



CO₂-, NO_x- en PM₁₀- emissies Eindhoven Airport

Prognoses 2019-2030



Committed to the Environment

CO₂-, NO_x- en PM₁₀- emissies Eindhoven Airport

Prognoses 2019-2030

Dit rapport is geschreven door:

Michiel van Bokhorst

Jasper Faber

Delft, CE Delft, juli 2018

Publicatienummer: 18.7P07.38a

Luchthavens / Luchtvaart / Transport / Groei (economisch) / Emissies / Effecten / Regionaal / Prognoses

Opdrachtgever: Gemeente Eindhoven

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Jasper Faber (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

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



Inhoud

	Managementsamenvatting	3
1	Inleiding	4
	1.1 Aanleiding	4
	1.2 Analysefase	4
	1.3 Doel	5
	1.4 Afbakening	5
2	Algemene uitgangspunten	6
	2.1 Vliegbewegingen en passagiers	6
	2.2 Emissies	6
	2.3 Begrippenlijst	6
3	Emissies luchtvaart	7
	3.1 CO ₂ -emissies Landing-and-take-off-fase	7



Managementsamenvatting

Vliegbasis Eindhoven is een militaire luchthaven met civiel medegebruik door Eindhoven Airport. De huidige vergunning voor het civiele medegebruik van de luchthaven loopt per 31 december 2019 af. Dit betekent dat per 1 januari 2020 een nieuwe vergunning nodig is om het gebruik van Eindhoven Airport door de burgerluchtvaart mogelijk te blijven maken. Daarnaast bereikt de luchthaven naar verwachting eind 2019 de grens van het toegestane aantal civiele vliegtuigbewegingen van 43.000 per jaar. Daarmee ligt de vraag voor welk perspectief op de toekomst van Eindhoven Airport na 2019 wenselijk en realiseerbaar is.

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van de Gemeente Eindhoven en is een aanvulling op de analysefase die een gezamenlijke feitenbasis oplevert. De uitkomsten van deze rapportage dienen dan ook in dit kader te worden gezien. In vier scenario's is inzichtelijk gemaakt wat de impact is van hypothetische groei van het aantal vliegtuigbewegingen (VTB) in een bandbreedte van de huidige vergunde 43.000 tot een maximum van 100.000 in 2030, met tussenstappen voor 55.000 en 73.000 VTB's.

Deze studie heeft betrekking op de CO₂-emissies van vluchten die vertrekken vanaf Eindhoven Airport. In een separate studie zijn de LTO-emissies van CO₂ en andere stoffen en de landzijdige emissies berekend.

De civiele vloot op Eindhoven Airport bestaat voornamelijk uit vliegtuigen van de types Boeing 737-700/800 en Airbus A320/A321. Eindhoven Airport schat in dat in 2030 60% van deze vluchten uitgevoerd zal worden met de Boeing 737 MAX en de Airbus A320/A321neo. Deze vliegtuigen zijn 16% zuiniger dan de vliegtuigen die ze vervangen (ongeveer 8% in de LTO-fase).

De resultaten zijn samengevat in Tabel 1.

Tabel 1 - Totaaloverzicht LTO-emissies luchtvaart

Aspect	Eenheid	Referentie 2019	Scenario 1 2030 - geen groei	Scenario 2 2030 - laag	Scenario 3 2030 - midden	Scenario 4 2030 - hoog
Vliegbewegingen	Aantallen	43.000	43.000	55.000	73.000	100.000
Passagiers	Aantallen	6.709.750	6.709.750	8.835.934	11.960.006	16.780.534
CO ₂ -emissies vertrekkende vluchten	1000 ton	380	340	440	580	800
CO ₂ -emissies in de LTO-fase	1000 ton	46	44	56	74	102

