

PlanMER LVN: Trends en ontwikkelingen

8 april 2020

BG4548-FPRP-20200408-04



Inhoudsopgave

1 Inleiding	3
2 Gezondheid	5
2.1 Geluidshinder	5
2.2 Luchtkwaliteit	9
3 Veiligheid	13
3.1 Omgevingsveiligheid	13
3.2 Veiligheid vliegen	13
3.3 Beveiliging	16
4 Klimaat	17
4.1 CO ₂ -emissies	17
4.2 NO _x en waterdamp	20
5 Natuur	21
5.1 Stilte en duisternis	21
5.2 Kwetsbare natuurgebieden en soorten (kwaliteit)	21
5.3 Verbondenheid/versnippering	22
6 Landschap	23
7 Economie	24
8 Mobiliteit/bereikbaarheid	25
8.1 Modaliteiten	25
8.2 Bereikbaarheid/Connectiviteit/Netwerkkwaliteit	26
8.3 Vestigingslocaties bedrijven	26
9 Welzijn	27
9.1 Publieke toegankelijkheid luchtvaart	27
9.2 Rechtvaardigheid	27
10 Ruimte	29
10.1 Ontwikkelmogelijkheden voor toekomstige functies	29
10.2 Ruimtebeslag	31
11 Bijlagen	33
11.1 Bronnenlijst	33
11.2 Afkortingenlijst	35

1 Inleiding

In dit achtergrondrapport staan per indicator de belangrijkste trends en ontwikkelingen benoemd. Deze trends en ontwikkelingen zijn mede gebruikt om de effecten van de referentiesituatie in het PlanMER te bepalen.

In het PlanMER hebben we te maken met de volgende indicatoren.

Aspect	Indicator	Specificatie
Veilige, gezonde fysieke leefomgeving		
Gezondheid	Geluidshinder	Verandering van de geluidbelasting door vliegtuiggeluid in dB. (lokaal)
		Aantallen ernstig gehinderden (op basis van Lden) en slaapverstoorden (op basis van Lnight) (nationaal)
Hinderbeleving		
De wijziging in de omvang van stille perioden		
	Luchtkwaliteit	Verandering van de emissies (NO _x en (ultra)fijnstof) rondom de luchthavens door de vliegtuigen. (lokaal)
Veiligheid	Omgevingsveiligheid	Verandering in de risicocontouren van de luchthavens van het Groepsrisico (GR) en het Plaatsgebonden risico (PR).
	Veiligheid vliegen	Verandering van het ongevalsrisico.
	Beveiliging	Bedreigingen voor de vertrouwelijk, beschikbaarheid en integriteit van assets (gebouwen, personen, systemen e.d.)
Klimaat	Klimaat effecten Nederlandse luchtvaart	CO ₂ emissie van uit Nederland vertrekkende luchtvaart
		NO _x en waterdamp emissies van uit Nederland vertrekkende luchtvaart
Goede omgevingskwaliteit		
Natuur	Stilte en duisternis	Verandering in het areaal stille, rustige en donkere gebieden.
	Kwetsbare natuur gebieden en soorten (kwaliteit)	Verandering in de kwaliteit van Natura2000, Natuurnetwerk Nederland-gebieden (in zoverre dat geen Natura2000 gebied is) en verandering van de biodiversiteit buiten Natura2000 en NNN-gebieden (incl. Wet Natuurbescherming soorten).
	Verbondenheid/versnippering	Verandering in de verbondenheid van natuurgebieden en de robuustheid van ecologische verbindingen rondom de luchthavens.
Landschap	Waardevolle landschappen	Verandering in het areaal, de beleving en de kwaliteit van waardevolle landschappen rondom de luchthavens.
Economische omgeving		
Economie	Werkgelegenheid	Verandering van het aantal banen, direct (luchthavens en luchtvaartmaatschappijen), indirect achterwaarts (toeleveranciers) en indirect voorwaarts (effect op overige economische sectoren).
	Verdienvermogen	Verandering van de toegevoegde waarde, direct (luchthavens en luchtvaartmaatschappijen), indirect achterwaarts (toeleveranciers), indirect voorwaarts (effect op overige economische sectoren).
Mobiliteit/ Bereikbaarheid	Modaliteiten	Verandering van het aantal reizigers die per vliegtuig reizen verdeeld naar bestemmingen.
		Verandering van het volume van het vrachtvervoer per vliegtuig, verdeeld naar bestemmingen.
		Verandering van de ontwikkeling van auto- en treinvervoer aan de landzijde van de luchthavens.
		Verandering in het vliegvervoer door de modal shift van vliegvervoer naar treinvervoer.
Bereikbaarheid/ Connectiviteit/ Netwerkkwaliteit		Verwachting van de verandering van het aantal gevlogen bestemmingen en de frequentie van die bestemmingen voor passagiers vanaf de verschillende luchthavens.
		Verandering van het aantal gevlogen bestemmingen en de frequentie van die bestemmingen voor vracht, vanaf de verschillende luchthavens.
	Vestigingslocaties bedrijven	Verwachte verandering in de vestiging van nieuwe bedrijven (globale ontwikkeling in Nederland en indicatie geografische spreiding).
Woonomgeving		
Welzijn	Sociaal	Verandering in financiële toegankelijkheid publiek tot de luchtvaart.
		Verandering in het gevoel van rechtvaardigheid door een eerlijke verdeling van de lusten en de lasten.
Ruimte	Ontwikkelmogelijkheden voor toekomstige functies	Verandering in geschiktheid van de ruimte voor de ontwikkelmogelijkheden van de toekomstige functies: geluidsgevoelige objecten, (bepertk) kwetsbare objecten en hoogbouw.
	Ruimtebeslag	Verandering van benodigde ruimte voor lucht- en landzijdige voorzieningen bij luchthavens.

Huidige situatie, autonome ontwikkeling, trends en ontwikkelingen en referentiesituatie

Omdat de begrippen huidige situatie, autonome ontwikkeling, trends en ontwikkelingen en referentiesituatie nog wel eens tot onduidelijkheden leiden is hieronder een kader opgenomen die aangeeft hoe hier in het PlanMER Luchtvaartnota 2030 2050 mee om is gegaan.

Huidige situatie

De huidige situatie beschrijft de situatie in 2019 (vaak gebaseerd op kentallen uit 2018)

Autonome ontwikkeling

Autonome ontwikkeling is normaal gesproken de situatie zoals die te verwachten is op de te hanteren tijdshorizon zonder dat het voornemen wordt uitgevoerd. Het gaat dus om trends en ontwikkelingen die verwacht worden als het voornemen niet wordt uitgevoerd. Bij het voorspellen van die trends en ontwikkelingen worden normaliter alleen die trends en ontwikkelingen meegenomen waarover zekerheid bestaat: (trends en) ontwikkelingen die in besluiten zijn vastgelegd (hier bijvoorbeeld de 50/50 regel). Normaal gesproken is de tijdshorizon 10 tot 15 jaar. Beleidsuitspraken kijken meestal ook slechts ca 10 jaar vooruit.

Referentiesituatie

Omdat bij deze planstudie 30 jaar vooruitgekeken wordt is het uitgaan van een autonome situatie die over het algemeen niet zover vooruit informatie biedt maar waarbij we wel weten dat er allerlei trends en ontwikkelingen worden verwacht, niet in besluiten vastgelegd, wordt hier gekozen om de referentie niet alleen te baseren op genomen besluiten (Lelystad, 50/50 regel) maar ook een aantal trends en ontwikkelingen mee te nemen. Omdat navolgbaar te doen is er bij het bepalen van de referentiesituatie uitgegaan van het voortzetten van het huidige beleid inclusief de uitspraken die daar voor de toekomst voor gedaan zijn (Lelystad, 50/50 regel) plus een aantal trends en ontwikkelingen waarbij is gekeken naar het WLO laag scenario. De referentiesituatie die hierdoor ontstaat komt overeen met het hoekpunt Voortbouwen (op vigerend beleid).

Niet voor elke indicator zijn trends en ontwikkelingen in beeld gebracht. Alleen de trends en ontwikkelingen relevant voor de luchtvaart en waarmee in de effectbepaling dan ook rekening is gehouden, zijn in dit achtergrondrapport behandeld.

2 Gezondheid

Het aspect gezondheid valt uiteen in de indicatoren geluidshinder en luchtkwaliteit. De indicator geluidshinder beschrijft de verandering van de geluidbelasting door vliegtuiggeluid, het effect op het aantal ernstig gehinderden en slaapverstoorden, hinderbeleving en de wijziging in omvang van stille perioden. De indicator luchtkwaliteit beschrijft de verandering van emissies NO_x en (ultra) fijn stof. Hieronder worden de meest relevante ontwikkelingen geschetst.

2.1 Geluidshinder

Voor vliegtuiggeluid zijn verschillende trends en ontwikkelingen van belang. Zo krijgen geluidmetingen steeds meer aandacht in relatie tot de geluidberekeningen die worden uitgevoerd. Ook zijn er belangrijke technologische ontwikkelingen gaande die tot een aanzienlijke reductie van geluid kunnen leiden, zoals stillere motoren, aerodynamische verbeteringen, elektrisch vliegen en de introductie van drones en vliegende taxi's. Een nadere toelichting op de trends en ontwikkelingen wordt gegeven in onderstaande paragraaf.

Geluidmetingen

Vliegtuiggeluid is een onderwerp dat continue aandacht heeft van omwonenden en de politiek. Om te kunnen voldoen aan de wensen vanuit de maatschappij zullen de komende jaren ontwikkelingen plaats gaan vinden in relatie tot het vaststellen van de hoeveelheid vliegtuiggeluid en het in kaart brengen van de effecten daarvan. Een belangrijke ontwikkeling is dat in de toekomst meer gebruik gemaakt zal gaan worden van geluidmetingen. Deze ontwikkeling is al enige tijd gaande, zoals onder andere blijkt uit de studies naar het gebruik van metingen voor handhaving en de trendvalidaties voor Geilenkirchen en Schiphol^{1 2 3}. In een brief aan de Tweede Kamer van oktober 2018 heeft de minister van IenW kenbaar gemaakt dat gewerkt gaat worden aan een landelijke programmatische aanpak voor het meten van vliegtuiggeluid in samenwerking met het RIVM, het KNMI en het NLR⁴. Hierbij wordt onderzoek gedaan naar het verbeteren van zowel berekeningen als metingen en het onderling versterken van beide methodes. De aanpak moet er toe leiden dat voor iedereen betrouwbare en herkenbare gegevens beschikbaar worden gemaakt. Deze gegevens dienen zowel ter informatie van burgers als voor het maken van weloverwogen beleidskeuzes. Bij het opzetten van de aanpak dient rekening gehouden te worden met verschillen tussen het meten en berekenen van vliegtuiggeluid, die bijvoorbeeld ontstaan doordat de uitkomsten van metingen worden beïnvloed door de continu veranderende atmosfeer en doordat berekeningen kunnen afwijken van de werkelijk waargenomen geluidniveaus ten gevolge van aannames in de modellering.

Technologische ontwikkelingen

De hoeveelheid geluid die vliegtuigen per vliegtuigbeweging produceren neemt af. De verwachting is dat deze ontwikkeling zich voortzet, mede doordat in het grote Europese onderzoeksprogramma Clean Sky 2 onderzoek wordt gedaan naar nieuwe technologieën om de milieu-impact van vliegtuigen terug te dringen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om het ontwikkelen van stillere motoren, maar ook om aerodynamische verbeteringen. Een afname van het geluid per vliegtuigbeweging wil overigens niet zeggen dat de hoeveelheid hinder per definitie ook afneemt. Dit komt doordat de hinder van meerdere factoren afhangt, waaronder bijvoorbeeld de hoeveelheid vliegtuigbewegingen.

1 *Bergmans et al., 2007.*

2 *Hogehuis, 2013*

3 *Hogehuis en Heblj, 2017*

4 *Rijksoverheid, 2018*

Voor de geluidproductie van vliegtuigen is aangenomen dat deze met ruim 1% per jaar afneemt. Deze waarde is gebaseerd op basis van de doelstellingen van het Europese onderzoeksprogramma Clean Sky⁵. Andere bronnen zoals Eurocontrol⁶, EASA⁷ en het Landelijk Burgerberaad Luchtvaart (LBBL)⁸ geven een vergelijkbare verwachting af.

Elektrisch vliegen

Een andere ontwikkeling die de komende jaren aandacht verdient is elektrisch vliegen. Weliswaar zal dit in de komende jaren slechts aan de orde zijn voor relatief kleine vliegtuigen, maar ook met die vliegtuigen kan inzicht verkregen worden in de geluidproductie bij elektrisch vliegen. Een elektrische motor zal aanzienlijk stiller zijn dan de huidige generatie motoren, maar ander onderdelen van elektrische vliegtuigen zullen wel geluid produceren. Met reeds bestaande elektrische vliegtuigen kan in het praktijkonderzoek gedaan worden naar de geluidproductie van dergelijke vliegtuigen. Daarnaast kunnen theoretische studies al een doorkijk geven naar de verwachte geluidproductie van grotere elektrische toestellen. Veel concepten die uitgaan van elektrische voortstuwing, maken gebruik van *distributed propulsion*. Dit wil zeggen dat de stuwkracht geleverd wordt door een groot aantal motoren die over een groot deel van het vliegtuig verdeeld zitten. Dit in tegenstelling tot conventionele vliegtuigen die meestal met twee motoren zijn uitgerust. Het toepassen van *distributed propulsion* kan de geluidproductie van een vliegtuig verminderen. De precieze effecten die elektrisch vliegen heeft op de geluidproductie van vliegtuigen is op dit moment nog zeer onzeker doordat de ontwikkelingen nog in de kinderschoenen staan, zodat het niet mogelijk is om een goede voorspelling te geven van de geluidproductie van elektrische vliegtuigen met voldoende capaciteit en vliegbereik om gebruikt te worden voor commerciële luchtvaart.

Overige ontwikkelingen

Andere ontwikkelingen die de geluidproductie van vliegtuigen kunnen beïnvloeden zijn bijvoorbeeld:

- nieuwe types motoren zoals het open rotor concept
- de ontwikkeling van supersone vliegtuigen
- de introductie van drones en vliegende taxi's.

De open rotor is een motortype waarmee naar verwachting zuiniger gevlogen kan worden dan met bestaande straalmotoren. Een nadeel van dit motortype is dat de vliegsnelheid voor toestellen met deze motoren wat lager ligt dan bij straalvliegtuigen en een ander punt van aandacht is de geluidproductie. Binnen Clean Sky 2 wordt onderzoek gedaan naar dit motortype en de verwachting is dat het mogelijk is om dit motortype te ontwikkelen binnen de normen van certificatiestandaarden voor vliegtuiggeluid.

