoe op basis deze zichtjaren de effecten voor een periode van 100 jaar kunnen worden ingeschat. Tenslotte gaat paragraaf 3.3.3 in op toekomstige ontwikkelingen en hoe deze de scenario's en prognoses kunnen beïnvloeden.

#### 3.3.1 Luchtvaartprognoses

In MKBA's wordt doorgaans gebruik gemaakt van de Welvaart en Leefomgeving (WLO)-scenario's uit 2015 (CPB/PBL 2015a). Deze scenario's zijn in beginsel beleidsarm. Dat betekent dat er geen nieuw beleid of stelselwijzigingen zijn verondersteld. Internationale afspraken worden als exogene factor gezien. Nederland conformeert zich hieraan ook al is dit nog niet verankerd in nationaal beleid.

De WLO-scenario's zijn vertaald in luchtvaartprognoses voor 2030 en 2050 in termen van aantallen passagiers, tonnen vracht en aantal vliegtuigbewegingen. In 2019 zijn de luchtvaartprognoses voor het laatst geactualiseerd waarbij 2017 als basisjaar is gekozen (Significance en To70, 2019). De MKBA-uitvoerder dient zich altijd te baseren op de meest recente scenario's en prognoses. Indien die niet meer actueel zijn – voor de korte termijn – kunnen aanpassingen nodig zijn (zie paragraaf 3.3.3).

**Aanbeveling:**

- Bepaal de effecten van projecten voor een hoog en laag groeiscenario ten opzichte van het nulalternatief. Hanteer daarvoor de WLO-scenario's en bijbehorende luchtvaartprognoses voor 2030 en 2050.

<sup>11</sup> Maatregelen en effecten worden o.a. beïnvloed door de slotcoördinatie, internationale afspraken over belastingheffing op kerosine etc.

### 3.3.2 Tijdhorizon, zichtjaren en tussentijdse effecten

De tijdshorizon van MKBA's is in principe oneindig (Romijn en Renes, 2013). In de praktijk kan dit worden geoperationaliseerd door een zichtperiode van 100 jaar na het moment van invoering van de maatregel of het gereedkomen van de investering te bezien (Rijkswaterstaat 2018). Ook bij luchtvaartspecifieke MKBA's is dat gebruikelijk.

Luchtvaartmodellen berekenen de effecten van veranderingen in capaciteit en/of kosten voor afzonderlijke zichtjaren. Om de resultaten van de luchtvaartmodellen in MKBA's te kunnen gebruiken moet op basis van een aantal zichtjaren een tijdreeks van 100 jaar worden geconstrueerd. Daartoe worden via inter- en extrapolatie aannames gedaan over het verloop van effecten in de tijd. Deze praktijk wordt ook toegepast in andere MKBA's waarin er met modellen wordt gerekend.

Inter- en extrapolatie doet echter geen recht aan ontwikkelingen die niet lineair verlopen. Conform de aanbevelingen in de werkwijzer voor MIRT-verkenningen (Rijkswaterstaat 2018) bevelen we aan om een beeld te geven van de te verwachten tijdelijke effecten, structurele effecten en ingroei-periode en -snelheid. Voor sleutelmomenten kan ervoor worden gekozen om een apart zichtjaar te modelleren.

#### Aanbevelingen:

- Modelleer de effecten voor 2030 en 2050.<sup>12</sup>
- Construeer tijdsreeksen voor 100 jaar door middel van inter- en extrapolatie.
- Interpoleer voor tussenliggende jaren en extrapoleer voor latere jaren. Neem bij een niet lineair verloop eventueel extra zichtjaren mee.

### 3.3.3 Toekomstige ontwikkelingen

De hierboven beschreven factoren die van invloed zijn op de luchtvaart zijn continu aan verandering onderhevig. Kleine veranderingen in de ene richting kunnen op een later moment worden gecompenseerd door veranderingen in de andere richting. Bij het uitblijven van grote externe schokken of aanpassingen aan het beleid, hoeven de prognoses hier niet op aangepast te worden. Wanneer zich grote veranderingen in de luchtvaartmarkt of het beleid voordoen is het raadzaam om na te gaan hoe die de prognoses beïnvloeden en of het nodig is de prognoses bij te stellen.

Deze paragraaf beschrijft met welke punten rekening moet worden gehouden bij het gebruik van scenario's. We gaan in op actuele macro-economische ontwikkelingen, veranderingen in nationaal beleid, internationale ontwikkelingen en technologische innovaties. Door met twee verschillende scenario's te werken wordt al een behoorlijke bandbreedte van onzekerheden afgedekt. Omdat de scenario's een intern consistente set aannames bevatten, verdient het niet de voorkeur om één of enkele aannames te wijzigen. Dan dient minimaal de interne consistentie van de scenario's te worden getoetst. Het heeft daarom de voorkeur om voor specifieke onzekerheden te werken met gevoeligheidsanalyses ten opzichte van de scenario's (zie paragraaf 5.2).

#### Macro-economische ontwikkelingen

De WLO-scenario's zijn mogelijke toekomstbeelden waarin zo veel mogelijk invloedsfactoren die op het moment van opstellen bekend waren zijn verwerkt. Structurele veranderingen in de vraag

<sup>12</sup> Indien er op termijn geactualiseerde of nieuwe scenario's zijn met andere zichtjaren, sluit dan daarbij aan.

naar luchtvaart en het reisgedrag, zoals mogelijk het geval is na de coronacrisis (zie box), kunnen aanleiding zijn om de luchtvaartprognoses bij te stellen. Bij voorkeur gebeurt dit op basis van geactualiseerde WLO-scenario's voor 2030 en 2050. Als dat niet mogelijk is, kunnen de groeipaden worden gecorrigeerd op basis van trends en ontwikkelingen.<sup>13</sup> Via een tijdelijk pad van *Accelerated recovery*, *Moderate Recovery* of *Delayed Recovery* wordt dan geleidelijk teruggekeerd naar het basisgroeipad van de WLO-scenario's Hoog en Laag.<sup>14</sup> De groei en het niveau van ontwikkelingen tot 2030 kunnen afwijken van de in WLO gepubliceerde waarden. Voor zichtjaar 2050 blijft het 'eindbeeld' uit de WLO-scenario's leidend.

#### **Invloed van de coronacrisis op de luchtvaart**

In reactie op de uitbraak van het coronavirus stelden vanaf februari 2020 steeds meer landen reisbeperkingen in. Daardoor kwam het passagiersvervoer bijna volledig tot stilstand. In april 2020 werd het dieptepunt bereikt: wereldwijd nam het passagiersvolume met ruim 94 procent af ten opzichte van april 2019. In Europa en Nederland was de daling met 98 procent nog groter. Het is op dit moment onzeker hoelang het duurt voordat de luchtvaart zich herstelt naar pre-corona niveaus.

Een recente enquête van het KiM over de effecten van de coronacrisis (KiM, 2020) laat zien dat mensen steeds meer gewend raken aan digitale vormen van communicatie en ook verwachten na de crisis vaker online te vergaderen. Dat kan een blijvend effect hebben op de zakelijke vraag naar luchtvaart. Hogere kosten (bijvoorbeeld als gevolg van nieuwe leningen, het vervroegd uitfaseren van vliegtuigen of operationele aanpassingen) kunnen op termijn leiden tot hogere prijzen, wat de vraag ook nadelig beïnvloedt. De crisis kan ook leiden tot veranderingen in reistijdwaarderingen (door aanpassing van lonen) en in ticketprijzen (door consolidatie en kostenveranderingen).

Gudmundsson et al. (2020) voorspellen dat het herstel van de luchtvaart 2 tot 2,5 jaar gaat duren, maar niet leidt tot een stop op de groei van de luchtvaart. Echter, deze studie kijkt niet verder dan 2025. Wetenschappelijke studies die ingaan op de lange termijn impact voor de luchtvaart zijn veelal kwalitatief van aard. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek van Suau-Sanchez et al. (2020), waarin op basis van interviews met luchtvaartexperts de verwachting wordt geschetst van een structureel lagere vraag naar luchtvaart door een daling van het besteedbaar inkomen, veranderingen in reisgedrag en investeringen in digitale communicatiemiddelen. Zoals ook opgemerkt door Gössling et al. (2020) dienen dergelijke voorspellingen echter met grote voorzichtigheid behandeld te worden, aangezien het verloop van de crisis nog met veel onzekerheid omgeven is en er geen met de coronapandemie vergelijkbare voorbeelden zijn sinds de groei van de luchtvaart na de tweede wereldoorlog.

Uit studies waarin is geanalyseerd hoe de luchtvaartindustrie zich herstelde na crises in het verleden, blijkt tevens dat herstelpaden sterk variëren tussen crises. Zo vonden Ito & Lee (2005) ruim twee jaar na de aanslagen op de 9/11 nog een sterke negatieve impact op de vraag naar luchtvaart, terwijl Pearce (2012) vond dat zowel de vraag naar passage als het vrachtvervoer in minder dan anderhalf jaar hersteld was vanaf het dieptepunt van de financiële crisis in 2008.

<sup>13</sup> De WLO-scenario's en luchtvaartprognoses hebben respectievelijk 2010 en 2017 als basisjaar.

<sup>14</sup> Gelauff et al. (2014) hebben deze werkwijze met groeipaden *Accelerated recovery*, *Moderate Recovery* en *Delayed Recovery* eerder geschetst voor het herstel na de kredietcrisis.

Deze bevindingen onderstrepen dat bevindingen uit eerdere crises zich niet eenvoudig laten generaliseren.

Op het moment dat deze werkwijzer werd opgesteld, was het nog onzeker hoelang het zou duren voordat de luchtvaart zich zou herstellen naar pre-corona niveaus. Dat hangt met name af van het tempo waarin het virus onder controle komt, reisbeperkingen worden opgeheven, het vertrouwen onder reizigers terugkeert en hoe diep de economische recessie zal zijn. Door het trage herstel en het gebrek aan vertrouwen hebben partijen als IATA, ACI Europe en Eurocontrol hun verwachtingen al (meerdere keren) naar beneden bijgesteld.

### **Nationaal beleid**

Veranderingen in het nationale beleid kunnen ook aanleiding zijn om de luchtvaartprognoses te actualiseren. Het luchtvaartbeleid is sinds de laatste actualisatie van de luchtvaartprognoses ook gewijzigd. Daardoor is een aantal onderliggende aannames niet meer actueel. Zo is in de Luchtvaartnota een groeiverdienmodel aangekondigd, waarbij luchthavens alleen groei kunnen verdienen als zij niet alleen de geluidproductie, maar ook de uitstoot beperken. Daarnaast wordt het aantal nachtvluchten geleidelijk verminderd. De Luchtvaartnota kondigt ook nieuw beleid aan, bijvoorbeeld op het gebied van het klimaat (bijmengverplichting) en het vervangen van korte vluchten door treinvervoer. Dit beleid beïnvloedt eveneens de vraag naar luchtvaart en daarmee de prognoses voor 2030 en 2050.

### **Internationale ontwikkelingen**

Doordat de luchtvaart in een internationaal speelveld opereert, worden ontwikkelingen ook beïnvloed door externe factoren waar Nederland geen of slechts beperkte invloed op heeft. Te denken valt aan internationaal (klimaat)beleid, ontwikkelingen op buitenlandse luchthavens en het beschikbaar komen van nieuwe technologie. Internationale ontwikkelingen kunnen daardoor ook aanleiding zijn om de luchtvaartprognoses bij te stellen.

#### *Internationaal beleid*

Nederland heeft slechts een beperkte invloed op Europees of mondiaal beleid ten aanzien van de luchtvaart. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de invoering van Europese belastingen of bijmengverplichtingen en emissiehandels- of offsettingssystemen als EU ETS en CORSIA. Ook specifiek luchtvaartbeleid in andere landen, omtrent capaciteit en belastingen, is bepalend voor ontwikkelingen in Nederland.

Door de internalisering van klimaatkosten, kunnen ticketprijzen in de toekomst toenemen. Dat kan leiden tot een lager groeitempo of een negatieve groei. Aangezien klimaatkosten verband houden met de gevlogen afstand, zullen met name verre vluchten op termijn relatief duurder worden. De vraageffecten op die vluchten zullen dan ook groter zijn. Bovendien kan er substitutie naar minder verre bestemmingen plaatsvinden.

### **Beperkingen aan scenario's en modellen**

De WLO-scenario's waar in de regel mee gerekend wordt in MKBA's hebben een aantal uitgangspunten, maar deze sluiten niet altijd aan bij de te onderzoeken beleidsalternatieven in een MKBA. Zo wordt er in het WLO-hoog scenario (en de 2-gradenonzekerheidsverkenning<sup>15</sup>) van uitgegaan dat er een mondiaal werkend CO<sub>2</sub> emissiehandelssysteem is, waar de luchtvaart aan deelneemt vanaf 2030.<sup>16</sup> De effecten van de invoering van een CO<sub>2</sub>-belasting kunnen in dat geval niet als beleidsmaatregel worden berekend. De maatregel maakt immers al onderdeel uit van het scenario. Er kan slechts worden beoordeeld of de maatregel het beleidsdoel efficiënter (tegen lagere kosten) weet te bereiken (zie paragraaf 4.3).

En in praktijk blijken de luchtvaartprognosemodellen ook niet altijd helemaal aan te sluiten bij de scenario's. Zo worden de kosten van CO<sub>2</sub>-beprijzing niet altijd meegenomen in de kosten van vliegtickets, terwijl dit wel onderdeel van het WLO-scenario is. Er kunnen dus verschillen bestaan tussen modelpraktijk en uitgangspunten in de WLO-scenario's. Bovendien is voor de 2-gradenonzekerheidsverkenning geen aparte luchtvaartprognose beschikbaar. Het is van belang de modelbeperkingen duidelijk in het vizier te hebben en na te denken over hoe die de resultaten beïnvloeden.

#### *Buitenlandse luchthavencapaciteit*

In modelanalyses wordt veelal (impliciet) aangenomen dat de capaciteit op buitenlandse luchthavens onbeperkt is. De modellen gaan er daardoor van uit dat passagiers altijd kunnen uitwijken naar buitenlandse luchthavens. In praktijk kan het zo zijn dat ook op buitenlandse luchthavens de capaciteit wordt bereikt.

Een kwalitatieve toets op het realiteitsgehalte van het aantal uitgeweken passagiers en vluchten is daarom raadzaam, zeker voor zichtjaren in de verre toekomst. Als blijkt dat er teveel vluchten worden toegewezen aan buitenlandse luchthavens is het raadzaam om de capaciteitsrestricties van die luchthavens expliciet mee te nemen in de modellering. Wanneer het niet mogelijk is deze restricties te modelleren, moet worden aangenomen dat de passagiers die niet geaccommodeerd kunnen worden een andere reisoptie kiezen (substitutie) of niet meer reizen (vraaguitval).

### **Technologische innovaties**

Nieuwe vliegtuigtechnologie, duurzame brandstoffen en efficiencyverbeteringen hebben invloed op vrijwel alle effecten in een MKBA. Vlootvervangings zorgt ervoor dat de brandstofefficiëntie geleidelijk verbetert. Op de korte termijn kan ook de vluchtefficiëntie worden verbeterd, bijvoorbeeld door de implementatie van *Single European Sky*. Op de middellange termijn wordt veel verwacht van duurzame brandstoffen. Bij de verbranding van deze brandstoffen komt weliswaar dezelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub> vrij als bij de verbranding van normale kerosine, maar door het gebruik van alternatieve grondstoffen zijn de *lifecycle* emissies aanzienlijk lager. Bij de verbranding van duurzame brandstoffen komen bovendien minder roetdeeltjes vrij, waardoor het risico op niet-CO<sub>2</sub>-effecten afneemt (zie paragraaf 4.3.3). Momenteel is het aandeel van duurzame brandstoffen in de totale brandstofmix nog marginaal.

<sup>15</sup> In het kader van het Parijse Klimaatakkoord is een aparte 2-gradenonzekerheidsverkenning uitgevoerd op het hoge WLO-scenario. De 2-gradenonzekerheidsverkenning is een schets van de planbureaus van een mogelijk scenario waarin de opwarming van de aarde tot twee graden beperkt blijft. In beide WLO-scenario's wordt dit doel niet gehaald. Voor meer informatie wordt verwezen naar paragraaf 4.3.

<sup>16</sup> Voor meer informatie over het klimaatbeleid binnen de WLO-scenario's wordt verwezen naar Bijlage B.

Op de langere termijn kunnen nieuwe vliegtuigontwerpen en aandrijftechnieken bijdragen aan de reductie van de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en roet. Denk daarbij aan (hybride-)elektrische en waterstofstoestellen. Doorontwikkeling van de huidige motortechnologie is erop gericht brandstofverbruik (en CO<sub>2</sub>) terug te brengen door hogere temperaturen en druk. Hierdoor neemt ook de hoeveelheid roet af, maar de emissie van NO<sub>x</sub> kan erdoor toenemen (Lee et al., 2010; Lee, 2018).

Nieuwe vliegtuigtechnologie, het gebruik van duurzame brandstoffen en efficiencyverbeteringen kunnen leiden tot kostenveranderingen en daarmee de vraag en het aanbod beïnvloeden. Aanbod-effecten en technologische vooruitgang beïnvloeden ook de effecten voor het klimaat en de omgeving.

Het tempo van technologische ontwikkelingen is onder andere afhankelijk van economische groei en (internationaal) klimaat- en luchtvaartbeleid. Daarbij kunnen tegengestelde effecten optreden. Zo leidt een bijmengverplichting voor duurzame brandstoffen waarschijnlijk tot een lagere uitstoot per passagier, maar ook tot hogere ticketprijzen én daarmee een daling van de vraag.

Het beprijzen van CO<sub>2</sub>-emissies kan investeringen ook versnellen, doordat het voor luchtvaartmaatschappijen eerder aantrekkelijk wordt over te stappen op duurzame brandstoffen of een efficiëntere vloot. Wanneer volledig is overgeschakeld op emissieloos vliegen, heeft het beprijzen van CO<sub>2</sub> geen invloed meer op de ticketprijs en de vraag naar luchtvaart. Maar ook andere effecten zijn denkbaar: bijvoorbeeld bij substitutie van traditionele vliegtuigen door meer kleine elektrische vliegtuigen. Die zijn weliswaar stiller maar door de toename in vliegtuigbewegingen kan er een effect zijn op de veiligheid en de hinder. Bovendien kan de schaarste toenemen, wat leidt tot hogere ticketprijzen. En kerosine die beter is voor het klimaat, is niet vanzelfsprekend beter voor de luchtkwaliteit.

In een MKBA dienen aannames gedaan te worden over de effecten van technologische innovaties die aansluiten bij de aannames in WLO: in WLO-Hoog neemt de hinder per vlucht sneller af dan in WLO-Laag. Waar onzekerheden over toekomstige technologische ontwikkelingen een grote invloed hebben op de uitkomsten van een MKBA is het aan te bevelen gevoeligheidsanalyses uit te voeren (zie paragraaf 5.2).

**Aanbeveling:**

- Corrigeer de (korte termijn) groeiprognozes bij belangrijke veranderingen in de luchtvaartmarkt of het beleid, bij voorkeur met nieuwe modelruns. Voer gevoeligheidsanalyses uit wanneer technologische ontwikkelingen daar aanleiding toe geven



## 4 Kwantificering van effecten

De effecten worden bepaald door de situatie met de beleidsmaatregel of investering (projectalternatief) af te zetten tegen de situatie zonder de maatregel of investering (nulalternatief). Dit hoofdstuk beschrijft hoe de verschillende effecten kunnen worden ingeschat en gewaardeerd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt naar effecten voor gebruikers en producenten (paragraaf 4.1), bredere economische effecten (paragraaf 4.2), klimaateffecten (paragraaf 4.3), omgevingseffecten (paragraaf 4.4) en verdelingseffecten (paragraaf 4.5).

## 4.1 Effecten voor gebruikers en producenten

### Overzicht van aanbevelingen

#### *Effecten voor gebruikers*

- Bepaal het effect voor gebruikers van luchtvaartdiensten door de verandering in het consumentensurplus in te schatten. Gebruik keuzemodellen om de verandering in de (gegeneraliseerde) reiskosten te bepalen en gedragsreacties en de doorwerking op vraag en aanbod te bepalen. Indien geen geschikte modellen beschikbaar zijn (bijvoorbeeld bij regionale luchthavens), maak dan een inschatting op basis van vraag en aanbodfactoren.
- Voor een goede inschatting van de gedragsveranderingen is het van belang de relevante markt op een juiste manier af te bakenen (in de keuzemodellen). Houdt rekening met indirecte reisopties, reisopties vanaf en via buitenlandse luchthavens en met andere modaliteiten. Maak onderscheid tussen groepen reizigers met verschillende voorkeuren (in ieder geval zakelijke en niet-zakelijke reizigers). Houdt tevens rekening met (toekomstige) capaciteitsrestricties op Nederlandse en buitenlandse luchthavens.
- Maak onderscheid tussen vraaguitval/generatie en substitutie naar andere luchthavens en modaliteiten. Bepaal (met de keuzemodellen) het effect op het aanbod vanaf Nederlandse en buitenlandse luchthavens (ten behoeve van de bepaling van de klimaat- en omgevingseffecten).
- Besteedt bij het inschatten van de reiskosten expliciet aandacht aan de doorbelasting van eventuele kostenverhogingen indien sprake is van beperkte concurrentie of schaarse capaciteit.
- Gebruik bij de waardering van de reistijd bij voorkeur verschillende waarderingskengetallen voor verschillende delen van de reis. Zolang er geen consistente set waarderingskengetallen beschikbaar is voor de verschillende delen van de reis, wordt aanbevolen om met de tijdwaardering van de hoofdmodaliteit (het vliegtuig) te rekenen voor de gehele verplaatsing en een gevoeligheidsanalyse uit te voeren met een aparte tijdwaardering voor het voor- en na-transport uit de literatuur.
- Indien er een aanzienlijke verschuiving plaatsvindt tussen directe en indirecte vluchten, houd dan ook (kwalitatief) rekening met een betrouwbaarheidseffect. Er hoeft niet apart rekening gehouden te worden met het betrouwbaarheidseffect in het voortransport. Wanneer het voortransport significant langer wordt, dient wel rekening te worden gehouden met aangepaste buffertijden.
- Verschillen in parkeerkosten, processing- en looptijden tussen grote en kleine luchthavens worden verondersteld gemiddeld genomen gecompenseerd te worden door verschillen in de verblijfskwaliteit. Laat in een gevoeligheidsanalyse zien wat het effect is als deze kosten wel integraal worden ingeschat.
- Reken alleen de effecten voor Nederlandse gebruikers mee in het saldo van de MKBA. Het aandeel Nederlandse gebruikers kan worden afgeleid uit enquêtegegevens.

#### *Effecten voor producenten*

- Bepaal het effect voor luchthavens en luchtvaartmaatschappijen door een inschatting te maken van de overwinsten. Reken alleen het deel mee dat (bij benadering) terecht komt bij/ten koste gaat van Nederlandse aandeelhouders.

- Wanneer investeringen leiden tot overwinsten, neem die dan mee in de MKBA. Als investeringen leiden tot een stijging van de (reële) luchthavengelden (of ATC-tarieven), neem deze dan mee in de bepaling van de (gegeneraliseerde) reiskosten voor gebruikers (zie hierboven).
- Wanneer aanzienlijke effecten op de landzijdige bereikbaarheid worden verwacht, neem dit effect dan expliciet mee in de MKBA en voer zo nodig modelberekeningen uit.
- Houdt rekening met herverdeling van welvaart tussen bijvoorbeeld consumenten en producenten en corrigeer voor effecten die toevallen aan buitenlandse gebruikers of producenten.

Luchtvaart faciliteert de internationale bereikbaarheid van Nederland. Door het uitgebreide netwerk van bestemmingen kunnen reizigers de meeste bestemmingen snel en tegen relatief lage kosten bereiken. Beleidsmaatregelen of investeringen kunnen de bereikbaarheid beïnvloeden door veranderingen in het aanbod of de prijs. Een betere bereikbaarheid komt tot uitdrukking in lagere reiskosten voor gebruikers (passagiers en verladers) en vice versa. Effecten van producenten van luchtvaartdiensten (luchtvaartmaatschappijen en luchthavens) bestaan uit veranderingen in bedrijfswinsten. Deze paragraaf beschrijft achtereenvolgens hoe de effecten voor gebruikers en producenten ingeschat dienen te worden.

#### 4.1.1 Effecten voor gebruikers

Effecten voor gebruikers vormen veelal het belangrijkste welvaartseffect in luchtvaartspecifieke MKBA's en welvaartsanalyses. Dat geldt ook voor andere MKBA's ten aanzien van landzijdige mobiliteit en infrastructuur.

*“Investeringen in [...] luchthavens (onder meer uitbreiding Schiphol) hebben hun belangrijkste directe effecten ook op de markt voor transport in de vorm van besparingen op de reis- of transportkosten. [...]” ~ Romijn en Renes (2013)*

Effecten van beleidsmaatregelen en investeringen voor gebruikers van luchtvaartdiensten bestaan uit veranderingen in hun totale (gegeneraliseerde) reiskosten (veranderingen in het consumentensurplus). Het welvaartseffect voor gebruikers die hun gedrag niet aanpassen bestaat uit de totale verandering van het consumentensurplus. Voor gebruikers die hun gedrag wel aanpassen is het welvaartseffect gemiddeld de helft van de verandering in het surplus.<sup>17</sup>

Veranderingen in de (gegeneraliseerde) reiskosten en het reisgedrag worden met keuzemodellen gesimuleerd (zie Bijlage B). Indien geen geschikte modellen beschikbaar zijn (bijvoorbeeld bij regionale luchthavens), dan kan een inschatting gemaakt worden op basis van vraag en aanbodfactoren.

Deze paragraaf beschrijft eerst uit welke componenten de totale (gegeneraliseerde) reiskosten bestaan. Vervolgens wordt ingegaan op hoe veranderingen in reiskosten het reisgedrag - en daarmee vraag en aanbod - beïnvloeden. Tot slot beschrijven we hoe de welvaartseffecten voor gebruikers (het consumentensurplus) kan worden gekwantificeerd op basis van de verandering in reiskosten en de vraag.

<sup>17</sup> Het welvaartseffect voor de groep gebruikers die het gedrag aanpast (niet meer vliegt of vanaf een andere luchthaven vliegt) is kleiner dan voor de groep die het gedrag niet aanpast, anders had men immers het gedrag niet aangepast. Het is gebruikelijk om hiervoor de halveringsregel, ook wel de *rule of half* toe te passen (zie verder).

### **Totale (gegeneraliseerde) reiskosten**

De totale gegeneraliseerde reiskosten van een vliegreis bestaan uit de ticketkosten en een waardering van de reistijd, zowel van de vlucht, als in het voor- en natransport en de verblijftijd op de vertrekluchthaven (procestijd) en op een eventuele overstapluchthaven. Ook de betrouwbaarheid (kans dat men op tijd aankomst / vertraging heeft) speelt een rol in de totale gegeneraliseerde reiskosten.

Beleidsmaatregelen of investeringen kunnen de reiskosten direct beïnvloeden. Een fiscale maatregel, zoals een nationale vliegbelasting, kan de reiskosten voor reizigers die vanaf Nederlandse luchthavens vertrekken verhogen. Dat zal er doorgaans toe leiden dat een deel van de passagiers uitwijkt naar een buitenlandse luchthaven. Een ander deel zal besluiten helemaal van de reis af te zien of kiest voor een andere modaliteit. Maatregelen en investeringen kunnen de reiskosten (via het aanbod) ook indirect beïnvloeden. Zo kunnen capaciteitsuitbreidingen of -restricties leiden tot langere of kortere reistijden en hogere of lagere ticketkosten.

Veranderingen in de reiskosten kunnen leiden tot gedragsveranderingen. Wanneer dit leidt tot veranderingen in het aanbod, kunnen zogenaamde tweede orde effecten op de reiskosten optreden. Zo kunnen kostenverhogingen ertoe leiden dat de vraag afneemt, waardoor bepaalde bestemmingen niet meer rendabel kunnen worden aangeboden of frequenties moeten worden verlaagd. Reizigers kunnen door het gewijzigde aanbod mogelijk niet meer direct naar de gewenste bestemming vliegen of op het gewenste tijdstip. Reizigers ondervinden daardoor een groter nadelig effect dan alleen het effect van de kostenverhoging.

Hieronder beschrijven we hoe elk van de reiskostencomponenten kan worden bepaald en welke aandachtspunten daarbij gelden.

#### *1. Ticketprijzen*

Ticketprijzen worden bepaald door operationele kosten en de mate van concurrentie. In concurrerende markten zonder capaciteitsrestricties zijn de ticketprijzen gelijk aan de marginale kosten van de luchtvaartdienst. Met andere woorden, luchtvaartmaatschappijen kunnen niet meer vragen voor een ticket dan de gemaakte kosten plus een redelijke winstmarge (vergoeding aan aandeelhouders voor het beschikbaar stellen van kapitaal).<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> In de luchtvaartprognoses behorende bij de WLO-scenario's (zie paragraaf 3.3.1) zijn aannames gedaan over de toekomstige ontwikkeling van ticketprijzen. Deze zijn gebaseerd op de verwachte ontwikkeling van de operationele kosten van luchtvaartmaatschappijen, bestaande uit brandstofkosten (rekening houdend met een toename van de brandstofefficiëntie), de aanschafprijs van vliegtuigen, belastingen (waaronder een CO<sub>2</sub>-heffing door de aanschaf van CO<sub>2</sub>-emissierechten). Daarnaast is verondersteld dat mondiale concurrentie in de luchtvaartmarkt een drukkend effect heeft op de prijzen. In de ticketprijzen wordt geen rekening gehouden met schaarstewinsten (zie verder). In WLO-Hoog nemen de operationele kosten (na 2030) het sterkst toe door hogere kosten van CO<sub>2</sub>-emissierechten. Daar staat tegenover dat de concurrentie ook groter is, wat een prijsdrukkend effect heeft.

De internationale luchtvaart is vrijgesteld van BTW en accijnzen. Zo wordt er geen BTW geheven over internationale vliegtickets en kerosine. Dit impliceert dat bestedingen aan luchtvaart minder belasting opleveren dan bestedingen in het algemeen. Als Nederlanders minder aan een vliegticket uitgeven, besteden ze meer aan andere zaken waar wel BTW over wordt geheven. Een afname van bestedingen aan vliegtickets gaat gepaard met een 'inverdieneffect' (zie paragraaf 4.2.3).

De effecten van beleidsmaatregelen en investeringen op ticketprijzen kunnen modelmatig worden ingeschat (zie Bijlage B). Hieronder gaan we in op de belangrijkste aspecten die daarbij in ogenschouw moeten worden genomen: de mate van doorbelasting van kostenverhogingen en hoe om te gaan met de invloed van eventuele overwinsten.

#### Doorbelasting van kostenverhogingen

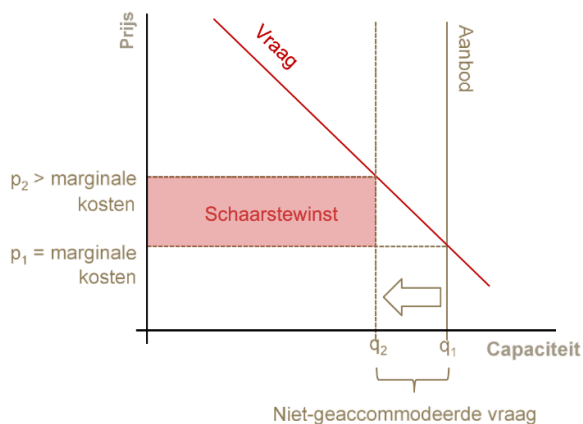
Beleidsmaatregelen en investeringen kunnen de operationele kosten en de mate van concurrentie beïnvloeden. Zo kan de invoering van een vliegbelasting leiden tot hogere reiskosten voor passagiers doordat luchtvaartmaatschappijen de kosten doorbelasten in de ticketprijs. In hoeverre kostenveranderingen worden doorbelast in de ticketprijs is afhankelijk van: het concurrentieniveau, het type kostenverhoging (betrekking op één speler in de markt of op alle spelers) en eventuele capaciteitsrestricties (Koopmans en Lieshout, 2016). Wanneer de (luchthaven)capaciteit beperkt is, zullen kostenverhogingen worden geabsorbeerd door de luchtvaartmaatschappijen en ten koste gaan van hun schaarstewinsten (zie hieronder). Indien er voldoende capaciteit beschikbaar is (en er geen sprake is van schaarstewinsten), zullen maatschappijen kostenverhogingen in principe doorberekenen in de ticketprijzen.

In praktijk verschilt de mate van concurrentie en daarmee de prijsgevoeligheid per markt. Luchtvaartmaatschappijen zullen hogere kosten vooral willen doorbelasten in de minst prijsgevoelige markten. Dat kan kruissubsidiering tussen markten, waarbij de prijsverhogingen in de minder prijsgevoelige markten groter zijn dan de kostenstijgingen in die markten. Voor de prijsgevoelige markten geldt dan het omgekeerde: de kostenstijging hoeft niet helemaal in rekening te worden gebracht. Om hier rekening mee te houden, zullen aanvullende aannames moeten worden gedaan over de mate van doorbelasting.