Bij een gelijkblijvend aantal vluchten nemen de CO₂-emissies van de vertrekkende vluchten ongeveer 10% af. Wanneer het aantal vluchten toeneemt, stijgen de emissies met 15-110%.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Vliegbasis Eindhoven is een militaire luchthaven met civiel medegebruik door Eindhoven Airport. Op basis van de Wet luchtvaart is de minister van Defensie bevoegd gezag, voor de burgerluchtvaart in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Waterstaat. De huidige vergunning voor het civiele medegebruik van de luchthaven loopt per 31 december 2019 af. Dit betekent dat per 1 januari 2020 een nieuwe vergunning nodig is om het gebruik van Eindhoven Airport door de burgerluchtvaart mogelijk te blijven maken. De procedure hiervoor zal in 2019 doorlopen worden.

Daarnaast bereikt de luchthaven naar verwachting eind 2019 de grens van het toegestane aantal civiele vliegtuigbewegingen van 43.000 per jaar. Daarmee ligt de vraag voor welk perspectief op de toekomst van Eindhoven Airport na 2019 wenselijk en realiseerbaar is. Duidelijk is dat een eventuele groei van de burgerluchtvaart na 2019 alleen mogelijk is met een nieuw Luchthavenbesluit, omdat de civiele geluidscontour uit het Luchthavenbesluit Eindhoven 2014 volledig wordt benut bij ca. 43.000 vliegbewegingen. In het militaire gebruik van de luchthaven zijn geen wijzigingen voorzien.

Eind 2017 hebben Rijk en regio besloten om samen een traject te starten om via een stapsgewijs proces te komen tot een perspectief op de toekomst van de luchthaven na 2019; een proces waarbij overleg met en betrokkenheid van belanghebbende partijen centraal staat. De provincie Noord-Brabant, de gemeente Eindhoven, de ringgemeenten (vertegenwoordigd door de gemeente Best), de luchthaven en de ministeries van Defensie en Infrastructuur & Waterstaat werken samen in de 'Stuurgroep Eindhoven Airport na 2019'. Het Rijk is bevoegd gezag en voert de procesregie.

1.2 Analysefase

De partijen in de stuurgroep zijn gestart met een eerste analyse, een vooronderzoek, van belangrijke aspecten rond de luchthaven met een tijdschikhorizon tot 2030, om toe te werken naar een gezamenlijke feitenbasis. De resultaten van de analysefase staan beschreven in een aantal themarapporten en een samenvatting. Ze geven een eerste beeld van de aandachtspunten en mogelijke knelpunten bij een verdere groei van het vliegverkeer op Eindhoven.

In de analysefase zijn aan de hand van een viertal onderzoeksscenario's voor de periode 2020 t/m 2030 de impact en mogelijke aandachtspunten en knelpunten voor leefbaarheid, milieu en duurzaamheid, de landzijdige bereikbaarheid, de luchthaveninfrastructuur en het luchtruim in kaart gebracht van een groei van het aantal vliegtuigbewegingen. Tevens is de economische betekenis van groei van de luchthaven voor de regio in kaart gebracht. De onderzochte scenario's zijn geen beleidsopties op basis waarvan een keuze wordt gemaakt. De vier scenario's zijn bedoeld om inzichtelijk te maken wat de impact is van hypothetische groei van het aantal vliegtuigbewegingen in een bandbreedte van de huidige vergunde 43.000 vliegtuigbewegingen tot een maximum van 100.000 in 2030.

De vier onderzoeksscenario's zijn:

1. Scenario 1: geen verdere groei, 43.000 vliegtuigbewegingen (VTB).
2. Scenario 2: groei naar 55.000 VTB in 2030.
3. Scenario 3: groei naar 73.000 VTB in 2030.
4. Scenario 4: groei naar 100.000 VTB in 2030.

In de analysefase zijn vijf thema's nader uitgewerkt - onder trekkerschap van de partij die tussen haakjes staat - te weten:

1. Airport Infrastructuur (Eindhoven Airport);
2. Luchtruim/Luchtzijdige bereikbaarheid (ministerie IenW);
3. Landzijdige bereikbaarheid (provincie Noord-Brabant);
4. Economische spin-off (provincie Noord-Brabant, Eindhoven Airport);
5. Leefbaarheid, Milieu en Duurzaamheid LMD (gemeente Eindhoven).