Daarnaast wordt momenteel, met name in de Verenigde Staten, onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van supersoon vliegen⁹. Bij deze toestellen is niet alleen het geluid van de motoren een punt van aandacht, maar ook het geluid van de supersonische schokgolf dat ontstaat doordat het toestel sneller dan het geluid vliegt. Om te zorgen dat dergelijke vliegtuigen ook boven land sneller dan het geluid mogen vliegen wordt onderzoek gedaan naar methoden om de geluidniveaus van de supersonische schokgolf te reduceren.

Voor zowel supersoon vliegen als het open rotorconcept is dus de verwachting dat ze kunnen opereren binnen de huidige normen van certificatiestandaarden voor vliegtuiggeluid. Daarmee is echter niet direct zeker of ze in de toekomst ook stiller kunnen worden dan de huidige generatie vliegtuigen. Daarnaast is niet te voorspellen hoeveel vliegtuigbewegingen met dergelijke toestellen uitgevoerd zullen worden waardoor het niet mogelijk is om deze concepten mee te nemen in het PlanMER.

5 CleanSky, 2018

6 Eurocontrol, 2019

7 EASA, 2018

8 LBBL, 2018

9 Derei et al., 2018

In de komende jaren zal het gebruik van drones naar verwachting toenemen. Daarbij gaat het zowel om gebruik door particulieren als om commercieel gebruik, bijvoorbeeld voor het vervoeren van pakketjes. Hierbij is het geluid dat deze drones produceren een van de punten van aandacht. Ook zijn verschillende bedrijven, zoals Volocopter¹⁰ en Lilium¹¹, bezig met de ontwikkeling van elektrische luchttaxi's. Hierbij gaat het om relatief kleine elektrische vliegtuigen, die doorgaans verticaal kunnen starten en landen. Met name in drukke stedelijke gebieden kan dit een middel zijn om het drukke wegverkeer te omzeilen. Dit betekent wel dat een nieuwe geluidbron in de lucht wordt geïntroduceerd waarvoor onderzocht moet worden hoeveel geluid deze produceert en welke regelgeving nodig is voor het gebruik van dergelijke toestellen.

Hinderbeleving

Naast onderzoek naar het vaststellen van de hoeveelheid geluid die rondom vliegvelden wordt geproduceerd, wordt ook getracht meer inzicht te krijgen in het effect dat geluid heeft op mensen in de omgeving van vliegvelden. Zo doen momenteel verschillende partijen onderzoek in het ANIMA project¹². Dit project heeft tot doel om de meest geschikte methoden voor het verlagen van de hinder in gemeenschappen nabij vliegvelden te identificeren. Hierbij wordt getracht om meer begrip te krijgen van verschillende niet akoestische factoren die geluidhinder beïnvloeden en om de kwaliteit van leven van gemeenschappen nabij vliegvelden te verbeteren. Aangezien dit een Europees project is waaraan 22 partijen uit 11 landen meewerken geeft het project een breed beeld van internationale inzichten en ontwikkelingen op het gebied van de impact van vliegtuigeluid.

Autonome groei ten gevolge van 50-50 regeling en vergunde geluidruimte

Schiphol

Amsterdam Airport Schiphol valt onder de verantwoordelijkheid van het Rijk. Het huidige beleid op het gebied van externe veiligheid en geluid voor de luchthaven Schiphol is gebaseerd op de Wet luchtvaart, het Luchthavenindelingbesluit Schiphol (LIB), het Luchthavenverkeerbesluit Schiphol (LVB) en de Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol (RMI). Het Rijk beoogt met het beleid twee publieke belangen te behartigen:

- Bescherming van omwonenden tegen negatieve effecten van de luchtvaart (onder andere geluid en externe veiligheid)
- Het veiligstellen van het economisch belang van de luchthaven voor Nederland.

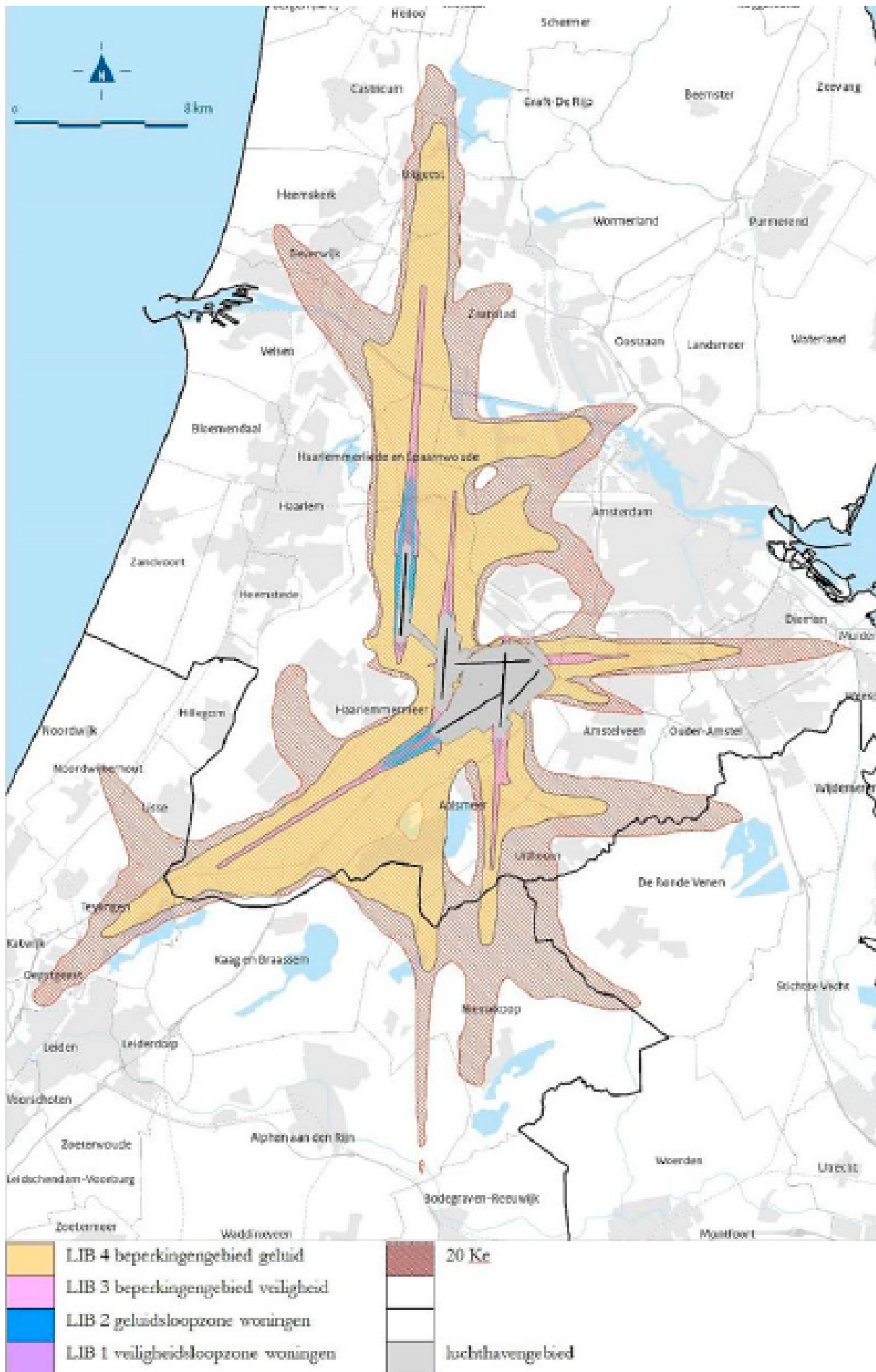
De figuur¹³ hieronder toont de ligging van de verschillende contouren die zijn opgenomen in het LIB, inclusief de beperkingengebieden voor geluid.

10 Volocopter, 2019

11 Lilium, 2019

12 ANIMA Project, 2019

13 Ministerie IenM, 2016



Het 50-50 beleid biedt de mogelijkheid voor een groei van het vliegverkeer op Schiphol op voorwaarde dat het aantal ernstig gehinderden afneemt. Bij een stiller wordende vloot zal dit hoogstwaarschijnlijk resulteren in een toename van het aantal vliegtuigbewegingen overdag. Door de toename van het verkeer overdag is er overdag sprake van minder stille perioden in de directe omgeving van Schiphol. In de nacht kan een eventuele afname van het aantal bewegingen voor een afname van de geluidbelasting zorgen en zal ook het stiller worden van vliegtuigen leiden tot een lagere geluidbelasting. Een afname van het aantal bewegingen kan leiden tot een grotere omvang van stille perioden en met name verder van het veld zal het stiller worden van vliegtuigen ten opzichte van 2018 leiden tot een grotere omvang van stille perioden.

Regionale luchthavens

Op dit moment wordt de geluidruimte voor met name Maastricht en Groningen niet volledig gevuld. In de toekomst (2050) is de verwachting dat dit ook niet zal gebeuren, maar kan het aantal vliegtuigbewegingen wel toenemen. Deze autonome groei is beperkt voor het WLO laag scenario. Met name voor Groningen is er een forse groei te zien uitgaande van het WLO hoog scenario. Het vliegveld Lelystad wordt nu slechts gebruikt door klein verkeer, waardoor de hoeveelheid verkeer hier in de toekomst toeneemt en er gevlogen wordt met zwaarder verkeer doordat hier een groei tot 45.000 vliegtuigbewegingen in 2050 plaats mag vinden. Ten opzichte van 2018 zal de geluidhinder ten gevolge van vliegverkeer van en naar Lelystad daarom toenemen en is er sprake van minder stille perioden rondom Lelystad. Dit geldt in mindere mate rondom Maastricht en Groningen en in nog mindere mate rondom Rotterdam en civiel medegebruik in Eindhoven. Met name verder van de vliegvelden zal het stiller worden van vliegtuigen ten opzichte van 2018 leiden tot een grotere omvang van stille perioden. In de nacht blijft de situatie vergelijkbaar doordat er ook in de huidige situatie weinig tot niet gevlogen wordt gedurende de nacht.

2.2 Luchtkwaliteit

Belangrijke trends en ontwikkelingen in de luchtvaart betreffende luchtkwaliteit zijn onder ander de modernisering van de vloot, maar ook het gebruik van biobrandstoffen en synthetische brandstoffen. Ook zal de achtergrondconcentratie in de toekomst verminderen door de voortschrijdende elektrificatie van het wegverkeer en het gebruik van meer en meer schone energiebronnen. Trends en ontwikkelingen op het gebied van de luchtkwaliteit in relatie tot de luchtvaart worden toegelicht in onderstaande paragraaf.

Modernisering van vliegtuigmotoren

Voor de modernste motoren geldt dat de uitstoot van HC en het Smoke Number ruimschoots voldoen aan de certificatie eisen. Voor de NO_x uitstoot van motoren gaat de verlaging in emissies minder snel omdat gelijktijdig met de brandstof efficiencyverbetering de hoeveelheid uitgestoten NO_x per kg brandstof – door verhoging van ‘de motordrukverhouding’ – enigszins kan toenemen, zoals ook is toegestaan in de motorcertificatie standaards van ICAO. Voor motorfabrikanten ligt ‘hierin’ een behoorlijke uitdaging naar de toekomst toe.

Door vlootvernieuwing zullen de genoemde verlagingen in emissies ook tot uiting komen tijdens taxiën, take-off en landing van de vliegtuigen en daarmee aan een vermindering van de uitstoot van deze emissies op de grond en op lage hoogte wat een verbetering van de luchtkwaliteit oplevert¹⁴.

Biobrandstoffen

Meetresultaten geven aan dat de verbranding van biobrandstof kan leiden tot een substantiële fijnstof reductie in vergelijking met de verbranding van fossiele brandstof¹⁵. De belangrijkste verklaring hiervoor ligt in het verschil in chemische samenstelling tussen beide soorten brandstoffen. Het lagere zwavel- en aromatengehalte in biobrandstof draagt bij aan de lagere fijnstof uitstoot. Echter ook de waterstof/koolstof verhouding, de hoeveelheid naftaleen en andere aan de brandstof toegevoegde stoffen (additieven) zijn van belang.

14 *Expert judgement NLR, 2019*

15 *FORUM AE, 2017*

Ook bij het gebruik van biobrandstof is de fijnstof uitstoot echter niet naar nul te reduceren. Dit wordt onder andere veroorzaakt door het aromatengehalte in drop-in brandstof. Deze aromaten leiden tot fijnstof uitstoot. Volgens (de huidige) internationale specificaties dient de hoeveelheid aromaten in een vliegtuigbrandstof tenminste acht (volume) procent te zijn. Dit minimumgehalte is nodig voor het behoud van het afdichtingsmateriaal in de vliegtuigmotor en daarmee is de uitstoot van fijnstof bij gebruik van drop-in brandstof onontkoombaar. Ook de aanwezigheid van zwavel in brandstof leidt tot fijnstof uitstoot. Fossiele brandstof bevat een klein percentage zwavel, biobrandstof bevat daarentegen in het algemeen geen of nauwelijks zwavel. Samenvattend kan worden gesteld dat het gebruik van biobrandstof in het algemeen leidt tot minder fijnstof uitstoot dan gebruik van fossiele brandstof, maar dat dit zeer sterk afhankelijk is van de chemische samenstelling van de brandstof, zo kunnen reducties tot wel enkele tientallen procenten worden behaald ¹⁶.

Synthetische brandstoffen

Synthetische brandstoffen kunnen worden geproduceerd met behulp van verschillende productieprocessen en vanuit verschillende bron. Hierbij valt te denken aan productieprocessen als (syn)gas to liquid (GTL), coal to liquid (CTL), power to liquid (PTL) en sun to liquid (STL). Net als bij biobrandstof is de hoeveelheid fijnstof emissies welke ontstaat bij verbranding van alternatieve brandstof, afhankelijk van het aromatengehalte, de waterstof/koolstof verhouding en andere aan de brandstof toegevoegde stoffen ¹⁷.

