ABSTRACT

In dit artikel wordt betoogd dat de stijgende luchtvaartemissies, die onevenredig vaak door de rijken worden veroorzaakt, een ernstige bedreiging vormen voor de klimaatdoelstellingen. Aan de hand van de Britse Jet Zero-strategie wordt onderzocht hoe beleidsmakers en de industrie speculatieve technologieën – efficiëntiewinsten, elektrische en waterstofvliegtuigen, duurzame vliegtuigbrandstoffen, CO2-afvang en -compensatie – promoten om de aanhoudende groei van de luchtvaart te rechtvaardigen. We beoordelen deze beweringen kritisch: elektrische vliegtuigen zijn beperkt tot korte routes; waterstof stuit op grote opslag- en infrastructuurbelemmeringen, en groene waterstof blijft schaars. SAF's, vaak afkomstig van landintensieve gewassen, riskeren ontbossing, verlies van biodiversiteit en hogere netto-emissies. SAF's van de tweede generatie, zoals gebruikte frituurolie, zijn schaars, en power-to-liquid is speculatief en onbetaalbaar. CO2-afvang is op grote schaal onbewezen en compensatie stelt luchtvaartmaatschappijen in staat om reducties te claimen zonder de daadwerkelijke emissies te verminderen. Deze "oplossingen" sluiten aan bij een politieke agenda die prioriteit geeft aan economische groei en luchthavenuitbreiding. Wij stellen dat dit techno-optimisme daadwerkelijke actie vertraagt. In plaats van te gokken op toekomstige doorbraken die er misschien nooit komen, zouden beleidsmakers onmiddellijk strategieën moeten nastreven om de vraag terug te dringen en een eerlijke transitie te ondersteunen. Dit kan door een einde te maken aan incentives voor frequent flyers, korteafstandsvluchten te verschuiven naar spoorvervoer, subsidies voor vliegtuigbrandstof af te schaffen en werknemers om te scholen voor koolstofarme sectoren.

Inleiding: luchtvaart en de klimaatcrisis

Je hoeft niet langer een Hollywoodfilm te kijken om je voor te stellen hoe een klimaatramp eruitziet; een blik op de nieuwsfeed is vaak al voldoende.Voetnoot[1] 2024 was het warmste jaar ooit gemeten en het eerste jaar met een opwarming van meer dan 1,5 °C boven het pre-industriële niveau. Het bracht catastrofale overstromingen in West-Afrika en Valencia, en droogte in zuidelijk Afrika. In Zuid-Californië, waar een perfecte tondeldoos was ontstaan door extreme, afwisselend natte en droge omstandigheden, bekend als hydroklimatische whiplash, veroorzaakten bosbranden aan het begin van het nieuwe jaar grote schade (Kolbert,Citaat2025). In 2025 vonden ook verwoestende overstromingen plaats in Pakistan, Colombia, Venezuela, Noord-China en Texas, terwijl in Groot-Brittannië veel oogsten mislukten door droogte. De klimaatverandering verloopt sneller dan eerder verwacht (Hansen et al.,Citaat2025). We bevinden ons, waarschuwt VN-secretaris-generaal António Guterres, op de 'snelweg naar de klimaathel' (Verenigde Naties,Citaat2024). En het klimaat is slechts één van de vele factoren die de milieuramp veroorzaken. 'Planetaire grenzen' worden met rasse schreden overschreden – zeven van de negen volgens de laatste telling (Gayle,Citaat2024).

Tegen deze achtergrond is de noodzaak om snel te decarboniseren zo dringend mogelijk. Groot-Brittannië is momenteel niet op koers om zijn doelstelling van 'netto nul' in 2050 te halen (CCC,Citaat2024), en driekwart van de primaire energie komt nog steeds uit fossiele brandstoffen (Energy Institute,Citaat2025). Nergens is de omvang van het tekort duidelijker dan in de luchtvaart. Volgens de 7e Carbon Budget van het Climate Change Committee (CCC), een adviesorgaan van de Britse regering, waren de Britse luchtvaartemissies in 2023 69% hoger dan in 1990; ze vertegenwoordigen 8% van de Britse emissies, waarbij internationale vluchten de belangrijkste motor van de groei waren (CCC,Citaat2025 , blz. 222).

Robotvertaling van
https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21582041.2025.2566800#coi-statement

In dit artikel onderzoeken we strategieën voor decarbonisatie in de luchtvaart, met het Britse Jet Zero-plan als casestudy. We beschouwen Jet Zero als een gok gebaseerd op een reeks technologieën en beleidsmaatregelen waarvan de kans klein is dat ze hun doelen zullen bereiken. We beoordelen de vooruitzichten voor elektrische en waterstofluchtvaart, efficiëntiebesparingen, CO2-afvang en -opslag, compensaties en duurzame vliegtuigbrandstof. Vervolgens analyseren we de beleidsmatige implicaties.

Onze focus ligt op Groot-Brittannië, mede vanwege de historische verantwoordelijkheid voor de klimaatcrisis. Qua cumulatieve CO2 . uitstoot staat Groot-Brittannië op de achtste plaats in de wereld, maar als we zijn imperium (geregeerd vanuit Londen) meerekenen, is de positie hoger, en dit weerspiegelt de cruciale rol die Groot-Brittannië speelt in de wereldwijde verspreiding van fossiele brandstoffen (Evans & Rydén,Citaat2005 ; Ritchie & Roser,Citaat2020). Tegen deze fossiel-imperialistische achtergrond schiet de Nationally Defined Contribution (NDC) van Groot-Brittannië aan het verminderen van emissies tekort in een billijk aandeel (Civil Society Equity Review,Citaat2023 ; Gabbatiss,Citaat2023). Onze focus op Groot-Brittannië hangt deels ook samen met de wettelijke verplichting om in 2050 een 'netto nul'-doelstelling te bereiken, na een wet die in 2008 werd aangenomen toen Labour-minister Ed Miliband staatssecretaris van Energie en Klimaatverandering was. Sindsdien positioneert het zich als een 'klimaatleider' (DESNZ & Miliband).Citaat2024). De toenemende impact van de luchtvaart op het klimaat en de rol die de sector speelt in de visie van de overheid om van Groot-Brittannië 'de best verbonden plek ter wereld om zaken te doen' te maken, maken het 'Jet Zero'-programma tot een voorbeeldige lens om de wrijving tussen 'groei' en duurzaamheid te bestuderen (Stewart,Citaat2025b).

Jet Zero werd opgericht onder het premierschap van Boris Johnson, met als uitgesproken doel de luchtvaartindustrie richting 'duurzaamheid' te sturen. Dit programma manifesteert met name duidelijk het 'technologisch solutionisme' en de 'technofixes' die de beleidsvorming rond decarbonisatie, en vooral rond de luchtvaart, domineren. Technofixes verwijzen naar twijfelachtige beweringen over wat technologie kan bereiken om de druk te verminderen om sociale en ecologische problemen op andere manieren aan te pakken. Er zijn duidelijke redenen waarom overheden zich aan deze manier van denken overgeven (bijvoorbeeld de weg van de minste weerstand met betrekking tot potentieel impopulaire gedragsverandering) en duidelijke aantrekkingskracht voor bedrijven om deze te propageren (de camouflage die het biedt om winst boven de leefbaarheid van de aarde te stellen).

Het technologisch solutionisme herschrijft op soortgelijke wijze 'complexe sociale situaties ofwel als duidelijk gedefinieerde problemen met definitieve, berekenbare oplossingen ofwel als transparante en vanzelfsprekende processen die gemakkelijk geoptimaliseerd kunnen worden' (Morozov,Citaat2013 , p. 5). Voorbeelden van technologisch solutionisme zijn volop te vinden in de uitspraken en het beleid van de Britse overheid, of het nu gaat om het programma voor 'een digitale gezondheidsdienst aangedreven door geavanceerde technologie' als oplossing voor een noodlijdende NHS, of het streven om Groot-Brittannië 'wereldleider' te maken op het gebied van AI om de 'groei te versnellen' (Department for Science, Innovation & Technology et al.,Citaat2025 ; Straat,Citaat2024). Jet Zero is uit hetzelfde hout gesneden. Het probeert politiek lastige vragen over de maatschappelijke doelen van transport, vrije tijd en werk te omzeilen en in plaats daarvan te grijpen naar technologische troeven.