#### Overwinsten

Overwinsten kunnen het gevolg zijn van capaciteitsschaarste. Als de vraag groter is dan het beschikbare aanbod, bijvoorbeeld door capaciteitsrestricties op een luchthaven, dan kunnen maatschappijen ticketprijzen in rekening brengen die de marginale kosten overstijgen (zie Figuur 4.1). In dat geval wordt ook wel gesproken over schaarstewinsten. Overwinsten die het gevolg zijn van capaciteitsschaarste, zogenaamde schaarstewinsten, dienen te worden meegenomen in een MKBA. Dit is immers het onderdeel waar een maatregel op in kan grijpen.

**Figuur 4.1** Wanneer de capaciteit kleiner is dan de vraag treden schaarstewinsten op



Bron: SEO Economisch Onderzoek

De (extra) schaarstewinst ten opzichte van het nulalternatief wordt bepaald door na te gaan welke prijsstijging (schaduwprijs:  $p_2 - p_1$ ) nodig is om de vraag weer in evenwicht te brengen met het aanbod ( $q_2$ ).

Schaarstewinsten vloeien in theorie naar de luchtvaartmaatschappijen: er is als gevolg van slotafspraken geen vrije toetreding op een luchthaven die tegen haar capaciteitsplafond aan zit. Luchtvaartmaatschappijen zijn daarmee in staat hun tarieven te optimaliseren teneinde vraag en aanbod met elkaar in evenwicht te brengen. De overheid kan schaarstewinsten afromen door middel van (extra) belastingen. Luchthavens kunnen dit niet, omdat hun (aeronautische) tarieven gereguleerd zijn en gerelateerd moeten zijn aan de gemaakte kosten.

Schaarstewinsten zorgen voor een verschuiving in de welvaart van gebruikers naar producenten. Het netto-effect op de Nederlandse welvaart is afhankelijk van het aandeel Nederlandse passagiers en maatschappijen dat vanaf de Nederlandse luchthavens actief is. Als er veel buitenlandse maatschappijen actief zijn op de luchthaven dan vloeien overwinsten in belangrijke mate naar het buitenland (zie paragraaf 4.1.2).

#### **Empirisch bewijs voor het bestaan van schaarstewinsten**

Uit onderzoek blijkt dat de ticketprijzen op luchthavens met schaarse capaciteit hoger liggen dan op luchthavens waar dat niet het geval is (ceterus paribus). PWC (2013) vond dat de prijzen op luchthavens met extreme congestie 18 procent hoger liggen dan op verder vergelijkbare luchthavens. Frontier (2014) vond hetzelfde resultaat voor Londen Heathrow. Voor Londen Gatwick lager de prijzen 7 procent hoger.

Burghouwt et al. (2017) vonden dat een toename van 10 procent in het congestieniveau leidt tot een toename van de ticketprijzen met gemiddeld 1,4% tot 2,2% hoger. Dat komt overeen met premium van bijna 6 euro per retourticket.

Een aantal studies heeft het bestaan van schaarstewinsten op Amerikaanse luchthavens onderzocht. Daarin werd gevonden dat de ticketprijzen op luchthavens met congestie 3 tot 5 procent hoger liggen dan op luchthavens zonder congestie. Dit was echter niet het geval voor alle luchthavens met congestie. De premiums waren ook kleiner wanneer er concurrentie was van nabijgelegen luchthavens.

## *2. Reistijdskosten*

Een ander component van de (gegeneraliseerde) reiskosten zijn de kosten van de reistijd. Effecten op de reistijdskosten worden bepaald door de verandering in de reistijd te waarderen met de waarde die reizigers en verladers toekennen aan reistijd. Daarbij is ook de betrouwbaarheid van de reistijd van belang. Veranderingen in reistijden volgen uit keuzemodellen (zie Bijlage B). Reistijdwaarderingen zijn beschikbaar uit de literatuur. Hieronder gaan we nader in op het vaststellen van veranderingen in de reistijden, de waardering daarvan en het belang van betrouwbare reistijden.

### Reistijd

Reistijden zijn afhankelijk van het vluchtaanbod en in geval van indirecte reisopties, de afstemming van aankomende en uitgaande vluchten. Maatregelen of investeringen die capaciteitsrestricties op

luchthavens opheffen, leiden ertoe dat extra bestemmingen kunnen worden toegevoegd en/of frequenties worden verhoogd.<sup>19</sup> Reizigers die naar de betreffende bestemmingen reizen, kunnen daardoor kiezen uit meer (concurrerende) alternatieven en vluchten kiezen die beter aansluiten op het gewenste reisschema. Beiden zorgen voor een verlaging van de reiskosten.

De reistijden in het voor- en natransport kunnen sterk verschillen tussen luchthavens. Enerzijds zijn deze afhankelijk van waar de passagier zich bevindt, anderzijds speelt ook de beschikbaarheid van modaliteiten een rol. Schiphol is goed bereikbaar per trein, bus, taxi en auto. Voor de regionale luchthavens zijn reizigers aangewezen op de bus, taxi of auto. Doordat niet iedereen over een auto beschikt, vallen de keuzemogelijkheden en daarmee de gegeneraliseerde reiskosten per individu anders uit. De reistijd van de vlucht en tijdens het voor- en natransport kunnen door keuzemodellen worden meegenomen bij het vaststellen van de reiskosten. Niet alle voortransportmodaliteiten worden overigens meegenomen in de modellen.

Mogelijke effecten op het voor- en natransport op de plaats van bestemming worden in de regel niet meegenomen in luchtvaart MKBA's. Dat komt doordat er alleen data beschikbaar is over de luchthavens waar passagiers naartoe reizen, niet wat hun finale eindbestemming in een land is. Impliciet wordt in MKBA's verondersteld dat een beleidsmaatregel of investering in Nederland niet leidt tot veranderingen in het voor- en natransport op de bestemming of in ieder geval niet tot een ander effect op de totale reiskosten. Wanneer de eindbestemming niet wijzigt, maar de bestemmingsluchthaven wel, kan wel een verandering optreden in het voor- en natransport op de bestemming en daarmee in de totale reiskosten.

#### **Optiewaarde**

Niet alleen het snel en betaalbaar op de plaats van bestemming kunnen komen vertegenwoordigt een waarde, maar ook de *mogelijkheid* om ergens snel en betaalbaar te komen. Het gaat daarbij om de mogelijkheid te hebben naar de zon te reizen als men dat wil, de mogelijkheid om in de toekomst export uit te breiden als kansen zich voordoen, de mogelijkheid om familie in het buitenland te bezoeken (of hen te ontvangen) als er iets bijzonders gebeurt. Het hebben van deze mogelijkheden/vrijheden betekent dat de luchthaven een optiewaarde biedt. In het openbaar vervoer is hier onderzoek naar gedaan (Geurs, 2006), maar voor de luchtvaart is er nog niet veel bekend over deze optiewaarde.

Gezien de beperkte kennis over dit onderwerp, bevelen we aan dit effect alleen kwalitatief uit te werken als er een goede onderbouwing mogelijk is waarom de optiewaarde verandert als gevolg van de geanalyseerde maatregel of investering. Daarbij moet rekening gehouden worden met het feit dat alleen de marginale verandering van de bereikbaarheid relevant is voor de verandering in de optiewaarde: in veel gevallen geldt dat een bestemming al bereikbaar is, maar met een iets langere reistijd.

---

<sup>19</sup> Hierbij is het van belang te realiseren dat het aangeboden bestemmingsnetwerk niet altijd welvaartsoptimaal hoeft te zijn voor Nederland. Luchtvaartmaatschappijen stemmen het aanbod af op de internationale vraag (niet alleen de vraag vanuit de Nederlandse markt) en de winstgevendheid van individuele bestemmingen. Dergelijke bedrijfseconomische afwegingen leiden daardoor niet per se tot het netwerk van bestemmingen dat optimaal is vanuit het oogpunt van de Nederlandse reiziger en het bedrijfsleven. Daarnaast kunnen ook luchtvaartpolitieke restricties en slotrestricties verhinderen dat het aangeboden netwerk welvaartsoptimaal is.

### Reistijdwaarderingen voor passagiers

Reistijden worden in geld uitgedrukt middels tijdwaarderingen. Wat de waardering van reistijden lastig maakt is dat reizigers de verschillende onderdelen van hun reis anders waarderen. De vlucht zelf, het voor- en natransport, controles, wachten en overstappen kunnen allemaal anders worden ervaren. De waardering van de verschillende onderdelen hangt af van het ervaren comfort of (on)gemak. De mogelijkheden om de tijd nuttig te gebruiken, bijvoorbeeld doordat kan worden doorgewerkt in de trein, lounge of tijdens de vlucht, verschilt per onderdeel van een reis, en er zijn grote verschillen tussen luchthavens. Het wachten op de luchthaven nadat alle securitychecks zijn geweest en de bagage is afgegeven wordt als minst vervelend ervaren. Het wachten in de rij bij de check-in, grens en beveiliging en het verplaatsen van A naar B in de terminal worden daarentegen als meest vervelend ervaren (Landau et al., 2015).

In de Nederlandse MKBA-praktijk wordt gebruik gemaakt van de tijdwaarderingen zoals gepubliceerd door het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM, 2013). Deze waarderingen worden periodiek geactualiseerd. Op het moment van schrijven bedroegen de tijdwaarderingen voor de luchtvaart respectievelijk € 85,75 en € 47,00 per uur voor zakelijke en niet-zakelijke passagiers (prijspeil 2010)<sup>20</sup>. Deze waarden zijn hoger dan de waarden die worden gebruikt voor bijvoorbeeld auto- en treinreizen (tussen € 7,00 en € 26,25). De MKBA-uitvoerder dient altijd uit te gaan van de meest recente waarderingskengetallen.

Er bestaat discussie over de tijdwaardering die toegepast dient te worden voor luchtreizigers in het voor- en natransport. Een analyse van wetenschappelijke literatuur (zie box) geeft de indruk dat reistijd in het voor- en natransport (iets) minder hoog wordt gewaardeerd dan reistijd door de lucht. De waarderingen hebben echter zelden betrekking op dezelfde groep, waardoor een goede vergelijking niet mogelijk is. Bovendien lopen de gevonden waarden soms sterk uiteen. Een meta-analyse van bestaande studies kan helpen om een beter beeld te krijgen van de bepalende factoren.

#### **Wetenschappelijke inzichten over reistijdwaarderingen in het voor- en natransport**

Verschiedende wetenschappelijke studies hebben tijdwaarderingen geschat voor het vervoer van/naar een luchthaven. De gevonden waarderingen laten een grote bandbreedte zien. Deels kan dat worden verklaard door het land waarin de studie is uitgevoerd, maar ook studies die in hetzelfde land zijn uitgevoerd laten uiteenlopende tijdwaarderingen zien (zie, bv., Pels et al., 2003; Adler et al., 2005; Hess et al., 2007; Landau et al., 2015 voor uiteenlopende waarden voor de Verenigde Staten).

Koster et al. (2011) is de enige studie uitgevoerd op in Nederland verzamelde data en geeft daarmee mogelijk het meest representatieve beeld voor reistijdwaarderingen van/naar Nederlandse luchthavens. De tijdwaarderingen in deze studie zijn €43 voor zakelijke reizigers en €31 voor niet-zakelijke reizigers.

<sup>20</sup> In MKBA's dienen deze waarden te worden aangepast naar het prijspeil dat in een MKBA wordt gebruikt. Daarnaast dient een reële reistijdwaardeontwikkeling te worden meegenomen. De vuistregel die daarbij wordt gehanteerd is dat de groei van de reële reistijdwaardering voor zowel zakelijk als niet-zakelijk verkeer gelijk is aan de helft van de groei van de reële loonvoet. Voor goederenvervoer over de weg kan dezelfde benadering worden gevolgd. Voor goederenvervoer met andere modaliteiten (waarin de component loonkosten veel kleiner is) is de reële stijging bij benadering een kwart van de reële loonvoet.



### Selectie van reistijdwaarderingen voor- en natransport uit de wetenschappelijke literatuur

Studie	Land	Voor-/ (na)transport	Tijdens vlucht
Pels et al. (2003)	US	\$118 – \$174 (zakelijk) \$95 (niet-zakelijk)	-
Adler et al. (2005)	US	\$63 (zakelijk) \$26 (niet-zakelijk)	\$67 (zakelijk) \$31 (niet-zakelijk)
Hess et al. (2007)	US	\$75 (zakelijk) \$36 (niet-zakelijk)	-
Tam et al. (2008)	HK	\$15 (zakelijk) \$6 (niet-zakelijk)	
Koster et al. (2011)	NL	€43 (zakelijk) €31 (niet-zakelijk)	-
Landau et al. (2015) <sup>21</sup>	US	\$19 (zakelijk) \$17 (niet-zakelijk)	\$51 (zakelijk) \$34 (niet-zakelijk)

Noot: De waarderingsgetallen zijn niet gecorrigeerd voor inflatie.

Een beperkt aantal studies heeft de waarderingsgetallen tijdens het voor- en natransport afgezet tegen de waarderingsgetallen tijdens de vlucht. Daaruit komt een wisselend beeld naar voren. De studie van Adler et al. (2005) vindt slechts een klein verschil, terwijl de studie van Landau et al. (2015) relatief veel lagere waarderingsgetallen vindt voor het voor- en natransport. Het is niet duidelijk hoe deze uiteenlopende bevindingen kunnen worden verklaard. Mogelijk dat contextuele factoren (bv. *long haul* vs. *short-haul*) en het verschil in onderzoeksmethoden (bv. *stated* vs. *revealed preference*) hier een rol in spelen. Daarnaast is het relevant om op te merken dat de waarden van Landau et al. (2015) voor het voor- en natransport gebaseerd zijn op een andere dataset (populatie) dan de waarden voor het vliegen. Om verschillen tussen de tijdwaarderingen beter te kunnen duiden is er behoefte aan een meta-analyse.

Daarnaast kan nog worden opgemerkt dat de tijdwaarderingen in het voor- en natransport doorgaans hoger zijn dan de waarderingsgetallen van reguliere vrijetijd of woon-werk verplaatsingen over de grond. Een veel genoemde verklaring hiervoor is dat langere reistijden (door de lucht) samenhangen met het risico op het missen van een vlucht (Hess et al., 2007) en dat gebruikers van vliegverkeer een relatief hoge tijdwaardering hebben (Fosgerau et al., 2010). Daardoor zijn tijdwaarderingen die niet direct geschat zijn in de context van transport naar/van luchthavens minder bruikbaar voor luchtvaartspecifieke MKBA's.

In een aantal wetenschappelijke studies wordt naast de tijdwaardering zelf ook een waardering voor reistijdonzekerheid meegenomen (bv. Tam et al., 2008; Koster et al., 2011) terwijl dat in andere studies niet gebeurt.

De reistijden van de afzonderlijke onderdelen van de reis worden bij voorkeur apart gewaardeerd. Voor luchtreizigers is momenteel (nog) geen consistente set aan waarderingsgetallen beschikbaar voor de verschillende delen van de reis.

Zolang geen consistente set aan waarderingsgetallen beschikbaar is voor de verschillende onderdelen van de reis, wordt aanbevolen om – net als bij andere modaliteiten – met de tijdwaardering van de hoofdmodaliteit te rekenen voor de gehele verplaatsing (de door het KiM gepubliceerde

<sup>21</sup> Waarderingsgetallen in het voor- en natransport en het vliegen zijn bepaald op basis van verschillende datasets.

waarden voor luchtreizigers). Voor zover mogelijk dient daarbij aangegeven te worden hoe de verschillende reiscomponenten zich tot elkaar verhouden in nul- en projectalternatieven.<sup>22</sup> Daarbij wordt tevens aanbevolen een gevoeligheidsanalyse uit te voeren met aparte tijdwaarderingen voor het vliegen en het voor- en hoofdtransport. Voor het vliegen worden dan de waarderingen van het KiM gebruikt. Voor het voor- en natransport kan gebruik worden gemaakt van de waarderingen van Koster et al. (2011). De reden dat deze optie niet als standaardoptie wordt aanbevolen is dat de tijdwaarderingen van het KiM en Koster et al. geen consistente set vormen doordat ze niet op dezelfde wijze zijn bepaald.

De reistijdwaarderingen worden periodiek geactualiseerd. In de onderzoeksagenda wordt aanbevolen om de tijdwaarderingen voor luchtreizigers bij de volgende actualisatie te differentiëren naar de verschillende delen van de reis. Als dat niet mogelijk is, kunnen als *second-best* optie ophoog- en straffactoren worden vastgesteld voor de andere onderdelen van de reis, die kunnen worden toegepast op de nieuwe tijdwaarderingen voor het vliegen.

#### Reistijdwaarderingen voor luchtvracht

In MKBA's is het effect op luchtvracht tot nu toe vaak onderbelicht. Het is te prefereren onderscheid te maken naar verschillende soorten vracht en te kijken naar de alternatieven in het voor- en natransport. Bij voorkeur wordt ook onderscheid gemaakt naar productgroepen. Hoogwaardige goederen kennen doorgaans een hogere tijdwaardering dan laagwaardige goederen en zullen derhalve ook sterker reageren op veranderingen in reistijden. Een gedetailleerde effectbeschrijving (welke (tijd)kritische goederen, onderscheid naar *full freighter* en *belly*, en alternatieve vormen van transport) is aan te bevelen.

Panteia doet regelmatig onderzoek naar de kostenontwikkeling in het goederenvervoer. In de meest recente publicatie (Jonkeren et al., 2020) wordt voor een gemiddelde *full freighter*-lading uitgegaan van € 9.915 per uur in 2016 tot € 12.530 per uur in 2018 (bij gemiddeld 86 ton per reis met een Boeing 747-400 (laadvermogen 112 ton), 3.600.000 kilometer en 4.567 effectieve vliegreuren per jaar)<sup>23</sup>.

#### Reistijdbetrouwbaarheid

Reistijdbetrouwbaarheid is een belangrijk aspect bij de waardering van bereikbaarheid. In het wegvervoer wordt reistijdbetrouwbaarheid standaard meegenomen voor congestiegevoelige trajecten. In de luchtvaart gebeurt dit tot op heden niet of nauwelijks. Effecten op reistijdbetrouwbaarheid kunnen echter wel degelijk een rol spelen, zowel in het voortransport als bij het overstappen. Kroes (2018) vindt een gemiddelde betrouwbaarheidsopslag van 70 procent in het voortransport voor vertrekkende passagiers. Deze waardering verschilt echter per tijdstip van de dag en locatie. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van buffertijden om om te gaan met onbetrouwbare reistijden. Dat betekent dat onbetrouwbaarheid (nagenoeg) volledig wordt vertaald in wachttijd.

De aanname is dat reizigers zelf al een buffer inbouwen voor onbetrouwbaarheid in het voortransport. In de vooraanmeldingstijd die luchthavens en luchtvaartmaatschappijen hanteren is ook al een buffer ingebouwd. Deze buffertijden en de specifieke tijdwaardering voor het voortransport

<sup>22</sup> Indien in een projectalternatief alleen veranderingen optreden in voortransport of wachttijden, dan kan van de specifiek voor het voortransport afgeleide waarderingen (Koster et al., 2011) gebruik worden gemaakt.

<sup>23</sup> Deze transportprijzen kunnen behoorlijk fluctueren van jaar tot jaar, het is daarom raadzaam uit te gaan van een meerjarig gemiddelde.

in de luchtvaart maakt dat er geen aparte berekening van reistijdbetrouwbaarheid in het vervoer nodig is. Wanneer er aanleiding is te veronderstellen dat buffertijden veranderen (bijvoorbeeld bij significant langer vervoer) dan dient dit in de MKBA meegenomen te worden.

De betrouwbaarheid kan ook verschillen tussen verschillende (indirecte) vluchten. Drukke luchthavens kunnen meer last hebben van vertragingen. Ook kan sprake zijn van korte overstaptijden. In beide gevallen leidt dit tot een verhoogd risico op het missen van een aansluitende vlucht voor overstappende passagiers. Het tijdverlies zal kleiner zijn bij hogere frequenties; in dat geval is er immers snel een vervangende vlucht beschikbaar. Op dit moment ontbreekt het aan een werkbare methode om dit goed mee te nemen in MKBA's. Wanneer sprake is van een grote verschuiving van directe naar indirecte vluchten of andersom wordt aanbevolen hier een PM-post voor op te nemen en eventueel een gevoeligheidsanalyse uit te voeren.

### *3. Luchthavenspecifieke componenten*

De totale (gegeneraliseerde) reiskosten bestaan tenslotte nog uit luchthavenspecifieke componenten, zoals parkeerkosten, de verblijfskwaliteit en processing- en looptijden.

De parkeertarieven op grote luchthavens zijn vaak hoger dan op regionale luchthavens. Ook zijn de processing- en looptijden veelal langer, waardoor reizigers eerder op de luchthaven aanwezig moeten zijn. Daar staat tegenover dat de verblijfskwaliteit van grote luchthavens mogelijk als aantrekkelijker wordt ervaren door een ruim aanbod aan voorzieningen, zoals winkels, horeca en lounges. In de discussie over het benutten van regionale luchthavencapaciteit als overloop van Schiphol zijn dit relevante aspecten om rekening mee te houden in de MKBA.

Uit de wetenschappelijke literatuur blijkt dat reizigers inderdaad een voorkeur hebben voor bepaalde typen luchthavens (zie box). Enerzijds lijken grote luchthavens aantrekkelijk, waarschijnlijk vanwege het grote netwerk aan verbindingen, de goede bereikbaarheid, maar mogelijk ook door de verblijfskwaliteit. Anderzijds zijn kleine binnenlandse luchthavens in trek. Dat kan te maken hebben met lage parkeertarieven en het kleinschalige karakter wat zorgt voor korte processing- en looptijden.

#### **Wetenschappelijke inzichten over waardering (verblijfskwaliteit) luchthavens**

Uit wetenschappelijke literatuur blijkt dat reizigers een voorkeur hebben voor bepaalde typen luchthavens zoals bijvoorbeeld grote luchthavens (Hess, 2010) of binnenlandse luchthavens (Zijlstra, 2020). Ook komen reizigersvoorkeuren voor specifieke luchthavens tot uiting in onderzoeken naar de reiskeuzes van passagiers, waar vaak statistisch significante voorkeuren voor luchthavens worden gevonden (bv., Adler et al., 2005; Hess & Polak, 2005; Ishii et al., 2009). Uitgedrukt in geld kunnen deze waarderingen oplopen tot over de honderd dollar extra waardering voor de hoogst gewaardeerde luchthaven ten opzichte van de laagst gewaardeerde luchthaven, waarmee deze voorkeuren ook een economisch significante waarde vertegenwoordigen.

De monetaire schattingen van voorkeuren voor luchthavens zijn contextafhankelijk en daarom lastig te vertalen naar luchthavens die niet direct in de analyse zijn meegenomen. Gestandaardiseerde waarderingen voor de Nederlandse luchthavens (gelijk aan de gestandaardiseerde tijdwaardering van het KiM) zouden het in de toekomst mogelijk maken om reizigerswaardering voor specifieke luchthavens mee te laten wegen in luchtvaart MKBA's.

De verschillen kunnen worden verklaard uit individuele voorkeuren. Sommigen willen zo snel mogelijk onderweg zijn, terwijl anderen het juist leuk vinden om te winkelen op de luchthaven. Daarbij is het ook van belang te realiseren dat niet alle reizigers toegang hebben tot dezelfde faciliteiten. Zo kunnen businessclass reizigers vaak sneller door de paspoortcontrole en kunnen zij gebruik maken van lounges. Als die alleen op grote luchthavens worden aangeboden, zullen businessclass reizigers een voorkeur hebben voor grote luchthavens (*ceterus paribus*).

Momenteel worden, verblijfskwaliteit en processing- en looptijden nog niet of niet volledig meegenomen door keuzemodellen. Met andere woorden, ze maken nog geen onderdeel uit van de gegeneraliseerde reiskosten. Idealiter gebeurt dat in de toekomst wel, zodat de modellen beter rekening houden met de voorkeuren van reizigers. Onder de veronderstelling dat hogere parkeerkosten en langere processing- en looptijden op een grote luchthaven gemiddeld genomen worden gecompenseerd door een hogere verblijfskwaliteit, bevelen we aan hiervoor geen aanvullend effect te berekenen. Wel is het raadzaam een gevoeligheidsanalyse uit te voeren waarin deze kosten integraal worden ingeschat.

### **Veranderingen in het reisgedrag: vraag- en aanbodeffecten**

Veranderingen in de gegeneraliseerde reiskosten kunnen gedragsveranderingen teweegbrengen. Gedragsveranderingen kunnen worden gesimuleerd met keuzemodellen (zie Bijlage B). Op basis van veranderingen in reiskosten (bijvoorbeeld door een prijsmaatregel) of capaciteit (door toevoeging van extra infrastructuur of milieuruimte), bepalen de modellen de vraag- en aanbodeffecten. De modellen houden expliciet rekening met indirecte reisopties en de verschillende voorkeuren van zakelijke en niet-zakelijke passagiers. De modellen kunnen bovendien rekening houden met capaciteitsrestricties op luchthavens.

De vraag- en aanbodeffecten van een beleidsmaatregel of investering zijn niet alleen relevant voor het bepalen van de effecten voor gebruikers, maar nagenoeg voor alle effecten in een MKBA. Zo zijn de bredere economische effecten afhankelijk van het aanbod. Hetzelfde geldt deels ook voor de omgevings- en klimaateffecten. Het is daarom van belang ruime aandacht te besteden aan de vraag- en aanbodeffecten.

Hieronder gaan we nader in op het bepalen van de vraag- en aanbodeffecten. Daarbij maken we onderscheid tussen vraaggeneratie en -uitval en substitutie van passagiers naar alternatieve luchthavens en bestemmingen.

#### *Vraaggeneratie- en uitval*

Wanneer de reiskosten afnemen, zullen mensen vaker het vliegtuig nemen (vraaggeneratie). Wanneer maatregelen of investeringen vliegen duurder maken, heeft dat over het algemeen een negatief effect op de reislust (vraaguitval). Veranderingen in de vraag worden in keuzemodellen bepaald op basis van de verandering in de gegeneraliseerde reiskosten en een gegeneraliseerde kostenelasticiteit. Het aanbod zal zich doorgaans aanpassen aan de vraag. Zoals eerder aangegeven kunnen aanbodveranderingen ook een direct gevolg zijn van beleidsmaatregelen of investeringen, bijvoorbeeld wanneer de milieucapaciteit van een luchthaven wordt beperkt of een nieuwe baan wordt aangelegd.

*Substitutie*

Wanneer investeringen of beleidsmaatregelen verschillend uitwerken op de kostenniveaus van reisalternatieven, kan ook substitutie tussen alternatieven optreden. Zo zorgt de invoering van een vliegbelasting niet alleen voor een afname van de vraag, het zal ook leiden tot substitutie van passagiers naar buitenlandse vertrekluchthavens. Wanneer het belastingtarief wordt gedifferentieerd naar bestemming of afstand, kan er bovendien substitutie tussen bestemmingen plaatsvinden (zie box). Tevens kan een vliegbelasting leiden tot substitutie naar andere modaliteiten, zoals naar treinvervoer.

**Substitutie tussen bestemmingen**

In de praktijk kunnen reizigers niet alleen switchen tussen reisalternatieven naar dezelfde bestemming, maar ook tussen bestemmingen. Veel vakantiereizigers zullen indifferent zijn ten opzichte van het ene of het andere Griekse eiland. In hoeverre bestemmingen inwisselbaar zijn hangt af van het reisdoel. Voor iemand die een zakelijke afspraak of begrafenis heeft in Londen is Stockholm geen geschikt alternatief, maar voor iemand die een stedentrip wil maken misschien weer wel.

Met substitutie tussen (vakantie)bestemmingen wordt in keuzemodellen nog niet expliciet rekening gehouden. Relevante markten worden afgebakend op het niveau van steden- of regio-paren. Voor het niet-zakelijke segment is dit wellicht een te nauwe afbakening, waardoor de vragen aanbodeffecten worden overschat.

Er is extra onderzoek nodig naar de inwisselbaarheid van bestemmingen en de wijze waarop dit kan worden meegenomen in keuzemodellen. Voor wat betreft substitutie tussen (vakantie)bestemmingen kan voorlopig worden aangenomen dat er vooral substitutie plaatsvindt naar andere bestemmingen in dezelfde (wereld)regio.

Om gedragsveranderingen goed in te kunnen schatten is het van belang de relevante markt op een juiste manier af te bakenen. Dat betekent dat ook concurrerende alternatieven vanaf (buitenlandse) luchthavens meegenomen moeten worden. In de lokale markt zijn dat luchthavens die (deels) hetzelfde verzorgingsgebied bedienen. In de transfermarkt zijn dat hubluchthavens die concurreren op dezelfde transfermarkten.

Met name op langere afstanden concurreren directe vluchten met indirecte vluchten. Dat maakt het relevant om ook laatstgenoemde vluchten in de analyse te betrekken. Effecten dienen daardoor ook over het hele netwerk te worden beschouwd. De liberalisatie van het luchtvaartverdrag met China kan bijvoorbeeld niet alleen zorgen voor meer directe verbindingen tussen Schiphol en Beijing, maar ook voor meer doorverbindingen via Beijing naar verdere bestemmingen. Daarnaast kunnen extra vluchten naar Beijing het hubnetwerk voeden met extra transferpassagiers, waardoor de hubcarrier de frequentie op andere (met name Europese) bestemmingen kan verhogen en de bereikbaarheid van die bestemmingen eveneens toeneemt. Een hogere frequentie op een bestemming betekent meer keuzemogelijkheden om deze te bereiken.

Aangezien zakelijke en niet-zakelijke passagiers anders reageren op veranderingen in reistijd- en kosten, is het ook van belang om hierin onderscheid te maken. Zakelijke passagiers kennen een

hogere tijdwaardering en een lagere prijsgevoeligheid dan niet-zakelijke passagiers. Zakelijke passagiers zijn daardoor gevoeliger voor veranderingen in reistijden, maar minder gevoelig voor kostenveranderingen dan niet-zakelijke passagiers.

### Vracht

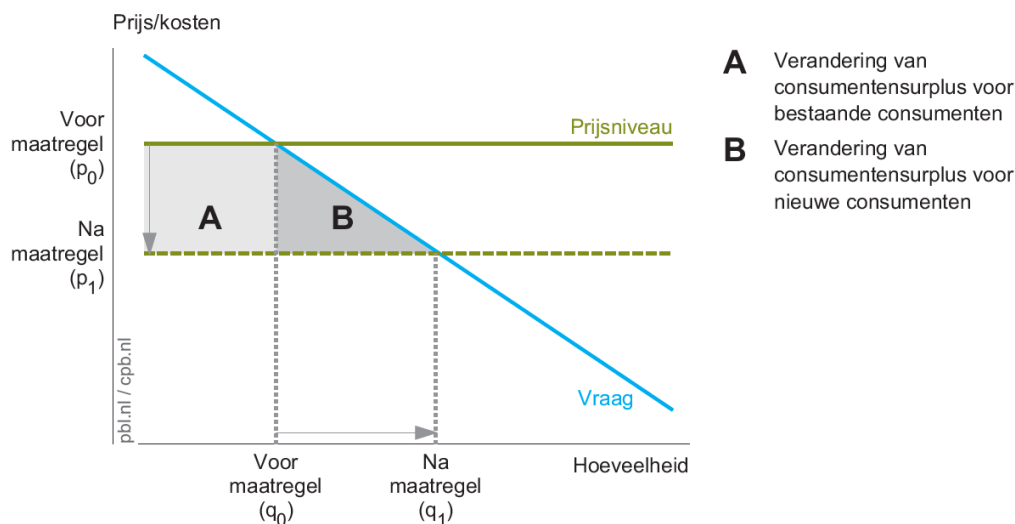
Het verzorgingsgebied van luchthavens voor luchtvracht is groter dan voor passage. In de praktijk wordt vracht over grote afstanden ‘getruckt’ alvorens het aan boord van een vliegtuig wordt geladen. Daardoor is de concurrentie tussen luchthavens en luchtvaartmaatschappijen ook relatief groot, en daarmee ook de prijsgevoeligheid van het segment.

Daar staat tegenover dat er soms specialistische handel en geoptimaliseerde logistieke ketens in de nabijheid van luchthavens met een goede vrachtconnectiviteit zijn. Deze zorgen ervoor dat luchtvracht toch gebonden is aan een luchthaven en niet zomaar uitwijkt naar andere luchthavens. Voor het modelleren van vraag- en aanbodeffecten in de luchtvracht zijn aparte keuzemodellen beschikbaar (zie Bijlage B).

### Kwantificering van het welvaartseffect

Het welvaartseffect voor gebruikers komt tot uitdrukking in een verandering van het consumentensurplus. Deze bestaat uit een verandering in de reiskosten en de vraag (zie Figuur 4.2). Voor gebruikers die hun gedrag niet aanpassen is de verandering in de gegeneraliseerde kosten gelijk aan het welvaartseffect. Het totale effect voor deze groep is gelijk aan oppervlakte A in de figuur. Voor gebruikers die hun gedrag wel aanpassen is de zogenaamde halveringsregel of *rule of half* van toepassing. Voor hen is het welvaartseffect gemiddeld genomen gelijk aan de helft van de verandering in de gegeneraliseerde kosten. Voor deze groep is het totale welvaartseffect gelijk aan oppervlakte B.