Autonoom resultaat

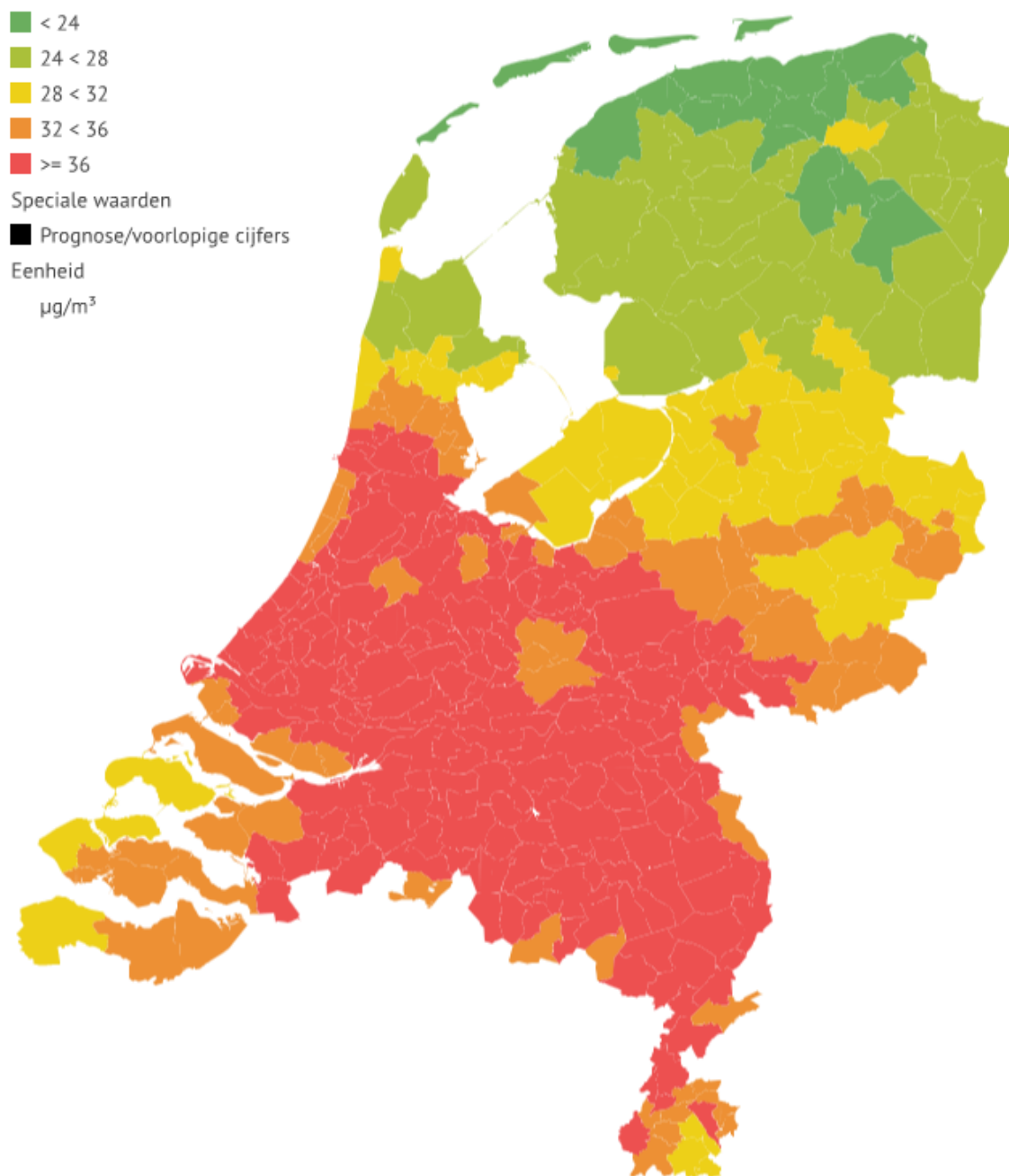
De verwachting is dat in het komend decennium de achtergrondconcentraties van NO_x, PM₁₀ en PM_{2,5} aanzienlijk zullen dalen, mede door de voortschrijdende elektrificatie van het wegverkeer en het gebruik van meer en meer schone energiebronnen. Rondom luchthaven Schiphol wordt in vergelijking met de rest van Nederland in 2030 nog wel steeds een relatief hoge NO_x achtergrondconcentratie verwacht.

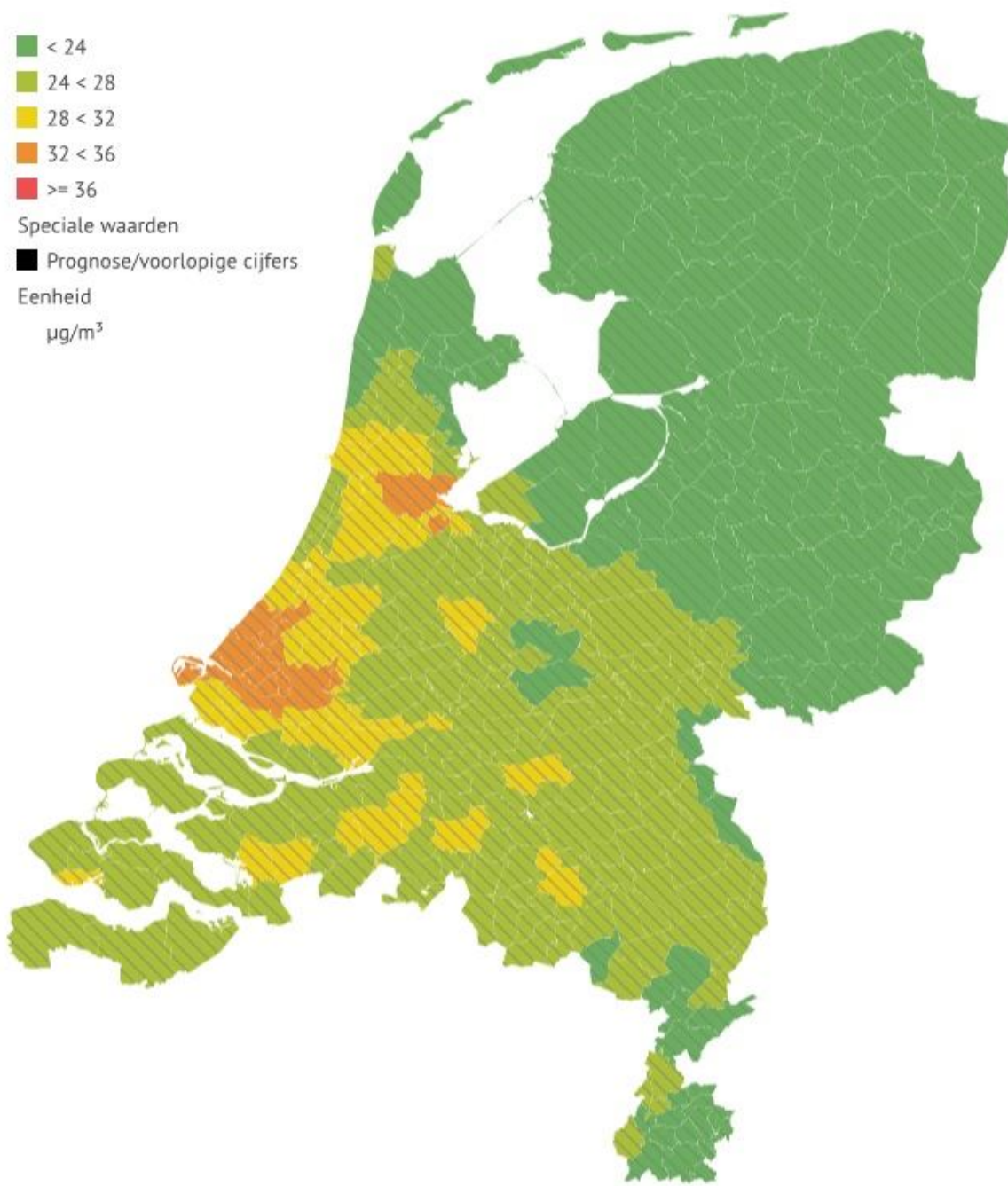
Vliegtuigmotoren worden wel steeds zuiniger, maar doordat vliegtuigen een relatief lange levensduur hebben worden deze motoren slechts geleidelijk ingevoerd door vlootvernieuwing en zal de gemiddelde efficiëntie van motoren dus relatief slechts langzaam verbeteren. Het huidige inzicht is dat NO_x zou kunnen toenemen (ten gevolge van de hogere verbrandingstemperatuur in motoren). Daarnaast is de verwachting dat het gebruik van biobrandstoffen en synthetische kerosine een effect heeft op de uitstoot van ultrafijnstof. De uitstoot van ultrafijnstof kan gaan afnemen doordat het zwavel aandeel in de toekomst beter gecontroleerd wordt (bijvoorbeeld door de introductie van nieuwe regelgeving). Het precieze effect is afhankelijk van het productieproces en grondstoffen.

Als daarnaast sprake is van een groei in het aantal vliegtuigbewegingen of de inzet van steeds grotere vliegtuigtypen dan zal de verbetering in luchtkwaliteit ondanks vlootvernieuwing minder snel gaan. Mocht het effect van groei en/of inzet van grotere vliegtuigtypen groter zijn dan het effect van het schoner worden van de vliegtuigmotoren dan is het totale effect van het vliegverkeer aan de luchtkwaliteit negatief in de zin dat de bijdrage aan de concentraties van verontreinigende stoffen door het vliegverkeer toenemen. De vlootvernieuwing wordt mede gedreven door vraag en aanbod op de markt. Mogelijk dat het gebruik van alternatieve brandstoffen nog een positieve bijdrage levert aan de luchtkwaliteit, maar momenteel is moeilijk in te schatten hoe groot deze bijdrage zal zijn tot het jaar 2030 (en daarna). Wel mag worden verwacht dat door de inzet van steeds schoner wordende equipment op de platformen de emissies omlaag gaan.

¹⁶ Expert judgement NLR, 2019

¹⁷ Expert judgement NLR, 2019





Blootstelling aan NO_x en PM₁₀, 2017 (boven) versus prognose 2030 (onder)¹⁸

18 RIVM, 2017

3 Veiligheid

Het aspect veiligheid valt uiteen in de indicatoren omgevingsveiligheid, veiligheid vliegen en beveiliging. Hieronder worden kort de trends en ontwikkelingen geschetst.

3.1 Omgevingsveiligheid

Het omgevingsrisico wordt bepaald door de kans dat een vliegtuig neerstort maal de kans dat een of meerdere personen op de grond geraakt worden.

Aan de ene kant is er de trend dat de vliegveiligheid verbetert, aan de andere kant is de bevolkingsomvang en de urbanisatie in 2030 en 2050 onzeker door de grote spreiding in bevolkingsprognoses. In de WLO-scenario's van CPB en PBL varieert de bevolkingsgroei van de gehele bevolking en de bevolkingsgroei in de Randstad respectievelijk tussen de -2% en +15% en tussen de +2% en +23%¹⁹. Veel hangt af van waar gebouwd wordt en hoe wordt omgegaan met sloopzones binnen de verschillende beperkingsgebieden. In het PlanMER is niet in detail onderzocht wat de bouwplannen zijn bij gemeenten in de nabijheid van luchthavens in de komende 30 jaar.

	2012	Scenario hoog		Scenario laag	
		2030	2050	2030	2050
		(2012=100%)			
Randstad	7,9 mln.	113	123	105	102
Intermediare zone	5,6 mln.	105	111	101	98
Overig Nederland	3,2 mln.	101	103	96	90
Totale bevolking	16,7 mln.	108	115	102	98

In het PlanMER wordt uitgegaan van WLO scenario Laag. In bovenstaande figuur is wel te zien dat de druk in de randstad ten opzichte van 2012 in 2030 en in 2050 toeneemt. In het lage scenario zijn de procentuele verschillen over het algemeen klein.

3.2 Veiligheid vliegen

Autonome groei van de luchtvaart en veiligheidsrisico's

Lokaal is er een verhoogde politieke en maatschappelijke aandacht voor de veiligheidsrisico's en systemen in de Nederlandse luchtvaart sinds de publicatie 'Veiligheid Vliegverkeer Schiphol' van de Onderzoeksraad voor de Veiligheid (OVV)²⁰. Zij legde de nadruk op een aantal veiligheidsrisico's en tekortkomingen in het veiligheidssysteem. Eén daarvan is om vooraf aan groei de veiligheidssituatie integraal te onderzoeken. Het NLR heeft Integrale Veiligheidsanalyse uitgevoerd waarin het stelt dat als een aantal maatregelen genomen worden dat groei dan veilig – veiligheidsrisico's beheerst tot een acceptabel niveau - kan gebeuren. Sinds de publicatie van deze twee rapporten is de sector druk bezig met het implementeren van maatregelen om eventuele groei van het aantal **vliegtuigbewegingen** veilig te kunnen accommoderen.

¹⁹ Manders en Kool, 2015

²⁰ OVV, 2017

Acceptable level of safety

Technologie wordt steeds verder door ontwikkeld. Tot en met 2050 is een brede toepassing van drones, hybride of volledig elektrisch aangedreven vliegtuigen niet ondenkbaar, met name binnen het segment van de kleine luchtvaart. Het is belangrijk te vermelden dat voordat dergelijke technologieën worden geïmplementeerd of toegepast voor breder gebruik in de Nederlandse luchtvaart, aangetoond moet worden dat de veiligheidsrisico's beperkt zijn tot onder het geldende acceptatieniveau. De hoogte van het acceptatieniveau is verschillend voor commerciële burgerluchtvaart en kleine luchtvaart. Nieuwe toepassingen gedreven door technologische innovatie zijn onderhevig aan strenge veiligheidseisen en zullen daarom naar verwachting positief gaan uitwerken op de kans op een ongeval in de commerciële burgerluchtvaart, de ongevalskans mag in ieder geval niet hoger worden.

Als onderdeel van het State Safety Programme (SSP), moet de rijksoverheid vaststellen wat het minimaal acceptabele veiligheidsniveau is dat bereikt moet worden. Dit dient te gebeuren via toepassing van het relatief nieuwe concept van Acceptable Level of Safety Performance (ALoSP). Waarbij het minimaal acceptabele veiligheidsniveau is uitgedrukt in heldere prestatie-doelen en meetbare prestatie-indicatoren.