Robotvertaling van
https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21582041.2025.2566800#coi-statement

Die technofixes variëren van onbewezen tot onrealistisch tot ronduit schadelijk. Het is belangrijk dat we de futuristische schijn van de beloften en het beleid voor duurzame luchtvaart afpellen, de gebruikte verhullende taal ontkrachten en de gedane beweringen zorgvuldig onderzoeken.

Wij stellen dat 'duurzame luchtvaart' een roekeloze gok is op nieuwe technologieën, waarvan sommige onbewezen zijn en waarvan vele waarschijnlijk niet schaalbaar zijn. Het combineert slappe beloftes van de luchtvaartindustrie, in een poging overheidsinterventie te voorkomen, met loze bluf van regeringen die een klimaatbewust electoraat willen sussen. Uiteindelijk is de functie, zo niet de motivatie, ervan om een rookgordijn te creëren, een gordijn dat blijft hangen totdat de huidige regering aftreedt, waardoor haar opvolgers – om nog maar te zwijgen van de menselijke samenleving en andere fauna en flora – de klappen moeten opvangen. Kortom, in Groot-Brittannië, zoals grotendeels elders het geval is, schrijft techno-utopische fantasie het officiële script. Het resultaat is een afleiding van de aandacht voor de noodzakelijke praktische veranderingen, die we in het laatste deel zullen samenvatten.

Jet Zero en luchtvaartemissies

De consultatie voor Jet Zero begon in juli 2021 onder het premierschap van Boris Johnson. Het bouwde voort op de eerdere 'Net Zero Strategy' en het 'Transport decarbonisation plan' om een koers uit te zetten voor de luchtvaart om in 2050 netto nul te bereiken (Ministerie van Transport,Citaat2021 ; Britse regering,Citaat2021a). Met als doel de luchtvaartsector te helpen koolstofarm te worden, concentreerde de consultatie zich op een Jet Zero Council – 'een forum dat de overheid, de industrie en de academische wereld samenbrengt om verandering te versnellen' (Ministerie van Transport,Citaat2022b , p. 4). In juli 2022 werd het Jet Zero-strategiedocument gepubliceerd. Het was voornamelijk opgebouwd uit aannames en beloftes die – naïef, zoals we hieronder laten zien – waren overgenomen van de luchtvaartsector, met name van de brancheorganisatie Sustainable Aviation, bemiddeld via samenwerkingsverbanden tussen de overheid en het bedrijfsleven (Ministerie van Transport,Citaat2022a ,CitaatKlimaatwetenschappers, milieuorganisaties en NGO's die de belangen van de aarde en haar bewoners willen beschermen, bleven grotendeels buiten schot .

Een belangrijke aanname die de Jet Zero-strategie reproduceert, is dat CO_2- uitstoot in de emissieberekeningen en -scenario's op de voorgrond treedt. Dit brengt het risico met zich mee dat de werkelijke klimaatimpact van de luchtvaart wordt verhuld. Maar liefst tweederde van de impact van de luchtvaart op de opwarming van de aarde is te wijten aan niet-CO_2 - uitstoot en wolkenvorming. De werkelijke impact van de luchtvaart op de opwarming van de aarde kan verdrievoudigen als deze niet-CO_2 - uitstoot wordt meegerekend (EUASA,Citaat2020 ; Lee et al.,Citaat2021). Om dit in perspectief te plaatsen: een retourvlucht van Londen naar New York, diegemiddeld één ton CO2 per passagier genereert, heeft een werkelijke impact die gelijk is aan ongeveer drie ton (Kommenda ,Citaat2019). Volgens de CCC (Citaat2020) is drie ton het *totale* jaarlijkse niveau van de uitstoot per hoofd van de bevolking waartoe Groot-Brittannië zich tegen het midden van de jaren 2030 moet beperken, als de doelstelling van 1,5C überhaupt haalbaar wil blijven.Voetnoot[2] We moeten ook rekening houden met de militaire luchtvaart. De luchtvaart is goed voor een derde van de zelfgerapporteerde CO2-voetafdruk van het Ministerie van Defensie (MOD), en het ministerie is verantwoordelijk voor 50% van de uitstoot van de Britse overheid (Defence Science and Technology Laboratory,Citaat2024).Voetnoot[3] Als we de niet- CO2-meerekenen, zou de militaire luchtvaart alleen al verantwoordelijk kunnen zijn voor maar liefst een derde van de totale uitstoot van de Britse overheid. De uitstoot van de militaire luchtvaart zal naar

verwachting stijgen, aangezien Groot-Brittannië zijn militaire uitgaven verhoogt in lijn met de NAVO-brede doelstelling van 3,5% van het bbp. Indien deze doelstelling wordt gehaald, zal dit leiden tot extra uitstoot in de NAVO-lidstaten, geschat op 1320 miljoen ton $CO2\text{-}_{equivalent}$in de komende tien jaar – het equivalent van de jaarlijkse uitstoot van Brazilië (Parkinson,Citaat2025).

In plaats van voorzichtig te zijn in een situatie waarin het onderschatten van de impact tot echte effecten leidt die niet zomaar 'teruggedraaid' kunnen worden, heeft de overheid op de vraag naar de niet-CO_2-effecten gereageerd met 'afwachten'.Voetnoot[4] Het belooft een deel van de fondsen te investeren in onderzoek op dit gebied, maar weigert om bestaand onderzoek op te nemen in de berekeningen over de klimaatimpact van de luchtvaart (HM Government,Citaat2024a). Dit is kortzichtig en zelfzuchtig: het stelt onzekerheid voor als een reden voor het huidige gebrek aan actie en verdraait wat die 'onzekerheid' ons vertelt. Neem bijvoorbeeld de Internationale Burgerluchtvaartorganisatie (ICAO). Hoewel deze organisatie breed bekritiseerd is vanwege haar overname door de luchtvaartindustrie (Carrington,Citaat2025), maar het benadrukt wel de aanzienlijke impact van niet-CO2-luchtvaartemissies op de wereldwijde opwarming. Uit het onderzoek blijkt dat de effecten van niet-$CO2_{-}$ emissies toenemen naarmate de verwachte groei van de $CO2_{-}$ emissies toeneemt (Lee et al.,CitaatMet andere woorden: deze verhulde bijdragen van de luchtvaart aan de klimaatverandering zullen alleen maar belangrijker worden, tenzij de totale CO2-uitstoot van de sector $_{wordt}$ verminderd.

Zoals in de inleiding al werd opgemerkt, wijzen de voorspellingen van Jet Zero op een aanzienlijke groei in het aantal passagiers, vluchten en afgelegde afstanden. Een overheidsrapport uit 2020 voorspelde bijvoorbeeld dat het aantal gevlogen passagierskilometers in 2050 twee keer zo hoog zal zijn als in 2017 en zes keer zo hoog als in 1990 (Ministerie van Transport,Citaat2020a). In Europa is het beeld vergelijkbaar; de laatste cijfers suggereren dat het EU-luchtverkeer tegen 2050 meer dan 2,3 keer het niveau van 2019 zou kunnen bereiken (T&E,Citaat2025). De luchtvaart zal, volgens eigen zeggen van de overheid, tegen 2050 verantwoordelijk zijn voor een kwart van de Britse broeikasgasemissies en zal de sector zijn met de grootste koolstofemissies (HM Government,Citaat2018 ; Duurzame Luchtvaart,Citaat2020). Dit betekent dat zelfs als de voorgestelde technologische oplossing zou werken zoals beloofd, de sector in 2050 evenveel fossiele kerosine zou kunnen verbranden als in 2023 (T&E,Citaat2025).