Figuur 4.2 Illustratie verandering consumentensurplus



Bron: Romijn en Renes (2013)

In de MKBA's tellen alleen de effecten voor Nederlandse gebruikers mee. Het aandeel Nederlandse gebruikers kan worden afgeleid uit enquêtegegevens. Maar juist in de luchtvaart zijn er vaak ook effecten voor buitenlandse partijen. Het is daarom vaak raadzaam deze effecten wel in beeld te brengen, ook al tellen ze niet mee in het saldo van de MKBA (zie ook paragraaf 4.5.2).

Wanneer door een beleidsmaatregel of investering bestemmingen niet meer (direct en indirect) bereikt kunnen worden vanaf Nederlandse luchthavens of buitenlandse luchthavens die de Nederlandse markt bedienen, kan de verandering in de reiskosten niet modelmatig worden bepaald. In de praktijk zal dit zelden voorkomen, omdat de modellen alle directe en indirecte alternatieven vanaf Nederlandse luchthavens en buitenlandse luchthavens in de grensregio's meenemen. Als er toch belangrijke bestemmingen zijn waarvoor de verandering in de reiskosten niet kan worden gemodelleerd, dan kan ervoor worden gekozen om de verandering te maximaliseren op de extra reiskosten van het goedkoopste niet-gemodelleerde alternatief. Dat kunnen alternatieven zijn vanaf verder weg gelegen luchthavens (die buiten de modelscope vallen) of van alternatieven met meer dan één overstap. De uitvoerder van de MKBA kan dan een inschatting maken van de extra reiskosten die daarmee gemoeid zijn op basis van (statistieken van) herkomsten en bestemmingen van passagiers, reistijden en afstanden en gepubliceerde ticketprijzen.

#### **Aanbevelingen:**

- Bepaal het effect voor gebruikers van luchtvaartdiensten door de verandering in het consumentensurplus in te schatten. Gebruik keuzemodellen om de verandering in de (gegeneraliseerde) reiskosten te bepalen en gedragsreacties en de doorwerking op vraag en aanbod te bepalen. Indien geen geschikte modellen beschikbaar zijn (bijvoorbeeld bij regionale luchthavens), maak dan een inschatting op basis van vraag en aanbodfactoren.
- Voor een goede inschatting van de gedragsveranderingen is het van belang de relevante markt op een juiste manier af te bakenen (in de keuzemodellen). Houdt rekening met indirecte reisopties, reisopties vanaf en via buitenlandse luchthavens en met andere modaliteiten. Maak onderscheid tussen groepen reizigers met verschillende voorkeuren (in ieder geval zakelijke en niet-zakelijke reizigers). Houdt tevens rekening met (toekomstige) capaciteitsrestricties op Nederlandse en buitenlandse luchthavens.
- Maak onderscheid tussen vraaguitval/generatie en substitutie naar andere luchthavens en modaliteiten. Bepaal (met de keuzemodellen) het effect op het aanbod vanaf Nederlandse en buitenlandse luchthavens (ten behoeve van de bepaling van de klimaat- en omgevingseffecten).
- Besteedt bij het inschatten van de reiskosten expliciet aandacht aan de doorbelasting van eventuele kostenverhogingen indien sprake is van beperkte concurrentie of schaarse capaciteit.
- Gebruik bij de waardering van de reistijd bij voorkeur verschillende waarderingssketengetallen voor verschillende delen van de reis. Zolang er geen consistente set waarderingssketengetallen beschikbaar is voor de verschillende delen van de reis, wordt aanbevolen om met de tijdwaardering van de hoofdmodaliteit (het vliegtuig) te rekenen voor de gehele verplaatsing en een gevoeligheidsanalyse uit te voeren met een aparte tijdwaardering voor het voor- en natransport uit de literatuur.
- Indien er een aanzienlijke verschuiving plaatsvindt tussen directe en indirecte vluchten, houd dan ook (kwalitatief) rekening met een betrouwbaarheidseffect. Er hoeft niet apart rekening gehouden te worden met het betrouwbaarheidseffect in het voortransport. Wanneer het voortransport aanzienlijk verandert, dient wel rekening te worden gehouden met aangepaste buffer-tijden.
- Verschillen in parkeerkosten, processing- en looptijden tussen grote en kleine luchthavens worden verondersteld gemiddeld genomen gecompenseerd te worden door verschillen in de verblijfskwaliteit. Laat in een gevoeligheidsanalyse zien wat het effect is als deze kosten wel integraal worden ingeschat.
- Reken alleen de effecten voor Nederlandse gebruikers mee in het saldo van de MKBA. Het aandeel Nederlandse gebruikers kan worden afgeleid uit enquêtegegevens.

### 4.1.2 Effecten voor producenten

Effecten van beleidsmaatregelen en investeringen voor producenten bestaan uit veranderingen in eventuele overwinsten (veranderingen in het producentensurplus). Overwinsten betreffen de winsten bovenop de normale vergoeding voor het beschikbaar stellen van kapitaal. Aanbevolen wordt om in luchtvaartspecifieke MKBA's in ieder geval de veranderingen in overwinsten mee te nemen van luchtvaartmaatschappijen en luchthavens.

#### Luchthavens

Luchthavens kunnen in principe geen overwinsten realiseren op aeronautische activiteiten (afhandeling van passagiers en vliegtuigen), omdat de tarieven die hiervoor in rekening gebracht mogen worden zijn gereguleerd.<sup>24</sup> De niet-aeronautische activiteiten, zoals horeca, detailhandel en parkeren, zijn niet gereguleerd. Daar kunnen luchthavens derhalve wel overwinsten realiseren.

Indien er door een beleidsmaatregel of investering veranderingen optreden in de behaalde overwinsten, dan dient dat te worden meegenomen in de MKBA. Op basis van een analyse van de opbrengsten uit de verschillende non-aeronautische activiteiten kunnen de overwinsten worden ingeschat. Deze opbrengsten zullen verschillen tussen luchthavens. Zo zijn de inkomsten uit parkeren en de verhuur van winkels en kantoorruimte op Schiphol anders dan op de regionale luchthavens.

Alleen veranderingen in overwinsten voor Nederlandse luchthavens dienen te worden meegenomen. De aandelen van de grote commerciële luchthavens (Schiphol en de luchthavens van nationale betekenis) zijn (grotendeels) in handen van de overheid. Daarom kan worden aangenomen dat de overwinsten op Nederlandse luchthavens volledig aan Nederland toevallen.

Investerings in een (nieuwe) luchthaven kunnen een zelfstandig besluit zijn en daarmee onderwerp van een MKBA. Maar investeringen kunnen ook het resultaat zijn van een andere beleidsmaatregel. De kosten van een investering worden vaak aangeleverd door de luchthaven zelf. Als de kosten (nog) niet bekend zijn dan kunnen deze op basis van kengetallen (per passagier, ton vracht of vlucht) worden ingeschat op basis van eerdere capaciteitsuitbreidingen. Investerings in het luchtruim blijven meestal buiten beschouwing in MKBA's.

Doorgaans wordt (impliciet) aangenomen dat investeringen niet leiden tot reële stijgingen in luchthavengelden (en ATC-tarieven). Met andere woorden, er wordt verondersteld dat de investeringen voor het accommoderen van extra passagiers volledig door die passagiers worden opgebracht middels luchthavengelden. Als investeringen wel leiden tot een stijging van de havengelden (of ATC-tarieven) dan dient daar rekening mee gehouden te worden in de bepaling van de (gegeneraliseerde) reiskosten voor gebruikers.<sup>25</sup> Wanneer extra winsten of verliezen in de niet-aeronautische activiteiten verwacht worden als gevolg van investeringen dan dienen die te worden meegenomen in de MKBA.

<sup>24</sup> De tarieven moeten kostengerelateerd zijn.

<sup>25</sup> Indien exploitatieberekeningen (door de luchthaven) worden aangeleverd, dan dient de opsteller na te gaan welke posten hier wel en niet in zitten, welke kosten en opbrengsten worden doorgegeven aan andere partijen en welke volgens de hier beschreven werkwijze als welvaartseffect kunnen worden gezien.



Overigens maken niet alle noodzakelijke jaarlijkse kosten onderdeel uit van de luchthavenexploitatie. Bemensing en aanschaf en onderhoud van apparatuur voor de grensbewaking (Koninklijke Marechaussee (KMAr) en Douane) vormen geen onderdeel van de begroting van de luchthaven en maken geen onderdeel uit van de luchthavengelden. Deze worden door het Rijk bekostigd. Indien er als gevolg van een maatregel meer of minder inzet van de Douane en KMAr nodig is, behoort dat ook een plek te krijgen in de MKBA.

Bij grote investeringen kunnen er ook effecten zijn op de landzijdige infrastructuur. Dat zal vooral het geval zijn wanneer die infrastructuur al zwaar is belast. Als dat niet gebeurt zullen de reistijden over land toenemen. Dat raakt niet alleen consumenten die van en naar het vliegveld reizen, maar ook andere gebruikers van de infrastructuur. Dergelijke landzijdige bereikbaarheidseffecten kunnen met verkeersmodellen in beeld worden gebracht (zie Rijkswaterstaat 2018). Doe dit alleen wanneer verwacht wordt dat deze effecten aanzienlijk zijn.

### **Luchtvaartmaatschappijen**

Luchtvaartmaatschappijen kunnen overwinsten behalen wanneer sprake is van capaciteitsschaarste, mits die winsten niet door de overheid worden afgeroomd door bijvoorbeeld een belasting.

Schaarstewinsten zijn een overdracht: gebruikers betalen een hogere prijs voor luchtvaartdiensten aan de luchtvaartmaatschappijen. Het consumentensurplus daalt, een negatief welvaartseffect, maar daar staat een stijging van het producentensurplus tegenover, een positief welvaartseffect. De effecten op het consumentensurplus worden al via de gegeneraliseerde kosten berekend (zie hierboven). De effecten op het producentensurplus van de luchtvaartmaatschappijen dienen dus apart in beeld gebracht te worden.

De verdeling is ook relevant. Welk deel van de schaarstewinsten wordt opgebracht door Nederlandse reizigers en komt terecht bij Nederlandse luchtvaartmaatschappijen of hun aandeelhouders? Het deel dat door Nederlandse reizigers wordt opgebracht kan worden bepaald op basis van het aandeel Nederlandse reizigers. Dit aandeel kan worden afgeleid uit enquêtes. Omdat luchtvaartmaatschappijen deels in buitenlandse handen zijn moet worden gecorrigeerd voor het deel van de overwinsten dat naar het buitenland vloeit. De eigendomsverhoudingen van luchtvaartmaatschappijen kunnen worden afgeleid uit gegevens over de verdeling van het aandelenkapitaal.

### **Aanbevelingen:**

- Bepaal het effect voor luchthavens en luchtvaartmaatschappijen door een inschatting te maken van de overwinsten. Reken alleen het deel mee dat (bij benadering) terecht komt bij/ten koste gaat van Nederlandse aandeelhouders.
- Wanneer investeringen leiden tot overwinsten, neem die dan mee in de MKBA. Als investeringen leiden tot een stijging van de (reële) luchthavengelden (of ATC-tarieven), neem deze dan mee in de bepaling van de (gegeneraliseerde) reiskosten voor gebruikers (zie hierboven).
- Wanneer aanzienlijke effecten op de landzijdige bereikbaarheid worden verwacht, neem dit effect dan expliciet mee in de MKBA en voer zo nodig modelberekeningen uit.
- Houdt rekening met herverdeling van welvaart tussen bijvoorbeeld de consument en producenten en corrigeer voor effecten die toevallen aan buitenlandse gebruikers of producenten.

## 4.2 Bredere economische effecten

### Overzicht van aanbevelingen

#### *Algemeen*

- Indien bredere economische effecten worden opgenomen in de MKBA, onderbouw deze dan door te verwijzen naar specifieke vormen van marktinefficiëntie.
- Overweeg bij MKBA's van kleinere maatregelen om geen bredere economische effecten op te nemen om dubbelstellingen te vermijden.

#### *Agglomeratie-effecten*

- Indien agglomeratie-effecten worden verwacht, onderbouw deze dan met een analyse van agglomeratie-effecten van luchtvaart.
- Onderbouw agglomeratie-effecten groter dan dertig procent van de baten voor gebruikers en producenten extra grondig.

#### *Werkgelegenheidseffecten*

- Neem in luchtvaart MKBA's geen netto werkgelegenheidseffecten op nationaal niveau op.
- Leg het verschil uit tussen netto en bruto werkgelegenheidseffecten.

#### *Effecten op het toerisme en prijzen van buitenlandse producten*

- Benoem bij de verdelingseffecten (zie paragraaf 4.5) dat een deel van de effecten voor buitenlandse gebruikers via markten terugvloeit naar Nederland en vice versa.

#### *Belastinginkomsten*

- Reken in MKBA's met prijzen inclusief BTW. Bereken een inverdieneffect van 18,2 procent over alle geïnde belastingen.
- Breng substantiële veranderingen in andere belastinginkomsten en overheidsuitgaven in beeld en ga na of en in hoeverre deze veranderingen leiden tot welvaartseffecten voor Nederland.

Een verandering in de reiskosten (zie paragraaf 4.1) kan doorwerken in de rest van de economie, bijvoorbeeld in de vorm van lagere productiekosten, arbeidsproductiviteitsstijgingen of een toename in het toerisme. Dit worden wel indirecte effecten of bredere economische effecten genoemd. Veelal gaat het hierbij om doorgegeven effecten. Doorgegeven effecten moeten niet apart (bovenop de effecten voor gebruikers en producenten) worden meegenomen, omdat dit zou leiden tot een dubbelstelling.

Alleen wanneer sprake is van marktinefficiënties, kunnen bredere economische effecten additionele welvaartseffecten met zich meebrengen. Dat kan reden zijn om bredere economische effecten mee te nemen in een MKBA.

De Algemene leidraad (Romijn en Renes, 2013) beschrijft verschillende soorten marktinefficiënties, waaronder:

1. **Externe effecten.** Dit betreft voor- of nadelen voor een andere partij waar niet voor wordt betaald. Bij de luchtvaart betreft dit met name negatieve externe effecten zoals klimaat-effecten (zie paragraaf 4.3) en effecten op de omgeving (zie paragraaf 4.4). Er kan echter ook sprake zijn van positieve externe effecten zoals agglomeratiebaten (zie paragraaf 4.2.1);
2. **Marktmacht.** Er is sprake van marktmacht als een bedrijf de prijzen kan laten stijgen door de productie laag te houden. In de luchtvaart kan dat het geval zijn in het geval van schaarste. Luchtvaartmaatschappijen kunnen in dat geval overwinsten boeken. Deze overwinsten dienen in een MKBA te worden opgenomen bij de effecten voor producenten (zie daarover paragraaf 4.1.2). Er is ook een inefficiëntie doordat de (te) hoge prijs het gebruik van luchtvaart vermindert. Deze inefficiëntie maakt deel uit van de effecten voor gebruikers (zie daarover paragraaf 4.1.1);
3. **Informatieproblemen.** Indien consumenten of bedrijven geen goed beeld hebben van de beschikbare reisopties en bijbehorende kosten, kan dat leiden tot inefficiënte keuzes. De informatievoorziening is sinds de opkomst van het internet veel transparanter geworden. In de luchtvaart lijken informatieproblemen dan ook geen belangrijke rol te spelen.

Daarnaast kan overheidsbeleid zorgen voor marktinefficiënties en daarmee tot additionele economische effecten. Dat is bijvoorbeeld het geval bij belastingen en subsidies.<sup>26</sup>

Indien bredere economische effecten worden opgenomen in een MKBA, moeten deze worden onderbouwd door te verwijzen naar een specifieke vorm van marktinefficiëntie teneinde het risico op dubbeltellingen te minimaliseren. Het risico van dubbeltellingen kan reden zijn om geen bredere economische effecten mee te nemen. Dit beperkt het tijdsbeslag en de kosten van de MKBA. Dat kan met name van belang zijn bij MKBA's van kleinere maatregelen.

In het vervolg van deze paragraaf gaan we in op: agglomeratie-effecten, werkgelegenheidseffecten, effecten op toerisme en prijzen van buitenlandse producten en belastinginkomsten. Agglomeratie-effecten worden beschreven omdat ze veelal worden meegenomen in MKBA's van vervoer over land. Werkgelegenheidseffecten komen aan de orde omdat over deze effecten veel verwarring bestaat. Belastinginkomsten kunnen in bepaalde gevallen tot extra kosten of baten leiden.

#### **Aanbevelingen:**

- Indien bredere economische effecten worden opgenomen in de MKBA, onderbouw deze dan door te verwijzen naar specifieke vormen van marktinefficiëntie.
- Overweeg bij MKBA's van kleinere maatregelen om geen bredere economische effecten op te nemen om dubbeltellingen te vermijden.

### **4.2.1 Agglomeratie-effecten**

Maatregelen of investeringen die invloed hebben op de reiskosten kunnen ervoor zorgen dat Nederland meer of minder aantrekkelijk wordt voor bedrijven om zich te vestigen. Wanneer bedrijven zich – door een verlaging van de reiskosten – clusteren in de buurt van een luchthaven, kunnen zich agglomeratie-effecten voordoen. De clustering zorgt ervoor dat bedrijven en hun werknemers

<sup>26</sup> Behalve als belastingen negatieve externe effecten 'internaliseren' of subsidies positieve externe effecten 'internaliseren'. Dergelijk beleid maakt markten juist efficiënter, gezien vanuit een breed welvaartsbegrip.

van elkaar leren en daardoor productiever worden (Fujita en Thisse, 2002). Dit komt voort uit positieve externe effecten, in het bijzonder kennis spillovers.<sup>27</sup>

Bedrijven die zich in de buurt van andere bedrijven vestigen, houden wel rekening met de voordelen die dat voor het eigen bedrijf inhoudt, maar niet met de voordelen die ontstaan voor andere bedrijven. Dit is een vorm van marktinefficiëntie: te weinig clustering. Als luchthavens clustering van bedrijven bevorderen, kan dat deze marktinefficiëntie verkleinen.

Een ander agglomeratie-effect is dat een grotere variëteit in consumptiegoederen kan worden aangeboden doordat er in een gebied veel bedrijven zijn die zich (daardoor) specialiseren.<sup>28</sup> Zo heeft de consument meer keuze, wat leidt tot meer nut per bestede euro. Volgens het onderzoek Stad en Land (De Groot et al., 2010) is de helft van de agglomeratievoordelen daarnaar te herleiden.<sup>29</sup>

Agglomeratie-effecten kunnen worden bepaald op basis van de economische dichtheid. Economische dichtheid kan worden gemeten door de ‘effectieve dichtheid’ te berekenen: een dichtheidsmaat die rekening houdt met transportkosten. Hiervoor wordt doorgaans de ‘market potential’ (marktpotentieel) bepaald: de met reistijd of -kosten gewogen bevolking, banen of productie op een bepaalde locatie. Een simpel voorbeeld hiervan is het aantal banen dat binnen een half uur reistijd kan worden bereikt.

Additionele economische effecten van transportinvesteringen bestaan voor een belangrijk deel uit agglomeratie-effecten. Er bestaan geen studies die de agglomeratiebaten van de luchtvaart inschatten. Dit wordt door Zhang en Graham (2020) als een belangrijke wetenschappelijke kennis-hiaat gezien. Zolang er geen specifieke kengetallen voor de luchtvaart beschikbaar zijn, kan gebruik worden gemaakt van inschattingen voor andere modaliteiten. Ruimtelijke algemene evenwichtsmodellen voor landzijdig transport schatten de additionele economische effecten in op nul tot dertig procent van de effecten voor gebruikers en producenten (Elhorst et al, 2004). Soortgelijke inschattingen volgen uit studies over agglomeratie-effecten op basis van de hierboven beschreven ‘effectieve dichtheid’ methode. Zo laat Graham (2007) zien, op basis van een door Venables (2007) ontwikkelde methodologie, dat de agglomeratiebaten van het Crossrail metroproject in Londen de totale baten met 25 procent verhogen.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat de additionele effecten voor de luchtvaart anders van aard zijn dan voor transport over land. De arbeidsmarktvoordelen van transport over land spelen bij luchtvaart geen rol; mogelijk zijn er bij luchtvaart wel andere dichtheidsvoordelen. Het is mogelijk dat de agglomeratie-effecten bij luchtvaart veel kleiner zijn dan bij transport over land. Additionele effecten groter dan dertig procent van de baten voor gebruikers en producenten dienen extra grondig te worden onderbouwd, door de effecten te koppelen aan marktinefficiënties. Duidelijk moet worden gemaakt dat het onderzochte beleid de inefficiënties verkleint, in welke mate dat het geval is, en hoe hoog de welvaartsbaten zijn die daaruit voortkomen. Daarnaast wordt aanbevolen om nader onderzoek te doen naar de agglomeratie-effecten van specifiek de luchtvaart.

<sup>27</sup> Er kunnen ook negatieve externe effecten optreden van nabijheid zoals congestie en hinder. Dergelijke effecten worden in MKBA’s (en in deze werkwijzer) tot de externe effecten (omgevingseffecten) gerekend.

<sup>28</sup> Bijvoorbeeld niet alleen een Aziatisch restaurant, maar ook een Thais en Kantonees restaurant.

<sup>29</sup> Een dergelijk voordeel van een groot aantal keuzemogelijkheden doet zich ook voor in de luchtvaart zelf, als reizigers kunnen kiezen tussen een groot aantal bestemmingen. Dat voordeel is al beschreven in paragraaf 4.1 over effecten voor gebruikers en producenten.

**Aanbevelingen:**

- Indien agglomeratie-effecten worden verwacht, onderbouw deze dan met een analyse van agglomeratie-effecten van luchtvaart.
- Onderbouw agglomeratie-effecten groter dan dertig procent van de baten voor gebruikers en producenten extra grondig.

### 4.2.2 Werkgelegenheidseffecten

De Algemene leidraad (Romijn en Renes, 2013) stelt dat maatregelen die niet specifiek zijn gericht op de arbeidsmarkt de werkgelegenheid over het algemeen niet verhogen:

*“Er is meestal alleen sprake van verschuivingen op de arbeidsmarkt. Extra werkgelegenheid die ontstaat als gevolg van een maatregel op een locatie of in een bedrijfstak, gaat dan ten koste van werkgelegenheid elders”*

De werkwijzer voor het sociale domein werkt een en ander verder uit (Koopmans et al. 2016a). Voor luchtvaart MKBA's zijn arbeidsmarkteffecten minder relevant gezien hun geringe omvang bij luchtvaartmaatregelen.<sup>30</sup>

Wel kan er een tijdelijke stijging van de werkgelegenheid zijn, maar de baten daarvan zijn in de praktijk relatief klein. Dat geldt ook voor effecten op specifieke segmenten van de arbeidsmarkt zoals laagbetaalde banen. Daarom wordt aanbevolen om in luchtvaartspecifieke MKBA's geen netto werkgelegenheidseffecten op nationaal niveau op te nemen. Als de MKBA-opsteller van mening is dat de beoordeelde luchtvaartmaatregel toch significante netto werkgelegenheidseffecten op nationaal niveau heeft, moet die bevinding ondersteund worden door een zeer stevige analyse.

---

<sup>30</sup> Er kunnen wel verschuivingen van werkgelegenheid tussen regio's optreden, maar het nationale effect daarvan is nul. Dit betreft een verdelingseffect. Op verdelingseffecten wordt ingegaan in paragraaf 4.5.

### Netto versus bruto effecten

In de maatschappelijke discussie over de luchtvaart wordt vaak gerefereerd aan luchthavens als ‘groeimotor’. Ook wetenschappelijk onderzoek wijst op positieve economische effecten van luchtvaart. Deze positieve effecten worden in beleidsdiscussies vaak geduid in termen van (extra) werkgelegenheid en toegevoegde waarde. Ook in discussies over het belang van een luchthaven voor een regio speelt het werkgelegenheidsargument een belangrijke rol. De Luchtvaartnota (IenW, 2020) stelt: *“Er bestaat een relatie tussen economische ontwikkeling en luchtvaart. De groei van de economie stimuleert de luchtvaart en omgekeerd. Regio’s met goede internationale verbindingen groeien harder dan andere. Vooral grote luchthavens hebben een positief effect op de economie.”*

Het gaat hierbij veelal om de totale werkgelegenheid en de toegevoegde waarde die door een luchthaven of de luchtvaartsector wordt ondersteund. Deze cijfers worden met een economische impactstudie ingeschat. Dergelijke studies houden echter geen rekening met terugkoppelingen via de arbeidsmarkt. Daarom worden deze cijfers ook wel bruto effecten genoemd. Het zijn echter geen effecten van beleid, ook niet van het sluiten van de luchthaven, door het ontbreken van terugkoppelingen.

MKBA’s brengen netto effecten in beeld, rekening houdend met terugkoppelingen via de arbeidsmarkt. Wanneer de overheid zou besluiten om een luchthaven te sluiten heeft dat een groot effect op de bruto werkgelegenheid en toegevoegde waarde, maar het netto effect zal veel kleiner zijn en op termijn zelfs nihil doordat veel van de mensen die voorheen op de luchthaven werkten een andere baan zullen vinden. Een inschatting van de bruto werkgelegenheid en toegevoegde waarde van een luchthaven is geen onderdeel van een MKBA.

De geringe netto werkgelegenheidseffecten die doorgaans in MKBA’s worden gerapporteerd sluiten niet altijd aan bij de verwachtingen van stakeholders binnen de luchtvaartsector. Dat komt waarschijnlijk doordat zij bruto werkgelegenheidseffecten in hun hoofd hebben: het aantal banen dat door de sector wordt ondersteund. Dat is iets anders dan de netto effecten die de MKBA inschat. Het is van belang om in MKBA’s de effecten en het verschil tussen netto en bruto effecten goed uit te leggen (zie box), om te voorkomen dat het vertrouwen in en het draagvlak voor de MKBA afneemt.

#### Aanbevelingen:

- Neem in luchtvaart MKBA’s geen netto werkgelegenheidseffecten op nationaal niveau op.
- Leg het verschil uit tussen netto en bruto werkgelegenheidseffecten.

### 4.2.3 Effecten op toerisme en prijzen van buitenlandse producten

Veranderingen in de reiskosten beïnvloeden de aantrekkelijkheid van Nederland voor toeristen en de prijzen van buitenlandse producten. Lagere reiskosten zullen zorgen voor een toename van het inkomend toerisme (en tegelijkertijd ook een toename van het uitgaand toerisme). Het kan er ook voor zorgen dat buitenlandse bedrijven de lagere reiskosten verwerken in hun prijzen. Daarnaast kan ook de concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven veranderen als de bereikbaarheid voor (potentiële) buitenlandse klanten verandert.

Veranderingen in de reiskosten voor niet-ingezetenen (inkomende toeristen en buitenlandse bedrijven) kunnen via extra toeristische bestedingen en lagere prijzen voor buitenlandse producten

alsnog in Nederland terecht komen. Het effect kan in goed werkende markten echter nooit groter zijn dan het effect op de reiskosten voor niet-ingezetenen. Tegelijkertijd zal zich ook een omgekeerd effect voordoen: veranderingen in reiskosten voor Nederlandse ingezetenen vloeien deels weg naar het buitenland.

Er is geen literatuur bekend over welk deel in Nederland terecht komt en welk deel in het buitenland belandt. Aanbevolen wordt om bij de verdelingseffecten (zie paragraaf 4.5) aan te geven dat een deel van de effecten voor buitenlandse gebruikers via markten terugvloeit naar Nederland en vice versa.

#### **Aanbeveling:**

- Benoem bij de verdelingseffecten dat een deel van de effecten voor buitenlandse gebruikers via markten terugvloeit naar Nederland en vice versa.

### **4.2.4 Belastinginkomsten**

Welvaartseffecten dienen in dezelfde rekeneenheden te worden gewaardeerd. Het meest praktisch is om alle effecten te waarderen tegen marktprijzen inclusief BTW en andere kostprijsverhogende belastingen zoals accijnzen en inclusief kostprijsverlagende subsidies. De Algemene leidraad geeft hiervoor de volgende redenen:

*Baten worden gewaardeerd in termen van de betalingsbereidheid van consumenten. Hierbij zijn marktprijzen [inclusief BTW] leidend. ... Ook als het gaat om niet-geprijsde diensten, is de waardering door de consument gebaseerd op de alternatieve aanwending van zijn inkomen aan zaken die wel zijn geprijsd. ... Om de kosten van een maatregel te financieren heft de overheid belasting ten laste van het besteedbaar inkomen van huishoudens. Deze belasting gaat ten koste van de bestedingen van huishoudens. Het bedrag aan btw dat de overheid hierdoor misloopt is ongeveer gelijk aan het bedrag aan btw bevat in de kosten van de maatregel. ~ Romijn en Renes (2013)*

De invoering van een nieuwe belasting of een verhoging van een bestaande belasting zorgt ervoor dat de overheid elders minder belasting hoeft te heffen om dezelfde totale opbrengst te realiseren. Dit zorgt voor extra inkomen voor consumenten en hogere bestedingen, waar gemiddeld 18,2 procent aan BTW en andere verbruiksbelastingen over wordt betaald (CPB, 2011). Dit heet het inverteffect.<sup>31</sup>

Over alle geïnde belastingen wordt een inverteffect van 18,2 procent berekend (CPB, 2015). Zie voor een nadere toelichting bij de reden voor deze ophoging Koopmans et al. (2016).<sup>32</sup> Voor iedere overheidsuitgave geldt het tegenovergestelde en moet er 18,2 procent meer belasting geheven worden dan de directe kosten van de overheidsuitgave excl. BTW.

<sup>31</sup> De Algemene MKBA-leidraad adviseert om alle kosten en baten uit te drukken in marktprijzen inclusief BTW. Dit komt op hetzelfde neer als het toevoegen van inverteffecten.

<sup>32</sup> 18,2% was de gemiddelde verbruiksbelasting vóór de verhoging van het lage BTW-tarief in 2019. In Koopmans et al. (2016) werd een lager inverteffect berekend, omdat het hoge BTW-tarief destijds lager was dan nu. In de 18,2% is nog geen rekening gehouden met de recente verhoging van het lage BTW-tarief van 6% naar 9%.

Een belastingmaatregel kan er ook toe leiden dat de inkomsten uit andere belastingen teruglopen en/of de overheidsuitgaven toenemen. De invoering van een vliegbelasting zorgt bijvoorbeeld voor extra belastinginkomsten voor de overheid. Een deel van de belasting wordt opgebracht door Nederlandse reizigers, een ander deel door buitenlanders. Het deel dat door buitenlanders wordt opgebracht kan worden gezien als netto welvaartseffect, tenzij de betreffende reizigers als gevolg van de belasting minder geld besteden in de Nederlandse economie. Doordat passagiers uitwijken naar buitenlandse luchthavens (substitutie) kunnen andere inkomsten (uit bijvoorbeeld BTW en vennootschapsbelasting) afnemen. Tegelijkertijd kunnen de uitgaven aan werkloosheidsuitkeringen toenemen, doordat de werkgelegenheid tijdelijk daalt.

#### **Aanbevelingen:**

- Reken in MKBA's met prijzen inclusief BTW. Bereken een inverdieneffect van 18,2 procent over alle geïnde belastingen.
- Breng substantiële veranderingen in andere belastinginkomsten en overheidsuitgaven in beeld en ga na of en in hoeverre deze veranderingen leiden tot welvaartseffecten voor Nederland.

## 4.3 Klimaat effecten

### Overzicht van aanbevelingen

#### *Algemeen*

- Breng de mondiale klimaat effecten in beeld van een beleidsmaatregel of investering;
- Laat apart zien hoe de CO<sub>2</sub>-uitstoot voor vertrekkende vluchten vanaf Nederlandse luchthavens verandert.
- Voer bij belangrijke klimaat effecten een gevoeligheidsanalyse uit op het hoge WLO-scenario met de efficiënte prijzen behorend bij de 2-graden onzekerheidsverkenning. Corrigeer de vraag en het aanbod voor de hogere prijzen in dit scenario.

#### *CO<sub>2</sub>-effecten*

- Bepaal de mondiale verandering in de CO<sub>2</sub>-uitstoot op basis van veranderingen in het aanbod en rekening houdend met vraaguitval/generatie en substitutie naar andere alternatieven en sectoren, technologische innovaties, het gebruik van duurzame brandstoffen en efficiency-verbeteringen. Maak hiervoor gebruik van (emissiemodules binnen) de keuzemodellen.
- Veranderingen in CO<sub>2</sub>-emissies worden gewaardeerd tegen de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijs behorend bij het WLO-scenario. Als de kosten van de uitstoot in de ticketprijs of in de kosten van luchtvaartmaatschappijen verwerkt zijn, moet dubbel telling van CO<sub>2</sub>-kosten of baten worden vermeden.

#### *Niet-CO<sub>2</sub>-effecten*

- Zolang het niet mogelijk is om de klimaat effecten van individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeurig en op vluchtniveau te bepalen, wordt aanbevolen om het niet-CO<sub>2</sub>-effect af te leiden uit het CO<sub>2</sub>-effect door omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten;



- Hanteer hierbij een opslagfactor van 2 en voer gevoeligheidsanalyses uit met opslagfactoren van 1 en 4 om recht te doen aan het niet-lineaire karakter en de huidige en toekomstige onzekerheden ten aanzien van de niet-CO<sub>2</sub>-effecten;
- Indien op termijn gedifferentieerde opslagfactoren beschikbaar komen en/of factoren die de Nederlandse situatie beter weerspiegelen, dan verdienen die de voorkeur.

