Samenvatting

De luchtvaart zal de komende decennia naar verwachting wereldwijd blijven groeien. Autonome efficiëntieverbetering, waarbij door continue vlootvernieuwing steeds betere conventionele technologie wordt ingezet, kan niet voorkomen dat de CO_2-uitstoot van de luchtvaart zal toenemen.

Om de CO_2-uitstoot van de luchtvaart te laten dalen en wereldwijde ambities voor CO_2-reductie door de luchtvaart in 2050 te halen, zijn aanvullende technische- en operationele reductieopties nodig, waaronder grootschalige inzet van duurzame biokerosine. Er zijn vanwege diverse belemmeringen echter grote onzekerheden rondom de haalbaarheid van het volledige reductiepotentieel van de aanvullende reductieopties. Mochten belemmeringen niet overwonnen kunnen worden dan zullen, om ambities te halen, mogelijk ook aanvullende maatregelen nodig zijn die aangrijpen op de groei van het vliegverkeer.

De overheid heeft verschillende beleidsopties tot haar beschikking om de inzet van reductieopties te stimuleren en belemmeringen hiervoor weg te nemen. Efficiënt reductiebeleid zal via twee sporen moeten worden opgezet. Het eerste spoor richt zich op het duurder maken van CO_2–uitstoot en heeft als bijkomstig effect dat innovatie in de richting van schone technologie gestuurd wordt. Het tweede spoor richt zich op de ontwikkeling van kennis en innovatie en heeft als bijkomstig effect dat de gemiddelde kosten per vermeden ton CO_2 omlaag gaan, waardoor grotere emissiereducties maatschappelijk optimaal worden.

Ambities voor een duurzame luchtvaart

Naar verwachting blijft de wereldwijde luchtvaart de komende decennia groeien. Ook het aandeel van de luchtvaart in de mondiale uitstoot van CO_2 door menselijke activiteiten neemt naar verwachting toe. De luchtvaartsector, overheden en wetenschap zoeken daarom naar manieren om de luchtvaart te 'verduurzamen'. De (internationale) ambities hierbij zijn hoog. De belangrijkste vertegenwoordigers van de luchtvaartindustrie hebben gezamenlijk als ambitie gesteld om de brandstofefficiëntie tot 2020 jaarlijks met 1,5% te verbeteren. Daarna zal de luchtvaart CO_2-neutraal moeten groeien en in 2050 zou de uitstoot 50% lager moeten zijn dan in 2005. De International Civil Aviation Organization (ICAO) en de EU hebben enigszins vergelijkbare ambities.

Focus op reductieopties en beleidsopties

In deze quick scan wordt duurzaamheid smal geïnterpreteerd (alleen CO_2) en ligt het accent op reductieopties en beleidsopties om de CO_2-uitstoot van de luchtvaart te verminderen. Reductieopties zijn alle technische en niet-technische oplossingen waarmee de uitstoot van CO_2 beperkt kan worden. Beleidsopties zijn mogelijke beleidsinstrumenten die de Nederlandse overheid kan inzetten of in internationaal verband kan nastreven om de luchtvaart te verduurzamen.

De CO_2-uitstoot van luchtvaart, kan gezien worden als het product van drie factoren: volume, vliegtuigefficiëntie en CO_2-intensiteit van de brandstof. Volume staat voor het aantal gevlogen passagiers- en vrachtkilometers. Efficiëntie gaat over het energiegebruik per gevlogen kilometer en CO_2-intensiteit gaat over de netto bijdrage van het gebruik van een bepaalde brandstof aan de hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer. Elke factor kent zijn eigen reductieopties. Ook beleidsopties grijpen op één of meerdere van deze factoren aan.

Twee soorten reductieopties

Twee soorten reductieopties zijn te onderscheiden: optimistische en futuristische. Optimistische reductieopties zijn opties waarvan de werking al min of meer is aangetoond, maar waarbij het vliegtuigconcept, het vliegtuiggebruik en/of de brandstof sterk afwijken van het huidige, conventionele luchtvaartsysteem. We noemen ze 'optimistisch' omdat de realisatie ervan - doordat ze zo sterk afwijken van het bestaande – zeker niet vanzelfsprekend is. Futuristische opties zijn opties waarvan de werking nog niet of onvoldoende is aangetoond.

De optimistische opties zijn:

1. *Open rotor*: een motortype dat qua uiterlijk lijkt op kruising tussen een een straalmotor en een turboprop.
2. *4D ATM*: optimalisatie van de luchtverkeersleiding (ATM) in de drie ruimtelijke dimensies en in de tijd (rechtstreekser vliegen, geleidelijke klim en daling). In Europa wordt dit onderzocht in het SESAR-programma (Single European Sky ATM Research).
3. *Tussenstops*: een concept waarbij vliegtuigen ongeveer halverwege de eindbestemming een tussenstop maken om bij te tanken.
4. *Bijtanken in de lucht*: een concept waarbij vliegtuigen ongeveer halverwege de eindbestemming in de lucht worden bijgetankt.
5. *Formatievliegen*: vliegtuigen met een vergelijkbare vliegrichting groeperen zich voor een (groot) deel van de vlucht in een V-formatie.
6. *Duurzame biobrandstof*: een drop-in brandstof op basis van niet-fossiele bronnen, waarvoor geen wijzigingen nodig zijn aan vliegtuig- en motorsystemen.