Jet Zero en zijn technologische oplossingen: efficiëntie, batterijen, waterstof

Het Jet Zero-rapport stelde 2019 vast als piekjaar voor de CO2-uitstoot van de luchtvaart , waarna deze zou dalen tot 21 miljoen ton (Mt) in 2050. Op dat moment zal de luchtvaart 'netto nul' zijn – ervan uitgaande dat die 21 Mt wordt afgevangen en opgeslagen, of gecompenseerd. Voordat we de voorstellen om dat doel te bereiken onderzoeken, is het belangrijk om te benadrukken dat de emissies van de luchtvaart *al* op weg zijn om de piek van 2019 te overtreffen (Topham,Citaat2024). Dat het plan nu al wankelt, is een voorbode van de ontoereikendheid ervan. We voorspellen dat het niet meer op de rails zal komen. Een belangrijke reden hiervoor is dat de strategie ervan uitgaat dat technologie het probleem kan oplossen. Dit is vergelijkbaar met de strategie van de overgang naar elektrische voertuigen in het wegvervoer, maar dan zonder de bewezen technologieën waar die sector op kan wijzen.

Een prominente technologische oplossing is efficiëntieverbetering. Jet Zero voorspelt dat deze tegen 2050 een groot deel van de CO2-besparing in de luchtvaart zullen opleveren. Dergelijke

voorspellingen zijn echter gebaseerd op wensdenken; het empirische bewijs spreekt dit sterk tegen. Volgens de International Council on Clean Transport (ICCT) is de werkelijke brandstofefficiëntie van vliegtuigen – ook wel bekend als blokbrandstof – tussen 1960 en 2024 met 1,3% per jaar gestegen (Hameed & Rutherford,Citaat2025 ; zie ook Kharina & Rutherford,Citaat2015 ; Zheng & Rutherford,Citaat2020). Gedurende dezelfde periode is de metrische waardeVoetnoot[5] – die meet hoe efficiënt een vliegtuig technisch ontworpen is – met nog minder verhoogd: slechts 1% per jaar.Voetnoot[6] Bijna alle scenario's die de afgelopen jaren door grote internationale luchtvaartorganisaties zijn ontwikkeld, voorspellen een efficiëntiebesparing van minder dan 1% per jaar (IATA,Citaat2024). De jaarlijkse efficiëntiewinst van 1,4% waarop Jet Zero rekent, vertelde Finlay Asher, voormalig ontwerper van vliegtuigmotoren bij Rolls Royce, ons, is 'extreem optimistisch'. Er staan 'geen grote efficiëntiesprongen op stapel en het duurt 10 tot 15 jaar om een significant nieuw vliegtuig- en motorontwerp te certificeren. Dus alles wat we in 2035 zien – bijvoorbeeld nieuwe ontwerpen die in gebruik worden genomen – zal niet de dominante vliegtuigen in 2050 zijn, vanwege de levensduur van vliegtuigen van 20 tot 30 jaar'.

Een dieperliggend probleem met efficiëntiewinsten zijn de rebound-effecten (York et al.,Citaat2022). Verbeteringen verlagen de kosten, wat de vraag stimuleert, wat leidt tot meer gevlogen kilometers. Volgens de CCC (Citaat2020), als de vraag niet wordt beperkt, zal de Britse luchtvaartindustrie de komende decennia gemiddeld met meer dan 2% per jaar groeien. Hoewel er verschillende scenario's zijn, is er een gedeelde verwachting dat het aantal passagiers, vluchten en afgelegde afstanden zal toenemen (Leggett,CitaatWereldwijd zal de sector naar verwachting tegen 2040 verdubbelen, met een gemiddelde groei van 3,5% per jaar (IATA ,Citaat2023). Het spreekt voor zich dat de systemen van de aarde er weinig om geven dat er minder kerosine per passagier nodig is als er in totaal meer wordt verbrand vanwege de algehele groei van het luchtverkeer (Dobruszkes & Ibrahim,Citaat2022).

Andere technofixes richten zich op alternatieve brandstoffen. Bij de start van het Jet Zero-plan noemde minister van Transport Grant Shapps 'biobrandstoffen en elektrische vliegtuigen' een belangrijk aandachtspunt (Ministerie van Transport,Citaat2020b). Het model is vergelijkbaar met de strategie voor elektrische voertuigen (EV's) voor het wegvervoer: een 'business as usual'-aanpak die uitgaat van steeds groeiende verkopen, weinig of geen vraagbeheer en een gok met hoge inzet op technologie. In het wegvervoer zit de strategie vol problemen, niet in de laatste plaats de emissies van winnings- en productieprocessen, en de capaciteit van de productie van hernieuwbare energie: het vervangen van alle voertuigen door EV's loopt het risico het wereldwijde koolstofbudget te overschrijden (Morgan,Citaat2020). Maar hoewel het koolstofvrij maken van het wegvervoer zeer problematisch is, is het technisch haalbaar. Het hanteren van een vergelijkbare strategie voor de luchtvaart is niet alleen problematisch; het is, althans in de nabije toekomst, een illusie. Jet Zero's promotie van elektrische vliegtuigen is in dit opzicht exemplarisch. Shapps beweert dat ze 'grenzeloze mogelijkheden' bieden (Ministerie van Transport,Citaat2019) is twijfelachtig, gezien de goed gedocumenteerde uitdagingen waarmee ze te maken hebben. Vanwege het gewicht van batterijen – die, in tegenstelling tot brandstof, niet verbranden tijdens de vlucht en veel minder energie bevatten – zullen elektrische vluchten alleen haalbaar zijn voor korte vluchten met weinig passagiers (Walker,Citaat2019). Het maximale bereik van het kleine negenpersoons prototype 'forensenvliegtuig', ontwikkeld door het toonaangevende bedrijf Eviation, is 460 km – ongeveer de afstand van Londen naar Newcastle (Weitering,Citaat2024). Deze vliegtuigen zijn nog ver verwijderd van commerciële

exploitatie en de afgelopen vijf jaar zijn voor de sector een verhaal van vertragingen en getemperde verwachtingen geweest (Kaminski-Morrow,Citaat2020 ; Sampson,Citaat2025), zo niet een regelrechte insolventie, zoals in het geval van het Duitse elektrische lucht- en ruimtevaartbedrijf Lilium (Westerheide,Citaat2025). De consensus in de industrie is dat voor vluchten van 1.500 km of langer – die 80% van de luchtvaartemissies uitmaken – batterij-aangedreven vluchten onhaalbaar zijn (Air Transport Action Group,Citaat2021 ; Pfeifer,Citaat2019 ; Schwab et al.,Citaat2021). Met andere woorden: elektrische vliegtuigen zijn minder een vervanging voor straalvliegtuigen dan voor bussen en treinen: een luchttaxidienst voor welgestelde reizigers die drukke wegen en treinen willen vermijden.

Een andere technologische oplossing die door de Jet Zero-consultatie wordt gepromoot, is waterstofvlucht (HM Government,CitaatWaterstof heeft geen last van de problematisch lage energiedichtheid per massa van lithiumbatterijen, maar omdat de energiedichtheid per volume veel lager is dan die van vliegtuigbrandstof, vereist het veel grotere en zwaardere opslagtanks aan boord. Waterstofvliegtuigen zouden ook zeer ingrijpende aanpassingen aan de luchthaveninfrastructuur vereisen. De bron van waterstof is een andere zorg. Slechts één procent is momenteel 'groen' – d.w.z. geproduceerd met hernieuwbare energie. Het kost meer dan drie keer zoveel als 'grijze' waterstof, die zelf vier keer zo duur is als kerosine (Henderson,Citaat2021). Grijze waterstof wordt geproduceerd uit fossiele brandstoffen, waarbij $CO2_{\text{vrijkomt}}$ als afvalgas – ongeveer 830 miljoen ton per jaar (Pirani,Citaat2020). Als die emissies worden opgevangen en opgeslagen, staat de waterstof bekend als 'blauw'. Recente studies waarschuwen dat blauwe waterstof zelfs slechter voor het klimaat zou kunnen zijn dan de verbranding van fossiel gas, vanwege het methaanverlies tijdens de productie plus de hoge energie-input – nog steeds meestal afkomstig van fossiele brandstoffen (Howarth & Jacobson,Citaat2021 ; Schlissel & Juhn,Citaat2023).