Beleidsmaatregelen en investeringen kunnen direct of indirect (via gedragsreacties) invloed hebben op het klimaat door een verandering in het aanbod van vluchten, de samenstelling ervan, het type toestellen en de vluchtefficiëntie.

De uitstoot van CO<sub>2</sub> heeft naar schatting het grootste opwarmende effect. Daarnaast dragen ook stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), waterdamp (H<sub>2</sub>O), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en roet (nvPM) bij aan de opwarming van de aarde. Onder bepaalde omstandigheden kunnen zich achter vliegtuigen bovendien condensatiestrepen (contrails) vormen waaruit cirrusachtige wolken kunnen ontstaan, die eveneens tot klimaateffecten kunnen leiden. De effecten van andere stoffen dan CO<sub>2</sub> en van contrails en wolkvorming worden doorgaans onder de noemer ‘niet-CO<sub>2</sub>-effecten’ geschaard. Deze zijn met meer onzekerheid omgeven dan de effecten van CO<sub>2</sub>.

Veranderingen in het vluchtaanbod volgen uit de analyse naar de effecten voor gebruikers. De keuzemodellen die daarbij worden gebruikt, bevatten modules om de verandering in de CO<sub>2</sub>-emissies in te schatten. Veranderingen in emissies dienen te worden gewaardeerd tegen efficiënte prijzen, tenzij de kosten van de emissies al in de ticketprijs verwerkt zijn.

De klimaateffecten worden in beeld gebracht voor het hoge en lage WLO-scenario. Voor MKBA's met belangrijke klimaateffecten dient tevens een gevoeligheidsanalyse te worden uitgevoerd op het hoge WLO-scenario met de efficiënte prijzen behorend bij de 2-graden onzekerheidsverkenning (CE Delft, 2017b). Voor de 2-gradenonzekerheidsverkenning bestaat geen apart luchtvaartscenario. De uitvoerder van de MKBA zal zelf een correctie moeten uitvoeren op het luchtvaartscenario behorend bij het hoge WLO-scenario.<sup>33</sup>

Deze paragraaf beschrijft eerst het niveau waarop klimaateffecten berekend moeten worden. Vervolgens wordt ingegaan op het bepalen van de CO<sub>2</sub> en niet-CO<sub>2</sub> effecten in de luchtvaart.

### 4.3.1 Een mondiale scope

Zowel CO<sub>2</sub> als niet-CO<sub>2</sub>-componenten dragen bij aan de opwarming van de aarde. Voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> maakt het niet uit waar deze plaatsvindt; het opwarmende effect is hetzelfde. Voor niet-CO<sub>2</sub>-componenten kan de uitstootlocatie wel van invloed zijn op het klimaateffect (zie paragraaf 4.3.3). Investeringen en beleidsmaatregelen die leiden tot meer of minder uitstoot, hetzij in het Nederlandse luchtruim hetzij daarbuiten, hebben daardoor mondiaal effect op de temperatuur en

<sup>33</sup> Daarbij kan gebruik worden gemaakt van doorrekeningen van het Planbureau voor de Leefomgeving ten aanzien van de invloed van het Parijse Klimaatakkoord op de Nederlandse luchtvaart (Uitbeijerse et al., 2019). In die studie zijn verschillende scenario's doorgerekend, uitgaande van een maximale temperatuurstijging van 2 graden. De scenario's variëren ten aanzien van de veronderstelde CO<sub>2</sub>-prijs, de jaarlijkse efficiencyverbetering en de economische en demografische ontwikkeling.

het klimaat. Nederland is daardoor gebaat bij een beperking van de temperatuurstijging<sup>34</sup> en heeft zich middels verdragen en de Klimaatwet gecommitteerd aan internationale klimaatdoelstellingen.

In het kader van (inter)nationale klimaatdoelen worden luchtvaartemissies aan landen toegerekend op basis van de emissies van vertrekkende vluchten of de helft van de emissies van alle aankomende en vertrekkende vluchten.<sup>35</sup>

Zo'n nationale scope is echter ongeschikt om de klimaateffecten binnen een MKBA door te rekenen, omdat geen rekening wordt gehouden met substitutie van verkeer en emissies naar het buitenland en met compensatie van emissies in andere landen als gevolg van emissiehandels- en off-settingssystemen als ETS en CORSIA. Het risico bestaat dat daardoor vooral maatregelen worden genomen die zorgen voor verplaatsing van emissies naar het buitenland. Andere landen zullen daardoor extra maatregelen moeten treffen om de afgesproken klimaatdoelen te halen. Het is niet gezegd dat dat ook gebeurt.<sup>36</sup> Het terugdringen van de emissies van internationaal luchtverkeer wordt in de uitwerking overgelaten aan ICAO.<sup>37</sup> Als andere landen bovendien ook een nationale scope hanteren, kan dat omgekeerd betekenen dat Nederland in de toekomst maatregelen moet nemen om de emissies van andere landen te mitigeren. Om hoeveel emissies dat zou gaan is niet vast te stellen; dat is afhankelijk van investeringen en beleid in het buitenland.

#### **Voorbeeld: een nationale vliegbelasting**

De herinvoering van de Nederlandse vliegbelasting maakt vliegen vanaf Nederlandse luchthavens duurder (uitgaande van een concurrerende markt met voldoende capaciteit).<sup>38</sup> Door de prijsstijging besluit een deel van de passagiers om niet meer te vliegen, waardoor de vraag naar luchtvaart in Nederland daalt (vraaguitval). Een ander deel zal uitwijken naar buitenlandse luchthavens om zo de belasting te omzeilen (substitutie).

Vraaguitval zorgt voor een afname van het aantal vluchten vanuit Nederland. Substitutie zorgt eveneens voor een daling van het aantal vluchten vanaf Nederlandse luchthavens, maar daar

<sup>34</sup> Door klimaatverandering neemt de kans op extreem weer toe. Dat leidt tot schade(kosten), een verminderde economische productiviteit en in bepaalde gevallen ook tot humanitaire rampen (WMO, 2019). De kosten van het aanpassen aan klimaatverandering zijn aanzienlijk, met name voor laaggelegen gebieden die worden bedreigd door de stijgende zeespiegel (IMF, 2019; Europese Commissie, 2018). Voor Nederland betekent dat bijvoorbeeld dat dijken moeten worden opgehoogd en versterkt. Extreem weer zorgt ook voor hogere kosten binnen de luchtvaartsector. Zo kan de efficiëntie van luchthavens en luchtvaartmaatschappijen erdoor afnemen (ICAO, 2018; EEA, 2017; Eurocontrol, 2018). Daarnaast kan het schade opleveren aan infrastructuur en materieel. Hogere kosten komen uiteindelijk tot uitdrukking in de ticketprijs.

<sup>35</sup> De reden dat de helft van alle emissies wordt genomen is om dubbelstellingen te voorkomen. Dit is in lijn met de wijze waarop landen hun CO<sub>2</sub>-emissies aan de *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)* rapporteren.

<sup>36</sup> Wanneer de betreffende vluchten onder een emissiehandels- off-settingstelsel vallen, zal de uitstoot elders worden gecompenseerd. In dat geval is er geen netto klimaateffect.

<sup>37</sup> Nederland heeft wel specifieke doelen geformuleerd voor de luchtvaart (zie Bijlage B).

<sup>38</sup> In markten zonder volledige mededinging hoeft de belasting niet volledig tot uitdrukking te komen in de prijs. Bij capaciteitsschaarste gaat de belasting eerst ten koste van de schaarstewinst. Pas wanneer de belasting de schaarstewinst overstijgt, zal het meerdere worden doorbelast in de ticketprijs.

staat een ongeveer even grote stijging op buitenlandse luchthavens tegenover.<sup>39</sup> De uitstoot per uitgeweken passagier zal daardoor niet wezenlijk veranderen.<sup>40</sup>

Wanneer een nationale scope wordt gehanteerd, bestaat het klimaateffect uit de CO<sub>2</sub>- en niet-CO<sub>2</sub>-effecten van de daling in het aantal vluchten vanaf Nederlandse luchthavens. De klimaateffecten van extra vluchten vanaf luchthavens in andere landen blijven dan buiten beschouwing. Bij een mondiale scope wordt wel rekening gehouden met de gevolgen van nationale investeringen of beleidsmaatregelen op het vluchtaanbod in het buitenland. Daarmee komt het totale klimaateffect van een investering of beleidsmaatregel in de MKBA of welvaartsanalyse in beeld.

Het hanteren van een mondiale scope voor de klimaateffecten heeft de voorkeur. Het feit dat Nederland zich heeft gecommitteerd aan internationale klimaatdoelen, impliceert dat Nederland ook belang hecht aan klimaateffecten van niet-ingezetenen.<sup>41</sup> Daarnaast zorgt een mondiale scope ervoor dat het totale klimaateffect van een beleidsmaatregel of investeringen in beeld komt. Dat past bij het mondiale effect van de uitstoot van CO<sub>2</sub> en niet-CO<sub>2</sub> op het klimaat en voorkomt dat MKBA's beleidsmaatregelen bevoordelen die leiden tot een weglek van emissies naar het buitenland.

Voor beleidsmakers is het ook waardevol om inzicht te hebben in de mate waarin een maatregel bijdraagt aan het behalen van de nationale klimaatdoelen. Daarom wordt aanbevolen om apart in te gaan op de CO<sub>2</sub>-emissies die aan Nederland worden toegerekend. Met andere woorden door te bepalen in hoeverre de CO<sub>2</sub>-uitstoot voor vertrekkende vluchten vanaf Nederlandse luchthavens wijzigt door de maatregel.

#### Aanbevelingen:

- Breng de mondiale klimaateffecten in beeld van een beleidsmaatregel of investering.
- Laat apart zien hoe de CO<sub>2</sub>-uitstoot voor vertrekkende vluchten vanaf Nederlandse luchthavens verandert.

### 4.3.2 CO<sub>2</sub>-effecten

Het klimaateffect van CO<sub>2</sub> bestaat uit de mondiale verandering in de CO<sub>2</sub>-uitstoot gewaardeerd tegen de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijs. CO<sub>2</sub> kan eeuwen in de atmosfeer blijven en levert zodoende ook eeuwenlang een bijdrage aan de opwarming van de aarde. Voor MKBA's kan derhalve worden aangenomen dat de CO<sub>2</sub> die in een bepaald jaar wordt uitgestoten ook in de rest van de zichtjaren klimaateffecten met zich meebrengt.

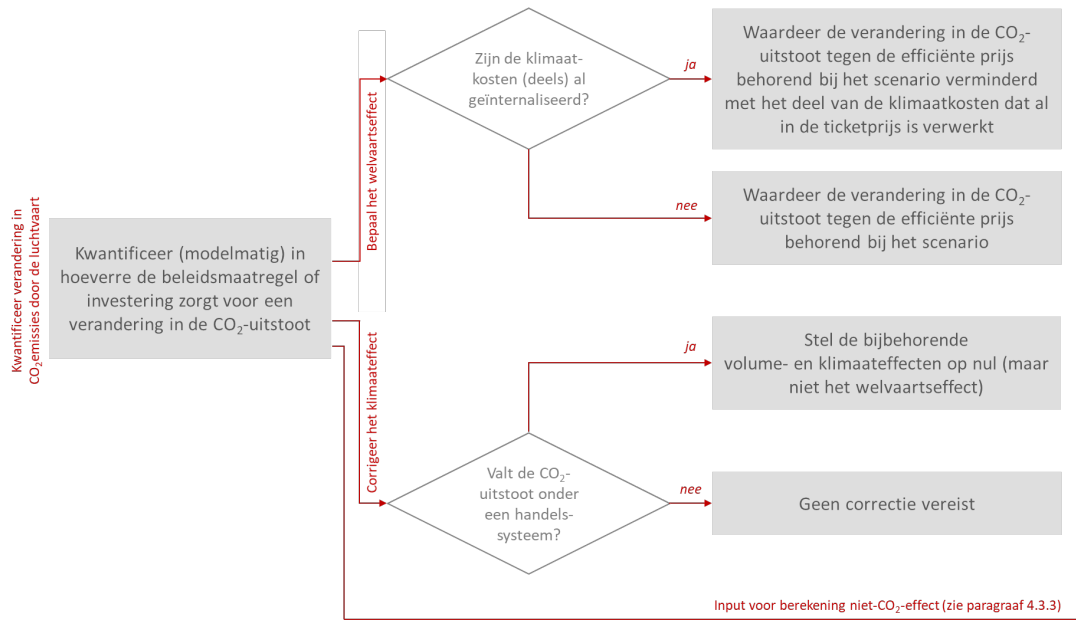
<sup>39</sup> In theorie zou het kunnen dat het aantal vluchten vanaf buitenlandse luchthavens minder toeneemt dan de afname in Nederland, bijvoorbeeld door hogere bezettingsgraden op de buitenlandse luchthavens. Dit is echter niet heel waarschijnlijk. Bezettingsgraden zijn al relatief hoog. Bovendien maximaliseren luchtvaartmaatschappijen hun winst middels 'yield management systemen'. Die systemen zorgen ervoor dat ticketprijzen automatisch stijgen, naarmate het aantal beschikbare stoelen afneemt. Een luchtvaartmaatschappij houdt bij voorkeur nog een aantal stoelen vrij tot kort voor vertrek om passagiers met de hoogste betalingsbereidheid te kunnen accommoderen. Winstmaximalisatie leidt dus niet perse tot een maximale bezetting.

<sup>40</sup> Er kunnen kleine verschillen optreden in de vliegafstand en in de uitstoot. Daarnaast kunnen ook de emissies in het voortransport veranderen al zijn die doorgaans beperkt ten opzichte van de uitstoot tijdens het vliegen.

<sup>41</sup> Wanneer Nederlanders zich bekommeren om buitenlanders, beïnvloedt dat de nationale welvaart en dienen de effecten voor buitenlanders meegenomen te worden (Posner & Sunstein, 2017; Johansson & de Rus, 2019).

Onderstaand stroomschema illustreert de kwantificering van het klimaat- en bijbehorend welvaartseffect op basis van een verandering in de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Deze paragraaf gaat nader in op de berekeningsmethodiek.

**Figuur 4.3** Kwantificering van het klimaat- en bijbehorend welvaartseffect



Noot: Het deel van de klimaatkosten dat al is geïnternaliseerd of onder een emissiehandelssysteem valt, kan per vlucht en per jaar verschillen (afhankelijk van het WLO-scenario).

### Kwantificering de mondiale verandering in CO<sub>2</sub>-emissies door de luchtvaart

Een beleidsmaatregel of investering kan de CO<sub>2</sub>-uitstoot op verschillende manieren beïnvloeden. De invoering van een vliegbelasting zal doorgaans leiden tot vraaguitval en substitutie naar andere luchthavens. Dat zorgt voor veranderingen in de vraag en het aanbod. Maatregelen en investeringen kunnen het aanbod ook direct beïnvloeden. Denk hierbij aan het beperken van de milieucapaciteit of de opening van een nieuwe luchthaven. Investerings in nieuwe technologieën, duurzame brandstoffen en de efficiëntie van vluchten kunnen bovendien leiden tot een lagere CO<sub>2</sub>-uitstoot per vlucht.

Bij het bepalen van de verandering in de CO<sub>2</sub>-uitstoot dient rekening gehouden te worden met vraag- en aanbodveranderingen en eventuele efficiencyverbeteringen. Hieronder gaan we nader op deze aspecten in.

#### *Bepaling vraag- en aanbodeffecten*

Beleidsmaatregelen en investeringen die de vraag beïnvloeden, zullen doorgaans doorwerken in het aanbod. Luchtvaartmaatschappijen zullen hun aanbod afstemmen op de nieuwe vraag, mits zij daar voldoende (slot)capaciteit voor beschikbaar hebben. Aanbodveranderingen leiden tot veranderingen in de CO<sub>2</sub>-uitstoot (zie hieronder). Om het mondiale klimaateffect van een maatregel of investering te kunnen bepalen is het van belang om de totale verandering in de CO<sub>2</sub>-uitstoot in beeld te brengen, inclusief substitutie van vraag en aanbod naar andere (buitenlandse) luchthavens. De vraag- en aanbodeffecten (inclusief eventuele substitutie-effecten) volgen uit de analyse naar de effecten voor gebruikers (zie paragraaf 4.1.1).

*Bepaling CO<sub>2</sub>-uitstoot*

Veranderingen in het vluchtaanbod leiden tot veranderingen in het brandstofverbruik en daarmee tot veranderingen in de CO<sub>2</sub>-emissies. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van vliegtuigen hangt immers direct samen met het brandstofverbruik<sup>42</sup> en kan daar derhalve eenvoudig uit worden afgeleid. Om inzicht te krijgen in het totale CO<sub>2</sub>-effect dient het brandstofverbruik gedurende alle vluchtfasen te worden meegenomen rekening houdend met ontwikkelingen in de brandstofefficiency. Het brandstofverbruik kan worden ingeschat op basis van:

- **Getankte brandstof.** Data over de hoeveelheid getankte brandstof is echter niet bekend voor individuele vluchten. Bovendien vertegenwoordigt de hoeveelheid getankte brandstof niet het daadwerkelijke verbruik tijdens de vlucht. Vliegtuigen nemen immers extra brandstof mee voor onvoorziene omstandigheden. Daarnaast kunnen verschillen in brandstofprijzen ertoe leiden dat maatschappijen op sommige luchthavens juist meer brandstof tanken dan nodig en op andere luchthavens minder.
- **Emissiemodellen.** Het brandstofverbruik is van veel verschillende factoren afhankelijk, waaronder de vliegafstand, het startgewicht, het vliegtuig- en motortype, weersomstandigheden enzovoorts. Bij voorkeur wordt het brandstofverbruik daarom gemodelleerd op het individuele vluchtniveau. Hiervoor zijn verschillende modellen beschikbaar. De keuzemodellen voor de luchtvaart (zie paragraaf 4.1.1) bevatten aparte modules waarmee de CO<sub>2</sub>-uitstoot kan worden bepaald.

*Technologische innovaties, duurzame brandstoffen en efficiëntere operaties*

Technologische innovaties zorgen ervoor dat vliegtuigen steeds zuiniger worden. Elektrische vliegtuigen en vliegtuigen op waterstof stoten helemaal geen CO<sub>2</sub> uit.<sup>43</sup> De toepassing van duurzame brandstoffen zorgt ook voor een afname van de CO<sub>2</sub>-uitstoot (gedurende de cyclus van productie tot verbranding). Daarnaast kunnen maatregelen of investeringen ook invloed hebben op de efficiëntie van vluchtoperaties en op die manier de uitstoot per vlucht beperken.

Bij maatregelen en investeringen die leiden tot een versnelde inzet van nieuwere (schonere) technologie, een toename van het gebruik van duurzame brandstoffen of efficiëntere operaties, zal een inschatting moeten worden gemaakt van de afname van de CO<sub>2</sub>-emissies per vlucht. Voor nieuwe technologie kunnen aannames worden gedaan over de snelheid waarmee deze technologie wordt ingefaseerd door luchtvaartmaatschappijen. Voor duurzame brandstof dient een aanname te worden gedaan over de hoeveelheid brandstof en de CO<sub>2</sub>-uitstoot (over de hele cyclus). Het effect van efficiëntere operaties kan worden bepaald door vast te stellen in hoeverre de maatregel of investering de vliegafstand en daarmee het brandstofverbruik beperkt.

**Waardering van CO<sub>2</sub>-emissies**

Veranderingen van CO<sub>2</sub>-emissies moeten worden gewaardeerd met behulp van efficiënte prijzen die door CPB en PBL zijn bepaald (zie het tekstkader hieronder). Het welvaartseffect ontstaat omdat – uitgaande van een plafond voor de totale mondiale CO<sub>2</sub>-emissies – ergens in de wereld reductiekosten worden bespaard of extra moeten worden gemaakt. Die verandering van reductiekosten vertegenwoordigt een welvaartseffect dat aan de marge gelijk aan de verandering van de CO<sub>2</sub>-emissies vermenigvuldigd met de efficiënte prijs behorende bij het scenario.

<sup>42</sup> De verbranding van 1 kilogram kerosine veroorzaakt 3,16 kilogram aan CO<sub>2</sub>-emissies (ICCT, 2020).

<sup>43</sup> Alleen als de hiervoor benodigde elektriciteit op een duurzame wijze wordt opgewekt, zal de CO<sub>2</sub>-uitstoot over de hele cyclus van opwekking tot gebruik ook nul zijn.

### Efficiënte prijzen

In de WLO-scenario's wordt ervan uitgegaan dat het beleid zo efficiënt mogelijk is. Dat betekent dat de klimaatdoelen in de WLO-scenario's tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten worden gehaald. Het bijbehorende beleid stuwt de prijs naar een niveau dat nodig is om de doelen tegen de laagste maatschappelijke kosten te realiseren: de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijs.

Aalbers et al. (2016) hebben efficiënte prijspaden tot 2050 bepaald voor het hoge en lage WLO-scenario en de 2-gradenonzekerheidsverkenning. In de Werkwijzer voor MKBA's op het gebied van Milieu (CE Delft, 2017b) wordt aanbevolen om het prijsniveau van 2050 uit de WLO constant te veronderstellen voor de periode na 2050.

**Tabel 4.1** Efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen in de WLO-scenario's (€<sub>2015</sub> in €/tCO<sub>2</sub>, constante prijzen exclusief BTW)

Scenario	2015	2030	2050
WLO laag	12	20	40
WLO hoog	48	80	160
2-gradenverkenning	60-300	100-500	200-1.000

Bron: Aalbers et al. (2016)

In het hoge WLO-scenario zijn de veronderstelde klimaatdoelen ambitieuzer dan in het lage scenario. En in de 2-gradenonzekerheidsverkenning is het klimaatdoel ambitieuzer dan in het hoge scenario. Hoe ambitieuzer het doel, hoe meer maatregelen er moeten worden genomen om CO<sub>2</sub> te reduceren en hoe hoger de efficiënte prijs. De efficiënte prijzen nemen ook jaarlijks toe, omdat verondersteld wordt dat de meest kosteneffectieve maatregelen eerst worden genomen. De efficiënte prijzen zijn gebaseerd op kosten van maatregelen exclusief BTW en moeten dus nog gecorrigeerd worden voor het inverdieneffect.

Een MKBA van een klimaatmaatregel laat zien of een maatregel efficiënt bijdraagt aan het halen van de emissiereductie binnen het scenario (Aalbers et al., 2016). Met andere woorden, of de nieuwe maatregel kostenefficiënter is dan de in het WLO-scenario impliciet veronderstelde duurste projecten. De kostenreductie vertegenwoordigt een welvaartswinst en is aan de marge gelijk aan de bespaarde CO<sub>2</sub>-emissies vermenigvuldigd met de efficiënte prijs behorende bij het scenario. Dit betekent dat maatregelen die geen netto klimaateffect sorteren, toch tot een welvaartswinst kunnen leiden als de kosten ervan lager zijn dan de kosten (efficiënte prijzen) in het WLO-scenario.

Dubbeltellingen met andere kosten of baten moeten worden vermeden. Wanneer de klimaatkosten van CO<sub>2</sub>-uitstoot al (deels) tot uitdrukking komen in de ticketprijs – bijvoorbeeld door een emissieheffing of een emissiehandelssysteem – dan moeten die kosten niet nogmaals worden meegenomen. In dat geval dient de verandering in de CO<sub>2</sub>-uitstoot te worden gewaardeerd tegen de efficiënte prijs verminderd met de klimaatkosten die al tot uitdrukking komen in de ticketprijs (bijvoorbeeld de kosten van de heffing of van emissierechten binnen het geldende handelssysteem).

In het hoge en lage WLO-scenario komen de klimaatkosten al (deels) tot uitdrukking in de ticketprijs, doordat wordt aangenomen dat een toenemend aandeel van de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de toekomst onder een emissiehandelssysteem valt:

- **Hoge WLO-scenario:** in het hoge WLO-scenario valt de wereldwijde luchtvaart vanaf 2030 onder een mondiaal emissiehandelssysteem.<sup>44</sup> In het scenario zijn de kosten van de emissiereductie gelijk aan de efficiënte prijs en komen deze kosten tot uitdrukking in de ticketprijs. In dit scenario kan dus de verandering van de ticketprijzen worden gezien als CO<sub>2</sub>-kosten voor de luchtvaart en (dus ook) voor de wereld.
- **Lage WLO-scenario:** In het lage WLO-scenario geldt het CO<sub>2</sub>-emissiehandelssysteem tot 2050 alleen voor vluchten binnen Europa. Voor de vluchten binnen Europa worden de CO<sub>2</sub>-effecten op dezelfde manier gewaardeerd als in het hoge WLO-scenario. Voor intercontinentale vluchten is de situatie anders. Deze vluchten vallen in het lage WLO-scenario niet onder een handelssysteem: er worden geen emissierechten gekocht. De kosten van de CO<sub>2</sub>-uitstoot worden dus niet in rekening gebracht. Het is dan nodig om voor intercontinentale vluchten een apart CO<sub>2</sub>-effect gewaardeerd tegen efficiënte prijzen op te nemen in de MKBA.

### Correctie voor CO<sub>2</sub>-emissies die onder een handelssystemen vallen

CO<sub>2</sub>-emissies die onder een goed werkend emissiehandelssysteem vallen<sup>45</sup>, worden elders gecompenseerd. Het totale volume-effect (verandering in totale CO<sub>2</sub>-emissies) en derhalve het netto mondiale klimaateffect dienen hiervoor gecorrigeerd te worden, door deze op nul te stellen voor de CO<sub>2</sub>-emissies die onder een handelssysteem vallen.<sup>46</sup>

Hiervoor dient in beeld te worden gebracht welke veranderingen in CO<sub>2</sub>-emissies vanaf welk moment in de tijd onder het handelssysteem vallen en welke niet (zie hierboven). Vanaf 2050 vallen alle CO<sub>2</sub>-emissies in de WLO-scenario's onder een handelssysteem of prijsmechanisme en treden derhalve geen netto klimaateffecten meer op.

#### Illustratie: een nationale vliegbelasting in relatie tot EU ETS

De CO<sub>2</sub>-emissies van vluchten binnen de Europese Economische Ruimte (EER) vallen sinds 2012 onder het Europese emissiehandelssysteem ETS. Luchtvaartmaatschappijen dienen emissierechten te overleggen voor de CO<sub>2</sub>-emissies van vluchten binnen de EER. Het aantal beschikbare rechten staat vast en neemt jaarlijks af. De rechten worden geveild en kunnen vervolgens worden verhandeld. Naast de luchtvaart vallen ook de energiesector en de industrie onder EU ETS. Dat betekent dat luchtvaartmaatschappijen rechten onderling kunnen verhandelen, maar ook met bedrijven uit de energiesector en de industrie.

Zoals hierboven beschreven, zorgt een vliegbelasting voor vraaguitval en substitutie naar buitenlandse luchthavens en modaliteiten. Als gevolg van de vraaguitval zal de luchtvaartsector minder emissierechten nodig hebben. Substitutie naar buitenlandse luchtvaartmaatschappijen zorgt voor een herverdeling van rechten tussen luchtvaartmaatschappijen.

Een nationale beleidsmaatregel of investering heeft geen invloed op het aantal beschikbare rechten; dat aantal ligt vast binnen het ETS-systeem. Dit betekent ook dat de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot vast ligt (van de sectoren die onder het systeem). Een verminderde vraag naar emissierechten

<sup>44</sup> In de onzekerheidsverkenning is in 2030 al sprake van een wereldwijd emissiehandelssysteem voor CO<sub>2</sub>.

<sup>45</sup> Bijvoorbeeld onder een goed werkend cap-and-trade handelssysteem als ETS.

<sup>46</sup> Indien sprake is van substitutie naar modaliteiten die niet onder een mondiaal handelssysteem of gelijksoortig prijsmechanisme vallen, kan wel sprake zijn van een netto klimaateffect. Emissies van benzine- of dieselauto's vallen (vooralsnog) niet onder een systeem. Substitutie van het vliegtuig naar benzine- of dieselauto's kan daardoor wel leiden tot een toename van de uitstoot.

van de luchtvaartsector, leidt derhalve niet tot een daling van de totale uitstoot binnen het systeem.<sup>47</sup>

De compensatie van CO<sub>2</sub>-emissies leidt elders tot kosten of baten. Deze kosten of baten zijn aan de marge gelijk aan de verandering van de CO<sub>2</sub>-emissies vermenigvuldigd met de efficiënte prijs behorende bij het scenario (zie hierboven). Dit betekent dat het welvaartseffect niet gecorrigeerd hoeft te worden voor compensatie van CO<sub>2</sub>-emissies elders.<sup>48</sup>

#### Aanbevelingen:

- Bepaal de mondiale verandering in de CO<sub>2</sub>-uitstoot op basis van veranderingen in het aanbod en rekening houdend met vraaguitval/generatie en substitutie naar andere alternatieven en sectoren, technologische innovaties, het gebruik van duurzame brandstoffen en efficiencyverbeteringen. Maak hiervoor gebruik van (emissiemodules binnen) de keuzemodellen.
- Veranderingen in CO<sub>2</sub>-emissies worden gewaardeerd tegen de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijs behorend bij het WLO-scenario. Als de kosten van de uitstoot in de ticketprijs of in de kosten van luchtvaartmaatschappijen verwerkt zijn, moet dubbeltelling van CO<sub>2</sub>-kosten of baten worden vermeden.
- Voer bij belangrijke klimaateffecten een gevoeligheidsanalyse uit op het hoge WLO-scenario met de efficiënte prijzen behorend bij de 2-graden onzekerheidsverkenning. Corrigeer de vraag en het aanbod voor de hogere prijzen in dit scenario.

### 4.3.3 Niet-CO<sub>2</sub>-effecten

Naast CO<sub>2</sub> hebben ook andere stoffen invloed op de opwarming van de aarde, zoals stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), waterdamp (H<sub>2</sub>O), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en roet (nvPM). Hetzelfde geldt voor condensatiestrepen (contrails) en de cirrusachtige wolken die daaruit kunnen ontstaan. De uitstoot van NO<sub>x</sub> en contrail cirrus hebben naar schatting het grootste opwarmende effect. De uitstoot van zwaveldioxide en waterdamp hebben een kleiner effect. Het effect van de interactie tussen aerosolen en wolken zijn potentieel groot, maar dit effect is nog erg onzeker (Europese Commissie, 2020a).

Klimaatdoelen en regelgeving richten zich momenteel vooral op het terugdringen van CO<sub>2</sub>. Door de potentieel grote impact van niet-CO<sub>2</sub> is het aannemelijk dat die vormen in de toekomst ook sterker gereguleerd worden. Het Nederlandse kabinet acht het wenselijk om de niet-CO<sub>2</sub> effecten op termijn mee te wegen in het klimaatbeleid voor de luchtvaart (Minister van IenW, 2019; Ministerie van IenW, 2020).

#### *Onzekerheden*

De klimaateffecten van de afzonderlijke niet-CO<sub>2</sub> componenten zijn niet eenvoudig te bepalen, omdat ze van meerdere en verschillende factoren afhangen, waaronder de vlieghoogte, de locatie, het tijdstip en de atmosferische samenstelling. Daarnaast verschillen de levensduren van de ver-

<sup>47</sup> Door de verminderde vraag – en het gelijkblijvende aanbod – zal de prijs van de rechten wel dalen. Dat betekent dat (buitenlandse) bedrijven in de energiesector en de industrie goedkoper aan hun rechten kunnen komen. De prikkel voor bedrijven om te verduurzamen wordt daarmee kleiner. Die noodzaak is er ook minder, doordat de luchtvaart minder rechten nodig heeft.

<sup>48</sup> Zoals hierboven beschreven dient bij de bepaling van het welvaartseffect wel rekening gehouden te worden met het feit dat een deel van de klimaatkosten reeds tot uitdrukking komt in de ticketprijs.



schillende componenten, waarbij sommige componenten slechts een paar minuten (contrails) effect hebben, terwijl andere componenten maanden tot decennia effect kunnen hebben op het klimaat.

Hoewel de wetenschap voortschrijdt, blijven er aanzienlijke onzekerheden bestaan. Dat geldt in belangrijke mate ook voor de componenten die naar verwachting het grootste opwarmende effect hebben: NO<sub>x</sub> en contrail cirrus. Zo is de uitstoot van NO<sub>x</sub> en roetdeeltjes (die bijdragen aan de vorming van contrail cirrus) tijdens de cruise fase nog grotendeels onbekend. Een complicerende factor ten aanzien van NO<sub>x</sub> is dat het klimaateffect afhankelijk is van de achtergrondconcentraties van andere stoffen. Als die concentraties afnemen, kan het effect van NO<sub>x</sub> zelfs negatief worden (verkoelend). Hoewel de modellering van contrail cirrus sterk is verbeterd, is op dit punt ook nog veel onderzoek nodig. Met name de invloed van roet op de vorming van contrail cirrus en de invloed van contrail cirrus op natuurlijke wolken verdienen nader onderzoek.