De futuristische opties zijn:

1. *Blended wing body*: een vliegtuigconcept waarbij de romp en de vleugels zijn samengevoegd tot één grote vleugel.
2. *Prandtl Concept*: een vliegtuigconcept met aan elke zijde twee vleugels. De voorste vleugels zijn min of meer zoals gebruikelijk en worden vanaf de vleugeluiteinden met andere vleugels verbonden met het uiteinde van het vliegtuig.

In een achtergrondstudie van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium is ook gekeken naar het 'cruiser-feeders' concept (daarbij vindt het overstappen van passagiers in de lucht plaats), het 'elektrisch vliegtuig' en het 'waterstofvliegtuig' (een vliegtuig met elektromotoren met propellors die respectevelijk worden aangedreven door stroom uit accu's of brandstofcellen die werken op waterstof). Deze futuristische opties zullen naar verwachting echter niet vóór 2050 beschikbaar zijn.

Reductiepotentieel is aanwezig ...

De CO2-uitstoot van de luchtvaart is een wereldwijde problematiek. Van belang is wat het totale reductiepotentieel is van combinaties of pakketten van reductieopties ten opzichte van een referentiesituatie waarin eveneens efficiëntieverbeteringen plaatsvinden door continue vlootvernieuwing waarbij steeds betere conventionele technologie in de vlootmix komt. Conventionele technologie betekent dat straalmotoren en de huidige vorm van het airframe het uitgangspunt blijven. Het gaat met name om de inzet van efficiëntere straalmotoren, betere aerodynamica en gewichtsbesparing.

Het NLR heeft modelberekeningen gemaakt voor de ontwikkeling van de CO_2-uitstoot bij toepassing van alle optimistische opties met en zonder biobrandstoffen en bij toepassing van alle optimistische en futuristische opties. Daarbij is de emissiereductie die haalbaar is door in de lucht bij te tanken en de emissiereductie die haalbaar is door het maken van tussenstops slechts éénmaal meegeteld. Er is namelijk aangenomen dat deze opties op dezelfde groep vluchten effect hebben. Omwille van het hogere reductiepotentieel van bijtanken in de lucht is met dit potentieel gerekend.

Ten opzichte van de referentiesituatie met steeds betere conventionele technologie is met de optimistische opties zonder biobrandstof een reductie mogelijk van 25%. Met biobrandstoffen bedraagt de reductie ten opzichte van de referentie 85%. En bij een combinatie van optimistische en futuristische reductieopties is in 2050 drie procentpunt extra reductie mogelijk ten opzichte van de referentie (88%).

Om inzicht te verkrijgen in de haalbaarheid van de ambities voor de CO_2-uitstoot van de luchtvaart in 2050 is voor de referentiesituatie uitgegaan van drie verschillende volumegroeiscenario's: een groei van 2%, 3,5% en 5% per jaar. Uit de analyse blijkt dat de verschillende ambities voor 2050, gegeven de aannames over het reductiepotentieel van elke afzonderlijke optie, alleen haalbaar zijn bij een volumegroei van 3,5% per jaar of minder, dit in combinatie met een grootschalige inzet van duurzame biobrandstof.

... maar wordt bedreigd door belemmerende factoren

Bij de inschatting van de reductiepotentiëlen is aangenomen dat verschillende belemmeringen voor het kunnen inzetten van de reductieopties overwonnen zijn. Belemmeringen kunnen voortkomen uit hogere gebruikskosten dan conventionele technologie, maar nieuwe technologieën kunnen momenteel ook nog onvoldoende veilig, stil of schoon[1] zijn ten opzichte van conventionele technologie. Daarnaast moet het gebruik ervan aansluiten bij de voorkeuren van passagiers: aantrekkelijk product, comfortabel enzovoort.

Door de belemmeringen die er zijn, zal het reductiepotentieel van de diverse opties niet automatisch en – als belemmeringen niet worden opgelost – ook niet volledig kunnen worden benut. De haalbaarheid van het reductiepotentieel van het optimistische en futuristische pakket is in de praktijk erg onzeker.

Beleidsopties kunnen belemmeringen weg nemen

In het Kyoto-protocol over de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen is vastgelegd dat de International Civil Aviation Organization (ICAO) het gremium is waarin ontwikkelde landen de aanpak van emissiereducties van de internationale luchtvaart zullen uitwerken. De totstandkoming van wereldwijde, effectieve maatregelen voor de reductie van CO_2-emissies van de internationale luchtvaart is in de praktijk een langdurig proces. Onder meer doordat landen het moeilijk eens kunnen worden over het verdelen van de lasten. Tot nu toe is er dan ook weinig vooruitgang geboekt in het afspreken van concrete maatregelen.