Het is ook de moeite waard om op te merken dat er druk vanuit het bedrijfsleven en geopolitieke druk achter de drang naar bepaalde technologieën boven andere zit (Balanyá et al.,Citaat2020). In Groot-Brittannië hebben oliebedrijven de kosten van blauwe waterstof strategisch verkeerd voorgesteld, terwijl ze de belastingbetaler om miljarden ponden aan subsidies vroegen (Ambrose,Citaat2021). De mythe van een groene transitie naar waterstof-aangedreven luchtvaart dient de belangen van staten die rijk zijn aan olie- en gasvoorraden en van de fossiele-brandstofbedrijven die deze winnen, uit angst dat hun activa gestrand zullen raken (Noussan et al.,Citaat2021). We gebruiken het woord 'mythe' niet lichtzinnig. Willie Walsh, directeur-generaal van de International Air Transport Association, geeft toe dat langeafstandsvluchten op waterstof pas 'na 2050' mogelijk zullen zijn (Topham,Citaat2021). Airbus heeft zijn plannen om waterstofaangedreven commerciële vliegtuigen te ontwikkelen 'opgeschort', daarbij verwijzend naar 'langzamere dan verwachte ontwikkelingen in de technologie' (Hepher,Citaat2025). Boeing ziet eveneens weinig potentieel in waterstof-aangedreven vluchten vóór 2050 (Raymond,Citaat2023) en andere experts uit de sector voorspellen dat de meest optimistische datum voor de levensvatbaarheid op lange afstand de jaren 2050 of 2060 zal zijn (Transport Select Committee,Citaat2022). De overstap naar waterstof zou bovendien astronomische bedragen vergen voor investeringen in energie, opslag en infrastructuur, en zou decennia kunnen toevoegen aan de 'netto nul'-transitie in de luchtvaart, aldus een woordvoerder van CCC (Hollinger,Citaat2021). Bovendien komt bij het verbranden van waterstof veel meer waterdamp vrij dan bij de equivalente vliegtuigbrandstof, wat betekent dat het via condensstrepen zou bijdragen aan de opwarming van de aarde (Forster et al.,Citaat2023). Kortom, waterstof is alleen

'groen' in onbetaalbare vorm, biedt geen realistisch alternatief voor kerosine op de nabije tot middellange toekomst, en zelfs de toepassingen ervan op de middellange termijn zijn beperkt tot korteafstandsvluchten. De productie van groene waterstof neemt weliswaar toe, maar vaak op problematische wijze. Europese groene waterstofprojecten in Noord-Afrika worden er bijvoorbeeld van beschuldigd de lokale bevolking te verdrijven en ernstige milieuschade te veroorzaken, terwijl ze tientallen miljoenen liters water aftappen in gebieden met een hoge mate van wateronzekerheid. De geproduceerde waterstof wordt grotendeels geëxporteerd naar Europa in plaats van bij te dragen aan een groene transitie op lokaal niveau. Deze activiteiten weerspiegelen, volgens een recent rapport, een bredere strategie waarbij Europa 'de klimaatkosten van zijn energieverbruik' externaliseert op manieren die 'extractivistische neokoloniale structuren' verankeren (Greenpeace & MENAFEM,Citaat2025 , blz. 44).

Op weg naar economische groei?

Jet Zero was het geesteskind van een conservatieve regering, waarvan de doelstellingen voor de luchtvaart nauw aansloten bij die van de sector zelf. Dit werd impliciet erkend in de manier waarop vertegenwoordigers van de luchtvaartindustrie verwezen naar overheidsplannen. Een voorbeeld was het rapport *The Future of UK Aviation* uit 2018 (HM Government,Citaat2018), waarin de toenmalige minister van Luchtvaart, Liz Sugg, de uitbreiding van de luchtvaart als een gegeven voor toekomstige ontwikkeling presenteerde. De minister van Transport onder Rishi Sunak ging nog verder en verklaarde in het parlement dat het mandaat voor duurzame vliegtuigbrandstof (SAF) (waarover later meer) 'deel uitmaakt van onze aanpak om ervoor te zorgen dat rantsoenering van vluchten door middel van 'vraagbeheer' wordt uitgesloten' (Hansard HC Deb.,Citaat2024).

De verwachting dat de inkomende Labour-regering van 2024 een andere koers zou varen, werd bevestigd door het feit dat de minister voor Energiezekerheid en Netto-nul (en op het moment van schrijven nog steeds) Ed Miliband was, terwijl premier Keir Starmer tegen de uitbreiding van Heathrow had gestemd toen deze in 2018 in het Lagerhuis werd besproken. Dergelijke voorspellingen werden snel de kop ingedrukt, omdat milieuoverwegingen werden overschaduwd door de economische groei, die zich concentreerde op de uitbreiding van energie-infrastructuur, IT-infrastructuur (zoals datacentra), huisvesting en natuurlijk de luchtvaart.Voetnoot[7] De meest uitgesproken groeivoorvechter binnen de regering, minister van Financiën Rachel Reeves, heeft op het Wereld Economisch Forum van 2025 in Davos expliciet verklaard dat in elk conflict tussen groei en 'netto nul', de laatste op de tweede plaats moet komen (Stewart,Citaat2025a).

Met betrekking tot het Jet Zero-plan koos de nieuwe regering voor continuïteit en richtte een Jet Zero Taskforce op (Ministerie van Transport,Citaat2024b), die overwegend bestond uit CEO's van luchtvaartmaatschappijen en oliemaatschappijen, plus een handvol vertegenwoordigers van de hernieuwbare brandstoffen- en koolstofafvang- en opslagindustrieën (HM Government,Citaat2024b). En toen de CCC in zijn rapport uit 2024 aan het parlement, waarin de voortgang richting netto nul werd beoordeeld, de oproep herhaalde om alle luchthavenuitbreidingen te stoppen (2024), verdubbelde de regering haar inzet om de luchtvaart te vergroten (HM Government,Citaat2024a). De luchtvaartsector reageerde enthousiast. Kenton Jarvis, CEO van easyJet, sprak namens de sector als geheel toen hij de regering van Starmer prees voor haar 'erkenning van het belang van de luchtvaart en de cruciale rol die deze speelt als katalysator van economische groei'.Voetnoot[8] (Alexander & Reeves,Citaat2025).

In dit verband is met name de beslissing om de uitbreiding van de luchthaven te ondersteunen onder de loep genomen. Er is al een derde landingsbaan op Heathrow goedgekeurd, samen met een enorme uitbreiding van City Airport (Ministerie van Transport,Citaat2025b). De extra vluchten zouden aanzienlijk zijn, en zouden potentieel kunnen toenemen van 480.000 per jaar naar 720.000 alleen al op Heathrow (Leggett,Citaat2025). Plannen om de capaciteit van London Luton Airport bijna te verdubbelen zijn goedgekeurd door de minister van Transport – met name in strijd met de aanbevelingen van de Planning Inspectorate, wiens rapport concludeerde dat de milieuschade van de uitbreiding groter was dan de publieke voordelen (Planning Inspectorate,Citaat2025). Soortgelijke plannen om de capaciteit van Gatwick met meer dan 100.000 vluchten per jaar te vergroten, hebben steun gekregen van de minister van Transport (Topham,Citaat2025). Te midden van protesten van milieuactivisten en enkele prominente Labour-aanhangers, zoals 'eco-ondernemer' Dale Vince, benadrukt de regering dat er geen spanning bestaat tussen de uitbreiding van de luchtvaartsector en het behalen van haar CO2-emissiedoelstellingen. Voor voormalig staatssecretaris van Handel en Economie, Jonathan Reynolds – die samen met Reeves in 2018 voor de uitbreiding van Heathrow stemde – gaan luchthavenuitbreiding en decarbonisatie 'hand in hand' ('Today',Citaat2025). Maar hoe zou dit precies kunnen werken? Reeves gaf het antwoord. Toen ze werd gevraagd waarom Starmer een ommezwaai had gemaakt wat betreft luchthavenuitbreiding, verwees ze naar de snelle ontwikkeling van duurzame vliegtuigbrandstoffen. SAF, zo beweerde ze, is een 'game-changer' geworden in het uitbreidingsdebat – een technologisch ticket naar schuldvrij vliegen (Georgiadis & Pickard,Citaat2025).