Veiligheidsmanagementsysteem (integraal)

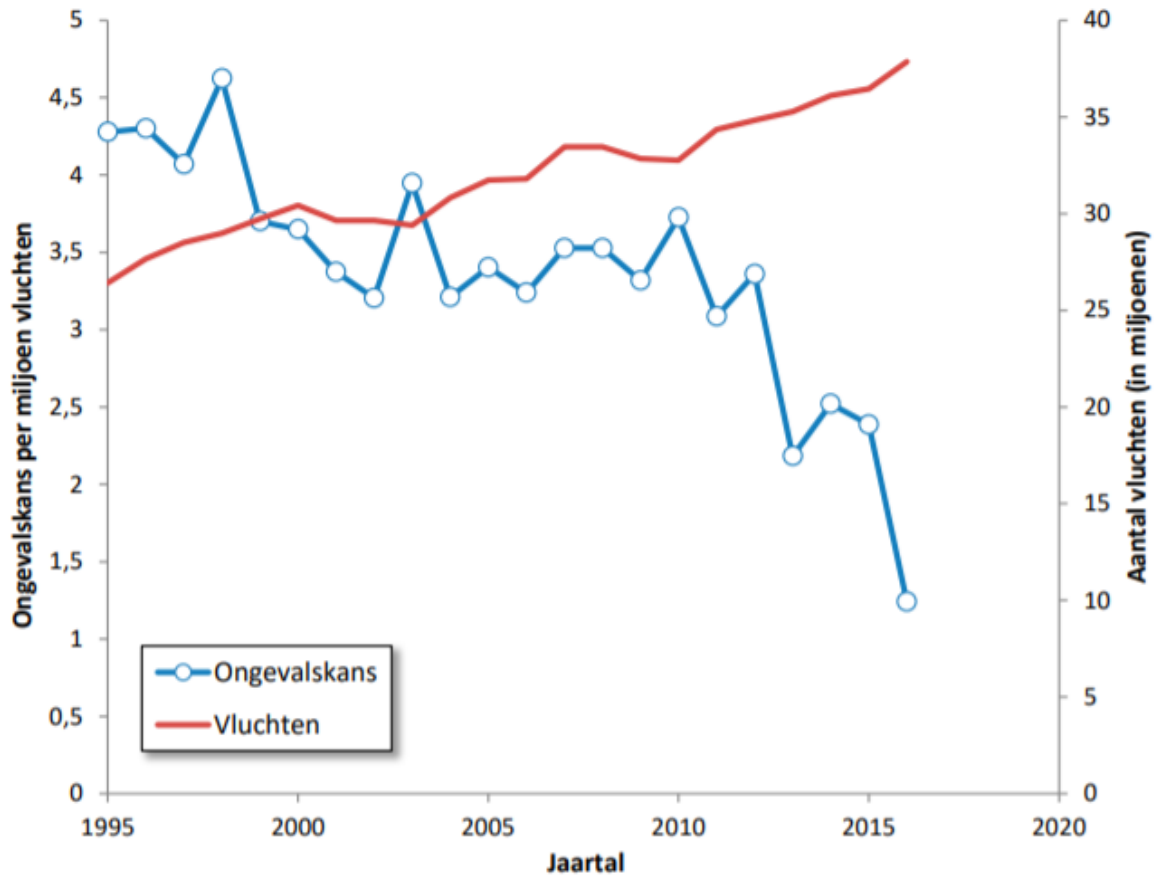
De Nederlandse luchtvaartsector op Schiphol is in 2018 begonnen met de ontwikkeling en implementatie van een integraal safety management system (ISMS), waarbij op strategisch en operationeel niveau met elkaar wordt samengewerkt en gezamenlijke veiligheidsdoelen worden gesteld. Verdere ontwikkelingen op het gebied van (integrale) veiligheidsmanagementsystemen - inclusief veiligheidscultuur - en het toezicht hierop dienen ertoe te leiden dat mogelijke consequenties van verkeersgroei, vooral op de snijvlakken tussen de organisaties, effectiever en efficiënter gemanaged zullen worden in de toekomst. Verwacht wordt dat dit zal leiden tot een betere borging van de risico's tussen de interfaces van de verschillende organisaties die actief zijn op een luchthaven. Daarnaast wordt verwacht dat ook de luchthavens van nationaal belang een ISMS zullen oprichten als aangetoond wordt dat deze maatregel succesvol is.

Autonome veiligheidsverbetering

De Integrale Veiligheidsanalyse Schiphol²¹, die door het NLR in 2018 is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van IenW, geeft aan dat de wereldwijde kans op een ongeval per vlucht over de periode 1995 – 2016 met gemiddeld meer dan 4 procent per jaar is afgenomen (zie de figuur²² hieronder), terwijl de luchtvaart met gemiddeld 2 procent per jaar is gegroeid. Dit is mede resultaat van autonome veiligheidsverbeteringen door de luchtvaartindustrie en de overheden. Ook is er sprake geweest van specifieke veiligheidsinitiatieven gericht op vermindering van het aantal ongevallen. De toekomstige autonome verbetering van de ongevalskans per vliegtuigbeweging op Schiphol wordt geschat op gemiddeld ongeveer 3 procent per jaar. Deze autonome verbetering van de veiligheid vlak in de toekomst naar verwachting af. Dit is een algemene trend die voor alle vliegtuigbewegingen in Nederland geldt. Daar waar ontwikkelingen plaatsvinden die in potentie kunnen leiden tot een afname van de veiligheid zullen aanvullende maatregelen genomen moeten worden. Een voorbeeld hiervan is dat een groei van het aantal vliegtuigbewegingen op Schiphol uiteindelijk kan leiden tot een afname van de veiligheid. Omdat groei echter niet ten koste van veiligheid mag gaan, zullen in dat geval aanvullende maatregelen genomen worden om dit effect tegen te gaan.

21 NLR, 2018

22 NLR, 2018



In de laatste jaren hebben een aantal spraakmakende ongevallen in de luchtvaart plaatsgevonden, in het bijzonder de twee ongevallen met een Boeing 737-MAX. Twee ongevallen hoeven niet te leiden tot een hogere kans op een ongeval, dat is afhankelijk van het totaal aantal ongevallen in die jaren afgezet tegen het totaal aantal vluchten in dat jaar. Het is wel zo dat de lange termijn trend nog steeds een daling van de kans op een ongeval is.

Internationale ontwikkelingen

In de periode 1995-2016 groeide de luchtvaart wereldwijd met gemiddeld 2 procent per jaar. In dezelfde periode nam de kans op een ongeval per vlucht af met gemiddeld meer dan 4 procent per jaar. Er vinden dus jaarlijks steeds minder ongevallen plaats. Autonome veiligheidsverbeteringen zijn het resultaat van significante inspanningen van de luchtvaartindustrie en de overheid. Daaronder vallen bijvoorbeeld de regels voor het uitvoeren van ongevallenonderzoek en het inrichten van veiligheidsmanagementsystemen. Een belangrijk programma is ook Single European Sky van de Europese Commissie, dat moet leiden tot een infrastructuur voor een efficiëntere, veiligere en milieuvriendelijkere afhandeling van het luchtvervoer. Daarnaast is er Flightpath 2050, de visie van de Europese Commissie voor het gehele Europese luchtvaartstelsel en de luchtvaartindustrie voor 2050. Ten slotte hebben ook brancheorganisaties als IATA (luchtvaartmaatschappijen), Airports Council International (luchthavens) en CANSO (luchtverkeersleidingsorganisaties) hun eigen veiligheidsprogramma's. De internationale ontwikkelingen hebben een relatief groot aandeel in de veiligheid van burgerluchtvaart afgezet tegen het beleid van de rijksoverheid.

Andere initiatieven

Naast de processen en programma's die leiden tot autonome veiligheidsverbeteringen, bestaan er diverse andere initiatieven die gericht zijn op het veiliger maken van het vliegverkeer. Het Commercial Aviation Safety Team (CAST), met experts van onder meer vliegtuigfabrikanten, regelgevende organisaties en luchtvaartorganisaties, ontwikkelt interventies ter voorkoming van ongevallen. Werkgroepen onder leiding van Eurocontrol richten zich op de vermindering van het aantal runway incursions (de onjuiste aanwezigheid van een vliegtuig, een voertuig of een persoon in het beschermde gebied voor starten en landen) en runway excursions (vliegtuig schiet tijdens start of landing van de baan). Verder zijn er specifieke initiatieven gericht op vermindering van het aantal ongevallen als gevolg van een vliegtuig dat onbestuurbaar is geworden (ongevalscategorie LOC-I) of gevallen waarbij een volledig bestuurbaar vliegtuig toch tegen de grond of een object aanbotst (ongevalscategorie CFIT). LOC-I en CFIT behoren tot de meest voorkomende fatale vliegtuigongevallen ter wereld. Belangrijk om te vermelden is ook de vliegtuigmodernisering. Op Schiphol opereren

vrijwel alleen vliegtuigen van de derde en vierde generatie, waarbij het aandeel van de vierde generatie steeds groter wordt. Vierdegeneratievliegtuigen zijn uitgerust met de meest moderne veiligheidssystemen en zijn veiliger dan derdegeneratievliegtuigen. In de toekomst zullen nieuwe uitvoeringen van derdegeneratievliegtuigen het veiligheidsniveau van de vierde generatie benaderen. Het aantal vluchten met vierdegeneratievliegtuigen in het Nederlands luchtruim zal als deel van het totaal gestaag toenemen.

3.3 Beveiliging

Beveiliging van personen en goederen

De belangrijkste ontwikkeling met betrekking tot beveiliging is de capaciteit van de verschillende luchthavens in Nederland. Het risico wordt beïnvloed door verschillende factoren. De groei van het aantal vliegtuigbewegingen vergroot het aantal assets waarop een criminele daad uitgevoerd kan worden, zoals: terminals, passagiers, vliegtuigen, vracht en goederen, informatie, gebouwen e.d. In een versimpelde weergave van de werkelijkheid geldt dat hoe meer assets zich binnen een bepaald gebied bevinden, hoe groter de waarschijnlijkheid van een criminele daad. Meer passagiers kunnen bijvoorbeeld leiden tot een grotere dichtheid van mensen per vierkante meter in een terminal die zich ophouden in de rijen voor de incheckbalies, security check en/of paspoortcontrole. Een maatregel dat mogelijk dit risico potentieel mitigeert, is het verstevigen van de capaciteit van Koninklijke Marechaussee voor het uitvoeren van haar taken: (paspoort)controles, toezicht beveiligingsorganisaties en (gewapende) beveiliging van de luchthavens. Ook staan er geen maatregelen beschreven tegen de groeiende cybersecurity risico's door toenemende digitalisering (autonome trend). De overheid zal bij het doorvoeren van maatregelen die van invloed zijn op de capaciteit van luchthavens, en andere maatregelen en/of ontwikkelingen in de samenleving die een effect hebben op de beveiligingsrisico's, risicoanalyses moeten (laten) uitvoeren en indien nodig beheersmaatregelen nemen.

Drones zullen een steeds groter deel van het luchtruim claimen in de periode tot 2050. Hoewel de toepassing van drones kansen biedt voor de Nederlandse maatschappij kan het ook nieuwe risico's met zich mee brengen. Binnen deze indicator betreft het dan met name het gebruik van drones in wederrechtelijke daden. Terroristen kunnen aanslagen plegen met drones of personen die een ontwrichtende werking op de samenleving willen hebben kunnen hele luchthavens platleggen door met een drone over het luchthaventerrein te vliegen. Daarnaast kunnen gebruikers van drones ook onopzettelijk de luchtvaartoperatie verstoren door te vliegen in de nabijheid van luchthavens en/of laagvliegroutes. In Londen had dit onlangs gezorgd voor chaotische omstandigheden. Dergelijke risico's moeten geïdentificeerd worden en adequate maatregelen moeten worden genomen om de risico's te mitigeren. Een begin met het versterken van de wet- en regelgeving en uitvoerend beleid is gemaakt met de [Gedelegeerde Verordening \(EU\) 2019/945](#) en de [Uitvoeringsverordening \(EU\) 2019/947](#). Basis is dat drone operaties in Europa veilig moeten zijn. Onderdeel van de verordening is dat drones verplicht moeten worden geregistreerd, een identificatiesignaal moeten uitzenden en software moeten bevatten dat vliegen in de nabijheid van luchthavens onmogelijk maakt. Dat geldt momenteel echter enkel voor drones die in de EU worden verkocht.

Vertrouwen in innovatie

Verwacht wordt dat de digitalisering en innovatie tot 2050 sterk toeneemt. Een voorbeeld van een ontwikkeling die verwacht kan worden bij gelijkblijvend overheidsbeleid is verdere digitalisering (waaronder WiFi aan boord van toestellen). Dit brengt risico's met zich mee vanwege mogelijke hackgevoeligheid. Er zullen systemen bijkomen en technologieën toegepast worden in de gehele luchtvaart. Hoewel systemen de potentie hebben risico's te verlagen brengen zij ook nieuwe risico's met zich mee. In het bijzonder gaat het dan om de risico's van technisch falen, menselijke fouten in het beheer en wederrechtelijke daden. Recent vonden op Schiphol incidenten plaats met de brandstofvoorziening, wat grote ontwrichtende verstoringen tot gevolg had. Deze incidenten illustreren de noodzaak goed na te denken over de beveiliging van de systemen en vitale infrastructuur tegen de risico's op uitval en wederrechtelijke daden. De overheid zal de ontwikkelingen op het gebied van beveiliging nauw moeten volgen en adequaat risico's inschatting moeten doen om een hoog veiligheidsniveau te borgen. In het huidige beleid is te weinig aandacht om de risico's ook in de toekomst adequaat te beheersen.

4 Klimaat

Het aspect Klimaat behandelt de klimaateffecten van de Nederlandse luchtvaart. De effecten op de emissies CO₂, NO_x en waterdamp van de uit Nederland vertrekkende luchtvaart worden in het PlanMER beschreven. Hieronder worden de trends en ontwikkelingen geschetst.

4.1 CO₂-emissies

Om inzicht te geven in de ontwikkeling van CO₂-emissies in de toekomst zijn verschillende studies uitgevoerd. De verschillende studies geven ook verschillende informatie en resultaten. Dit komt zowel doordat andere uitgangspunten gebruikt worden (bijvoorbeeld met betrekking tot de groei van de luchtvaart en technologische ontwikkelingen) en door andere aannames en methoden bij het bepalen van de CO₂-uitstoot. Ook sommige studies laten al zien dat er grote verschillen gevonden kunnen worden bij verschillende uitgangspunten, zoals beschreven in een notitie van het PBL²³. Hieruit blijkt dat voor verschillende scenario's een bandbreedte gevonden wordt van nauwelijks groei ten opzichte van 2017 tot een verdubbeling van het aantal passagiers via Nederlandse luchthavens tot 2050. De verkenning geeft ook een bespreking van de onzekerheden in relevante factoren.

Allereerst geven het PBL²⁴ en NLR²⁵ in de kennisscan voor de luchtvaartnota nadere informatie over dit onderwerp. Ook andere partijen, zoals CE Delft hebben onderzoek gedaan naar de toekomstige CO₂-uitstoot²⁶. In dit onderzoek is bestudeerd in hoeverre door de sector gestelde doel voor de emissies in 2030 haalbaar zijn. Onderzoek van EASA gaat onder andere in op verwachte ontwikkelingen in Europa²⁷. Hierbij wordt zowel gekeken naar de uitstoot van CO₂ als NO_x.

Doelstellingen

In ICAO-verband hebben landen doelen voor duurzaamheid afgesproken. Nationaal zijn deze doelen vertaald in het Ontwerpakoord Duurzame Luchtvaart. De luchtvaartsector spreekt via het ACARE collectief duurzaamheidsambities uit voor de luchtvaart in het 'Flightpath 2050'-document. In 2050:

- Is de CO₂-emissie per passagierskilometer met 75% verminderd ten opzichte van een nieuw vliegtuig uit het jaar 2000,
- is de NO_x emissie per passagierskilometer met 90% verminderd ten opzichte van een nieuw vliegtuig uit het jaar 2000,
- en is de ervaren geluidshinder van overvliegende vliegtuigen 65% minder

In de IATA roadmap (zie onder) zijn deze ambities terug te vinden. In het figuur hieronder wordt uitgegaan van een groeiende luchtvaart. In het geval er niets wordt ondernomen zal de uitstoot van CO₂ meegroeien. IATA verwacht dat door het toepassen van de nu bekende mogelijkheden (technologisch, operationeel en infrastructureel) een deel van die groei in emissies kan worden afgeremd. Anderzijds zien ze de mogelijkheid om door middel van het gebruik van *biofuels* en nieuwe generatie technologieën in 2050 tot een CO₂-emissie reductie van 50% te behalen.