Vanwege de vele onzekerheden werden de niet-CO<sub>2</sub> effecten in het verleden veelal buiten beschouwing gelaten in MKBA's en welvaartsanalyses (Lieshout et al., 2021). Het niet meenemen van de niet-CO<sub>2</sub> effecten leidt echter tot een onderschatting van het totale klimaateffect.

Voor een uitgebreidere beschrijving van de verschillende niet-CO<sub>2</sub>-componenten en de bijbehorende onzekerheden verwijzen we naar Bijlage B.

### **Kwantificering van niet-CO<sub>2</sub>-effecten**

De niet-CO<sub>2</sub>-effecten van de luchtvaart kunnen in theorie op verschillende manieren in beeld worden gebracht. De verschillende opties worden hieronder besproken.

#### *Bepaling van de impact van individuele componenten*

De klimaateffecten van de individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten worden bij voorkeur op vluchtniveau ingeschat. Het voordeel hiervan is dat expliciet rekening gehouden kan worden met de verschillende factoren die van invloed zijn op de klimaateffecten van de verschillende componenten, zoals de vlieghoogte, locatie en de levensduur. Op dit moment zijn er echter nog geen modellen beschikbaar waarmee de niet-CO<sub>2</sub>-componenten op een dergelijk detailniveau kunnen worden ingeschat. Daarnaast bestaan ook niet voor alle componenten waarderingskengetallen.

#### *Generieke opslag op CO<sub>2</sub>-effecten*

Aangezien het vooralsnog lastig is om de individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeurig op vluchtniveau te kunnen bepalen, worden de klimaateffecten in de praktijk doorgaans ingeschat op basis van een opslag (multiplier) op de CO<sub>2</sub>-effecten. Daarvoor wordt het opwarmende effect van de niet-CO<sub>2</sub>-componenten uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten (Aalbers et al., 2016). De equivalenten weerspiegelen de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die uitgestoten moet worden om dezelfde broeikaswerking te veroorzaken over een bepaalde tijdshorizon.

In de Werkwijzer voor MKBA's op het gebied van Milieu (CE Delft, 2017b) worden hiervoor de *Global Warming Potential (GWP)* opslagfactoren van de IPCC genomen. Daarbij wordt de factor aanbevolen welke gebaseerd is op een periode van 100 jaar (GWP100), omdat beleidsdoelstellingen ook uitgaan van een lange tijdshorizon. Recent onderzoek heeft nieuwe waarden voor de GWP opgeleverd voor verschillende tijdshorizons (Lee et al., 2021). De nieuwe opslagfactoren variëren van 1 tot 4, afhankelijk van de gekozen methode en tijdshorizon. Met andere woorden, de totale

klimaatimpact van de luchtvaart is tot 4 keer groter dan de impact van alleen CO<sub>2</sub>. Voor meer informatie over de opslagfactoren wordt verwezen naar Bijlage B.

Een generieke opslagfactor is het meest eenvoudig, maar heeft een aantal belangrijke nadelen. Ten eerste wordt ermee gesuggereerd dat er een lineair verband bestaat tussen CO<sub>2</sub>- en niet CO<sub>2</sub>-effecten, terwijl dat verband er niet is. Zoals hierboven zijn de klimaateffecten van niet-CO<sub>2</sub>-componenten van veel verschillende factoren afhankelijk, zoals de vlieghoogte en de locatie. Een generieke factor houdt daar geen rekening mee. Ten tweede zijn de generieke factoren niet specifiek voor Nederland. Door een andere verkeersamenstelling kan de opslagfactor van Nederland afwijken van het gemiddelde. Daarnaast geldt dat de opslagfactoren niet constant hoeven te zijn over de tijd (zie box).

De CO<sub>2</sub>-emissies van duurzame brandstoffen kunnen over de hele *lifecycle* aanzienlijk lager zijn dan van normale kerosine (zie paragraaf 3.3.3). Tijdens de verbranding in vliegtuigmotoren komt echter dezelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub> vrij. Om onderschatting van het klimaateffect te voorkomen, dient de opslagfactor te worden toegepast op de CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de verbranding. Het CO<sub>2</sub>-effect wordt dan gebaseerd op de *lifecycle* emissies en het niet-CO<sub>2</sub>-effect wordt afgeleid van het CO<sub>2</sub>-effect dat is gebaseerd op de emissies gedurende de vlucht. Bij het gebruik van duurzame brandstoffen dient bij voorkeur ook gecorrigeerd te worden voor de kleinere kans op contrail cirrus (zie box).<sup>49</sup>

#### **Onzekerheden over toekomstige invloed van niet-CO<sub>2</sub>-componenten**

Zoals hierboven aangegeven blijven er onzekerheden over het opwarmende effect van niet-CO<sub>2</sub>-componenten. Daarbij komt dat de opslagfactoren zijn gebaseerd op de situatie in 2018. In de toekomst kan het opwarmende effect van de niet-CO<sub>2</sub>-componenten zich anders ontwikkelen dan dat van CO<sub>2</sub>. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- Het toekomstige effect van de uitstoot van NO<sub>x</sub> is afhankelijk van de ontwikkeling van de achtergrondconcentraties van andere stoffen. Als die concentraties afnemen, kan het effect van NO<sub>x</sub> zelfs negatief worden (verkoelend);
- Duurzame brandstoffen hebben een lagere 'aromatic content' en stoten daardoor minder roet uit, waardoor de formatie van contrail cirrus afneemt. Het gebruik van duurzame brandstoffen is momenteel nog zeer beperkt maar zal naar verwachting sterk toenemen;
- Contrail cirrus kunnen in de toekomst mogelijk worden vermeden door vliegtuigen niet door koude luchtlagen verzadigd met ijs te laten vliegen. Hiervoor dienen de meteorologische modellen nog wel te worden verbeterd;
- Nieuwe vliegtuigtechnologieën en -ontwerpen kunnen significante reducties in CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en roet met zich meebrengen;
- Het opwarmende effect van niet-CO<sub>2</sub> componenten neemt niet lineair toe met het aantal vluchten.

De huidige opslagfactoren hoeven daarom niet per se te gelden voor de toekomst.

<sup>49</sup> Contrail cirrus worden gevormd onder specifieke omstandigheden. Het klimaateffect is afhankelijk van het tijdstip van de dag. In hoeverre het gebruik van duurzame brandstoffen de kans op contrail cirrus en het klimaateffect beïnvloeden is daardoor niet eenvoudig te bepalen. Bij benadering kan worden verondersteld dat de kans op contrail cirrus en het klimaateffect in dezelfde mate afnemen als de uitstoot van roetdeeltjes.

*Gedifferentieerde opslag op CO<sub>2</sub>-effecten*

Zoals hierboven beschreven hebben de uitstoot van NO<sub>x</sub> en contrail cirrus waarschijnlijk het grootste opwarmende effect (naast CO<sub>2</sub>). Het effect van NO<sub>x</sub> is aanzienlijk wanneer de uitstoot op grote hoogte (tijdens de cruise fase) plaatsvindt. Dat betekent dat het effect relatief groot is op lange vluchten. Het effect van contrail cirrus hangt vooral af van de locatie en het tijdstip van de dag.

Door de opslagfactor te differentiëren naar bijvoorbeeld afstand, hoogte en/of locatie kunnen de effecten van niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeuriger worden ingeschat. Het Duitse Umwelt Bundesamt (2020) heeft inzichtelijk gemaakt hoe de opslagfactor voor één vliegtuigtype varieert met de gevlogene afstand, maar merkt daarbij op dat de resultaten sterk kunnen verschillen tussen types. De bevindingen zijn daardoor niet generaliseerbaar en zijn derhalve ook nog niet toepasbaar binnen een MKBA.

Een nog nauwkeurigere inschatting wordt verkregen door de opslagfactoren te differentiëren naar bestemmingsregio of voor individuele vluchten. Door te differentiëren naar bestemmingsregio wordt niet alleen rekening gehouden met de afstand, maar ook met de locatie van de uitstoot (Lieshout, 2020). Een differentiatie voor individuele vluchten op basis van daadwerkelijke vliegpaden levert nog nauwkeurigere inschattingen op.<sup>50</sup> Dergelijke differentiaties zijn momenteel nog niet beschikbaar, al wordt er wel onderzoek naar verricht.

*Conclusie*

Zolang het niet mogelijk is om de klimaateffecten van individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeurig en op vluchtniveau te bepalen, wordt aanbevolen om het niet-CO<sub>2</sub>-effect af te leiden uit het CO<sub>2</sub>-effect door omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Op basis van de meest recente literatuur wordt aanbevolen om standaard uit te gaan van een opslagfactor van 2<sup>51</sup> en gevoeligheidsanalyses uit te voeren met opslagfactoren van 1 en 4 om recht te doen aan de vele onzekerheden die er nog bestaan ten aanzien van (1) het opwarmende effect van niet-CO<sub>2</sub>-componenten, (2) de afhankelijkheid van specifieke vlucht- en omgevingscondities en (3) van toekomstige ontwikkelingen ten aanzien van technologie, operaties en achtergrondconcentraties.

Veranderingen in CO<sub>2</sub>-emissies die onder een emissiehandelssysteem vallen worden elders gecompenseerd en leiden derhalve niet tot een netto wereldwijd klimaateffect, maar wel tot kosten of baten (zie paragraaf 4.3.2). Niet-CO<sub>2</sub>-componenten vallen (vooralsnog) niet onder een emissiehandelssysteem. Om onderschatting van de niet-CO<sub>2</sub>-effecten te voorkomen wordt aanbevolen om de opslagfactoren toe te passen op de veranderingen in CO<sub>2</sub>-emissies, ongeacht of die onder een handelssysteem vallen en elders gecompenseerd worden.

Wanneer opslagfactoren beschikbaar komen die gedifferentieerd zijn naar afstand, hoogte of locatie en/of de Nederlandse situatie beter weerspiegelen, verdient het aanbeveling om die te gebruiken. Daarnaast wordt binnen het Ministerie van IenW ook nagedacht over een aanpak voor niet-CO<sub>2</sub>. Die aanpak kan op termijn ook nieuwe aanwijzingen bieden.

---

<sup>50</sup> Daarbij is het ook mogelijk om rekening te houden met specifieke weersomstandigheden. In een MKBA, waarin de effecten over een periode van 100 jaar worden bepaald, voert dit detailniveau echter te ver.

<sup>51</sup> Bij een opslagfactor van 2 is het totale klimaateffect 2 keer zo groot als het effect van alleen CO<sub>2</sub>-emissies. Met andere woorden, het effect van CO<sub>2</sub>-emissies is even groot als het gecombineerde effect van alle niet-CO<sub>2</sub>-componenten.

### Waardering van niet-CO<sub>2</sub>-effecten

Als gebruik wordt gemaakt van een opslagfactor op de CO<sub>2</sub>-effecten, dan kunnen de resulterende CO<sub>2</sub>-equivalenten worden gewaardeerd tegen de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijzen (zie paragraaf 4.3.2).<sup>52</sup> Wanneer de individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeurig kunnen worden vastgesteld, dan kunnen deze ook worden gewaardeerd met kengetallen voor de betreffende componenten.

#### Aanbevelingen:

- Zolang het niet mogelijk is om de klimaateffecten van individuele niet-CO<sub>2</sub>-componenten nauwkeurig en op vluchtniveau te bepalen, wordt aanbevolen om het niet-CO<sub>2</sub>-effect af te leiden uit het CO<sub>2</sub>-effect door omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten;
- Hanteer hierbij een opslagfactor van 2 en voer gevoeligheidsanalyses uit met opslagfactoren van 1 en 4 om recht te doen aan het niet-lineaire karakter en de huidige en toekomstige onzekerheden ten aanzien van de niet-CO<sub>2</sub>-effecten;
- Indien op termijn gedifferentieerde opslagfactoren beschikbaar komen en/of factoren die de Nederlandse situatie beter weerspiegelen, dan verdienen die de voorkeur.

## 4.4 Omgevingseffecten

### Overzicht van aanbevelingen

#### *Geluid*

- Bepaal de effecten van geluidhinder bij voorkeur aan de hand van L<sub>den</sub> en L<sub>night</sub>. Hanteer daarbij 48 dB(A) L<sub>den</sub> en 40 dB(A) L<sub>night</sub> als drempelwaarden.
- Zolang geen waarderingskengetallen beschikbaar zijn voor geluidsniveaus onder 50 dB(A) L<sub>den</sub> en voor L<sub>night</sub>, bepaal de effecten dan voor geluidsniveaus vanaf 50 dB(A) L<sub>den</sub> en geef dit duidelijk aan.

#### *Externe veiligheid*

- Benoem het effect op de externe veiligheid. Vanwege de geringe omvang van het effect is een doorrekening niet nodig.

#### *Lucht kwaliteit*

- Bepaal het effect van stikstofoxiden, zwaveloxiden, en fijnstof op de lokale luchtkwaliteit door de uitstoot tot een hoogte van 3.000 voet te waarderen op basis van bestaande kengetallen.
- Neem het effect van ultrafijnstof mee als het lopende RIVM-onderzoek daar aanleiding toe geeft.

<sup>52</sup> De efficiënte prijzen zijn gebaseerd op de kosten van de goedkoopste maatregelen die nodig zijn om het klimaatdoel in een toekomstscenario te bereiken. Daarbij is niet alleen rekening gehouden met maatregelen die CO<sub>2</sub> reduceren, maar ook met maatregelen die andere broeikasgassen reduceren (Aalbers et al., 2016). Dat betekent dat de efficiënte prijzen van toepassing zijn op alle broeikasgassen. Met deze aanbeveling nemen we aan dat de prijzen ook van toepassing zijn op niet-broeikasgassen die bijdragen aan de opwarming van de aarde, zoals contrails.

*Natuur*

- Indien de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden – vanwege intern of extern salderen – niet verandert, stel het effect van stikstofdepositie op de natuur dan op nul. De kosten die voor compenserende maatregelen worden genomen dienen wel te worden meegenomen. Neem in overige gevallen het effect van stikstofdepositie op de natuur als PM-post mee.
- Effecten van geluidhinder op stiltegebieden, recreatie, toerisme en ecosystemen dienen waar mogelijk gekwantificeerd te worden. Indien dat niet mogelijk is, neem de effecten dan als PM-post op in de MKBA.

*Ruimtelijke ordening*

- Neem de ruimtelijke effecten mee door de veranderingen in sloopzones en de overige beperkingengebieden te bepalen.
- Gebruik de werkinstructie ‘van GREX naar MKBA’ voor de waardering van de ruimtelijke effecten.

*Overige omgevingseffecten*

- Neem – indien beschikbaar – de MER-score over van overige effecten op bodem, water, landschap, archeologie en cultuurhistorie of vertaal deze naar het kosteneffect van de te nemen maatregelen. Waardeer de effecten wanneer er betrouwbaar waarderingskengetallen beschikbaar zijn. Neem in overige gevallen het effect op bodem, water, landschap, archeologie en cultuurhistorie als PM-post op in de MKBA.

Beleidsmaatregelen en investeringen kunnen effect hebben op de omgeving door een verandering in het aanbod van vluchten, de samenstelling ervan en het type toestellen waarmee de vluchten worden uitgevoerd. De omgevingseffecten die in een MKBA aan de orde komen zijn in grote lijnen gebaseerd op de MER-systematiek voor de vergunningverlening van het plan of project. De effecten die aan bod komen zijn: geluid, externe veiligheid, lokale luchtkwaliteit, de natuur, ruimtelijke ordening en overige omgevingseffecten. De effecten worden in deze paragraaf achtereenvolgens besproken.

#### 4.4.1 Geluid

De geluidsproductie van vliegtuigen kan negatieve effecten hebben op het welzijn en de gezondheid van omwonenden. Er worden in de literatuur diverse schadelijke effecten van geluid onderscheiden, waaronder negatieve gezondheidseffecten (zoals hart- en vaatziekten, slaapverstoring en afnemende cognitieve prestaties), productiviteitsverlies (bijvoorbeeld als gevolg van concentratieproblemen of vermoeidheid) en overlast (geluidhinder). Tevens kan het schadelijke effecten hebben op recreatie, toerisme en ecosystemen.

Maatregelen en investeringen gericht op het beperken van het aanbod of het reduceren van de geluidsproductie per vliegbeweging (door operationele optimalisaties of het stimuleren van stille toestellen), zullen de geluidhinder doen afnemen. Daarnaast kunnen ook maatregelen worden getroffen om de ervaren hinder te reduceren, bijvoorbeeld door middel van isolatieprogramma's.

#### Bepalen van geluidhinder

Geluidhinder krijgt in de politieke discussie veel aandacht. Dat maakt het relevant geluidhinder op een juiste en consistente manier in te schatten. Voor Schiphol stelt de Rijksoverheid de grenzen

vast voor het aantal ernstig gehinderden en slaapverstoorden. Hierbij wordt de geluidbelasting bepaald op basis van de Europese rekenmethode (ECAC Doc29), waarbij de belasting wordt uitgedrukt in de geluidbelastingmaten  $L_{den}$  en  $L_{night}$ .<sup>53</sup> Vervolgens worden de ernstige hinder en slaapverstoring bepaald met behulp van een dosis-effectrelatie.

Voor de overige burgerluchthavens wordt eveneens de geluidbelastingmaat  $L_{den}$  gehanteerd voor het bepalen van de grenzen aan de geluidbelasting. Veel van deze luchthavens zijn gedurende de hele of een overgroot deel van de nacht gesloten, vandaar dat er geen grenswaarden zijn in  $L_{night}$ .

In Nederland wordt voor MER-studies voor Schiphol al geruime tijd voor een gebied rondom de luchthaven ernstige hinder en slaapverstoring bepaald, respectievelijk 48 dB(A)  $L_{den}$  en 40 dB(A)  $L_{night}$ . Voor regionale luchthavens wordt de ernstige hinder eveneens bepaald vanaf 48 dB(A)  $L_{den}$ .

### **Internationale grenswaarden voor geluidhinder**

Internationaal gezien wordt het aantal ernstig gehinderden doorgaans berekend en gerapporteerd vanaf een geluidsniveau van 55 dB(A)  $L_{den}$  en het aantal ernstig slaapverstoorden vanaf 50 dB(A)  $L_{night}$  (European Commission, 2002). Hinder en slaapverstoring houden echter niet op bij deze drempelwaarden.

De WHO (2018) heeft in de 'Environmental Noise Guidelines for the European Region' nieuwe adviezen – en advieswaarden – gepubliceerd. Ten aanzien van luchtvaart doet de WHO de sterke aanbeveling om de jaargemiddelde geluidbelasting tot 45 dB(A)  $L_{den}$  en 40 dB(A)  $L_{night}$  te beperken en passende maatregelen te nemen voor gebieden boven deze waarden.

Internationaal gezien tonen luchthavens, overheden en belangenorganisaties hun bezorgdheid over deze adviezen en advieswaarden. Ondanks dat het slechts een aanbeveling betreft kunnen de advieswaarden leiden tot onrealistische verwachtingen bij omwonenden. Ook is er kritiek op de kwaliteit van het onderzoek. De WHO heeft bevestigd dat een uitgebreide kosten-baten analyse van de aanbevelingen niet binnen de scope van haar onderzoek hoorde (ACI Europe, 2018). Zij geeft aan dat dit lokaal, of regionaal, als onderdeel van de implementatie, nog wel zal moeten worden uitgevoerd door de relevante beleidsmakers.

Hinder is subjectief en de beleving van geluid verschilt per persoon en situatie. De GGD's in de regio's rond de luchthavens meten de door mensen ervaren hinder periodiek in een gezondheidsmonitor. Dit geeft per gebied inzicht in het actuele ervaren vliegtuiggeluid. Zowel op basis van de aanbeveling van de WHO, als de ervaringen van de GGD's in de regio's rond de Nederlandse luchthavens, is het zinvol om de input uit enquêtes ten aanzien van hinderbeleving te benutten. Het Ministerie heeft het RIVM opdracht verleend om een dosis effect-relatie per luchthaven op te stellen. Deze rapportage wordt eind 2021 verwacht.

<sup>53</sup>  $L_{den}$  staat voor niveau dag-avond-nacht (Level day-evening-night). Deze maat geeft aan hoeveel decibel (dB) vliegtuiggeluid gemiddeld op de grond terecht komt over een langere periode, meestal een jaar. Bij de  $L_{den}$  wordt voor de avondperiode (19-23 uur) en de nacht (23-07 uur) een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB(A) gehanteerd.

### Waardering van geluidhinder

De werkwijzer op het gebied van milieu (CE Delft, 2017b) geeft kengetallen voor de waardering van vliegtuiggeluid. Het betreft waarderungen voor overlast en gezondheid (in combinatie met productiviteitseffecten) per persoon per dB(A)  $L_{den}$  per jaar. De aanbevolen waarderungen beginnen bij een geluidsbelasting van 50 dB(A)  $L_{den}$  en stijgen bij toenemende geluidsniveaus (zie Tabel 4.2). De waarderungen zijn afgeleid uit de internationale literatuur en weerspiegelen derhalve niet perse de Nederlandse situatie.

**Tabel 4.2** Waardering geluid door de luchtvaart, centrale waarden met tussen haakjes de onder en bovenwaarde (€<sub>2015</sub> per dB ( $L_{den}$ ) per persoon per jaar)

$L_{den}$	Overlast	Gezondheid	Totaal
50-54 dB(A)	52 (43-60)	8 (6-12)	60 (49-72)
55-59 dB(A)	103 (86-119)	9 (7-14)	112 (93-133)
60-64 dB(A)	103 (86-119)	13 (10-21)	127 (96-140)
65-69 dB(A)	196 (164-227)	18 (14-28)	214 (178-255)
70-74 dB(A)	196 (164-227)	23 (18-37)	220 (182-264)
75-79 dB(A)	196 (164-227)	29 (23-46)	226 (187-273)
≥ 80 dB(A)	196 (164-227)	32 (25-50)	228 (189-277)

Bron: CE Delft (2017b)

Aanbevolen wordt om de effecten van geluidhinder te bepalen aan de hand van  $L_{den}$  en  $L_{night}$  vanaf geluidsniveaus van respectievelijk 48 en 40 dB. Ten tijde van het opstellen van deze werkwijzer bestonden er nog geen waarderingskengetallen voor geluidsniveaus onder de 50 dB(A)  $L_{den}$  en voor  $L_{night}$ . Bepaal, zolang dit het geval, de geluidseffecten vanaf 50 dB(A)  $L_{den}$  en geef dit duidelijk aan.

We raden aan om een onderzoekstraject te starten voor het bepalen van waarderingskengetallen voor de Nederlandse situatie, gedifferentieerd naar  $L_{den}$  en  $L_{night}$  voor geluidsniveaus vanaf respectievelijk 48 en 40 dB(A). Indien ook waarderingskengetallen voor lagere niveaus worden vastgesteld, kunnen deze worden gebruikt in gevoeligheidsanalyses.

#### Aanbevelingen:

- Bepaal de effecten van geluidhinder bij voorkeur aan de hand van  $L_{den}$  en  $L_{night}$ . Hanteer daarbij 48 dB(A)  $L_{den}$  en 40 dB(A)  $L_{night}$  als drempelwaarden.
- Zolang geen waarderingskengetallen beschikbaar zijn voor geluidsniveaus onder 50 dB(A)  $L_{den}$  en voor  $L_{night}$ , bepaal de effecten dan voor geluidsniveaus vanaf 50 dB(A)  $L_{den}$  en geef dit duidelijk aan.

### 4.4.2 Externe veiligheid

Veiligheid is het fundament onder alle ontwikkelingen van de luchtvaart. Daardoor hoort vliegen wereldwijd tot de veiligste vormen van vervoer. Ondanks de groei van het vliegverkeer neemt het aantal ongevallen en slachtoffers in de luchtvaart nog altijd af door systematische verbeteringen.

#### Metten van externe veiligheid

Naar aanleiding van OVV-onderzoek zijn de ongevals-kansen voor vliegverkeer van/naar Schiphol geactualiseerd. De ongevals-kansen voor de overige luchthavens – dat zijn de luchthavens van nationale betekenis en de luchthavens van regionale betekenis – blijken gedateerd te zijn. Om die reden is de Rijksoverheid gestart met een actualisatie van deze ongevals-kansen met gegevens van recentere jaren.

De ongevalskansen dienen als invoer voor de berekening van de  $10^{-5}$  en de  $10^{-6}$  plaatsgebonden risicocontouren. Deze risicocontouren kunnen worden bepaald met de GEVERS reken-software-applicatie van het Ministerie van IenW. Het plaatsgebonden risico bestaat alleen kort voor en na de startbaan.

### Waardering van externe veiligheid

Er zijn nog geen algemeen geaccepteerde methoden om externe veiligheidseffecten te waarderen. Dit geldt voor zowel de materiële als immateriële schade.

De effecten op de externe veiligheid zijn doorgaans zeer klein. Enerzijds vanwege de kleine ongevalskans. Anderzijds vanwege het feit dat in Nederland weinig mensen in de directe nabijheid van een luchthaven wonen. Daarom wordt aanbevolen om de effecten op de externe veiligheid kwalitatief te beschouwen.

### Aanbeveling:

- Benoem het effect op de externe veiligheid. Vanwege de geringe omvang van het effect is een doorrekening niet nodig.

## 4.4.3 Luchtkwaliteit

De voornaamste luchtverontreinigende stoffen zijn stikstofdioxiden ( $\text{NO}_x$ ), zwaveloxiden ( $\text{SO}_x$ ), fijnstof ( $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ) en ultrafijnstof ( $\text{PM}_{0,1}$ ).<sup>54</sup> Blootstelling aan luchtverontreiniging kan er toe leiden dat mensen vroeger sterven en het kan een scala aan gezondheidsklachten veroorzaken. Fijnstof heeft plaatselijk grote invloed op de gezondheid en leidt lokaal tot een verminderde levensverwachting. Stikstof- en zwaveloxiden hebben een wat minder acute werking op de gezondheid, maar wel op stikstofarme natuur.

### Toetsen van concentraties aan grenswaarden van luchtkwaliteit

Het effect van stikstofdioxiden, zwaveloxiden, en (ultra)fijnstof op de luchtkwaliteit hangt af van de vlieghoogte, aanvliegroutes, type vliegtuigen en uiteraard de gebruiksfuncties van het onderliggende gebied. Daarbij komt dat stikstof op hoogte uiteen valt in andere (broeikas)gassen (zie Bijlage B). Het is niet precies duidelijk tot welke hoogte de genoemde stoffen effect hebben op de lokale luchtkwaliteit.

Door ICAO wordt aanbevolen om de verandering in de uitstoot van stikstofdioxiden, zwaveloxiden en fijnstof te bepalen voor de start en landingscyclus<sup>55</sup> (tot een vlieghoogte van 3.000 voet). De Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 bevat voorschriften voor het meten en berekenen van de concentratie - en depositie - van luchtverontreinigende stoffen. Hiervoor zijn kwantitatieve modellen beschikbaar.

<sup>54</sup> Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) onderzoekt op het moment van schrijven de gezondheidseffecten van ultrafijnstof (rondom Schiphol). Ultrafijnstof is het bestanddeel van fijnstof met de allerkleinste afmeting: kleiner dan 0,1 micrometer ofwel 100 nanometer. De resultaten van het onderzoek worden in 2021 verwacht. Indien hieruit blijkt dat ultrafijnstof aanzienlijke gezondheidseffecten met zich meebrengt, dan worden die bij voorkeur ook meegenomen in een MKBA. Het Rijk heeft de Gezondheidsraad om advies gevraagd om te komen tot generiek beleid voor ultrafijnstof voor alle bronnen, niet alleen voor luchtvaart. De Rijksoverheid vraagt luchthavens alvast actie te ondernemen en de uitstoot zo veel mogelijk te beperken.

<sup>55</sup> Ook wel de Landing/Take-off (LTO) cycle genoemd.



### Waardering van luchtkwaliteit

Kengetallen voor de waardering van de stoffen worden gegeven door de werkwijzer op het gebied van Milieu (CE Delft, 2017b).

**Tabel 4.3** Waardering lokale emissies, onder- en bovengrenzen (€<sub>2015</sub> per kg) , excl. klimaat-effecten

Stof		Onder	Boven
Fijnstof kleine fractie	PM <sub>2,5</sub>	56,8	122
Fijnstof middelgroot	PM <sub>10</sub>	31,8	69,1
Stikstofoxiden	NO <sub>x</sub>	24,1	53,7
Zwaveldioxide	SO <sub>2</sub>	17,7	38,7

Bron: CE Delft (2017b)

#### Aanbevelingen:

- Bepaal het effect van stikstofoxiden, zwaveloxiden, en fijnstof op de lokale luchtkwaliteit door de uitstoot tot een hoogte van 3.000 voet te waarderen op basis van bestaande kengetallen.
- Neem het effect van ultrafijnstof mee als het lopende RIVM-onderzoek daar aanleiding toe geeft.

### 4.4.4 Natuur

De effecten van beleidsmaatregelen en investeringen op de natuur bestaan enerzijds uit de depositie van verzurende stoffen in stikstofarme natuurgebieden. Anderzijds kan geluid leiden tot verstoring van rustige gebieden en ecosystemen. Het inschatten van natuureffecten is niet eenvoudig.<sup>56</sup> Dat komt door complexe wet- en regelgeving omtrent vergunningverlening van plannen en projecten.<sup>57</sup> Bovendien zijn voor natuureffecten veelal geen waarderingskengetallen beschikbaar, waardoor de MKBA-opsteller goed moet nadenken over hoe de effecten worden gepresenteerd.

#### Stikstofdepositie

Depositie van verzurende stoffen zoals stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en ammoniak (NH<sub>3</sub>) is schadelijk voor stikstofarme natuur. Door een overmaat aan depositie in stikstofarme natuur kunnen planten en dieren verdwijnen. De uitstoot van verzurende stoffen op lage hoogte slaat vooral neer in de buurt van de luchthaven. Uitstoot op grotere hoogte kan worden meegevoerd door de wind en zal zich daardoor over een groter gebied verspreiden.

Omdat planten en dieren zich weinig aantrekken van landsgrenzen wordt natuurbescherming niet alleen op nationaal, maar ook op Europees niveau aangepakt. De Natura 2000-gebieden vormen een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. In deze gebieden worden planten en dieren en hun natuurlijke leefomgeving beschermd om de biodiversiteit (soortenrijkdom) te behouden. Nederland kent ruim 160 van deze Natura 2000-gebieden.

Van belang is de overschrijding van de kritische waarde in de Natura 2000-gebieden. Nieuwe plannen zijn alleen realiseerbaar als die geen significant negatieve gevolgen hebben voor de natuurwaarden in de betreffende gebieden, of als die gevolgen gecompenseerd worden met mitigerende maatregelen.

<sup>56</sup> Zie hiervoor ook de Werkwijzer Natuur (Arcadis en CE Delft, 2018).

<sup>57</sup> De wettelijke beperkingen staan beschreven in de Wet Natuurbescherming en het daar bijhorende besluit en regeling.

### Adviescollege stikstofproblematiek

Het Adviescollege Stikstofproblematiek heeft het kabinet in 2020 geadviseerd over de aanpak van het stikstofprobleem.

Uit het onderzoek bleek dat de luchtvaart een beperkt aandeel heeft in de totale stikstofuitstoot en de daar bijhorende depositie, maar dat aandeel bleek wel groter dan eerder werd aangenomen. De Nederlandse luchtvaart is verantwoordelijk voor 1,4 procent van de Nederlandse NO<sub>x</sub>-emissies in 2017. Deze bijdrage van 1,4 procent heeft betrekking op de *Landing/Take-off* (LTO) fase<sup>58</sup>. De depositie van de luchtvaart tot 3.000 voet<sup>59</sup> is circa 0,1 procent. Als ook boven 3.000 voet wordt meegenomen komt de depositie uit op 0,7 – 1,1 procent. Het overgrote deel hiervan is afkomstig uit de diffuse stikstofconcentratie boven Nederland.

De luchtvaart zou alleen mogen groeien wanneer sprake is van een vermindering van de huidige stikstofuitstoot en depositie. Hiervoor kan ook intern en extern gesaldeerd worden. Bij intern salderen worden in het voorgenomen plan of project compenserende maatregelen opgenomen om ervoor te zorgen dat de stikstofuitstoot en depositie niet toenemen. Bij extern salderen wordt een toename in de stikstofuitstoot en depositie gecompenseerd door navenante reducties in andere sectoren in de nabije omgeving van het voorgenomen plan of project.. Het kabinet deelt de conclusie dat alle sectoren dienen bij te dragen aan de reductie van emissies en depositie en is het eens met het beroep dat het Adviescollege doet op de luchtvaartsector om te komen tot een nieuwe sectorbrede aanpak voor de reductie van stikstofemissies en depositie.

Voor de bepaling van de stikstofdepositie kan gebruik worden gemaakt van de AERIUS-calculator. Er bestaan voornamelijk geen kengetallen om het effect van de depositie van stikstofoxiden op stikstofarme natuur in N2000-gebieden te bepalen. Het waarderingskengetal voor stikstof, zoals opgenomen in de werkwijzer op het gebied van Milieu (CE Delft, 2017b) en in paragraaf 4.4.3 van deze MKBA, vertegenwoordigt wel de schade van stikstofoxiden op diverse ecosystemen in het algemeen.