Dit rapport hoort bij Thema 5. Leefbaarheid, Milieu en Duurzaamheid, onderdeel emissies en is een aanvulling op de door de Stuurgroep gepubliceerde resultaten.

1.3 Doel

Het doel van deze studie is om gegevens en informatie te leveren over de CO₂-emissies van vluchten vanaf Eindhoven Airport die samenhangen met de verschillende groeiscenario's die gebruikt kunnen worden in de discussies in de regio Eindhoven over de uitbreiding van de luchthaven.

1.4 Afbakening

De studie heeft uitsluitend betrekking op de burgerluchtvaart en op de daarmee samenhangende CO₂-emissies. De militaire luchtvaart wordt buiten beschouwing gelaten. Er wordt gekeken naar de situatie in 2019 en 2030 voor drie verschillende groeiscenario's.

Alle prognoses zijn waar mogelijk gebaseerd op de meest recente gegevens van Eindhoven Airport. Er zijn telkens twee prognoses gemaakt: één die rekening houdt met de voortschrijding van de techniek en één die aanneemt dat de techniek constant blijft tot 2030. Aangezien er richting 2030 een vlootvernieuwing optreedt, nieuwe vliegtuigmodellen doen hun intrede en vervangen oudere vliegtuigen, neemt de efficiëntie toe.

2 Algemene uitgangspunten

2.1 Vliegbewegingen en passagiers

De studie is gebaseerd op scenario's voor de ontwikkeling van vliegbewegingen en passagiersaantallen tussen 2019 - het referentiejaar - en 2030 voor Eindhoven Airport. In 2019 zullen er naar verwachting 43.000 vliegbewegingen per jaar zijn. Voor het aantal vliegbewegingen voor 2030 zijn er drie verschillende scenario's. Deze zijn in Tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 - Aantal vliegbewegingen en passagiers voor de drie scenario's voor Eindhoven Airport voor 2030

Jaar	Scenario	Vliegbewegingen	Passagiers
2019		43.000	6.709.750
2030	Laag	55.000	8.834.934
	Midden	73.000	11.960.006
	Hoog	100.000	16.780.534

Bron: (Eindhoven Airport, 2017; Eindhoven Airport, 2018).

2.2 Emissies

De luchtvaartemissies worden bepaald door het aantal vliegbewegingen, de gebruikte vliegtuig- en motortypen, en de lengte van de vlucht. De landzijdige emissies hangen af van het aantal passagiers, hun herkomst en de vervoerswijze. De studie heeft zoveel mogelijk gebruik gemaakt van bestaande gegevens over de huidige emissies, van waaruit een interimprognose is gemaakt voor 2019, het referentiejaar. Voor de emissieprognoses voor 2030 wordt zowel de uitstoot met en zonder voortschrijdende techniek (in de luchtvaart bijvoorbeeld een vlootvernieuwing van 60% en de daarbij behorende verbetering van de brandstofefficiëntie) en regelgeving (bijvoorbeeld aangescherpte normen over CO₂-uitstoot en NO_x-uitstoot van personenauto's) berekend.