Of dit daadwerkelijk wordt behaald is uiteraard sterk afhankelijk van een groot aantal factoren zoals de werkelijke groei van de luchtvaart en de mate waarin nieuwe technologieën worden ontwikkeld/geïmplementeerd in vliegtuigen en het luchtruim.

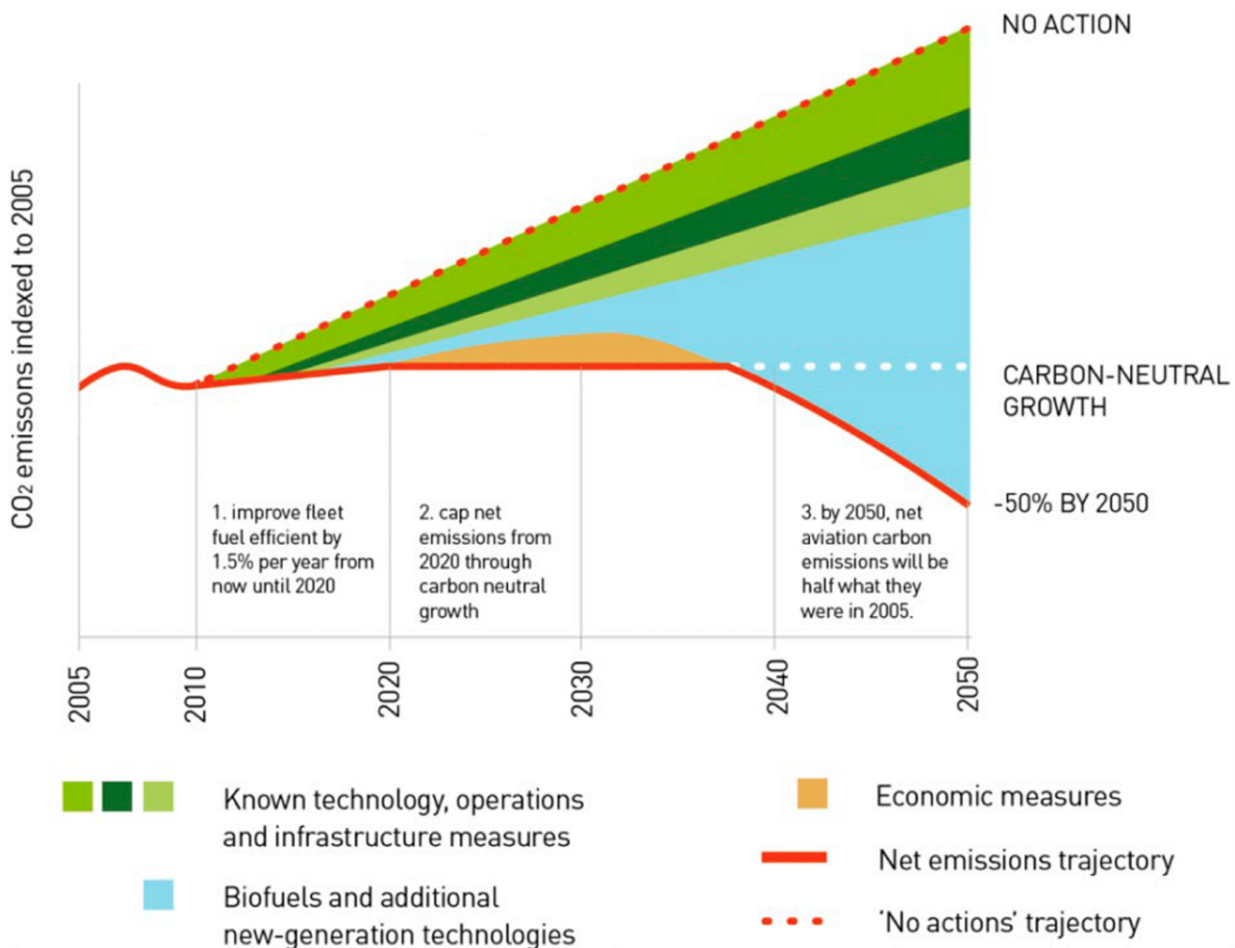
23 PBL, 2019

24 PBL, 2018

25 Expert judgement NLR, 2019

26 CE Delft, 2018

27 EASA, 2019



Roadmap CO₂-emissies luchtvaart

De benodigde technologische ontwikkelingen komen voort uit de industrie zelf en worden gedreven door Europese onderzoeksprogramma's zoals Horizon2020 (*Smart, green and integrated transport*), CleanSky (duurzamere en veiligere vliegtuigen) en SESAR (voor een efficiënter gebruik van het luchtruim).

Technologische ontwikkeling

Vliegtuigen zijn door de jaren heen significant zuiniger geworden door gebruik van nieuwere motoren (verhoging bypass ratio, ontwikkeling geared turbofan etc), verbeterde aerodynamica en toepassing van lichtere materialen in vliegtuigen. Door vlootvernieuwing, de invoering van nieuwere vliegtuigtypen, is het brandstofverbruik per passagier-kilometer over de laatste 50 jaar gemiddeld met ongeveer 50% gedaald. Omdat de CO₂-uitstoot evenredig is met het brandstofverbruik is ook de CO₂-uitstoot per passagier-kilometer met ongeveer 50% gedaald over de aangegeven periode. De verwachting is dat deze trend de komende jaren door zal zetten. Met het mogelijk gebruik van de open rotor techniek, de ontwikkeling van hybride voortstuwing, gevolgd door elektrische voortstuwing (beginnende bij de kleinere vliegtuigen) zijn naar verwachting ook in de wat verdere toekomst significante brandstofbesparingen en daarmee CO₂ reducties mogelijk

Door de constante ontwikkelingen kan worden gesteld dat elke volgende generatie vliegtuigen zo'n 15 à 25% zuiniger is dan zijn voorganger²⁸.

Elektrisch vliegen

Elektrisch vliegen is op dit moment enkel beschikbaar binnen de General Aviation, oftewel kleine luchtvaart. Er is nog geen groot aanbod voor dit soort vliegtuigen en wordt dus nog niet veel gebruikt. De verwachting is dat er de komende decennia steeds meer kleine elektrische vliegtuigen (1 tot 50 passagiers) zullen worden ontwikkeld met een nog zeer beperkte range en capaciteit. Regionale jets (het kleine segment van de commerciële luchtvaart) zal waarschijnlijk eerst uitgerust worden met hybride-elektrische systemen. Ontwikkelingen voor de grote vliegtypen zullen langer op zich laten wachten en zullen vooral bestaan uit more-electric. Bij more-electric kunnen verschillende pneumatische, hydraulische en mechanische vliegtuigsystemen worden geëlektrificeerd om zo het vliegtuig lichter te maken.

Een van de beperkende factoren voor elektrisch vliegen is het gewicht. Accu's hebben ten opzichte van kerosine een zeer groot gewicht voor de hoeveelheid energie die ze meedragen. Door onder andere de ontwikkelingen in de elektrische auto-industrie zijn batterijen steeds beter geworden en de verwachting is dat deze groei zal doorzetten, maar het is nog niet goed te voorspellen hoe snel deze ontwikkeling zal doorzetten. De vraag is hierbij wel of de te ontwikkelen batterijen op een duurzame wijze kunnen worden geproduceerd en geen grote impact hebben op het milieu.

Met de opkomst van kleine elektrische vliegtuigjes rijst tegelijkertijd de vraag of deze kunnen worden toegepast ter vervanging van wegvervoer (pakketbezorging, passagiersvervoer, etc.). Op dit moment zijn bedrijven als Airbus, Uber en Lilium bezig met de ontwikkeling van Urban Air Taxi's, deze verwachten allen binnen 10 jaar hun taxi's te kunnen verkopen. Of dit realistisch is valt op dit moment nog niet goed in te schatten. Voordat deze technologie beschikbaar komt zal er moeten worden onderzocht of dit op een veilige manier kan worden geïmplementeerd. Een andere belangrijke factor is het effect van deze technologie op de leefomgeving, in de vorm van geluidshinder en zicht(vervuiling)²⁹.

Alternatieve brandstoffen

De afgelopen jaren zijn er grote stappen gemaakt in de ontwikkeling van alternatieve brandstoffen anders dan kerosine uit aardolie. Een subgroep van alternatieve brandstoffen worden de *drop-in fuels* genoemd, deze kunnen zonder aanpassingen aan de motoren of systemen gebruikt worden in plaats van kerosine. Een drop-in fuel is niet intrinsiek schoner dan kerosine, maar er wordt veel onderzoek gedaan om alternatieve drop-in fuels te ontwikkelen die lage schadelijke uitstootwaarden hebben.

Biobrandstof is volgens de luchtvaartsector een voorziene optie als duurzame alternatieve brandstof om in de nabije toekomst substantieel bij te dragen aan de benodigde CO₂ reductie binnen de grote luchtvaart. Biobrandstof wordt gemaakt uit biomassa van gewassen. Tijdens het groeiproces onttrekken deze CO₂ uit de atmosfeer. Tijdens de verbranding komt de CO₂ weer vrij en begint de cyclus opnieuw. Echter doet CO₂ die op grote hoogte wordt uitgestoten er 100 jaar over voor het opnieuw kan worden ingevangen en blijft dus lange tijd aanwezig. Voor het produceren van biomassa en de uiteindelijke biobrandstof is in veel gevallen energie nodig, als deze energie niet van een duurzame bron afkomstig is wordt er geen CO₂-neutraliteit behaald.

Niet elke biobrandstof geeft een even grote CO₂ uitstoot. Het SWAFEA-onderzoek (*Sustainable Way for Alternative Fuel and Energy in Aviation*) in opdracht van de Europese Commissie geeft aan dat er 50% tot wel 90% reductie valt te behalen als het productiepad op de juiste manier wordt doorlopen³⁰.

Synthetische brandstoffen gemaakt met stroom uit hernieuwbare bronnen als zon en wind worden gezien als een oplossing voor de luchtvaart om bij te dragen aan de klimaatdoelstellingen van Parijs. De opgewekte stroom wordt gebruikt om waterstof te produceren door middel van elektrolyse. Waterstof kan anderzijds ook worden gewonnen uit andere processen als thermochemische productie of bijvoorbeeld uit aardgas. De waterstof die uit dit proces vrijkomt wordt gecombineerd met CO₂ om daar koolwaterstoffen uit te synthetiseren. Koolwaterstof kan vervolgens worden

29 Expert judgement NLR, 2019

30 SWAFEA, 2011

gebruikt om verschillende synthetische brandstoffen te produceren. Er zijn verschillende manieren om synthetische kerosine te maken, zoals gas to liquid (GTL), coal to liquid (CTL), power to liquid (PTL) en sun to liquid (STL). Uit deze voorbeelden kan PTL op de meest duurzame wijze worden geproduceerd. Om dit te waarborgen is het van belang dat de elektriciteit afkomstig is van duurzame bronnen en koolstofatomen worden hergebruikt of uit de lucht worden gehaald.

Alternatieve brandstoffen worden dus gezien als een middel tot verduurzaming van de luchtvaart, maar het wordt op dit moment nog niet op grote schaal geproduceerd. Dit betekent dat er niet genoeg brandstof beschikbaar is om alle mogelijke gebruikers te kunnen voorzien. Daarnaast zijn de brandstoffen duurder dan kerosine, wat de transitie niet bevordert. Om het gebruik te bevorderen zal er een schaalvergroting moeten plaatsvinden en zal het prijsverschil (natuurlijk of kunstmatig) moeten worden verkleind³¹. Mits de juiste maatregelen worden getroffen wordt de potentiële CO₂ reductie door biobrandstoffen geschat op 7% in 2030 en 26% in 2050. Voor synthetische brandstoffen wordt een reductie van 2% in 2030 en 63% in 2050 geschat³².

4.2 NO_x en waterdamp

De CO₂ en wateruitstoot van vliegtuigen neemt door de jaren heen af doordat vliegtuigen zuiniger worden. Dit komt voor een belangrijk deel door het toepassen van nieuwere motoren. Voor de NO_x uitstoot van motoren gaat de verlaging in emissies minder snel omdat gelijktijdig met de brandstof efficiencyverbetering de hoeveelheid uitgestoten NO_x per kg brandstof – door verhoging van ‘de motordrukverhouding’ – enigszins kan toenemen, zoals ook is toegestaan in de motorcertificatie standaards van ICAO. Voor motorfabrikanten ligt ‘hierin’ een behoorlijke uitdaging naar de toekomst toe. Synthetische brandstoffen kunnen worden geproduceerd met behulp van verschillende productieprocessen en vanuit verschillende bron. Net als bij biobrandstof is de hoeveelheid fijnstof emissies welke ontstaat bij verbranding van alternatieve brandstof, afhankelijk van het aromatengehalte, de waterstof/koolstof verhouding en andere aan de brandstof toegevoegde stoffen.

31 *Expert judgement NLR, 2019*

32 *RHDHV, 2019*

5 Natuur

Het aspect natuur valt uiteen in stilte en duisternis, de kwaliteit van natuurgebieden en soorten en verbondenheid en versnippering van gebieden. Hieronder worden de autonome trends en ontwikkelingen beschreven.

5.1 Stilte en duisternis

Verwacht wordt dat in het bebouwde gebied de geluidsbelasting langzaam, maar gestaag toeneemt. Ook de komende jaren zullen de niveaus van geluidbelasting blijven toenemen in stedelijk gebied. Hierdoor komt er extra druk te liggen op de aangewezen stiltegebieden, welke aan de randen van stedelijk gebied liggen. In de toekomst wordt verwacht dat de druk op stiltegebieden vanuit de luchtvaart in beginsel groter wordt door toename van het aantal vluchten. Anderzijds zullen vliegtuigen wel stiller worden. Door de druk van de verstedelijking, maar de afnemende druk van de luchtvaart is de verwachting dat het aantal aangewezen stiltegebieden gelijk blijft ten opzichte van de huidige situatie.

De bebouwde omgeving is de belangrijkste oorzaak van lichtvervuiling. De realisatie van Lelystad Airport tot een grotere regionale luchthaven is een ontwikkeling die voor extra lichtvervuiling kan zorgen³³. De lichtvervuiling is beperkt doordat Lelystad Airport in landelijk gebied met in de directe nabijheid geen gebieden met hoge natuurwaarden ligt en het aandeel van de luchtvaart in lichthinder klein is. Voor de overige luchthaven zijn geen uitbreidingen voorzien van de luchthaven. Het is de verwachting dat de luchtvaart niet voor een afname van het areaal van donkere gebieden zorgt in Nederland ten opzichte van de huidige situatie.