Hoewel ICAO voor overheden het belangrijkste wereldwijde gremium is om stappen te zetten op het gebied van duurzame luchtvaart, zijn er ook mogelijkheden op Europees of nationaal niveau. De potentiële effectiviteit van maatregelen neemt echter af naarmate het geografische schaalniveau kleiner wordt, terwijl de kans op *carbon leakage* en te grote concurrentie-nadelen toeneemt. Daarnaast is het belangrijk dat nationale of Europese maatregelen niet in strijd zijn met internationale afspraken en verdragen.

Om de belemmeringen weg te nemen die de toepassing van reductieopties in de weg staan, heeft de Nederlandse overheid beleidsinstrumenten tot haar beschikking die zij op nationaal niveau kan inzetten of in internationaal verband – ICAO of EU – kan nastreven om de luchtvaart te verduurzamen. Sommige belemmeringen kunnen alleen met innovatie worden geslecht. Bijvoorbeeld wanneer een reductieoptie technisch nu nog niet voldoende uitontwikkeld is, nog te duur is en/of bij het gebruik nog teveel ongewenste neveneffecten heeft. Aan dit type belemmeringen kan de markt zelf werken.

Hiernaast zijn bepaalde vormen van marktfalen (externaliteiten) een belemmering om innovaties (in voldoende mate) te laten plaatsvinden. Zolang de externe kosten van CO_2-uitstoot niet beprijsd zijn, blijven reductieopties relatief te duur en komt een maatschappelijk optimale vraag naar reductieopties niet tot stand. Ook bij innovatieprocessen kunnen externaliteiten (kennisspillovers) een rol spelen, waardoor minder innovatie plaatsvindt dan maatschappelijk gezien optimaal is.

Rollen en beleidsinstrumenten voor de overheid

Overheden kunnen handelen vanuit verschillende rolopvattingen. Er zijn vier basisrollen voor de overheid te onderscheiden: regulator (dwang), facilitator (scheppen van voorwaarden), realisator (zelf realiseren) en communicator (informeren). Bij elke rol passen bepaalde beleidsinstrumenten.

[1] Hier worden alle andere emissies dan CO2 bedoeld, bijvoorbeeld NOx dat invloed heeft op de lokale luchtkwaliteit.

Er zijn beleidsinstrumenten denkbaar die aangrijpen op alle factoren (volume, voertuigefficiëntie en CO_2-intensiteit van de brandstof). Bijvoorbeeld emissiehandel, emissieheffing, brandstofheffing en CO_2-compensatie. Ook zijn tal van beleidsinstrumenten denkbaar die specifiek aangrijpen op één van de factoren, waaronder de integratie van het (Europese) luchtruim (volume), een efficiëntienorm voor vliegtuigen (voertuigefficiëntie) en een financiële prikkel (bijvoorbeeld subsidie) voor de ontwikkeling van kennis en technologie op het gebied van biokerosine (CO_2-intensiteit van de brandstof).

Het is niet mogelijk op voorhand en in het algemeen te bepalen welke specifieke beleidsoptie het meest effectief en/of efficiënt is. Dit is sterk afhankelijk van de te bereiken doelen en allerlei ontwerpkeuzes. In het algemeen kan daarentegen wel worden gesteld dat financiële prikkels vaak efficiënter zijn dan normen of voorschriften. Beleidsopties die aangrijpen op meerdere factoren zijn in het algemeen ook efficiënter dan beleidsopties die op één factor aangrijpen. Een goede aanpak vergt meestal een gecoördineerde en in de tijd variërende inzet van diverse beleidsmaatregelen en is maatwerk.

Efficiënt reductiebeleid kent twee sporen

Doordat bij innovatieprocessen kennisspillovers ontstaan, is CO_2-beleid, bijvoorbeeld een CO_2-norm of CO_2-beprijzing, op zichzelf onvoldoende om op een kostenefficiënte manier de CO_2-reductie in de luchtvaart te bevorderen. Efficiënt reductiebeleid kan beter via twee sporen worden opgezet. Het eerste spoor richt zich op het duurder maken van CO_2 en heeft als bijkomstig effect dat innovatie in de richting van schone technologie wordt gestuurd. Het tweede spoor richt zich op het stimuleren van kennis en innovatie. Dit spoor heeft als bijkomstig effect dat de gemiddelde kosten per vermeden ton CO_2 omlaag gaan, waardoor grotere emissiereducties maatschappelijk optimaal worden. Dat wil zeggen dat van een groter aantal reductieopties de kosten per vermeden ton CO_2 lager of gelijk aan de schadekosten per uitgestoten ton CO_2 worden.