Accelerating the future of aerospace

PUBLIC

NLR-CR-2026-337 | september 2026

Gevoeligheidsanalyse ontwikkeling CO_2-uitstoot Schiphol en Lelystad Airport

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Accelerating the future of aerospace

Gevoeligheidsanalyse ontwikkeling CO_2-uitstoot Schiphol en Lelystad Airport



RAPPORTNUMMER
NLR-CR-2026-337

RUBRICERING RAPPORT
ONGERUBRICEERD

DATUM
september 2026

KENNISGEBIED(EN)
Duurzame luchtvaartoperaties
Externe Luchtvaart
Veiligheid en beleidsondersteuning
Vliegoperaties

TREFWOORD(EN)
CO_2-uitstoot
Lelystad Airport
Verkeersverdelingsregeling
Vlootontwikkeling
SAF

Vraagstelling

In het coalitieakkoord van januari 2026 is opgenomen dat de totale CO_2-uitstoot van de burgerluchtvaart op Schiphol en Lelystad Airport in 2030 lager moet zijn dan de CO_2-uitstoot op Schiphol in 2024. De centrale vraag in dit onderzoek is hoe de totale CO_2-uitstoot van de burgerluchtvaart op Schiphol en Lelystad Airport in 2030 zich naar verwachting zal verhouden tot de CO_2-uitstoot op Schiphol in 2024, en hoe variaties in relevante parameters de haalbaarheid van de afspraak beïnvloeden.

Beschrijving van de werkzaamheden

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft Koninklijke NLR onderzocht hoe de verwachte CO_2-uitstoot van de burgerluchtvaart op Schiphol en Lelystad Airport zich in 2030 onder verschillende scenario's verhoudt tot die in 2024 op Schiphol, om daarmee inzicht te bieden in de haalbaarheid van de afspraak uit het coalitieakkoord. Specifiek is de gevoeligheid van de (netto) CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport voor verschillende parameters – zoals inzet van duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF), verkeersvolume, vloot- en netwerksamenstelling en bezettingsgraad – geanalyseerd, zowel afzonderlijk als in verschillende combinaties. Daarbij is gebruik gemaakt van scenario's voor de ontwikkeling van Schiphol en Lelystad Airport die in het kader van milieueffectrapportages zijn opgesteld.

Resultaten en conclusies

De netto CO_2-uitstoot in het meest centrale scenario (478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol, 10.000 op Lelystad Airport, nominale vlootontwikkeling, verwachte verkeersontwikkeling en 6% SAF) is 0,25% lager dan in de referentiesituatie.

De netto CO_2-uitstoot in 2030 blijkt het gevoeligst voor variaties in het aandeel SAF en het verkeersvolume, gevolgd door variaties in de verkeerssamenstelling, vlootontwikkeling en operationele ontwikkelingen zoals bezettingsgraad en omvliegfactor.

Overige luchthavengerelateerde CO_2-uitstoot en *general aviation* verkeer hebben naar verwachting geen wezenlijke invloed op de uitkomsten van de gevoeligheidsanalyse. Als het aandeel SAF conform het ReFuelEU Aviation-mandaat in 2035 stijgt is een daling in de netto CO_2-uitstoot aannemelijk, maar de ontwikkelingen tussen 2030 en 2034 zijn op dit moment onzekerder.

Toepasbaarheid

Dit rapport is geschreven om feiten en inzicht te bieden in de mate waarin verschillende ontwikkelingen invloed hebben op de haalbaarheid van de in het coalitieakkoord opgenomen afspraak over de maximale CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend van Schiphol en Lelystad Airport. Deze feiten en inzichten zijn toepasbaar bij de ontwikkeling van en discussie over toekomstig beleid. Dat laat onverlet dat in dit onderzoek inschattingen en aannames zijn gemaakt en dat de gepresenteerde analyses voortbouwen op inschattingen en verwachtingen uit eerdere rapportages. De resultaten en conclusies dienen met voorzichtigheid te worden gebruikt, zeker wanneer toekomstontwikkelingen een andere richting krijgen.

Royal NLR
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam, The Netherlands
p) +31 88 511 3113
e) info@nlr.nl) www.nlr.nl

Accelerating the future of aerospace

PUBLIC

NLR-CR-2026-337 | september 2026

Gevoeligheidsanalyse ontwikkeling CO_2-uitstoot Schiphol en Lelystad Airport

OPDRACHTGEVER: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

De eigenaar en/of opdrachtgever hebben toestemming gegeven om dit rapport te publiceren.
Uit dit rapport mag worden geciteerd indien volledige bronvermelding plaatsvindt. Voor commercieel gebruik van dit rapport moet voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar en/of opdrachtgever gegeven worden.

OPDRACHTGEVER	**Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat**
CONTRACTNUMMER	**31181591 / 23214 + 23593**
EIGENAAR	**NLR**
NLR DIVISIE	**Aerospace Operations**
VERSPREIDING	**Onbeperkt**
RUBRICERING TITEL	**ONGERUBRICEERD**

GOEDGEKEURD DOOR:		**Datum**
AUTEUR	Goedgekeurd	25-9-2026
REVIEWER	Goedgekeurd	25-9-2026
BEHERENDE AFDELING	Goedgekeurd	25-9-2026

Samenvatting

In het coalitieakkoord (D66, VVD, CDA, 2026, p. 62) is afgesproken om Lelystad Airport in gebruik te nemen als luchtmachtbasis voor Defensie en voor 10.000 vliegbewegingen groothandelsverkeer, op voorwaarde dat Lelystad Airport aan alle wettelijke vereisten voldoet, waaronder het beschikken over een natuurvergunning. Verder is in het akkoord aangegeven dat voor Schiphol een omvang van 478.000 vliegbewegingen handelsverkeer wordt vastgelegd in het luchthavenverkeerbesluit[1]. Tevens is in het akkoord opgenomen dat de totale CO_2-uitstoot van de burgerluchtvaart op Schiphol en Lelystad Airport in 2030 lager moet zijn dan in 2024 op Schiphol.

Om de beleidsvorming hierover te ondersteunen met feiten en inzichten heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) Koninklijke NLR gevraagd onderzoek te doen naar de verwachte (netto) CO_2-uitstoot[2] van vluchten vertrekkend van Schiphol en Lelystad Airport in 2030, en deze te vergelijken met de (netto) CO_2-uitstoot van vluchten die in 2024 vanaf Schiphol zijn vertrokken[3]. Daarbij heeft IenW NLR gevraagd verschillende scenario's op te stellen om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van toekomstige hoeveelheid (netto) CO_2-uitstoot voor mogelijke ontwikkelingen in relevante parameters. Daartoe zijn variaties onderzocht in onder meer de vloot- en netwerksamenstelling, de bezettingsgraad van vliegtuigen en de inzet van duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF), zowel afzonderlijk als in verschillende combinaties.

Aanpak, uitgangspunten en afbakening

Het onderzoek is in twee delen uitgevoerd. Allereerst is de gevoeligheid van de (netto) CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport voor variaties per relevante parameter geanalyseerd. Voor die analyse is gebruik gemaakt van eerder gedefinieerde scenario's voor de ontwikkeling van Schiphol en Lelystad Airport richting 2030, die in het kader van milieueffectrapportages (mer) zijn opgesteld. Vervolgens zijn aannemelijke combinaties van parameterontwikkelingen bepaald en zijn de effecten van deze combinaties onderzocht aan de hand van een uitgebreide set variatiescenario's, waarmee de gevoeligheid van de CO_2-uitstoot voor verschillende mogelijke ontwikkelingen in kaart is gebracht. De situatie in 2024 is de referentiesituatie en deze is gedefinieerd als de netto CO_2-uitstoot van het handelsverkeer op Schiphol in het kalenderjaar 2024.[4]

Het onderzoek heeft zich kwantitatief gericht op de (netto) CO_2-uitstoot van vertrekkende handelsverkeersvluchten. De vlucht- en taxigerelateerde CO_2-uitstoot is berekend met de BeyondCO_2-tool (o.a. Lammen, Peerlings, van der Sman, & Kos, 2022; Peerlings, Wijn, Engler Faleiros, & Söffing, 2024), een door NLR ontwikkeld rekenmodel. Dat model maakt gebruik van vliegtuigprestatiegegevens van EUROCONTROL en houdt onder andere rekening met het verschil tussen de kortste (grootcirkelafstand) en daadwerkelijk gevlogen afstand (omvliegfactor) op basis van historische praktijkgegevens, luchthavenspecifieke taxitijden en de bezettingsgraad van het toestel. Het effect van SAF op de netto CO_2-uitstoot is berekend op basis van de methodologie die ook in het EU ETS wordt gebruikt en waarbij de CO_2-uitstoot van SAF-verbranding gelijk wordt gesteld aan 0.[5] De CO_2-uitstoot van APU-gebruik is afgeleid door de resultaten uit de mer te schalen op basis van het aantal vliegtuigbewegingen. Emissies van *general aviation*-verkeer en

[1] Het ontwerp-LVB 2026 voorziet in een mogelijke gefaseerde groei van Schiphol van 478.000 naar maximaal 500.000 vliegtuigbewegingen per jaar. Deze groei is afhankelijk van het behalen van de doelstelling van 20% minder ernstig geluidgehinderden en vereist afzonderlijke inwerkingtreding bij koninklijk besluit. Los van deze systematiek op basis van geluid, geldt dat de luchthaven ook bij een gefaseerde terugkeer naar 500.000 vliegtuigbewegingen binnen de andere milieunormen en maatgevende kaders moet blijven, bijvoorbeeld die van de natuurvergunning.

[2] Met netto CO_2-uitstoot wordt de CO_2-uitstoot bedoeld die resteert nadat de emissiereductie door de inzet van duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF) is verdisconteerd. Het coalitieakkoord spreekt van totale CO_2-uitstoot, zonder een specifieke rekenmethodiek voor te schrijven. In dit onderzoek wordt de haalbaarheid van de coalitieafspraak verkend op basis van de netto CO_2-uitstoot, berekend volgens de EU ETS-methodiek.

[3] Deze afbakening sluit aan bij het nationale klimaatbeleid voor de luchtvaart, waarin de CO_2-uitstoot over de volledige vlucht wordt toegerekend aan de luchthaven van vertrek, en niet aan de luchthaven van aankomst.

[4] Als niet de CO_2-uitstoot in kalenderjaar 2024, maar die in gebruiksjaar 2024 (01/11/2023 tot en met 31/10/2024) als referentie wordt gebruikt, is de netto referentie-CO_2-uitstoot 0,7% lager.

[5] Alternatief is ook een methode in lijn met ICAO CORSIA onderzocht, waarin de emissiereductiefactor (ERF) wél expliciet wordt meegenomen. Vanwege de keuze voor een ERF van 80% stijgt in dat geval de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie (met 0,7%). De verwachte netto CO_2-uitstoot in de toekomstscenario's is dan eveneens hoger.

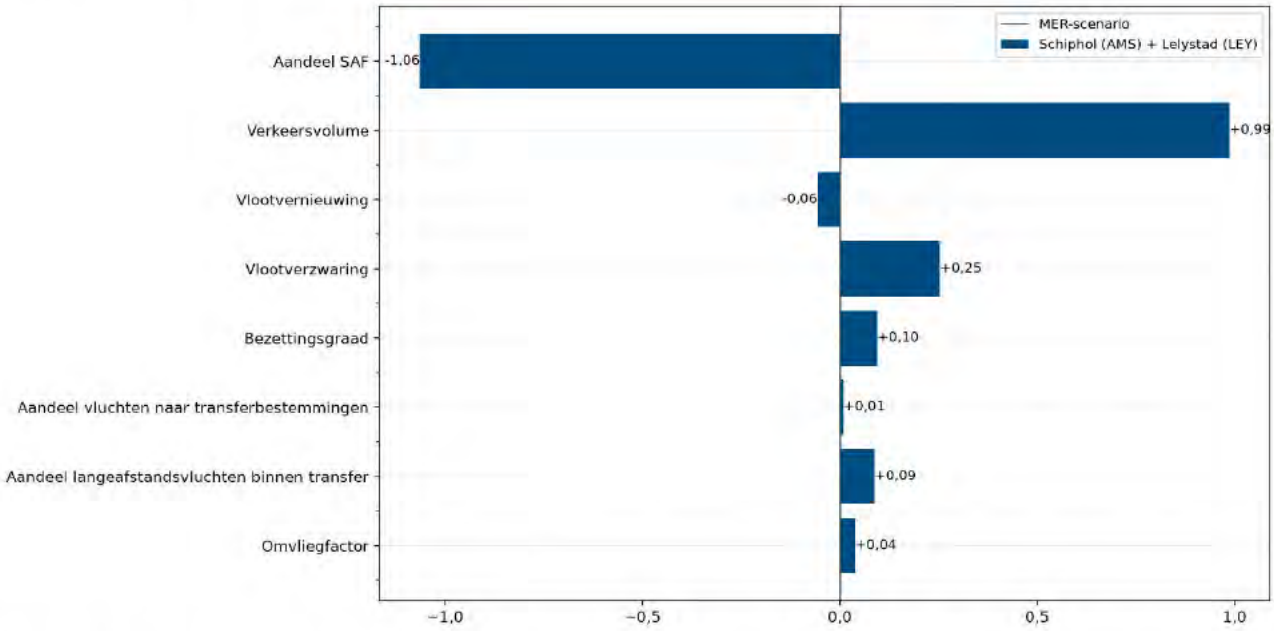
overige luchthavengerelateerde bronnen van CO_2-uitstoot, zoals GPU's en ander afhandelingsmateriaal, zijn kwalitatief beschouwd. Daarnaast is een doorkijk gegeven naar mogelijke ontwikkelingen na 2030.

Effect van afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot

In het eerste deel van het onderzoek is het effect van afzonderlijke variaties van verschillende parameters op het verschil in netto CO_2-uitstoot tussen de referentiesituatie en de mer-scenario's onderzocht. De effecten van verschillen in de volgende parameters zijn onderzocht:

- het aandeel SAF[6];
- verkeersvolume;
- vlootvernieuwing (de vervanging van een ouder vliegtuigtype door een nieuwer type met zo vergelijkbaar mogelijke eigenschappen ten aanzien van capaciteit en vliegbereik);
- vlootverzwaring (de vervanging van een vliegtuigtype door een grotere variant van dezelfde generatie);
- de bezettingsgraad van vliegtuigen;
- verkeerssamenstelling (een algemene verschuiving van punt-tot-puntvluchten van Schiphol naar transfervluchten en een verschuiving naar langeafstands-transfervluchten van Schiphol); en
- de omvliegfactor.

De verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 voor vertrekkende vluchten van Schiphol en Lelystad Airport blijkt het gevoeligst voor het aandeel SAF en het verkeersvolume (Figuur 1). Daarna volgt vlootverzwaring, gevolgd door bezettingsgraad en een toename van het aandeel transfervluchten met afstanden groter dan 4.000 kilometer. Voor vlootvernieuwing, variaties in omvliegfactor (bijvoorbeeld als gevolg van luchtruiminefficiëntie) en een algehele groei van het aandeel transfervluchten vanaf Schiphol ten koste van punt-tot-puntvluchten is de verwachte netto CO_2-uitstoot het minst gevoelig.



Figuur 1: Het lineaire effect van 1 procentpunt-verandering van elke parameter op de gemiddelde netto CO_2-uitstoot van vluchten vanaf Schiphol en Lelystad Airport

[6] In de alternatieve rekenmethode genoemd in voetnoot 5 is ook het effect van de emissiereductiefactor van SAF onderzocht.

Effect van gecombineerde variaties op netto CO_2-uitstoot

In het tweede deel van het onderzoek is een groot aantal verschillende scenario's voor 2030 onderzocht waarin aannemelijke (variaties in de) waarden voor bovengenoemde parameters zijn gecombineerd. De aannemelijkheid van deze variaties is daarbij onderzocht. Hoewel de afzonderlijke ontwikkelingen in parameterwaarden aannemelijk zijn, zijn niet alle combinaties even waarschijnlijk. De volgende variaties zijn meegenomen in de gecombineerde variatiescenario's voor 2030:

- Het verkeersvolume op Schiphol is gevarieerd tussen 460.000, 478.000 en 500.000 vliegtuigbewegingen[7] (startend en landend verkeer), conform de gehanteerde aantallen in de mer. Het aantal vliegtuigbewegingen op Lelystad Airport is constant gehouden op 10.000.
- Voor vlootontwikkeling (waarbij ongeveer 70% van de vlootvernieuwing gepaard gaat met vervanging door een zwaarder type) is gekeken naar de nominale verwachting uit het mer-scenario en naar alternatieve scenario's waar de vlootontwikkeling één jaar vertraagt of versnelt ten opzichte van de nominale ontwikkeling.
- Voor de verkeerssamenstelling zijn drie varianten meegenomen, waarbij 8.000 of 9.000 vliegtuigbewegingen van of naar Schiphol naar punt-tot-puntbestemmingen (PTP) worden vervangen door vliegtuigbewegingen van of naar transferbestemmingen(T), eventueel met een extra nadruk op langeafstandsvluchten (groei van het langeafstandsnetwerk, afgekort tot LH van *long-haul*, met een factor 1×, 2× of 4×).
- De meegenomen varianten op het gebied van de operationele parameters omvliegfactor en beladingsgraad en van SAF-inzet variëren tussen 'hoog CO_2' en 'zeer laag CO_2'[8]. Dit is samengevat in Tabel 1.

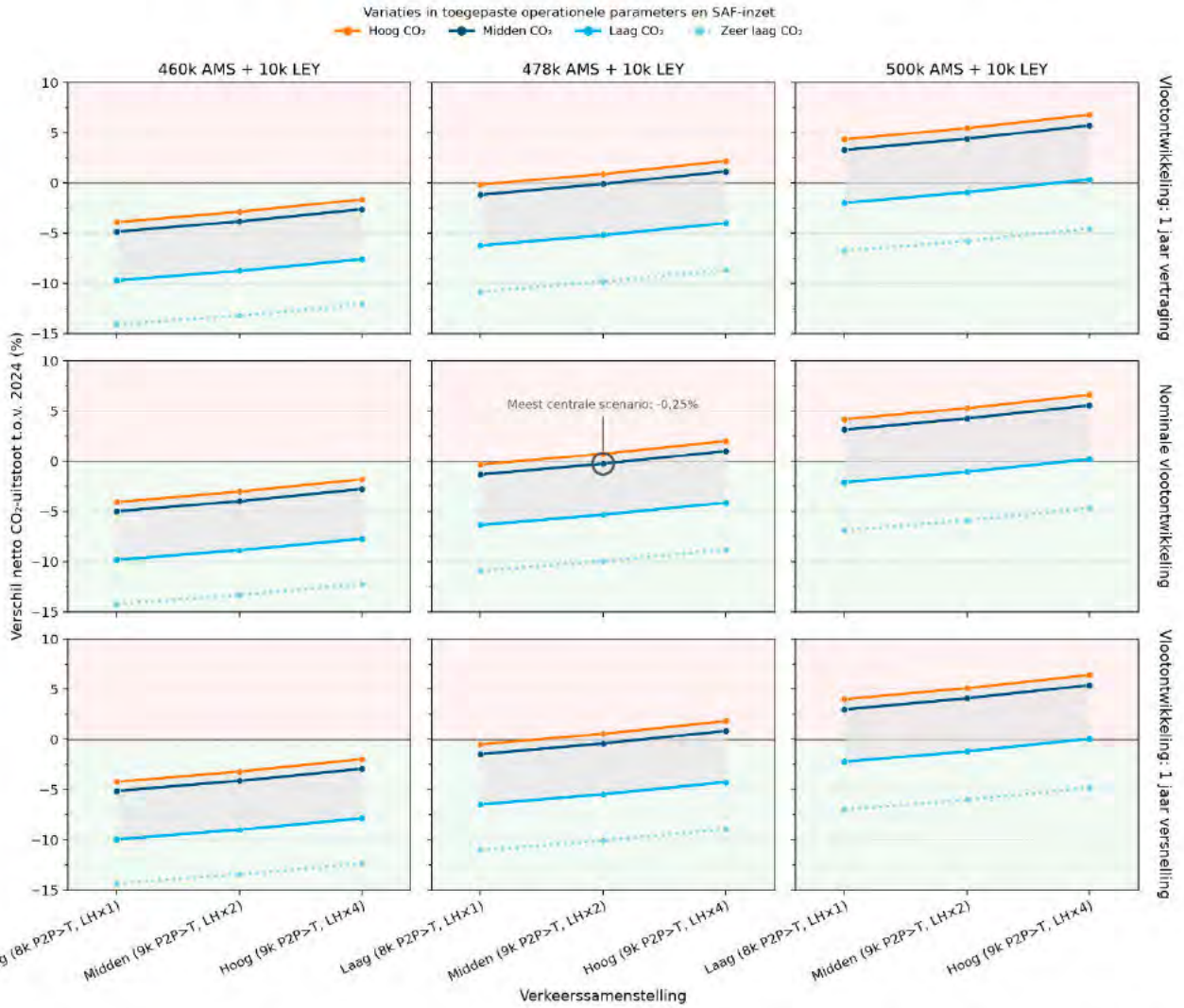
Figuur 2 toont de resultaten van de gecombineerde analyse.

Tabel 1: Onderzochte variaties in verkeersvolume, vloot- en netwerkontwikkeling Schiphol (3 × 3 × 3 = 27 combinaties) en operationele parameters en SAF-inzet Schiphol en Lelystad Airport (4 varianten), gezamenlijk resulterend in 27 × 4 = 108 variatiescenario's. Het meest centrale variatiescenario is vetgedrukt

Variaties in vloot- en netwerkontwikkeling			Variaties in toegepaste operationele parameters en SAF-inzet			
Verkeersvolume Schiphol	Vlootontwikkeling	Verkeerssamenstelling		Aandeel SAF	Omvliegfactor	Beladingsgraad
460.000	Eén jaar vertraagd	8.000 P2P > T, LH × 1	Hoog CO_2	6%	+12,5%	+5%-punt
478.000	**Nominaal**	**9.000 P2P > T, LH × 2**	**Midden CO_2**	**6%**	**+/– 0%**	**+/– 0%**
500.000	Eén jaar versneld	9.000 P2P > T, LH × 4	Laag CO_2	10%	–12,5%	–5%-punt
			Zeer laag CO_2 (minder aannemelijk)	14%	–25%	–5%-punt

In de gecombineerde variatiescenario's blijven, net als bij de afzonderlijke effecten (zie Figuur 1), SAF-inzet en verkeersvolume de dominante parameters voor de verandering in netto CO_2-uitstoot. Daarnaast blijkt de verkeerssamenstelling een grotere invloed te hebben dan het gecombineerde effect van vlootontwikkeling, bestaande uit vlootvernieuwing en vlootverzwaring. Dat komt omdat de te verwachten variatie in verkeerssamenstelling groter is dan de te verwachten variatie (versnelling of vertraging) in vlootontwikkeling. Het meest centrale scenario is grotendeels gelijk aan de samengevoegde afzonderlijke mer-scenario's. Op basis van onderzoek naar de verkeersverdelingsregeling (VVR) (M3 Consultancy, 2019) is in het meest centrale scenario een verkeerssamenstelling gehanteerd waarbij 9.000 vliegtuigbewegingen van of naar Schiphol naar punt-tot-puntbestemmingen (PTP) worden vervangen door vliegtuigbewegingen van of naar transferbestemmingen(T), met een groei van het langeafstandsnetwerk met een factor 2×.

[7] Conform aantallen uit de gehanteerde scenario's in de mer.
[8] Een variant 'zeer hoog CO_2' is niet gemodelleerd vanwege de zeer lage aannemelijkheid van een lagere SAF-bijmenging dan 6% in 2030.



Figuur 2: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet, vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring) en verkeerssamenstelling op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (bij de verkeerssamenstelling duidt P2P>T een verschuiving van punt-tot-punt- naar transfervluchten aan en LH× een eventuele sterkere toename in langeafstandsvluchten)

Conclusies en betekenis voor de haalbaarheid van de coalitieafspraak

Het verschil tussen het meest centrale scenario (vetgedrukt in Tabel 1, met in 2030 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol, 10.000 op Lelystad Airport, nominale vlootontwikkeling, verwachte verkeersontwikkeling ten gevolge van de VVR en 6% SAF) en de referentiesituatie is -0,25%. Daarmee blijft de verwachte CO_2-uitstoot in het meest centrale scenario net onder dat van de referentiesituatie in 2024. Ten opzichte van de ontwikkeling van de verwachte CO_2-uitstoot in het meest centrale scenario laat de gevoeligheidsanalyse de volgende bandbreedtes zien (uitgaande van 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol en 10.000 op Lelystad Airport):

- SAF en operationele parameters: SAF heeft de grootste invloed. Afhankelijk van de variant varieert het verschil in verwachte netto CO_2-uitstoot ten opzichte van 2024 van +0,7% tot −9,9% (−5,3% bij 'Laag CO_2' en −9,9% bij 'Zeer laag CO_2').
- Vlootontwikkeling: versnelde of vertraagde vlootontwikkeling leidt tot een verschil van respectievelijk −0,4% en −0,1%.
- Langeafstandsnetwerk: meer of minder groei heeft een groter effect dan vlootvernieuwing en leidt tot een verschil van respectievelijk +1,0% en −1,3%.

De hiervoor beschreven variaties rond het meest centrale scenario gaan uit van 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol en 10.000 op Lelystad Airport. De onderstaande tabel toont dezelfde gevoeligheden voor drie verkeersvolumes op Schiphol. Telkens varieert één groep uitgangspunten, terwijl de overige groepen op de centrale waarde blijven. Alle percentages geven het verschil in verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 ten opzichte van de referentiesituatie in 2024 weer.

Tabel 2: bandbreedtes bij afzonderlijke variatie van de drie groepen rond de centrale variant bij elk verkeersvolume

Schiphol, plus 10k Lelystad	Centrale variant	SAF en operationele parameters	Vlootontwikkeling	Verkeerssamenstelling
460.000	−3,98%	−13,32% tot −3,03%	−4,12% tot −3,84%	−5,00% tot −2,77%
478.000	−0,25%	−9,95% tot +0,73%	−0,40% tot −0,10%	−1,31% tot +1,01%
500.000	+4,26%	−5,88% tot +5,29%	+4,10% tot +4,41%	+3,15% tot +5,57%

Bij 460.000 vliegtuigbewegingen blijft de verwachte netto CO_2-uitstoot in alle afzonderlijk getoonde varianten onder het niveau van 2024. Bij 500.000 vliegtuigbewegingen blijft deze bij variaties in vlootontwikkeling en verkeerssamenstelling boven dat niveau; binnen de varianten voor SAF en operationele parameters komen ook uitkomsten onder het niveau van 2024 voor. De tabel toont variaties per groep. Figuur 2 laat zien wat er gebeurt wanneer de groepen gelijktijdig variëren.

Een beknopte kwalitatieve analyse van overige luchthavengerelateerde CO_2-uitstoot en *general aviation*-verkeer laat zien dat eventuele aannemelijke veranderingen daarin naar verwachting geen wezenlijke invloed hebben op de haalbaarheid van de coalitieafspraak. Daarnaast hebben de referentieperiode (kalenderjaar versus gebruiksjaar) en rekenmethode voor SAF (in lijn met ETS of in lijn met CORSIA) minder dan 1 procentpunt invloed. Vanaf 2035 is een daling in de netto CO_2-uitstoot aannemelijker dan een toename, mits het SAF-mandaat vanaf dat jaar conform ReFuelEU Aviation inderdaad van 6% naar 20% stijgt. De periode tussen 2030 en 2034 is echter onzekerder, omdat het verplichte SAF-niveau dan nog op 6% ligt, terwijl andere ontwikkelingen wel door kunnen gaan.

De onderzochte variatiescenario's geven inzicht in de gevoeligheid van de netto CO_2-uitstoot voor verschillende mogelijke ontwikkelingen. De aannemelijkheid van de afzonderlijke parameterontwikkelingen is daarbij beoordeeld. Sommige ontwikkelingen, waaronder een SAF-aandeel van 14% in 2030, worden minder aannemelijk geacht. Ook zijn niet alle combinaties van parameterontwikkelingen even aannemelijk.

Inhoudsopgave

Samenvatting 3

Afkortingen 10

1 Introductie 11

2 Onderzoeksaanpak 12

2.1 Uitgangspunten en afbakening 12
2.1.1 Verkeer 12
2.1.2 Emissies 12
2.1.3 Tijdsperiode 13
2.1.4 Aansluiting bij bestaande studies 13
2.2 Rekenmethode 14

3 Referentiesituatie en mer-scenario 16

3.1 Referentiesituatie: Schiphol in 2024 16
3.2 Mer-scenario: Schiphol en Lelystad Airport in 2030 16
3.3 CO_2-uitstoot in de referentiesituatie en het mer-scenario 18

4 Gevoeligheidsanalyse 19

4.1 Effect van afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot 19
4.1.1 Verkeersvolume 20
4.1.2 Verkeerssamenstelling 21
4.1.3 Vlootvernieuwing 28
4.1.4 Vlootverzwaring 30
4.1.5 Inzet van SAF 31
4.1.6 Bezettingsgraad 32
4.1.7 Omvliegfactor 34
4.1.8 Gevoeligheid van netto CO_2-uitstoot voor onderzochte parameters 35
4.2 Effect van gecombineerde variaties op netto CO_2-uitstoot 36
4.2.1 Onderzochte combinaties 36
4.2.2 Verkeersvolume, operationele maatregelen en SAF-inzet 38
4.2.3 Verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet en vlootontwikkeling 39
4.2.4 Verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet, vlootontwikkeling en verkeerssamenstelling 40

5 Aanvullende beschouwingen 43

5.1 Overige luchthavengerelateerde CO_2-uitstoot 43
5.1.1 APU-emissies 43
5.1.2 Emissies van GPU en overige grondbronnen 43
5.1.3 Verdere toepassing van N-1 taxi-operatie 44
5.2 General aviation-verkeer 44
5.3 Doorkijk ná 2030 45

6 Conclusies 47
6.1 Gevoeligheid van netto CO_2-uitstoot voor verschillende parameters 47
6.2 Betekenis voor de haalbaarheid van de coalitieafspraak 47

7 Referenties 50

Appendix A Modellering van variaties in de verkeerssamenstelling op Schiphol t.g.v. de toepassing van de VVR 53
Appendix A.1 Classificatie van bestemmingen 53
Appendix A.2 Voorziene vlootontwikkeling KLM 55

Appendix B Vlootvernieuwing en -verzwaring 56
Appendix B.1 Vernieuwings- en verzwaringsrelaties 56
Appendix B.2 Gebruikte verhouding tussen vlootvernieuwing en vlootverzwaring 57

Appendix C Resultaten op basis van gebruiksjaar 2024 als referentiesituatie 59
Appendix C.1 Effect van afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot 59
Appendix C.2 Effect van gecombineerde variaties op netto CO_2-uitstoot 64

Appendix D Resultaten op basis van alternatieve (CORSIA-)berekeningsmethode voor effecten van SAF 66
Appendix D.1 Effect van variatie van emissiereductiefactor (ERF) van SAF op netto CO_2-uitstoot 66
Appendix D.2 Effect van andere afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot 68
Appendix D.3 Effect van gecombineerde variaties op netto CO_2-uitstoot 72

Appendix E Vergelijk met eerdere NLR-notitie in opdracht van Natuur & Milieu 75
Appendix E.1 Onderzoeksaanpak 75
Appendix E.2 Onderzochte scenario's en bijbehorende (netto) CO_2-uitstoot 76

Afkortingen

ACRONIEM	OMSCHRIJVING
AMS	Schiphol Airport
APU	Auxiliary Power Unit
ATM	Air Traffic Management
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
ERF	Emissiereductiefactor (van SAF)
ETS, EU ETS	EU Emission Trading System
GA	General aviation
GPU	Ground Power Unit (grondgebonden alternatief voor APU)
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
k	Duizend
KEV	Klimaat- en Energieverkenning
Kt	Kiloton (= duizend ton = miljoen kilogram)
LEY	Lelystad Airport
LH	Long-haul (langeafstandsvluchten, in dit onderzoek > 4.000 km)
LVB	Luchthavenverkeersbesluit
Mer	Milieueffectenrapportage
MER	Milieueffectrapport
Mt	Megaton (= duizend kiloton = miljoen ton = miljard kilogram)
MTOW	Maximaal startgewicht (gebruikt als maat voor vliegtuiggrootte)
N-1 taxi	Taxiën met een motor minder
NLR	Koninklijke NLR – Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum
P2P > T	Verschuiving van punt-tot-puntbestemming / -vlucht naar transferbestemming / -vlucht (zie verder: sectie 4.1.2)
RED, RED II, RED III	Renewable Energy Directive en herziene versies RED II (EU 2018/2001, EU, 2018) en RED III (EU 2023/2413, EU, 2023)
SAF	Sustainable Aviation Fuel (duurzame luchtvaartbrandstof)
TtW	Tank-to-wake (fase in de levenscyclus van een brandstof die gaat over het gebruik van de brandstof)
VVR	Verkeersverdelingsregeling
WtT	Well-to-tank (fase in de levenscyclus van een brandstof die gaat over het verzamelen van grondstoffen tot de levering in de tank van het vliegtuig)
WtW	Well-to-wake (combinatie van WtT- en TtW-fases)

1 Introductie

In het coalitieakkoord (D66, VVD, CDA, 2026, p. 62) is afgesproken om Lelystad Airport in gebruik te nemen als luchtmachtbasis voor Defensie en voor 10.000 bewegingen groothandelsverkeer, op voorwaarde dat Lelystad Airport aan alle wettelijke vereisten voldoet, waaronder het beschikken over een natuurvergunning. Verder is in het akkoord aangegeven dat voor Schiphol een omvang van 478.000 vliegbewegingen wordt vastgelegd in het luchthavenverkeerbesluit. Tevens is opgenomen dat de totale CO_2-uitstoot van de burgerluchtvaart op Schiphol en Lelystad Airport in 2030 lager moet zijn dan in 2024 op Schiphol.

Dit verslag beschrijft de aanpak en resultaten van een onderzoek naar de verwachte CO_2-uitstoot onder verschillende scenario's voor 2030 en de vergelijking daarvan met 2024, dat Koninklijke NLR in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft uitgevoerd. Het onderzoek is in twee delen uitgevoerd. Allereerst is de gevoeligheid van de hoeveelheid (netto) CO_2-uitstoot[9] van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport voor variaties in parameters – zoals vloot- en netwerksamenstelling, bezettingsgraad en inzet van duurzame luchtvaartbrandstoffen (*Sustainable Aviation Fuel*, SAF) – geanalyseerd. Voor die analyse is gebruik gemaakt van scenario's voor de ontwikkeling van Schiphol en Lelystad Airport die in het kader van milieueffectrapportages zijn opgesteld. Daarna zijn de effecten van aannemelijke combinaties van parameterontwikkelingen onderzocht, resulterend in een set van aannemelijke toekomstscenario's. Door deze beide analyses beoogt dit werk om feiten en inzicht te bieden in de haalbaarheid van de in het coalitieakkoord opgenomen afspraak en de mate waarin verschillende ontwikkelingen daarop van invloed zijn.

Het vervolg van dit rapport is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 beschrijft de onderzoeksaanpak in meer detail en gaat in op de uitgangspunten, afbakening en de gehanteerde rekenmethode. Hoofdstuk 3 behandelt de referentiesituatie (Schiphol in 2024) en een gecombineerd mer-scenario dat is gebruikt als de op dit moment best beschikbare beschrijving van de ontwikkeling van Schiphol en Lelystad Airport naar 2030. Dit hoofdstuk gaat ook in op de (netto) CO_2-uitstoot van zowel de referentiesituatie als het mer-scenario en het verschil daartussen. Hoofdstuk 4 vormt de kern van dit rapport en behandelt de eerdergenoemde twee analyses: sectie 4.1 beschrijft de aanpak en resultaten van de gevoeligheidsanalyse naar het effect van individuele parameters; sectie 4.2 behandelt het opstellen van een centraal scenario en verschillende aannemelijke combinaties en presenteert het verschil in (netto) CO_2-uitstoot tussen de referentiesituatie en aannemelijke toekomstscenario's. Hoofdstuk 5 beschouwt enkele aspecten die niet kwantitatief in de gevoeligheidsanalyse zijn onderzocht (op basis van de afbakening in hoofdstuk 2), maar wel relevant (kunnen) zijn voor de afspraak in het coalitieakkoord. Dat hoofdstuk bevat ook een doorkijk naar de periode ná 2030. Hoofdstuk 6, tot slot, presenteert de conclusies van dit onderzoek. De appendices geven aanvullende achtergrondinformatie en onderzoeksresultaten.

[9] Met netto CO_2-uitstoot wordt de CO_2-uitstoot bedoeld die resteert nadat de emissiereductie door de inzet van duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF) is verdisconteerd. Bij CO_2-uitstoot zonder voorvoegsel, dat dus ook te zien is als 'bruto CO_2-uitstoot', is het effect van SAF niet meegenomen.

2 Onderzoeksaanpak

Dit hoofdstuk beschrijft hoe het onderzoek is uitgevoerd. Sectie 2.1 behandelt enkele uitgangspunten en beschrijft de afbakening van het onderzoek, specifiek ten aanzien van het type luchtvaartverkeer en de beschouwde emissies en emissiebronnen. Sectie 2.2 beschrijft de gevolgde rekenmethode, onder andere met aandacht voor de manier waarop het effect van duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF) in dit onderzoek is meegenomen.

2.1 Uitgangspunten en afbakening

Deze sectie beschrijft de uitgangspunten die bij dit onderzoek zijn aangehouden en beschrijft de afbakening.

2.1.1 Verkeer

De afspraak in het coalitieakkoord heeft betrekking op burgerluchtvaart. Burgerluchtvaart omvat zowel handelsverkeer als *general aviation* (GA). Tegelijkertijd gaat de afspraak over de CO_2-uitstoot van burgerluchtvaart op Schiphol en Lelystad Airport in 2030 ten opzichte van de CO_2-uitstoot van burgerluchtvaart op Schiphol in 2024. Dat laatste maakt het onduidelijk of GA wél of niet onder de afspraak valt. Immers: ook in 2024 vond er GA-verkeer plaats op Lelystad Airport, terwijl voor de vergelijking met 2030 alleen de CO_2-uitstoot op Schiphol in 2024 wordt beschouwd.