5.2 Kwetsbare natuurgebieden en soorten (kwaliteit)

Natura 2000-gebieden

Een belangrijk instrument om stikstofdepositie in natuurgebieden te verbeteren, is het Programma Aanpak Stikstof (PAS). Het Rijk en provincies zetten met het PAS in op natuurherstel en een dusdanige daling van stikstofdepositie. Op die manier zou er dan ruimte voor economische ontwikkeling nabij Natura2000 en NNN-gebieden ontstaan. Het PAS is echter door de Raad van State beoordeeld als onjuiste methode om toestemming te geven aan activiteiten die mogelijk schadelijk zijn voor gebieden als Natura2000 en NNN-gebieden³⁴. Projecten moeten nu andere methoden gebruiken om aan te tonen dat de activiteiten niet schadelijk zijn. Dit kan door middel van een passende beoordeling of een ADC-toets³⁵. Het streven is nog steeds dat de achtergronddepositie de komende jaren daalt. De daling van de stikstofdepositie resulteert ook in een daling van de verzurende effecten van stikstofdepositie. Door economische groei en bevolkingsgroei die gepaard gaan met meer verkeersbewegingen, productieprocessen en intensievere landbouw zal de druk op milieucondities blijven toenemen.

Natuur Netwerk Nederland

De provincies hebben de begrenzing van de gebieden die deel uitmaken van het Natuur Netwerk Nederland afgerond maar er moeten nog terreinen worden verworven en gerealiseerd. Hiervoor is vanuit het rijk jaarlijks 100 miljoen beschikbaar gesteld.

33 *Lelystad Airport, 2019*

34 *Raad van State, 2019*

35 *Met een passende beoordeling kan aangetoond worden dat een activiteit niet schadelijk is. Onderdeel hiervan is de ADC-toets die voor de activiteit de Alternatieven toetst, de Dwingende reden van openbaar belang aantoont en vooraf en tijdig Compenserende maatregelen treft (Stato 2019).*

Biodiversiteit

Een groot deel van de soorten kent nu een sterk negatieve trend. Het is de verwachting dat als gevolg van verdere schaalvergroting in de landbouw en verstedelijking en de toename van verkeer de milieudruk zal blijven toenemen en de negatieve trend met name in het agrarische gebied zich voortzet. Daadwerkelijke verbetering van de biodiversiteit is alleen haalbaar als fundamentele wijzigingen in het beleid worden doorgevoerd³⁶.

5.3 Verbondenheid/versnippering

Verdere realisatie van het Natuurnetwerk Nederland (NNN) een positieve bijdrage leveren aan het verbeteren van de ruimtelijke samenhang van natuurgebieden. Daarnaast is in 2018 het Meerjarenprogramma Ontsnippering (MJPO) afgerond en zijn lokale ecologische barrières in versnippering door bestaande rijksinfrastructuur opgeheven. Nieuwe infrastructuur in wordt in de toekomst ingepast binnen de wettelijke eisen.

Klimaatverandering

Door klimaatverandering is de noodzaak om de ruimtelijke samenhang van natuurgebieden op orde te hebben steeds groter. Klimaatverandering is door de stijgende zeespiegel, de toenemende kans op weersextremen (droogte/neerslag) en de stijgende temperatuur een bedreiging voor de biodiversiteit. Milieucondities veranderen en soorten moeten de gelegenheid hebben zich te verplaatsen naar locaties waar de milieucondities nog wel acceptabel zijn. Indien deze mogelijkheden er niet zijn vanwege een te beperkte ruimtelijke samenhang binnen en buiten natuurgebieden bestaat de kans dat populaties verdwijnen.

De huidige situatie voor verbondenheid is goed na afronding van MJPO. De effecten van klimaatverandering kan een druk op de ruimtelijke samenhang leggen, maar dit effect is nog onzeker. Daarnaast wordt de nadruk gelegd op uitbreiding van NNN-gebieden. In de autonome situatie blijft de situatie van verbondenheid goed.

36 United Nations, 2019

6 Landschap

Onder het aspect Landschap valt de indicator waardevolle landschappen. Gekeken wordt naar de verandering in areaal, beleving en de kwaliteit van waardevolle landschappen rondom de Nederlandse luchthavens.

Waardevolle landschappen

De trends en ontwikkelingen wat betreft het aspect landschap zijn beperkt. Naar verwachting vinden er weinig tot geen autonome veranderingen plaats die effect hebben op het landschap bij de Nederlandse luchthavens. Er zijn vrijwel geen ruimtelijke ontwikkelingen voorzien die het huidige landschap rondom de luchthavens zullen gaan aantasten. Alleen bij Schiphol is sprake van een ruimtereservering voor uitbreiding³⁷. Lelystad Airport ontwikkelt het omliggend netwerk³⁸. De meeste luchthavens worden echter niet uitgebreid^{39 40 41 42}. Hierdoor blijven de landschappelijke en cultuurhistorische kenmerken grotendeels onaangetaast.

Naast de uitbreiding van de luchthavens is het mobiliteitsnetwerk een belangrijke ontwikkeling en met name het railnetwerk⁴³. Het aantal reizigers op het spoor blijft groeien en de verwachting is dat dit aantal met 30 à 40% is gegroeid in 2030/2040. Hierbij is het verwachte toekomstbeeld dat nationaal een frequente en snelle verbinding ontwikkeld wordt⁴⁴. Internationaal worden stations verbonden met de HSL naar respectievelijk België/Frankrijk en Duitsland⁴⁵. Dit geeft inzicht op de ontwikkeling van het spoor in Nederland, welke voornamelijk geldt voor de regionale luchthavens⁴⁶. Voor de HSL zal de ontwikkeling met name bij Schiphol en Rotterdam The Hague Airport zijn⁴⁷. Specifieke locaties van uitbreidingen van het spoor moeten nog gemaakt worden. Om die reden is er onzekerheid hoe nieuwe spoorlijnen gaan lopen en of ze al dan niet landschappelijke of cultuurhistorische kenmerken doorsnijden. Er zijn in de toekomst geen ruimtelijke ontwikkelingen op de luchthavens (buiten de daarvoor bestemde ruimten) en er is onzekerheid over de locaties van de toekomstige uitbreiding/intensivering van de spoorlijnen. Om die redenen wordt ervan uitgegaan dat situatie niet wijzigt ten opzichte van de huidige situatie voor de landschappelijke en cultuurhistorische kenmerken.

De referentiesituatie geeft aan dat het aantal vliegtuigbewegingen voor Schiphol, Lelystad Airport en Eindhoven Airport groeit in 2030 en 2050. Dit heeft impact op de belevingswaarde, doordat meer vliegtuigen zichtbaar zijn in het landschap. Schiphol en Lelystad Airport liggen in een open landschap, waardoor dit een negatieve werking kan hebben op de belevingswaarde. Eindhoven Airport ligt in een bebost gebied, waardoor de groei minder effect heeft op de belevingswaarde dan bij de andere twee luchthavens. De verandering van de belevingswaarde in de referentiesituatie zit voornamelijk in de groei van het aantal vliegtuigbewegingen bij Schiphol, Lelystad Airport en Eindhoven Airport en niet zo zeer in veranderingen in het landschap door ruimtelijke ontwikkelingen. Deze ruimtelijke ontwikkelingen zijn beperkt in de referentiesituatie. Door met name de groei op de drie luchthavens heeft de referentiesituatie een risico op een negatief effect op de belevingswaarde bij Schiphol en Lelystad Airport.

37 *Provincie Noord-Holland, 2018*

38 *Provincie Flevoland, 2017*

39 *Provincie Zuid-Holland, 2019*

40 *Provincie Noord-Brabant, 2018*

41 *Provincie Limburg, 2014*

42 *Provincie Drenthe, 2018*

43 *Ministerie BZK, 2019*

44 *Treinreiziger, 2013*

45 *Rijksoverheid, 2019*

46 *NS, 2019*

47 *RHDHV, 2018*

7 Economie

Economie valt uiteen in werkgelegenheid en verdienvermogen. Hieronder worden kort de trends en ontwikkelingen beschouwd.

Voor de economische indicatoren werkgelegenheid en verdienvermogen is het zeer complex om de trends en ontwikkelingen te beschrijven. Er moet namelijk een breed aspect van economische variabelen en van specifieke luchtvaart gerelateerde variabelen beschreven worden. Bij economische variabelen is te denken aan gemiddelde groei die gekoppeld is aan internationale handel en economie, de ontwikkeling van de Europese markt, de ontwikkeling van de arbeidsproductiviteit, de ontwikkeling van technologie en *Artificial Intelligence* (AI). Luchtvaart specifieke variabelen zijn de groei van de vraag naar luchtvaart op mondiale (inter)nationale en mondiale schaal en groei van de internationale sectoren in Nederland. Er is dus een breed scala aan variabelen. Eén autonome ontwikkeling voor elke indicator is om deze reden niet uit te werken.

Verhouding tussen vraag en aanbod

Voor de economie is de verhouding tussen vraag en aanbod van belang. Om die reden is het aanbod is voor de luchtvaart uitgedrukt in het aantal vliegbewegingen per luchthaven (de zogenaamde plafondwaarden). Voor de vraag is uitgegaan van WLO-laag. De aantallen zijn opgenomen in de tabel hieronder.

	WLO-laag 2030 restricted	Plafondwaarden 2030	WLO-laag 2050 restricted	Plafondwaarden 2050
Schiphol	580.000	630.000	717.000	731.000
Lelystad Airport	25.000	25.000	25.000	45.000
Eindhoven Airport	40.920	43.000	48.270	43.000
Rotterdam The Hague Airport	17.550	22.000	20.270	25.000
Maastricht Aachen Airport	4.750	17.500	6.270	17.500
Groningen Airport Eelde	4.460	17.500	5.800	17.500

De ontwikkeling van de vraag naar vliegbewegingen hangt nauw samen met het aanbod. Hierbij is de huidige situatie dat het aanbod van vliegtuigstoelen sneller gegroeid is dan de passagiersvraag naar vliegtuigstoelen. Dit leidt tot meer aanbod dan vraag. Hierdoor worden de vliegticketprijzen in een neerwaartse richting gedrukt. In mei 2019 is namelijk een ticketprijzdaling van 9% te zien ten opzichte van mei 2017. Deze daling kan met nog een 2% doorzetten. De dalende trend is ook te zien in de bezettingsgraad. Hoewel de bezettingsgraad toe nam in de periode 2013-2018, respectievelijk 79,6% en 81,9%, lijkt dit voor de komende jaren af te vlakken.

In de toekomst houdt het aanbod een redelijk gelijke tred met de vraag tot 2030. Na 2030 kunnen er wel scenario's gaan optreden waar de vraag het aanbod overtreft. Wanneer het aanbod zich trendmatig ontwikkelt in lijn met de vraag, dan zal er op hoofdlijn een gematigde ontwikkeling te zien zijn van de vliegticketprijs. Richting 2050 is er wel een verdere stijging van de vliegticketprijs te zien. In sommige gevallen zal het aanbod niet altijd voldoende zijn om in de vraag te voorzien. Dit zal de prijs dan in opwaartse richting duwen. In het PlanMER is verder ingegaan op de werkgelegenheid en het verdienvermogen van de luchtvaart.

8 Mobiliteit/bereikbaarheid

In deze paragraaf is ingegaan op de ontwikkelingen en trends voor de verschillende modaliteiten, bereikbaarheid, netwerkqualiteit, connectiviteit en vestigingslocaties ten gevolge van de autonome ontwikkeling en voortzetting van het huidige beleid.

8.1 Modaliteiten

Het aantal passagiers op Schiphol ontwikkelt zich autonoom aan de hand van het aantal vliegtuigbewegingen. Dat betekent dat er in 2030 circa 79 miljoen passagiers van, naar en via Schiphol reizen en circa 95 miljoen in 2050.

Op Schiphol blijft de verhouding Transfer en O-D passagiers⁴⁸ gelijk. Het zakelijke segment neemt wel toe ten opzichte van de Leisure vluchten op Schiphol. Bij de regionale luchthavens is een geleidelijke groei van O-D passagiers te zien, welke voornamelijk Leisure bestemmingen hebben. Lelystad Airport springt eruit, want hier is een forse groei van O-D passagiers met Leisurebestemmingen te zien in 2030 en 2050.

De totale vrachtvraag op Schiphol gaat met meer dan 100% omhoog; van 1,7 miljoen ton naar 3,4/3,7 miljoen ton in 2050. Daarbij blijft de Belly capaciteit toenemen, want deze loopt parallel aan de parallel aan de groei van het aantal vliegtuigbewegingen. De Belly capaciteit groeit met 30 tot 40% in 2050. Deze groei kan mogelijk meer worden wanneer de omvang van vliegtuigen toeneemt, of load factor verder kan worden verhoogd. Om totale vrachtvraag in 2050 te accommoderen is ook een groei nodig van het aantal Full Freighter-bewegingen. Uitgaande van de 3% van het totaal in 2018 en de 100% groei van het volume zou het in 2050 gaan om tussen de 20.000 en 30.000 Full Freighter-bewegingen. Dit is mogelijk als er op basis van selectiviteit (VVR) Full Freighter slots aangewezen kunnen worden. De vrachtvolumes op de regionale luchthavens blijft te laag om van betekenis te zijn. Op Maastricht Aachen Airport is een beperkte groei in het vrachtvolume.

Gegeven het feit dat het aantal vliegtuigbewegingen en aantal passagiers op Schiphol significant toenemen, is het noodzakelijk dat de capaciteit van de multimodale vervoersknoop Schiphol na 2030 wordt uitgebreid voor zowel het OV, als voor de auto. Ondanks de uitbreiding voor beide modaliteiten is de verwachting richting 2030 dat het aandeel OV verder toeneemt. Het aandeel auto zal naar verwachting afnemen⁴⁹.

Internationale railinfrastructuur

Er bestaan nog geen definitieve plannen om de internationale railinfrastructuur van/ naar het buitenland aan te passen. Het aanbod van internationale treinreizen die korter duren dan 6 uur, wordt de komende jaren wel uitgebreid, vooral door het beter benutten van de bestaande infrastructuur. In het toekomstbeeld OV wordt bijvoorbeeld ingezet op een uitbreiding naar 32 treinen per dag op Londen/Parijs internationale treinen. Het KiM heeft het maximale potentieel voor substitutie naar spoor, op basis van het beter benutten van de bestaande infrastructuur bepaald op ca. 1,9 tot 3,7 miljoen passagiers (12.000 tot 25.000 vluchten per jaar)⁵⁰. Een verdere groei en daarmee grootschaliger substitutie van vliegen naar de trein is echter afhankelijk van investeringen in rail en vooral extra stations capaciteit (op Schiphol), waarover op dit moment nog geen harde afspraken zijn gemaakt. Zonder deze infrastructuur en stations-aanpassingen zal een omslag van vliegverkeer naar treinverkeer in de toekomst relatief beperkt blijven. In 2030 en 2050 wordt geen modal shift voorzien voor (lucht-)vrachtvervoer. Zonder investeringen in specifieke infrastructuur hiervoor (bijvoorbeeld een HST Cargo terminal) zijn de kosten voor extra transport en overslag naar spoor te hoog in verhouding tot de huidige transportketen (luchtvracht wordt in Europa voor een groot deel per truck vervoerd).