### Effecten op stiltegebieden, recreatie, toerisme en ecosystemen

Volgens het Handboek Milieuprijzen (CE Delft, 2017a) kan geluid ook leiden tot verstoring van rustige gebieden (met gevolgen voor recreatie en toerisme) en ecosystemen (aantasting broedperiodes). Het onderzoek daaromtrent stond in 2017 nog in de kinderschoenen, waardoor daar geen kengetallen voor werden gegeven. Voorlopig kunnen deze effecten daarom niet worden berekend, maar ze dienen wel te worden geïnventariseerd, kwalitatief te worden beschreven of opgenomen te worden als PM-post.

### Aanbevelingen:

- Indien de stikstofdepositie op Natura 2000-gebieden – vanwege intern of extern salderen – niet verandert, stel het effect van stikstofdepositie op de natuur dan op nul. De kosten die voor compenserende maatregelen worden genomen dienen wel te worden meegenomen. Wanneer geen sprake is van compenserende maatregelen, kwantificeer dan het natuureffect en monetariseer het effect indien een geschikt waarderingskengetal beschikbaar is. Indien kwantificering ook niet mogelijk is, neem het effect van stikstofdepositie op de natuur dan als PM-post mee.

<sup>58</sup> De *Landing/Take-off* fase is de vluchtfase tot 3.000 voet.

<sup>59</sup> De gehanteerde hoogte tot 3.000 voet is een richtlijn die is gesteld op basis van de ICAO rekenmethoden.

- Effecten van geluidhinder op stiltegebieden, recreatie, toerisme en ecosystemen dienen waar mogelijk gekwantificeerd te worden. Indien dat niet mogelijk is, neem de effecten dan als PM-post op in de MKBA.

#### 4.4.5 Ruimtelijke ordening

De ruimte in Nederland is schaars. Er is bijvoorbeeld behoefte aan nieuwe woningen en voor de overgang naar duurzame energie is ruimte nodig voor windturbines. In de Randstad is deze schaarste het grootst. In de MKBA is ruimtebeslag een negatief effect dat kan worden meegenomen door de mogelijkheden voor nieuwbouw en veranderingen in het ruimtebeslag van luchthavens in kaart te brengen.

##### Bepalen van ruimtelijke effecten

###### *Schiphol*

De Rijksoverheid reguleert de relatie tussen vliegen en ruimtelijke ordening rond Schiphol met het Luchthavenindelingbesluit (LIB; VenW 2002a) en het Luchthavenverkeerbesluit (LVB; VenW 2002b). Deze besluiten vinden hun basis in de Luchtvaartwet.

Het LIB onderscheidt onder meer een geluidssloopzone (geluidcontour 71 dB(A)  $L_{den}$ ) en een veiligheidssloopzone (individueel-risico-contour  $10^{-5}$ ). Binnen het beperkingengebied externe veiligheid ( $10^{-6}$  individueel-risico-contour) zijn geen gebouwen toegestaan, behoudens bestaand gebruik. Binnen het beperkingengebied geluid (geluidcontour 58 dB(A)  $L_{den}$ ) zijn geen geluidgevoelige gebouwen toegestaan. Het vigerende LIB laat wel ruimte voor gemeenten om kleinschalige woningbouwprojecten (van maximaal 25 woningen per bouwplan) te realiseren. In het nieuwe LIB is ook de 20Ke-contour opgenomen. Dit is het vrijwaringsgebied dat eerder in de Nota Ruimte was vastgelegd. Binnen deze zone gelden binnen bestaand stedelijk gebied geen beperkingen. Buiten bestaand stedelijk gebied is geen nieuwe woningbouwlocaties toegestaan.

Dit beleid is bedoeld om voldoende ruimte te laten voor de ontwikkeling van de mainport Schiphol en terughoudendheid te betrachten wat betreft woningbouw op plaatsen in de omgeving van de luchthaven waar dat uit een oogpunt van geluid en veiligheid niet wenselijk is.

###### *Regionale luchthavens*

Net als bij Schiphol worden bij de regionale luchthavens naast beperkingen aan het luchtverkeer tevens beperkingen gesteld aan de ruimtelijke ontwikkelingen in de directe omgeving van de luchthaven. Het besluit Burgerluchthavens en het besluit Militaire luchthavens bevatten normen gerelateerd aan contouren voor geluid en externe veiligheid. Binnen de contouren worden beperkingen gesteld aan ruimtelijke ontwikkelingen. In de luchthavenbesluiten voor de regionale luchthavens moeten deze contouren worden opgenomen.

Binnen de 70 dB(A)  $L_{den}$ -contour mogen in principe geen woningen liggen. Binnen de 56 dB(A)  $L_{den}$ -contour is nieuwbouw van woningen niet toegestaan behoudens nader omschreven uitzonderingen. Binnen de contour van 48  $L_{den}$ -contour gelden geen ruimtelijke beperkingen, maar moet het bevoegd gezag de ruimtelijke ontwikkeling afwegen in relatie tot het gebruik van de luchthaven. Dit komt erop neer dat provincies en gemeenten ruimtelijk beleid voeren waarmee binnen dit gebied ongewenste ruimtelijke ontwikkelingen onder de aan- en uitvliegroutes worden voorkomen.

Voor Eindhoven, als militaire luchthaven met medegebruik van burgerluchtverkeer, geldt een 35 Ke-contour. De geluidsmaat 35 Ke komt ongeveer overeen met 56 á 58  $L_{den}$ .

De ruimtelijke effecten kunnen in een MKBA worden meegenomen door de sloopzones en de overige beperkingengebieden in kaart te brengen en te bepalen welke gebieden vrij komen, of juist beperkt worden door een maatregel of investering. Als een alternatief in een MKBA leidt tot uitbreiding van de bestaande isolatiecontouren, dient dit eveneens meegenomen te worden.

#### **Waardering van ruimtelijke effecten**

Bij het waarderen van de ruimtelijke effecten vormt de grondprijs voor verschillende bestemmingen (landbouw, woningen, kantoren, andere bedrijventerreinen) een belangrijk gegeven. Kosten en opbrengsten worden ontleend aan de grondexploitatie. Deze grondexploitatie moet wel worden bewerkt om deze geschikt te maken voor opname in de MKBA. Hoe deze bewerking uitgevoerd kan worden staat beschreven in de werkinstructie ‘van GREX naar MKBA’ (Boelman et al., 2012).

#### **Aanbevelingen:**

- Neem de ruimtelijke effecten mee door de veranderingen in sloopzones en de overige beperkingengebieden te bepalen.
- Gebruik de werkinstructie ‘van GREX naar MKBA’ voor de waardering van de ruimtelijke effecten.

### **4.4.6 Overige omgevingseffecten**

Effecten op bodem, water, landschap, archeologie en cultuurhistorie kunnen – indien beschikbaar – met een MER-score worden overgenomen.

#### **Bodem en water**

De effecten op bodem en water hangen af van het soort voorgenomen plan of project. Soms wordt een MER-score toegekend. Deze MER-score kan worden overgenomen of – indien dit geen kosten betreffen – worden vertaald naar het kosteneffect van de te nemen maatregelen.

#### **Landschap, archeologie en cultuurhistorie**

De effecten op het landschap, archeologie en cultuurhistorie blijven in MKBA’s veelal buiten beschouwing. Net als voor effecten op bodem en water wordt soms een MER-score toegekend. Deze MER-score kan worden overgenomen of – indien dit geen kosten betreffen – worden vertaald naar het kosteneffect van de te nemen maatregelen.

#### **Aanbeveling:**

- Neem – indien beschikbaar – de MER-score over van overige effecten op bodem, water, landschap, archeologie en cultuurhistorie of vertaal deze naar het kosteneffect van de te nemen maatregelen. Waardeer de effecten wanneer er betrouwbaar waarderingskengetallen beschikbaar zijn. Neem in overige gevallen het effect op bodem, water, landschap, archeologie en cultuurhistorie als PM-post op in de MKBA.

## 4.5 Verdelingseffecten

### Overzicht van aanbevelingen

- Breng verdelingseffecten in beeld wanneer sprake is van een onevenredige verdeling van kosten en baten over groepen of regio's.
- Als er sprake is van compenserende maatregelen, breng dan naast de kosten en baten van de maatregel of investering ook de kosten en baten van de compensatiemaatregelen in beeld. Een uitzondering hierop geldt als de compensatiemaatregelen wettelijk verplicht zijn; in dat geval maken ze onlosmakelijk deel uit van het onderzochte beleid.
- Breng de effecten voor een regio apart in beeld wanneer een MKBA wordt uitgevoerd voor een regionale of lokale overheid.
- Breng de effecten voor niet-ingezetenen apart in beeld, wanneer deze substantieel zijn.
- Gebruik de voorbeeldtabel in deze paragraaf (tabel 4.4) als basis voor het presenteren van eventuele verdelingseffecten.

Beleidsmaatregelen of investeringen kunnen leiden tot een herverdeling van de welvaart tussen groepen of regio's. Zo zal een nieuwe luchthaven baten generen voor een grote groep gebruikers, terwijl een kleine groep omwonenden wordt geconfronteerd met geluidsoverlast en luchtverontreiniging. Door te laten zien hoe de effecten verdeeld zijn over groepen en regio's wordt inzichtelijk wie er profiteren van een maatregel of investering en wie niet.

Deze paragraaf beschrijft eerst het belang van verdelingseffecten. Vervolgens laten we zien hoe verdelingseffecten in een MKBA kunnen worden gepresenteerd. Daarna beschrijven we mogelijkheden om verdelingseffecten te verkleinen met compenserende of mitigerende maatregelen. En tot slot gaan we in het bijzonder in op de verdeling van effecten tussen Nederland en het buitenland.

### 4.5.1 Het belang van verdelingseffecten

De Algemene leidraad adviseert om in een MKBA in beeld te brengen hoe de kosten en baten zijn verdeeld over groepen of regio's, wanneer sprake is van een onevenredige verdeling: *“Als deze verdelingseffecten in de MKBA ontbreken, wordt de MKBA voor hen minder herkenbaar en meer een black box. Dat gaat ten koste van het vertrouwen in de uitkomsten van de MKBA”* (Romijn en Renes, 2013).

In de praktijk kunnen vaak meerdere groepen worden onderscheiden. Het is aan de MKBA-opsteller om te kiezen voor welke groepen de verdelingseffecten in beeld worden gebracht. *“Deze keuze moet vooraf met de beleidsmakers (en andere betrokkenen) worden afgestemd. Daarbij is het de verantwoordelijkheid van de MKBA-opsteller om de beleidsmaker te wijzen op mogelijke belangrijke verdelingseffecten en in het MKBA-onderzoek voldoende ruimte in te bouwen om deze verdelingseffecten te onderzoeken”* (Romijn en Renes, 2013). De Algemene leidraad bespreekt drie alternatieven voor het in beeld brengen van verdelingseffecten:

1. **Inkomensverdelingseffecten.** Hoe zijn de effecten verdeeld over lage, midden, en hoge inkomensgroepen? De maatschappij kan een voorkeur hebben voor maatregelen die meer ten goede komen aan lage inkomensgroepen of die (ten minste) neutraal zijn ten aanzien van de inkomensverdeling;

2. **Winnaars en verliezers.** Komen de effecten vooral terecht bij een kleine groep? Met informatie over verdelingseffecten kan de beleidsmaker beslissen of een op zichzelf welvaartsverhogende maatregel niet te veel ten koste gaat van bepaalde groepen in de samenleving. Dat kan eventueel aanleiding zijn om de verliezers compensatie te bieden. Op compensatie wordt hieronder nader ingegaan;
3. **Direct betrokkenen.** In hoeverre komen de effecten terecht bij belanghebbenden? Een MKBA die de effecten voor belanghebbenden in beeld brengt, heeft als voordeel dat het argumenten voor en tegen een maatregel van verschillende groepen kan relateren aan de belangen van die groepen. Zoals hierboven aangegeven, kan het draagvlak voor de MKBA toenemen wanneer direct betrokkenen zich herkennen in de effecten.

Effecten van een maatregel werken door op andere terreinen, waardoor de initiële verdeling van de effecten heel anders kan zijn dan de uiteindelijke verdeling nadat alle doorwerkingen hun beslag hebben gehad. Reistijdeffecten voor zakelijke reizigers vertalen zich bijvoorbeeld in kostenveranderingen voor bedrijven. Deze kostendalingen worden niet meegenomen in de MKBA, omdat dit tot een dubbel telling met de effecten voor de gebruiker zou leiden. Het *doorgeven* van effecten beïnvloedt echter wel de uiteindelijke verdeling van de welvaart. Het in kaart brengen van verdelingseffecten maakt het daarom noodzakelijk om ook de doorgegeven effecten te onderzoeken.

Verdelingseffecten kunnen in beeld worden gebracht door een MKBA bottom-up op te bouwen vanuit de effecten voor verschillende groepen. In een dergelijke aanpak worden eerst de verschillende groepen geïdentificeerd. Vervolgens wordt nagegaan wat de beleidsmaatregel of investering voor elke groep betekent. Door de effecten voor de verschillende groepen op te tellen, ontstaat een totaalbeeld van kosten en baten, en wordt duidelijk in hoeverre de winst voor de één het verlies voor de ander betekent. Zo wordt tevens duidelijk waarom sommige effecten geen welvaartseffecten zijn maar alleen een verschuiving betreffen, bijvoorbeeld omdat het om overdrachten gaat of doorgegeven indirecte effecten.

#### 4.5.2 Verdelingseffecten in de luchtvaart

De positieve effecten van luchtvaart komen terecht bij een grote groep reizigers en producenten, terwijl de negatieve effecten zich voor een deel concentreren bij een kleine groep omwonenden. Zij ervaren de overlast en de luchtverontreiniging. Daarnaast kan een regio met een luchthaven op diens grondgebied daar economisch van profiteren, terwijl een buurregio alleen maar overlast ervaart.

Dit kan vragen oproepen over de rechtvaardigheid van de verdeling van de effecten. Hoewel vanuit het perspectief van de MKBA geen uitspraken over de (on)rechtvaardigheid van bepaalde verdelingen zijn te maken, is dit wel belangrijke informatie voor besluitvorming waar in een MKBA-rapportage op in kan worden gegaan.

Voor luchtvaartspecifieke MKBA's wordt daarom, net als in andere beleidsdomeinen, aanbevolen om de verdelingseffecten in beeld te brengen wanneer sprake is van een onevenredige verdeling van kosten en baten. Het ligt daarbij voor de hand om in ieder geval de effecten voor omwonenden apart in beeld te brengen.

De omwonenden van een luchthaven kunnen naast negatieve effecten ook positieve effecten ervaren van de luchthaven, bijvoorbeeld omdat zij snel naar verre oorden kunnen reizen of omdat zij hun baan te danken hebben aan de luchthaven. Hoewel het wenselijk is om zowel de positieve als de negatieve effecten in beeld te brengen, is dat in de praktijk lastig. Dat komt doordat er weinig bekend is over het reisgedrag en de werklocaties van omwonenden.

In de praktijk kan er daarom voor worden gekozen om de negatieve effecten voor de omgeving in beeld te brengen en de positieve effecten voor Nederland als geheel (inclusief de positieve effecten die in de omgeving neerslaan). In kwalitatieve zin dient in de MKBA te worden opgemerkt dat een deel van de positieve effecten in de omgeving neerslaat.

### **Compensatie en flankerende maatregelen**

Als een MKBA een positief welvaartssaldo laat zien, maar een scheve verdeling van de kosten en baten tussen groepen of regio's, kan dat aanleiding zijn voor compensatie of flankerend beleid. In de luchtvaart zal het dan gaan om compensatie van omwonenden. Informatie over de verdeling van effecten levert aanknopingspunten voor compensatie op. Het bieden van compensatie is maatwerk; het verschilt per project en locatie. Een MKBA kan laten zien welke vormen van compensatie leiden tot een evenrediger verdeling van kosten en baten, en wat daarvan de invloed is op het totaalsaldo.

Compensatie kan plaatsvinden op fysieke of financiële wijze. Het isoleren van woningen rondom een luchthaven is een vorm van fysieke compensatie. In het verleden bestond er in Nederland een dergelijke regeling: woningen van ernstig gehinderden werden geïsoleerd, betaald uit een heffing op vliegtickets. Voor fysieke compensatie (geluidsisolatie) is het mogelijk dat de baten van de investeringen niet opwegen tegen de kosten. Dit vraagt om een afzonderlijke (extra) MKBA van de fysieke compensatiemaatregelen, of om twee beleidsvarianten in de MKBA van luchtvaartmaatregelen, respectievelijk met en zonder compenserende investeringen.<sup>60</sup> In het algemeen geldt dat compensatie 'defensief gedrag', zoals het verhuizen naar een huis met minder hinder, kan verminderen (Rouwendal en Rietveld, 2000).

### **Regionale scope in aanvulling op nationale scope**

Zoals hiervoor aangegeven kunnen bepaalde regio's (economisch) profiteren van een luchthaven, terwijl andere regio's vooral de negatieve effecten ervaren. Wanneer een MKBA wordt uitgevoerd voor een regionale of lokale overheid, is het nuttig om naast de effecten voor Nederland als geheel ook de effecten voor de regio in beeld te brengen. Dit geeft beleidsmakers inzicht in de regionale effecten van een beleidsmaatregel of investering, én laat zien of de maatregel of investering ook in bredere zin verstandig is. Regionale effecten kunnen in een aparte kolom of rij in de overzichtstabel met effecten worden opgenomen (zie 4.5.3).

---

<sup>60</sup> Hierbij is het van belang op te merken dat de Algemene leidraad een beleidsalternatief als volgt definieert: "Een beleidsalternatief is de kleinste mogelijke verzameling van onderling samenhangende maatregelen die naar verwachting technisch en juridisch uitvoerbaar is, economisch haalbaar is en een aannemelijke relatie heeft met het in de probleemanalyse vastgestelde knelpunt" (Romijn en Renes, 2013). Als een beleidsalternatief in beginsel zonder fysieke compensatiemaatregelen kan worden uitgevoerd, behoort deze compensatie niet tot de "kleinste mogelijke verzameling". Een uitzondering hierop geldt als de (fysieke) compensatie wettelijk verplicht is; in dat geval is kiezen voor een beleidsalternatief zonder compensatie niet mogelijk en zijn de compensatiemaatregelen (dus) een onderdeel van het beleidsalternatief.

### Nederland versus buitenland

Ook internationaal zijn er verdelingseffecten. Beleidsmaatregelen en investeringen hebben immers niet alleen invloed op Nederlandse gebruikers, producenten en omwonenden, maar ook op die in het buitenland (niet-ingezetenen). Zo profiteren ook buitenlandse (transfer)passagiers van de bestemmingennetwerken die vanaf de Nederlandse luchthavens worden aangeboden.

De geografische reikwijdte van MKBA's in opdracht van de rijksoverheid is doorgaans het nationale niveau, waarbij het saldo wordt bepaald door de effecten voor inwoners van Nederland. Baten voor niet-ingezetenen tellen daarbij niet mee. Door een nationale scope te hanteren kan worden nagegaan of een beleidsmaatregel of investering voor Nederland als geheel welvaartshogend is. De Algemene leidraad adviseert om de welvaartseffecten voor niet-ingezetenen wel in beeld te brengen wanneer deze substantieel zijn:

*“Desalniettemin is het denkbaar dat een MKBA de welvaartseffecten voor buitenlanders wel in beeld brengt, ook al tellen deze niet mee in het MKBA-saldo voor Nederland. Als dergelijke effecten substantieel zijn, is het zelfs wenselijk dat ze in beeld worden gebracht.”*

*~ Romijn en Renes (2013)*

Voor luchtvaartspecifieke MKBA's wordt aanbevolen om de kosten en baten voor niet-ingezetenen apart in beeld te brengen, indien deze substantieel zijn. Deze effecten kunnen in een aparte kolom of rij in de overzichtstabel worden gepresenteerd (zie paragraaf 4.5.3), maar dienen niet te worden meegenomen in het totaalsaldo.

Een uitzondering op de primair nationale benadering geldt als er sprake is van internationale afspraken die vastleggen dat het Nederlandse beleid wel op voordelen voor inwoners van andere landen is gericht. Dat is bijvoorbeeld het geval bij internationale verdragen over klimaatbeleid (zie paragraaf 4.3.1). Daarom worden de klimaateffecten op mondiaal niveau berekend. Daarbij is het nuttig om niet alleen de totale mondiale klimaateffecten te laten zien, maar ook in het bijzonder de klimaateffecten van in Nederland vertrekkende vluchten, omdat het Nederlandse beleid bij deze vluchten een substantiële invloed kan hebben.

#### *Belang van niet-ingezetenen voor de Nederlandse welvaart*

Niet-ingezetenen dragen op een indirecte manier wel bij aan de Nederlandse welvaart. Luchtvaartmaatschappijen kunnen door de aanwezigheid van buitenlandse (transfer)passagiers immers meer bestemmingen en hogere frequenties aanbieden. Nederlandse passagiers profiteren van het ruimere aanbod in de vorm van lagere reiskosten. Het voordeel voor Nederlanders dat door niet-ingezetenen wordt gecreëerd, dient in een luchtvaart MKBA wel te worden meegeteld. Dit voordeel wordt meegenomen in de effecten voor gebruikers en producenten (zie paragraaf 4.1). Daarnaast zorgt de betere bereikbaarheid ervoor dat de concurrentiepositie en het vestigingsklimaat verbeteren en dat Nederland aantrekkelijker wordt voor inkomend toerisme (zie paragraaf 4.2.3).



### Wetenschappelijke inzichten over waardering van buitenlandse baten

De wetenschappelijke literatuur over het meenemen van baten voor buitenlandse gebruikers en bedrijven is met name van normatieve aard. Mouter (2019) zet verschillende visies over het wel- of niet meenemen van buitenlandse baten uiteen en beveelt aan dat MKBA-uitvoerders transparant zijn over de (ideologische) keuze die hierover gemaakt is. Ook onderschrijft hij het nut om naast het MKBA-saldo informatie te verstrekken over de effecten voor buitenlanders.

Posner en Sunstein (2017) opperen dat buitenlandse baten meegenomen kunnen worden tot zoverre burgers zich bekommeren om deze buitenlandse baten en dat dit afgeleid kan worden met reguliere methodes voor het berekenen van betalingsbereidheid. Eenzelfde argument wordt gegeven door Johansson en de Rus (2019). In één van de weinige kwantitatieve studies hierover, laten Mouter et al. (2020) zien dat een groot gedeelte van de Nederlanders inderdaad waarde hecht aan reistijd-baten voor buitenlanders, maar wel in minder mate dan aan reistijd-baten voor Nederlanders (50 – 75% van de waardering van binnenlandse baten).

Tot slot, stellen Johansson en de Rus (2019) aan de hand van verschillende voorbeelden in de transportcontext dat buitenlandse baten ten dele weer ten goede (kunnen) komen aan het eigen land, bijvoorbeeld via Nederlandse aandeelhouders van buitenlandse bedrijven of doordat Nederlandse aanbieders hogere prijzen kunnen rekenen aan buitenlandse afnemers (toeristen) omdat de transportkosten van afnemers zijn gedaald. Deze observaties ondersteunen dat het in luchtvaartspecifieke MKBA's van belang is om oog te hebben voor de verdere doorwerking van effecten, en in het bijzonder het 'doorgeven' van baten.

#### Aanbevelingen:

- Breng verdelingseffecten in beeld wanneer sprake is van een onevenredige verdeling van kosten en baten over groepen of regio's.
- Als er sprake is van compenserende maatregelen, breng dan naast de kosten en baten van de maatregel of investering ook de kosten en baten van de compensatiemaatregelen in beeld. Een uitzondering hierop geldt als de compensatiemaatregelen wettelijk verplicht zijn; in dat geval maken ze onlosmakelijk deel uit van het onderzochte beleid.
- Breng de effecten voor een regio apart in beeld wanneer een MKBA wordt uitgevoerd voor een regionale of lokale overheid.
- Breng de effecten voor niet-ingezetenen apart in beeld, wanneer deze substantieel zijn.

### 4.5.3 Presentatie van (verdelings)effecten

Er zijn veel verschillende manieren waarop (verdelings)effecten kunnen worden gepresenteerd in een overzichtstabel. Zo kan onderscheid worden gemaakt naar typen effecten, actoren, beleidsalternatieven en scenario's. Daarnaast kunnen naast de contante waarden ook volume-effecten worden gepresenteerd. Dit maakt het nodig om keuzes te maken ten aanzien van de dimensies die in de overzichtstabel worden gepresenteerd.

Tabel 4.4 De aanbevolen kosten-batentabel voor luchtvaart MKBA's is ingevuld op basis van een (fictieve) beleidsvariant

	Typen effecten							Totaal Nederland	Niet-ingezetenen	
	Gebruikers		Producenten		Omgeving	Klimaat	Rijks-overheid			
	Reizigers	Verladers	Airlines	Lucht-haven						
<i>Contante waarde (min €)</i>										
Investeringskosten								-15	-15	
Beheer- en onderhoudskosten				-5					-5	
<b>Effecten voor gebruikers</b>										
Reiskosten	84 à 116									43 à 57
Reiscomfort	++								++	++
<b>Effecten voor producenten</b>										
Winst		0 à 10	20 à 31	32 à 43					52 à 84	50 à 63
<b>Bredere economische effecten</b>										
Agglomeratie-effecten									0	
Werkgelegenheid									0	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>Klimaateffecten</b>										
CO <sub>2</sub>								-18 à -33	-54 à -98	*
Overig								-36 à -65		
<b>Omgevingseffecten</b>										
Geluid						-15 à -33			-15 à -33	+4
Luchtkwaliteit						-5 à -20			-5 à -20	+1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>Saldo</b>	<b>84 à 116, ++</b>	<b>0 à 10</b>	<b>20 à 31</b>	<b>27 à 38</b>	<b>-20 à -53</b>	<b>-54 à -98</b>	<b>-15</b>	<b>-30 à +111, ++</b>	<b>98 à 125, ++</b>	
<i>Volume-effecten</i>										
Reistijdwinst	a%									b%
Winst		+c%-punt	+d%-punt	+e%-punt						
Geluid					+f ernstig gehinderden					
Gezondheid					-g levensjaren					
CO <sub>2</sub>						+h Mt CO <sub>2</sub>				
Niet-CO <sub>2</sub>						+i Mt CO <sub>2e</sub>				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Noot: Contante waarde teruggerekend naar basisjaar Y1 in prijzen van jaar Y2. Volume-effecten in jaar Y3.  
 + is baten, - is kosten. a t/m i worden ingevuld met concrete getallen.  
 Bij de klimaateffecten voor Nederland zijn ook de klimaateffecten voor niet-ingezetenen meegenomen, omdat Nederland zich heeft gecommitteerd aan internationale afspraken.

Tabel 4.4 kan dienen als basis voor het presenteren van kosten, baten en (een deel van de) verdeelingeffecten in luchtvaartspecifieke MKBA's. In de kolommen worden de effecten onderscheiden;

de rijen bevatten de verschillende meeteenheden. Spreiding tussen scenario's (en eventueel gevoeligheidsanalyses) worden door middel van bandbreedtes in beeld gebracht. De voorbeeldtabel bevat ook de optie om de kosten en baten voor niet-ingezetenen in beeld te brengen. De regionale effecten kunnen eveneens in een aparte kolom worden opgenomen. Het kan in de praktijk lastig zijn om alle mogelijk relevante verdelingseffecten in één overzichtelijke tabel te presenteren; in dat geval kunnen verdere uitsplitsingen worden weergegeven in een extra tabel.

**Aanbeveling:**

- Gebruik de voorbeeldtabel in deze paragraaf (tabel 4.4) als basis voor het presenteren van eventuele verdelingseffecten.



## 5 Varianten- en risicoanalyse

### Overzicht van aanbevelingen

#### *Gevoeligheidsanalyses*

- Gebruik gevoeligheidsanalyses om de grootste kennis-, beleids- en maatregelspecifieke onzekerheden in beeld te brengen. Maak gebruik van actuele internationale wetenschappelijke literatuur om de bandbreedte van de kennisonzekerheden in beeld te brengen.

#### *Discontering*

- Disconteer (tot de volgende update van de discontovoeten) reistijdbaten in beginsel met 2,9 procent (tenzij kan worden aangetoond dat het om lineaire baten gaat), investeringskosten in infrastructuur met 1,6 procent en alle andere kosten en baten met 2,25 procent.
- Voer gevoeligheidsanalyses uit met 0,4 procent hogere discontovoeten in een hoog groeiscenario en met 0,4 procent lagere discontovoeten in een laag groeiscenario.
- Als de groei van de baten van een investering hoger is dan de discontovoet, onderzoek dan de veronderstellingen achter de MKBA.

Analyses in MKBA's zijn altijd omgeven met onzekerheden. Voor weloverwogen beslissingen is het zaak om die onzekerheden ook te onderkennen en er rekening mee te houden in de MKBA. Dit kan door varianten- en risicoanalyses uit te voeren in de MKBA. Onderstaand gaan we achtereenvolgens in op de verschillende onzekerheden die bij MKBA's van luchtvaartbeleid van belang zijn en hoe daarmee omgegaan kan worden. Tenslotte besteden we aandacht aan de discontovoet.

### 5.1 Soorten onzekerheid

De Algemene leidraad beschrijft drie soorten onzekerheid (Romijn en Renes, 2013):

1. **Kennisonzekerheid:** Over lang niet alle gevolgen van maatregelen en de welvaartseffecten bestaat wetenschappelijke consensus. Bijvoorbeeld over de impact van lange termijn klimaat- of gezondheidseffecten;
2. **Beleidsonzekerheid:** Het nulalternatief gaat uit van bestaand beleid. Wanneer er op aanpalende beleidsterreinen maatregelen zijn of worden verwacht, dan kan dit invloed hebben op het effect van de te onderzoeken luchtvaartmaatregel. Fiscale maatregelen hebben invloed op de vraag en dus ook op bijvoorbeeld het rendement van investeringen in infrastructuur of capaciteitsuitbreidingen;
3. **Toekomstonzekerheid:** Deze categorie is in twee subcategorieën op te delen: risico's die samenhangen met macro-economische onzekerheden en maatregelspecifieke risico's.

Toekomstonzekerheid is vooral van belang voor langetermijneffecten. Dit type onzekerheid wordt in beeld gebracht door gebruik te maken van scenario's die mogelijke toekomstige ontwikkelingen

beschrijven. Toekomstscenario's zijn reeds in paragraaf 3.3 behandeld. Daarnaast wordt onzekerheid over de toekomst ook meegenomen middels een algemene risico-opslag op de discontovoet (zie paragraaf 5.3).

## 5.2 Gevoeligheidsanalyses

Om met kennis- en beleidsonzekerheid rekening te houden kunnen gevoeligheidsanalyses worden uitgevoerd. Gevoeligheidsanalyses hebben als doel om te toetsen of MKBA-uitkomsten robuust zijn: leiden andere uitgangspunten in de berekeningen tot wezenlijk andere uitkomsten? Zo niet, dan noemen we de uitkomst robuust. Het is daarom zinvol om bij de belangrijkste effecten, zowel voor kosten als baten, na te gaan of andere aannames en uitgangspunten leiden tot wezenlijk andere uitkomsten.

Kennis- en beleidsonzekerheden in luchtvaart kunnen betrekking hebben op:

- **Omvang en waardering van effecten** (kennisonzekerheid): De Algemene Leidraad beveelt bij kennisonzekerheden aan om voor cruciale parameters bandbreedtes uit internationale wetenschappelijke studies te gebruiken (Romijn en Renes, 2013). Voorbeelden van luchtvaartgerelateerde vragen waar kennisonzekerheid (op dit moment) een rol speelt zijn: niet-lineaire ontwikkelingen bij aantasting van de hubfunctie, de waardering van reistijd(betrouwbaarheid) in het voortransport ten opzichte van de reistijd in de hoofdmodaliteit, de invloed van technologische innovaties, niet-CO<sub>2</sub>-gerelateerde klimaateffecten, de beleving van geluidhinder en gezondheidseffecten van geluid en ultrafijnstof;
- **Onzekerheid over de kosten** (kennisonzekerheid): Bij infrastructurele ramingen (volgens de SSK-systematiek) worden onzekerheidsmarges berekend rond een middenwaarde. Deze marges kunnen worden gebruikt in een gevoeligheidsanalyse;
- **Gedagsreacties van passagiers** (kennisonzekerheid). In modelmatige exercities wordt aangenomen dat passagiers volledig op de hoogte zijn van de verschillende reisalternatieven en de bijbehorende kosten en op basis daarvan een rationele keuze maken. De praktijk wijst echter uit dat gedagsreacties complex zijn en soms anders uitpakken dan op basis van volledige informatie en een rationeel handelingspatroon verwacht mag worden;
- **Toekomstige luchthavencapaciteit** (beleidsonzekerheid): De luchthavencapaciteit in Nederland wordt niet beperkt door fysieke factoren (baan- of terminalcapaciteit), maar door milieu-factoren (geluid). In de toekomst kan de luchtvaart extra capaciteit verdienen door de geluidsproductie en uitstoot te beperken (Ministerie van IenW, 2020). De toekomstige luchthavencapaciteit hangt derhalve af van technologische ontwikkelingen en de snelheid waarmee vliegtuigen worden vervangen door schonere en stillere types. Het is daarom zinvol hiermee te variëren in gevoeligheidsanalyses;
- **Internationale en nationale beleidsonzekerheden** (beleidsonzekerheid): Voor de luchtvaart vormen onzekerheden rond internationale klimaatafspraken en de rol die Nederland daarin speelt/wil spelen een belangrijke beleidsonzekerheid, of mogelijk toekomstige woningbouwlocaties rond luchthavens en vliegroutes.