Vanwege deze onduidelijkheid is dit onderzoek primair gericht op handelsverkeer. Onder handelsverkeer worden verkeersvluchten van luchtvaartmaatschappijen verstaan die “open staan voor individuele boekingen voor passagiers, vracht of post” (Rijksoverheid, 2026, Art. 1.1.n). In dit onderzoek is GA-verkeer daarom niet meegenomen in de berekening van de CO_2-uitstoot. Dit geldt zowel voor Schiphol als voor Lelystad Airport. In de aanvullende beschouwing (sectie 5.2) wordt wel kwalitatief ingegaan op de mogelijke ontwikkeling van GA-verkeer richting 2030 en de relevantie daarvan voor de totale CO_2-uitstoot.

Waar in dit rapport aantallen vliegtuigbewegingen worden genoemd, betreft dit het totale verkeer (aankomend en vertrekkend), ook wanneer de berekeningen uitsluitend betrekking hebben op vertrekkende vluchten.

2.1.2 Emissies

Het onderzoek richt zich op de (netto) CO_2-uitstoot van vertrekkende handelsverkeersvluchten Schiphol en Lelystad Airport. De onderzochte gevoeligheid hebben betrekking op kenmerken van het vliegverkeer zelf, zoals verkeersvolume, vlootsamenstelling, vliegtuigbezettingsgraad, luchtruim-efficiëntie en gebruik van *sustainable aviation fuels* (SAF).

Overige emissiebronnen, zoals *Ground Power Unit* (GPU) en *general aviation* (GA)-verkeer, zijn afzonderlijk beoordeeld op relevantie voor dit onderzoek. Daarbij is gekeken naar de hoeveelheid emissies, de relevantie en de beschikbaarheid van gegevens.

Vlucht- en taxi-emissies

De CO_2-uitstoot door verbranding van brandstof tijdens de vlucht en tijdens taxiën is meegenomen in de berekening. Vluchtemissies betreffen de uitstoot vanaf de startrol op Schiphol of Lelystad Airport tot en met de landingsrol op de bestemmingsluchthaven. De taxi-emissies betreffen de emissies tijdens het uit-taxiën op Schiphol of Lelystad Airport en het in-taxiën op de bestemmingsluchthaven.

In de gevoeligheidsanalyse is geen afzonderlijke kwantitatieve variant doorgerekend voor maatregelen in de taxifase, zoals N-1 taxiën (taxiën met een motor minder). De taxi-emissies van vertrekkende vluchten op Schiphol en de bestemming bedragen, op basis van eerdere berekeningen in de Milieueffectenrapportage (mer), naar verwachting ongeveer 2% van de totale CO_2-uitstoot (NLR, 2026a). De verschillen in taxi-emissies tussen de scenario's voor 2024 en 2030 zijn kleiner dan 0,1% van de totale CO_2-uitstoot. Deze verschillen zijn daarmee nauwelijks zichtbaar in de totale scenarioresultaten. Ook het effect van variatie in taxi-emissies door N-1 taxiën op het totaal is naar verwachting beperkt. Mogelijke effecten van N-1 taxiën zijn daarom alleen kwalitatief beschouwd (sectie 5.1.3). De inzet van taxitowvoertuigen is niet in het mer-scenario opgenomen, omdat de verwachte toepassing in 2030 en het bijbehorende effect op de CO_2-uitstoot nog onzeker zijn.

APU

De APU kan worden gebruikt voor de energievoorziening aan boord van het vliegtuig wanneer het aan de grond staat, bijvoorbeeld voor elektriciteit, airconditioning en het starten van de hoofdmotoren. Externe energievoorzieningen, zoals walstroom en pre-conditioned air (PCA), kunnen het gebruik van de APU beperken. De APU-emissies zijn meegenomen in de berekende emissietotalen.

GPU en overige grondbronnen

Een GPU is een externe energievoorziening die elektriciteit aan vliegtuigen aan de vliegtuigopstelplaats levert. De CO_2-uitstoot van GPU en overige grondbronnen betreft minder dan 0,1% van de totale emissies (NLR, 2026a) en zijn om die reden niet meegenomen in de berekeningen.

2.1.3 Tijdsperiode

In dit onderzoek wordt er primair vanuit gegaan dat met het jaar 2024, dat in het coalitieakkoord als referentiejaar is aangegeven, het kalenderjaar 2024 wordt bedoeld.

Omdat er voor de luchtvaart ook een zogenaamd gebruiksjaar bestaat, dat loopt van 1 november tot en met 31 oktober, is ook die interpretatie onderzocht (sectie 3.3, Appendix C).

2.1.4 Aansluiting bij bestaande studies

Bij de opzet en uitvoering van dit onderzoek is geprobeerd om zoveel mogelijk aan te sluiten en voort te bouwen op al bestaande studies die zich richten op één of meer onderzochte aspecten (To70, 2026; NLR, 2026a; NLR, 2026b). Dat geldt in het bijzonder voor de definitie van de referentiesituatie en het mer-scenario (beschreven in hoofdstuk 3). Een vergelijking tussen de resultaten van het huidige onderzoek en die van een eerdere notitie over de mogelijke verandering in CO_2-uitstoot t.g.v. opening van Lelystad Airport voor groothandelsverkeer die NLR heeft opgesteld in opdracht van Natuur & Milieu, is opgenomen in Appendix E.

2.2 Rekenmethode

Deze sectie beschrijft de rekenmethode die in dit onderzoek is gebruikt. Deze sluit grotendeels aan bij de in 2025 voorgestelde uniforme rekenmethode voor (netto) CO_2-uitstoot van grote, civiele vastvleugelige transportvliegtuigen (Peerlings, Söffing, Wijn, & Andringa, 2025). De berekeningen voor verschillende zichtjaren en scenario's zijn steeds uitgevoerd met dezelfde rekenmethodiek, zodat de resultaten onderling vergelijkbaar zijn.

> **Box 1: CO_2-uitstoot op basis van brandstofafzet of modelberekening**
> Omdat het praktisch onmogelijk is om CO_2-uitstoot van vliegtuigen te meten wordt deze over het algemeen berekend. Het is mogelijk om de CO_2-uitstoot te bepalen op basis van de afgezette hoeveelheid brandstof (zoals bijvoorbeeld gerapporteerd door CBS, 2026) of de CO_2-uitstoot te berekenen op basis van een model (bijv. Peerlings, Söffing, Wijn, & Andringa, 2025). Vaak is de modelmatig berekende CO_2-uitstoot lager dan de uitstoot op basis van brandstofafzet (Peeters, Uitbeijerse, Peerlings, & Geilenkirchen, 2021). Verschillende factoren kunnen bijdragen aan dat verschil. Zo is het mogelijk dat modellen de werkelijkheid niet perfect beschrijven en (versimpelende) aannames doen. Aan de andere kant is het mogelijk dat meer brandstof wordt getankt dan strikt noodzakelijk voor de veilige uitvoering van een vlucht (tankering). Sinds 2025 mag tankering op Europese luchthavens nog maar beperkt worden toegepast (EC, 2023).
>
> Omdat voor toekomstige situaties geen gemeten brandstofverbruik beschikbaar is, wordt de CO_2-uitstoot van de verschillende toekomstscenario's modelmatig bepaald. Om de scenario's op een consistente manier met de referentiesituatie te kunnen vergelijken, wordt ook de CO_2-uitstoot in de referentiesituatie met dezelfde rekenmethode bepaald. Hierdoor zijn de berekende relatieve verschillen tussen de scenario's zo min mogelijk afhankelijk van systematische verschillen tussen de modelberekening en de werkelijke uitstoot. Waar relevant zijn deze relatieve verschillen vervolgens toegepast op de absolute CO_2-uitstoot op basis van de gerapporteerde brandstofafzet.

De berekeningsmethode in dit onderzoek verschilt van de benadering op basis van verkochte bunkerbrandstoffen die CBS en PBL hanteren. Door verschillen in onder meer modelaannames en tankering kunnen de absolute emissies uiteenlopen. Verschillen in de geraamde ontwikkeling richting 2030 kunnen daarnaast voortkomen uit andere uitgangspunten voor bijvoorbeeld verkeersgroei, vlootontwikkeling en SAF-inzet. In dit onderzoek zijn de relatieve veranderingen consistent met dezelfde rekenmethode bepaald en vervolgens toegepast op de uitstoot op basis van brandstofafzet. Een afzonderlijke kwantitatieve vergelijking met de ramingen van PBL is niet uitgevoerd.

De CO_2-uitstoot van de verschillende onderzochte scenario's is berekend met de door NLR ontwikkelde BeyondCO_2-tool (o.a. Lammen, Peerlings, van der Sman, & Kos, 2022; Peerlings, Wijn, Engler Faleiros, & Söffing, 2024), die gebruik maakt van vliegtuigprestatiegegevens van EUROCONTROL (EUROCONTROL, 2024). Daarmee is voor iedere vlucht – gedefinieerd door de combinatie van vertrekluchthaven, aankomstluchthaven en vliegtuigtype – het brandstofverbruik berekend. De bijbehorende CO_2-uitstoot is vervolgens bepaald door het totale brandstofverbruik per vlucht te vermenigvuldigen met de emissiefactor voor CO_2 (3.16 kg CO_2 per kg brandstof) (ICAO, 2023). De totale hoeveelheid CO_2-uitstoot per jaar volgt dan uit de sommatie van de CO_2-uitstoot van alle vluchten in dat jaar.

Vliegafstand en omvliegfactor

Voor elke vlucht wordt per combinatie van vertrekluchthaven en aankomstluchthaven de vliegafstand bepaald, op basis van de grootcirkelafstand tussen de twee luchthavens. De grootcirkelafstand is de kortst mogelijke route tussen twee luchthavens. Omdat daadwerkelijke vliegafstanden langer zijn dan de grootcirkelafstand wordt in de BeyondCO_2-tool een afstandsafhankelijke correctiefactor ('omvliegfactor') toegepast.

De omvliegfactor is berekend op basis van daadwerkelijk afgelegde vliegafstanden als beschikbaar in de EUROCONTROL DDR2 database voor de jaren 2017 en 2018 (EUROCONTROL, 2019a). Omdat die dataset geen vluchten vanaf Lelystad Airport bevat, is in dit onderzoek gebruik gemaakt van de omvliegfactor als functie van de grootcirkelafstand (GCD) in kilometers. Voor Schiphol is de omvliegfactor op dezelfde wijze gemodelleerd, zodat voor beide luchthavens een consistente methodiek is toegepast. Veranderingen in het luchtruim kunnen de omvliegfactor beïnvloeden. In dit onderzoek is niet gekeken naar specifieke aanpassingen aan het luchtruim.

Ten opzichte van de situatie in 2024 betekent de toepassing van deze trend een onderschatting van de omvliegfactor, zeker voor vluchten naar het Verre Oosten die het Russische luchtruim vermijden (zie bijvoorbeeld Peerlings, Söffing, Wijn, & Andringa, 2025, Appendix B.2.2). Omdat dit onderzoek gericht is op de analyse van relatieve gevoeligheden, en omdat in beide jaren in de basis dezelfde omvliegfactoren worden gehanteerd, is de verwachting dat deze onderschatting slechts beperkt doorwerkt in de onderlinge vergelijking van de scenario's. Wél heeft dit implicaties voor de interpretatie van de resultaten van de gevoeligheidsanalyse naar omvliegfactor. Deze implicaties worden parallel aan die resultaten in sectie 4.1.7 besproken.

Taxi-emissies

In lijn met voornoemde uniforme rekenmethode zijn taxi-emissies berekend op basis van luchthavenspecifieke taxitijden. Specifiek is de gemiddelde taxitijd van winterseizoen 2018/2019 en zomerseizoen 2019 gebruikt (EUROCONTROL, 2019b; EUROCONTROL, 2019c).[10,11]

Als genoemd in sectie 2.1.2 zijn reducties in taxi-emissies, bijvoorbeeld door N-1 taxiën of de inzet van taxitowvoertuigen, in de berekening buiten beschouwing gelaten.

Bezettingsgraad

De bezettingsgraad (ook bekend als beladingsgraad of, in het Engels, *load factor*) geeft aan in hoeverre de beschikbare passagiers- en/of vrachtcapaciteit wordt gebruikt voor het betaalde vervoer van passagiers en/of vracht. In de BeyondCO_2-tool wordt rekening gehouden met de bezettingsgraad door de invloed daarvan op het startgewicht van het vliegtuig te bepalen.

Duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF)

In de modellering van het effect van SAF is aangesloten bij de rekenmethode die bij de Klimaat- en Energieverkenning en andere Nederlandse klimaatdoelstellingen wordt gebruikt. In deze methode, die ook door veel internationale organisaties en standaarden en in het EU ETS wordt gebruikt (Greenhouse Gas Protocol, 2011; EU, 2018 (EU 2018/2001; RED II); EU, 2003 (2003/87/EC; ETS); World Economic Forum, 2022), wordt de CO_2-uitstoot van SAF van de verbrandingsfase (TtW) gelijkgesteld aan 0. Dat wordt gedaan omdat de CO_2 die bij verbranding vrijkomt gelijk is aan de CO_2 die door de grondstoffen is opgenomen tijdens de groei (in het geval van biogene SAF) of uit de atmosfeer is verwijderd door middel van technologie (in het geval van synthetische SAF). In deze methode wordt niet gekeken naar de levenscyclusuitstoot en wordt dus geen rekening gehouden met de uitstoot van broeikasgassen tijdens, bijvoorbeeld, de productie en het transport van de brandstof.

ICAO gebruikt een andere methode, gebaseerd op een levenscyclusanalyse. In Appendix D is deze methode verder omschreven en toegepast.

[10] Voor Lelystad Airport zijn logischerwijs nog geen statistieken over gerealiseerde taxitijden bekend. Zodoende is gerekend met een taxi-uit-tijd van 5,5 minuten (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018).
[11] Taxitijden voor 2024 verschillen slechts licht van de gebruikte taxitijden. Het effect daarvan op de berekende CO_2-uitstoot bedraagt minder dan 0,05%.

3 Referentiesituatie en mer-scenario

Dit hoofdstuk omschrijft de referentiesituatie en het mer-scenario die in dit onderzoek zijn gehanteerd. De referentiesituatie is gedefinieerd als de operationeel gerealiseerde situatie op Schiphol in 2024. Deze wordt in sectie 3.1 verder omschreven. Het mer-scenario voor het jaar 2030 is opgebouwd uit een mer-scenario voor Schiphol en een mer-scenario voor Lelystad Airport. Deze komen in sectie 3.2 aan bod. Sectie 3.3 gaat kort in op de (netto) CO_2-uitstoot in de referentiesituatie en het mer-scenario en de invloed van de in hoofdstuk 2 bepaalde uitgangspunten daarop.

3.1 Referentiesituatie: Schiphol in 2024

De referentiesituatie beschrijft de vlucht- en taxigerelateerde CO_2-uitstoot van het handelsverkeer op Schiphol in het kalenderjaar 2024 (01-01-2024 t/m 31-12-2024). De berekening is gebaseerd op het gerealiseerde vliegverkeer in 2024, inclusief de daarbij behorende vlootsamenstelling, bestemmingen, vliegtuigtypen en operationele kenmerken zoals omvliegfactoren en gebruik van externe energievoorzieningen. Dit scenario betreft ca. 474.000 vliegtuigbewegingen handelsverkeer, in ruim 76% van de gevallen uitgevoerd met een toestel dat is geïntroduceerd vóór 2010 (Figuur 4). Het gemiddelde maximale startgewicht, een maat voor de grootte van toestellen, is 104 ton. De gemiddelde vluchtafstand is ongeveer 2.150 kilometer.

Voor de bezettingsgraad is uitgegaan van 82,8%, overeenkomstig met de gemiddelde bezettingsgraad van passagiersvluchten op Schiphol in kalenderjaar 2024 zoals gerapporteerd in de *Traffic Review 2024* van Schiphol (Royal Schiphol Group, 2025).

Voor het gebruik van SAF is gerekend met een aandeel van circa 3,4%. Dit aandeel is afgeleid uit het jaarverslag van Schiphol (Royal Schiphol Group, 2024), waarin is aangegeven dat in kalenderjaar 2024 meer dan 110.000 ton SAF op Schiphol is geleverd, in combinatie met de gerapporteerde totale hoeveelheid geleverde vliegtuigbrandstof.

3.2 Mer-scenario: Schiphol en Lelystad Airport in 2030

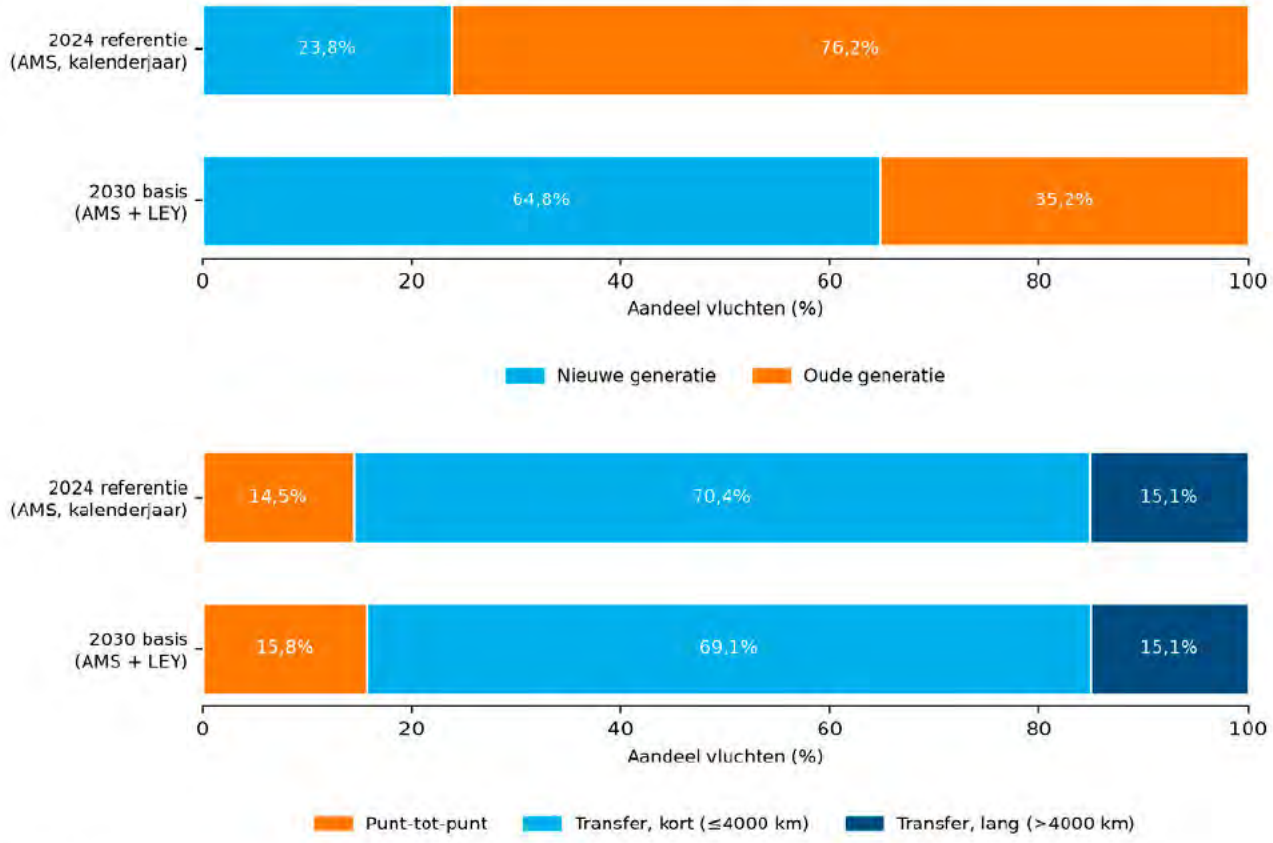
Het mer-scenario beschrijft de verwachte CO_2-uitstoot van het handelsverkeer op Schiphol en Lelystad Airport in 2030. Voor het mer-scenario is gebruik gemaakt van bestaande bronnen, die zonder aanpassing zijn gebruikt in het huidige onderzoek. De onderliggende mer-scenario's voor Schiphol en Lelystad Airport zijn los van elkaar ontwikkeld. Het Schiphol-scenario houdt geen rekening met een eventuele opening van Lelystad Airport en de daarmee samenhangende veranderingen in de verkeersverdeling, maar beide scenario's vormen op dit moment wel de meest recente beschikbare uitgangspunten voor de afzonderlijke luchthavens. Verderop in het onderzoek (sectie 4.2) worden daarom een centraal scenario en meerdere aanvullende scenario's uitgewerkt, waarin het verwachte effect van de opening van Lelystad Airport op Schiphol wel wordt meegenomen.

Vliegtuigbewegingen

Voor Schiphol is uitgegaan van een 2030-scenario met 478.000 vliegtuigbewegingen. Het 2030-scenario is opgesteld door To70 en is op dezelfde wijze afgeleid van het 478k-scenario voor zichtjaar 2024 als de scenario's voor de voorgenomen activiteit voor zichtjaar 2030 (To70, 2026).

Voor Lelystad Airport is uitgegaan van 10.000 vliegtuigbewegingen. Hiervoor zijn verschillende mer-scenario's beschikbaar vanuit de mer-beoordeling uit 2026: één scenario voor 2028 en twee scenario's voor 2033 (NLR, 2026b). Het 2028-scenario leidt ten opzichte van de 2033 scenario's tot een hogere berekende CO_2-uitstoot (0,112 Mt tegenover 0,107-0,108 Mt bij 6% SAF-toepassing). Om deze reden is het 2028-scenario in deze analyse gebruikt als benadering voor 2030. Deze keuze is conservatief, omdat hiermee voor Lelystad Airport wordt uitgegaan van de hoogste CO_2-uitstoot van de beschikbare scenario's.

In het mer-scenario ligt het aandeel nieuwere vliegtuigen, met een entry into service (EIS) na 2010, op bijna 65%, tegenover 24% in de referentiesituatie, zoals gevisualiseerd in Figuur 4. Het aandeel vluchten naar punt-tot-puntbestemmingen (volgens (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021b)) is eveneens iets groter in het mer-scenario. Dat wordt onder andere veroorzaakt door de toevoeging van de 10.000 vliegtuigbewegingen tussen Lelystad Airport en punt-tot-puntbestemmingen. Het gemiddelde maximale startgewicht stijgt naar 112 ton (t.o.v. 104 ton in de referentiesituatie, een verschil van +7,8%), terwijl de gemiddelde vliegafstand ongeveer constant blijft.



Figuur 3: Vloot- en netwerkeigenschappen (bestemmingen) van de referentiesituatie en het mer-scenario

SAF

Voor zowel Schiphol als Lelystad Airport is voor 2030 uitgegaan van 6% SAF. Dit sluit aan bij het SAF-aandeel dat vanaf 2030 op grond van ReFuelEU Aviation (EASA, 2025) geldt voor de levering van vliegtuigbrandstof op EU-luchthavens. Met de verwachting dat Lelystad Airport bij 10.000 vliegtuigbewegingen commercieel handelsverkeer meer dan 800.000 passagiers zal verwerken (Lelystad Airport, 2024) valt ook die luchthaven binnen de scope van ReFuelEU Aviation (EC, 2023, Art. 3(1)).

Bezettingsgraad

Voor 2030 is voor Schiphol uitgegaan aan de bezettingsgraad van 82,8%. Hiermee wordt de in 2024 gerealiseerde gemiddelde bezettingsgraad als uitgangspunt gehanteerd, zodat de effecten van andere ontwikkelingen tussen 2024 en 2030 afzonderlijk kunnen worden beoordeeld. Hoewel veranderingen in netwerk- en vlootsamenstelling ook van invloed kunnen zijn op de bezettingsgraad, is niet met voldoende zekerheid vast te stellen hoe deze zich richting 2030 zal ontwikkelen. In de gevoeligheidsanalyse wordt de bezettingsgraad vervolgens ten opzichte van deze uitgangswaarde gevarieerd. Voor Lelystad Airport wordt uitgegaan van een bezettingsgraad van 90%, wat meer in lijn is met luchthavens met een vergelijkbare operatie. Het scenario geeft daarmee een inschatting van de CO_2-uitstoot bij de uitgangspunten die voor 2030 als basis zijn gehanteerd.

APU

Voor het 478k-scenario van Schiphol in zichtjaar 2030 zijn de APU-emissies afgeleid door de resultaten van het 460k-scenario uit de mer te schalen op basis van het aantal vliegtuigbewegingen. Hiervoor is het 460k-scenario gebruikt omdat de vlootsamenstelling daarvan beter overeenkomt met die van het 478k-scenario dan de vlootsamenstelling van het 500k-scenario (To70, 2026).

Voor Lelystad Airport zijn de beschikbare APU-resultaten binnen de mer-beoordeling berekend met gebruik van de IPLO-database (NLR, 2026b). Deze emissies dragen minder dan 0,01% bij aan de totale beschouwde CO_2-uitstoot en zijn ongewijzigd opgenomen in de totale emissies.

3.3 CO_2-uitstoot in de referentiesituatie en het mer-scenario

De CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol in kalenderjaar 2024, exclusief de bijdrage van SAF, betreft 10,36 $MtCO_2$, bepaald op basis van de totale hoeveelheid geleverde brandstof (Royal Schiphol Group, 2024).[12] Inclusief de bijdrage van SAF bedraagt de netto CO_2-uitstoot 10,01 $MtCO_2$. Op basis van modellering ligt de verwachte CO_2-uitstoot in het mer-scenario 2,03% onder de gerealiseerde CO_2-uitstoot in de referentiesituatie. De verwachte CO_2-uitstoot in het mer-scenario bedraagt dus 9,81 $MtCO_2$ inclusief 6% SAF. Het mer-scenario vormt het uitgangspunt voor het basisscenario. Omdat de onderliggende scenario's voor Schiphol en Lelystad Airport afzonderlijk zijn ontwikkeld, houdt het Schiphol-scenario niet automatisch rekening met samenhangende ontwikkelingen, zoals de effecten van de opening van Lelystad Airport op het netwerk van Schiphol. Hierop wordt in hoofdstuk 4 nader ingegaan.

Twee eerdergenoemde keuzes in de onderzoeksaanpak, op het gebied van tijdsperiode (sectie 2.1.3) en de berekeningsmethode voor het effect van SAF (sectie 2.2), zijn van invloed op het verschil in (netto) CO_2-uitstoot tussen de referentiesituatie en het mer-scenario. Appendix C en Appendix D detailleren dit verder; Tabel 2 toont de conclusies daarvan.

Tabel 3: Verschil in (netto) CO_2-uitstoot tussen de referentiesituatie en het mer-scenario bij verschillende tijdsperiodes en SAF-berekeningsmethodes. In dit onderzoek is primair uitgegaan van het kalenderjaar en aansluiting bij KEV en EU ETS

SAF-berekeningsmethode / Tijdsperiode	Aansluitend bij KEV en EU ETS	Aansluitend bij ICAO CORSIA
Kalenderjaar (1/1/2024 – 31/12/2024)	**–2,03%**	–1,47%
Gebruiksjaar (1/11/2023 – 31/10/2024)	–1,33%	Niet onderzocht

[12] Op basis van 4.100.000 m³, gelijk aan 3.280.000 ton kerosine. Dat is zo'n 94,5% van de totale hoeveelheid brandstoffen die in 2024 in Nederland gebunkerd werden voor internationale luchtvaart (CBS, 2026).

4 Gevoeligheidsanalyse

Dit hoofdstuk bevat de resultaten van de gevoeligheidsanalyses die zijn uitgevoerd. Het hoofdstuk is opgesplitst in drie delen. Sectie 4.1 beschouwt de effecten van afzonderlijke variaties – in één van de onderzochte parameters – op de netto CO_2-uitstoot. Zodoende laat deze sectie zien welke parameters een grotere of kleinere invloed hebben op de netto CO_2-uitstoot – en dus op de haalbaarheid van de afspraak in het coalitieakkoord. Daartoe introduceert die sectie ook welke parameters zijn onderzocht, hoe de geanalyseerde variaties zijn gemodelleerd en hoe aannemelijk bepaalde variaties worden ingeschat. Sectie 4.2 beschrijft het effect van enkele aannemelijke combinaties van verschillende parameters op de netto CO_2-uitstoot en geeft daarmee een inschatting van de netto CO_2-uitstoot die in verschillende (meer of minder aannemelijke) toekomstscenario's kunnen voorkomen.

4.1 Effect van afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot

Deze sectie toont het effect van de afzonderlijke (geïsoleerde) variaties van de onderzochte parameters op netto CO_2-uitstoot. In deze analyses is steeds één parameter (stapsgewijs) gevarieerd, terwijl voor de andere parameters onveranderd de waarde uit het mer-scenario is gehanteerd. De waarde is niet noodzakelijkerwijs de aannemelijkste waarde, maar is gekozen omdat die waarde het beste aansluit bij het in sectie 3.2 omschreven mer-scenario. Tabel 3 geeft een overzicht van de geanalyseerde parameters en toont de standaardwaarden en onderzochte variaties voor elk daarvan. Aan het einde van deze sectie (sectie 4.1.8) wordt een samenvattend overzicht van de gevoeligheid van netto CO_2-uitstoot voor de verschillende parameters gegeven.

Tabel 4: Geanalyseerde parameters, standaardwaarden en onderzochte variaties per parameter

Parameter	Waarde uit mer-scenario	Onderzochte variaties	Sectie
Verkeersvolume	Schiphol: 478k Lelystad Airport: 10k	Schiphol: 460k en 500k Lelystad Airport: 5k	4.1.1
Verkeerssamenstelling: aandeel extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen	Geen	0 tot 10k, in stappen van 1k	4.1.2.1
Verkeerssamenstelling: (extra) toename van vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen verder dan 4.000 km	Geen (factor 1)	Factor 2, 4 en 10, en 100%	4.1.2.2
Vlootvernieuwing	Als in mer-scenario	–20% tot +20%, in stappen van 5%	4.1.3
Vlootverzwaring	Als in mer-scenario	0% tot +20%, in stappen van 5%	4.1.4
Inzet van SAF: aandeel SAF	6%	0 tot 14% bijmenging, in stappen van 2%	4.1.5
Bezettingsgraad	Schiphol: 82,8% Lelystad Airport: 90%	–10 tot +10%-punt t.o.v. normale bezettingsgraad	4.1.6
Omvliegfactor	Normaal	–25, –12.5%, +12.5% en +25% t.o.v. normale factor	4.1.7

4.1.1 Verkeersvolume

Met het **verkeersvolume** wordt het totaalaantal vliegtuigbewegingen op Schiphol en Lelystad Airport bedoeld, ondanks dat in dit onderzoek alleen de CO_2-uitstoot van vertrekkende vluchten wordt beschouwd.[13] Ten opzichte van het mer-scenario met 478.000 vliegtuigbewegingen (in meer detail omschreven in sectie 3.2) zijn voor Schiphol een af- en een toename naar respectievelijk 460.000 vliegtuigbewegingen (in lijn met het aantal in het ondergrensscenario in de mer Schiphol) en 500.000 vliegtuigbewegingen (aansluitend bij het aantal in het bovengrensscenario in de mer Schiphol) onderzocht. Voor Lelystad Airport is naast een mer-scenario met 10.000 vliegtuigbewegingen gekeken naar een alternatief scenario met 5.000 vliegtuigbewegingen.

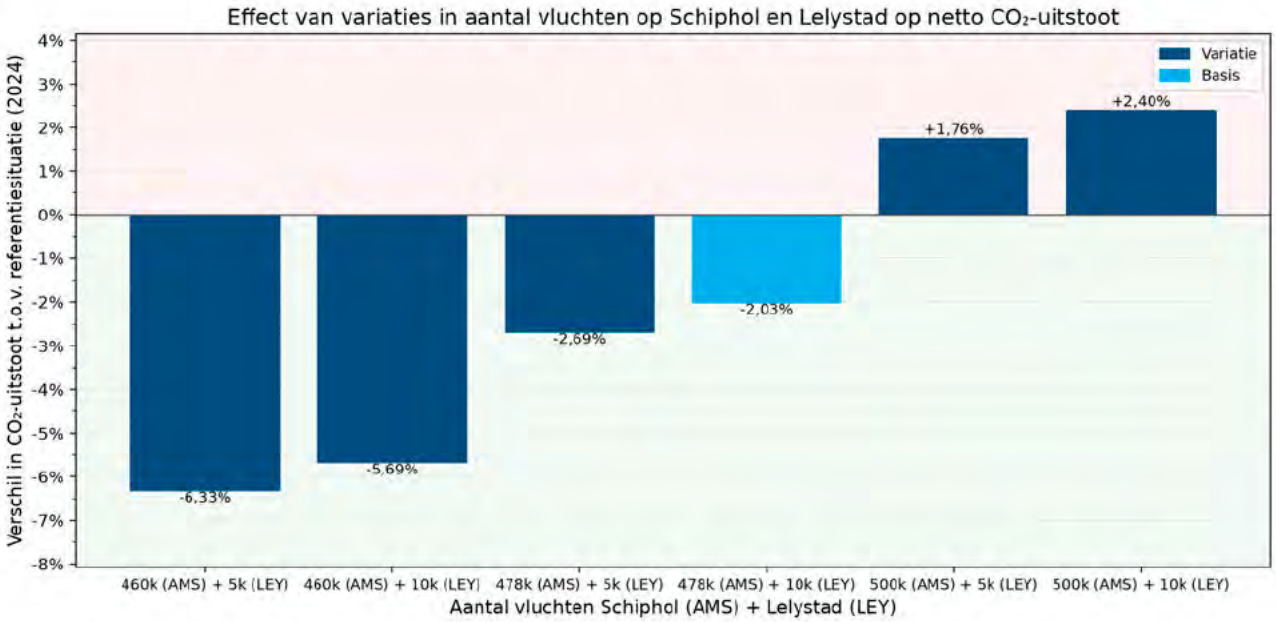
Aanpak

De netto CO_2-uitstoot van de alternatieve scenario's is bepaald door de netto CO_2-uitstoot van het mer-scenario lineair te schalen met het aantal vliegtuigbewegingen. Daarin is dus aangenomen dat de verkeersmix (bestemmingen, vloot, ...) niet verandert ten gevolge van een toe- of afname in verkeersvolume.

Resultaten

Figuur 5 toont het effect van een variatie in verkeersvolume op de netto CO_2-uitstoot. In het mer-scenario is de netto CO_2-uitstoot ongeveer 2% lager dan in de referentiesituatie. In alternatieve scenario's met minder vliegtuigbewegingen neemt de verwachte netto CO_2-uitstoot voor 2030 af en daalt de verwachte netto CO_2-uitstoot verder onder het niveau van de referentiesituatie in 2024. In de hier onderzochte scenario's met meer vliegtuigbewegingen gebeurt het omgekeerde. In lijn met de grotere stapgrootte die voor de verkeersvolumes op Schiphol is gehanteerd (460k > 478k > 500k) worden af- en toenames in verwachte netto CO_2-uitstoot vooral verklaard door variaties in het verkeersvolume op Schiphol. Ook daarvoor gecorrigeerd zorgt een toename van een gegeven aantal vliegtuigbewegingen op Schiphol voor een grotere toename van de netto CO_2-uitstoot ten opzichte van een toename van datzelfde aantal vliegtuigbewegingen op Lelystad Airport. Dat komt omdat de gemiddelde CO_2-uitstoot per vlucht die van Schiphol vertrekt zo'n 60% hoger is dan de gemiddelde CO_2-uitstoot per vlucht die van Lelystad Airport vertrekt, een gevolg van het feit dat vliegtuigen die vanaf Schiphol vertrekken gemiddeld groter zijn en verder vliegen.

[13] De keuze om het totaalaantal vliegtuigbewegingen te noemen bij het bespreken van verkeersvolume is gemaakt om beter aan te sluiten bij andere onderzoeken en interpretatie van de variaties eenvoudiger te maken. Een scenario met 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol is beter bekend als het op die manier wordt omschreven dan als het omschreven zou zijn als een scenario met 239.000 vertrekkende vluchten.



Figuur 4: Effect van variaties in verkeersvolume op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

Aannemelijkheid

In de mer zijn voor 2030 scenario's met 460.000 en 500.000 vliegtuigbewegingen onderzocht. Deze aantallen vormden de onder- en bovengrens van een bandbreedte, omdat de uitkomst van de Balanced Approach-procedure bij de start van de mer nog niet bekend was. De procedure heeft uiteindelijk geleid tot een maximum van 478.000 vliegtuigbewegingen, dat als uitgangspunt in het nieuwe Luchthavenverkeerbesluit (LVB) wordt vastgelegd. Het scenario met 478.000 vliegtuigbewegingen wordt daarom voor 2030 als aannemelijk geacht.

Het ontwerp-LVB bevat daarnaast een groeisystematiek waarmee Schiphol gefaseerd kan terugkeren naar maximaal 500.000 vliegtuigbewegingen. Deze systematiek treedt niet automatisch in werking: eerst moet de volledige doelstelling van 20% reductie van het aantal ernstig gehinderden zijn gerealiseerd. De geluidswinst die daarna wordt behaald wordt deels benut voor een verdere verlaging van geluid en kan deels worden benut voor verkeersgroei. Een ontwikkeling richting 500.000 vliegtuigbewegingen in 2030 is daarmee vooral aannemelijk wanneer tijdig voldoende aanvullende geluidswinst wordt gerealiseerd en er voldoende marktvraag is.

Het scenario met 460.000 vliegtuigbewegingen was binnen de mer de ondergrens van de onderzochte bandbreedte en vormt geen voorgenomen ontwikkelpad. Een dergelijk aantal ligt vooral voor de hand bij aanvullende beleidsmatige beperkingen of wanneer de vraag naar luchtvaart lager uitvalt dan de beschikbare capaciteit. Omdat op dit moment geen structurele afname van de vraag wordt verwacht, wordt het scenario met 460.000 vliegtuigbewegingen voor 2030 als minder aannemelijk beschouwd.

4.1.2 Verkeerssamenstelling

Niet alleen het verkeersvolume, maar ook de **verkeerssamenstelling** is van invloed op de toekomstige netto CO_2-uitstoot. Onder andere vanwege het Besluit verkeersverdeling tussen de luchthavens Schiphol en Lelystad Airport (behandeld in Box 2), ook bekend als de verkeersverdelingsmaatregel of VVR, is aannemelijk dat de opening van Lelystad Airport de verkeerssamenstelling op Schiphol zal beïnvloeden.