De boodschap van de regering is, kort gezegd, dat er geen tegenstrijdigheid meer bestaat tussen haar inzet voor economische groei en ecologische duurzaamheid. Een groeiende luchtvaartindustrie is verenigbaar met de 'netto-nul'-missie, dankzij efficiëntieverbeteringen en technologische doorbraken – met name in SAF's.

De HEFAlump in de kamer

Dat overheidswoordvoerders zoals Reeves SAF aanprijzen als het elixer van duurzame luchtvaart, is geen verrassing. Nu de vooruitzichten voor elektrische en waterstofaangedreven luchtvaart begin jaren 2020 een reeks tegenslagen hebben gekend, staan SAF's weer centraal in de debatten over het koolstofvrij maken van de luchtvaart. Op 1 januari 2025 trad het SAF-mandaat van de overheid in werking, dat vereist dat vluchten worden aangedreven door 2% SAF, oplopend tot 10% in 2030 en 22% in 2040 (Ministerie van Transport,Citaat2024c). Het mandaat omvat ook een mechanisme voor inkomstenzekerheid voor producenten, maar dit moet nog worden geïmplementeerd (Ministerie van Transport,Citaat2023). Hoewel de minister van Financiën het als een 'game-changer' heeft bejubeld, bestaan er aanzienlijke twijfels over de duurzaamheid, schaalbaarheid en effectiviteit van SAF als alternatief voor kerosine. Na een gedetailleerde analyse van deze kwesties zal duidelijk worden waarom deze centrale pijler van het plan voor duurzame luchtvaart zo zwak is.

Ten eerste is SAF niet 'groen' op de manier waarop men zou denken. De verbranding ervan produceert een vergelijkbare hoeveelheid $CO2_{\text{als}}$ kerosine. Het is vooral bij de productie dat de broeikasgasbesparingen worden meegerekend. Deze groene rekensom moet per geval zorgvuldig worden bekeken, aangezien SAF's, vooral wanneer landgebruik wordt gewijzigd om gewassen voor biobrandstof te produceren, de netto broeikasgasemissies kunnen *verhogen en daardoor meer bijdragen aan de opwarming van de aarde dan de verbranding van fossiele*

*brandstoffen (EUASA,*Citaat2025). De Britse overheid definieert drie soorten SAF. De eerste heet HEFA (hydroprocessed esters and fatty acids) – dit is brandstof gemaakt van dierlijke vetten en plantaardige oliën. De tweede zijn niet-HEFA biobrandstoffen die geproduceerd kunnen worden uit vast stedelijk afval (MSW), alcohol uit voedselgewassen ('Alcohol to Jet' (AtJ)), en uit niet-voedselgewassen, houtachtige gewassen en bosbouw- en landbouwafval – deze laatste groep is 'tweedegeneratiebiomassa'. De derde is power-to-liquid synthetische elektrobrandstof (PtL), die wordt gegenereerd met behulp van afgevangen koolstof en waterstof (BP,Citaat2023 ; Ministerie van Transport,Citaat2024c). Van de drie is HEFA de meest gangbare en verreweg goedkoopste methode. Zoals we zullen zien, heeft het echter enkele belangrijke nadelen, wat de beslissing van de overheid verklaart om een gestaag toenemende limiet op HEFA-brandstoffen in haar SAF-mandaat op te nemen.

De bekendste luchtvaartondernemer die HEFA gebruikt, is Richard Branson. Midden jaren 2000 zorgde hij ervoor dat kokosolie deels als brandstof diende voor een vlucht van Londen Heathrow naar Amsterdam. Het evenement kreeg veel media-aandacht, maar de gevolgen voor de duurzaamheid waren zorgwekkend. Om die korte vlucht met 100 procent kokosolie te kunnen vullen, waren drie miljoen kokosnoten nodig (Dale,Citaat2008). De volledige wereldwijde oogst zou Heathrow slechts een paar weken van stroom voorzien – en het is een van de 18.000 commerciële luchthavens wereldwijd. Na deze stunt werd kokosolie nooit meer gebruikt in een Virgin-vlucht. De Virgin-vlucht vestigde de aandacht op de intrinsieke problemen van het gebruik van HEFA. Energiegewassen zoals palmolie of kokosnoten zijn in geen enkele redelijke definitie duurzaam. Voor energieproductie zijn ze een ondermaats landgebruik: zonnepanelen zetten zonne-energie veel efficiënter om voor menselijk gebruik. In concurrentie met landbouwgewassen zijn hun nadelen legio (DeCicco,Citaat2016). Ze dragen bij aan de uitstoot van broeikasgassen door veranderingen in landgebruik en aan de concentratie van landbezit; ze veroorzaken stijgende voedselprijzen, voedselonzekerheid, ontbossing, veenverbranding, watertekorten en verlies van biodiversiteit. Om maar één voorbeeld te noemen: alleen al in 2019 werden de palmolieleveranciers van Neste, 's werelds grootste biobrandstofproducent, beschuldigd van het ontbossen van minstens 10.000 hectare en het aansteken van 13.000 bosbranden (Milieu Defensie,Citaat2020). De omvang van de potentiële vraag is radicaal onvergelijkbaar met de beschikbaarheid van land voor de productie van biobrandstof. Als 100% van de wereldwijde vliegtuigbrandstof in 2050 zou worden geproduceerd uit duurzame brandstoffen (SAF's) afkomstig van zaden en oliehoudende zaden, zou er maar liefst twee miljard hectare nodig zijn om de groei te realiseren – vijf keer het landbouwareaal van de Verenigde Staten (Qualman,Citaat2024).

Biobrandstofgewassen produceren ook op andere manieren broeikasgasemissies (Dale,Citaat2007). Hun input omvat grote hoeveelheden energie en meststoffen, een belangrijke bron van stikstofoxide, evenals waterstof – grotendeels afkomstig van fossiel gas – voor de hydrobehandeling van olie (Hughes,Citaat2021). Biomassa van op plantages gekweekte bomen wordt door velen in de luchtvaartindustrie gezien als de nieuwe hoorn des overvloeds, maar het heeft dezelfde nadelen. Bransons voorgestelde oplossing na het kokosdebacle was om over te stappen op algen, een oplossing die aanzienlijke investeringen aantrok van grote oliemaatschappijen die hun vervuilende activiteiten graag een groen tintje wilden geven. Als watergebaseerd gewas waren algen deels aantrekkelijk omdat ze werden gezien als een manier om de kwestie van verandering in landgebruik te omzeilen. In 2008 voorspelden we dat algen geen haalbare optie zouden zijn (Dale,Citaat2008), een voorspelling die vijftien jaar later werd

bevestigd toen ExxonMobil de laatste investeerder in fossiele brandstoffen was die het project verliet (Westervelt,Citaat2023).