48 *Origin-Destination passagier; passagier met een bepaalde luchthaven als vertrek- of aankomstpunt. Ook omschreven als opstappende reiziger (Schiphol Group, 2017).*

49 *Schiphol Group, 2018*

50 *KiM, 2018*

Resultaat

In de autonome situatie zijn vier trends voor de indicator modaliteiten te zien:

- een geleidelijke groei van het aantal passagiers op Schiphol en de regionale luchthavens;
- een mogelijk sterke groei van vrachtvolumes (maar de markt is volatiel);;
- in het landzijdige vervoer neemt het aandeel OV toe t in relatie tot de auto, en;
- de omslag van vliegvervoer naar treinvervoer is nog relatief bescheiden van omvang en wordt voorlopig beperkt tot het beter benutten van bestaande infrastructuur

8.2 Bereikbaarheid/Connectiviteit/Netwerkkwaliteit

In de toekomst is de verwachting dat het aanbod van Schiphol gelijke tred houdt met de groei van de vraag. Dit biedt perspectief aan marktpartijen om huidig aantal directe bestemmingen en frequentie (directe vluchten per week) te borgen. In de autonome situatie zullen binnen het netwerk natuurlijke verschuivingen optreden op basis van marktvraag en ontwikkelingen aan de aanbodzijde. Door vele variabelen en hoge onzekerheid kan er geen richting aan de verschuivingen gegeven worden.

De totale vrachtvraag op Schiphol gaat met meer dan 100% omhoog; van 1,7 miljoen ton naar 3,4/3,7 miljoen ton in 2050. Door de voorziene groei in Belly capaciteit en Full Freighters (zie indicator Modaliteiten) en een groei in het aanbod op Schiphol kan het vrachtvervoer groeien. Niet alleen in volume, maar ook in het aantal bestemmingen. De groei zal voornamelijk het aandeel van de bestaande bestemmingen versterken. Op Maastricht Aachen Airport is een beperkte groei in het vrachtvolume, waardoor ook geen nieuwe bestemmingen qua vrachtvervoer verwacht worden.

Het aantal passagiers en het vrachtvolume groeit in de autonome situatie. Dit leidt tot een groter volume naar de bestaande bestemmingen. Er zullen wel natuurlijke verschuivingen plaatsvinden, maar er is onzekerheid over welke bestemmingen dat zijn. In de autonome situatie neemt het aantal bestemmingen niet toe, maar de frequentie kan wellicht wel toenemen ten opzichte van de huidige situatie. Overall is er een toenemende trend te zien.

8.3 Vestigingslocaties bedrijven

Schiphol kende in 2018 327 directe bestemmingen en 4.861 directe vluchten per week⁵¹. In de toekomst (2030 en 2050) zullen internationale relaties van nu niet statisch zijn, maar dynamisch. Flexibiliteit en het vermogen om zich aan te passen is dus van belang voor bedrijven. De bedrijven moeten bijvoorbeeld de mogelijkheid hebben om te sturen op het netwerk en de keuze voor bestemmingen. Daarnaast moet er ook ruimte zijn voor marktpartijen om in te spelen op de gewijzigde vraag. Schiphol groeit qua passagiers en vrachtvolume, zodat de connectiviteit toeneemt. In de referentiesituatie zullen bedrijven zich blijven of gaan vestigen op of rondom Schiphol. Dit duidt een toenemende trend aan ten opzichte van de huidige situatie.

51 Schiphol Group, 2018

9 Welzijn

Hieronder worden de trends en ontwikkelingen voor welzijn geschetst. Bij welzijn wordt onderscheid gemaakt in publieke toegankelijkheid en rechtvaardigheid.

9.1 Publieke toegankelijkheid luchtvaart

In de toekomst wordt vliegbelasting ingevoerd en zal geïnvesteerd worden in duurzame brandstoffen en elektrisch vliegen. Dit zal een prijsopdrijvend effect hebben op vliegtickets. Concreet houdt dit in dat een vliegtax van €7,- euro per vertrekkende passagier wordt gerekend.

Daarmee is het waarschijnlijk dat de ticketprijs in enige mate harder stijgt dan het algemeen prijspeil en het modaal inkomen. Met de genoemde vliegtax blijft de gemiddelde ticketprijs afgerond echter op 0,6% van een modaal inkomen. Uit onderzoek van CE Delft blijkt evenwel dat 1 tot 3% van de reizigers voor een alternatief zal kiezen (niet reizen, ander vervoersmiddel of andere vertrekluclhavens)⁵². Een relatief groot aandeel van dit percentage heeft betrekking op recreatieve reizigers. Het relatief lage percentage substitutie komt omdat de huidige beperkingen van treinreizen (zoals beperkt netwerk en bestemmingen, reistijd en hogere prijs) niet worden opgelost.

Geconcludeerd wordt dat het effect van een heffing in de vorm van vliegtax er niet voor zorgt dat de luchtvaart daarmee voor het publiek in de toekomst niet substantieel meer of minder toegankelijk wordt dan nu het geval is.

9.2 Rechtvaardigheid

Onder dit criterium wordt beschouwd hoe de lusten en de lasten van luchtvaart verdeeld zijn over vier verschillende groepen:

- bedrijven,
- direct omwonenden,
- regionaal omwonenden
- en algemene Nederlandse bevolking.

Hoewel er geen objectief oordeel te geven is over de rechtvaardigheid van de verdeling van lusten en lasten, kunnen wel trends of richtingen worden aangegeven. Op basis van de te verwachten autonome ontwikkelingen en de factoren die van invloed zijn op de verdeling tussen lusten en lasten, zal onderstaand beeld kunnen ontstaan.

Analyse per groep:

- **Bedrijven:** Als gevolg van het voorzetten van het huidige beleid valt in algemene zin een positief effect op de omzet en bereikbaarheid van bedrijven te verwachten. Richting 2050 is er de verwachting dat zowel de direct luchthaven gebonden als de indirect luchthaven gerelateerde toegevoegde waarde zal toenemen; zo'n 30 tot 40%. De maatregelen hebben naar verwachting geen invloed op de overige factoren die de verhouding van lusten en lasten tussen bedrijven en andere groepen beïnvloed.
- **Direct omwonenden:** Als gevolg van het voorzetten van het huidige beleid valt te verwachten dat de hinder van Schiphol beperkt wordt en grote bevolkingsconcentraties zoveel mogelijk ontzien worden, mogelijk ten koste van direct omwonenden. Voor direct omwonenden wordt een programma opgetuigd waarmee het leefklimaat kan worden verbeterd. In combinatie met de verwachte groei van Schiphol betekent dit dat er per saldo voor de direct omwonenden van Schiphol niet of nauwelijks een verlichting van de hinder. De groei aan werkgelegenheid en bereikbaarheid komt slechts ten dele ten gunste aan de direct omwonenden van Schiphol. Direct omwonenden van Lelystad airport zullen in relevante mate meer hinder gaan ervaren van luchtvaart. Gezien het hoofdzakelijk agrarische karakter van de omgeving zal een toegenomen bereikbaarheid slechts in zeer beperkte mate als lust beschouwd kunnen worden.

52 CE Delft, 2019

- **Regionaal omwonenden:** Door de verwachte ontwikkelingen valt te verwachten dat de hinder van Schiphol beperkt wordt en grote bevolkingsconcentraties zoveel mogelijk ontzien worden. Ditzelfde geldt voor de groei op Lelystad airport. Aangenomen mag worden dat dit positief uitwerkt voor een grote meerderheid van de regionaal omwonenden. De beperkte groei aan werkgelegenheid en bereikbaarheid komt grotendeels ten goede aan de regionaal omwonenden.
- **Algemene Nederlandse bevolking:** Als gevolg van het voorgenomen autonome beleid valt te verwachten dat de bijdrage aan de nationale economie zal toenemen. Verder zal de bereikbaarheid van Nederland en andere landen verbeteren en mag een reductie van klimaatlast verondersteld worden. De trends en ontwikkelingen hebben verder tot gevolg dat een deel van inkomsten uit de luchtvaart vanuit bedrijven terugvloeien naar het algemeen belang in de vorm van middelen om de klimaatlasten te verminderen.

Uit de analyse blijkt de verdeling van lusten en lasten tussen verschillende groepen voor direct omwonenden in de toekomst waarschijnlijk minder gunstig wordt. Voor de regionaal omwonenden verbeterd de verdeling tussen lusten en lasten.

10 Ruimte

Onder het aspect Ruimte vallen de indicatoren ontwikkelingsmogelijkheden voor toekomstige functies (geluidsgevoelige objecten, (beperkt) kwetsbare objecten en hoogbouw) en ruimtebeslag. Hieronder worden trends en ontwikkelingen geschetst.

10.1 Ontwikkelmogelijkheden voor toekomstige functies

De bevolking en het aantal huishoudens in Nederland zal de komende decennia fors toenemen. In de komende decennia zal het aantal gezinnen naar verwachting stabiel blijven, maar vooral het aantal (en aandeel) eenpersoonshuishoudens zal sterk toenemen. Deze huishoudens willen allemaal ergens wonen en de druk op de Randstad en stedelijke woningmarkten is en blijft hierbij het grootst⁵³. De woningvoorraad groeit tot aan 2050, maar in de jaren tot 2040 sterker dan daarna. De druk op de ruimte stijgt, waarbij regionale verschillende aanwezig zijn.

Om in de toekomst levensvatbaar te blijven, moet ook de jongere bevolking een huis kunnen vinden en moeten scholen, kinderopvang en andere maatschappelijke voorzieningen een goede plek kunnen krijgen. Door beperkingen op de herontwikkelingsmogelijkheden van bijvoorbeeld kassen (in Rijsenhout, nabij Schiphol⁵⁴), staat de ruimtelijke kwaliteit en leefbaarheid onder druk. Er is vraag naar woningbouw, maar deze kan door de ruimtelijke beperkingen die luchthavens opleggen niet gerealiseerd worden.

Woningbouw rondom Schiphol

De woningbouwplannen buiten bestaand stedelijk gebied worden beperkt door de (geluids)contouren van Schiphol. Door de ontheffingsregeling van het LIB uit 2018 worden er de komende jaren ongeveer 6.000 nieuwe woningen in het LIB-4 gebied gebouwd en bijna 28.000 nieuwe woningen binnen het 20 Ke-contour gebied⁵⁵. Dit is een klein aandeel van de benodigde woningvoorraad in de Metropoolregio Amsterdam. Een gebrek aan woningbouw (en voorzieningen) kan ertoe leiden dat de ruimtelijke kwaliteit onder druk staat, 'verrommeling' ontstaat en mensen wegtrekken, voornamelijk in de kleinere dorpen rondom Schiphol (Abbenes, Rijsenhout, Zwanenburg, Vijfhuizen). De totale bruto plancapaciteit (harde en zachte plancapaciteit) staat op 297.000 woningen en zou nagenoeg voldoende moeten zijn om tot 2040 aan de woningvraag te kunnen voldoen. Mits de zachte plancapaciteit omgezet kan worden in harde plancapaciteit.

Schiphol ligt tussen steden waar een sterke woningbouwbehoefte is: Amsterdam, Zaandam en Haarlem. Voor de overige luchthavens is de beperking op de ontwikkelmogelijkheden in de huidige en autonome situatie minder groot. Dit komt omdat in vergelijking met Schiphol deze luchthavens minder start- en landingsbanen en minder vliegroutes hebben. Daarnaast liggen de meeste luchthavens ook in landelijk gebied waar minder bebouwing en woningbouwbehoefte aanwezig is. Bij de luchthavens Eindhoven Airport en Lelystad Airport zijn woningbouwplannen opgesteld, waar woningbouwlocaties binnen de 20Ke-zone komen te liggen. Deze zone heeft geen wettelijke status, maar komt overeen met 48Lden⁵⁶.

53 PBL, 2019

54 Gemeente Haarlemmermeer, 2019

55 Natuur & Milieufederatie Noord-Holland, 2018

56 PBL, 2019

Woningbouw bij regionale luchthavens

Ook regionale burgerluchthavens hebben geluidscontouren vastgelegd in luchthavenbesluiten in de vorm van handhavingpunten met grenswaarden bij de baan koppen en op of nabij de 56 dB(A) Lden-geluidscontour in de bebouwde omgeving. Ook binnen deze geluidscontouren gelden ruimtelijke beperkingen. Grootchalige nieuwbouw van woningen en andere geluidgevoelige objecten zijn binnen deze geluidscontouren van de omgeving Rotterdam en Eindhoven (en in minder mate Maastricht) beperkt door de aanwezigheid van de luchthaven. Tevens zijn ook Rotterdam en Eindhoven de gebieden waar een grote behoefte bestaat aan woningen en de plancapaciteit achterblijft ⁵⁷.

Geluid

Tussen 2018 en 2030 nemen de aantallen vliegtuigbewegingen toe. Voor Schiphol blijven de geluidscontouren nagenoeg gelijk door de 50-50 regel en schoner/stiller vliegen, ondanks een toename van de vliegtuigbewegingen. Maar rondom Maastricht-Aachen Airport en Groningen Airport wordt wel een toename van de geluidscontouren verwacht. Dit betekent een afname van ontwikkelmogelijkheden voor geluidgevoelige objecten, waaronder woningen, tot 2030. Door de geluidcontouren van de luchthavens wordt de ruimte voor uitbreiding van woningbouw rondom luchthavens beperkt. Dit speelt met name bij gebieden nabij woonkernen, zoals Maastricht en Groningen. In 2050 zorgen ontwikkelingen als elektrisch vliegen binnen 500 kilometer er voor dat er een afname is van de geluidscontouropervlakte, met uitzondering van Groningen en Maastricht.

Veiligheid

Het autonoom veiliger worden van vliegtuigen heeft een effect op de externe veiligheidscontouren van de verschillende luchthavens. Voor Schiphol en de regionale luchthavens Eindhoven, Groningen-Eelde, Rotterdam-The Hague en Maastricht betekent dit een afname van de risicocontouren in 2030 (uitgezonderd Eindhoven) en 2050.