De resterende capaciteit op Schiphol is beperkt en beïnvloedt de ontwikkeling van Schiphol. Om de capaciteit zo efficiënt mogelijk te benutten ten behoeve van de inter(continentale) hubfunctie van Schiphol, zijn maatregelen voorzien en vastgelegd. Eén maatregel betreft het zogenoemde selectiviteitsbeleid, waarbij Lelystad Airport als 'overloopluchthaven' van Schiphol voor punt-tot-puntverkeer is gepositioneerd. De luchthaven zou daarmee deel van het (punt-tot-punt-)verkeer van Schiphol kunnen overnemen, zodat "op Schiphol ruimte [ontstaat] voor het verkeer dat het meest bijdraagt aan het voor Nederland zo vitale (inter)continentale netwerk" (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021b). De VVR geeft hier invulling aan. Box 2 beschrijft de werking van de VVR.

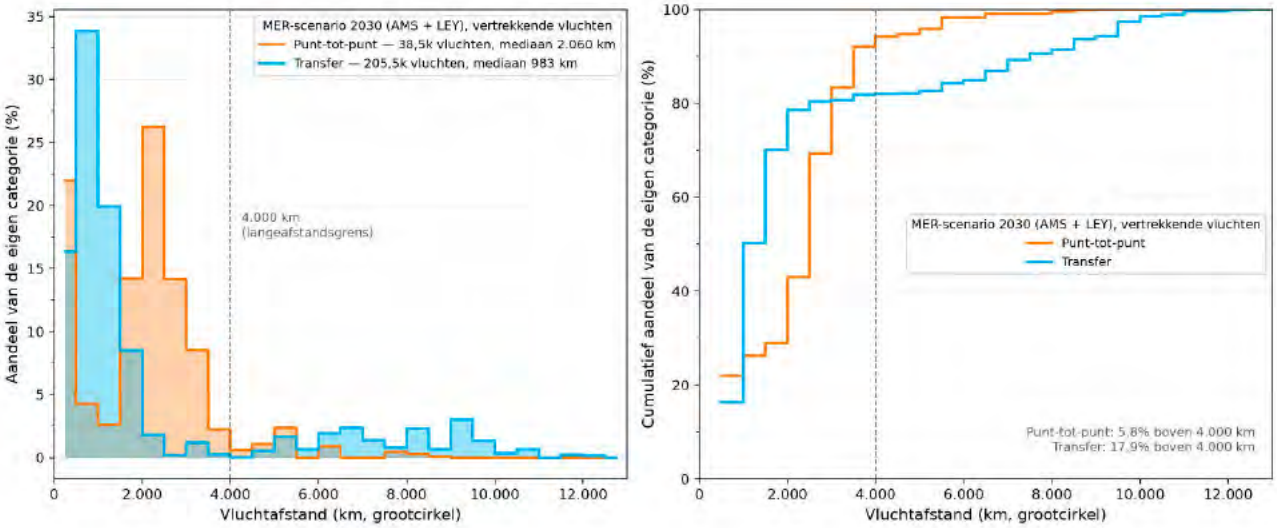
> **Box 2: Besluit verkeersverdeling tussen de luchthavens Schiphol en Lelystad Airport (VVR)**
> Het besluit verkeersverdeling tussen de luchthavens Schiphol en Lelystad Airport (VVR) geeft invulling aan het selectiviteitsbeleid tussen Schiphol en Lelystad Airport. De VVR houdt in dat luchtvaartmaatschappijen prioriteit krijgen bij de toewijzing van slots op Lelystad Airport wanneer zij historische slots op Schiphol die voor punt-tot-puntverkeer werden gebruikt, opgeven of voortaan inzetten voor transferverkeer. De hierdoor op Schiphol vrijgekomen capaciteit wordt exclusief beschikbaar gesteld voor transferverkeer. In deze box worden enkele relevante aspecten van de VVR uitgelicht, gebaseerd op het besluit en de nota van toelichting daarop (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021a), de bijbehorende ministeriële regeling (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021b) en een eerder onderzoeksrapport naar de toepassing ervan (M3 Consultancy, 2019).
>
> Algemeen
> "Een luchtvaartmaatschappij [krijgt] prioriteit bij het verkrijgen van slots op luchthaven Lelystad Airport voor zover die luchtvaartmaatschappij: a. historische slots op luchthaven Schiphol heeft overgedragen aan een andere luchtvaartmaatschappij of de slotcoördinator; of b. heeft toegezegd voortaan historische slots op luchthaven Schiphol te gebruiken voor het verrichten van transfervluchten" (Art. 2.2).
>
> Ongeacht de VVR is het voor luchtvaartmaatschappijen dus ook mogelijk om slots op Lelystad Airport te verkrijgen zonder dat ze daarvoor slots op Schiphol overdragen of zelf anders gaan gebruiken.
>
> Dochter- en moedermaatschappijen
> "Wanneer slots op luchthaven Schiphol in het bezit zijn van meer dan één luchtvaartmaatschappij en die luchtvaartmaatschappijen staan in de volgende verhouding tot elkaar: a. een moedermaatschappij en een dochtermaatschappij; of b. dochtermaatschappijen van dezelfde moedermaatschappij, dan worden die luchtvaartmaatschappijen voor de toepassing van het tweede en derde lid geacht één luchtvaartmaatschappij te zijn" (Art. 3.4).
>
> Transfervluchten en punt-tot-punt-vluchten
> Een transfervlucht is een "vlucht die bij ministeriële regeling als transfervlucht is aangewezen" (Art. 1), "op basis van een bij die regeling te bepalen gemiddeld percentage transferpassagiers aan boord van die vluchten" (Art. 2.6). Een punt-tot-punt-vlucht is een "vlucht die bij ministeriële regeling als punt-tot-punt-vlucht is aangewezen" (Art. 1). Praktisch gezien zijn alle vluchten die géén transfervlucht zijn een punt-tot-punt-vlucht (en vice versa).
>
> In deze ministeriële regeling (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021b) is dit percentage vastgesteld op 10% (Art. 1.2a) en worden aangewezen als transfervluchten "alle vluchten naar een bestemming die is weergegeven in bijlage 1 bij deze regeling en vluchten naar een bestemming als bedoeld in het derde lid" (Art. 1.1).

Ondanks dat de samenstelling van het verkeer op Schiphol zich ook los van de VVR kan ontwikkelen, is de VVR gebruikt om dit onderzoek vorm te geven. Specifiek zijn twee aspecten nader onderzocht:

1. Het **aandeel extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen**, waar ruimte voor ontstaat als luchtvaartmaatschappijen gebruik maken van de VVR om voorrang te krijgen bij de verdeling van slots op Lelystad Airport.
2. De **(extra) toename van vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen verder dan 4.000 kilometer weg**. Omdat een langeafstandsvlucht in absolute zin meer CO_2-uitstoot veroorzaakt dan een vlucht naar een bestemming dichterbij (Peerlings B. , 2025), is deze mogelijke toename van belang voor de afspraak in het coalitieakkoord. Zo'n (extra) toename is aannemelijk omdat langeafstandsvluchten voor luchtvaartmaatschappijen normaliter winstgevender zijn dan korte-afstandsvluchten (Bingelli & Weber, 2013; Górecka & Horák, 2014).

Voor het mer-scenario geeft Figuur 6 een indruk van de verdeling van punt-tot-punt- en transfervluchten over verschillende afstandsklasses. De linker figuur laat zien dat het grootste aandeel transfervluchten een relatief lage vluchtafstand heeft, van 2.000 kilometer of minder (mediaan: 983 kilometer). Het grootste aandeel punt-tot-punt-

vluchten vliegt verder, typisch naar bestemmingen op 1.500 tot 3.500 kilometer afstand (mediaan: 2.060 kilometer). De rechterfiguur maakt duidelijk dat er echter een veel groter aandeel transfervluchten (17,9%) dan punt-tot-punt-vluchten (5,8%) verder vliegt dan 4.000 kilometer.



Figuur 5: Verdeling van punt-tot-punt- en transfervluchten over verschillende afstandsklasses in het mer- scenario

4.1.2.1 Aantal extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen

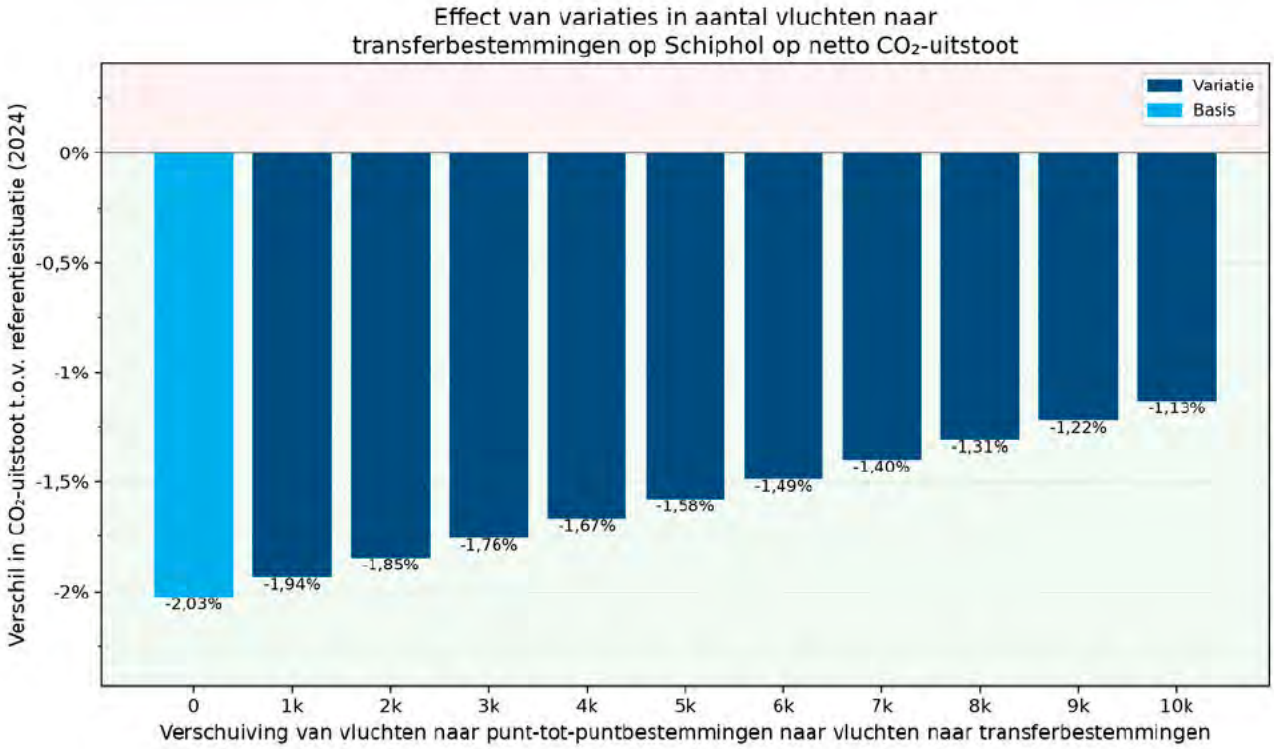
Het aantal extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen is gevarieerd van 0 tot 10.000.

Aanpak

De netto CO_2-uitstoot van de alternatieve scenario's is bepaald in twee stappen. Allereerst is, voor elke variatie, een aangepast verkeersscenario gegenereerd. Daarin is het aantal vluchten naar transferbestemmingen lineair opgeschaald. Bestemmingen zijn als transferbestemming geclassificeerd als ze als zodanig zijn aangeduid in de ministeriële regeling bij de VVR (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021b). Bestemmingen die niet in die ministeriële regeling voorkomen zijn geclassificeerd op basis van de classificatie van andere luchthavens in datzelfde land: als dat in meerderheid transferbestemmingen betreft, is ook de niet-geclassificeerde bestemming als zodanig gemodelleerd (Appendix A.1). Het aantal vluchten naar punt-tot-puntbestemmingen is vervolgens met eenzelfde aantal vluchten lineair afgeschaald, om ervoor te zorgen dat het totale aantal vluchten niet verandert. Daarna is de netto CO_2-uitstoot van dit nieuwe verkeersscenario berekend volgens de methode omschreven in sectie 2.2.

Resultaten

Figuur 7 toont het effect van een verschuiving van vluchten naar punt-tot-punt bestemmingen naar vluchten naar transferbestemmingen op Schiphol. Omdat vluchten naar transferbestemmingen per vlucht gemiddeld meer CO_2-uitstoot veroorzaken dan vluchten naar punt-tot-puntbestemmingen neemt de verwachte netto CO_2-uitstoot toe als er meer vluchten naar transferbestemmingen verschuiven. In alle gevallen komt de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 nog onder de waarde in de referentiesituatie (Schiphol, 2024), al verkleint het verschil.



Figuur 6: Effect van variaties in het aantal extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

Aannemelijkheid

M3 Consultancy (2019) heeft de te verwachten effecten van de VVR op de verkeersontwikkeling op Lelystad Airport onderzocht. Daarbij trokken de onderzoekers de volgende conclusies:

1. De opening van Lelystad Airport als slot-gecoördineerde luchthaven vanaf het eerste moment van opening is een niet eerder vertoonde situatie, waarvoor geen jurisprudentie bestaat (p. 3).
2. Vóórdat de VVR in werking treedt zal de slotcoördinator, op basis van de Europese slotverordening, *new entrant rules* moeten toepassen (p. 50). Daarmee kunnen luchtvaartmaatschappijen aanspraak maken op maximaal 5% van het aantal slots op een gegeven dag (pp. 4, 23). Over alle *new entrants* samen kunnen via deze regel 50% van de slots worden toegewezen (p. 24). Naar verwachting zullen 2 tot 4 luchtvaartmaatschappijen aanspraak maken op ieder 5% van deze slots, voor een totaal van 10 tot 20% van het totaal beschikbare aantal slots (p. 50).
3. De prioritaire behandeling van de VVR zal alleen gebruikt worden door luchtvaartmaatschappijen [of maatschappijen die als dochter- of moedermaatschappij tot die luchtvaartmaatschappijen in verhouding staan] die een punt-tot-punt-*slot* op Schiphol (in hun bezit) kunnen inzetten om transfervluchten uit te voeren (p. 4). Daarmee is Transavia, deel van de Air France-KLM Groep, de meest voor de hand liggende luchtvaartmaatschappij om van de VVR gebruik te maken (p. 34). Het lijkt de onderzoekers waarschijnlijk dat Transavia de VVR zal gebruiken om een deel van hun netwerk naar Lelystad Airport te verplaatsen, om zo ruimte te creëren voor KLM om haar (transfer)netwerk op Schiphol uit te breiden (p. 4).

Ondanks de voorzichtigheid die uit de eerste conclusie blijkt, acht het rapport het op basis van de tweede conclusie het meest waarschijnlijk dat er 8.000 tot 9.000 slots[14] (4.000 tot 4.500 starts en evenzoveel landingen) op Schiphol van een punt-tot-puntbestemming naar een transferbestemming verschuiven. Ten aanzien van de derde conclusie laat

[14] Als 10 tot 20% van het totaalaantal beschikbare slots (10.000, in dit onderzoek) wordt ingevuld door ***new entrants***, is dus 80 tot 90% van het aantal slots beschikbaar voor de prioritaire behandeling in het kader van de VVR.

een aanvullende analyse in het kader van het huidige onderzoek (met NLR's FANOMOS-systeem) zien dat Transavia in 2024 ruim 10.000 vluchten naar punt-tot-puntbestemmingen uitvoerde vanaf Schiphol en er binnen de Air France-KLM Groep dus meer dan 4.000 tot 4.500 start-slots voorhanden zijn om in te (gaan) zetten voor vluchten naar transferbestemmingen.

In het geval dat op Lelystad Airport 5.000 in plaats van 10.000 slots beschikbaar komen reduceert het aantal extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen eveneens met 50%, 4.000 tot 4.500 slots (en 2.000 tot 2.250 starts en evenzoveel landingen).

4.1.2.2 (Extra) toename van vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen verder dan 4.000 km

De extra toename van vluchten naar transferbestemmingen is gevarieerd tussen factoren 1, 2, 4 en 10. Aanvullend is in kaart gebracht welke netto CO_2-uitstoot verwacht kan worden wanneer alle extra vluchten naar transferbestemmingen ook langeafstandsvluchten betreffen.

Aanpak

De aanpak waarmee de netto CO_2-uitstoot van deze alternatieve scenario's is bepaald, volgt de aanpak die in sectie 4.1.2.1 is geschetst, met één verschil: vluchten naar transferbestemmingen verder dan 4.000 kilometer (gemeten op basis van grootcirkelafstand) zijn extra opgeschaald. Box 3 legt aan de hand van een rekenvoorbeeld uit hoe dat is gemodelleerd.

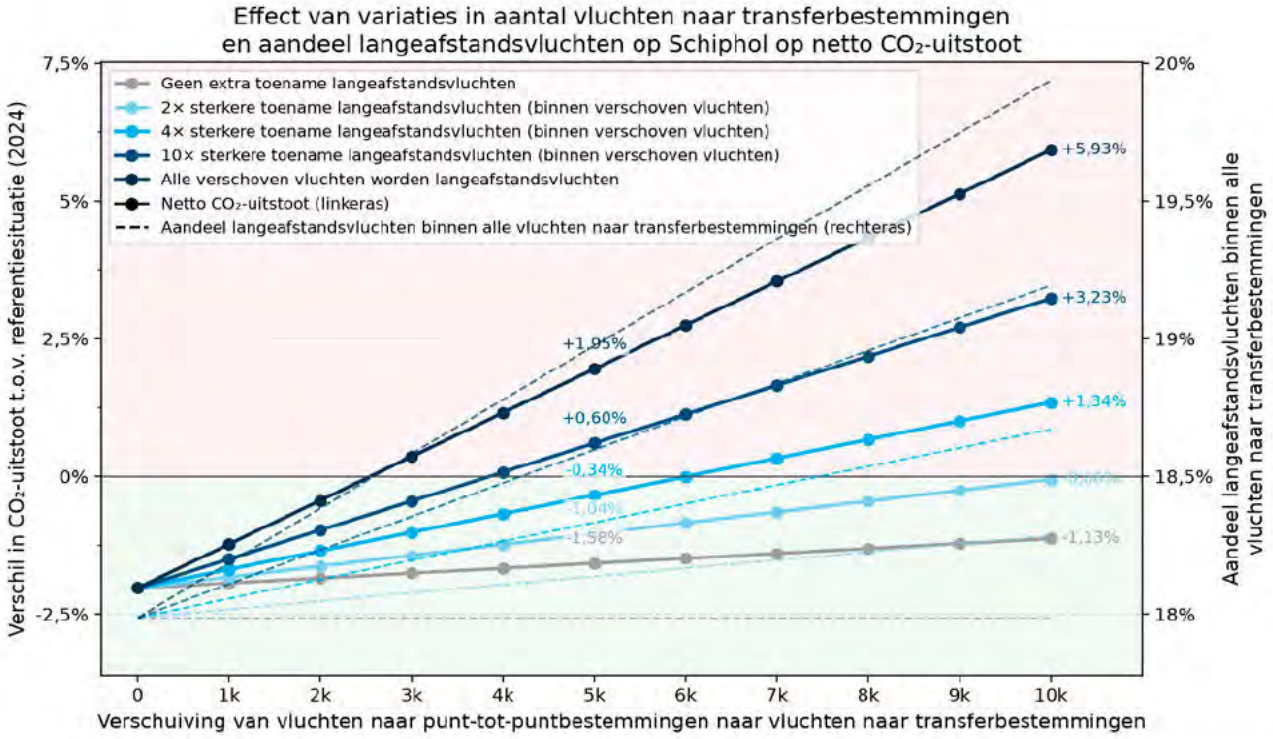
> **Box 3: Rekenvoorbeeld extra toename van langeafstandsvluchten**
> Dit rekenvoorbeeld gaat uit van 4.000 extra vluchten naar transferbestemmingen, waarbij het aantal langeafstandsvluchten 4 × sterker toeneemt. In het mer-scenario is het aandeel langeafstandsvluchten binnen de groep vluchten naar transferbestemmingen gelijk aan 18%.
>
> 1. De berekening begint met de constatering dat indien er sprake zou zijn van gelijkelijke toename langeafstandsvluchten en niet-langeafstandsvluchten de 4.000 extra vluchten worden verdeeld volgens de verhouding 18:82 (Figuur 4 in sectie 3.2). Dat zou dan resulteren in 720 langeafstandsvluchten en 3.280 niet-langeafstandsvluchten.
> 2. Echter: het scenario bepaalt dat het aantal langeafstandsvluchten 4 × sterker groeit, dus naar 720 × 4 = 2.880 vluchten. Dat zou optellen tot 6.160 vluchten, terwijl het scenario een toename van 4.000 vluchten voorschrijft.
> 3. Om terug te komen naar 4.000 vluchten worden beide groepen (langeafstandsvluchten en niet-langeafstandsvluchten) gelijkelijk afgeschaald met een factor 4.000 / 6.160 = 0,65. Dat resulteert dan in 2.880 × 0,65 = 1.870 langeafstandsvluchten en 3.280 × 0,65 = 2.130 niet-langeafstandsvluchten.
> 4. Met deze extra vluchten groeit het aantal langeafstandsvluchten naar transferbestemmingen van 36.890 met 1.870 naar 38.760 (+5,1%). Het aantal niet-langeafstandsvluchten groeit van 168.220 met 2.130 naar 170.350 (+1,3%).
> 5. Ter controle: de verhouding in groeipercentages is 5,1:1,3 = 4:1, als gedefinieerd in het scenario.
> 6. Met deze toename van langeafstandsvluchten groeit het aandeel langeafstandsvluchten (binnen de groep vluchten naar transferbestemmingen) van 18% naar 18,5%.

Resultaten

Figuur 8 breidt Figuur 7 uit met verschillende scenario's voor een extra toename van vluchten naar transferbestemmingen verder dan 4.000 kilometer, in de grafiek aangeduid als langeafstandsvluchten. De x-as toont nog steeds het aantal extra vluchten naar transferbestemmingen. De lijnen tonen de nadruk op langeafstandsvluchten, waarbij de doorgetrokken lijn de netto CO_2-uitstoot laat zien (op de linkeras) en de gestreepte lijn het aandeel langeafstandsvluchten binnen alle vluchten naar transferbestemmingen visualiseert (op de rechteras).

In het mer-scenario (grijze lijn) blijft het aandeel langeafstandsvluchten constant op 17,9%. In de varianten (blauwe lijnen) neemt het aandeel langeafstandsvluchten toe met een factor 2, 4 of 10, of wordt gemodelleerd dat alle extra transfervluchten een bestemming hebben die verder is dan 4.000 kilometer.

Als het aandeel langeafstandsvluchten toeneemt zorgt, dat ook voor een toename in verwachte netto CO_2-uitstoot. Een verschuiving van 10.000 vluchten naar punt-tot-puntbestemmingen naar vluchten naar transferbestemmingen zorgt voor een verschil tussen de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 en de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie van −1,13% (t.o.v. −2,03% bij geen toename in langeafstandsvluchten, als bepaald in sectie 3.3) bij een gelijkblijvend aandeel langeafstandsvluchten. Als alle 10.000 vluchten een transferbestemming op minimaal 4.000 kilometer afstand hebben, betekent dat een verschil in netto CO_2-uitstoot van +5,93%.



Figuur 7: Effect van variaties in extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen verder dan 4.000 kilometer op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

Aannemelijkheid

Het voornoemde rapport van M3 Consultancy (2019) gaat niet in op eventuele gevolgen van de VVR op de verkeerssamenstelling op Schiphol. Wél duidt het rapport Transavia aan als de meest voor de hand liggende luchtvaartmaatschappij om van de VVR gebruik te maken. Dat zou betekenen dat de 8.000 tot 9.000 slots voor vluchten van en naar punt-tot-puntbestemmingen die beschikbaar komen voor extra vluchten van en naar transferbestemmingen binnen het netwerk van de Air France-KLM Groep worden ingevuld. Omdat Air France geen langeafstandsvluchten vanaf Schiphol uitvoert is het meest waarschijnlijk dat een eventuele extra toename van langeafstandsvluchten door KLM wordt gerealiseerd.

Om een uitspraak te kunnen doen over de vooraf geselecteerde factoren (1×, 2×, 4×, 10×, 100%) is de verhouding van het jaarlijkse aantal stoelen op langeafstandsvluchten van KLM naar transferbestemmingen (die vertrekken vanaf Schiphol) ten opzichte van het jaarlijkse aantal stoelen op niet-langeafstandsvluchten van KLM vanuit transferbestemmingen

(zogenaamde feedervluchten die passagiers naar Schiphol toebrengen) geanalyseerd.[15] Tabel 4 toont de resultaten daarvan voor twee situaties. In beide gevallen is uitgegaan van de vluchtfrequenties in 2024 (op basis van vluchtdata uit NLR's FANOMOS-systeem), maar de vlootsamenstelling varieert. In de 'huidige situatie' is gerekend met het huidige aantal stoelen per vliegtuigtype in de vloot van KLM (AeroLOPA, 2026). In de 'situatie na vlootontwikkeling' is meegenomen dat het aantal stoelen per vlucht toeneemt als gevolg van (voorziene) vlootontwikkeling bij KLM (Appendix A.2).

Tabel 5: (Verhouding van) het jaarlijkse aantal stoelen op langeafstandsvluchten van KLM (vanuit Schiphol) ten opzichte van het jaarlijkse aantal stoelen op niet-langeafstandsvluchten van KLM (naar Schiphol) voor de huidige situatie en een situatie na vlootontwikkeling bij KLM

	Stoelen op feedervluchten naar Schiphol		Stoelen op langeafstands-vluchten vanaf Schiphol	
Huidige situatie	14,00 miljoen	73,0%	5,17 miljoen	27,0%
Situatie na vlootontwikkeling bij KLM	16,72 miljoen	74,5%	5,73 miljoen	25,5%

De tabel laat zien dat in de huidige situatie de verhouding tussen stoelen op feeder- en stoelen op langeafstandsvluchten 73% ten opzichte van 27% bedraagt. In de situatie na vlootontwikkeling bij KLM verschuift die verhouding naar een groter aandeel stoelen op feedervluchten (van 73,0% naar 74,5%), waardoor het aandeel stoelen op langeafstandsvluchten afneemt (van 27,0% naar 25,5%). Dat impliceert dat de feedervluchten meer transferpassagiers kunnen aanvoeren, zodat er ook ruimte is voor meer langeafstandsvluchten van KLM.

Voor drie scenario's waarin het aantal langeafstandsvluchten extra snel groeit (met factoren 1 ×, 2 × en 4 ×) toont Tabel 5 hoe deze verhouding varieert. Bij gelijkelijke groei van het aantal langeafstandsvluchten (factor 1 ×) zijn de verhoudingen (72,4% ten opzichte van 25,8%) erg vergelijkbaar met die in Tabel 4 voor de situatie na vlootontwikkeling bij KLM (74,5% ten opzichte van 25,5%).[16] Bij een twee keer zo sterke groei van het aandeel langeafstandsvluchten neemt het aandeel stoelen daarop ook toe (naar 26,3% of 26,4%, afhankelijk van het aantal extra vluchten naar transferbestemmingen), maar blijft het aandeel lager dan in de huidige situatie (27,0%; Tabel 4). Bij een vier keer zo sterke groei neemt het aandeel stoelen op langeafstandsvluchten nog verder toe (naar 27,2% en 27,4%), naar boven het aandeel in de huidige situatie (27,0%).

Tabel 6: Verhouding van het jaarlijkse aantal stoelen op langeafstandsvluchten van KLM naar transferbestemmingen (vanuit Schiphol) ten opzichte van het jaarlijkse aantal stoelen op niet-langeafstandsvluchten van KLM vanuit transferbestemmingen (naar Schiphol) bij verschillende factoren voor groei in langeafstandsvluchten

Aantal extra slots / vluchten naar transferbestemmingen	Groei(factor) voor langeafstandsvluchten	Stoelen op feedervluchten naar Schiphol	Stoelen op langeafstands-vluchten vanaf Schiphol
8.000 / 4.000	1 × (720 vluchten)	74,2%	25,8%
	2 × (1.220 vluchten)	73,6%	26,4%
	4 × (1.869 vluchten)	72,8%	27,2%
9.000 / 4.500	1 × (810 vluchten)	74,2%	25,8%
	2 × (1.372 vluchten)	73,5%	26,5%
	4 × (2.103 vluchten)	72,6%	27,4%

Op basis van de verhouding in stoelaantallen lijken factoren 2 × en 4 × het aannemelijkst. Dat kan echter alleen bewaarheid worden als het ook mogelijk is om de vloot langeafstandsvliegtuigen te laten groeien, zodat het materieel

[15] Ondanks dat in dit onderzoek alleen de CO_2-uitstoot van vertrekkende vluchten wordt beschouwd, is in deze losse analyse gekeken naar zowel aankomende (feeder)vluchten als vertrekkende (langeafstands)vluchten. De aanvoer náár de hub moet immers in balans zijn met de 'afvoer' ván de hub.

[16] Het kleine verschil in verhouding tussen de 'situatie na vlootontwikkeling' en Tabel 4 en de regels met '1 ×' groei(factor) voor langeafstandsvluchten in Tabel 5 wordt veroorzaakt doordat in Tabel 5 gebruik is gemaakt van het algemene aandeel langeafstands-transfervluchten voor alle transfervluchten van en naar Schiphol, terwijl die verhouding voor KLM iets anders (lager aandeel langeafstands-transfervluchten) is.

beschikbaar is om deze extra vluchten uit te voeren.[17] Omdat dat niet gegarandeerd is, is ook gelijkelijke groei (factor 1 ×) niet onaannemelijk.

In sectie 4.2 worden gecombineerde variatiescenario's opgesteld, waarbij één scenario dient als het meest centrale scenario. In dit centrale scenario wordt een uitplaatsing van 9.000 vliegtuigbewegingen en een groeifactor voor langeafstandsvluchten van 2x aangenomen. Dit scenario leidt tot een verschil van -0,25% in CO_2-uitstoot met de 2024-situatie.

4.1.3 Vlootvernieuwing

Onder **vlootvernieuwing** wordt in deze analyse verstaan de vervanging van een vliegtuigtype van een oudere generatie door een vliegtuigtype van een nieuwere generatie met zo vergelijkbaar mogelijke eigenschappen, zoals stoelcapaciteit en vliegbereik. Bekende voorbeelden zijn de vervanging van een Boeing 737-800 door een Boeing 737 MAX 8, of van een Airbus A321 door een Airbus A321neo. Appendix B.1 geeft een overzicht van de gemodelleerde nieuwe types die huidige of oudere types opvolgen. Nieuwe types zijn in dit onderzoek gedefinieerd als types die na 2010 in gebruik zijn genomen.

Bij het opstellen van de vlootvernieuwingsstappen is aangesloten bij de vliegtuigtypen die voorkomen in de voor deze studie gebruikte mer-scenario's. De analyse is daarmee beperkt tot vernieuwingspaden met vliegtuigtypen uit de in de mer aanwezige vloot (To70, 2026, p. 30).

Aanpak

Het mer-scenario voor 2030 bestaat voor circa 65% uit vliegtuigbewegingen met nieuwe-generatievliegtuigen en voor circa 35% met oudere vliegtuigtypen (Figuur 4 in sectie 3.2). In de gevoeligheidsanalyse zijn een vertraging en een versnelling van de vlootvernieuwing gemodelleerd door het aandeel vliegtuigbewegingen met oude- en nieuwe-generatievliegtuigen met −20% tot +20% te variëren. De vervangingen zijn daarbij uitgevoerd volgens de vernieuwingspaden uit Appendix B.1.

Bij een positieve variatie wordt een deel van de resterende oude generatie vliegtuigtypen vervangen door de bijbehorende nieuwe-generatietypen. Een variatie van +20% betekent daarmee dat 20% van het aandeel oude vliegtuigen wordt vernieuwd en het aandeel vluchten met nieuwe-generatievliegtuigen toeneemt van 65% naar 72%.[18] Bij een negatieve variatie wordt de omgekeerde vervangingsstap toegepast en wordt een deel van de nieuwe-generatievliegtuigen vervangen door het bijbehorende oudere type.

Door het verschil tussen het aandeel oude en nieuwe vliegtuigen is de verandering in het uiteindelijke aandeel nieuwe-generatievliegtuigen niet symmetrisch rond het mer-scenario.

Resultaten

Figuur 9 toont het effect van variaties in vlootvernieuwing op de verwachte netto CO_2-uitstoot. In het mer-scenario is een verschil van −2,03% verwacht. Extra vlootvernieuwing vergroot het verschil ten opzichte van de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie, ondanks dat het gemiddelde startgewicht (MTOW) licht toeneemt ten opzichte van het mer-scenario. Bij minder vlootvernieuwing neemt de verwachte netto CO_2-uitstoot toe en wordt het verschil met de referentiesituatie kleiner, tot minimaal −0,68%.

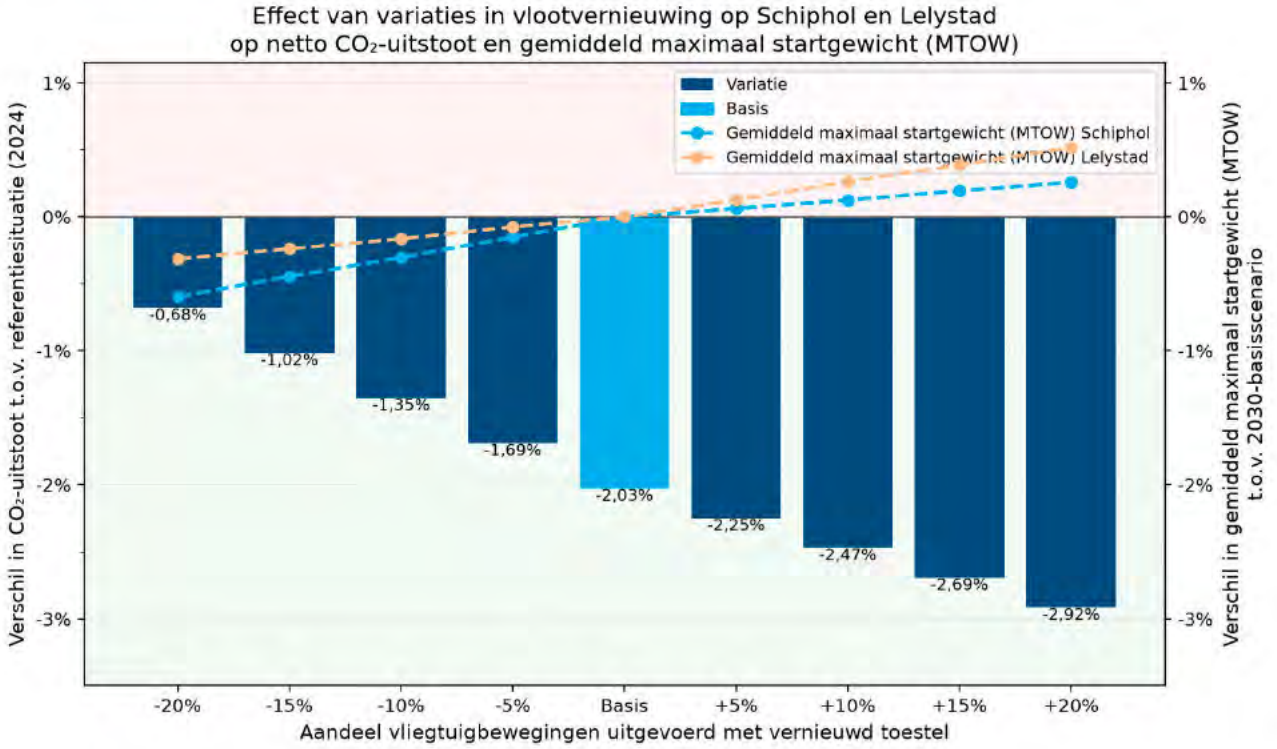
[17] Ieder langeafstandsvliegtuig van KLM voert op jaarbasis zo'n 250 vertrekkende vluchten vanaf Schiphol uit.
[18] 65% + (20% × 35%) = 65% + 7% = 72%.

Aannemelijkheid

Een vergelijking van de mer-scenario's voor 2024 en 2030 laat zien dat het aandeel vliegtuigbewegingen met vliegtuigen van een nieuwe generatie toeneemt van circa 33% naar 65%. Dit komt overeen met een gemiddelde vernieuwing van ongeveer 5 procentpunt per jaar. Tegelijkertijd neemt het gemiddelde maximale startgewicht (MTOW) van de vloot met circa 5,5% toe, oftewel gemiddeld ongeveer 0,9 procentpunt per jaar, ten opzichte van het aanvankelijke MTOW.

Grotere afwijkingen van het mer-scenario voor 2030 dan één jaar versnelling of één jaar vertraging in vlootontwikkeling worden minder aannemelijk geacht. Vlootontwikkeling wordt namelijk begrensd door onder meer de levertermijnen van nieuwe vliegtuigen, de productiecapaciteit van fabrikanten, bestaande vloot- en leasecontracten en de beschikbaarheid van geschikte vervangende vliegtuigtypen. Een bandbreedte van circa ±5 procentpunt in het aandeel nieuwe-generatievliegtuigen en circa ±0,9% in het gemiddelde MTOW geeft daarom een indicatie van een aannemelijke variatie rond het mer-scenario voor 2030.

Vlootvernieuwing en vlootverzwaring kunnen daarbij niet volledig los van elkaar worden beschouwd. Nieuwe vliegtuigtypen kunnen een andere capaciteit en een ander maximaal startgewicht hebben dan de typen die zij vervangen. Ook veranderingen in de verkeerssamenstelling kunnen zowel het aandeel nieuwe-generatievliegtuigen als het gemiddelde MTOW beïnvloeden. Daarbij blijkt in de praktijk dat bij vervanging van oudere vliegtuigtypen regelmatig wordt gekozen voor een type met meer stoel- en/of vrachtcapaciteit, waardoor vlootvernieuwing vaak gepaard gaat met vlootverzwaring. De afzonderlijke varianten geven inzicht in het effect van beide ontwikkelingen, maar de gecombineerde variatiescenario's in sectie 4.2.3 geven een realistischer beeld van een mogelijke vlootontwikkeling richting 2030.