Gebruikte frituurolie: dampen en fraude

De Britse overheid is zich terdege bewust van de aanzienlijke beperkingen van HEFA-gebaseerde biobrandstoffen.Voetnoot[9] Dit wordt weerspiegeld in het besluit om een limiet op te leggen aan HEFA-afgeleide duurzame vliegtuigbrandstof (SAF), die naar verwachting zal dalen van 71% in 2030 tot slechts 35% in 2040. Het heeft ook brandstof die is gemaakt van voedsel, veevoer of energiegewassen uitgesloten als in aanmerking komend voor de aanwijzing als SAF (Ministerie van Transport,Citaat2024c). Maar zelfs met deze maatregelen schieten de consequent optimistische prognoses van de overheid voor nieuwe technologieën tekort om aan het SAF-mandaat te voldoen. Momenteel heeft Groot-Brittannië slechts één operationele SAF-faciliteit: de Phillips 66 Humber-raffinaderij (USDA,Citaat2025).

Dit verklaart mede waarom in 2023 maar liefst 97% van de Britse SAF-voorraad afkomstig was van gebruikte frituurolie (UCO). Slechts 8% hiervan was afkomstig uit eigen land (vanwege de beperkte totale voorraad), terwijl het grootste deel werd geïmporteerd uit Maleisië en China (Purvis,Citaat2025). China, 's werelds grootste producent van UCO, heeft al moeite om aan de vraag uit Europa en de VS te voldoen, terwijl Maleisië naar verluidt meer 'gebruikte' bakolie heeft geëxporteerd dan het daadwerkelijk produceert (Goulding Carroll,Citaat2022). Deze discrepanties hebben geleid tot ernstige zorgen over het feit dat plantaardige olie op frauduleuze wijze wordt gemengd met de UCO-voorraad (T&E,Citaat2024). Als dit wordt bevestigd, is een deel van de uit UCO afkomstige SAF in aanzienlijk opzichten nog schadelijker dan kerosine, vooral waar palmolieplantages – die verband houden met ontbossing – worden gebruikt om aan de vraag te voldoen.Voetnoot[10] Belangrijk is dat, zelfs als UCO authentiek is (d.w.z. geverifieerd afval in plaats van nieuwe olie), het niet alleen een eindige afvalbron is, waarnaar de vraag het aanbod al overtreft, maar de milieukosten ervan hoog blijven omdat het gebruik uit andere, mogelijk belangrijkere sectoren zoals binnenlandse biodiesel en diervoeder verdringt – wat op zijn beurt weer leidt tot verdere ontbossing (T&E,Citaat2021b).Voetnoot[11]

Voor duurzame brandstof is de aandacht daarom verschoven naar andere bronnen. Een daarvan is $CO_{2\ dat}$ met behulp van Direct Air Capture-technologieën uit de lucht wordt gehaald en wordt omgezet in SAF, ook wel Power to Liquid (PtL) genoemd (Keith et al.,Citaat2018). Dit kan in de verre toekomst potentieel bieden, maar is momenteel veel te duur met £94,50/gigajoule (GJ), vergeleken met de £16/GJ die het kost om vliegtuigbrandstof uit ruwe olie te raffineren (IEA,Citaat2023b). Het proces is ook extreem energie-intensief. Er zou 468-660 terawattuur (TWh) energie nodig zijn om het 'Britse fossiele vliegtuigbrandstofverbruik' te vervangen (The Royal Society,CitaatOm dat in perspectief te plaatsen: in 2023 bedroeg het totale elektriciteitsverbruik van Groot-Brittannië 266 TWh (Statista,Citaat2025).

Andere bronnen zijn onder meer bosbouwresten – zoals schors, takken en dunningshout van jonge bomen, gemeentelijk en bedrijfsafval, en industriële afgassen – maar deze vormen geen serieus alternatief. Ze concurreren met dringender toepassingen: het koolstofvrij maken van elektriciteit, het aandrijven van grondtransport en bio-energie met koolstofafvang en -opslag (BECCS). Afval en afgassen lijken daarentegen potentieel veelbelovend. In 2021 spraken we met twee bedrijven die samen meer dan £ 50 miljoen aan overheidsfinanciering hebben ontvangen voor de bouw van de eerste golf niet-HEFA SAF-centrales – Velocys en Lanzatech (Ministerie van Transport,Citaat2025a).

Snelheden

Van de 27 miljoen ton afval die jaarlijks door Britse gemeenten en bedrijven wordt ingezameld, zo vertelde een vertegenwoordiger van Velocys ons, bestaat een groot deel uit water en recyclebare stoffen zoals metalen en 'inerte' stoffen. Deze worden verwijderd. De rest wordt verhit met behulp van het Fischer-Tropsch-proces (Steynberg,CitaatVerontreinigende gassen worden weggespoeld en wat overblijft, voornamelijk waterstof en koolmonoxide, wordt omgezet in SAF. Het Fischer-Tropsch-proces is een bewezen technologie die dateert uit de jaren twintig, maar het blijft de vraag of het in staat is om voldoende hoeveelheden duurzame brandstof te leveren en *op* tijd de Net Zero-doelstelling van de overheid te halen. Verschillende obstakels verdienen aandacht.

Ten eerste is de productie van SAF uit afval duur – minstens twee keer zo duur als die van fossiele vliegtuigbrandstof (The Royal Society,Citaat2023). Het produceren van brandstof die voldoet aan de hoge kwaliteits- en veiligheidseisen die nodig zijn om een passagiersvliegtuig in de lucht te houden, is complexer – en dus duurder – dan het produceren van biodiesel voor bussen, vrachtwagens of tractoren. Dit leidt tot het tweede probleem: de hoeveelheid beschikbaar stedelijk afval is ruimschoots onvoldoende. Zelfs als al het beschikbare vast stedelijk afval (MSW) zou worden omgezet, zou het slechts in ongeveer tien procent van de Britse vraag naar vliegtuigbrandstof voorzien (The Royal Society,Citaat2023). Men zou zich terecht kunnen afvragen of dit beperkte aanbod niet beter zou kunnen worden gebruikt om te voldoen aan de behoeften van landvoertuigen zonder haalbare alternatieven in sectoren zoals de landbouw. Ten derde zijn de energiebehoeften, net als bij PtL-brandstoffen, onbetaalbaar. Groot-Brittannië zal naar verwachting aanzienlijk achterblijven bij zijn doelstelling voor groene energie voor 2030, ondanks dat deze in december 2024 naar beneden is bijgesteld (Cornwall Insight,CitaatWereldwijd is de investering in de energietransitie in 2024 zelfs gedaald en bedraagt nu iets meer dan een derde van het bedrag dat nodig is om in 2050 netto nul te bereiken (Corradi ,Citaat2025). Er is simpelweg niet voldoende overtollige hernieuwbare energie om de omleiding naar SAF te rechtvaardigen.

De recente ontwikkeling van de SAF-productie wekt bovendien weinig vertrouwen. Geen van de Velocys-projecten heeft de commerciële productie bereikt. De belofte was dat de fabriek in Immingham in 2024 zou beginnen met de levering aan British Airways, maar de locatie is nog steeds 'een stoffig veld, leeg op een blauw draagbaar toilet na dat op zijn kant ligt' (Plucinska et al.,Citaat2025). Als het uiteindelijk opengaat, zal het vermoedelijk stroom van het nationale elektriciteitsnet betrekken, voor een zeer groot deel gevoed door niet-hernieuwbare energie, waardoor de groene geloofwaardigheid die het ooit had, ernstig wordt aangetast (NESO,Citaat2025). Bovendien zullen de directe broeikasgasemissies aanzienlijk zijn. Over de gehele levensduur, inclusief verbranding, produceert SAF uit vast stedelijk afval tot twee derde zoveel $CO_{2\ als}$ fossiele kerosine (The Royal Society,Citaat2023).