2.3 Begrippenlijst

Well-to-tank-emissies (WTT)	Emissies die vrijkomen tijdens winning, het transport en het raffinageproces van brandstoffen of bij de productie en het transport van elektriciteit.
Tank-to-wheel-emissies (TTW) Tank-to-wing-emissies	Emissies die ontstaan door verbranding van brandstof tijdens het gebruik van het voertuig of vliegtuig. In deze studie zijn in de tabellen ook de fijnstofslijtage-emissies opgenomen onder de kop 'tank-to-wheel'. Deze ontstaan ook tijdens het gebruik van het voertuig.
Well-to-wheel-emissies (WTW)	Totaal van well-to-tank en tank-to-wheel-emissies.
LTO-fase	Landing-and-take-off-cyclus. Eén LTO-cyclus is de combinatie van de landing en het vertrek van een vliegtuig. Een LTO bestaat uit twee vliegbewegingen.
LTO-emissies	Emissies tijdens het opstijgen, klimmen, dalen en landen van het vliegtuig (landing-and-take-off) tot 3.000 voet.
NO _x	Verzamelaar voor mono-stikstofoxiden (NO, NO ₂ en NO ₃). Leidt tot smogvorming en verzuring van het milieu en is schadelijk voor de luchtwegen.
APU	Auxiliary power unit, hulpaandrijvingseenheid in het vliegtuig.
GPU	Ground power unit, voertuig dat elektriciteit levert aan het vliegtuig tussen twee vluchten.
GSE	Ground Support Equipment (afhandeling equipment).

3 Emissies luchtvaart

3.1 CO₂-emissies Landing-and-take-off-fase

De CO₂-emissies voor de luchtvaart zijn uitsluitend berekend voor de LTO-fase. Deze emissies zijn zowel voor 2019 als voor drie scenario's in 2030 berekend. In 2016 waren de totale emissies van vertrekkende vluchten vanaf Eindhoven Airport ongeveer een factor 10 hoger dan de emissies in de LTO-fase.

3.1.1 Aanpak

Als basis voor de emissieberekeningen is gebruik gemaakt van de door de NLR berekende LTO-fase van 2016 (NLR, 2017). Op basis van deze gegevens, de prognoses voor de toename van de aantallen vliegbewegingen en de verwachte technische ontwikkeling (60% vlootvernieuwing) zijn prognoses voor 2019 en 2030 gemaakt.

Emissiefactoren

De studie van NLR (NLR, 2017) bevat een analyse van het type vliegtuig en motor voor de vluchten in het jaar 2016 en geeft daarom de toenmalige vloot op Eindhoven Airport goed weer. Dit is per type vermenigvuldigd met de bijbehorende emissiefactor. Op basis hiervan is een CO₂-uitstoot in de LTO-fase bepaald van 35.895 ton, inclusief het gebruik van de Auxiliary Power Unit (APU). De gemiddelde CO₂-emissies van de LTO-cyclus per vlucht komt daarmee op 2,2 ton (gemiddeld 1,1 ton per vliegbeweging, waarbij in aanmerking moet worden genomen dat de daadwerkelijke uitstoot tijdens het landen lager is dan tijdens het opstijgen)¹.

Voor 2016 wordt de emissiefactor per vlucht voor de LTO-fase daarom vastgesteld op 2,2 ton CO₂ per vlucht (1,1 ton CO₂ per vliegbeweging). Voor 2030 is rekening gehouden met een vervanging van 60% van de huidige vloot door nieuwe toestellen zoals de A320neo en de Boeing 737 MAX. Dergelijke toestellen gebruiken, afhankelijk van het motortype, 6-12% minder brandstof in de LTO-fase dan de vliegtuigtypen die ze vervangen (zie Tabel 3). Omdat wij niet weten welke vliegtuig/motorcombinaties welke andere zullen vervangen, rekenen wij rekenen hier met de rekenkundig gemiddelde verbetering van 8%.

¹ Ter vergelijking met andere onderzoeken: CE Delft is in haar onderzoek voor Eindhoven Airport in 2009 (CE Delft, 2009) uitgegaan van een Boeing 737-800 voor alle vliegbewegingen. Voor het projectjaar 2015 is toentertijd uitgegaan van 37.000 vliegbewegingen, wat redelijk vergelijkbaar is met het aantal werkelijke vliegbewegingen in 2017. De totale CO₂-uitstoot voor de LTO-fase is toentertijd berekend op 52.200 ton. De gemiddelde CO₂-emissies van de LTO-fase per vlucht zijn daarmee 2,8 ton (bij de LTO-fase wordt per luchthaven elk de helft van het aantal vliegbewegingen gerekend). Dit is hoger dan uit de berekening van NLR is gekomen. Een deel van de daadwerkelijk uitgevoerde vluchten op Eindhoven Airport bestaat uit vliegbewegingen met andere vliegtuigtypen waarvoor een andere CO₂-uitstoot geldt, waardoor dit verschil te verklaren is.