Figuur 8: Effect van variaties in vlootvernieuwing op netto CO_2-uitstoot en gemiddeld maximaal startgewicht (MTOW) van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

4.1.4 Vlootverzwaring

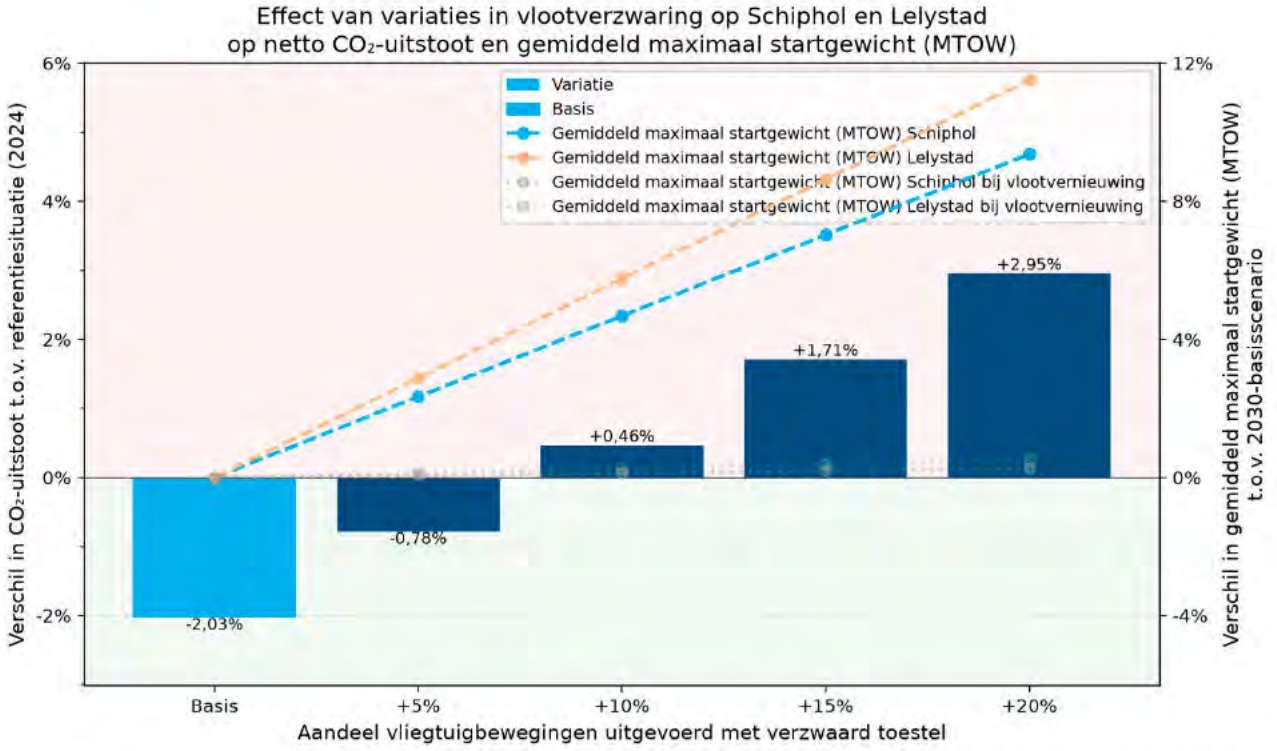
Met **vlootverzwaring** wordt bedoeld dat een kleiner toestel wordt vervangen door een groter toestel, dat meer passagiers en/of vracht kan vervoeren. Hoewel vlootverzwaring in de praktijk meestal wordt gecombineerd met vlootvernieuwing, is vlootverzwaring in de gevoeligheidsanalyse naar de afzonderlijke effecten apart beschouwd. Appendix B.1 geeft een overzicht van de verzwaarde types die ter vervanging van de huidige types zijn gemodelleerd.

Aanpak

In de gevoeligheidsanalyse is de mate van vlootverzwaring gevarieerd van 0% tot +20%. Een variatie van +20% betekent dat 20% van de bewegingen waarvoor een groter toestel (van dezelfde generatie) beschikbaar is, naar dit type wordt overgezet. Een negatieve variatie (vlootverlichting) is niet afzonderlijk geanalyseerd, maar vormt wel onderdeel van de gecombineerde variatiescenario's in sectie 4.2.3.

Resultaten

Figuur 10 toont het effect van variaties in vlootverzwaring op de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030. Als eerder getoond is het verschil tussen de (verwachte) netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie en het mer-scenario –2,03%. Zoals verwacht zorgt vlootverzwaring voor meer CO_2-uitstoot, zodanig dat de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 het referentieniveau bij scenario's vanaf 10% vlootverzwaring overschrijdt. In die situatie neemt het gemiddelde maximale startgewicht (MTOW) op Schiphol toe met bijna 5%, en op Lelystad Airport met ruim 5%. Uit de figuur wordt eveneens duidelijk dat de toename in maximaal startgewicht (MTOW) die in het kader van vlootverzwaring is onderzocht fors groter is dan de variatie in MTOW die is geobserveerd bij vlootvernieuwing – aangegeven met lichtgrijze lijnen.



Figuur 9: Effect van variaties in vlootverzwaring op netto CO_2-uitstoot en gemiddeld maximaal startgewicht (MTOW) van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

Aannemelijkheid

De aannemelijkheid van de onderzochte variaties is nader toegelicht bij de beschouwing van de vlootvernieuwing (sectie 4.1.3).

4.1.5 Inzet van SAF

Het aandeel SAF dat wordt bijgemengd is gevarieerd van 0% tot 14% in tussenstappen van 2%. Daarmee omvat de variatie zowel het ReFuelEU Aviation-mandaat voor 2030 (6%, EC, 2023), doelen uit de Clean Skies for Tomorrow Coalition (10%, World Economic Forum, 2021) en de Nederlandse doelstelling tot 14% bijmenging (Duurzame Luchtvaarttafel, 2019).

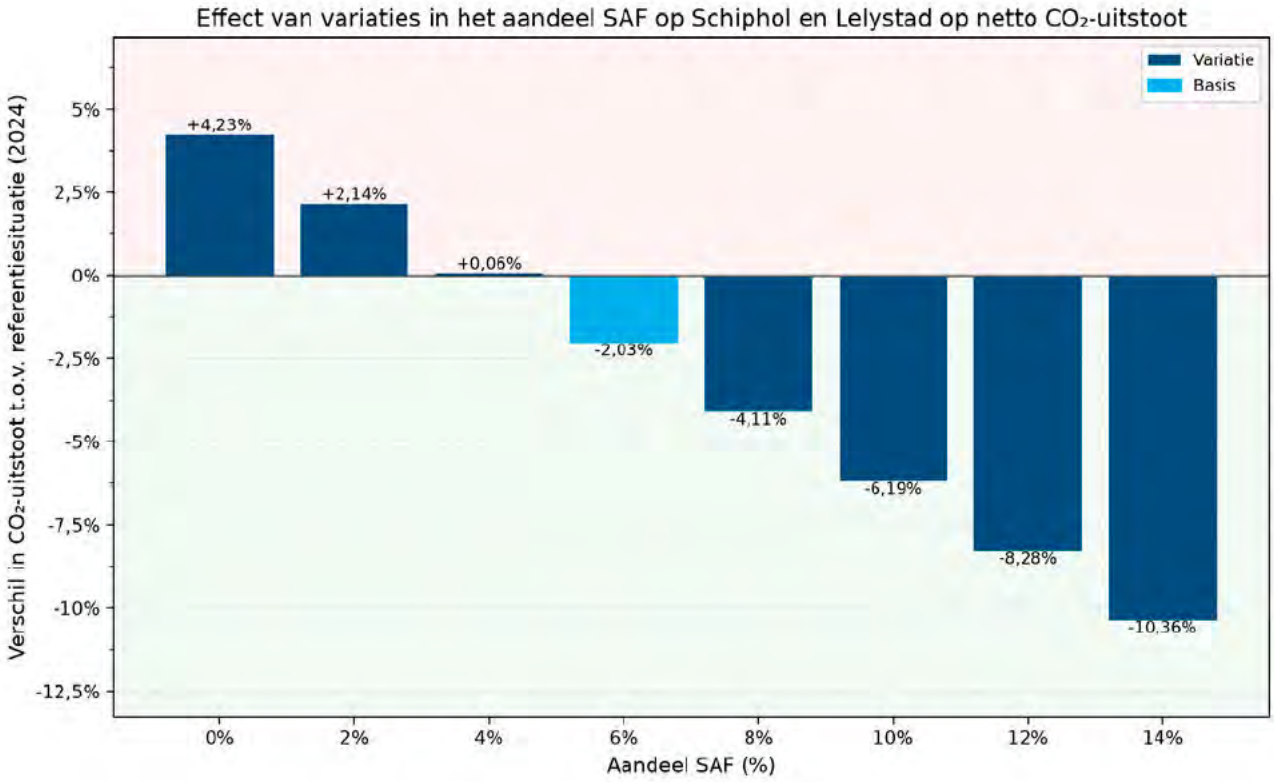
Aanpak

Het effect op netto CO_2-uitstoot ten gevolge van variaties in het aandeel SAF is berekend door de totale CO_2-uitstoot (exclusief inzet van SAF) te reduceren met het percentage SAF dat is bijgemengd. In lijn met de primaire rekenmethodologie (sectie 2.2) wordt voor SAF namelijk géén CO_2-uitstoot gerekend.

Resultaten

Figuur 11 toont het effect van variaties in het aandeel SAF op netto CO_2-uitstoot. Logischerwijs groeit het verschil tussen de verwachte toekomstige netto CO_2-uitstoot en de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie met een groeiend aandeel SAF, tot een verschil van ruim −10% bij 14% SAF. Bij minder inzet van SAF neemt het verschil af. Bij 4% SAF is de verwachte toekomstige netto CO_2-uitstoot iets hoger dan de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie (met 3,4% SAF); bij nog lagere bijmengpercentages neemt de verwachte netto CO_2-uitstoot voor 2030 toe boven het niveau van 2024.

Ondanks dat de gehanteerde rekenmethode de netto CO_2-uitstoot van de verbranding van SAF gelijkstelt aan 0 (sectie 2.2) zijn de verschillen in verwachte netto CO_2-uitstoot iets groter dan de verschillen in SAF-inzet. Dat komt omdat in de referentiesituatie al gebruik wordt gemaakt van 3,4% SAF.



Figuur 10: Effect van variaties in het aandeel SAF op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

Aannemelijkheid

Het mer-scenario, met 6% bijmenging van SAF, wordt als aannemelijkst ingeschat. Dat komt omdat die 6% bijmenging door ReFuelEU Aviation is gemandateerd.

Een hoger bijmengpercentage, het gevolg van vrijwillige acties vanuit luchtvaartmaatschappijen en/of verder stimulerend beleid, is mogelijk. Het feit dat in 2024, vóór de introductie van mandaten, op Schiphol 3,4% SAF is bijgemengd (sectie 3.1) illustreert die mogelijkheid. Vanwege ReFuelEU Aviation kan dat echter niet (nationaal) verplicht worden en blijft een dergelijke ontwikkeling onzeker.

Een bijmengpercentage van minder dan 6% op Schiphol lijkt onwaarschijnlijk en zou alleen realiteit kunnen worden als de bijmengverplichting wordt aangepast. Voor Lelystad Airport is die kans iets groter, maar nog steeds zeer klein: mocht de luchthaven minder dan 800.000 passagiers ontvangen, zou ReFuelEU Aviation niet meer van toepassing zijn (EC, 2023, Art. 3(1)).

4.1.6 Bezettingsgraad

De in sectie 2.2 geïntroduceerde **bezettingsgraad** geeft aan in hoeverre de beschikbare passagiers- en/of vrachtcapaciteit wordt gebruikt voor het betaalde vervoer van passagiers en/of vracht. Een hogere bezettingsgraad duidt op een hogere massa passagiers en/of vracht aan boord, waardoor het totaalgewicht van het vliegtuig toeneemt. Daardoor verbruikt het ook meer brandstof en stoot het meer CO_2 uit.

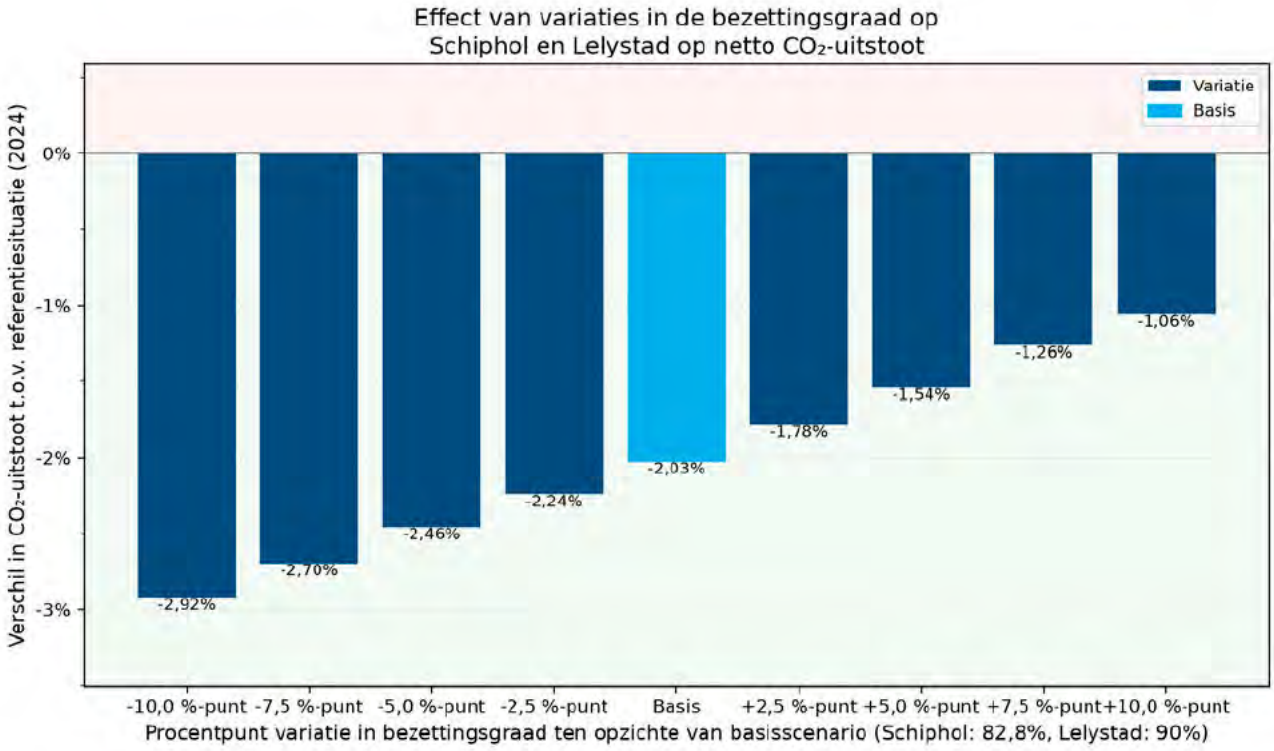
Aan de andere kant zorgt een hogere bezettingsgraad voor een lagere CO_2-intensiteit (CO_2 per passagier, CO_2 per passagiers-kilometer of CO_2 per vracht-kilometer). Daarmee neemt de CO_2-efficiëntie van de vlucht toe. Hoewel relevant is het belangrijk te benadrukken dat de afspraak in het coalitieakkoord betrekking heeft op de totale, absolute (netto) CO_2-uitstoot; de CO_2-intensiteit is voor die afspraak niet van belang.

Aanpak

Om de gevoeligheid van de netto CO_2-uitstoot voor de bezettingsgraad te onderzoeken is deze systematisch gevarieerd. De beladingsgraden van 82,8 (Schiphol) en 90% (Lelystad Airport) die in het mer-scenario zijn gebruikt (sectie 3.2) zijn daarvoor gevarieerd met –10 tot +10 procentpunt, in stappen van 2,5 procentpunt.

Resultaten

Figuur 12 toont het effect van variaties in de bezettingsgraad op de verwachte netto CO_2-uitstoot. In het mer-scenario ligt die 2,03% onder de netto CO_2-uitstoot in het referentieniveau. Bij een toename in belading neemt de verwachte netto CO_2-uitstoot in het toekomstscenario toe en neemt het verschil ten opzichte van de referentiesituatie af. In de onderzochte bandbreedte neemt de bezettingsgraad niet zodanig toe dat het ervoor zorgt dat de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie wordt overschreden.



Figuur 11: Effect van variaties in de bezettingsgraad op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

Aannemelijkheid

De gemiddelde bezettingsgraad op Schiphol bedroeg in 2024 82,8% (sectie 3.1). In de periode vóór de coronacrisis nam de gemiddelde jaarlijkse bezettingsgraad toe van circa 77% in 2010 tot 86% in 2018 (Royal Schiphol Group, 2011; Royal Schiphol Group, 2019). De variaties van ±5 procentpunt rond de uitgangswaarde sluiten daarmee ongeveer aan bij de historisch waargenomen bandbreedte. De varianten van ±10 procentpunt gaan daarbuiten en moeten vooral worden beschouwd als ruimere gevoeligheidsgrenzen. Daarbij is de opwaartse variant van 92,8% relatief ambitieus, omdat deze ruim boven het tot nu toe op Schiphol waargenomen hoogste jaargemiddelde ligt.

4.1.7 Omvliegfactor

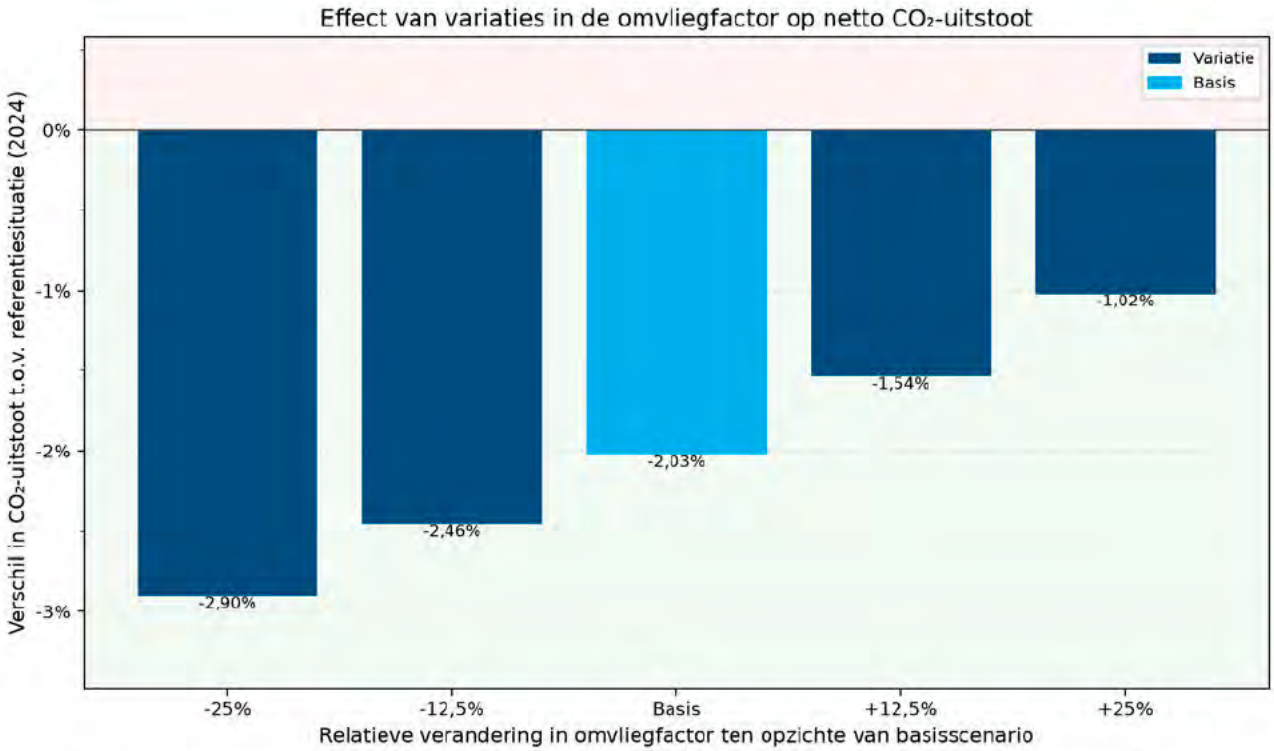
De eveneens in sectie 2.2 genoemde **omvliegfactor** beschrijft het relatieve verschil tussen de afstand die vliegtuigen daadwerkelijk afleggen en de kortst mogelijke afstand tussen diezelfde luchthavens, de zogenaamde grootcirkelafstand. Inefficiënties in het luchtruim, zoals zones die gereserveerd zijn voor militaire oefeningen, zorgen voor een hogere omvliegfactor. Luchtruimsluitingen, bijvoorbeeld boven conflictgebieden, zorgen eveneens voor een hogere omvliegfactor (2.1). In dit onderzoek is het effect van toe- en afnames in de omvliegfactor systematisch geanalyseerd.

Aanpak

De gevoeligheid van netto CO_2-uitstoot voor variaties in omvliegfactor is met behulp van de BeyondCO_2-tool onderzocht. Omdat de omvliegfactor afhankelijk is van de vliegafstand is niet de omvliegfactor direct gevarieerd, maar is een percentuele aanpassing (variërend van −25% tot +25% in stappen van 12,5%) toegepast. Dat betekent dat, naast de situatie waarin de omvliegfactor niet veranderd, het effect van een relatieve verbetering (of verslechtering) van 12,5% of 25% is onderzocht.

Resultaten

Figuur 13 toont het effect van variaties in de omvliegfactor op de verwachte netto CO_2-uitstoot. Ook bij toename van de omvliegfactor tot 25% blijft de verwachte netto CO_2-uitstoot in het toekomstscenario onder de netto referentie-uitstoot (−1,02% bij een toename van 25% op de omvliegfactor). Als de omvliegfactor afneemt neemt de verwachte netto CO_2-uitstoot ook af. De afname is echter minder dan de toename bij een even grote (maar tegengestelde) verandering in de omvliegfactor. Dat kan worden verklaard door het 'sneeuwbaleffect': verder (om)vliegen vergt meer brandstof, waarvan het meenemen ook meer brandstof kost.



Figuur 12: Effect van variaties in de omvliegfactor op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

Aannemelijkheid

In 2024 waren verschillende luchtruimen vanwege geopolitieke conflicten gesloten, waardoor op een deel van de routes relatief veel moest worden omgevlogen. De omvliegfactor in het mer-scenario is gebaseerd op praktijkgegevens uit 2017 en 2018 (2.1.2) en kan daardoor hoger zijn dan in een situatie waarin deze luchtruimen weer beschikbaar zijn.

Wanneer conflicten voortduren en de mondiale luchtvaart verder groeit, kan door aanhoudende luchtruimsluitingen en toenemende drukte een verdere stijging van de omvliegfactor optreden. Een toename van 25% ten opzichte van de uitgangswaarde wordt zonder een uitbreiding van luchtruimsluitingen of congestie echter als relatief hoog en weinig aannemelijk beschouwd.

Wanneer conflicten worden beëindigd en gesloten luchtruimen richting 2030 weer opengaan, is een afname van de omvliegfactor met 25% niet ondenkbaar. Hiervoor moeten wel meerdere ontwikkelingen samenkomen, waaronder het daadwerkelijk heropenen van belangrijke luchtruimen en het uitblijven van nieuwe beperkingen. De varianten van ±25% geven daarmee een ruime bandbreedte weer, waarbij de uiterste waarden niet als even waarschijnlijk hoeven te worden beschouwd.

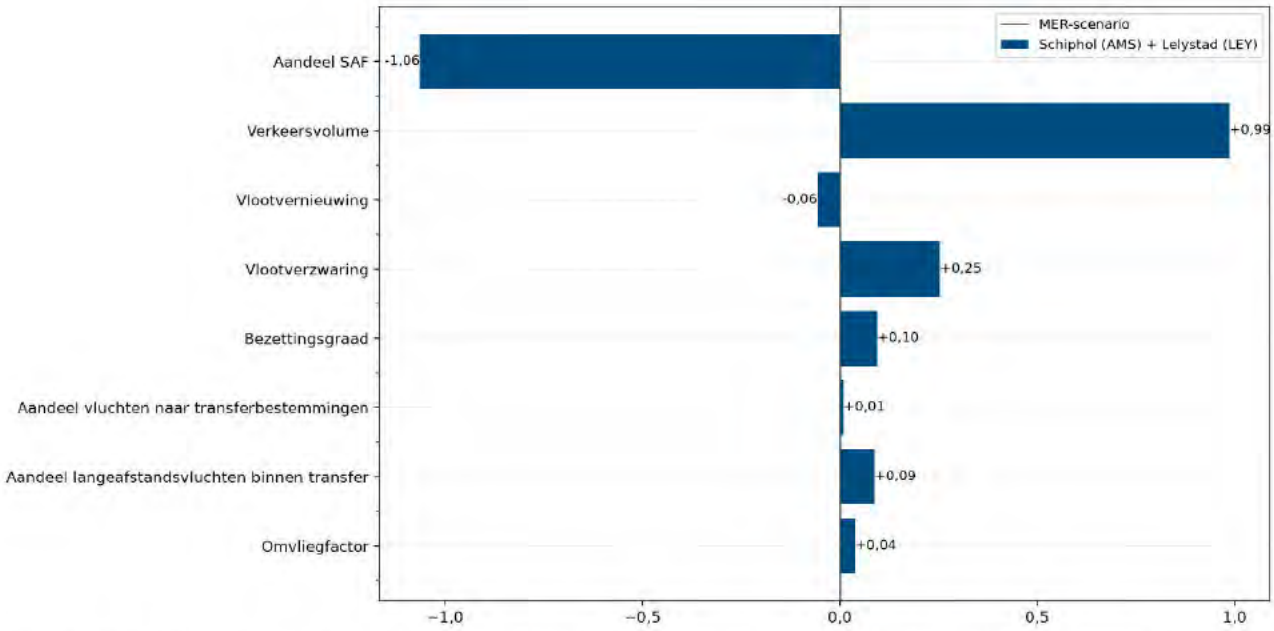
4.1.8 Gevoeligheid van netto CO_2-uitstoot voor onderzochte parameters

Bij wijze van samenvatting toont Figuur 14 de variatie in netto CO_2-uitstoot ten gevolge van een 1 procentpunt toename van elk van de onderzochte parameters. De figuur maakt verschillende zaken duidelijk:

- Een deel van de parameters heeft een directe relatie met de netto CO_2-uitstoot: bij een toename van die parameter neemt ook de netto CO_2-uitstoot toe. Dat geldt bijvoorbeeld voor het verkeersvolume. Een ander deel heeft een omgekeerde relatie. Dat geldt bijvoorbeeld voor de inzet van SAF: meer SAF leidt tot minder netto CO_2-uitstoot.
- De netto CO_2-uitstoot is het gevoeligst voor inzet van SAF en het verkeersvolume. De gevoeligheid voor het aandeel SAF is hoger dan 1, omdat in het mer-scenario al 6% wordt gebruikt.[19] De gevoeligheid voor het aantal vluchten is minder dan 1, omdat alleen het aantal vluchten op Schiphol wordt gevarieerd. Het gelijkblijvende aantal vluchten op Lelystad Airport dempt de invloed.

De figuur biedt geen informatie over de waarschijnlijkheid van de geanalyseerde procentpuntvariatie. Hoewel de netto CO_2-uitstoot *per procentpunt* veel gevoeliger is voor inzet van SAF dan voor een verschuiving van vluchten van punt-tot-puntbestemmingen naar transferbestemmingen, is een grotere variatie in die laatste parameter waarschijnlijker dan in die eerste.

[19] Er is dus maximaal ruimte om 94%-punt méér SAF bij te mengen, die de netto CO_2-uitstoot (ten opzichte van het basisscenario) dan met 100% doet afnemen. Dat betekent een gemiddelde gevoeligheid van 100 / 94 = 1.06% per %-punt.



Figuur 13: Gemiddelde lineaire variatie in netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport ten gevolge van een 1 procentpunt toename van elk van de onderzochte parameters

4.2 Effect van gecombineerde variaties op netto CO_2-uitstoot

Voortbouwend op de in sectie 4.1 gepresenteerde analyses van het effect van afzonderlijke variaties op de netto CO_2-uitstoot, richt deze sectie zich op verschillende aannemelijke combinaties. Die bestaan uit een variatie in vloot en netwerk, gecombineerd met variaties in toegepaste operationele maatregelen en SAF-inzet. In sectie 4.2.1 worden de onderzochte combinaties toegelicht. De secties daarna gaan in op de effecten van die combinaties op de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030. Sectie 4.2.4 is de laatste daarvan en biedt het totaalbeeld.

4.2.1 Onderzochte combinaties

Dit onderzoek maakt onderscheid tussen twee groepen parameters. De eerste groep gaat over vloot en netwerk, de tweede over operationele maatregelen en SAF-inzet.

Vloot en netwerk

Binnen de groep parameters die betrekking heeft op vloot en netwerk zijn drie aspecten onderzocht: verkeersvolume (als afzonderlijk geanalyseerd in sectie 4.1.1), verkeerssamenstelling (sectie 4.1.2) en vlootontwikkeling, waarin vlootvernieuwing (sectie 4.1.3) en vlootverzwaring (sectie 4.1.4) zijn gecombineerd. In de volgende secties worden de gecombineerde variatiescenario's stapsgewijs opgebouwd.

Sectie 4.2.2 begint met het variëren van het **verkeersvolume** op Schiphol tussen 460.000, 478.000 en 500.000 vluchten, dat met verschillende varianten van operationele maatregelen en SAF-inzet is gecombineerd. Het verkeersvolume van 478.000 wordt aannemelijkst geacht (sectie 4.1.1). In alle gevallen is het verkeersvolume op Lelystad Airport vastgezet op 10.000 vluchten.

In sectie 4.2.3 wordt de analyse uitgebreid met **vlootontwikkeling**, waarin vlootvernieuwing en vlootverzwaring zijn gecombineerd. In 71% van de gevallen gaat een stap vlootvernieuwing (vervanging van een ouder toestel door een nieuwer toestel met zo vergelijkbaar mogelijke eigenschappen) gepaard met een verzwaring, in de andere 29% gebeurt dat niet. Deze verhouding is in Appendix B.2 toegelicht. Er zijn drie varianten vlootontwikkeling onderzocht. In de eerste variant versnelt de vlootontwikkeling met ongeveer 1 jaar. Dat betekent dat de vlootsamenstelling die in het mer-scenario pas in 2031 werd verwacht, al in 2030 behaald wordt. Het gemiddelde maximale startgewicht (MTOW) is dan 1% hoger dan in het mer-scenario (als toegelicht in sectie 4.1.3). De in het mer-scenario verwachte vlootontwikkeling vormt de tweede variant. In de derde variant vertraagt de vlootontwikkeling juist: deze variant vormt het spiegelbeeld van de eerste.

Vlootverzwaring kan ook voorkomen zonder dat dat gepaard gaat met vlootvernieuwing. Dat kan bijvoorbeeld voorkomen als luchtvaartmaatschappijen (bijvoorbeeld vanwege schaarste in capaciteit voor het aantal vliegtuigbewegingen) ervoor kiezen om een grotere toestelvariant in te zetten. Dat losse effect is geanalyseerd in sectie 4.1.4 en wordt in deze gecombineerde variatiescenario's niet onderzocht.

In sectie 4.2.4 is tot slot ook de **verkeerssamenstelling** aan de combinatie toegevoegd om tot een totaalbeeld te komen. Ook voor de verkeerssamenstelling zijn drie varianten onderzocht:

- Laag: 8.000 extra vluchten, waarvan 4.000 vertrekkende vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen, zonder extra toename van langeafstandsvluchten, en 4.000 minder vertrekkende vluchten van Schiphol naar punt-tot-puntbestemmingen.
- Midden: 9.000 extra vluchten waarvan 4.500 vertrekkende vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen, met een extra toename van langeafstandsvluchten met een factor 2, en 4.500 minder vertrekkende vluchten van Schiphol naar punt-tot-puntbestemmingen.
- Hoog: 9.000 extra vluchten waarvan 4.500 vertrekkende vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen, met een extra toename van langeafstandsvluchten met een factor 4, en 4.500 minder vertrekkende vluchten van Schiphol naar punt-tot-puntbestemmingen.

Deze varianten zijn geselecteerd op basis van de in secties 4.1.2.1 en 4.1.2.2 besproken aannemelijkheid.

Operationele maatregelen en SAF-inzet

Voor elke combinatie van vloot en netwerk zijn vier varianten gemodelleerd die verschillen in toegepaste operationele maatregelen en SAF-inzet. Daarin zijn verschillende parameters gegroepeerd in varianten 'Hoog' (verhoogde netto CO_2-uitstoot) tot 'Zeer laag' (sterk verlaagde netto CO_2-uitstoot), zoals weergegeven in Tabel 6. Een variant 'Zeer hoog' is niet gemodelleerd vanwege de zeer lage aannemelijkheid: die variant zou alleen werkelijkheid worden als de door ReFuelEU Aviation verplichte SAF-bijmenging van 6% niet zou worden gehaald en er meer luchtruimsluitingen optreden.

Tabel 7: Onderzochte variaties in operationele maatregelen en aandeel SAF

Parameter	Hoog	Midden	Laag	Zeer laag
Aandeel SAF	6%	6%	10%	14%
Omvliegfactor	+12,5%	+/– 0%	–12,5%	–25%
Bezettingsgraad	+5%-punt	+/– 0%	–5%-punt	–5%-punt

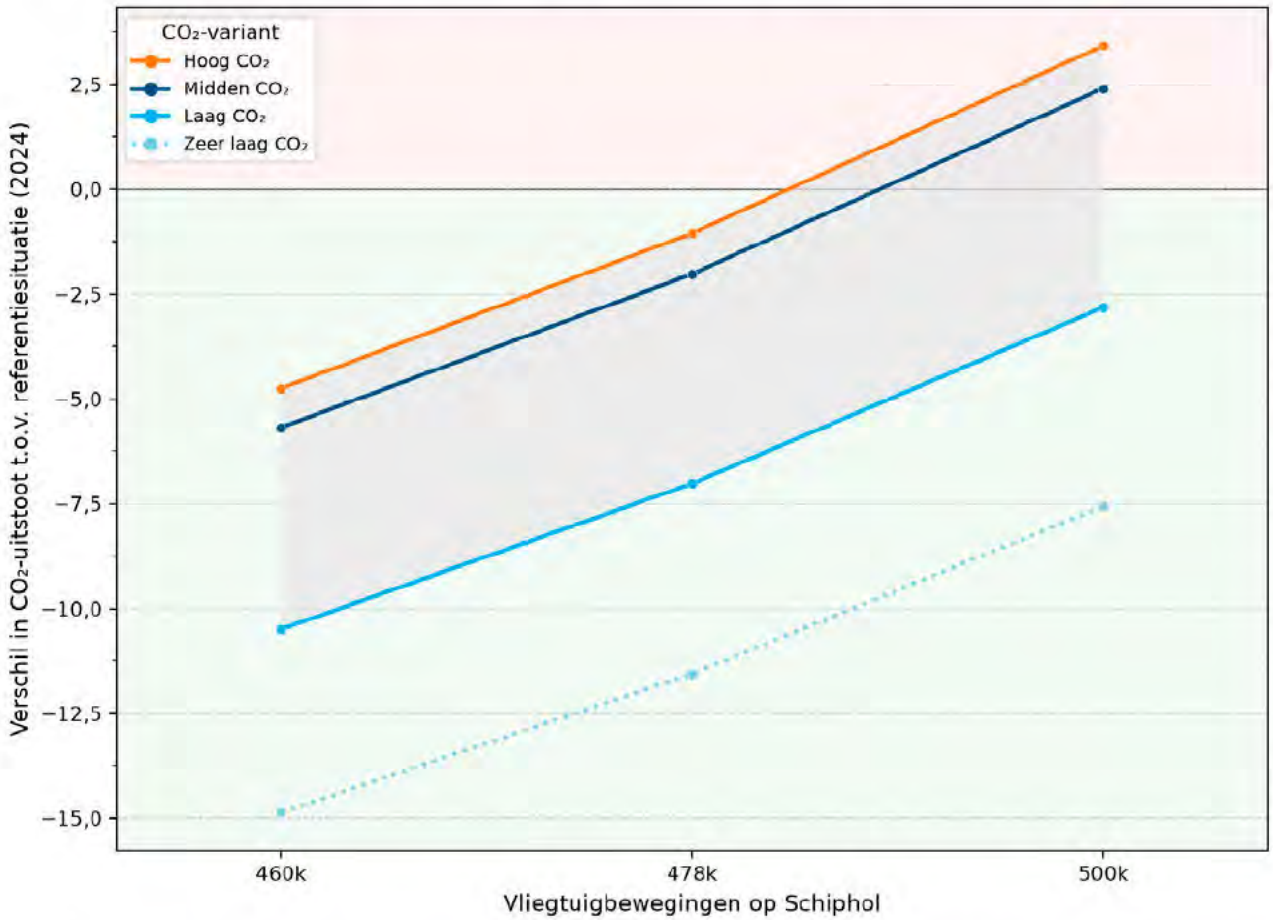
Vanwege de gehanteerde methode voor het berekenen van de bijdrage van SAF, die geen rekening houdt met ERF, zijn de verderop in dit hoofdstuk getoonde resultaten ongevoelig voor een eventuele variatie in ERF. Een set resultaten waarin het effect van ERF wel is meegenomen, op basis van een alternatieve berekeningsmethode (zoals gebruikt voor CORSIA), is opgenomen in Appendix D.

4.2.2 Verkeersvolume, operationele maatregelen en SAF-inzet

Figuur 15 toont het verwachte verschil in netto CO_2-uitstoot tussen 2030 en 2024, voor variaties in verkeersvolume en operationele maatregen en SAF-inzet. Vlootontwikkeling en verwachte veranderingen in de verkeerssamenstelling zijn daarin nog niet meegenomen.

Bij 460.000 en 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 in alle varianten lager dan de uitstoot in de referentiesituatie (2024). Bij groei naar 500.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol is dat alleen het geval in de varianten 'laag CO_2' (met o.a. 10% SAF) en 'zeer laag CO_2' (met o.a. 14% SAF). In de varianten 'hoog CO_2' en 'midden CO_2', die relatief weinig van elkaar verschillen omdat beide uitgaan van 6% SAF, is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 hoger dan die in de referentiesituatie. De variant 'zeer laag CO_2' is wel weergegeven in de grafiek, maar buiten de gearceerde bandbreedte geplaatst, vanwege een lagere aannemelijkheid dan de drie andere varianten.