Kortom, Velocys heeft, net als de meeste alternatieve SAF-projecten, geen commerciële levensvatbaarheid aangetoond en er zijn sterke redenen voor scepsis. De zaak is niet atypisch. Volgens een onderzoek van Reuters hebben van de 165 SAF-projecten die de afgelopen twaalf jaar wereldwijd door luchtvaartmaatschappijen zijn aangekondigd, er slechts tien commerciële hoeveelheden brandstof geproduceerd (Plucinska et al.,Citaat2025). De oliegigant Shell heeft de bouw van zijn SAF-fabrieken in Singapore en Rotterdam (Almeida,Citaat2025). In Groot-Brittannië zijn er nog twee andere voorgestelde MSW-naar-SAF-projecten, die beide

overheidsfinanciering hebben ontvangen (Ministerie van Transport,Citaat2025a). Een daarvan, van het Amerikaanse bedrijf Fulcrum, zou twee keer zo groot worden als de fabriek van Velocys in Immingham. Toen hun vlaggenschipfabriek in Nevada – de eerste in zijn soort – na jaren van vertraging eindelijk werd geopend, kampte deze echter met een veelheid aan problemen, waaronder corrosie van leidingen door salpeterzuur, enorme stikstofoxide-emissies en een enorme overschatting van de hoeveelheid brandstof die daadwerkelijk geproduceerd zou kunnen worden (Howard,Citaat2024). Het fiasco eindigde met het faillissement van Fulcrum in 2024 (Hussain,Citaat2024). Volgens onderzoek van Andrew Rollinson falen de meeste grootschalige commerciële vergassingsinstallaties. De technologie, merkt hij op, 'brengt hoge risico's met zich mee, die verband houden met meerdere oorzaken van brand, explosie en het vrijkomen van milieugifstoffen' (Rollinson,CitaatZelfs als we de hierboven genoemde kritiek op de technologie terzijde zouden schuiven, is er weinig reden om aan te nemen dat het project van Velocys het soort succesverhaal zal worden waar de overheid op hoopt.

Lanzatech

De kerntechnologie van LanzaTech is ingenieus: Clostridium-bacteriën combineren koolmonoxide en waterstof om ethanol te produceren, dat vervolgens wordt omgezet in vliegtuigbrandstof (AtJ). De ideale locaties zijn hoogovens, waarvan de uitlaatgassen koolmonoxide en waterstof bevatten. LanzaTech verwachtte dat de faciliteit naast de staalfabriek in Port Talbot jaarlijks 80.000 ton brandstof zou opleveren. Hoewel dit indrukwekkend klinkt, hoorden we van een vertegenwoordiger van LanzaTech dat dit '0,6 procent' van het Britse vliegtuigbrandstofverbruik vertegenwoordigt. Naarmate de staalproductie afstapt van fossiele brandstoffen om de netto-nuldoelstellingen te bereiken, zal bovendien de aanvoer van die uitlaatgassen afnemen – en de laatste hoogoven in Port Talbot sloot in 2024. LanzaTech moest daarom verder kijken dan de staalindustrie, maar de grondstoffen die ze hebben gevonden bevatten weinig tot geen waterstof, dat vervolgens moet worden geproduceerd. Er wordt onderzoek gedaan naar DAC-naar-SAF-projecten, maar ook hier is de energiebehoefte gigantisch en het knelpunt is de beschikbaarheid van hernieuwbare elektriciteit.

Andere mogelijke grondstoffen zijn bosafval, dat we hierboven bespraken, en bronnen van 'tweedegeneratiebio-ethanol', zoals stro. Ook deze worden geconfronteerd met veel concurrerende toepassingen, de beschikbare hoeveelheden zijn beperkt en de vliegtuigbrandstof zou duur zijn – misschien wel twee tot vier keer duurder dan kerosine. Jennifer Holmgren, CEO van LanzaTech, merkt op dat het gebruik van gerecyclede $CO2_{of}$ CO2 veel duurder is dan het raffineren van olie, en dat het verlagen van de kostencurve '30 tot 40 jaar' zou kunnen duren (Gertner & Payne,Citaat2021). De productie kan uiteraard niet naar believen worden opgeschaald: het duurt minimaal drie jaar om een fabriek operationeel te krijgen, en pas dan kunnen de efficiëntieverbeteringen worden overgedragen naar toekomstige projecten. De bouw van de fabriek van LanaTech zou in de winter van 2024 beginnen, maar deze deadline werd gemist. Het bedrijf hoopt in 2026 met de productie te beginnen, maar merkt op dat deze tijdlijn 'afhankelijk is van het verkrijgen van de wetgeving, investerings- en afnameovereenkomsten die nodig zijn om tot een definitieve investeringsbeslissing te komen' (LanzaTech,Citaaten ; Smith,Citaat2025).

De luchtvaartindustrie weet dat synthetische brandstoffen niet snel kunnen worden opgeschaald. Wat betreft SAF's in het algemeen: in Groot-Brittannië zal, zoals de Sustainable

Aviation Group toegeeft, een jaarlijkse productie van 600 kt pas halverwege de jaren 2030 worden bereikt. Zelfs het laagste gebruiksscenario dat zij voorziet 'zou de wereldwijd beschikbare afvaloliën en -vetten overtreffen' en zou 'aanzienlijke nieuwe hoeveelheden oliegewassen' vereisen (Sustainable Aviation,Citaat2020).

Koolstofafvang en -opslag

Zelfs als men de scepsis over de technologische aannames die ten grondslag liggen aan de Jet Zero-strategie opzij zou zetten – bijvoorbeeld door te accepteren dat de brandstofefficiëntie in een ongekend tempo zal verbeteren, dat elektrische en waterstofvliegtuigen de bestaande technische en financiële barrières zullen overwinnen om een betekenisvol deel van de vloot te vormen, en dat SAF's commercieel kunnen worden opgeschaald zonder verdere ecologische schade aan te richten – blijft het raamwerk fundamenteel afhankelijk van negatieve emissietechnologieën. Deze afhankelijkheid blijft bestaan, zelfs in de meest optimistische scenario's, wat kritische vragen oproept over de haalbaarheid en integriteit van het Jet Zero-traject.

De Jet Zero-strategie voorspelt dat er tegen 2050 jaarlijks ongeveer 21 $MtCO_2$ moet worden verwijderd om de luchtvaartsector 'netto nul' te laten bereiken. (De Sustainable Aviation Group (2020) voorspelt een nog hoger cijfer en schat dat er jaarlijks minstens 26 $MtCO_2$ moet worden gecompenseerd of verwijderd; en de CCC (Citaat(2020) suggereert dat de luchtvaart tegen het midden van de eeuw ongeveer 40% van de totale negatieve emissiecapaciteit van het VK zal vereisen.) Dit roept ernstige ethische vragen op over de toewijzing van beperkte middelen voor koolstofverwijdering aan een sector die wordt gekenmerkt door extreme ongelijkheid in toegang en impact. Wereldwijd is slechts 1% van de bevolking verantwoordelijk voor de helft van alle luchtvaartemissies (Niranjan,Citaat2025), terwijl slechts 2–4% van de mensen in een willekeurig jaar vliegt (Gössling & Humpe,Citaat2020). In het Verenigd Koninkrijk is het verschil eveneens groot: 15% van de bevolking is verantwoordelijk voor 70% van de vluchten, en de helft van de bevolking vliegt in een bepaald jaar helemaal niet (Hopkinson & Cairns,Citaat2021). Bovendien genereert de rijkste 10% van de Britten meer emissies door alleen de luchtvaart dan de armste 20% door al hun activiteiten samen (Baltruszewicz et al.,Citaat2023). Burgers in het Globale Zuiden nemen daarentegen doorgaans nul tot één vlucht per jaar. De onevenredige toewijzing van financiële en CO2-budgetten aan wat in feite een luxe-activiteit is voor de rijken, roept serieuze vragen op over milieurechtvaardigheid en -gelijkheid.