In STREAM Personenvervoer 2014 (CE Delft, 2015) is voor middellange afstand de Boeing 737-800 opgenomen. De CO₂-uitstoot tijdens de LTO-fase is 1,7 ton CO₂ per vlucht volgens de gegevens van STREAM (een vlucht heeft twee vliegbewegingen in de nabijheid van luchthavens: opstijgen en landen). Dit is opgebouwd uit gemiddeld 12.352 gCO₂ TTW-emissies en 1.647 gCO₂ WTT-emissies per vlucht maal een gemiddelde bezetting van 124 passagiers. Bij STREAM is de gemiddelde vluchtafstand 1.047 km, wat is gebaseerd op gegevens van KLM, waarbij deze vluchten vaak deels fungeren als aan- en afvoer voor intercontinentale vluchten (het zogenaamde feederverkeer). Veel bestemmingen die vanaf Eindhoven te bereiken zijn, liggen verder weg in voornamelijk Europa (het zogenaamde point-to-point-verkeer).



Tabel 3 - CO₂-emissiegegevens nieuwe vliegtuigtypen

Vliegtuig	Motor	Rated Output	LTO CO ₂
		kN	Kg
A320	V2527-A5	111	1379
A320	CFM56-5B5/3	98	1083
A320neo	LEAP-1A26/26E1	121	1023
	PW1127G1-JM	120	999
B738	CFM56-7B26E	117	1354
B737 MAX 8	LEAP-1B28	130	1193

Bron: ICAO Aircraft Engine Emissions Databank, versie 25a (28 mei 2018).

De totale CO₂-emissiereductie van de nieuwe vliegtuigtypen is aanmerkelijk hoger dan in de LTO-fase. De efficiëntiewinst van de nieuwe motoren waarmee deze vliegtuigen zijn uitgerust wordt namelijk vooral in de cruise fase geboekt. Volgens de fabrikanten zijn de nieuwe vliegtuigtypen 15-20% (A320neo) en 20% (B737 MAX) zuiniger dan hun voorgangers². Nieuwsberichten melden dat de verbetering 'tot 17%' bedraagt voor de A320neo³ en 16% voor de B737 MAX⁴.

3.1.2 Hele vlucht

Aanpak

De CO₂-emissies van vluchten vanaf Eindhoven kunnen berekend worden uit de kerosineleveringen op de luchthaven. Immers, in het algemeen tanken vliegtuigen juist voldoende brandstof voor de volgende vlucht⁵. Op basis van deze gegevens, de verkeersprognoses (aantallen vluchten) en de verwachte technische ontwikkeling heeft CE Delft prognoses gemaakt voor 2030. Het aantal vluchten is de helft van het aantal vliegbewegingen.

Emissiefactoren

Als basis voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van het kerosineverbruik. Voor de jaren 2015, 2016 en 2017 is door Eindhoven Airport opgegeven wat het kerosinegebruik was. Per liter kerosine is de uitstoot 2.844 gCO₂ (WTW)⁶ (CE Delft, 2014). Hiermee kan de CO₂-uitstoot voor de vertrekkende vluchten berekend worden, ervan uitgaande dat vliegtuigen geen extra brandstof meenemen vanuit of naar Eindhoven Airport. Gezien de fluctuaties wordt het gemiddelde van 17,6 ton CO₂ per vlucht aangehouden voor de huidige situatie.