**Aanbevelingen:**

- Gebruik gevoeligheidsanalyses om de grootste kennis-, beleids- en maatregelspecifieke onzekerheden in beeld te brengen. Maak gebruik van actuele internationale wetenschappelijke literatuur om de bandbreedte van de kennisonzekerheden in beeld te brengen. Meer specifiek bevelen we de volgende gevoeligheidsanalyses aan:
  - **Technologische innovaties en luchthavencapaciteit:** Wanneer onzekerheden over toekomstige technologische innovaties en ontwikkelingen in luchthavencapaciteit een grote invloed hebben op de uitkomsten van een MKBA (bijvoorbeeld door effecten op de luchthavencapaciteit, emissies of geluidhinder) is het aan te bevelen hierop gevoeligheidsanalyses uit te voeren (zie ook paragraaf 3.3.3);
  - **Tijdwaarderingen:** Zolang de reistijdwaarderingen voor luchtreizigers niet zijn gedifferentieerd naar voortransport- en hoofdmodaliteit wordt aanbevolen een gevoeligheidsanalyse uit te voeren met de tijdwaardering van de hoofdmodaliteit (waardering tijdens de vlucht) voor de gehele keten (zie ook paragraaf 4.1);
  - **Betrouwbaarheid van indirecte vluchten:** Indien er tussen nul- en projectalternatief een verschuiving van directe naar indirecte vluchten is (of andersom), kan een gevoeligheidsanalyse worden gedaan voor een effect op betrouwbaarheid (kans op het missen van een aansluitende vlucht en de mogelijke kosten daarvan) (zie ook paragraaf 4.1);
  - **Luchthavenspecifieke keuzefactoren:** Het effect van parkeerkosten, de verblijfskwaliteit en processing- en looptijden op de luchthavenkeuze wordt momenteel nog niet integraal meegenomen in keuzemodellen. Aanbevolen wordt om hiervoor een gevoeligheidsanalyse op te nemen, waarbij de kosten integraal worden ingeschat (zie ook paragraaf 4.1);
  - **Klimaat effecten:** Vanwege de vele onzekerheden ten aanzien van de niet-CO<sub>2</sub>-effecten en het niet-lineaire verband tussen CO<sub>2</sub>- en niet-CO<sub>2</sub>-effecten, worden gevoeligheidsanalyses aanbevolen met opslagfactoren van 1 en 4. Bij grote klimaat effecten wordt tevens een gevoeligheidsanalyse aanbevolen met de efficiënte prijzen behorend bij de 2-graden onzekerheidsverkenning (zie ook paragraaf 4.3).
  - **Geluidhinder:** Hinder is subjectief en de beleving van geluid verschilt per persoon en situatie. Zowel naar aanleiding van de aanbeveling van de WHO, als de ervaringen van de GGD's in de regio's rond de Nederlandse luchthavens, is het zinvol om de input uit de periodieke geluidsmetingen van de GGD's te benutten in een gevoeligheidsanalyse wanneer sprake is van grote geluidseffecten (zie ook paragraaf 4.4).
  - **Discontovoet:** Gevoeligheidsanalyses op de discontovoet zijn verplicht (Financiën, 2020). Voer gevoeligheidsanalyses uit met 0,4 procent hogere discontovoeten in een hoog groeiscenario en met 0,4 procent lagere discontovoeten in een laag groeiscenario (zie ook paragraaf 5.3).

## 5.3 Discontering

**Discontovoet**

Kosten en baten op verschillende momenten in de tijd zijn niet zonder meer vergelijkbaar. Een euro in de toekomst is niet alleen minder waard door inflatie, maar ook omdat (de meeste) mensen meer waarde hechten aan een euro nu dan aan een euro later. Consumenten hechten daarom ook minder waarde aan kosten of baten die verder in de toekomst liggen. Toekomstige kosten en baten

kunnen vergelijkbaar worden gemaakt door ze terug te rekenen naar één jaartal, met andere woorden, door ze contant te maken op basis van een discontovoet. In welvaartsanalyses waarbij de effecten voor één jaar worden bepaald is dit niet nodig.

De discontovoet houdt niet alleen rekening met de ‘tijdvoorkeur’ van consumenten, maar ook met macro-economische risico’s: “...naarmate het bedrag dat iemand over een jaar krijgt minder zeker is, zal hij vanwege zijn risicoafkeer een hogere discontovoet willen hebben om te compenseren voor het risico. Deze opslag op de discontovoet wordt de risicopremie genoemd. De (reële) discontovoet bestaat daarmee uit de (reële) risicovrije discontovoet en de risicopremie.” (Romijn en Renes, 2013).

De risicopremie weerspiegelt alleen macro-economische risico’s: risico’s die voortkomen uit risico’s met betrekking tot de invloed van de groei van het bbp op de kosten en baten van het project. Andere risico’s komen niet tot uitdrukking in de risicopremie en moeten in MKBA’s afzonderlijk worden geadresseerd. De risicopremie in de standaard discontovoet gaat uit van de macro-economische risico’s van een gemiddeld project. Als de macro-economische risico’s anders zijn is een andere, meestal hogere risicopremie en discontovoet nodig (Werkgroep Discontovoet, 2020).

De voorgeschreven discontovoeten voor MKBA’s worden periodiek geactualiseerd. In 2020 heeft het kabinet nieuwe discontovoeten vastgesteld (zie onderstaande tabel). Deze gelden vanaf 1 januari 2021 (Financiën, 2020). Deze discontovoeten zijn gebaseerd op een advies van de Werkgroep Discontovoet (2020). De werkgroep adviseert een risico-gewogen standaarddiscontovoet van 2¼ procent (gecorrigeerd voor inflatie), opgebouwd uit een risicovrij deel (ofwel: de risicovrije discontovoet) van -1 procent en een risicopremie van 3¼ procent. Hierbij gelden twee uitzonderingen:

1. “... kosten waarvan de hoogte (grotendeels) onafhankelijk is van het gebruik (ofwel: vaste kosten) en waarbij bovendien de gedane investering in de praktijk (vrijwel) geen alternatieve aanwendingsmogelijkheden kent (ofwel: verzonken kosten). Voor deze kosten geldt een discontovoet van 1,6 procent.” “Investerings in publieke fysieke infrastructuur gaan vaak, maar niet altijd, gepaard met vaste, verzonken kosten. Voorbeelden zijn de aanleg van wegen, vaarwegen, dijken, spoorinfrastructuur, havens en sluisen, en de transport- en distributie-infrastructuur voor energie.”;
2. “... baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik en waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie. Voor deze baten geldt een discontovoet van 2,9 procent.” “Het belangrijkste voorbeeld van baten die niet-lineair afhangen van de stand van de economie zijn de reistijd-baten en transport-tijd-baten (goederenvervoer) die ontstaan als een capaciteitsknelpunt wordt opgelost.” (Werkgroep Discontovoet, 2020).

**Tabel 5.1** Discontovoeten verschillen voor verschillende typen kosten en baten

	Hoogte discontovoet	Toelichting
Standaarddiscontovoet	2¼ procent	Geldt voor alle typen beleidswijzigingen en voor alle typen kosten en baten, behoudens de twee uitzonderingen hieronder.
Discontovoet voor vaste, verzonken kosten	1,6 procent	Geldt alleen voor kosten die (grotendeels) onafhankelijk zijn van het gebruik én een verzonken karakter hebben.
Discontovoet voor sterk niet-lineair verlopende baten	2,9 procent	Geldt alleen voor baten die in sterke mate niet-lineair verlopen met het gebruik én waarbij bovendien het gebruik afhangt van de stand van de economie.

Bron: Werkgroep Discontovoet (2020).



Voor luchtvaartspecifieke MKBA's betekent dit dat:

- **Investeringskosten** van start- en landingsbanen, nieuwe terminals en andere vaste infrastructuur verdisconteerd moeten worden met een discontovoet van 1,6 procent per jaar;
- **Reistijdbaten** verdisconteerd moeten worden met een discontovoet van 2,9 procent per jaar. De reistijdbaten van luchtvaart hangen vaak samen met een capaciteitsbeperking, zoals hierboven beschreven. Dat leidt tot baten die meer dan evenredig stijgen met de (gefaciliteerde) vraag. Een andere niet-lineariteit in de luchtvaart zijn baten van een groter netwerk: ook deze nemen meer dan evenredig toe met het aantal vluchten. In specifieke gevallen kan er sprake zijn van lineaire baten en (daardoor) een lagere discontovoet van  $2\frac{1}{4}$  procent; dit moet dan echter in de MKBA worden beargumenteerd;
- **Overige kosten en baten** verdisconteerd moeten worden met een discontovoet van  $2\frac{1}{4}$  procent per jaar.

De discontovoet heeft een grote invloed op baten en kosten die op lange termijn optreden. Bijvoorbeeld een reistijdmaat van honderd miljoen euro in 2070 heeft bij een discontovoet van 2,9 procent een contante waarde in 2020 van  $100 / ((1+0,029)^{50}) = 24$  miljoen euro, minder dan een kwart van het niet-verdisconteerde bedrag van 100 miljoen euro.

#### Verplichte gevoeligheidsanalyses met de discontovoet

Gevoeligheidsanalyses op de discontovoet zijn verplicht (Financiën, 2020). In een langetermijnsce­nario met hoge economische groei gaat het om een verhoging van de gehanteerde discontovoet(en) met 0,4 procent, in een langetermijnsce­nario met lage economische groei juist om een verlaging met 0,4 procent.

#### Disconteren van stijgende baten

De baten van luchtvaartmaatregelen nemen veelal toe in de tijd. Enerzijds door een toenemende vraag naar luchtvaart. Anderzijds doordat de reistijdwaardering trendmatig toeneemt. Samen kunnen deze factoren leiden tot een stijging van de baten met meerdere procenten per jaar.

Als de groei van de baten hoger is dan de discontovoet, worden de toekomstige baten uiteindelijk oneindig groot. Dit impliceert dat het zou gaan om een zeer goede investering, waarvan de grootste baten in de (verre) toekomst liggen. In een dergelijke situatie is het verstandig om na te gaan of dit reëel is. Voor zo'n plausibiliteitstoets kunnen de volgende vragen als basis dienen:

- Hoe plausibel het is dat de veronderstelde sterke stijging van de baten zich vele tientallen jaren zal voortzetten? Is dit het gevolg van extrapolatie van verwachtingen op minder lange termijn? Hoe valt de MKBA uit bij andere veronderstellingen?
- Is 'nu' het beste moment om te investeren? De meeste baten treden pas later op. Wat zijn de netto baten van uitstel met zeg tien jaar?

#### Aanbevelingen:

- Disconteer (tot de volgende update van de discontovoeten) reistijdbaten in beginsel met 2,9 procent (tenzij kan worden aangetoond dat het om lineaire baten gaat, dan 2,25%), investeringskosten in infrastructuur met 1,6 procent en alle andere kosten en baten met 2,25 procent.
- Voer gevoeligheidsanalyses uit met 0,4 procent hogere discontovoeten in een hoog groeiscenario en met 0,4 procent lagere discontovoeten in een laag groeiscenario.
- Als de groei van de baten van een investering hoger is dan de discontovoet, onderzoek dan de veronderstellingen achter de MKBA.



## Literatuur

- Aalbers, R., Renes, G., & Romijn, G. (2016). WLO-klimaatscenario's en de waardering van CO<sub>2</sub>-uitstoot in MKBA's. Den Haag: Centraal Planbureau.
- ACI Europe (2018) Addressing the future of aviation noise. Brussels: Airports Council International.
- Adler, T., Falzarano, C. S., & Spitz, G. (2005). Modeling service trade-offs in air itinerary choices. *Transportation Research Record*, 1915(1), 20-26.
- Adviescollege Stikstofproblematiek. 15 januari 2020. Advies luchtvaartsector – Advies van het Adviescollege Stikstofproblematiek.
- Ahlfeldt, G. M., & Pietrostefani, E. (2019). The economic effects of density: A synthesis. *Journal of Urban Economics*, 111, 93-107.
- 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.
- Arcadis en CE Delft (2018). Werkwijzer natuur. Amersfoort: Arcadis.
- Aviation Round Table (2020). Report on the Recovery of European Aviation. November 2020.
- Bel, G., & Fageda, X. (2008). Getting there fast: globalization, intercontinental flights and location of headquarters. *Journal of Economic Geography*, 8(4), 471-495.
- Bergh, Van den, J.C.J.M., Botzen, W.J.W. (2015). Monetary valuation of the social cost of CO<sub>2</sub> emissions: A critical survey. *Ecological Economics*, Volume 114, Juni 2015, p. 33-46
- Bilotkach, V. (2015). Are airports engines of economic development? A dynamic panel data approach. *Urban Studies*, 52(9), 1577-1593.
- Blonigen, B. A., & Cristea, A. D. (2015). Air service and urban growth: Evidence from a quasi-natural policy experiment. *Journal of Urban Economics*, 86, 128-146.
- Boelman, A., Mulder, N., Bovens, J., Koopmans, C., Van der Heiden, N. (2012). Werkinstructie 'van GREX naar MKBA'. Rotterdam: Fakton.

- Brueckner, J. K. (2003). Airline traffic and urban economic development. *Urban Studies*, 40(8), 1455-1469.
- Bruyn, S. de, M. Blom, E. Schep, G. Warringa (2017). *Werkwijzer voor MKBAs op het gebied van milieu*, Delft: CE Delft
- Burghouwt G., T. Boonekamp, P. Suau-Sanchez, N. Volta, R. Pagliari, K. Mason (2017). *The impact of airport capacity constraints on air fares*. Amsterdam: SEO/Cranfield.
- CE Delft (2017a). *Handboek Milieuprijzen*. Delft : CE Delft.
- CE Delft (2017b). *Werkwijzer voor MKBA's op het gebied van Milieu*. Delft: CE Delft.
- CPB (2011). *BTW in kosten-batenanalyses*.
- CPB (2015). *Btw en de reistijdwaardering van zakelijke reizen en goederenvervoer in maatschappelijke kosten-batenanalyse*.
- CPB en PBL (2015). *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving – Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's*. Den Haag, 2015.
- CPB en PBL (2016). *Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Mobiliteit - Luchtvaart. Achtergronddocument*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau.
- Decisio (2011). *Een verkenning naar indirecte effecten in Maatschappelijke Kosten-batenanalyses*, Amsterdam: Decisio.
- EEA (2017). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*.
- Elhorst, J.P., Heyma, A., Koopmans, C.C. & Oosterhaven, J. (2004). *Indirecte effecten infrastructuurprojecten: aanvulling op de Leidraad OEI, Rapport 761a*, SEO: Amsterdam.
- Environmental Noise Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise - Declaration by the Commission in the Conciliation Committee on the Directive relating to the assessment and management of environmental noise.
- Eurocontrol (2018). *Challenges of Growth. Annex 2 Adapting to Changing Climate*.
- Europese Commissie (2018). *A Clean Planet for all - A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. In-Depth Analysis in Support of the Commission Communication COM(2018) 773*. Brussel, België.
- Europese Commissie (2019). *The European Green Deal*.

- Europese Commissie (2020a). Updated analysis of the non-CO2 climate impacts of aviation and potential policy measures pursuant to EU Emissions Trading System Directive Article 30(4). SWD/2020/277 final. Brussel: 23 november 2020.
- Europese Commissie (2020b). Een ambitieuzere klimaatdoelstelling voor Europa voor 2030: investeren in een klimaatneutrale toekomst voor ons allemaal. COM(2020)562 final. Brussel: 17 September 2020.
- Fahey, D., Baughcum, S., Gupta, M., Lee, D., Sausen, R., Van Velthoven, P. (2013). Aviation and climate: state of science. Chapter in ICAO Environmental Report 2013.
- Fosgerau, M., Hjorth, K., & Lyk-Jensen, S. V. (2010). Between-mode-differences in the value of travel time: Self-selection or strategic behaviour?. *Transportation research part D: transport and environment*, 15(7), 370-381.
- Frontier (2014). Impact of airport expansion options on competition and choice. A report prepared for Heathrow Airport.
- Fujita, M., & Thisse, J.F. (2002). *Economics of Agglomeration: Cities, Industrial Location, and Regional Growth*, Cambridge University Press.
- Gelauff, G., Lanser, D., Van der Horst, A., Elbourne, A. (2014). *Roads to recovery*. Den Haag: Centraal Planbureau.
- Geurs, K.T. (2006). De optiewaarde van het spoor, De waardering van de aanwezigheid en het gebruik van regionale spoorlijnen. Onderzoeksmethode en case studies. MNP Rapport 500021002/2006. Bilthoven: Milieu en Natuur Planbureau.
- Gössling, S., Scott, D., & Hall, C. M. (2020). Pandemics, tourism and global change: a rapid assessment of COVID-19. *Journal of Sustainable Tourism*, 1-20.
- Graham, D. J. (2007). Agglomeration, productivity and transport investment. *Journal of transport economics and policy (JTPE)*, 41(3), 317-343.
- Graham, D. J., & Gibbons, S. (2019). Quantifying Wider Economic Impacts of agglomeration for transport appraisal: Existing evidence and future directions. *Economics of Transportation*, 19, 100121.
- Graham, D.J. (2007). Agglomeration, productivity and transport investment. *Journal of transport economics and policy (JTPE)*, 41(3), 317-343.
- Grebe, S., L. Eggers, G. van Eck (2020). *AEOLUS Documentatie 1.0*. Den Haag: Significance.
- Grewe, V., Matthes, S., Dahmann, K. (2019). The contribution of aviation NOx emissions to climate change: are we ignoring methodological flaws. *Environmental Research Letters* 14.

- Groot, H. de, G. Marlet, C. Teulings, W. Vermeulen (2010). *Stad en land*. Den Haag: Centraal Planbureau.
- Gudmundsson, S. V., Cattaneo, M., & Redondi, R. (2020). Forecasting recovery time in air transport markets in the presence of large economic shocks: COVID-19. *Available at SSRN 3623040*.
- Hess, S., & Polak, J. W. (2005). Mixed logit modelling of airport choice in multi-airport regions. *Journal of Air Transport Management*, 11(2), 59-68.
- Hess, S., Adler, T., & Polak, J. W. (2007). Modelling airport and airline choice behaviour with the use of stated preference survey data. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(3), 221-233.
- Hess, S. (2010). Evidence of passenger preferences for specific types of airports. *Journal of Air Transport Management*, 16(4), 191-195.
- ICAO (2018). *Climate Adaptation Synthesis*.
- ICAO (2019). Resolutions adopted by the Assembly. 40<sup>th</sup> session, Montreal, 24 September – 4 Oktober. Oktober 2019.
- ICCT (2020). CO<sub>2</sub> emissions from commercial aviation: 2013, 2018, and 2019. October 2020.
- IMF (2019a). *Fiscal policies for Paris climate strategies from principle to practice*. Washington, DC: International Monetary Fund.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- IPCC (2018). Special Report Global Warming of 1,5 °C. Summary for Policy Makers. Intergovernmental panel on climate change: 6 oktober 2018.
- Ito, H., & Lee, D. (2005). Assessing the impact of the September 11 terrorist attacks on US airline demand. *Journal of Economics and Business*, 57(1), 75-95.
- Ishii, J., Jun, S., & Van Dender, K. (2009). Air travel choices in multi-airport markets. *Journal of Urban Economics*, 65(2), 216-227.
- Johansson, P. O., & de Rus, G. (2019). On the Treatment of Foreigners and Foreign-owned Firms in the Cost-benefit Analysis of Transport Projects. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 53(3), 275-287.
- Jonkeren, O., M. van der Horst, P. Wortelboer (2020). *Kostenkengetallen voor het goederenvervoer*. Den Haag/Zoetermeer: KiM/Panteia.

- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2013). De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden. Den Haag: KiM.
- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2018) Uitwerkingen Werkwijzer MKBA bij MIRT-verkenningen voor speciale rijks- en zee- en luchthavenprojecten
- Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2020). Nieuwe inzichten mobiliteit en de coronacrisis. Vervolgmeting effecten van de coronacrisis op mobiliteitsgedrag en mobiliteitsbeleving. Juli 2020.
- Koopmans, C., A. Heyma, B. Hof, M. Imandt, L. Kok, M. Pomp (2016a). Werkwijzer voor kostenbatenanalyse in het sociale domein. Hoofdrapport, rapport 2016-11, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Koopmans, C., A. Heyma, B. Hof, M. Imandt, L. Kok, M. Pomp (2016b). Werkwijzer voor kostenbatenanalyse in het sociale domein. Literatuur en bijlagen, rapport 2016-11, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Koopmans, C., Lieshout, R. (2016). Airline cost changes: to what extent are they passed through to the passenger? *Journal of Air Transport Management*. Vol. 53, p. 1-11.
- Koster, P., Kroes, E., & Verhoef, E. (2011). Travel time variability and airport accessibility. *Transportation Research Part B: Methodological*, 45(10), 1545-1559.
- Kroes, E., Koster, P., Peer, S. (2018), A practical method to estimate the benefits of improved road network reliability: an application to departing air passengers
- Landau, S., Weisbrod, G., Gosling, G., Williges, C., Pumphrey, M., & Fowler, M. (2015). *Passenger Value of Time, Benefit-Cost Analysis, and Airport Capital Investment Decisions. Volume 1: Guidebook for Valuing User Time Savings in Airport Capital Investment Decision Analysis* (No. ACRP 03-19).
- Landau, S., Gosling, G., Small, Adler, N. (2015), Measuring air carrier passengers values of time by 1 trip component.
- Lee, D., Fahey, D., Forster, P., Newton, P., Wit, R., Lim, L., Owen, B., Sausen, R. (2009). Aviation and global climate change in the 21st century. *Atmospheric Environment*, 43, p. 3520-3537.
- Lee, D.S., Fahey, D.W., Skowron, A., Allen, M.R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S.J., Freeman, S., Forster, P.M., Fuglestvedt, J., Gettelman, A., De Léon, R.R., Lim, L.L., Lund, M.T., Millar, R.J., Owen, B., Penner, J.E., Pitari, G., Prather, M.J., Sausen, R., Wilcox, L.J. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment* 244, 117834.
- Lee, D., Pitari, G., Grewe, V., Gierens, K., Penner, J., Petzold, A., Prather, M., Schuman, U., Bais, A., Berntsen, T., Iachetti, D., Lim, L., Sausen, R. (2010). Transport impacts on atmosphere and climate : Aviation. *Atmospheric Environment*, 44 (37), p. 4678 - 4734.

- Lee, D. (2018). The current state of scientific understanding of the non-CO<sub>2</sub> effects of aviation on climate. Commissioned by the UK Department for Transport. December 2018.
- Lieshout, R. (2020). Airneth report 23: Non-CO<sub>2</sub> climate impacts of aviation. 9 Januari 2020.
- Lieshout, R., Boonekamp, T., Kemper, D. (2020). Effecten van COVID-19 op de Nederlandse luchtvaart. Amsterdam: SEO.
- Lieshout, R., Koopmans, C., De Jong, G., Hoefsloot, N., De Pater, M., Wever, E., Ummels, R. (2021). Analyse van luchtvaartspecifieke MKBA's en welvaartsanalyses, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Luchtvaart Nederland (2018). Slim én duurzaam. Actieplan Luchtvaart Nederland: 35% minder CO<sub>2</sub> in 2030.
- LVNL (2019), De vierde baan regel en de Schiphol operatie. Schiphol: LVNL.
- Lynch, J., Cain, M., Pierrehumbert, R., Allen, M. (2020). Demonstrating GWP\*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and long-lived climate pollutants. *Environment Research Letters*, 15 (2020) 044023.
- Melo, P. C., Graham, D. J., & Noland, R. B. (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional science and urban Economics*, 39(3), 332-342.
- Minister van IenW (2019). Kamerstukken II 2018/2019, 31936, nr. 585.
- Ministerie van Financiën (2013). Kabinetsbrief bij de algemene MKBA Leidraad, Den Haag: Ministerie van Financiën (Kamerstukken II, 2013-2014, 33 750 IX, nr. 9).
- Ministerie van Financiën (2020). Kabinetsreactie werkgroep Discontovoet. Den Haag: Ministerie van Financiën.
- Ministerie van IenW (2020). Verantwoord vliegen naar 2050. Luchtvaartnota 2020-2050
- Mouter, N. (2019). The Politics of Cost-Benefit Analysis. In *Oxford Research Encyclopedia of Politics*.
- Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (2018) Integrale Veiligheidsanalyse Schiphol.
- Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum (2019) Herziene ongevalkansen van derde generatie vliegtuigen voor NLR IMU-model (RANI-2018).
- NLR en SEO Economisch Onderzoek (2021). Destination 2050. A route to net zero European aviation. Februari 2021.
- Ommeren C. van, Hoefsloot, N., Pater, M. de, Holleman, M., Knibbe, R. (2015) Economisch belang van de mainport Schiphol, Analyse van directe en indirecte economische relaties. Decisio: Amsterdam.



- Onderzoeksraad voor Veiligheid (2017) Veiligheid vliegverkeer Schiphol.
- Pater, M. de, Vegter, S., Lieshout, R. (2018). Verkennende MKBA beleidsalternatieven Luchtvaart. Amsterdam: Decisio/SEO.
- Pater, M. de, Vegter, S., Van der West, R. (2020). Actualisatie economische betekenis Schiphol. Decisio: Amsterdam.
- Pearce, B. (2012). The state of air transport markets and the airline industry after the great recession. *Journal of Air Transport Management*, 21, 3-9.
- Pels, E., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2003). Access to and competition between airports: a case study for the San Francisco Bay area. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 37(1), 71-83.
- Posner, E. A., & Sunstein, C. R. (2017). Moral commitments in cost-benefit analysis. *Va. L. Rev.*, 103, 1809.
- PWC (2013). Fare differentials. Analysis for the Airports Commission on the impact of capacity constraints on air fares.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2019). Metingen en berekeningen van ultrafijn stof van vliegverkeer rond Schiphol.
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (2019). Onderzoek naar de gezondheidseffecten van kortdurende blootstelling aan ultrafijn stof rond Schiphol.
- Rijkswaterstaat (2018). Werkwijzer MKBA bij MIRT-verkenningen
- Romijn, G. en G. Renes (2013). Algemene leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse, Den Haag: Centraal Planbureau en Planbureau voor de Leefomgeving (Kamerstukken II, 2013-2014, 33 750 IX, nr. 9).
- Rouwendaal, J., & Rietveld, P. (2000). Welvaartsaspecten bij de evaluatie van infrastructuurprojecten. Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur.
- Rijkswaterstaat (2018). Werkwijzer MKBA bij MIRT-verkenningen.
- Scheelhaase (2020). How to regulate aviation's full climate impact as intended by the EU council from 2020 onwards. *Journal of Air Transport Management*, Volume 75, March 2019, 68-74.
- SEO Economisch Onderzoek, Ecorys, Van Zutphen (2018). Werkwijzer voor maatschappelijke kostenbatenanalyse van de digitale overheid. Amsterdam/Rotterdam: SEO Economisch Onderzoek, Ecorys, Van Zutphen.

- Significance en To70 (2019). Actualisatie AEOLUS en geactualiseerde luchtvaartprognoses. Den Haag: Significance.
- Suau-Sanchez, P., Voltes-Dorta, A., & Cugueró-Escofet, N. (2020). An early assessment of the impact of COVID-19 on air transport: Just another crisis or the end of aviation as we know it?. *Journal of Transport Geography*.
- Tam, M. L., Lam, W. H., & Lo, H. P. (2008). Modeling air passenger travel behavior on airport ground access mode choices. *Transportmetrica*, 4(2), 135-153.
- Uitbeijerse, G.C.M., J. Schuur, H.D. Hilbers & G. Geilenkirchen (2019). Parijsakkoord en luchtvaart. Mogelijke gevolgen van het Parijse klimaatakkoord voor de omvang van de luchtvaart via Nederland. Den Haag: PBL.
- Umwelt Bundesamt (2020). Integration of Non-CO<sub>2</sub> Effects of Aviation in the EU ETS and under CORSIA. Final report.
- Van den Bergh, J.C.J.M, Botzen, W.J.W. (2015). Monetary valuation of the social cost of CO<sub>2</sub> emissions: A critical survey. *Ecological Economics* 114 (2015) 33-46.
- Van Velthoven, P. (2019). Impact of non-CO<sub>2</sub> emissions from aviation on climate. Presentation at Airneth seminar Non-CO<sub>2</sub> climate impacts of aviation. 10 december 2019.
- Venables, A.J. (2007). Evaluating urban transport improvements: cost–benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 41(2), 173-188.
- Werkgroep Discontovoet (2020). Rapport. Den Haag: Ministerie van Financiën.
- WMO (2019). *Statement on the State of the Global Climate in 2018*. WMO-no. 1233.
- World Health Organization (2018) Environmental Noise Guidelines for the European Region.
- Wortelboer-Van Donselaar, P. (2020). Klimaateffecten in Luchtvaart MKBA's. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.
- Zijlstra, T. (2020). A border effect in airport choice: Evidence from Western Europe. *Journal of Air Transport Management*, 88, 101874.
- Zhang, F., & Graham, D. J. (2020). Air transport and economic growth: a review of the impact mechanism and causal relationships. *Transport Reviews*, 1-23.
- Zwaneveld, P., Eijgenraam, C., Romijn, G. (2011). De btw in kosten-batenanalyses, CPB Notitie.

## Bijlage A Geconsulteerde experts

Voor het onderzoek is een brede groep van 70 experts geconsulteerd in een zestiental interviews:

Tabel A.1 Geïnterviewde organisaties

#	Type	Organisatie	Aantal personen
1	Rijksoverheid I	Ministerie van I&W	2
2	Rijksoverheid II	Ministeries van I&W en EZ	6
3	Rijksoverheid III	Ministerie van I&W, EZ en BZK	5
4	Rijksoverheid IV	Ministeries van I&W en EZ	3
5	Kennisinstellingen I	PBL	1
		KiM	1
		TU Delft	2
		RIVM	1
6	Adviesbureaus I	CE Delft	2
		Ecorys	3
7	Luchtvaartorganisaties I	ACI Europe	1
		Eurocontrol	6
8	Luchtvaartorganisaties II	IATA	2
9	Sectorpartijen nationaal	Schiphol	1
		KLM	2
		Air Cargo Netherlands	1
10	Regionale luchthavens en overheden	Eindhoven Airport	2
		Rotterdam Airport	2
		Maastricht Airport	2
		Provincie Zuid-Holland	1
		Provincie Limburg	1
11	Adviesbureaus II	Leobus.nl	1
12	Milieu- en gezondheidsorganisaties	Natuur & Milieu	1
		RIVM	5
		GGD	2
		Milieufederatie Noord-Holland	1
		TNO	1
		ABREL	1
13	Toerismeorganisaties	NBTC	1
		Recron	1
		NFIA	1
14	Kennisinstellingen II	DLR / TU Delft	1
		KiM	1
		KNMI	1
		Breda University	1
15	Kennisinstellingen III	Oxford University	1
		Imperial College	1
16	Kennisinstellingen IV / Adviesbureaus III	Vrije Universiteit	1
		Significance	1
<b>Totaal</b>			<b>70</b>

Noot: Om privacyredenen zijn de namen van de geïnterviewde personen niet opgenomen.



## Bijlage B Luchtvaartmodellen en klimaat-effecten

### Luchtvaartmodellen

In luchtvaartspecifieke MKBA's voor de Rijksoverheid wordt veelal het AEOLUS-model gebruikt. Voor welvaartsanalyses wordt doorgaans gebruik gemaakt van het NetCost-model. Beide modellen hebben dezelfde oorsprong en zijn derhalve gebaseerd op dezelfde methodiek. Door de jaren heen hebben de modellen zich wel verschillend ontwikkeld.

Met beide modellen kunnen vraag- en aanbodeffecten worden doorgerekend van veranderingen in reiskosten en capaciteit. Daarbij wordt rekening gehouden met indirecte reisopties en de verschillende voorkeuren van zakelijke en niet-zakelijke passagiers. Tevens kunnen beide modellen rekening houden met capaciteitsrestricties op luchthavens.

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.<sup>61</sup> Ook worden verschillen tussen routes binnen een bepaalde zonecombinatie door de aggregatie niet duidelijk. We bevelen aan om gedetailleerde outputs op zone-niveau te analyseren en hierop een plausibiliteitstoets uit te voeren met model-, luchtvaart- en MKBA-experts.

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).

Wanneer een maatregel kan leiden tot netwerkeffecten, dan is het raadzaam om aanvullende berekeningen te doen om in een aantal iteraties de schaarstewinsten en de ticketprijsontwikkelingen te bepalen. Op basis daarvan kan een inschatting gemaakt worden of volumes nog voldoende zijn om een verbinding in stand te houden.