Ondanks het feit dat parameters los van elkaar zijn gemodelleerd, is enige koppeling niet ondenkbaar. In het geval van 460.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol ligt een hogere bezettingsgraad (als gemodelleerd in variant 'hoog CO_2') iets meer voor de hand, omdat de beschikbare capaciteit vluchten (en dus: stoelen) schaarser is.



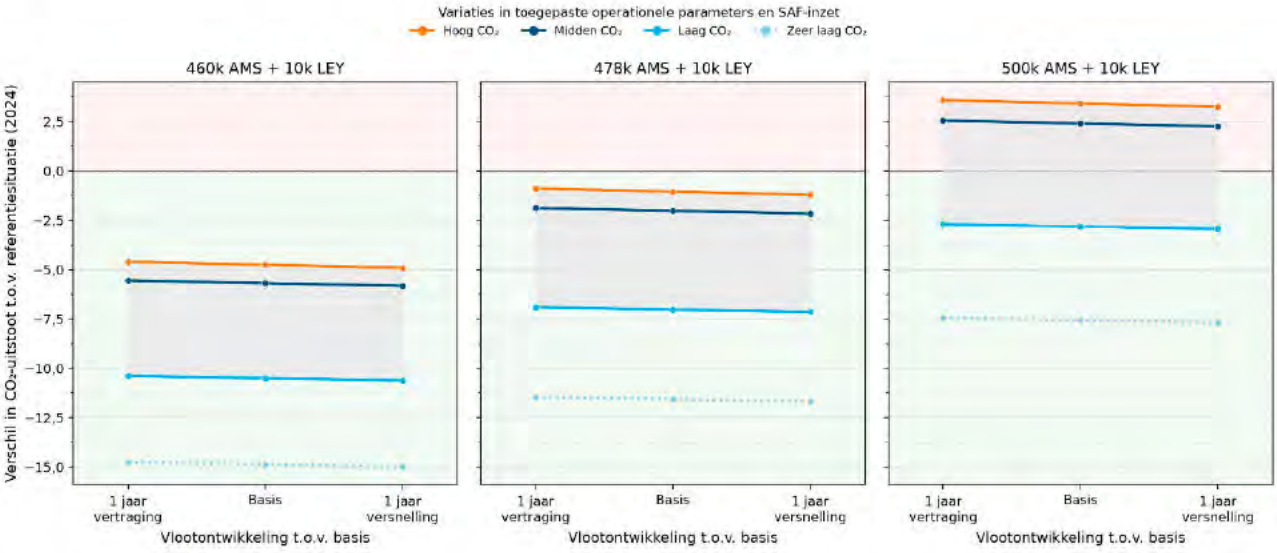
Figuur 14: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen en SAF-inzet op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

4.2.3 Verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet en vlootontwikkeling

Figuur 16 breidt de eerdere Figuur 15 uit met het effect van vlootontwikkeling, waarbij verwachte veranderingen in de verkeerssamenstelling buiten beschouwing blijven. De variatie in verkeersvolume wordt getoond in de verschillende subfiguren. In de vlootontwikkeling zijn de parameters vlootvernieuwing en vlootverzwaring gecombineerd. Wanneer de vlootontwikkeling met één jaar versnelt, neemt de netto CO_2-uitstoot in het toekomstscenario licht af; wanneer de vlootontwikkeling vertraagt, gebeurt het omgekeerde. De CO_2-reductie door vlootvernieuwing weegt dus (iets) zwaarder dan de toename in CO_2-uitstoot die het gevolg is van de inzet van grotere en zwaardere toestellen.

In alle onderzochte situaties met 460.000 en 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 lager dan in de referentiesituatie (2024). Voor de variant 'midden CO_2' is het verschil ca. –2% (bij 478.000 vliegtuigbewegingen). In het scenario met 500.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol blijft de verwachte netto CO_2-uitstoot alleen onder die in de referentiesituatie bij de variant 'laag CO_2' en 'zeer laag CO_2'. Bij 'midden CO_2' betreft het verschil ongeveer +2,5%. Verder laat de grafiek zien dat de ontwikkeling in het verkeersvolume meer invloed heeft dan ontwikkelingen in de vloot, zoals ook al bleek uit Figuur 14.

Waar sectie 4.2.2 al inging op de mogelijke koppeling tussen verkeersvolume en bezettingsgraad (en dus CO_2-variant), is de koppeling tussen verkeersvolume en vlootontwikkeling waarschijnlijk groter, zeker voor de periode die deze studie overspant. Omdat nieuwe vliegtuigen een lange levertijd hebben zal een groei in het aantal vluchten vanaf Schiphol waarschijnlijk zorgen voor een relatieve vertraging in de vlootontwikkeling: oudere vliegtuigen kunnen dan langer in operatie worden gehouden. Bij een reductie in het aantal vliegtuigbewegingen vanaf Schiphol is juist het omgekeerde te verwachten en worden oudere toestellen wellicht sneller uitgefaseerd, omdat voor hen (vrij letterlijk) geen plek meer is. In een situatie met minder vluchten is vlootverzwaring, als separaat onderzocht in sectie 4.1.4, ook waarschijnlijker. Dat biedt luchtvaartmaatschappijen namelijk de mogelijkheid om binnen een beperkter aantal vluchten een groter aantal passagiers te vervoeren. Zolang de capaciteit op Schiphol beperkt blijft, zal van een omgekeerde trend (naar kleinere toestellen) waarschijnlijk geen sprake zijn.



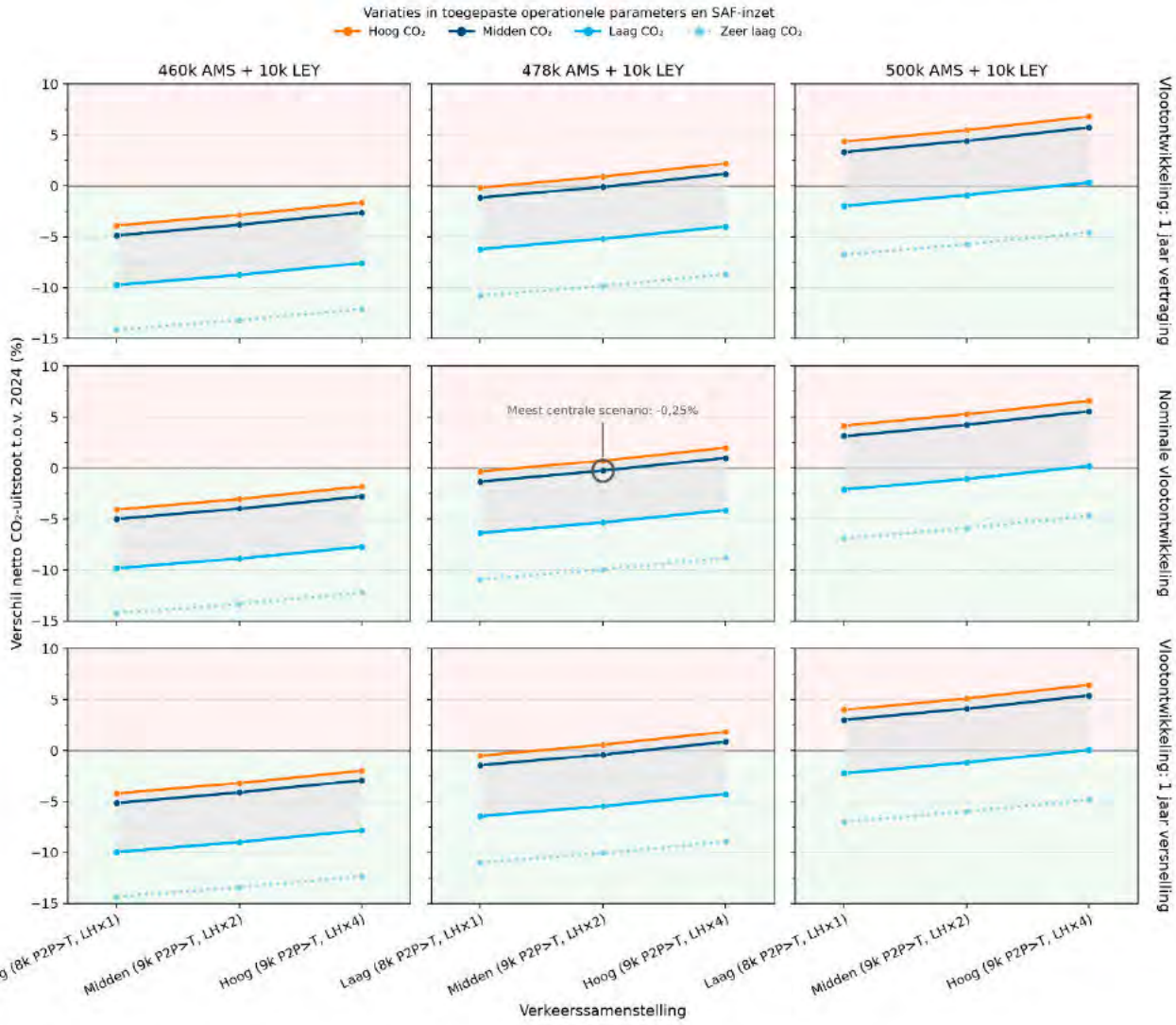
Figuur 15: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet en vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring) op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport

4.2.4 Verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet, vlootontwikkeling en verkeerssamenstelling

Figuur 17 voegt de laatste dimensie toe: die van de verkeerssamenstelling op Schiphol. De kolommen tonen de variatie in verkeersvolume, de rijen de variatie in vlootontwikkeling en de horizontale as in iedere grafiek de variatie in verkeerssamenstelling.

Ten opzichte van Figuur 16 toont Figuur 17 een grotere invloed van variaties in verkeerssamenstelling dan in vlootontwikkeling: de lijnen in Figuur 17 zijn minder vlak dan in Figuur 16. Bij verdere ontwikkeling van het transfernetwerk op Schiphol in het algemeen en langeafstandsvluchten in het bijzonder is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 ook bij 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol in verschillende varianten al hoger dan het referentieniveau van 2024. Bij 500.000 vliegtuigbewegingen en een sterkere groei van langeafstandsverkeer wordt dat referentieniveau ook in de variant 'laag CO_2' (met 10% SAF) overschreden. Ten aanzien van de verkeerssamenstelling blijkt dat een grotere toename in langeafstandsvluchten (aangeduid als LH×), zoals met name tussen 'midden' en 'hoog', van grotere invloed is dan een 10 procentpunt extra toename in (alle) transfervluchten (aangeduid als P2P>T).

In aanvulling op de eerder geschetste verbanden tussen verkeersvolume en (met name) vlootontwikkeling, zijn koppelingen tussen verkeersvolume, vlootontwikkeling en verkeerssamenstelling goed denkbaar. Een relatief sterkere groei in langeafstandsvluchten, zoals gemodelleerd in 'midden' en 'hoog', betekent immers ook een extra behoefte aan toestellen die dat soort vluchten uit kunnen voeren. Indien nieuwe toestellen niet op tijd geleverd kunnen worden, is het denkbaar dat luchtvaartmaatschappijen bestaande toestellen langer in hun vloot houden. Sterkere groei van het aantal langeafstandsvluchten kan bovendien zorgen voor verdere vlootverzwaring in het deel van de vloot dat voor kortere vluchten wordt gebruikt (sectie 4.1.2.2).



Figuur 16: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet, vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring) en verkeerssamenstelling op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (bij de verkeerssamenstelling duidt P2P>T een verschuiving van punt-tot-punt- naar transfervluchten aan en LH× een eventuele sterkere toename in langeafstandsvluchten)

Naast de toevoeging van de parameter verkeerssamenstelling laat Figuur 17 ook de verschillen in gevoeligheid van netto CO_2-uitstoot voor verschillende parameters zien. (Die kwamen in sectie 4.1.8 al individueel aan bod, maar zijn hier in beeld gebracht voor slechts de aannemelijkst geachte ontwikkelingen.) De invloed van de CO_2-varianten, primair gedreven door verschillen in het aandeel SAF (m.u.v. tussen 'hoog CO_2' en 'midden CO_2' met beide 6% SAF), is het grootst. Het gemiddelde verschil tussen de varianten 'laag CO_2' en 'midden CO_2' bedraagt 5,1%. De daarna belangrijkste invloed is het verkeersvolume. Gemiddeld is de verwachte CO_2-uitstoot in een toekomstig variatiescenario met 478.000 vluchten op Schiphol 3,6% hoger dan in een toekomstig variatiescenario met 460.000 vluchten, en is die gemiddeld 4,4% hoger in een variatiescenario met 500.000 in plaats van 478.000 vluchten op Schiphol. De netwerkontwikkeling, en extra groei van het langeafstandsnetwerk, is daarna het meest dominant. Eén jaar versnelde of vertraagde vlootontwikkeling heeft, binnen de in deze gecombineerde variatiescenario's onderzochte parameters, de minste invloed.

Op basis van alle 108 onderzochte combinaties en gevoeligheden biedt deze laatste analyse ook enkele overkoepelende inzichten:

- In 78 van de 108 variatiescenario's is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 lager dan de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie. Deze 78 variatiescenario's omvatten alle 27 variatiescenario's met CO_2-variant 'zeer laag' (minder aannemelijk vanwege o.a. 14% SAF), 24 van de 27 variatiescenario's met CO_2-variant 'laag' (10% SAF), 15 van de 27 variatiescenario's met CO_2-variant 'midden' (6% SAF) en 12 van de 27 variatiescenario's met CO_2-variant 'hoog' (6% SAF en een toename in omvliegfactor en bezettingsgraad). Gekeken naar het verkeersvolume op Schiphol omvatten voornoemde 78 variatiescenario's alle 36 variatiescenario's met 460.000 vliegtuigbewegingen, 27 van de 36 variatiescenario's met 478.000 vliegtuigbewegingen en 15 van de 36 variatiescenario's met 500.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol. In de overige 30 variatiescenario's is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 hoger.
- De verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 in het meest centrale scenario (478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol, nominale vlootontwikkeling, middelste scenario ten aanzien van netwerkontwikkeling en 'midden CO_2') en die in de referentiesituatie (2024) is 0,25% lager dan de referentiewaarde. Bij versnelde vlootontwikkeling is het verschil tot de referentiewaarde iets groter (−0,4%), wanneer de vlootontwikkeling één jaar vertraagt daalt het verschil tot −0,10%. Variatie in de ontwikkeling van het (langeafstands)transfernetwerk heeft een groter effect: wanneer dat minder sterk ontwikkelt groeit het verschil in netto CO_2-uitstoot tot −1,3%, terwijl het verschil omdraait bij een sterkere groei in langeafstandsvluchten. De verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 ligt dan +1,0% boven de netto referentie-uitstoot in 2024.
- Bij 500.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 in alle varianten met 'midden CO_2' en 'hoog CO_2' hoger dan de netto referentie-uitstoot. In 15 van de 36 variatiescenario's met deze omvang van Schiphol kan de afspraak wel worden gehaald. Deze 15 variatiescenario's gaan allemaal uit van minimaal 10% SAF, en in 9 gevallen van 14% SAF, in 2030. Bij 500.000 vliegtuigbewegingen wordt de afspraak in alle 'midden CO_2'-scenario's (met 6% SAF) overschreden (met een verschil van +3,0% tot +5,7%). Bij 460.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol is er meer ruimte tussen de verwachte uitstoot in 2030 en de referentie-uitstoot in 2024 (minimaal 1,6% en maximaal 10,0%, exclusief 'zeer laag CO_2').
- Bij gebruik van 14% SAF voor alle vluchten is de verwachte netto CO_2-uitstoot lager dan de netto referentie-uitstoot. Het verschil varieert van maximaal −14,4% (460.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol, versnelde vlootontwikkeling en meest beperkte groei in het transfernetwerk) tot minimaal −4,6% (500.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol, vertraagde vlootontwikkeling en sterkste groei in het transfernetwerk, met nadruk op langeafstandsvluchten).
- Wanneer de bezettingsgraad toeneemt en de netto CO_2-uitstoot per passagier(skilometer) afneemt (variant 'hoog CO_2'), neemt de totale netto CO_2-uitstoot toe en wordt het lastiger om de afspraak te realiseren. In 15 van de 27 variatiescenario's met 'CO_2 hoog' wordt de afspraak niet gehaald, ten opzichte van 12 van de 27 variatiescenario's met 'CO_2 midden'. In 12 van de variatiescenario's met 'CO_2 hoog' blijft de verwachte netto CO_2-uitstoot onder het niveau van 2024, maar is het verschil beperkt tot minimaal –0,2% en maximaal –4,2%.

5 Aanvullende beschouwingen

In aanvulling op de kwantitatieve analyses naar het effect van variaties in de onderzochte parameters op de (netto) CO_2-uitstoot van handelsverkeer in 2030 biedt dit hoofdstuk enkele aanvullende beschouwingen. Sectie 5.1 gaat in op overige luchthavengerelateerde CO_2-uitstoot door parameters die niet zijn gevarieerd, sectie 5.2 bespreekt de bijdrage van *general aviation* (GA) en sectie 5.3 biedt een kwalitatieve doorkijk voor de periode ná 2030.

5.1 Overige luchthavengerelateerde CO_2-uitstoot

De kwantitatieve analyses in dit onderzoek richten zich hoofdzakelijk op de vlucht- en taxigerelateerde CO_2-emissies van vertrekkende vliegtuigen op Schiphol en Lelystad Airport. Deze emissies vormen veruit het grootste deel van de CO_2-uitstoot die direct met het vliegverkeer samenhangt. Daarnaast zijn ook de CO_2-emissies door het gebruik van APU's meegenomen. Deze zijn echter niet gevarieerd in de gevoeligheidsanalyses. Daarnaast ontstaan op en rond de luchthavens emissies door onder meer het gebruik van GPU's, *general aviation*, grondafhandelingsmaterieel, energiegebruik van gebouwen en luchthavengebonden wegverkeer. Deze bronnen zijn relatief klein ten opzichte van de vlucht- en taxi-emissies en niet alle informatie over de bronnen zijn zowel voor Schiphol als Lelystad Airport voorhanden, daarom zijn deze niet in de hoofdscenario's meegenomen. Hieronder wordt voor de verschillende relevante bronnen kort weergegeven wat hun omvang is en welk effect het meenemen van deze bronnen en aannemelijke variaties daarin op de resultaten zou hebben.

5.1.1 APU-emissies

Op basis van eerdere mer-berekeningen voor Schiphol bedraagt het aandeel van APU van vertrekkend verkeer in CO_2-uitstoot rond 2030 ongeveer 0,8% van de totale CO_2-uitstoot (NLR, 2026a). De invloed op het totaal is daarmee beperkt. Het verschil in APU-emissies tussen 2024 en 2030 bedraagt naar verwachting ongeveer 0,2% van de totale CO_2-uitstoot. Variaties in de mate van elektrificatie op de luchthaven kunnen het APU-gebruik en daarmee de bijbehorende emissies verder verlagen. De APU blijft echter onder meer nodig voor het starten van de vliegtuigmotoren, waardoor de emissies niet volledig kunnen worden weggenomen. Richting 2030 is daarom wel een verdere afname mogelijk, maar naar verwachting niet in een mate die het berekende verschil van circa 0,2% of de conclusies van deze studie wezenlijk verandert.

5.1.2 Emissies van GPU en overige grondbronnen

De gezamenlijke CO_2-emissies van GPU's en overige grondgebonden bronnen zoals bagagewagens en hoogladers op Schiphol zijn zeer beperkt en bedragen minder dan 0,1% van de totale CO_2-uitstoot (NLR, 2026a). Veranderingen in het gebruik van GPU's, grondafhandelingsmaterieel en andere luchthavengebonden voorzieningen zullen daardoor slechts beperkt doorwerken in het totaal. Daarnaast is een groot deel van het luchthavenmateriaal reeds geëlektrificeerd.

Richting 2030 kunnen deze emissies verder afnemen door verdere elektrificatie van materieel en een toenemend gebruik van vaste elektrische voorzieningen. Ook bij een stagnerende ontwikkeling blijft de bijdrage echter zo klein dat het meenemen van deze bronnen naar verwachting geen wezenlijke invloed heeft op de conclusies van deze studie.

5.1.3 Verdere toepassing van N-1 taxi-operatie

Taxi-emissies van vertrekkende vliegtuigen bedragen ongeveer 2% van de totale CO_2-emissies. Een verdere toepassing van N-1-taxiën bovenop de huidige toepassing kan deze emissies verlagen. Op basis van een vereenvoudigde orde-grootteberekening kan bij volledig toepassen van N-1 taxiën een aanvullende reductie van circa 20% van de taxi-emissies ten opzichte van het huidige gebruik worden behaald. Dit komt neer op 0,4% van de totale CO_2 emissies. Volledige toepassing van N-1 taxiën is in de praktijk niet voor alle vliegtuigtypen en onder alle operationele omstandigheden haalbaar. De genoemde reductie moet daarom worden gezien als een indicatieve bovengrens.

Om een deel van deze potentiële emissiereductie te realiseren, is stimulering van N-1 taxiën nodig, bijvoorbeeld door luchtvaartmaatschappijen aan te moedigen deze werkwijze waar mogelijk toe te passen. In het ontwerp voor het nieuwe LVB voor Schiphol wordt voorgeschreven dat vliegtuigen met het minimaal noodzakelijke aantal motoren taxiën, zowel voorafgaand aan de start als na de landing.

TaxiBots worden op Schiphol reeds op beperkte schaal operationeel ingezet. Schiphol en de betrokken sectorpartijen voorzien richting 2030 een verdere opschaling van duurzaam taxiën. De omvang en operationele toepassing in 2030, en daarmee het kwantitatieve effect op de CO_2-uitstoot, zijn op dit moment echter nog onvoldoende concreet om in de scenario's te verwerken. Dit neemt niet weg dat inzet van TaxiBots tot een reductie van de CO_2-emissies kan leiden.

5.2 General aviation-verkeer

Zoals toegelicht in sectie 2.1.1 is GA-verkeer niet meegenomen in de kwantitatieve analyses in hoofdstuk 4. In deze sectie wordt de bijdrage van GA-verkeer aan de (netto) CO_2-uitstoot kort besproken. Voor deze beschouwing wordt gebruikgemaakt van resultaten en inzichten uit eerdere onderzoeken.

CO_2-uitstoot van GA-verkeer op Schiphol

In de mer Schiphol (gebruikt voor het mer-scenario voor Schiphol, sectie 3.2) is de CO_2-uitstoot van GA-verkeer vertrekkend van Schiphol geschat op 0,07 $MtCO_2$. Dat is gebaseerd op de hoeveelheid getankte brandstof op Schiphol Oost (vanwaar het GA-verkeer vertrekt) voor het jaar 2023. Dat onderzoek heeft aangenomen dat die CO_2-uitstoot niet is veranderd tussen 2023 en 2024, en ook niet verandert naar 2030.

Voor Schiphol ligt een sterke groei van GA-verkeer niet voor de hand. De beschikbare capaciteit is beperkt en een eventuele groei van het handelsverkeer kan ruimte voor GA-verkeer beperken. Op basis van de huidige inzichten lijkt daarom een gelijkblijvend of afnemend aantal GA-bewegingen waarschijnlijker dan sterke groei.

CO_2-uitstoot van GA-verkeer op Lelystad Airport

In de actualisatie van de mer Lelystad Airport uit 2023 is de CO_2-uitstoot van vertrekkend GA-verkeer op Lelystad Airport bepaald. Voor het scenario met 10.000 vliegtuigbewegingen, dat in het huidige onderzoek als basis wordt gebruikt (sectie 3.2) bedraagt de CO_2-uitstoot 3,58 kt CO_2 (oftewel 0,00358 Mt) (NLR & DNV, 2025).

Voor Lelystad Airport is de toekomstige ontwikkeling sterker dan bij Schiphol afhankelijk van de uiteindelijke functie en openstelling van de luchthaven.

Gecombineerde invloed

Gezien het relatief beperkte aandeel van GA-verkeer in de totale luchthavengerelateerde CO_2-uitstoot op Schiphol is het niet aannemelijk dat deze ontwikkeling de hoofdconclusies voor het handelsverkeer tot 2030 wezenlijk verandert. Voor een doorkijk na 2030 kan GA-verkeer wel afzonderlijk relevant worden, vooral wanneer de functie van Lelystad Airport verandert of nieuwe aandrijftechnologieën op grotere schaal worden toegepast.

5.3 Doorkijk ná 2030

Voor de periode na 2030 is geen afzonderlijk kwantitatief scenario doorgerekend. De ontwikkeling van de CO_2-uitstoot van het vertrekkende handelsverkeer hangt dan sterk af van de groei van het aantal vliegtuigbewegingen, de vloot- en netwerkontwikkeling, het gebruik van SAF en veranderingen in de operationele efficiëntie. Vanwege de onzekerheid in deze ontwikkelingen wordt de periode na 2030 alleen kwalitatief beschouwd.

Verdere vlootvernieuwing kan het brandstofverbruik per vlucht verlagen. Tegelijkertijd kan een toenemende vraag leiden tot de inzet van grotere en zwaardere vliegtuigen, waardoor vlootvernieuwing en vlootverzwaring ook na 2030 waarschijnlijk in samenhang zullen optreden. Het uiteindelijke effect op de CO_2-uitstoot hangt daarom niet alleen af van het aandeel nieuwe-generatievliegtuigen, maar ook van de ontwikkeling van de gemiddelde capaciteit en het vlootgewicht. In de in sectie 4.2.3 en 4.2.4 gehanteerde verhouding weegt het effect van vlootvernieuwing zwaarder dan het effect van vlootverzwaring. De toekomstige verhouding tussen beide ontwikkelingen is echter onzeker, wat betekent dat bij een andere verhouding het voordeel van vlootvernieuwing kan worden versterkt of juist kan worden tenietgedaan.

Vanwege ReFuelEU Aviation zal het aandeel SAF na 2030 naar verwachting stapsgewijs verder toenemen: tot 20% in 2035, 34% in 2040 en daarna (EC, 2023). Met name de stap van 2030 naar 2035 is fors en zal naar verwachting leiden tot een daling in netto CO_2-uitstoot. Om die 14 procentpunt additionele emissiereductie teniet te doen zou het verkeersvolume op Schiphol, de andere grote invloed op (netto) CO_2-uitstoot (sectie 4.1.8), namelijk ongeveer even sterk moeten groeien (naar 550.000 vliegtuigbewegingen, 10% boven de maximale 500.000 vluchten waar Schiphol naar zou kunnen doorgroeien indien het doel van 20% minder vliegtuiggeluid is behaald, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2026). Ook ontwikkelingen in de bezettingsgraad, route-efficiëntie en beschikbaarheid van luchtruim kunnen invloed hebben, maar deze effecten zijn naar verwachting kleiner dan die van verkeersgroei, vlootontwikkeling en SAF.

Ook bij grondgebonden vliegtuigactiviteiten zijn verdere reducties mogelijk, hoewel de invloed daarvan op de totale (netto) CO_2-uitstoot relatief beperkt is. Een grotere beschikbaarheid en benutting van walstroom en *preconditioned air* kan het APU-gebruik verder doen verminderen. Daarnaast kan verdere toepassing van N-1 taxiën de taxi-emissies verlagen. Ook andere oplossingen, zoals taxitowvoertuigen, kunnen op langere termijn bijdragen aan een verdere reductie van de CO_2-uitstoot. Taxitowvoertuigen worden op Schiphol momenteel al op beperkte schaal ingezet. In het Plan van aanpak nieuwe aankomst- en vertrekprocedures is voorzien in een stapsgewijze opschaling van taxitowing richting en na 2030. De mate van toepassing richting en na 2030 en de omvang van het effect zijn op dit moment nog onzeker.

De precieze combinatie van effecten zal bepalen hoe de netto CO_2-uitstoot zich na 2030 ontwikkelt en in welke mate deze toe- of afneemt. Voor 2035 is het aannemelijker dat een verdere afname plaatsvindt, mits ReFuelEU Aviation niet wordt herzien en het verkeersvolume op Schiphol niet toeneemt tot 550.000 bewegingen of meer. Omdat het hogere SAF-mandaat van ReFuelEU Aviation pas in 2035 ingaat (en verplichte SAF-bijmenging vóór die tijd dus nog beperkt is tot 6%), is de situatie tussen 2030 en 2034 onzekerder. Een mogelijke aanpassing van ReFuelEU Aviation naar een jaarlijks stijgend bijmengpercentage zou die onzekerheid kunnen doen afnemen. Tot die tijd lijkt een (substantiële) toename in SAF-inzet door vrijwillige bijmenging, onder andere vanwege de daarmee gepaard gaande kosten, niet erg waarschijnlijk.

6 Conclusies

In het coalitieakkoord (D66, VVD, CDA, 2026, p. 62) is afgesproken om Lelystad Airport in gebruik te nemen als luchtmachtbasis voor Defensie en voor 10.000 vliegbewegingen groothandelsverkeer, op voorwaarde dat Lelystad Airport aan alle wettelijke vereisten voldoet, waaronder het beschikken over een natuurvergunning. Verder is in het akkoord aangegeven dat voor Schiphol een omvang van 478.000 vliegbewegingen handelsverkeer wordt vastgelegd in het luchthavenverkeerbesluit. Tevens is in het akkoord opgenomen dat de totale CO_2-uitstoot van de burgerluchtvaart op Schiphol en Lelystad Airport in 2030 lager moet zijn dan in 2024 op Schiphol.

Om de beleidsvorming hierover te ondersteunen met feiten en inzichten heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) Koninklijke NLR gevraagd onderzoek te doen naar de verwachte (netto) CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend van Schiphol en Lelystad Airport in 2030, en deze te vergelijken met de (netto) CO_2-uitstoot van vluchten die in 2024 vanaf Schiphol zijn vertrokken. Daarbij heeft IenW NLR gevraagd verschillende scenario's op te stellen om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van toekomstige hoeveelheid (netto) CO_2-uitstoot voor mogelijke ontwikkelingen in relevante parameters. Daartoe zijn variaties onderzocht in onder meer de vloot- en netwerksamenstelling, de bezettingsgraad van vliegtuigen en de inzet van duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF), zowel afzonderlijk als in verschillende combinaties.

6.1 Gevoeligheid van netto CO_2-uitstoot voor verschillende parameters

Het onderzoek laat zien dat de verwachte netto CO_2-uitstoot van vertrekkend verkeer op Schiphol en Lelystad in 2030 – en dus ook het verschil tussen de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 op Schiphol en Lelystad en de gerealiseerde netto CO_2-uitstoot op Schiphol in 2024 – het gevoeligste is voor het aandeel SAF en het verkeersvolume. Daarna volgt vlootverzwaring (de vervanging van een vliegtuigtype door een grotere variant van dezelfde generatie), daarna bezettingsgraad en een toename van het aandeel langeafstandsvluchten naar transferbestemmingen verder weg dan 4.000 kilometer. Voor vlootvernieuwing (de vervanging van een ouder vliegtuigtype door een nieuwer type met zo vergelijkbaar mogelijke eigenschappen), variaties in omvliegfactor (bijvoorbeeld als gevolg van luchtruiminefficiëntie) en een algehele groei van het aandeel transfervluchten vanaf Schiphol ten koste van punt-tot-puntvluchten is de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 het minst gevoelig.

Omdat voor sommige parameters grotere variaties aannemelijk zijn dan voor andere, is de invloed van aannemelijke bandbreedtes in en combinaties van parameters op de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 geanalyseerd. De invloed van SAF-inzet en verkeersvolume blijft dominant, maar de invloed van verkeerssamenstelling blijkt invloedrijker dan het gecombineerde effect van vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring).

6.2 Betekenis voor de haalbaarheid van de coalitieafspraak

De onderzochte variatiescenario's geven inzicht in de gevoeligheid van de netto CO_2-uitstoot voor verschillende mogelijke ontwikkelingen. De aannemelijkheid van de afzonderlijke parameterontwikkelingen is daarbij beoordeeld.

Sommige ontwikkelingen, waaronder een SAF-aandeel van 14% in 2030, worden minder aannemelijk geacht. Ook zijn niet alle combinaties van parameterontwikkelingen even aannemelijk.

De 108 onderzochte gecombineerde variatiescenario's (Tabel 8) laten zien hoe de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 verandert bij verschillende combinaties van verkeersvolume, vlootontwikkeling, verkeerssamenstelling, SAF-inzet en operationele parameters. De hieronder genoemde bandbreedtes beschrijven de uitersten van de onderzochte scenario's; zij geven geen waarschijnlijkheid van de uitkomsten aan.

Tabel 8: Onderzochte variaties in verkeersvolume, vloot- en netwerkontwikkeling Schiphol (3 × 3 × 3 = 27 combinaties) en operationele parameters en SAF-inzet Schiphol en Lelystad Airport (4 varianten), gezamenlijk resulterend in 27 × 4 = 108 variatiescenario's. Het meest centrale variatiescenario is vetgedrukt

Variaties in vloot- en netwerkontwikkeling			Variaties in toegepaste operationele parameters en SAF-inzet			
Verkeersvolume Schiphol	Vlootontwikkeling	Verkeerssamenstelling		Aandeel SAF	Omvliegfactor	Beladingsgraad
460.000	Eén jaar vertraagd	8.000 P2P > T, LH × 1	Hoog CO_2	6%	+12,5%	+5%-punt
478.000	**Nominaal**	**9.000 P2P > T, LH × 2**	**Midden CO_2**	**6%**	**+/– 0%**	**+/– 0%**
500.000	Eén jaar versneld	9.000 P2P > T, LH × 4	Laag CO_2	10%	–12,5%	–5%-punt
			Zeer laag CO_2 (minder aannemelijk)	14%	–25%	–5%-punt

Verschil van -0,25% tussen verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 en referentiewaarde in meest centrale scenario

De verwachte netto CO_2-uitstoot in het meest centrale scenario in 2030 is 0,25% lager dan de netto referentie-uitstoot in 2024. De uitgangspunten in dat scenario sluiten het beste aan bij de nu voorziene ontwikkeling:

- 478.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol en 10.000 op Lelystad Airport;
- nominale vlootontwikkeling, op basis van verwachtingen in het kader van de mer Schiphol en de mer-actualisatie Lelystad Airport;
- 4.500 minder vertrekkende vluchten van Schiphol naar punt-tot-puntbestemmingen en 4.500 méér vertrekkende vluchten naar transferbestemmingen, waarvan 1.372 vertrekkende vluchten naar bestemmingen verder dan 4.000 kilometer; en
- Geen verandering omvliegfactor en bezettingsgraad, en SAF-inzet van 6%, conform het ReFuelEU Aviation mandaat.

Bij één jaar versnelde vlootontwikkeling groeit het verwachte verschil tot –0,40%; wanneer vlootontwikkeling juist één jaar zou vertragen, daalt het verwachte verschil tot –0,10%. Variatie in de ontwikkeling van het (langeafstands)transfernetwerk heeft een groter effect: bij minder sterke ontwikkeling daarvan groeit het verwachte verschil in netto CO_2-uitstoot in 2030 tot –1,3%, terwijl de afspraak met naar verwachting 1,0% overschreden wordt bij een sterkere groei in langeafstandsvluchten. In het minder waarschijnlijke geval dat de netwerken van Schiphol en Lelystad Airport zich volledig onafhankelijk van elkaar zouden ontwikkelen komt het verschil in verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 op -2% ten opzichte van de netto referentie-uitstoot in 2024.

Een verandering in verkeersvolume op Schiphol heeft een duidelijk effect op de haalbaarheid van de afspraak

Bij 460.000 vliegtuigbewegingen op Schiphol geeft de verwachte netto CO_2-uitstoot in alle onderzochte combinaties een verschil van -14,4% tot -1,6% ten opzichte van het referentieniveau van 2024. Bij 478.000 vliegtuigbewegingen loopt het verschil van –11,0% tot +2,2%, en bij 500.000 vliegtuigbewegingen van –7,0% tot +6,8%. In alle gevallen is uitgegaan van 10.000 vliegtuigbewegingen op Lelystad Airport. De ondergrenzen hangen mede samen met een SAF-aandeel van 14% in 2030, dat minder aannemelijk wordt geacht. Bij 500.000 vliegtuigbewegingen ligt de uitstoot in de onderzochte varianten met 'midden CO_2' en 'hoog CO_2' en 6% SAF steeds boven het niveau van 2024. Een uitkomst

daaronder treedt in deze scenario's alleen op bij minimaal 10% SAF, gecombineerd met een lagere bezettingsgraad en omvliegfactor.

Wanneer de minder aannemelijk geachte variant 'zeer laag CO_2' buiten beschouwing blijft, schuift de ondergrens van de onderzochte bandbreedtes bij de drie verkeersvolumes met ongeveer 4,5 procentpunt omhoog. De ondergrens bedraagt dan respectievelijk −10,0%, −6,5% en −2,2% ten opzichte van 2024.

Referentieperiode en rekenmethode voor SAF hebben minder dan 1 procentpunt invloed

Als niet de uitstoot in kalenderjaar 2024, maar die in gebruiksjaar 2024 (01/11/2023 tot en met 31/10/2024) als referentie wordt gebruikt, is de netto referentie-uitstoot 0,7 procentpunt lager. In dat geval blijft de verwachte netto CO_2-uitstoot in 2030 in zes minder gevallen (72 i.p.v. 78) onder die referentiewaarde. Als bij de berekening van de bijdrage van SAF rekening wordt gehouden met de levenscyclusemissiereductie stijgt de verwachte netto CO_2-uitstoot zowel in de referentiesituatie (met 0,56 procentpunt) als in de variatiescenario's. Gemiddeld over de gecombineerde variatiescenario's neemt het verschil tussen de verwachte CO_2-uitstoot in 2030 en de netto referentie-uitstoot in 2024 dan met 0,8 procentpunt af van −1,3% naar −0,5%.

Geen wezenlijke invloed verwacht van overige luchthavengerelateerde CO_2-uitstoot en general aviation-verkeer

De CO_2-uitstoot die wordt veroorzaakt door overige luchthavengerelateerde bronnen (zoals GPU en afhandelingsmaterieel) en *general aviation*-verkeer is klein: gezamenlijk zo'n 1% van het totaal. Veranderingen daarin zullen naar verwachting geen wezenlijke invloed hebben op de haalbaarheid van de coalitieafspraak.