Autonoom resultaat

In 2030 wordt een negatieve trend verwacht ten opzichte van de huidige situatie, omdat er een toenemende woningbehoefte bestaat tot 2040 en ontwikkelmogelijkheden afnemen (ruimtedruk), maar ruimtelijke beperkingen van de luchthavens niet of nauwelijks verminderen t.a.v. geluidsgevoelige objecten. De toename van ontwikkelmogelijkheden door de afname van geluidscontouren en veiligheidscontouren richting 2050, wordt naar verwachting direct ingevuld met plancapaciteit voor woningbouw in de omgeving van Schiphol, Eindhoven Airport en Rotterdam-The Hague Airport.

Lelystad Airport

Binnen een aantal jaar gaat Lelystad Airport open voor vakantievluchten binnen Europa en andere bestemmingen rond de Middellandse Zee ⁵⁸. In de omgeving van Lelystad ontstaan omvangrijkere beperkingsgebieden (geluid en externe veiligheid) voor ruimtelijke ontwikkelingen. Deze hebben, absoluut gezien, echter minder invloed op de ontwikkelmogelijkheden voor toekomstige functies, gezien de minder stedelijke ligging van Lelystad Airport in vergelijking met Schiphol, Rotterdam-The Hague Airport of Eindhoven Airport.

Hoogbouw

Uitgangspunt binnen de ruimtelijke ontwikkeling is een verdergaande verdichting binnen het bestaande stedelijke gebied. De maximale bouwhoogtes rondom luchthavens vormen een beperking op de verdichting van bestaand stedelijk gebied. Bij de groei en wijziging van het aantal vliegroutes

57 Provincie Zuid-Holland, 2018

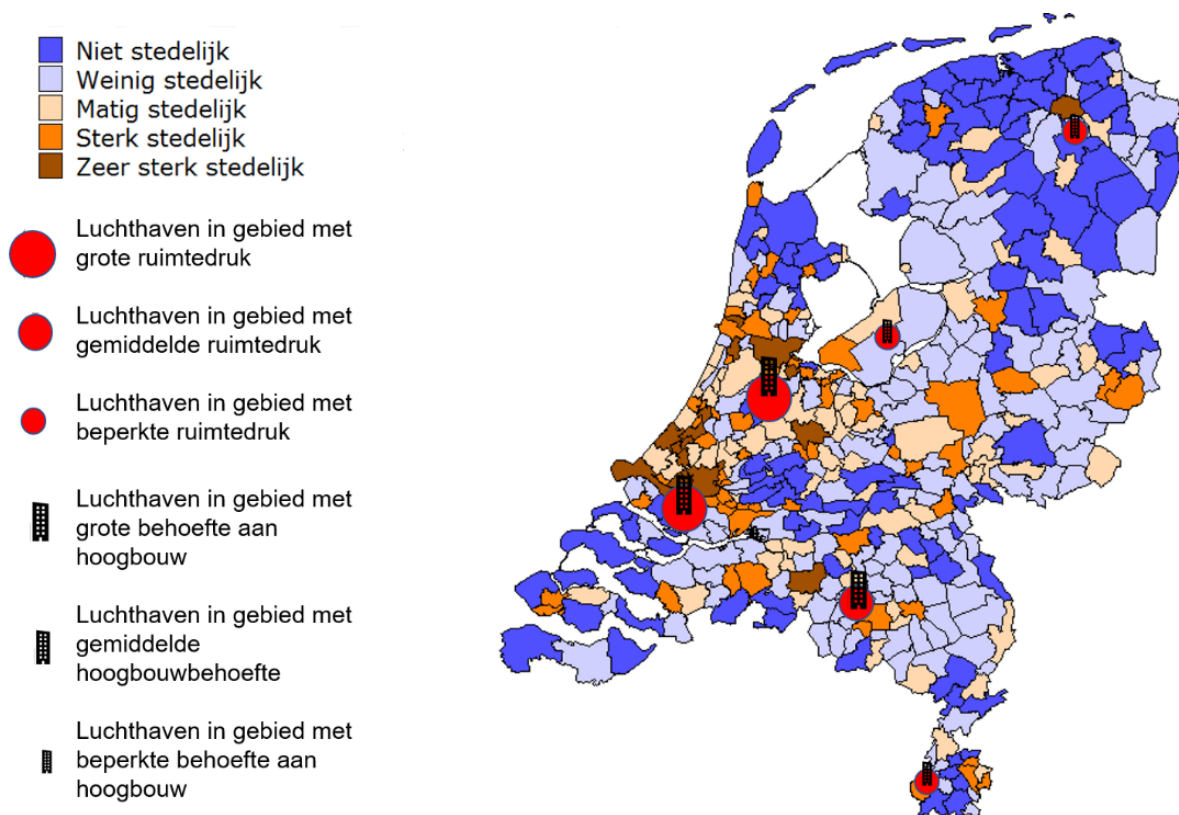
58 De geplande opening in 2020 wordt niet gehaald door meerdere factoren, waaronder het vervallen van het PAS.

per luchthaven breiden ook de obstakelvlakken uit. Dit geeft een grotere beperking voor hoogbouw (en windturbines) rondom de luchthaven. Voornamelijk in sterk verstedelijkte gebieden met een hoge ruimtedruk, kunnen de ruimtelijke en hoogtebeperkingen die de luchthavens opleggen de ontwikkelruimte beperken. Dit geldt vooral voor Schiphol, Rotterdam-The Hague Airport en Eindhoven Airport.

In de toekomst is er vooral ontwikkeling op het gebied van elektrificatie, waardoor meer hoogspanningsmasten benodigd zijn. Rondom civiele luchthavens zijn er voorwaarden voor hoogspanningsmasten. De benodigde hoogspanningsmasten en de beperkte ruimte rondom luchthavens hiervoor kan in de toekomst met elkaar botsen.

Op onderstaande kaart is de autonome situatie grafisch weergegeven voor de ontwikkelmogelijkheden die bestaan voor toekomstige functies in relatie tot de aanwezigheid van luchthavens:

- Mate van verstedelijking
- Mate van ruimtedruk
- Mate van behoefte aan hoogbouw (afgeleid van ruimtedruk en verstedelijkingsgraad)⁵⁹



Hoe meer verstedelijkt het gebied, hoe groter in principe de ruimtedruk en hoe groter de behoefte aan hoogbouw (niet gerelateerd aan windturbines). De behoefte aan hoogbouw voor windturbines bestaat voornamelijk in landelijke gebieden, vrij van obstakels en niet nabij kwetsbare objecten (woonwijken, kantoortorens). Definitieve locaties voor windturbines worden uitgewerkt op basis van de Regionale Energie Strategieën.

10.2 Ruimtebeslag

In het algemeen geldt dat wanneer luchthavens tegen hun fysieke capaciteitsgrenzen lopen, deze grenzen in de praktijk veelal kunnen worden opgerekt. Dit kan zonder dat de baaninfrastructuur hoeft worden uitgebreid of fysieke uitbreidingsruimte noodzakelijk is buiten het huidige luchthavengebied. De vraag in 2030 kan in de huidige capaciteit op Schiphol opgevangen worden (zie indicator 'Economie en Mobiliteit').

59 Onder hoogbouw worden hier geen windturbines of hoogspanningsmasten bedoeld, maar enkel hoogbouw t.b.v. woningbouw.

Voor Schiphol zijn ruimtereserveringen gemaakt voor een parallelle start- en landingsbaan aan de huidige Kaagbaan, voor ontwikkeling kantoren en voorzieningen in gebied de Elzenhof, voor nieuwe opstelplaatsen op Schiphol-Noordwest en voor ontwikkeling van een tweede terminal. In de autonome situatie kunnen deze ontwikkelingen fysiek op Schiphol ingepast worden: er is een ruimtereservering gemaakt. Een knelpunt is echter dat hiervoor ook nog een omlegging van de provinciale weg (N201) noodzakelijk is. Tevens kan de railinfrastructuur niet uitgebreid worden binnen het huidige areaal. Op en rondom Schiphol is daar geen ruimte meer voor beschikbaar. De railinfrastructuur moet verbeterd worden ten behoeve van het groeiende aantal reizigers.

Bij de overige luchthavens passen de toekomstige ontwikkelingen binnen de huidige grenzen van het luchthavengebied of er zijn al ruimtereserveringen gemaakt voor deze ontwikkelingen.

11 Bijlagen

In dit gedeelte vindt u een bronnenlijst en afkortingenlijst.

11.1 Bronnenlijst

Alle bronnen zijn geraadpleegd in de periode tussen mei 2019 en november 2019. Voor de toegankelijkheid en bereikbaarheid van de geraadpleegde websites kan geen garantie worden gegeven.

ANIMA Project, 2019, ANIMA Project. [Weblink](#)

Bergmans D.H.T., H.M.M. van der Wal en H.W. Veerbeek, 2017, Technische mogelijkheden van 'Flitspalen' voor vliegtuigen rond.

CE Delft, 2018, Beoordeling Slim én Duurzaam. [Weblink](#)

CE DELFT, 2019, Het economisch belang van luchtvaart. [Weblink](#)

CleanSky, 2017, Clean Sky 2 Joint Undertaking. Development plan. [Weblink](#)

Derei, J., R.H. Hogenhuis, A. Hoolhorst, H.W. Veerbeek en L.J.P. Speijker, 2019, Kennis ten behoeve van de Luchtvaartnota. [Weblink](#)

EASA, 2019, European Aviation Environmental Report. [Weblink](#)

EASA, 2019, Noise. [Weblink](#)

Eurocontrol, 2019, European aviation environmental report 2019. [Weblink](#)

FORUM AE, 2017, Alternative fuels – Final Conference Paris.

Gemeente Haarlemmermeer, 2019, 'Wanneer kunnen we nou eens woningen bouwen in Rijsenhout'. [Weblink](#)

Hogenhuis R.H., 2013, Validatie van geluidreductie Geilenkirchen. Beschrijving en uitkomsten van validatie met behulp van metingen.

Hogenhuis R.H. en S.J. Heblj, 2018, Trendvalidatie van Doc.29 berekeningen. [Weblink](#)

KiM, 2018, Substitutiemogelijkheden van luchtvaart naar spoor. [Weblink](#)

Lelystad Airport, 2019, Statement Lelystad Airport opening april 2020. [Weblink](#)

LBBL, 2018, Inbreng Luchtvaartnota 2020-2050. [Weblink](#)

Lilium, 2019, Hoofdpagina website. [Weblink](#)

Manders, T. en C. Kool, 2015, Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's. Den Haag: CPB/PBL.

Ministerie BZK, 2019, Ontwerp Nationale Omgevingsvisie. [Weblink](#)

Ministerie IenM, 2016, Kamerbrief Wonen en vliegen in de regio Schiphol. [Weblink](#)

Natuur en Milieufederatie Noord-Holland, 2018, Woningbouwopgave rondom Schiphol. [Weblink](#)

NLR, 2018, Integrale veiligheidsanalyse Schiphol. [Weblink](#)

NS, 2019, Vervoerplan NS 2019. [Weblink](#)

OVV, 2017, Veiligheid vliegverkeer Schiphol. [Weblink](#)

PBL, 2018, Ontwikkeling luchtvaart en CO₂-emissies in Nederland. [Weblink](#)

PBL, 2019, Parijsakkoord en Luchtvaart. [Weblink](#)

PBL, 2019, Transitie, ruimteclaims en landschap. [Weblink](#)

Provincie Drenthe, 2018, Omgevingsvisie Provincie Drenthe. [Weblink](#)

Provincie Flevoland, 2017, Omgevingsvisie Flevoland: Samen maken we Flevoland. [Weblink](#)

Provincie Limburg, 2014, Provinciaal Omgevingsplan (POL) 2014: Voor de Kwaliteit van Limburg. [Weblink](#)

Provincie Noord-Brabant, 2018, Omgevingsvisie Plan-MER. [Weblink](#)

Provincie Noord-Holland, 2018, Omgevingsvisie NH2050. [Weblink](#)

Provincie Zuid-Holland, 2018, Woonbarometer 2018. [Weblink](#)

Provincie Zuid-Holland, 2019, Omgevingsvisie: omgevingsbeleid Zuid-Holland. [Weblink](#)

Raad van State, 2019, PAS mag niet als toestemmingsbasis voor activiteiten worden gebruikt. [Weblink](#)

RHDHV, 2018, Vergelijk vliegen met treinreizen voor korte afstanden. [Weblink](#)

RHDHV, 2019, Emissiereductiepotentieel in de Nederlandse Luchtvaart. [Weblink](#)

RIVM, 2017, Luchtkwaliteit. [Weblink](#)

Rijksoverheid, 2018, Kamerbrief 'Meten van vliegtuiggeluid en reactie op de evaluatie van de Regiegroep Belevingsvlucht'. Kenmerk ENW/BSK-2018/220597. [Weblink](#)

Rijksoverheid, 2019, Contouren Toekomstbeeld OV 2040. [Weblink](#)

Schiphol Group, 2017, Schiphol Jaarplan 2017 - Begrippenlijst. [Weblink](#)

Schiphol Group, 2018, Jaarverslag 2018. [Weblink](#)

Staro, 2019, Passende beoordeling. [Weblink](#)

SWAFEA, 2011, Sustainable Way for Alternative Fuels and Energy in Aviation – Final Report. [Weblink](#)

Treinreiziger, 2013, Vanaf 2021 pas snelle treinen voor HSL en andere trajecten. [Weblink](#)

United Nations, 2019, UN Report: Nature's Dangerous Decline 'Unprecedented'; Species Extinction Rates 'Accelerating'. [Weblink](#)

Volocopter, 2019, Hoofdpagina website. [Weblink](#)

11.2 Afkortingenlijst

Afkorting	Betekenis
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
AloSP	Acceptable Level of Safety Performance
CANSO	Luchtverkeersleidingsorganisaties
CAST	Commercial Aviation Safety Team
COx	Koolstofdioxide; emissie
CPB	Centraal Planbureau
CTL	<i>Coal to liquid</i> ; productieproces
GTL	(syn)gas to liquid; productieproces
HC	<i>Hydrocarbons</i> ; koolwaterstoffen
IATA	Luchtvaartmaatschappijen
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> ; Internationale Burgerluchtvaartorganisatie
ISMS	Integraal safety management system
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LBBL	Landelijk Burgerberaad Luchtvaart
LIB	Luchthavenindelingbesluit
Ministerie BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Ministerie van IenM	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Ministerie van IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
MJPO	Meerjarenprogramma Ontsnippering
NLR	Nederlands Luchtvaart- en Ruimtecentrum
NOx	Stikstofdioxide
OVV	Onderzoeksraad voor de Veiligheid
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PlanMER	Milieueffectrapport
PMx	PM10: fijnstof; PM2,5: ultrafijnstof
PTL	Power to liquid; productieproces
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SSP	State Safety Programme
STL	<i>Sun to liquid</i> ; productieproces
SWAFEA	Sustainable Way for Alternative Fuel and Energy in Aviation
WLO	Welvaart en Leefomgeving