² www.aviationbenefits.org/case-studies/a320neo; www.aviationbenefits.org/case-studies/boeing-737-max

³ www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/a320neo-bei-der-lufthansa-so-fliegt-es-sich-im-neuen-spar-airbus/12971856.html

⁴ www.flightglobal.com/news/articles/737-max-will-be-game-changer-for-ryanair-costs-fi-427791/

⁵ Merk op dat ook de Nederlandse rapportage van broeikasgasemissies aan de UNFCCC is gebaseerd op verkochte brandstoffen.

⁶ De Tank-to-Wing (TTW) emissiefactor bedraagt 2.509 g/liter kerosine. Er is hier gekozen voor WTW omdat dit een beeld geeft van de totale emissies die samenhangen met het kerosineverbruik.



Tabel 4 - Kerosinegebruik per jaar voor Eindhoven Airport (opgave Eindhoven Airport) en CO₂-emissies uitgaande vluchten

Jaar	Kerosine in liters	CO ₂ kerosine (ton)	CO ₂ per uitgaande vlucht (ton)
2015	95.095.888	270.453	17,8
2016	97.826.290	278.218	17,0
2017	116.000.000 (schatting)	329.904	18,1
Gemiddelde			17,6

Voor 2030 is aangenomen dat 60% van de vloot op Eindhoven Airport is vervangen door toestellen van een nieuwe generatie, zoals de A320neo en de Boeing 737 max. Deze toestellen zijn volgens de fabrikanten 15-20% (A320neo) en 20% (B737max) zuiniger dan hun voorgangers⁷. Nieuwsberichten schatten de verbetering in tussen 'tot 17%' (A320neo)⁸ en 16% (B737max)⁹. Wij gebruiken op grond hiervan een efficiëntieverbetering van 16%. De efficiëntie van de overige 40% van de vloot verbetert niet omdat die toestellen dezelfde zullen zijn als er nu vliegen.

3.1.3 CO₂-emissies vliegverkeer

In Tabel 5 zijn de berekende waarden weergegeven van de CO₂-emissies van het vliegverkeer voor de LTO-fase. De referentieprognoses nemen aan dat de gemiddelde grootte van de toestellen op Eindhoven Airport gelijk blijft aan die van 2016 en dat in 2030 60% van de Boeing 737-700/800 en Airbus A320/321 vervangen zullen zijn door de nieuwe Boeing 737 MAX en Airbus A320/A321neo.

Wanneer er verhoudingsgewijs meer grote toestellen komen en het aantal vliegbewegingen gelijk blijft, zullen de emissies hoger zijn omdat de gemiddelde emissies per vlucht toenemen. Wanneer er grotere toestellen komen bij gelijkblijvende passagiersaantallen, zal het aantal vliegbewegingen verminderen en zullen de emissies lager zijn dan ingeschat.

Ter vergelijking zijn prognoses opgenomen die aannemen dat de technologie zich tot 2030 niet verder ontwikkelt.

Tabel 5 - CO₂-emissies luchtvaart

Jaar	Scenario	CO ₂ vertrekkende vluchten (ton) (WTW)		CO ₂ LTO-fase (ton) (WTW)	
		60% vlootvernieuwing	Zonder technologische verbeteringen	60% vlootvernieuwing	Zonder technologische verbeteringen
2019	Referentie (43.000 VTB)	380.000		46.300	
2030	Gelijk (43.000 VTB)	342.000	380.000	43.700	46.300
	Laag (55.000 VTB)	439.000	485.000	55.900	58.700
	Midden (73.000 VTB)	582.000	644.000	74.200	78.000
	Hoog (100.000 VTB)	798.000	882.000	101.600	106.700

⁷ www.aviationbenefits.org/case-studies/a320neo; www.aviationbenefits.org/case-studies/boeing-737-max

⁸ www.wiwo.de/unternehmen/dienstleister/a320neo-bei-der-lufthansa-so-fliegt-es-sich-im-neuen-spar-airbus/12971856.html

⁹ www.flightglobal.com/news/articles/737-max-will-be-game-changer-for-ryanair-costs-fi-427791/