Daling in netto CO_2-uitstoot aannemelijk vanaf 2035, maar ontwikkeling tot 2034 onzekerder

De verwachte netto CO_2-uitstoot ná 2030 hangt sterk af van de groei van het aantal vliegtuigbewegingen, de vloot- en netwerkontwikkeling, het gebruik van SAF en veranderingen in de operationele efficiëntie. Vanaf 2035 is het aannemelijker dat de netto CO_2-uitstoot verder daalt dan dat het toeneemt, mits ReFuelEU Aviation niet wordt herzien (en de bijmengverplichting voor SAF in 2035 dus stijgt naar 20%) en het verkeersvolume op Schiphol niet veel sterker toeneemt. Een afname in netto CO_2-uitstoot in de periode tussen 2030 en 2034, ten opzichte van 2030, door SAF-inzet is echter onzekerder, omdat het verplichte SAF-niveau dan nog op 6% ligt, terwijl andere ontwikkelingen wel door kunnen gaan.

7 Referenties

AeroLOPA. (2026, July 14). *AeroLOPA*. Opgehaald van KLM Seat Maps: https://www.aerolopa.com/kl

Bingelli, U., & Weber, M. (2013). *A short life in long haul for low-cost carriers.* McKinsey & Company. Opgehaald van https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Travel%20Transport%20and%20Logistics/Our%20Insights/A%20short%20life%20in%20long%20haul%20for%20low%20cost%20carriers/A_short_life_in_long_haul_for_low%20cost_carriers.pdf

CBS. (2026, juni 30). *Aardoliegrondstoffen- en aardolieproductenbalans; aanbod en verbruik*. Opgehaald van StatLine: https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/84596NED/table?dl=D81BC

D66, VVD, CDA. (2026). *Aan de slag - Bouwen aan een beter Nederland.* Bureau woordvoering kabinetsformatie. Opgehaald van https://www.kabinetsformatie2025.nl/documenten/2026/01/30/aan-de-slag---coalitieakkoord-2026-2030

Duurzame Luchtvaarttafel. (2019). *Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart.* Eerste Kamer der Staten-Generaal. Opgehaald van https://www.eerstekamer.nl/overig/20190327/ontwerpakkoord_duurzame_luchtvaart/document

EASA. (2025). *ReFuelEU Aviation Annual Technical Report 2025: 2024 in review.* European Union Aviation Safety Agency. Opgehaald van https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/refueleu-aviation-annual-technical-report-2025

EC. (2023). *Regulation (EU) 2023/2405 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 on ensuring a level playing field for sustainable air transport (ReFuelEU Aviation).*

EU. (2003). DIRECTIVE 2003/87/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC.

EU. (2018, December 11). DIRECTIVE (EU) 2018/2001 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast).

EU. (2023, October 18). Directive (EU) 2023/2413 of the European Parliament and of the Council of 18 October 2023 amending Directive (EU) 2018/2001, Regulation (EU) 2018/1999 and Directive 98/70/EC as regards the promotion of energy from renewable sources, and repealing Council. Opgehaald van https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32023L2413

EUROCONTROL. (2019a). *Demand data repository*. Opgehaald van https://www.eurocontrol.int/ddr

EUROCONTROL. (2019b). *Taxi times - Winter 2018-2019.* Opgehaald van https://www.eurocontrol.int/publication/taxi-times-winter-2018-2019

EUROCONTROL. (2019c). *Taxi times - Summer 2019.* Opgehaald van https://www.eurocontrol.int/publication/taxi-times-summer-2019

EUROCONTROL. (2024). *Base of aircraft data*. Opgehaald van https://www.eurocontrol.int/model/bada

Górecka, A., & Horák, T. (2014). Ineffective but Reasonable -Why do European Airlines Operate Short-haul Flights? *Conference: The International Conference on Logistics & Sustainable Transport 2014.* Celje, Slovenia.

Greenhouse Gas Protocol. (2011). *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting.*

IATA. (2025). *IATA Sustainable Aviation Fuel (SAF) Accounting & Reporting Methodology.* International Air Transport Association. Opgehaald van https://www.iata.org/en/programs/sustainability/reports/saf-accounting-reporting-methodology/

ICAO. (2023). *Annex 16 — Environmental Protection - Volume IV.* International Civil Aviation Organization.

KLM. (2025, oktober 1). *KLM Cityhopper verwelkomt 25ste Embraer 195-E2*. Opgehaald van Newsroom: https://nieuws.klm.com/klm-cityhopper-verwelkomt-25ste-embraer-195-e2/

Lammen, W., Peerlings, B., van der Sman, E., & Kos, J. (2022). *Hydrogen-powered propulsion aircraft: conceptual sizing and fleet level impact analysis.*

Lelystad Airport. (2024, December 12). *Lelystad Airport rendabel met 10.000 vliegtuigbewegingen commercieel handelsverkeer.* Opgehaald van Rijksoverheid: https://open.overheid.nl/documenten/dpc-824ee00cab404d77aa7c22fb63e9dc69d7e48d26/pdf

M3 Consultancy. (2019). *Effect of the traffic distribution rule on the nature of traffic development at Lelystad Airport - A study into market demand and dynamics following the opening of Lelystad Airport with a Traffic Distribution Rule (TDR) in place.* Tweede Kamer der Staten-Generaal. Opgehaald van https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2019D50630

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2018). *Actualisatie MER Lelystad Airport (Hoofdrapport).* Opgehaald van https://www.luchtvaartindetoekomst.nl/site/binaries/site-content/collections/documents/2018/02/21/hoofdrapport/Hoofdrapport.pdf

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021a). Besluit van 16 juli 2020 tot vaststelling van regels voor de verdeling van luchtverkeer tussen de luchthaven Schiphol en de luchthaven Lelystad (Besluit verkeersverdeling tussen de luchthavens Schiphol en Lelystad). *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden*, 72. Opgehaald van https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2021-72.html

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021b). Regeling van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, van 15 februari 2021, nr. IENW/BSK-2020/153274, houdende regels ter invulling van het Besluit verkeersverdeling tussen de luchthavens Schiphol en Lelystad. *Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden*(8739). Opgehaald van https://www.eerstekamer.nl/overig/20210216/regeling_van_de_minister_van/document

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2026). *Luchtvaart in de toekomst.* Opgehaald van Perspectief op terugkeer naar maximaal 500.000 vluchten: https://www.luchtvaartindetoekomst.nl/schiphol/luchthavenverkeerbesluit-schiphol/perspectief-op-terugkeer-vluchten

NLR & DNV. (2025). *Actualisatie MER Lelystad Airport - deelonderzoek luchtkwaliteit (NLR-CR-2025-115).*

NLR. (2026a). *MER Schiphol 2025 - Deelonderzoek emissies, luchtkwaliteit en depositie (NLR-CR-2024-310-Hzv-1).* Tweede Kamer der Staten-Generaal. Opgehaald van https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2026D02037&did=2026D02037

NLR. (2026b). *Actualisatie aanvraag natuurvergunning Lelystad Airport (NLR-CR-2026-245).*

Peerlings, B. (2025). *Hoe zit het nou met CO2-uitstoot en vliegafstand?* Opgehaald van https://www.nlr.org/nl/newsroom/blog/hoe-zit-het-nou-met-co2-uitstoot-en-vliegafstand/

Peerlings, B. (2026). Mogelijke verandering in CO2-uitstoot t.g.v. opening Lelystad Airport voor groothandelsverkeer. In N. &. MIlieu, *Lelystad Airport: een onnodig klimaatrisico (Position paper rondetafelgesprek - Kansen en risico's Lelystad AIrport - 1 april 2026).* Natuur & Milieu. Opgehaald van https://natuurenmilieu.nl/app/uploads/Lelystad-Airport-een-onnodig-klimaatrisico-Natuur-Milieu-.pdf

Peerlings, B., Söffing, L., Wijn, L., & Andringa, J. (2025). *A Uniform Calculation Method for CO2 Emissions from Large Civil Fixed-Wing Aircraft used for Air Transport.* Royal NLR - Netherlands Aerospace Centre. Government of the Netherlands. Opgehaald van https://www.government.nl/documents/2025/05/31/a-uniform-calculation-method-for-co2-emissions-from-large-civil-fixed-wing-aircraft-used-for-air-transport

Peerlings, B., Wijn, L., Engler Faleiros, D., & Söffing, L. (2024). Disproportionalities between flight movements and CO2 emissions for various groups of flights using the BeyondCO2 model. *27th ATRS World Conference.* Lisbon, Portugal: Air Transport Research Society.

Peeters, P., Uitbeijerse, G., Peerlings, B., & Geilenkirchen, G. (2021). *Fuel Tankering in relation to a Dutch CO2 ceiling for aviation.* Planbureau voor de Leefomgeving / Netherlands Environmental Assessment Agency. Opgehaald van https://www.pbl.nl/en/publications/fuel-tankering-in-relation-to-a-dutch-co2-ceiling-for-aviation

Provincie Flevoland, Gemeente Lelystad & Lelystad Airport. (sd). *Landingsbaan Lelystad Airport.* Opgehaald van Uitbreiding Lelystad Airport: https://uitbreidinglelystadairport.nl/landingsbaan-lelystad-airport/

Rijksoverheid. (2026, 07 20). *Luchthavenverkeersbesluit Schiphol*. Opgehaald van Overheid.nl Wettenbank: https://wetten.overheid.nl/BWBR0014330/2025-11-01

Royal Schiphol Group. (2011). *Traffic Review 2010.* Opgehaald van https://downloads.ctfassets.net/biom0eqyyi6b/5GweL4CDWyo7AU7jdnAoEa/bace5c044ea2d94fbbbbc1d47a50c077/traffic_review_2010__1_.pdf

Royal Schiphol Group. (2019). *Traffic review 2018.* Opgehaald van https://assets.ctfassets.net/biom0eqyyi6b/6N7vbWyidJyGPTJQQaIBPY/62a7b462cd223d3b9dfc9761130e438d/Schiphol_Traffic_Review_2018.pdf

Royal Schiphol Group. (2024). *Annual Report 2024.* Opgehaald van https://downloads.ctfassets.net/biom0eqyyi6b/4dK3ANlskFq31RXtEu9oyP/17f72a9d7c72c2bb286560609176d025/Schiphol_Group_Annual_Report_2024.pdf

Royal Schiphol Group. (2025). *Traffic review 2024*. Opgehaald van https://www.schipholannualtrafficreview.nl/2024/passengers

Schlappig, B. (2026, June 17). *One Mile At A Time*. Opgehaald van KLM Airbus A350 Will Soon Enter Service, But Business Class Will Stay Empty: https://onemileatatime.com/news/klm-airbus-a350-business-class-empty/

To70. (2026). *MER Wijziging Luchthavenverkeersbesluit Schiphol - Deelrapport scenario's.* Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Opgehaald van https://open.overheid.nl/documenten/afcf1d52-3694-4cf5-b0b1-010fdbf40b9a/file

World Economic Forum. (2021, September 22). *Clean Skies for Tomorrow Leaders: 10% Sustainable Aviation Fuel by 2030.* Opgehaald van https://www.weforum.org/press/2021/09/clean-skies-for-tomorrow-leaders-commit-to-10-sustainable-aviation-fuel-by-2030/

World Economic Forum. (2022). *Sustainable Aviation Fuel Certificate (SAFc) Emissions Accounting and Reporting Guidelines.*

Appendix A Modellering van variaties in de verkeerssamenstelling op Schiphol t.g.v. de toepassing van de VVR

Appendix A.1 Classificatie van bestemmingen

Luchthavencode (ICAO)	Aantal vluchten in basisscenario	Land	Aandeel luchthavens in land geclassificeerd als transferbestemming	Classificatie
DTNH	28	Tunesië	0%	Punt-tot-puntbestemming
DTTJ	24	Tunesië	0%	Punt-tot-puntbestemming
EBCI	2	België	100%	Transferbestemming
EBLG	3	België	100%	Transferbestemming
EDDB	2,070	Duitsland	100%	Transferbestemming
EDDK	1	Duitsland	100%	Transferbestemming
EDDP	536	Duitsland	100%	Transferbestemming
EDFH	1	Duitsland	100%	Transferbestemming
EFOU	3	Finland	100%	Transferbestemming
EFTP	55	Finland	100%	Transferbestemming
EGHH	1	Verenigd Koninkrijk	62%	Transferbestemming
EGJJ	56	Verenigd Koninkrijk	62%	Transferbestemming
EGPK	2	Verenigd Koninkrijk	62%	Transferbestemming
EINN	5	Ierland	100%	Transferbestemming
EKAH	1	Denemarken	100%	Transferbestemming
EPPO	183	Polen	75%	Transferbestemming
EPWR	320	Polen	75%	Transferbestemming
ESMX	112	Zweden	100%	Transferbestemming
FAUP	1	Zuid-Afrika	100%	Transferbestemming
HKMO	13	Kenia	100%	Transferbestemming
HSSS	8	Soedan	67%	Transferbestemming
KAMA	1	Verenigde Staten	100%	Transferbestemming
KAUS	91	Verenigde Staten	100%	Transferbestemming
KBZN	5	Verenigde Staten	100%	Transferbestemming
KLAS	218	Verenigde Staten	100%	Transferbestemming
KLCK	28	Verenigde Staten	100%	Transferbestemming
KMCO	100	Verenigde Staten	100%	Transferbestemming
LDZD	21	Kroatië	50%	Transferbestemming
LEAS	70	Spanje	38%	Punt-tot-puntbestemming
LEMI	2	Spanje	38%	Punt-tot-puntbestemming
LERL	1	Spanje	38%	Punt-tot-puntbestemming
LETL	1	Spanje	38%	Punt-tot-puntbestemming
LEZG	123	Spanje	38%	Punt-tot-puntbestemming

Luchthavencode (ICAO)	Aantal vluchten in basisscenario	Land	Aandeel luchthavens in land geclassificeerd als transferbestemming	Classificatie
LFBT	1	Frankrijk	86%	Transferbestemming
LFOK	2	Frankrijk	86%	Transferbestemming
LFRB	61	Frankrijk	86%	Transferbestemming
LFSB	1	Frankrijk	86%	Transferbestemming
LIBR	21	Italië	69%	Transferbestemming
LICJ	58	Italië	69%	Transferbestemming
LIEA	1	Italië	69%	Transferbestemming
LIME	99	Italië	69%	Transferbestemming
LIRS	1	Italië	69%	Transferbestemming
LLER	44	Israël	100%	Transferbestemming
LOWL	2	Oostenrijk	50%	Transferbestemming
LTAF	19	Turkije	11%	Punt-tot-puntbestemming
LTBA	47	Turkije	11%	Punt-tot-puntbestemming
LUKK	46	Moldavië	45%	Punt-tot-puntbestemming
MRLB	55	Costa Rica	100%	Transferbestemming
OEJN	279	Saudi-Arabië	100%	Transferbestemming
OERK	274	Saudi-Arabië	100%	Transferbestemming
OITR	1	Iran	100%	Transferbestemming
OLBA	191	Libanon	71%	Transferbestemming
OMAM	1	Verenigde Arabische Emiraten	100%	Transferbestemming
OMDW	303	Verenigde Arabische Emiraten	100%	Transferbestemming
OMSJ	190	Verenigde Arabische Emiraten	100%	Transferbestemming
ORER	48	Irak	71%	Transferbestemming
SBCF	3	Brazilië	100%	Transferbestemming
SBFZ	80	Brazilië	100%	Transferbestemming
SBKP	132	Brazilië	100%	Transferbestemming
SBSG	14	Brazilië	100%	Transferbestemming
TBPB	1	Barbados	80%	Transferbestemming
TJBQ	1	Puerto Rico	80%	Transferbestemming
UACC	1	Kazachstan	100%	Transferbestemming
UAKK	4	Kazachstan	100%	Transferbestemming
UBBB	203	Azerbeidzjan	100%	Transferbestemming
UHHH	3	Rusland	100%	Transferbestemming
UUBW	50	Rusland	100%	Transferbestemming
WIMM	51	Indonesië	100%	Transferbestemming
ZBAD	137	China	100%	Transferbestemming
ZBTJ	12	China	100%	Transferbestemming
ZGSZ	5	China	100%	Transferbestemming
ZHCC	62	China	100%	Transferbestemming

Luchthavencode (ICAO)	Aantal vluchten in basisscenario	Land	Aandeel luchthavens in land geclassificeerd als transferbestemming	Classificatie
ZJHK	1	China	100%	Transferbestemming
ZSNJ	219	China	100%	Transferbestemming
ZSOF	1	China	100%	Transferbestemming
ZUCK	14	China	100%	Transferbestemming
ZYTX	1	China	100%	Transferbestemming

Appendix A.2 Voorziene vlootontwikkeling KLM

Deze appendix geeft een schatting van de voorziene vlootontwikkeling van KLM, voor zowel het deel van de vloot dat op Europese bestemmingen wordt ingezet (EU-vloot) als het deel dat voor intercontinentaal verkeer wordt ingezet (ICA-vloot). De stoelcapaciteit van huidige types is bepaald op basis van AeroLOPA (2026) en toekomstige stoelcapaciteiten zijn eveneens afkomstig uit publieke bronnen (KLM, 2025; AeroLOPA, 2026; Schlappig, 2026), of door de onderzoekers geschat.

Huidig type[20]	Vloot	Stoelcapaciteit huidig type	Voorzien toekomstig type	Voorziene stoelcapaciteit
A21N	EU	227	A21N	227
A332	ICA	268	A359	331
A333	ICA	292	50% A359 + 50% A35K	361
B737	EU	142	50% E295 + 50% A20N	158.5
B738	EU	186	A21N	227
B739	EU	189	A21N	227
B772	ICA	288	A35X	391
B77W	ICA	381	B77W	381
B789	ICA	275	B789	275
B78X	ICA	318	B78X	318
E170	EU	76	E75	88
E190	EU	100	E295	136
E295	EU	133	E295	136
E75L	EU	88	E75L	88

[20] Aangeduid met ICAO-code, zie https://www.icao.int/operational-safety/doc-8643-aircraft-type-designators/search.

Appendix B Vlootvernieuwing en -verzwaring

Appendix B.1 Vernieuwings- en verzwaringsrelaties

Bij de modellering van vlootvernieuwing en vlootverzwaring zijn de in de onderstaande tabel opgenomen vervangingsrelaties tussen vliegtuigtypen gehanteerd. De grens tussen nieuwe en oude generatie vliegtuigtypen is gesteld op een *entry into service* van 2010, waarbij de typen die na 2010 in gebruik zijn genomen als nieuw worden gemarkeerd.

Door het beperkte typeaanbod in de mer-scenario's (To70, 2026) wordt bij de met een '+' gemarkeerde vervangingen een relatief grote stap gemaakt, omdat een passend tussentype wat betreft gewicht, capaciteit en vliegbereik ontbreekt. Bij de met een '–' gemarkeerde vervangingen is de beschikbare voorganger juist relatief klein. Verzwaringen die (ook) met een '*' zijn gemarkeerd vinden alleen plaats op Schiphol, omdat die toestellen te groot zijn om op Lelystad Airport te landen (Provincie Flevoland, Gemeente Lelystad & Lelystad Airport, n.d.).

Type[21]	MTOW [ton]	Generatie	Opvolger (vervanging oud naar nieuw)	Voorganger (vervanging nieuw naar oud)	Verzwaring
A20N	76	nieuw		A320	A21N
A21N	89	nieuw		A321	A339+*
A306	165	oud	A339		A333*
A30B	153	oud	A339		A333*
A310	164	oud	A339+		A332*
A318	61	oud	BCS3		A319
A319	66	oud	A20N+		A320
A320	75	oud	A20N		A321
A321	88	oud	A21N		A332+*
A332	232	oud	A339+		A343*
A333	234	oud	A339		A343*
A339	245	nieuw		A333	A359*
A343	275	oud	A359		
A359	276	nieuw		A343	A35K*
A35K	316	nieuw		A343-	
A388	525	oud			
AT72	23	oud	BCS1+		E170
B38M	81	nieuw		B738	B39M
B39M	89	nieuw		B739	B788+*
B733	63	oud	B38M+		B734
B734	67	oud	B38M		B738
B735	59	oud	B38M+		B733
B736	66	oud	B38M+		B737
B737	67	oud	B38M+		B738
B738	75	oud	B38M		B739

[21] Aangeduid met ICAO-code, zie https://www.icao.int/operational-safety/doc-8643-aircraft-type-designators/search.

Type[21]	MTOW [ton]	Generatie	Opvolger (vervanging oud naar nieuw)	Voorganger (vervanging nieuw naar oud)	Verzwaring
B739	83	oud	B39M		B752
B744	399	oud	B779		B748*
B748	448	oud	B779		
B752	107	oud	B39M		B763*
B763	187	oud	B788		B764*
B764	205	oud	B789		B772*
B772	299	oud	B78X		B77W*
B77L	346	oud	B78X		B77W*
B77W	351	oud	B779		B748*
B779	345	nieuw		B77W	
B788	227	nieuw		B763	B789*
B789	253	nieuw		B764	B78X*
B78X	255	nieuw		B772	B779+*
BCS1	58	nieuw		E190	BCS3
BCS3	67	nieuw		A318	A20N
CRJ9	38	oud	BCS1+		E190
DH8D	30	oud	BCS1+		E190+
E120	12	oud			E145
E145	22	oud			E170
E170	34	oud	BCS1+		E75L
E190	47	oud	E295		B736
E295	58	nieuw		E190-	
E75L	37	oud	BCS1+		E190

Appendix B.2 Gebruikte verhouding tussen vlootvernieuwing en vlootverzwaring

Vlootvernieuwing kan gepaard gaan met de inzet van grotere en zwaardere toestellen. Om deze samenhang te modelleren, is gebruikgemaakt van openbare gegevens over de vervanging van de Europese Boeing 737-vloot van KLM door de Airbus A320neo-familie.

De bestaande vloot bestaat voor circa 16% uit Boeing 737-700, 81% uit Boeing 737-800 en 3% uit Boeing 737-900. Voor de nieuwe vloot wordt uitgegaan van 42% A320neo en 58% A321neo. Omdat geen A319neo wordt voorzien, schuift de volledige 16% Boeing 737-700 door naar een grotere toestelklasse. Daarnaast neemt het aandeel van de grootste variant toe van 3% Boeing 737-900 naar 58% A321neo. Daarmee schuift nog eens 55% van de middelgrote naar de grootste toestelklasse.

Op basis hiervan kan bij KLM voor maximaal 71% van de vervangen toestellen vlootvernieuwing gepaard met vlootverzwaring: 16% schuift door van de kleine naar de middelgrote klasse en 55% van de middelgrote naar de grote klasse. Voor de overige 29% blijft de toestelgrootte bij vervanging in hoofdlijnen gelijk.

Deze verhouding is als generieke aanname doorgetrokken naar de gehele gemodelleerde vloot. Bij iedere vernieuwingsstap wordt daarom aangenomen dat 71% van het vernieuwde vlootdeel tevens één stap wordt verzwaard. Het betreft een gevoeligheidsaanname op basis van één concrete vlootontwikkeling en geen prognose voor alle luchtvaartmaatschappijen.

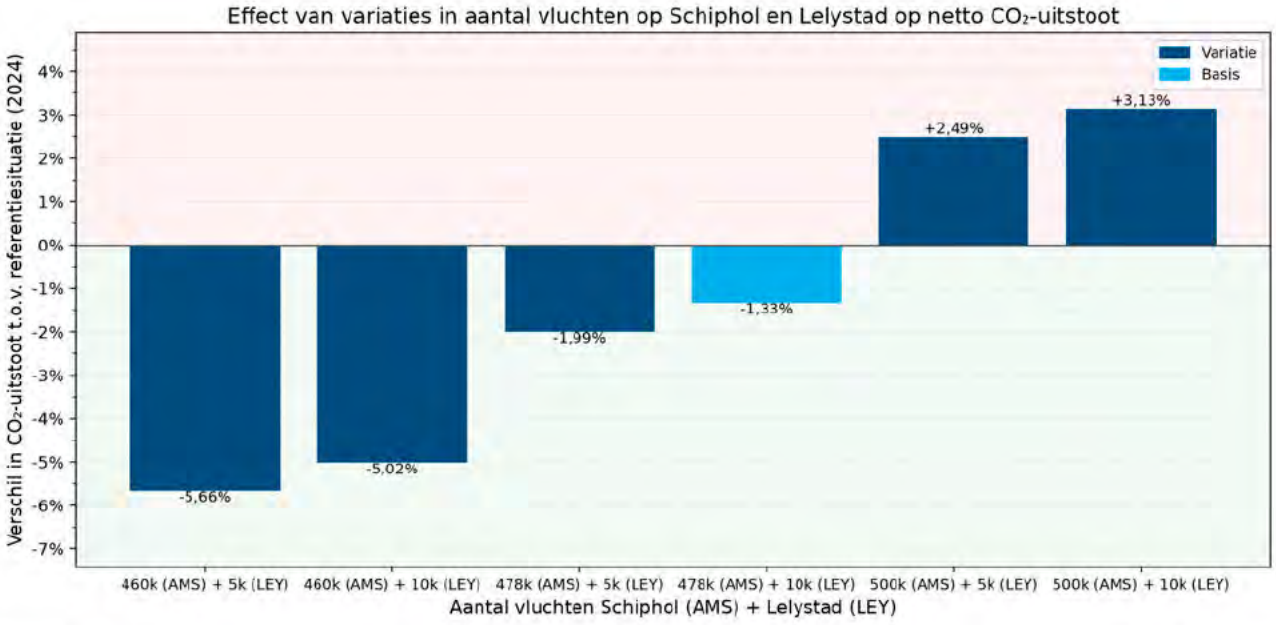
Appendix C Resultaten op basis van gebruiksjaar 2024 als referentiesituatie

In dit onderzoek is het handelsverkeer op Schiphol in kalenderjaar 2024 als de referentiesituatie gebruikt. In sectie 3.3 werd de CO_2-uitstoot van die situatie al gekwantificeerd als 10,36 $MtCO_2$ (exclusief de uitstootreductie door de inzet van SAF) of 10,01 $MtCO_2$ (inclusief SAF).

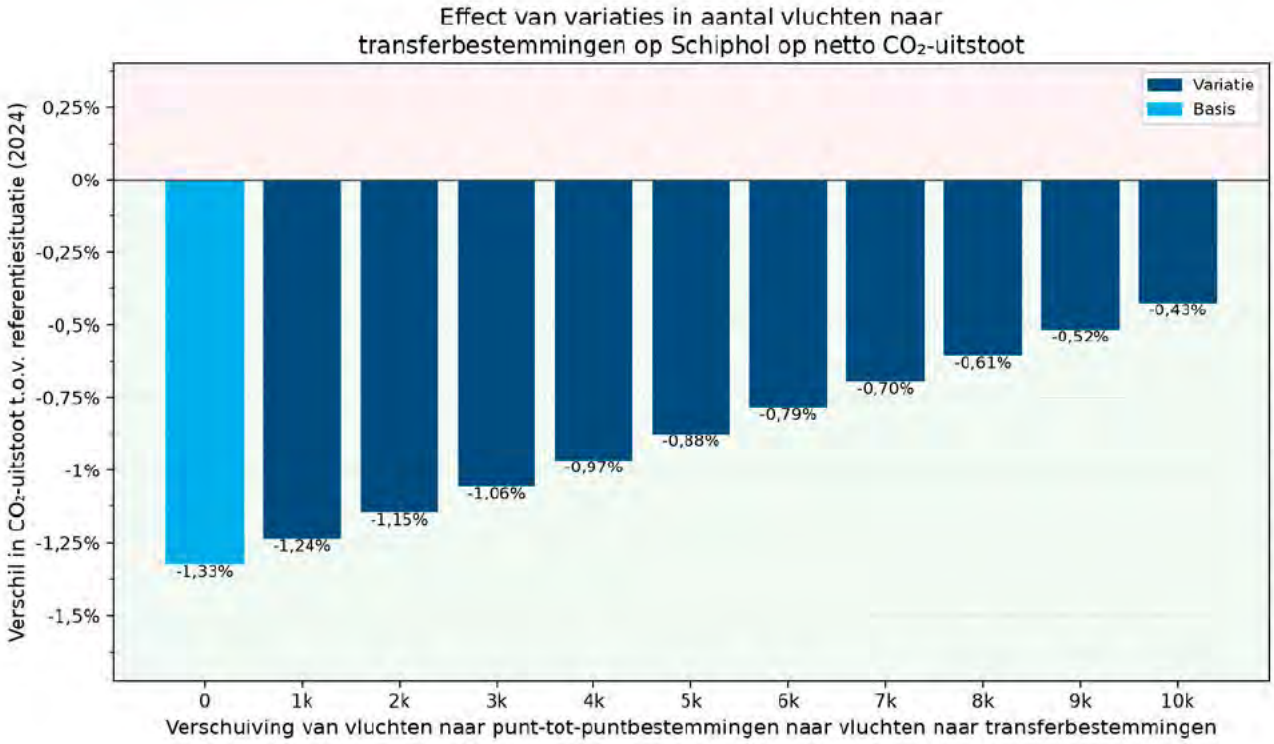
Alternatief zou de referentiesituatie gebaseerd kunnen worden op het gebruiksjaar 2024, dat loopt van 1 november 2023 tot en met 30 oktober 2024. Als gevolg van minder hersteltijd na de coronacrisis lag het aantal vluchten in het gebruiksjaar iets lager dan in het kalenderjaar (ongeveer 471.000 ten opzichte van circa 474.000). Dat resulteert ook in een lagere CO_2-uitstoot van 10,29 $MtCO_2$ (exclusief SAF) en, vervolgens, voor een kleiner verschil tussen de referentiesituatie (gebruiksjaar 2024) en het mer-scenario voor 2030. In sectie 3.3 werd dat eerder gekwantificeerd als –2,03%; bij gebruiksjaar 2024 zou dat afnemen tot –1,33%.

Deze appendix herhaalt de in hoofdstuk 4 getoonde figuren voor een referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024. Ondanks het aandeel SAF in het referentiejaar 2024 is bepaald over het kalenderjaar (sectie 3.1), is datzelfde aandeel SAF ook in de resultaten over gebruiksjaar 2024 toegepast.

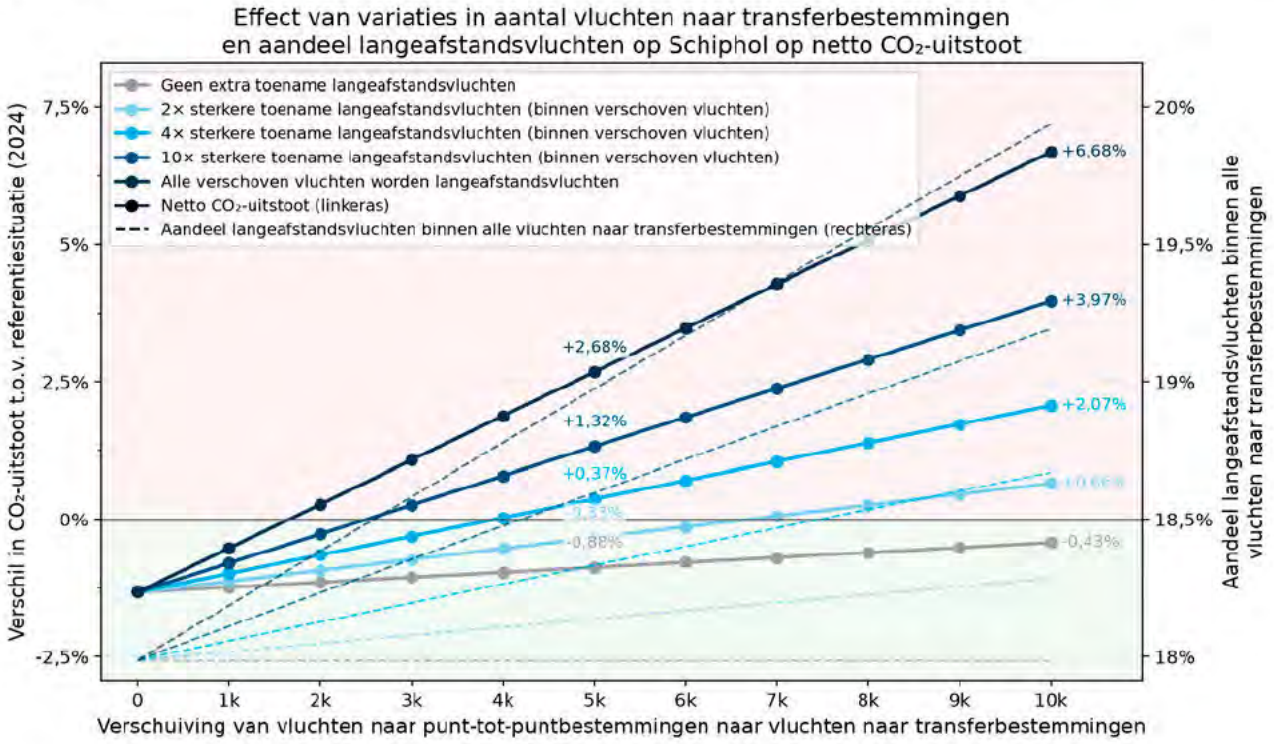
Appendix C.1 Effect van afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot



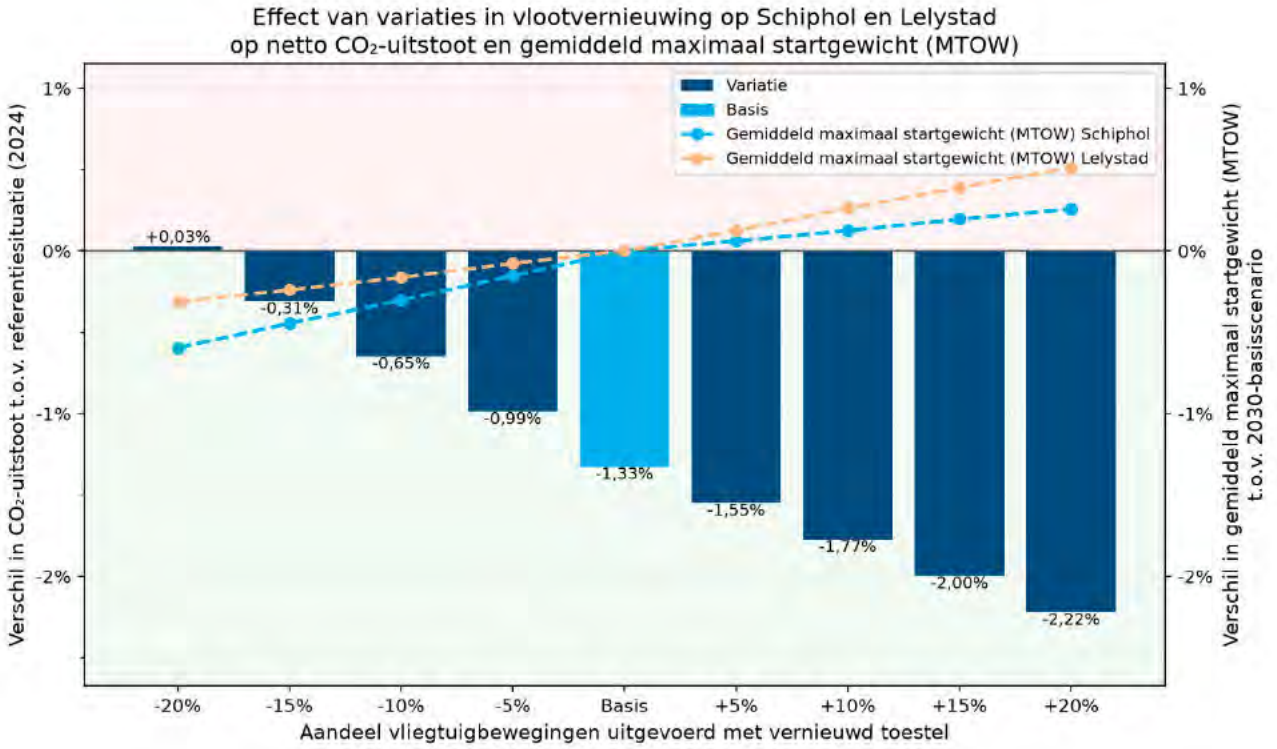
Figuur 17: Effect van variaties in verkeersvolume op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)



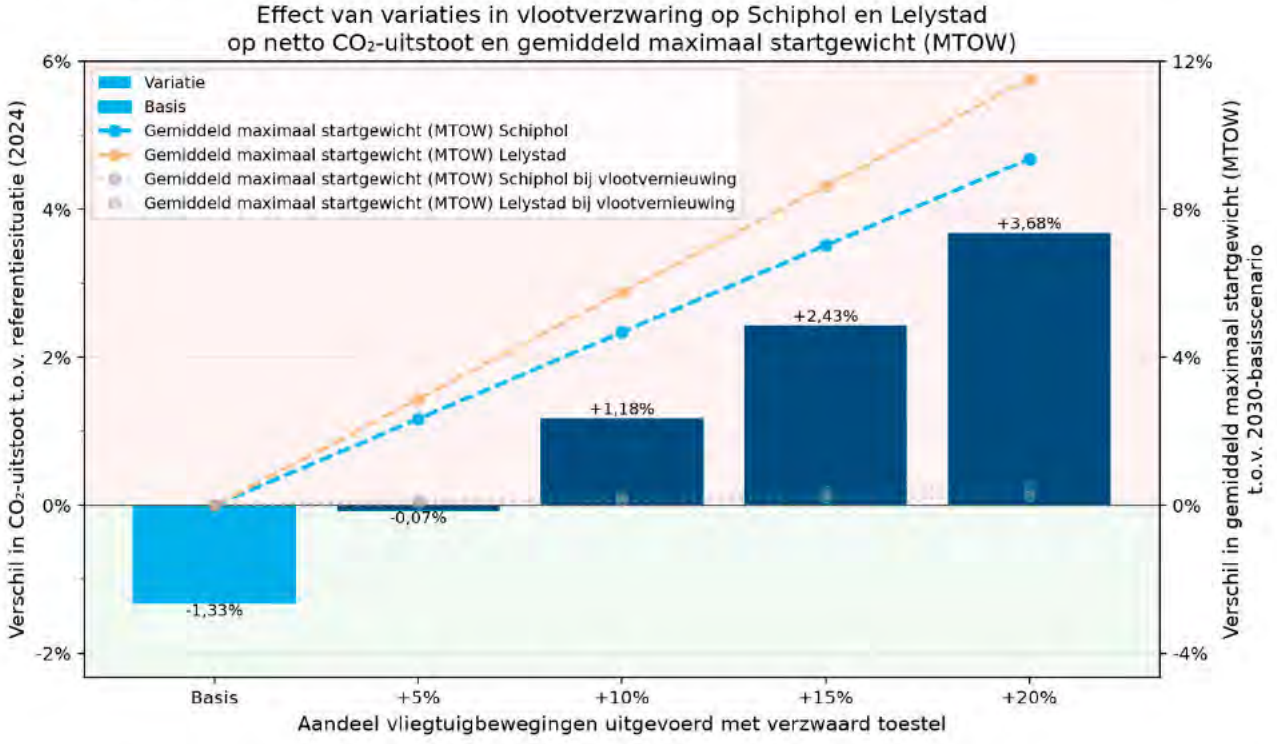
Figuur 18: Effect van variaties in het aantal extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)