In tegenstelling tot NetCost neemt AEOLUS ook de trein mee als voortransportmodaliteit. Tevens wordt binnen AEOLUS het aantal starts en landingen over de dag gemodelleerd. Voor Schiphol

---

<sup>61</sup> AEOLUS genereert gemiddelde ticketprijzen voor alle geaggregeerde zonecombinaties. Deze ticketprijzen worden geschat op basis van verwachte ontwikkelingen in brandstofkosten, arbeidskosten, kapitaalkosten, luchthavenheffingen, CO<sub>2</sub>-heffing en de mate van concurrentie. Deze ontwikkelingen zijn gebaseerd op de WLO-scenario's. Daarmee zijn ticketprijzen tot 2030 bepaald, uitgaande van voldoende luchthavencapaciteit. De prijzen verschillen tussen de hoge en lage groeiscenario's, omdat kostencomponenten, heffingen en mate van concurrentie zich verschillend ontwikkelen bij een hoge en lage groei. Ook verschillen de ticketprijzen tussen de hoge en lage groeiscenario's door een andere samenstelling van het verkeer. De netwerken in het AEOLUS model, zijn statisch. De berekende effecten zijn daardoor onvolledig: het aanbod van bestemmingen verandert niet in AEOLUS, alleen het aantal vluchten per bestemming als gevolg van veranderingen in de vraag.

worden ook de verdelingen over de primaire en secundaire banen, het gebruik van de vierde-baan regel, de geluidsemissies en het aantal woningen binnen de 58 dB(A)  $L_{den}$ -contour berekend. Tevens worden het brandstofverbruik, de LTO-emissies en de CO<sub>2</sub>-emissies bepaald (Grebe et al., 2020). In NetCost is daar een aparte module voor nodig.

Voor het modelleren van vraag- en aanbodeffecten in de luchtvracht is het NetCargo model ontwikkeld. Het model houdt rekening met het grotere verzorgingsgebied voor luchtvracht. In het model worden verschillende productgroepen onderscheiden, zodat verschillen in prijsgevoeligheid expliciet meegenomen kunnen worden.

## Klimaat effecten

### Nationaal en internationaal klimaatbeleid

#### Mondiaal

Het Klimaatakkoord van Parijs uit 2015 streeft ernaar om de mondiale temperatuurstijging deze eeuw te beperken tot 2 graden (ten opzichte van het pre-industriële niveau) en bij voorkeur tot 1,5 graden. Een 2-gradendoelstelling komt overeen met een reductie van broeikasgassen van 80 tot 95 procent in 2050 (ten opzichte van 1990). Voor de 1,5-gradendoelstelling is het nodig dat er in 2050 geen netto CO<sub>2</sub>-emissies plaatsvinden en de niet-CO<sub>2</sub> emissies ook significant dalen (IPCC, 2018).

De EU heeft zich samen met de lidstaten gecommitteerd aan het Parijse Klimaatakkoord. De EU is zelf verantwoordelijk om een ‘nationale’ bijdrage (NDC) te formuleren en te verdelen over de lidstaten en sectoren. Nederland heeft zich met de Klimaatwet gecommitteerd aan CO<sub>2</sub>-reducties van respectievelijk 49 en 95 procent in 2030 en 2050 (ten opzichte van 1990). In het Klimaatakkoord heeft het kabinet samen met organisaties en bedrijven een pakket maatregelen afgesproken om het doel in 2030 te bereiken.

Alle sectoren vallen onder de doelstellingen van het Parijse Klimaatakkoord. Het terugdringen van de emissies van internationaal lucht- en maritiem transport wordt echter in de uitwerking overgelaten aan de verantwoordelijke organisaties van de VN. Voor luchtvaart is dat de International Civil Aviation Organization (ICAO). Internationaal transport, en daarmee de luchtvaart, valt niet onder de Klimaatwet of het Klimaatakkoord. Alleen de emissies van binnenlandse vluchten en grondgebonden activiteiten worden erdoor gedekt.

ICAO streeft naar een jaarlijkse efficiencyverbetering van 2 procent per jaar en CO<sub>2</sub>-neutrale groei vanaf 2020. Binnen de organisatie wordt onderzoek gedaan naar een ambitieuzer doel voor de lange termijn. De resultaten worden gepresenteerd tijdens het volgende ICAO General Assembly in 2022 (ICAO, 2019). De CO<sub>2</sub>-neutrale groei moet worden gerealiseerd met CORSIA. CORSIA is het mondiale offsetting systeem voor de luchtvaart en heeft als doel om de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de luchtvaart te stabiliseren op het niveau van 2019. Het meerdere moet worden gecompenseerd door de aankoop van carbon credits welke worden gegenereerd door emissiereductieprojecten in andere sectoren. De markt voor carbon credits is mondiaal. De credits vertegenwoordigen emissiereducties gegenereerd door klimaatprojecten wereldwijd.<sup>62</sup>

<sup>62</sup> Er bestaat discussie over de kwaliteit van de offsets.

## Europees

De CO<sub>2</sub>-emissies van vluchten binnen de Europese Economische Ruimte (EER) vallen sinds 2012 onder het Europese emissiehandelssysteem ETS. Luchtvaartmaatschappijen dienen emissierechten te overleggen voor de emissies die zij veroorzaken op vluchten binnen de EER. Het aantal beschikbare rechten staat vast (cap) en neemt jaarlijks af. Rechten kunnen verhandeld worden met andere bedrijven die ook onder het handelssysteem vallen (trade). Binnen ETS zijn dat naast de luchtvaart ook de energiesector en de industrie.

Wanneer de luchtvaart binnen de EER groeit en het meer rechten nodig heeft, stijgt de prijs van de rechten. Dat biedt een prikkel om te verduurzamen, zowel binnen de sector als in andere sectoren. Omdat andere sectoren eenvoudiger (tegen lagere kosten) hun uitstoot kunnen reduceren, zullen investeringen als eerste in die sectoren plaatsvinden. De luchtvaartsector koopt de rechten op die de betreffende sectoren overhouden als gevolg van hun investeringen. Zo draagt de luchtvaartsector op een kosteneffectieve wijze bij aan emissiereductie in andere sectoren.

Vliegtuigbewegingen die onder het EU-ETS programma vallen, leiden netto niet tot extra CO<sub>2</sub>-uitstoot, aangezien het uitstootplafond van EU-ETS vastligt: voor iedere ton die de luchtvaart uitstoot, moeten andere sectoren die onder EU-ETS vallen een evenredige reductie van CO<sub>2</sub>-uitstoot realiseren. Door het kopen van emissierechten draagt de luchtvaart bij aan de verduurzaming van andere sectoren (energie en industrie). De stijgende prijs van emissierechten, zal uiteindelijk ook doorwerken in de kosten van vervoer door de lucht (binnen de EER).

### De Europese Green Deal

Eind 2019 heeft de Europese Commissie (2019) de Green Deal gepresenteerd. De Europese Commissie (2020b) heeft voorgesteld om de broeikasgasemissies in 2030 met ten minste 55 procent te reduceren (ten opzichte van 1990) en in 2050 netto geen broeikasgasemissies meer uit te stoten. Dat komt overeen met de 1,5-gradendoelstelling.

De Europese Commissie (2020b) en de IPCC (2018) gaan er overigens vanuit dat er in 2050 nog steeds broeikasgassen worden uitgestoten. De Green Deal gaat er bijvoorbeeld van uit dat de emissies in de transportsector met 90 procent zijn afgenomen in 2050. Om toch het doel van geen netto broeikasgasemissies te bereiken is het nodig om de resterende emissies te compenseren met negatieve emissies door broeikasgassen uit de lucht te halen. Dat kan op een natuurlijke manier, door het planten van bomen, of op een chemische manier.

Het is mogelijk dat het aantal beschikbare ETS-rechten op de nieuwe doelen wordt afgestemd. Daarnaast gaat de Commissie voorstellen om: (1) het aantal gratis ETS-rechten voor de luchtvaart terug te brengen en (2) de maritieme sector onder te brengen in ETS. Mogelijk wordt ETS ook uitgebreid naar wegtransport en de bouwsector. Tevens werkt de EU met partners aan een wereldwijde markt voor CO<sub>2</sub>.

Om de doelen te bereiken wil de Commissie ook meer gaan investeren in nieuwe technologieën en brandstoffen. De Commissie overweegt wetgeving om de productie en het gebruik van duurzame brandstoffen te stimuleren voor de verschillende modaliteiten.

De Europese luchtvaartsector heeft zich gecommitteerd aan netto nul CO<sub>2</sub>-emissies in 2050 (Aviation Round Table, 2020) en heeft een plan gepresenteerd om dat te bereiken (NLR en SEO Economisch Onderzoek, 2021).

### **Nationaal**

In het Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart hebben sectorpartijen, kennisinstellingen en brancheorganisaties zich gecommitteerd aan een inspanningsverplichting om de ICAO-doelstellingen te realiseren. Voor de internationale luchtvaart betekent dat CO<sub>2</sub>-neutrale groei vanaf 2020 en 50 procent CO<sub>2</sub>-emissiereductie in 2050 (ten opzichte van 2005). Daarnaast committeren de partijen zich aan het Actieplan Slim en Duurzaam (Luchtvaart Nederland, 2018) waarin wordt gestreefd naar het reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies naar het 2005-niveau in 2030. Voor de binnenlandse luchtvaart en grondgebonden emissies hebben de partijen zich gecommitteerd aan de ambitie om de CO<sub>2</sub>-emissies in 2050 en 2030 te reduceren tot netto nul. De partijen delen de wens om uiteindelijk uit te komen op netto nul emissies voor de hele luchtvaart, waarbij 2070 als zichtjaar wordt genoemd.

In de Luchtvaartnota (Ministerie van IenW, 2020) heeft het kabinet het Akkoord Duurzame Luchtvaart vastgesteld en de CO<sub>2</sub> reductiedoelen voor 2030, 2050 en 2070 overgenomen. Zodra ICAO voor 2050 een ambitieuzer doel vaststelt, dan neemt het kabinet dat doel over voor de internationale luchtvaart vanuit Nederland. Daarnaast zet het kabinet zich in voor een Europese bijmengverplichting van duurzame brandstof. Als dat niet (tijdig) wordt bereikt voert Nederland een nationale bijmengverplichting in per 2023. Tevens wordt onderzocht of grenswaarden voor de uitstoot van CO<sub>2</sub> kunnen worden opgenomen in luchthaven(verkeers)besluiten en wat de grondslagen van zo'n emissieplafond kunnen zijn.

### **Klimaatbeleid binnen de WLO-scenario's**

CPB en PBL (2015) hebben op basis van trends en onzekerheden twee consistente toekomstscenario's voor de leefomgeving opgesteld. Deze Welvaart en Leefomgeving (WLO-)scenario's zijn de basis voor beleidsbeslissingen op het gebied van de fysieke leefomgeving in Nederland. De belangrijkste verschillen tussen de twee scenario's betreffen de aannames over de demografische ontwikkeling en de economische groei. Het hoge scenario combineert een relatief hoge bevolkingsgroei met een hoge economische groei van ongeveer 2 procent per jaar. Het lage scenario gaat uit van een beperkte demografische ontwikkeling en een gematigde economische groei van 1 procent per jaar.

De WLO-scenario's zijn zoveel mogelijk beleidsarm ingevuld. Mondiale ontwikkelingen die aan de Nederlandse economie raken, maken onderdeel uit van het de scenario's. Dat geldt ook voor het klimaatbeleid. In de WLO-scenario's zijn voor Europa geldende uitstootbudgetten vastgesteld in lijn met de wereldwijd geldende budgetten. Hiervoor zullen de emissies moeten dalen.

In het hoge scenario wordt voor de periode na 2030 aangenomen dat alle CO<sub>2</sub>-emissies wereldwijd onder een mondiaal handelssysteem of gelijksoortig prijsmechanisme vallen. Daarmee worden de gedane en voorwaardelijke toezeggingen waargemaakt, waardoor de emissies in de EU (en in Nederland) in 2050 met 65 procent afnemen (ten opzichte van 1990). De mondiale temperatuurstijging blijft daardoor beperkt tot 2,5-3 graden in 2100. In het lage scenario is geen sprake van een



mondiaal klimaatbeleid en worden alleen de reeds gedane toezeggingen waargemaakt. De emissie-reductie in de EU (en in Nederland) blijft daardoor steken op 45 procent in 2050 (ten opzichte van 1990). De temperatuurstijging in 2100 bedraagt daardoor 3,5-4 graden in 2100.

In het kader van het Parijse Klimaatakkoord is een aparte 2-graden onzekerheidsverkenning uitgevoerd op het hoge WLO-scenario. Daarin zijn de economische uitgangspunten gelijk aan die in het hoge scenario, maar wordt er voor klimaatbeleid een grotere mondiale inzet verondersteld. Zo wordt verondersteld dat in 2030 alle CO<sub>2</sub>-emissies wereldwijd onder een emissiehandelssysteem vallen. Daardoor blijft de temperatuurstijging beperkt tot 2 graden conform de doelstelling uit het Parijse Klimaatakkoord. In dat geval is de CO<sub>2</sub>-uitstoot in 2050 met 80 procent afgenomen (ten opzichte van 1990). Om het ambitieuzere klimaatdoel te bereiken zijn meer emissiereductie maatregelen nodig, wat zich vertaalt in een hogere efficiënte prijs. De hogere prijs in de 2-gradenverkenning stimuleert investeringen in nieuwe technologie en duurzame brandstoffen. Tegelijkertijd leidt de hogere CO<sub>2</sub>-prijs tot vraagreductie en mogelijk ook substitutie tussen bestemmingen. Voor de 2-gradenonzekerheidsverkenning bestaat geen apart luchtvaartscenario (zie paragraaf 4.3).

In de WLO-scenario's wordt ervan uitgegaan dat het beleid zo efficiënt mogelijk is. Dat betekent dat de klimaatdoelen in de WLO-scenario's tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten worden gehaald. Het bijbehorende beleid stuwt de prijs naar een niveau dat nodig is om de doelen tegen de laagste maatschappelijke kosten te realiseren: de efficiënte CO<sub>2</sub>-prijs. De efficiënte prijzen voor 2050 zijn bepaald op basis van het reductiedoel in dat jaar binnen de verschillende scenario's. De prijzen voor de eerdere jaren zijn bepaald met de regel van Hotelling welke zegt dat in een optimale situatie de prijs van een niet-hernieuwbare bron gelijk is aan de discontovoet. Terugrekenend vanaf 2050 met een discontovoet van 3,5 procent<sup>63</sup> resulteren dan de prijzen zoals weergegeven in Tabel 4.1.

De efficiënte prijzen zijn alleen gelijk aan de ETS-prijzen wanneer alle CO<sub>2</sub>-emissies onder een mondiaal handelssysteem of gelijksoortig prijsmechanisme vallen. Dat is in het hoge WLO-scenario het geval na 2030 en in het lage scenario vanaf 2050. In de onzekerheidsverkenning is in 2030 de efficiënte prijs al gelijk aan de ETS prijs. Zolang niet alle emissies onder een mondiaal handelssysteem of gelijksoortig prijsmechanisme vallen, ligt de ETS-prijs lager dan de efficiënte prijs. Dat komt doordat de efficiënte prijs ook corrigeert voor aanvullend beleid binnen ETS. Dergelijk aanvullend beleid dient ook te worden afgerekend tegen de efficiënte prijs (Aalbers et al., 2016).

Een MKBA van een klimaatmaatregel laat zien of die maatregel efficiënt bijdraagt aan het halen van de emissiereductie binnen het scenario (Aalbers et al., 2016). Met andere woorden, of de nieuwe maatregel kostenefficiënter is dan de in het scenario impliciet veronderstelde duurste projecten. Het is op basis van de nieuwe WLO-scenario's niet mogelijk om na te gaan of verdere emissiereductie (dan verondersteld in de scenario's) maatschappelijk optimaal is.

Op basis van de WLO-scenario's zijn twee luchtvaartscenario's ontwikkeld met bijbehorende verkeers- en vervoersprognoses voor 2030 en 2050 (CPB en PBL, 2016). In 2019 zijn de scenario's en

---

<sup>63</sup> Dit is de waarde die gemiddeld voor Europa geldt. Die is hoger dan de voorgeschreven discontovoet in Nederland. De reden hiervoor is dat de Nederlandse economie verder is ontwikkeld dan gemiddeld in Europa (Aalbers et al., 2016).

prognoses geactualiseerd (Significance en To70, 2019). De prognoses zijn opgesteld met het AE-OLUS luchtvaartprognosemodel. Met dat model kunnen ook de effecten van investeringen en beleidsmaatregelen op verkeers- en vervoersvolumes en de CO<sub>2</sub> uitstoot worden doorgerekend ten behoeve van MKBA's in de zichtjaren 2030 en 2050.

## Niet-CO<sub>2</sub>-componenten

Deze paragraaf beschrijft de verschillende niet-CO<sub>2</sub>-componenten en gaat in op de belangrijkste onzekerheden.

### Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>)

NO<sub>x</sub> is een combinatie van NO en NO<sub>2</sub>. Dat zijn in zichzelf geen broeikasgassen. NO<sub>x</sub> kan wel als katalysator dienen bij de oxidatie methaan (CH<sub>4</sub>), waarbij ozon (O<sub>3</sub>) en waterdamp (H<sub>2</sub>O) worden gevormd. NO<sub>x</sub> kan derhalve zorgen voor de afbraak van het broeikasgas methaan, maar bij dat proces komen twee andere broeikasgassen vrij. NO<sub>x</sub> kan zodoende tegelijkertijd een (indirect) verkoelend en opwarmend effect hebben. Het opwarmende effect is in absolute zin naar verwachting groter dan het verkoelende effect, zodat het netto effect opwarmend is (Lee et al., 2009).

De uitstoot van NO<sub>x</sub> heeft vooral effect op grote hoogten, in de hogere troposfeer en lagere stratosfeer (tussen 8 tot 12 kilometer). Op die hoogten heeft NO<sub>x</sub> een langere levensduur dan dicht bij de grond (Fahey et al., 2013). Daardoor worden er meer ozon moleculen gevormd (Lee, 2018). Bovendien heeft ozon op grote hoogten ook een groter opwarmend effect. Om deze redenen hebben NO<sub>x</sub> emissies veroorzaakt door de luchtvaart een grotere klimaatimpact dan NO<sub>x</sub> emissies veroorzaakt door sectoren 'op de grond' (Van Velthoven, 2019).

#### *Onzekerheden*

De emissies van NO<sub>x</sub> tijdens de Landing/Take-off (LTO) fase zijn relatief goed gekwantificeerd. NO<sub>x</sub> emissies in de cruise fase worden hiervan afgeleid, maar de relatie tussen NO<sub>x</sub> emissies tijdens de LTO en cruise fase is onbekend voor nieuwe motortechnologie. Het klimaateffect van NO<sub>x</sub> is afhankelijk van achtergrondconcentraties van andere stoffen. Als die achtergrondconcentraties afnemen, neemt ook het opwarmende effect van NO<sub>x</sub> emissies door de luchtvaart af en kan zelfs negatief worden (verkoelend effect). Er is dan ook meer onderzoek nodig naar NO<sub>x</sub> emissies tijdens de cruise fase en de toekomstige impact van NO<sub>x</sub> emissies (Europese Commissie, 2020a).

### Waterdamp (H<sub>2</sub>O)

H<sub>2</sub>O wordt direct uitgestoten door vliegtuigmotoren en indirect gevormd door de oxidatie van methaan (zie hierboven). In de troposfeer heeft H<sub>2</sub>O een korte levensduur van ongeveer een week en verdwijnt het in de vorm van neerslag. In de stratosfeer heeft H<sub>2</sub>O een langere levensduur, omdat het tijd nodig heeft om naar de lagere troposfeer getransporteerd te worden. Het opwarmende effect van H<sub>2</sub>O is daardoor afhankelijk van de hoogte waarop het wordt uitgestoten (Van Velthoven, 2019).

Complicerende factor daarbij is dat de stratosfeer zich niet overal op gelijke hoogte bevindt. Bij de noordpool begint de stratosfeer bijvoorbeeld op 8 kilometer, maar bij de evenaar is dat 16 kilometer. Het opwarmende effect van H<sub>2</sub>O verschilt daarom ook per locatie; dichtbij de noordpool is het effect groter dan dichtbij de evenaar (Van Velthoven, 2019).

### Zwavedioxide (SO<sub>2</sub>)

SO<sub>2</sub> emissies kunnen leiden tot de vorming van zogenaamde zwavel aerosolen (Fahey et al., 2013); kleine zwavelrijke deeltjes die het zonlicht weerkaatsen en zo een verkoelend effect hebben.

#### *Onzekerheden*

De emissies van SO<sub>2</sub> zijn echter niet goed in te schatten door het ontbreken van goede data over de hoeveelheid zwavel (S) in vliegtuigbrandstof (Europese Commissie, 2020a).

### Roet

Roetdeeltjes komen vrij door de onvolledige verbranding van kerosine. Roet heeft zowel een direct als indirect effect op de opwarming van de aarde. Het directe effect bestaat eruit dat roetdeeltjes infraroodstraling kunnen absorberen. Indirect kunnen roetdeeltjes ook bijdragen aan de vorming van contrail cirrus (zie hieronder).

De uitstoot van roet is afhankelijk van de zogenaamde ‘aromatic content’ van vliegtuigbrandstof. Duurzame brandstoffen hebben een lagere aromatic content en stoten daardoor minder roet uit, waardoor de formatie van contrail cirrus op grote hoogte afneemt. Er zijn gegevens beschikbaar over de uitstoot van roet tijdens de Landing/Take-off cycle welke worden deze gebruikt voor het inschatten van de uitstoot tijdens de cruise fase.

#### *Onzekerheden*

Net als bij NO<sub>x</sub> bestaat er onzekerheid over de relatie tussen de uitstoot van roet tijdens de LTO en cruise fase. Onderzoek naar de emissie van roet in de cruise fase heeft nog geen betrouwbare resultaten opgeleverd (Europese Commissie, 2020a).

### Contrail cirrus

Contrail cirrus bestaat uit lineaire contrails en de cirrusachtige wolken die daaruit kunnen ontstaan:

- **Lineaire contrails.** Dit zijn de karakteristieke witte condensatiestrepen die zich onder bepaalde omstandigheden achter vliegtuigen vormen. Dat gebeurt wanneer de warme vochtige lucht uit vliegtuigmotoren op grote hoogte (8-12 kilometer boven de grond) in aanraking komt met koude droge lucht (Grewe et al., 2019). De luchtvochtigheid verschilt per locatie en daarmee ook het risico op condensatiestrepen en hun levensduur. De impact hangt bovendien af van het tijdstip waarop de strepen optreden. Enerzijds reflecteren de strepen infraroodstraling terug naar de aarde, wat een opwarmend effect heeft. Anderzijds reflecteren de condensatiestrepen overdag ook zonlicht, wat een verkoelend effect heeft. Het netto effect is opwarmend (Van Velthoven, 2019).
- **Cirruswolken.** In zeer koude lucht verzadigd met ijs (ice-supersaturated) kunnen condensatiestrepen lang blijven bestaan en transformeren in cirruswolken, ook wel ‘contrail-cirrus’ genoemd. Koude luchtlagen die verzadigd zijn met ijs kunnen zich horizontaal uitstrekken tot 500 kilometer en verticaal over 200 tot 300 meter (Europese Commissie, 2020a). Hoewel dergelijke wolken natuurlijke wolken verminderen, is het netto effect waarschijnlijk opwarmend.

De opwarmende effect van contrail cirrus lijkt toe te schrijven aan een beperkt aantal grote lang aanhoudende contrail cirrus formaties, zogenaamde ‘big hits’. De relatie tussen de uitstoot van roet

en het opwarmende effect van contrail cirrus niet lineair. Een 50 procent daling in het aantal roetdeeltjes zorgt voor een 20 procent daling in het opwarmende effect van contrail cirrus (Europese Commissie, 2020a).

Door het vermijden van ice-supersaturated gebieden kan de formatie van contrail cirrus worden verminderd. Hiervoor is het nodig dat meteorologische modellen ice-supersaturated gebieden beter kunnen inschatten. Dit kan echter leiden tot omvliegen en een toename in de uitstoot van bijvoorbeeld CO<sub>2</sub> (Europese Commissie, 2020a).

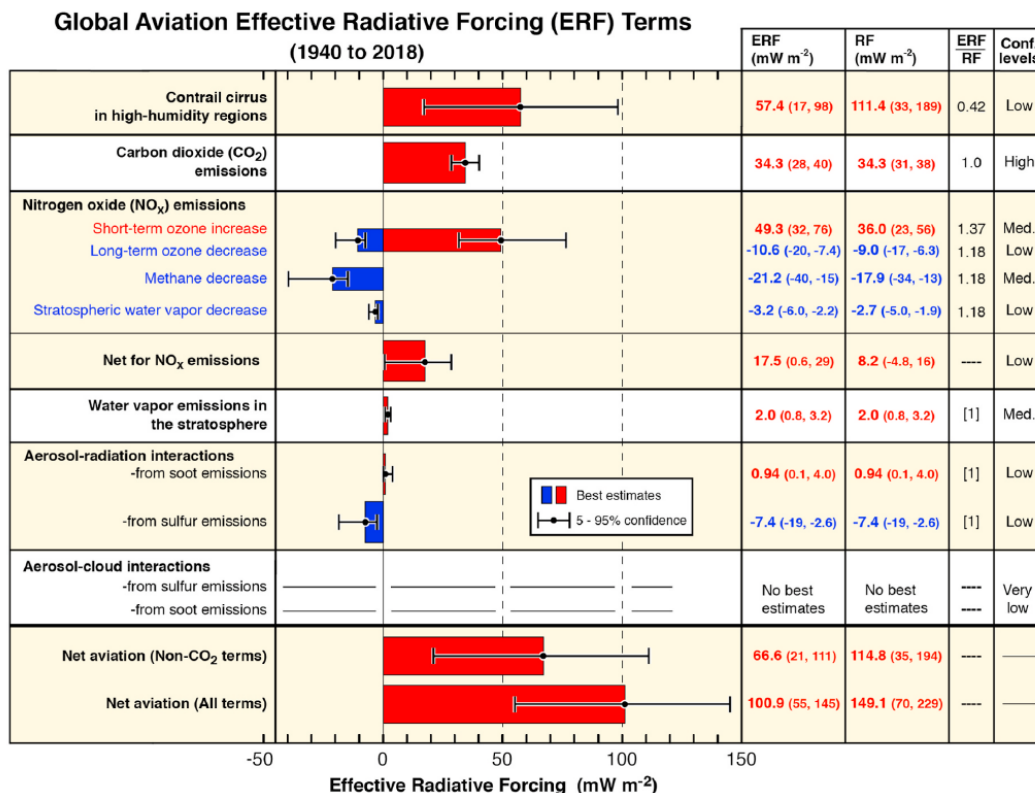
*Onzekerheden*

De modellering van contrail cirrus is sterk verbeterd in de afgelopen jaren, maar onzekerheden blijven groot. Zo blijft de invloed van roet op contrail cirrus onzeker. Een belangrijke onzekerheid is de invloed van contrail cirrus op natuurlijke wolken (Lee et al., 2021).

**Interacties van aerosolen met wolken**

Interacties van aerosolen met wolken door roet en sulfaat (S) hebben een potentieel grote impact. Het effect op grote hoogte is onzeker zowel qua omvang als het teken (positief of negatief). Op lagere hoogte is het effect waarschijnlijk negatief (verkoelend). Voor een goede inschatting van de effecten is meer onderzoek nodig.

**Figuur B.1 Effective Radiative Forcing (ERF) van CO<sub>2</sub> en niet-CO<sub>2</sub>**



Bron: Lee et al. (2021)

## Kwantificering niet-CO<sub>2</sub>-effecten

De niet-CO<sub>2</sub> effecten van de luchtvaart kunnen in MKBA's en welvaartsanalyses worden meegenomen door ze om te rekenen in CO<sub>2</sub>-equivalenten op basis van hun opwarmende effect<sup>64</sup> ten opzichte van CO<sub>2</sub>. Daarvoor zijn verschillende omrekenfactoren ontwikkeld:

- **Global Warming Potential (GWP):** De relatieve bijdrage van de verschillende vormen van niet-CO<sub>2</sub> aan de opwarming over een langere periode ten opzichte van de bijdrage van CO<sub>2</sub>. De GWP berekend over 100 jaar wordt veel toegepast;
- **Global Warming Potential\* (GWP\*):** Dit is een afgeleide van de GWP welke rekening houdt met veranderingen in de uitstoot over de tijd (Lynch et al., 2020);
- **Global Temperature change Potential (GTP):** De bijdrage van een specifiek broeikasgas aan de temperatuurverandering op een bepaald moment in de tijd ten opzichte van de bijdrage van CO<sub>2</sub>;
- **Average Temperature Response (ATR):** De relatieve bijdrage van verschillende vormen van broeikasgassen aan de temperatuurstijging over een langere periode ten opzichte van de bijdrage van CO<sub>2</sub> (Scheelhaase, 2020). Hiermee combineert de ATR aspecten van GWP (cumulatieve bijdrage over langere periode) en GTP (meting van bijdrage aan temperatuurstijging).

De GWP en ATR zijn groter voor kortere tijdsperiodes (Lee et al., 2010; 2021; Scheelhaase, 2020). De reden hiervoor is dat niet-CO<sub>2</sub>-componenten een kortere levensduur hebben en daardoor zwaarder meewegen in een berekening over een kortere periode.

De GWP100 is algemeen geaccepteerde standaard binnen de wetenschap, de UNFCCC en het Parijse Klimaatakkoord (Lynch et al., 2020). De IPCC (2014) geeft de GWP100 omrekenfactoren voor verschillende emissies, maar niet voor condensatiestrepn en wolkvorming. Op basis daarvan zijn in de Werkwijzer voor Milieu (CE Delft, 2017b) prijzen afgeleid voor de verschillende emissies voor het hoge en lage WLO-scenario. Lee et al. (2021) hebben onlangs, op basis van bestaande studies, het opwarmende effect van CO<sub>2</sub> en niet-CO<sub>2</sub> opnieuw ingeschat. Op basis daarvan zijn nieuwe waarden voor de GWP, GWP\* en GTP afgeleid voor verschillende tijdshorizons. Deze waarden laten een bandbreedte zien van 1 tot 4, afhankelijk van de gekozen methode en tijdshorizon (zie Tabel B.1). Met andere woorden, de totale klimaatimpact van de luchtvaart is tot 4 keer groter dan de impact van alleen CO<sub>2</sub>.

<sup>64</sup> De 'Effective Radiative Forcing' (ERF) is breed geaccepteerd in de wetenschap als proxy voor het opwarmende effect (temperatuurverandering op de grond). De ERF houdt beter rekening met snelle aanpassingen in de atmosfeer (als gevolg van wolkvorming, aerosolen etc) dan de 'Radiative Forcing' die in het verleden veelal werd gehanteerd.

Tabel B.1 CO<sub>2</sub> equivalenten voor niet-CO<sub>2</sub> componenten

**Table 5**  
Emission metrics and corresponding CO<sub>2</sub>-equivalent emissions for the ERF components of 2018 aviation emissions and cloudiness.

Metrics							
ERF term	GWP <sub>20</sub>	GWP <sub>50</sub>	GWP <sub>100</sub>	GTP <sub>20</sub>	GTP <sub>50</sub>	GTP <sub>100</sub>	
CO <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	
Contrail cirrus (Tg CO <sub>2</sub> basis)	2.32	1.09	0.63	0.67	0.11	0.09	
Contrail cirrus (km basis)	39	18	11	11	1.8	1.5	
Net NO <sub>x</sub>	619	205	114	-222	-69	13	
Aerosol-radiation							
Soot emissions	4288	2018	1166	1245	195	161	
SO <sub>2</sub> emissions	-832	-392	-226	-241	-38	-31	
Water vapor emissions	0.22	0.10	0.06	0.07	0.01	0.008	
CO <sub>2</sub> -eq emissions (Tg CO <sub>2</sub> yr <sup>-1</sup> ) for 2018							
ERF term	GWP <sub>20</sub>	GWP <sub>50</sub>	GWP <sub>100</sub>	GTP <sub>20</sub>	GTP <sub>50</sub>	GTP <sub>100</sub>	GWP <sup>+</sup> <sub>100</sub> (E <sup>+</sup> <sub>CO2e</sub> )
CO <sub>2</sub>	1034	1034	1034	1034	1034	1034	1034
Contrail cirrus (Tg CO <sub>2</sub> basis)	2399	1129	652	695	109	90	1834
Contrail cirrus (km basis)	2395	1127	651	694	109	90	1834
Net NO <sub>x</sub>	887	293	163	-318	-99	19	339
Aerosol-radiation							
Soot emissions	40	19	11	12	2	2	20
SO <sub>2</sub> emissions	-310	-146	-84	-90	-14	-12	-158
Water vapor emissions	83	39	23	27	4	3	42
Total CO <sub>2</sub> -eq (using km basis)	4128	2366	1797	1358	1035	1135	3111
Total CO <sub>2</sub> -eq/CO <sub>2</sub>	4.0	2.3	1.7	1.3	1.0	1.1	3.0

Bron: Lee et al. (2021)

Noot: De CO<sub>2</sub>-equivalenten zijn gebaseerd op de situatie in 2018 en zijn niet perse te generaliseren naar specifieke regio's of toekomstige jaren (zie ook paragraaf 4.3.3).





# seo economisch onderzoek

Roetersstraat 29 . 1018 WB Amsterdam . T (+31) 20 525 16 30 . F (+31) 20 525 16 86 . [www.seo.nl](http://www.seo.nl)