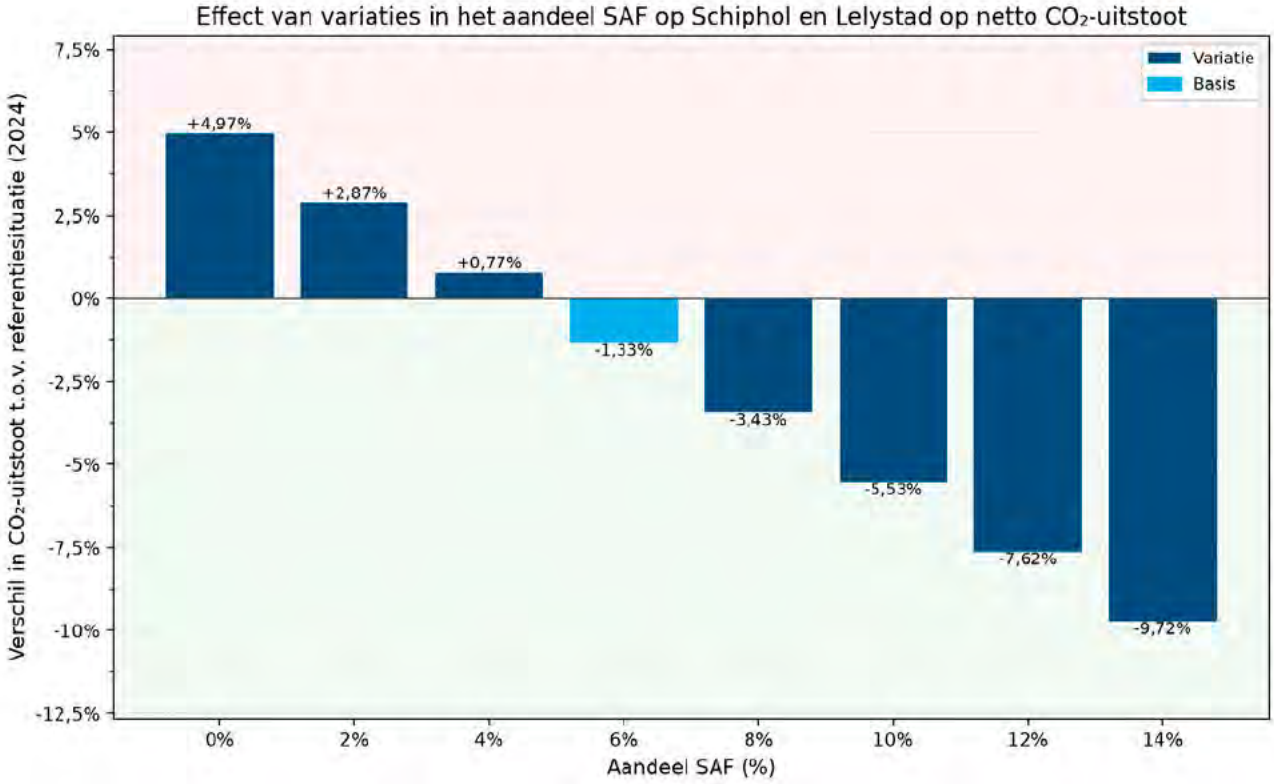
Figuur 19: Effect van variaties in extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen verder dan 4.000 kilometer op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)



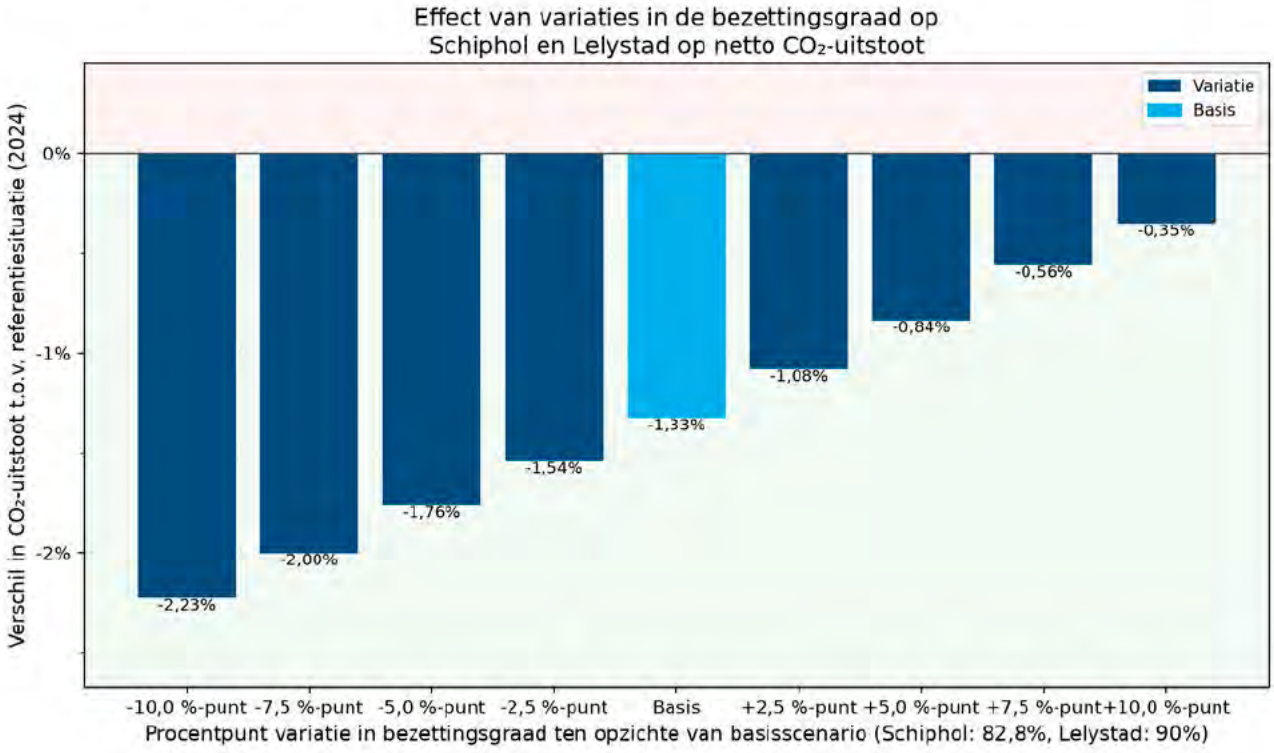
Figuur 20: Effect van variaties in vlootvernieuwing op netto CO_2-uitstoot en gemiddeld maximaal startgewicht (MTOW) van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)



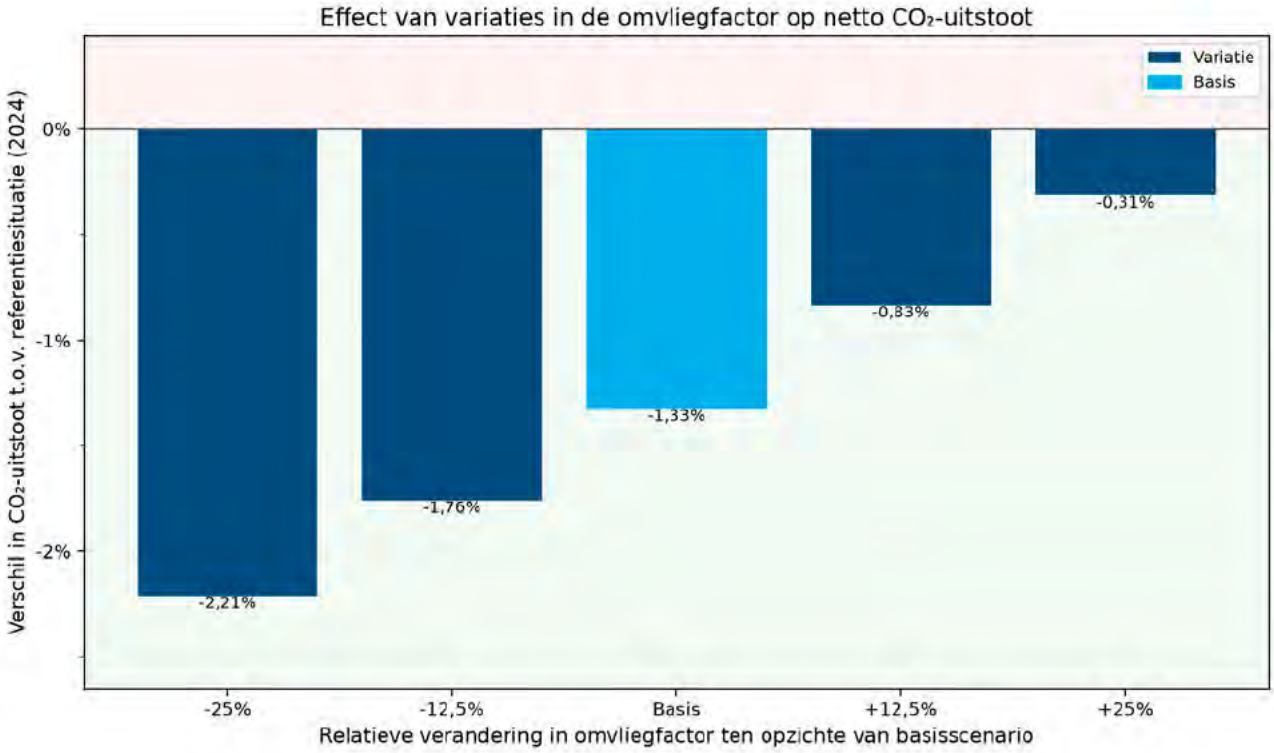
Figuur 21: Effect van variaties in vlootverzwaring op netto CO_2-uitstoot en gemiddeld maximaal startgewicht (MTOW) van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)



Figuur 22: Effect van variaties in het aandeel SAF op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)

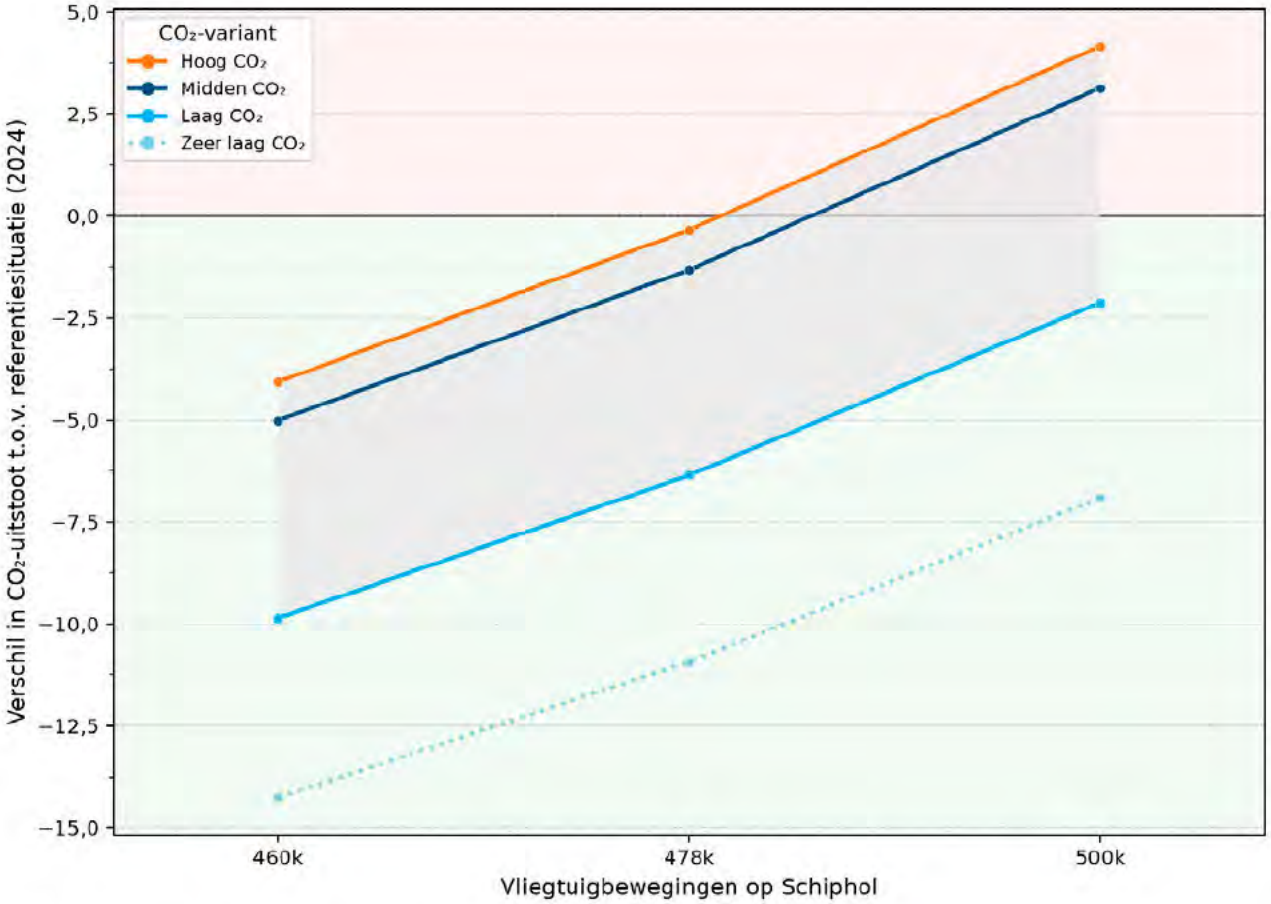


Figuur 23: Effect van variaties in de bezettingsgraad op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)

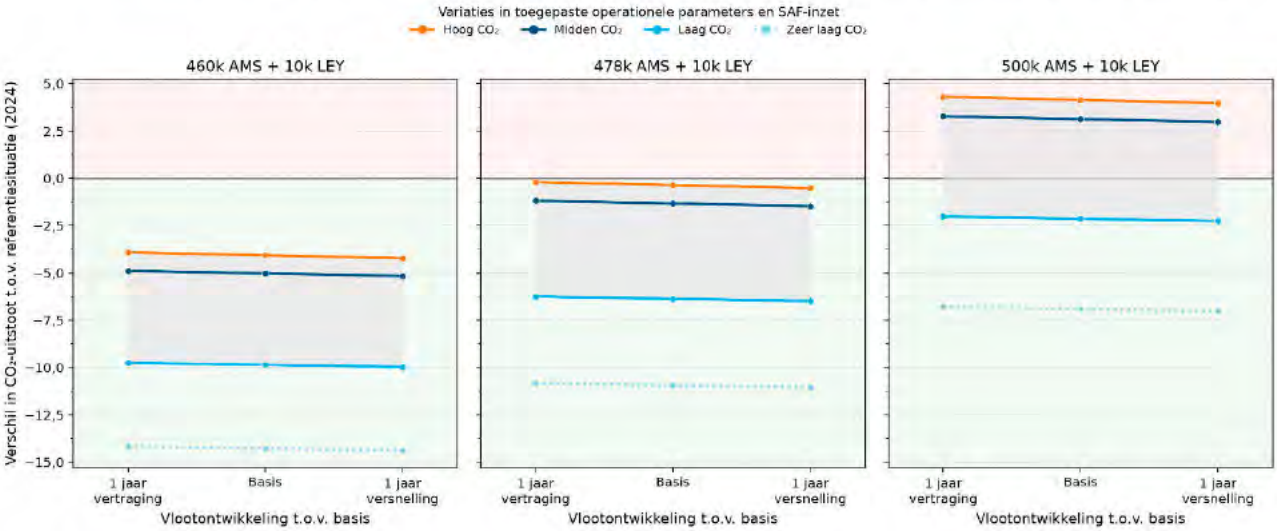


Figuur 24: Effect van variaties in de omvliegfactor op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)

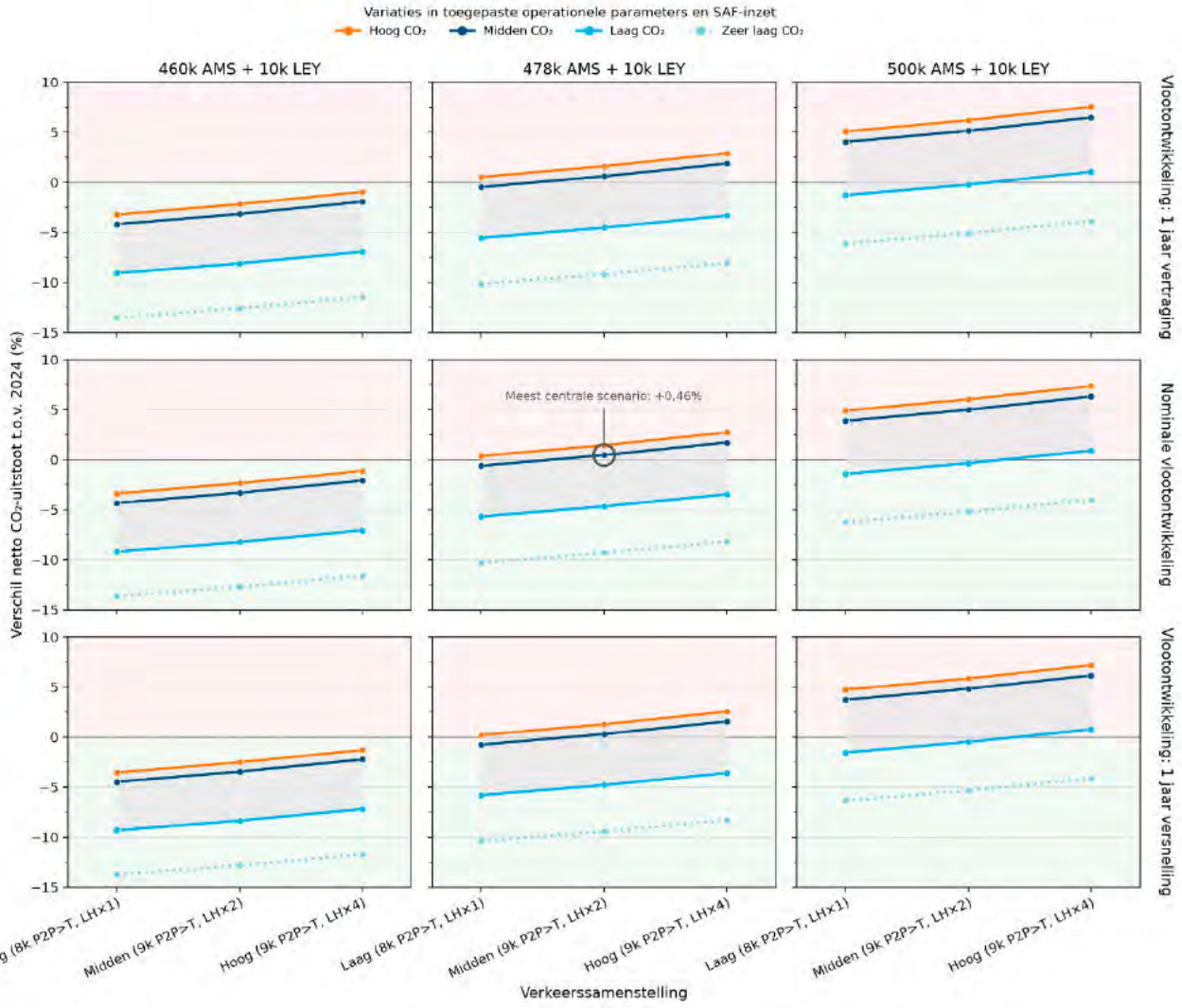
Appendix C.2 Effect van gecombineerde variaties op netto CO_2-uitstoot



Figuur 25: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen en SAF-inzet op netto CO2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)



Figuur 26: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet en vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring) op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)



Figuur 27: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet, vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring) en verkeerssamenstelling op netto CO_2-uitstoot (ten opzichte van referentiesituatie op basis van gebruiksjaar 2024)

Appendix D Resultaten op basis van alternatieve (CORSIA-)berekeningsmethode voor effecten van SAF

In dit onderzoek is het effect van SAF gemodelleerd op een manier die in lijn is met o.a. het EU ETS en de KEV (sectie 2.2). In die methode wordt de zogenaamde *tank-to-wake*-uitstoot gelijkgesteld aan 0. De resultaten zijn daardoor ongevoelig voor de levenscyclusemissies van de brandstof.

In een alternatieve methode die door ICAO voor CORSIA wordt gebruikt, wordt dat effect wel meegenomen via een zogenaamde levenscyclusemissiereductiefactor (ERF). Die wordt door middel van levenscyclusanalyse (LCA) vastgesteld. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen twee fases: de *well-to-tank* (WtT) fase gaat over het verzamelen van grondstoffen tot de levering in de tank van het vliegtuig; de *tank-to-wake* (TtW) fase gaat over het gebruik (verbranding) van de brandstof. De combinatie wordt met *well-to-wake* (WtW) aangeduid. Deze ICAO-methodologie verdeelt de totale (relatieve) reductie in WtW-emissies rekenkundig over de WtT- en TtW-fasen (ICAO, 2023; IATA, 2025). Op die manier is de reductie in TtW-CO_2-uitstoot proportioneel aan de totale emissiereductie over de gehele levenscyclus.[22]

De keuze voor één van beide berekeningsmethodes is van invloed op de CO_2-uitstoot in de referentiesituatie, het mer-scenario en de onderzochte andere toekomstscenario's. In sectie 3.3 werd de netto CO_2-uitstoot, inclusief het effect van SAF als berekend op basis van de EU ETS/KEV-methode, gekwantificeerd als 10,01 $MtCO_2$. Indien het effect van SAF wordt berekend op de manier die voor CORSIA wordt gehanteerd, en uitgaande van een emissiereductiefactor (ERF) van 80%, neemt de netto CO_2-uitstoot in de referentiesituatie (op basis van kalenderjaar 2024) toe tot 10,08 $MtCO_2$. In het mer-scenario neemt de netto CO_2-uitstoot dan toe van 9,81 $MtCO_2$ tot 9,94 $MtCO_2$. Het verschil tussen de referentiesituatie en het mer-scenario neemt dan eveneens af, van –2,03% naar –1,47%.

De rest van deze appendix toont het effect van deze alternatieve berekeningsmethode op afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot (Appendix D.2) en op de gecombineerde variatiescenario's (Appendix D.3). Allereerst wordt echter het effect van de ERF, een parameter die binnen de EU ETS/KEV-methode geen betekenis heeft en zodoende niet in sectie 4.1 is behandeld, getoond.

Appendix D.1 Effect van variatie van emissiereductiefactor (ERF) van SAF op netto CO_2-uitstoot

De emissiereductiefactor (ERF) geeft aan met welk percentage de CO_2-emissies over de levenscyclus van SAF lager zijn dan die van fossiele vliegtuigbrandstof. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de emissies bij de verbranding, maar ook naar emissies die ontstaan bij onder meer de productie van de grondstoffen voor SAF, de omzetting tot SAF, en het transport en de distributie van SAF. De ERF kan daardoor verschillen per grondstof en productieroute.

Als standaardwaarde in deze gevoeligheidsanalyse is een ERF van 80% gehanteerd. Dat is lager dan de 91% die volgens EASA in 2024 gemiddeld in Europa is gerealiseerd (EASA, 2025), maar hoger dan de 65% die Europese wetgeving als minimum voorschrijft (EU 2018/2001 (RED II), EU, 2018; EU 2023/2413 (RED III), EU, 2023). In de gevoeligheidsanalyse

[22] Deze methode wordt ook aanbevolen in de eerder aangehaalde uniforme rekenregels (Peerlings, Söffing, Wijn, & Andringa, 2025).

is de ERF gevarieerd tussen 65% en 100%, in stappen van 5 procentpunt. Wanneer SAF wordt geproduceerd middels een productieproces dat minder fossiele energie gebruikt dan gebruikelijk kan een hogere ERF worden behaald. Een ERF van 100% is het maximaal haalbare en kan alleen gerealiseerd worden als er over de gehele levenscyclus geen broeikasgasuitstoot is.

Aanpak

Het effect van SAF is bepaald door het SAF-aandeel te vermenigvuldigen met de ERF. De totale netto CO_2-uitstoot is gereduceerd met de vermenigvuldiging van het bijmengpercentage en de ERF:

$$CO_{2,\,\text{incl. SAF}} = CO_{2,\,\text{excl. SAF}} \times (1 - \%\,\text{SAF} \times \text{ERF})$$

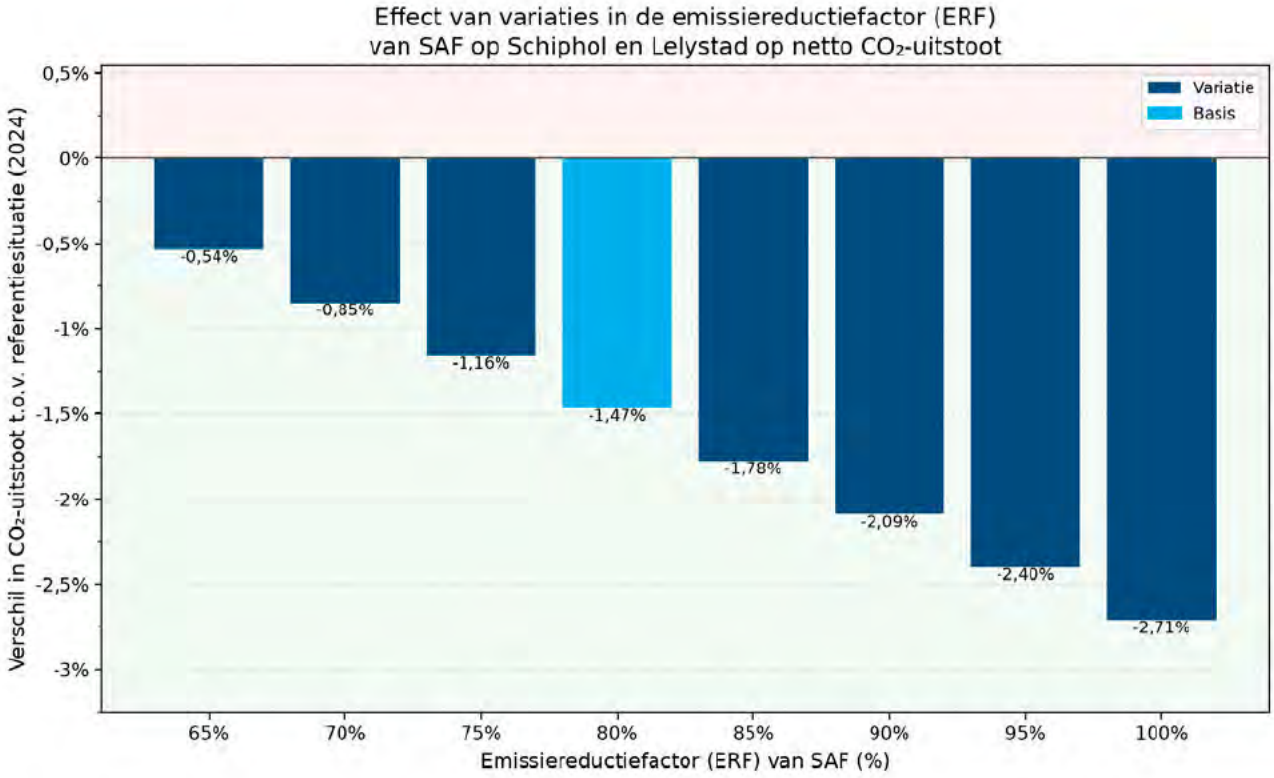
Om consistentie tussen de alternatieve scenario's en de referentiesituatie te bewaken is ook de (absolute) hoeveelheid CO_2-uitstoot in de referentiesituatie aangepast naar de in deze appendix toegepaste alternatieve rekenmethode (10,08 $MtCO_2$ i.p.v. 10,01 $MtCO_2$, als eerder bepaald).

Resultaten

Figuur 29 toont het effect van variaties in de ERF van SAF op de netto CO_2-uitstoot, als berekend volgens de in deze appendix toegepaste alternatieve rekenmethodologie. Vanwege die keuze is het 80%-scenario als mer-scenario aangeduid, en is het verschil tussen de verwachte CO_2-uitstoot in het mer-scenario en de referentiesituatie kleiner (–1,47% i.p.v. –2,03%). Het verschil bij een hogere ERF wordt juist groter, omdat alleen de toekomstige ERF wordt gevarieerd en de ERF in de referentiesituatie gelijk is gehouden op 80%.

Aannemelijkheid

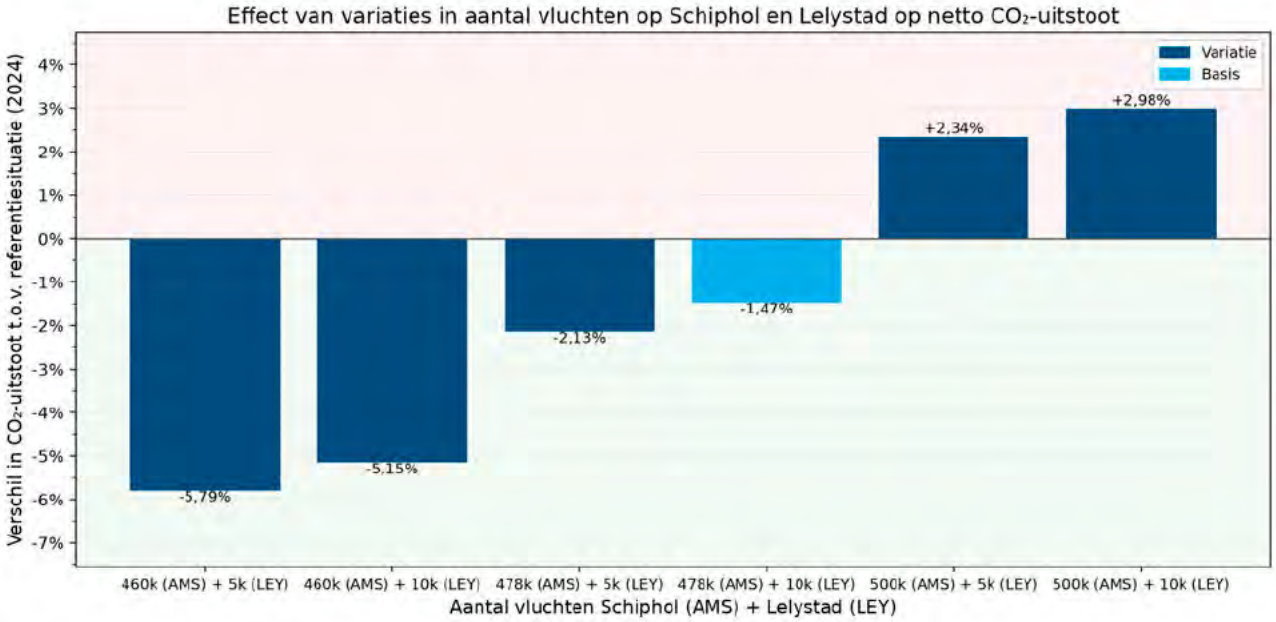
Het mer-scenario (met een ERF van 80%) wordt als aannemelijkst ingeschat. De in 2024 gerealiseerde 91% laat zien dat een hogere ERF zeker haalbaar is (EASA, 2025), ondanks dat het op volumes gebaseerde SAF-mandaat van ReFuelEU Aviation hogere ERF-waarden niet direct stimuleert.



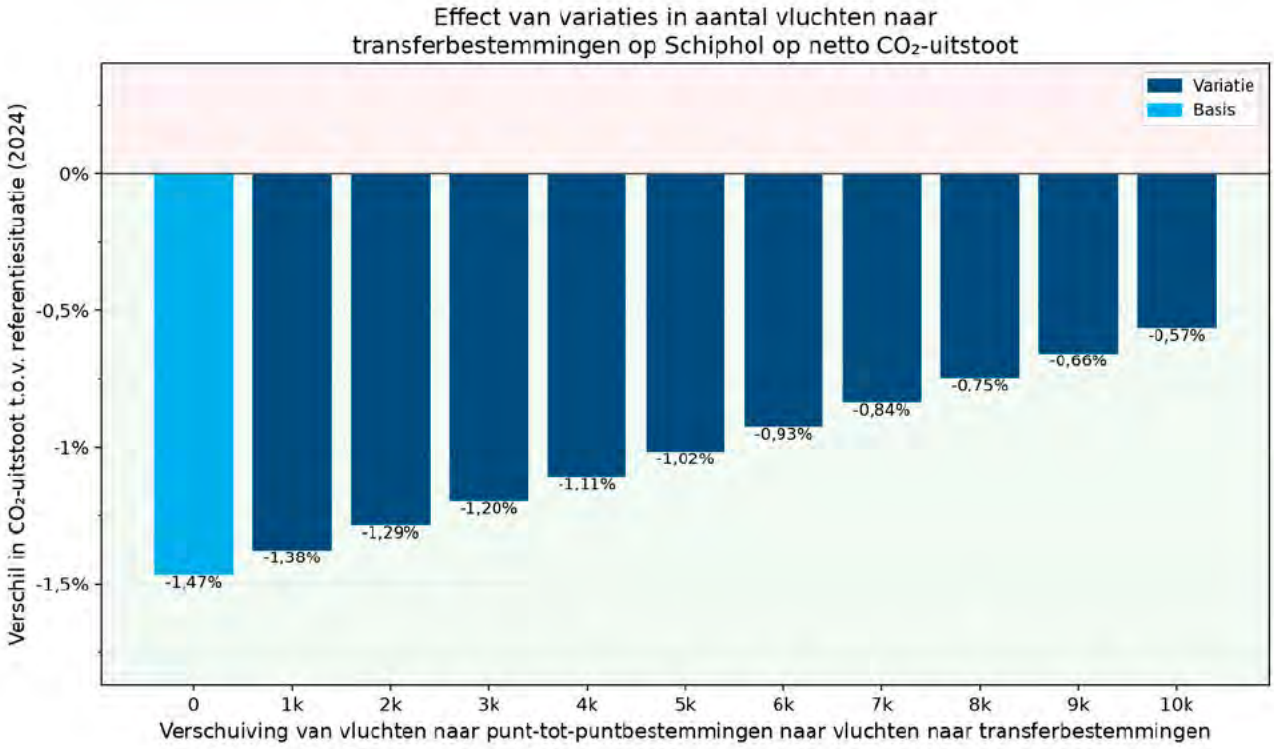
Figuur 28: Effect van variaties in de emissiereductiefactor (ERF) van SAF op netto CO_2-uitstoot, berekend volgens alternatieve rekenmethodologie

Appendix D.2 Effect van andere afzonderlijke variaties op netto CO_2-uitstoot

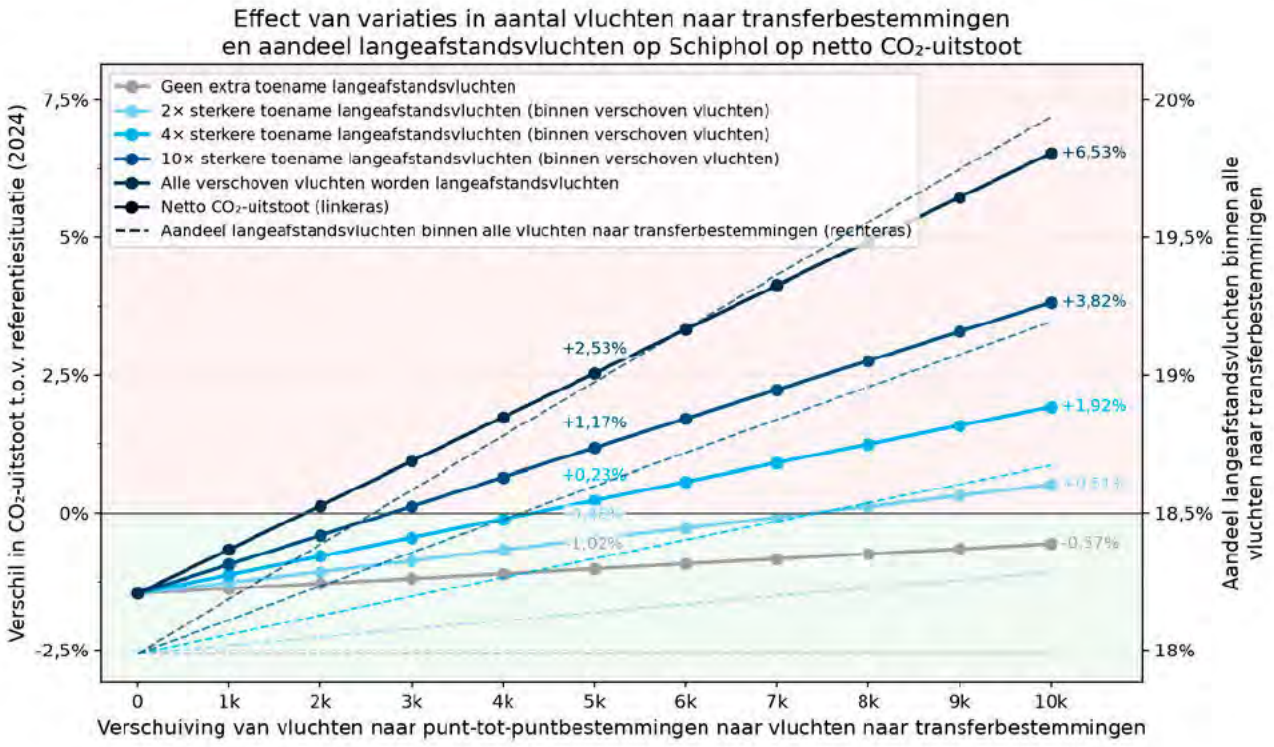
De figuren in deze appendix tonen het effect van de variaties in de in sectie 4.1 beschouwde parameters op de netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport. Daarbij is in alle gevallen gerekend met een ERF van 80%.



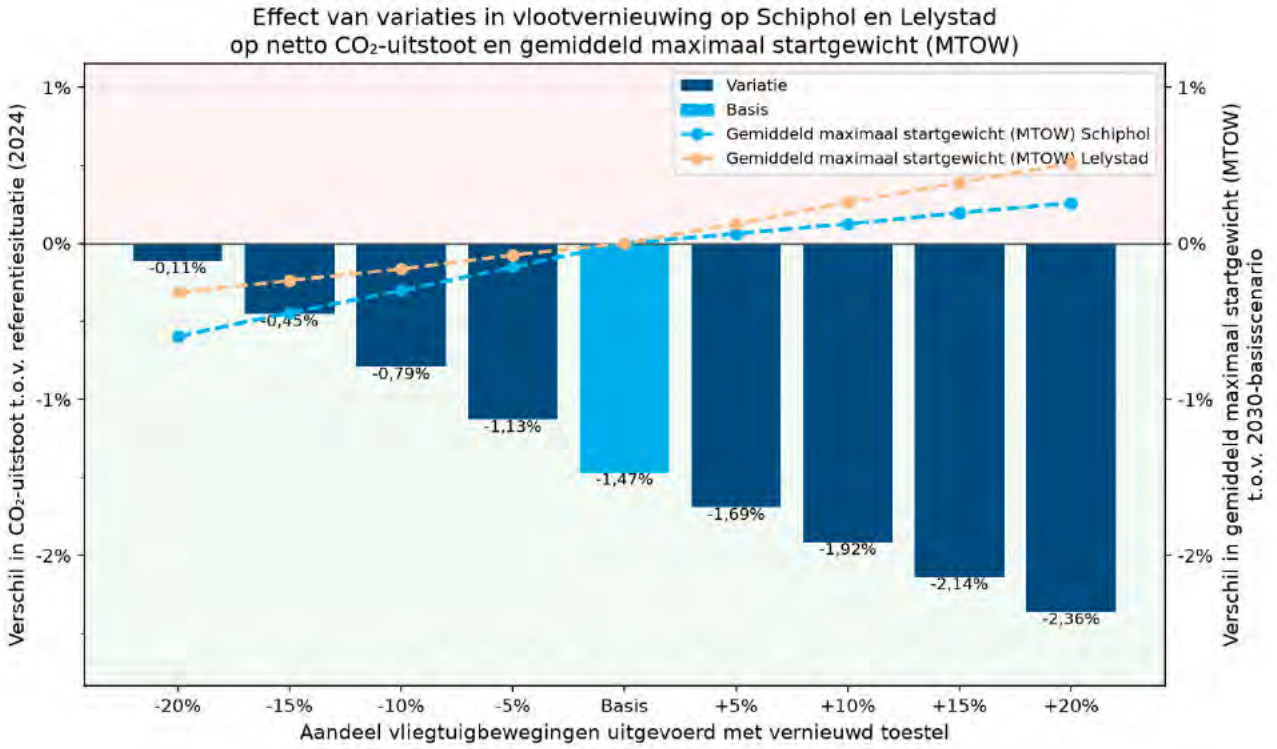
Figuur 29: Effect van variaties in verkeersvolume op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



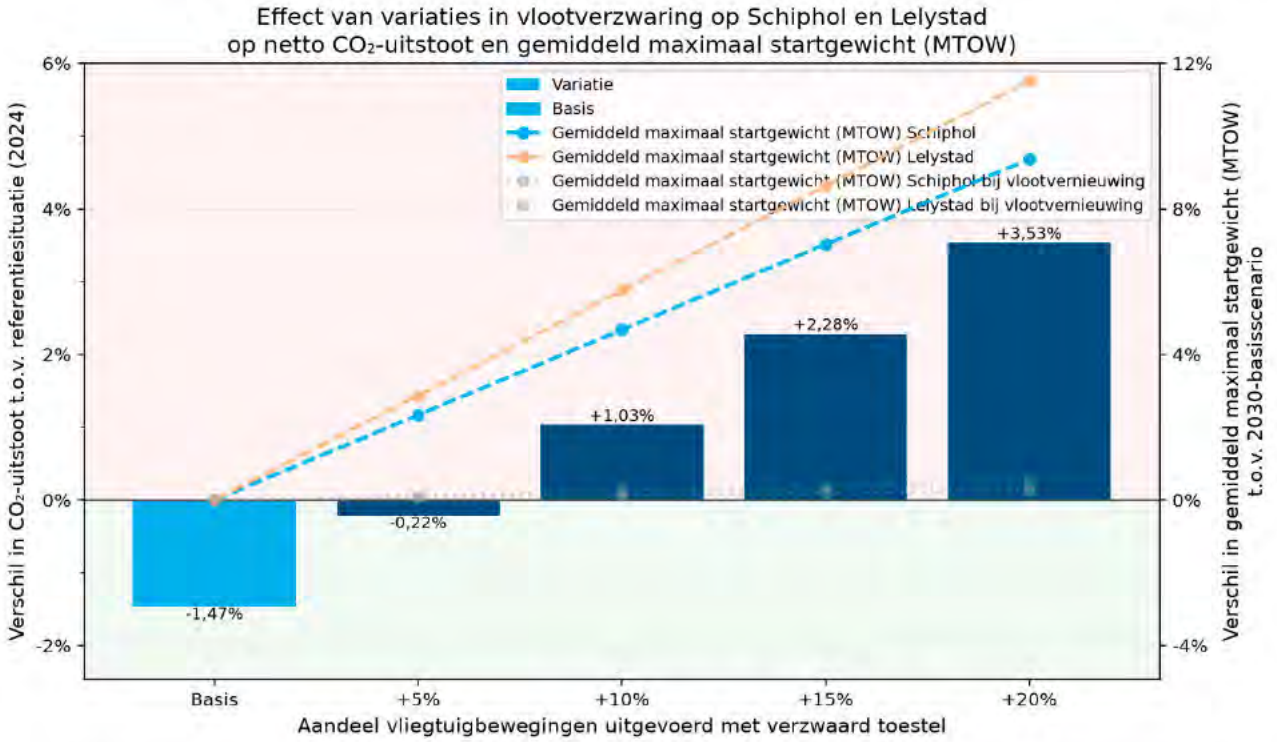
Figuur 30: Effect van variaties in het aantal extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



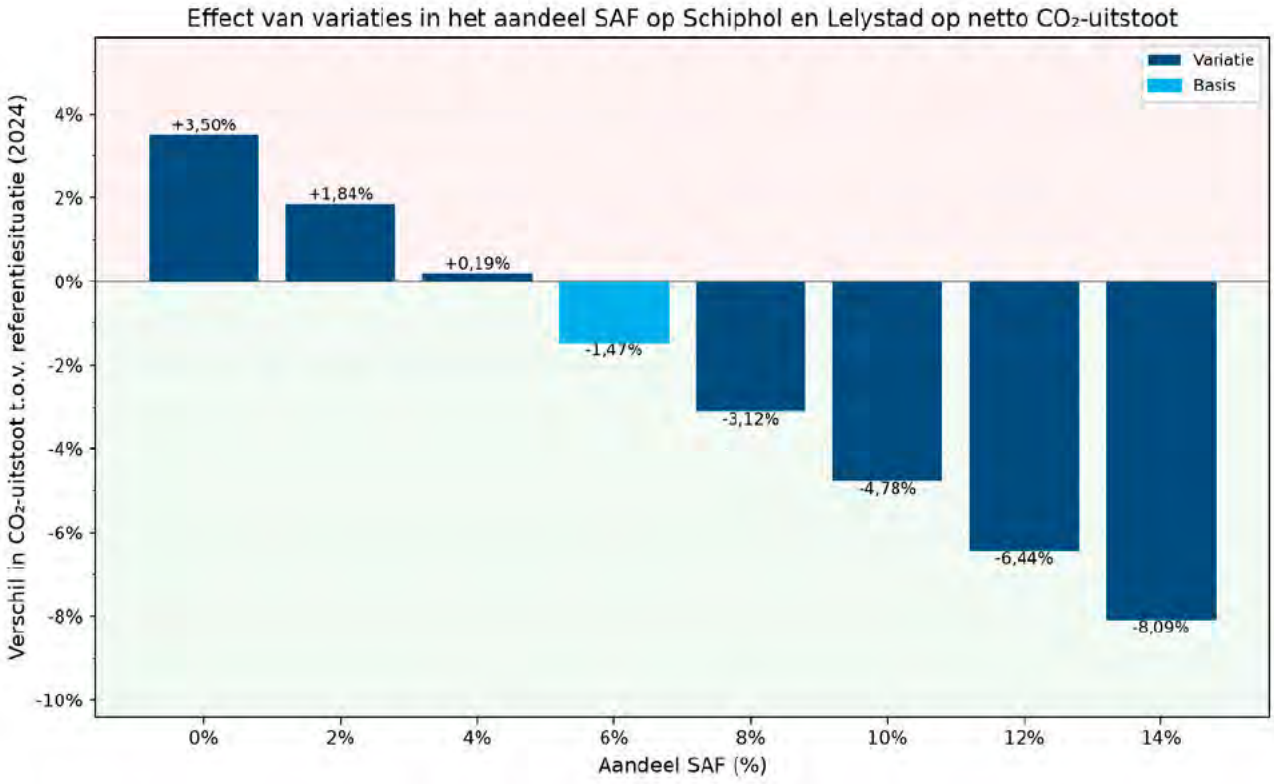
Figuur 31: Effect van variaties in extra vluchten van Schiphol naar transferbestemmingen verder dan 4.000 kilometer op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



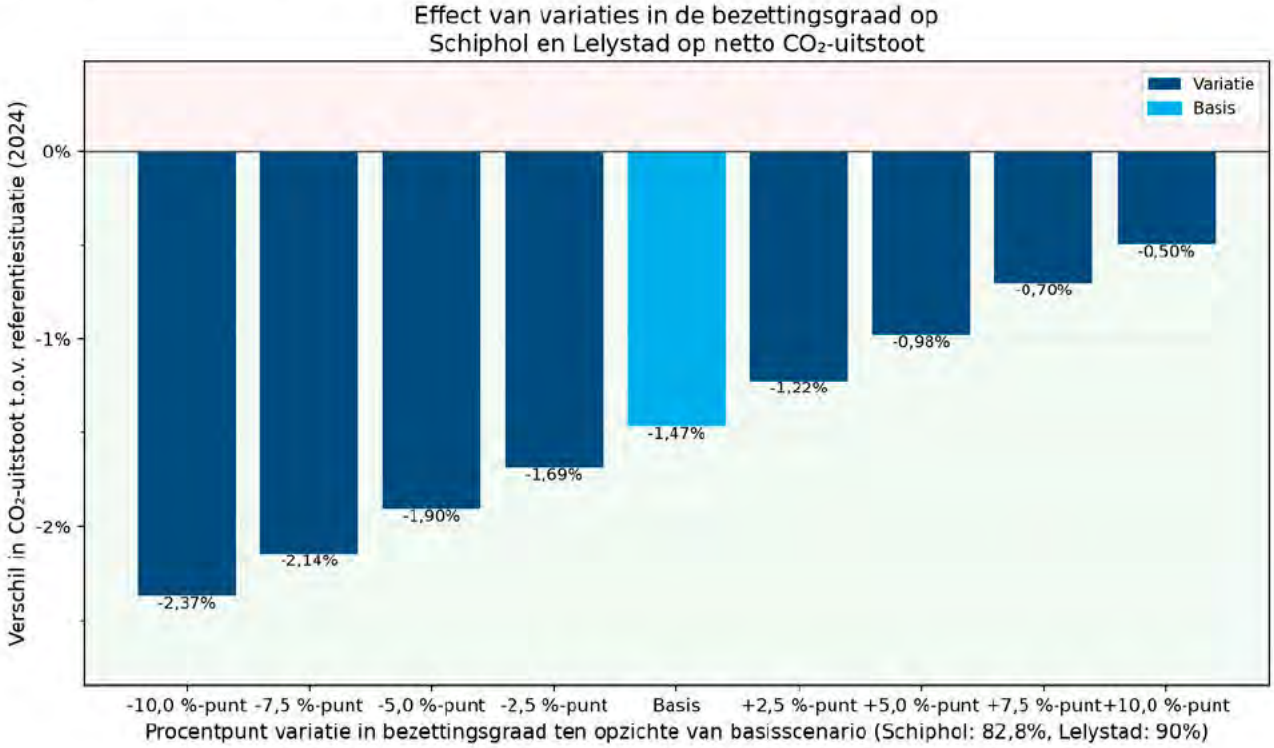
Figuur 32: Effect van variaties in vlootvernieuwing op netto CO_2-uitstoot en gemiddeld maximaal startgewicht (MTOW) van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



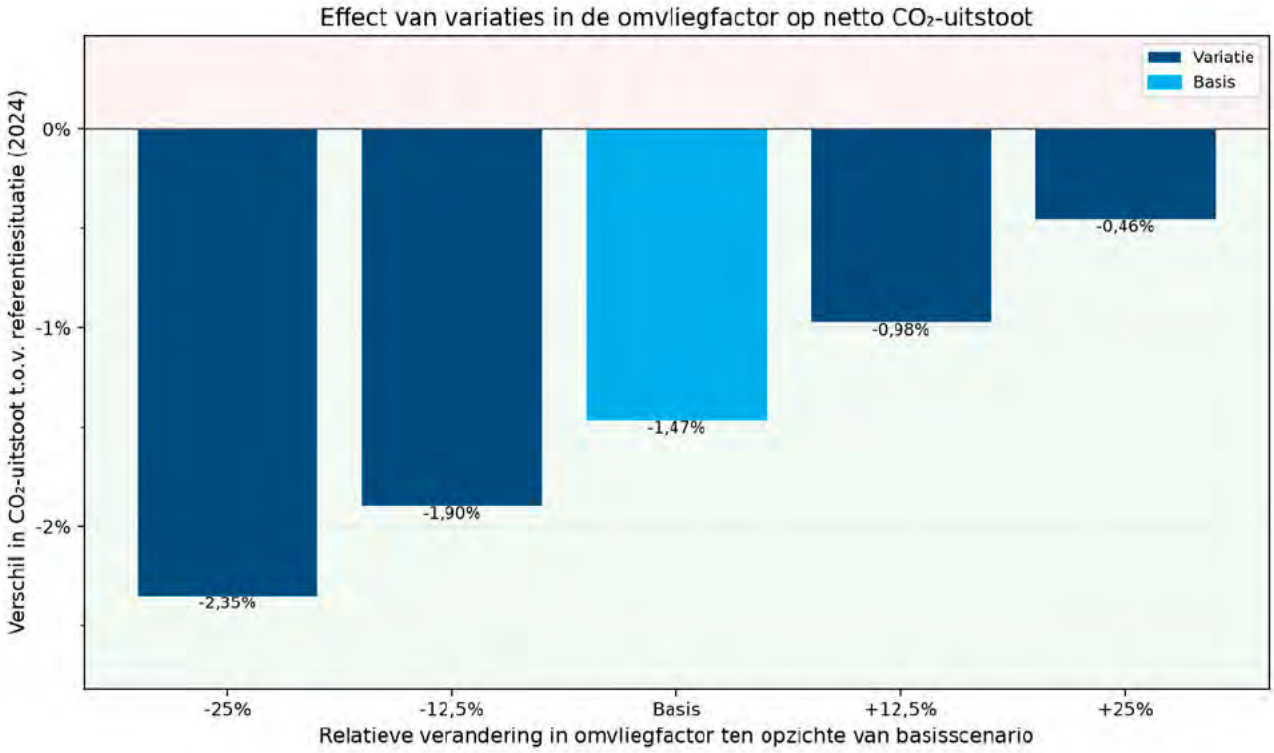
Figuur 33: Effect van variaties in vlootverzwaring op netto CO_2-uitstoot en gemiddeld maximaal startgewicht (MTOW) van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



Figuur 34: Effect van variaties in het aandeel SAF op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



Figuur 35: Effect van variaties in de bezettingsgraad op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



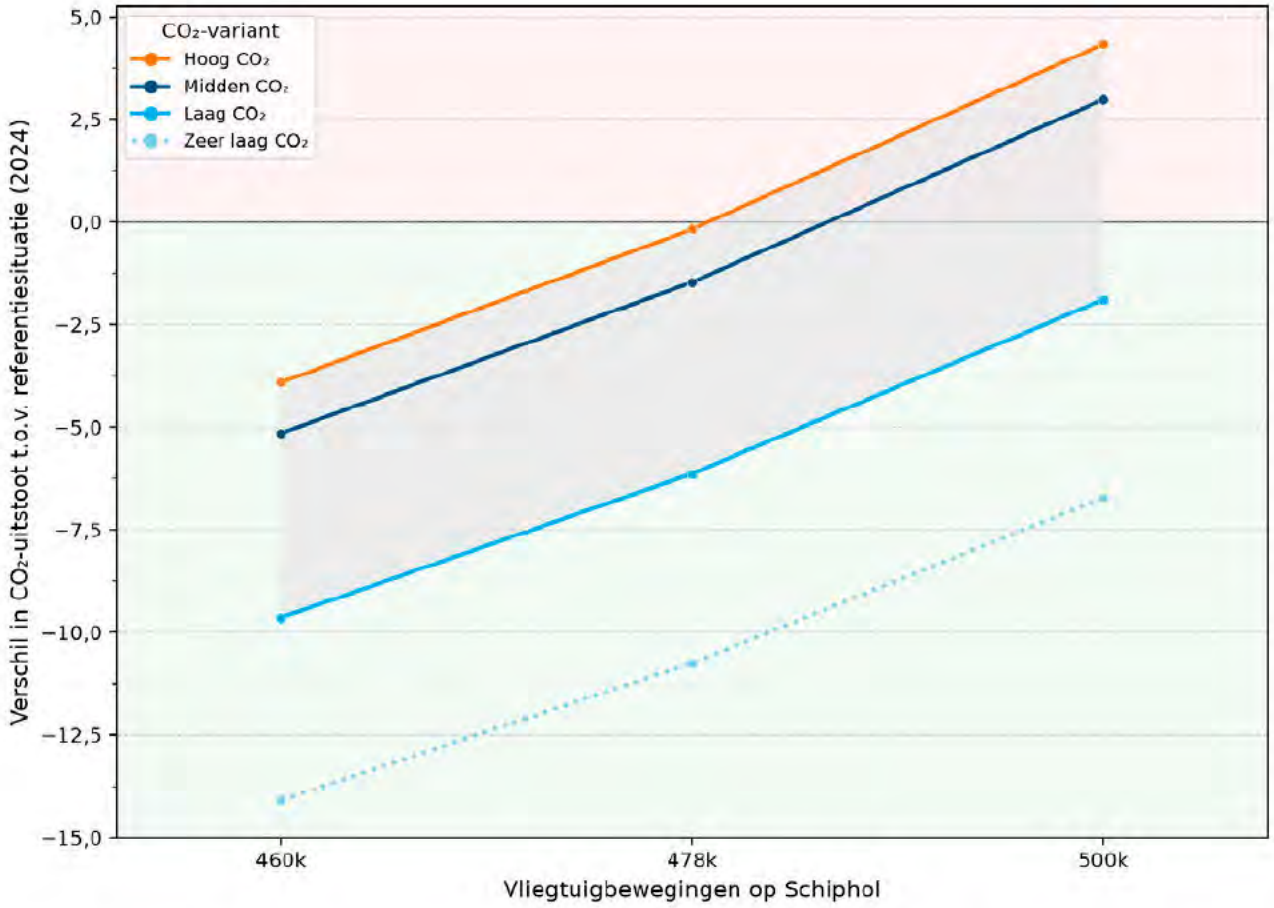
Figuur 36: Effect van variaties in de omvliegfactor op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)

Appendix D.3 Effect van gecombineerde variaties op netto CO_2-uitstoot

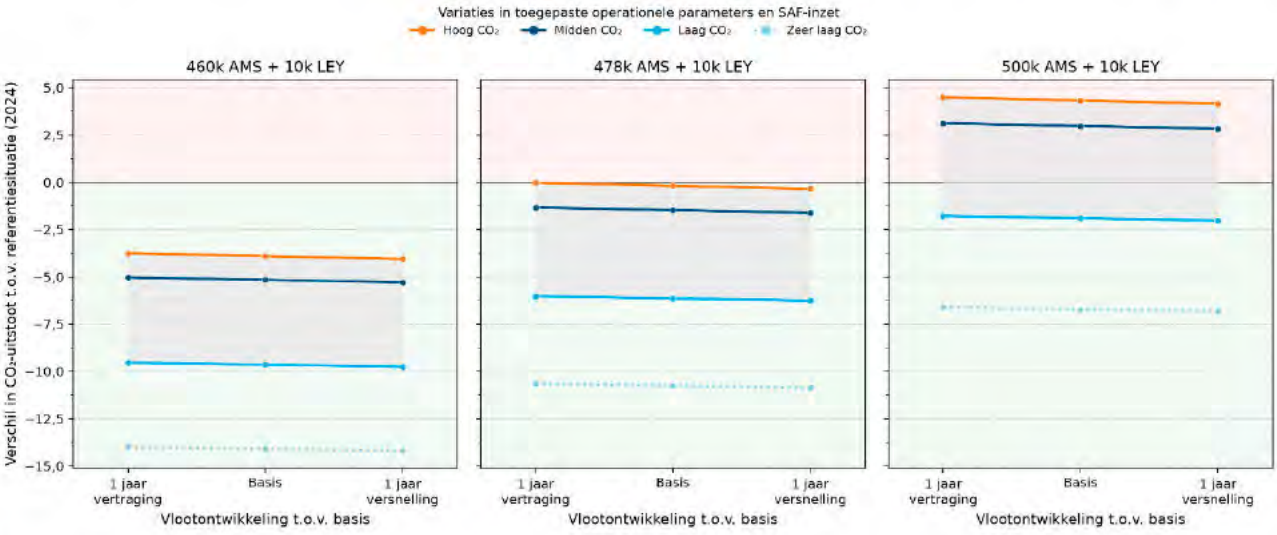
De figuren in deze appendix tonen het effect van de in sectie 4.2 beschouwde gecombineerde variaties op de netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport. In de CO_2-varianten is, naast het aandeel SAF, de omvliegactor en de bezettingsgraad (als getoond in Tabel 6), ook de ERF gevarieerd volgens de waarden in Tabel 7.

Tabel 9: Onderzochte variaties in operationele maatregelen, aandeel SAF en emissiereductiefactor van SAF (uitbreiding op Tabel 6)

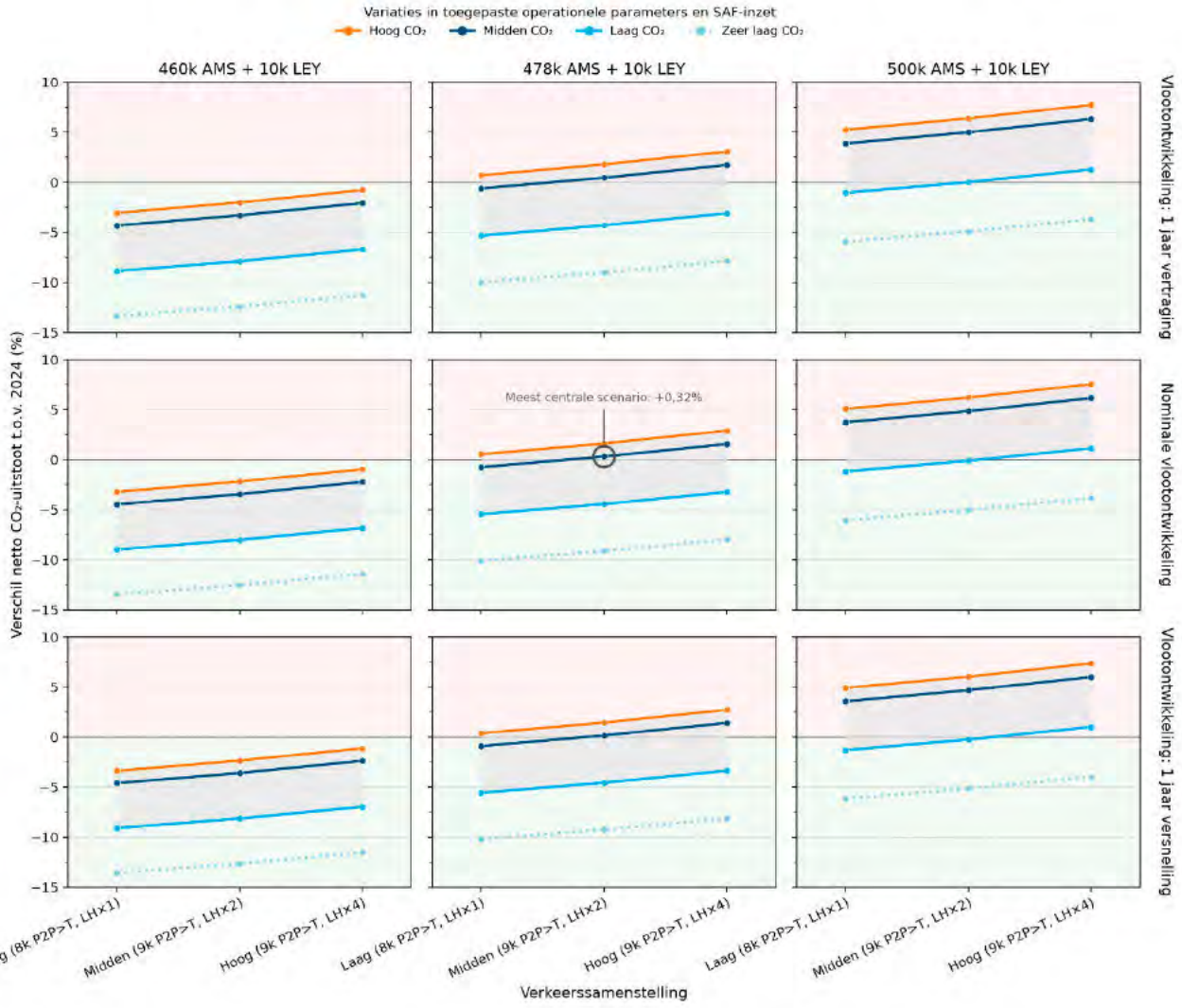
Parameter	Hoog	Midden	Laag	Zeer laag
Aandeel SAF	6%	6%	10%	14%
Emissiereductiefactor (ERF) van SAF	75%	80%	85%	90%
Omvliegfactor	+12,5%	+/– 0%	–12,5%	–25%
Bezettingsgraad	+5%-punt	+/– 0%	–5%-punt	–5%-punt



Figuur 37: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen en SAF-inzet op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



Figuur 38: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet en vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring) op netto CO_2-uitstoot van vluchten vertrekkend vanaf Schiphol en Lelystad Airport (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)



Figuur 39: Gecombineerd effect van variaties in verkeersvolume, operationele maatregelen, SAF-inzet, vlootontwikkeling (vlootvernieuwing en -verzwaring) en verkeerssamenstelling op netto CO_2-uitstoot (met CORSIA-berekeningsmethode voor effecten van SAF)

Appendix E Vergelijk met eerdere NLR-notitie in opdracht van Natuur & Milieu

Op 23 maart 2026 heeft NLR, in opdracht van Natuur & Milieu, een notitie opgesteld die "een eerste inschatting [geeft] van de mogelijke verandering in hoeveelheid CO_2-uitstoot ten gevolge van de opening van Lelystad Airport voor groothandelsverkeer voor initieel 10.000 vluchten" (Peerlings B. , 2026). Deze appendix geeft een overzicht van de verschillen tussen het huidige onderzoek en deze notitie, wat betreft onderzoeksaanpak, onderzochte scenario's en bijbehorende inschattingen van mogelijke veranderingen in CO_2-uitstoot en conclusies.

Appendix E.1 Onderzoeksaanpak

Het huidige onderzoek is, onder andere vanwege de beschikbaarheid van meer tijd, grondiger aangepakt. Dat uit zich vooral in de definitie van de referentiesituatie en het basisscenario.

De eerdere notitie is gebaseerd op de situatie op Schiphol in 2019, en zijn "reeds gerealiseerde of nog voorziene (verdere) veranderingen in het netwerk [...] in deze inschatting niet meegenomen" (p. 5). De situatie in 2019 is dus ook al uitgangspunt voor de situatie in 2030 gebruikt, waarbij niet voor vloot- en netwerkontwikkeling is gecorrigeerd. Bovendien is de toekomstige situatie versimpeld gemodelleerd, door de nieuwe capaciteit op Lelystad Airport effectief toe te voegen aan de capaciteit van Schiphol. Daarmee is het effect van het (kleine) afstandsverschil tussen Schiphol en Lelystad Airport dus verwaarloosd. Ook de effecten van SAF zijn buiten beschouwing gelaten. Het huidige onderzoek, daarentegen, gebruikt de situatie op Schiphol in 2024 als referentie en maakt voor het basisscenario voor 2030 gebruik van eerdere mer-onderzoeken naar de verwachte ontwikkeling van Schiphol en Lelystad Airport. Vloot- en netwerkontwikkeling is in het huidige onderzoek dus wél meegenomen, net als de inzet van SAF.

Qua modellering is de eerdere notitie goed vergelijkbaar met het huidige onderzoek. Voor beide is gebruik gemaakt van de NLR BeyondCO_2-tool om CO_2-uitstoot te berekenen, hoewel implementatiedetails verschillen. In de eerdere notitie gebruik is gerekend met de bezettingsgraad in 2019, in het huidige onderzoek is aangesloten bij data uit 2024. De modellering van omvliegfactoren is in de eerdere notitie nauwkeuriger uitgevoerd dan in het huidige onderzoek: omdat in de eerdere notitie de extra capaciteit op Lelystad Airport modelmatig is toegevoegd aan de capaciteit op Schiphol, is daar primair gebruik gemaakt van omvliegfactoren die zijn vastgesteld voor een luchthavenpaar. Omdat die data nog niet beschikbaar is voor Lelystad Airport, is in het huidige onderzoek gebruik gemaakt van een afstandsafhankelijke formule (verder toegelicht in sectie 2.2). Om consistentie tussen de modellering van vluchten van Lelystad Airport en van Schiphol te bewaren, is die formule ook toegepast voor vluchten vertrekkend vanaf Schiphol.

Tabel 8 vat deze verschillen samen.

Tabel 10: Verschillen in onderzoeksaanpak, referentiesituatie en basisscenario tussen de eerdere notitie en het huidige onderzoek

	Eerdere notitie	Huidige onderzoek
Verkeer	Groothandelsverkeer	Groothandelsverkeer
Referentiesituatie	Schiphol 2019, als gerealiseerd	Schiphol 2024 (kalenderjaar), als gerealiseerd
Basisscenario	Schiphol 2019, als gerealiseerd	Schiphol 2030: mer Schiphol 478k Lelystad Airport 2030: mer-actualisatie Lelystad Airport 2028 10k
Emissies	Vlucht- en taxiemissies	Vlucht- en taxiemissies en APU

	Eerdere notitie	Huidige onderzoek
Tijdsperiode	2019 versus 2030	2024 versus 2030
CO_2-modellering	BeyondCO_2-tool	BeyondCO_2-tool
Vliegafstand en omvliegfactor	Grootcirkelafstand plus omvliegfactor o.b.v. luchthavenpaar	Grootcirkelafstand plus omvliegfactor o.b.v. afstandsafhankelijke formule
LTO-emissies		
Taxi-emissies	Taxitijden 2018 / 2019	Taxitijden 2018 / 2019
Bezettingsgraad	85% (referentiejaar 2019)	Schiphol 2024 en 2030: 82,8% (referentiejaar 2024) Lelystad Airport 2030: 90% (schatting)
Effect van SAF	Niet onderzocht	ETS/KEV-methodologie (TtW-CO_2-uitstoot gelijkgesteld aan 0) en CORSIA-methodologie In de referentiesituatie en het basisscenario: Schiphol 2024: 3,4% Schiphol en Lelystad Airport 2030: 6%

Appendix E.2 Onderzochte scenario's en bijbehorende (netto) CO_2-uitstoot

Aansluitend bij de grotere omvang van het huidige onderzoek, zijn daarin meer scenario's onderzocht dan in de eerdere notitie. Daarin was de analyse beperkt tot 4 scenario's, vooral gericht op het in kaart brengen van mogelijke effecten van de VVR, die van invloed is op de verkeerssamenstelling op Schiphol:

- Géén verplaatsing van vluchten van Schiphol naar Lelystad Airport (met andere woorden: volledig autonome groei)
- Maximale verplaatsing van vluchten van Schiphol naar Lelystad Airport (dus: géén autonome ontwikkeling), met één variant zonder extra nadruk op langeafstandsvluchten (net als in het huidige onderzoek: vanaf 4.000 kilometer) en één variant volledig gefocust op die langeafstandsvluchten
- Een combinatie, ingevuld als 50% verplaatsing van vluchten van Schiphol naar Lelystad Airport en een beperkte extra nadruk op langeafstandsvluchten (factor 2)

Op basis van de voor dit onderzoek geraadpleegde informatie en uitgevoerde analyses, kan achteraf worden gesteld dat het eerste scenario (volledig autonome groei) niet realistisch is (sectie 4.1.2.1). De maximale verplaatsing lijkt ook minder realistisch, maar komt duidelijk dichter in de buurt van de als meest aannemelijk geschatte 80 tot 90% verplaatsing (sectie 4.1.2.1). Het in de eerdere notitie geanalyseerde combinatiescenario is in ieder geval ten aanzien van het aandeel verplaatste vluchten, een onderschatting met wat aannemelijk wordt geacht.

Voor elk van de in de eerdere notitie geanalyseerde scenario's toont Tabel 9 de verwachte CO_2-uitstoot, naast de verwachte netto CO_2-uitstoot van het in het huidige onderzoek geanalyseerde scenario. Tussen de basisscenario's is het verschil zo'n 2,8%, primair veroorzaakt door het (in de eerdere notitie) niet meenemen van vloot- en netwerkontwikkeling tussen 2019 en 2030. De verschillen tussen de andere scenario's zijn in lijn met deze 2,8%.

Tabel 11: Verschillen in verwachte (netto) CO_2-uitstoot t.o.v. de referentiesituatie voor de verschillende scenario's onderzocht in de eerdere notitie, in vergelijking met zo vergelijkbaar mogelijke scenario's in het huidige onderzoek

Scenario		Verwachte (netto) CO_2-uitstoot t.o.v. referentie		
Eerdere notitie	**Huidig onderzoek**	**Eerdere notitie**	**Huidig onderzoek (netto)**	**Verschil**
A: Geen verplaatsing van vluchten van Schiphol naar Lelystad Airport	Mer-scenario	+0,8%	−2,0%	2,8%
B: Maximale verplaatsing van vluchten van Schiphol naar Lelystad Airport				
B1: gelijkelijke toename van transfervluchten, onafhankelijk van afstand	Mer-scenario + 10k verschuiving punt-tot-punt naar transfervluchten	+2,1%	−1,1%	3,2%
B2: gerichte toename van transfervluchten van en naar bestemmingen op ten minste 4.000 kilometer afstand	Mer-scenario + 10k verschuiving punt-tot-punt naar langeafstands-transfervluchten	+9,3%	+5,9%	3,4%
C: Gedeeltelijke verplaatsing van vluchten van Schiphol naar Lelystad Airport *50% autonome groei op Lelystad Airport en 50% verplaatsing vanuit Schiphol, daar ingevuld met transfervluchten, met beperkte extra nadruk op lange-afstandsvluchten*	Mer-scenario + 5k verschuiving punt-tot-punt naar transfervluchten, 2× sterkere toename langeafstandsvluchten	+2,1%	−1,0%	3,1%

Accelerating the future of aerospace

Koninklijke NLR - Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum

Het onderzoekscentrum Koninklijke NLR werkt op objectieve en onafhankelijke wijze met zijn partners aan een betere wereld van morgen. NLR biedt daarbij innovatieve oplossingen en technische expertise en zorgt voor een sterke concurrentiepositie van het bedrijfsleven.

NLR is ruim 100 jaar een ambitieuze toegepast onderzoeksorganisatie, gedreven om te blijven vernieuwen ten behoeve van een duurzame, veilige, efficiënte en effectieve lucht- en ruimtevaart. Op objectieve en onafhankelijke wijze leggen we nu het fundament voor een toekomstgericht betekenisvolle, maatschappelijke impact.

In een snel veranderende wereld zijn de behoeftes op het gebied van mobiliteit en stabiliteit continu in beweging. Bewust van de maatschappelijke urgentie, zorgt NLR ervoor dat kansrijke concepten snel het daglicht zien en transformeren in disruptieve oplossingen dan wel incrementele verbeteringen. Dat kunnen we door de combinatie van diepgaand inzicht in de klantbehoefte, multidisciplinaire expertise en de inzet van onze toonaangevende onderzoeksfaciliteiten. Daarbij vormt NLR in binnen- en buitenland de spilfunctie tussen wetenschap, bedrijfsleven en overheid, en overbruggen we de kloof tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen in de praktijk.

NLR neemt het voortouw om Nederlandse en Europese doelstellingen te realiseren. Met onze partners werken we daarbij hard aan een veerkrachtig en duurzaam mobiliteitssysteem, en ondersteunen we de Nederlandse Defensie op alle militaire domeinen waarbij ruimtevaart en cyberspace een alsmaar prominentere rol vervullen. Vanuit de hoofdvestigingen in Amsterdam en Marknesse en onze twee satellietvestigingen draagt NLR zo bij aan een veilige en duurzamere maatschappij, waarbij we de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven verstevigen.

Voor meer informatie bezoek: **www.nlr.nl**

Postal address
PO Box 90502
1006 BM Amsterdam, The Netherlands
info@nlr.nl www.nlr.org

Royal NLR
Anthony Fokkerweg 2
1059 CM Amsterdam, The Netherlands
+31 88 511 3113

Voorsterweg 31
8316 PR Marknesse, The Netherlands
+31 88 511 4444

Chamber of Commerce No. 41150373. VAT No.NL002760551B01