Zelfs als we de moraal even terzijde laten, blijven er aanzienlijke twijfels bestaan over de opslagcapaciteit voor CCS en de gapende kloof tussen de kleine schaal van gecontroleerde en geverifieerde koolstofverwijdering en de gigantische schaal die nodig is om de Jet Zero-sommen te laten kloppen (de Coninck & M. Benson,Citaat2014 ; Ketan,Citaat2021). Er zijn momenteel eenenveertig CCS-faciliteiten in de wereld, waarvan 82,5% wordt gebruikt om de winning van olie in volwassen putten te ondersteunen (Zero Carbon Analytics,Citaat2024). In de meeste landen is CCS ongereguleerd. Die eenenveertig centrales zijn duur, potentieel gevaarlijk en halen hun doelstellingen niet (Weyler,Citaat2022 ; Zoledziowski,Citaat2022). Een recent rapport over de Noorse proefinstallaties Sleipner en Snøhvit onthulde onverwacht gedrag van CO_2 , zelfs in de meest intensief bestudeerde watervoerende lagen, een herinnering dat het gevaar van lekkage maar al te reëel is (Hauber,Citaat2023). In zijn meest recente routekaart merkt het Internationaal Energieagentschap op dat de geschiedenis van CCS er een is van 'onvervulde verwachtingen' en vertraagde implementatie, dat 'het verwijderen van koolstof uit de atmosfeer

kostbaar en onzeker is' en dat de technologie 'op grote schaal onbewezen' blijft (IEA,Citaat2023a). De volledige doeltreffendheid ervan is door het IPCC in twijfel getrokken, waarbij ernstige twijfels zijn geuit over de technologie en de claims op koolstofneutraliteit (Robertson,Citaat2022 ; Sekera & Goodwin,Citaat2021).

Hoewel financiering, met name van de vervuilende industrieën, geïnvesteerd zou moeten worden in CCS-onderzoek en -proeven, moet men ook erkennen dat het primaire doel ervan vandaag de dag is als een technologische oplossing, gebouwd op onzekere fundamenten en gericht op het omzeilen van moeilijke politieke beslissingen en het ondersteunen van fossielebrandstofgiganten (Anderson & Peters,Citaat2016 ; Laville,Citaat2021 ; Quiggin,Citaat2024). Zelfs de Amerikaanse klimaatgezant onder de regering-Biden, John Kerry, geeft toe dat CCS het risico loopt een gevaarlijke afleiding te worden van de noodzaak om de emissies te verminderen, terwijl de voormalige Amerikaanse vicepresident Al Gore het afdoet als 'een absolute fraude' (Breeze,Citaat2024 ; Harvey,Citaat2023).

Verschuivingen

De tot nu toe besproken oplossingen worden in het Jet Zero-programma schromelijk overschat en getuigen van een nonchalante minachting voor schaarste, realistische tijdschema's en technische obstakels. Toch zijn ze allemaal gebaseerd op technologieën die wél werken, of ooit zouden kunnen werken. Compensatie daarentegen is regelrechte oplichterij. Dat compensatie een prominente rol krijgt toebedeeld in Jet Zero – zelfs in het 'hoogambitieuze' scenario wordt compensatie aangeprezen als de op één na grootste 'reductie' van emissies, na CCS – is schandalig.

Compensatie is het recht om te vervuilen op één locatie, gekocht door certificaten die de reductie ervan op een andere locatie aangeven, ten opzichte van 'business as usual' – certificaten die vervolgens verhandeld kunnen worden op de koolstofmarkt. De logica achter dit recht is op zijn zachtst gezegd twijfelachtig. Het is alsof een fabriek in Liverpool, wanneer ze een Maleisische rivier vergiftigt, haar vervuiling vóór de wettelijke deadline vermindert, daardoor een vergunning krijgt om kwik in de Mersey te lozen. Het overgrote deel van de koolstofcompensatie heeft betrekking op het beschermen van gebieden tegen toekomstige ontbossing. Bossen, naast oceanen en veengebieden, zijn essentiële koolstofputten die de helft van de menselijke uitstoot absorberen; veel van deze bossen verliezen hun vermogen om koolstof te absorberen (Greenfield,Citaat2024 ; IPCC,Citaat2023). Het stoppen van ontbossing speelt uiteraard een cruciale rol in het beperken van klimaatverandering. Maar dit mag bedrijven geen vrijbrief geven omelders CO2 in de atmosfeer te blijven pompen (Milman ,Citaat2018). Het koolstofkredietsysteem waarin compensatiecertificaten worden gegoten, is bovendien een broeinest voor corruptie en fraude (Chan et al.,Citaat2023). Dit werd overduidelijk toen uit meerdere onderzoeken naar 's werelds grootste certificeringsinstantie voor koolstofcompensatie bleek dat negentig procent van hun compensaties volstrekt waardeloos was (Guizar-Coutiño et al.,Citaat2022 ; West et al.,Citaat2020 ,Citaat2023).

Herbebossingsplannen lijken op het eerste gezicht misschien gerechtvaardigder, maar ook die zijn gebrekkig. Cruciaal is dat ze geen rekening houden met het feit dat bomen geen onderling verwisselbare eenheden zijn. Oud bos is een complex ecosysteem met dichte ondergroei; het kan niet worden 'vervangen' door plantagebosbouw (Monbiot,Citaat2021). Bovendien hebben bomen tientallen jaren nodig om te groeien en als ze bijvoorbeeld in bosbranden terechtkomen, laten ze alle koolstof die ze hebben opgenomen weer los (Hodgson,Citaat2021). Mensen wonen

op de plaatsen waar de compensatie-industrie plantages wil aanleggen. Hun velden, vee en bestaansmiddelen staan in het vizier van CO2-compensatieprojecten. De benodigde hoeveelheid land is duizelingwekkend – een bos ter grootte van het eiland Wight zou jaarlijks moeten worden aangeplant om de CO2-voetafdruk van de Royal Air Force te compenseren (Defence Committee,Citaat2023 ; Ministerie van Defensie,Citaat2023 ; Moseman et al.,Citaat2025). Koolstofkredieten die verband houden met herbebossing en de financiering van hernieuwbare energie zijn in verband gebracht met een hele reeks sociale en milieuschade. Projecten die verband houden met Chevrons koolstofcompensatie omvatten bijvoorbeeld het planten van rubbermonoculturen, die rampzalig zijn voor lokale ecosystemen en niet effectief zijn in koolstofcompensatie. Een groot deel van Chevrons koolstofcompensatieprogramma's omvatte de bouw van grote waterkrachtcentrales. Deze projecten zouden naar alle waarschijnlijkheid toch wel zijn gebouwd, dus hun status als 'compensatie' is lachwekkend; ze zijn er ook van beschuldigd lokale gemeenschappen te ondermijnen door gewelddadige methoden te gebruiken om verzet te onderdrukken (Corporate Accountability,Citaat2023). Critici hebben gewezen op het neokoloniale en uitbuitende karakter van dergelijke relaties (Olúfémi,Citaat2019). Onverstandige, zo niet ronduit schadelijke, compensatiepraktijken vinden plaats in de context van eeuwenoude ongelijke verhoudingen van extractivisme, soms door precies dezelfde bedrijven – zoals in het geval van Chevron in Colombia. We blijven zitten met een verontrustend beeld: ineffectieve CO2-compensaties bedreigen de voedselzekerheid in het Mondiale Zuiden om de levensstijl van 's werelds frequent flyers in stand te houden (Harvey,Citaat2021).

De tekortkomingen van herbebossingsprogramma's zijn exemplarisch voor de bredere problemen met CO2-compensatie. Deze problemen beperken zich niet tot individuele projecten, maar zijn systemisch, zoals blijkt uit CORSIA, het systeem voor CO2-handel van de ICAO. Dit systeem, dat door Groot-Brittannië is opgezet, zal het grootste deel van de compensaties van de Britse luchtvaartsector voor zijn rekening nemen. Naast de hierboven genoemde algemene problemen is CORSIA door experts zwaar bekritiseerd. Geen van de compensatieprogramma's in het kader van het systeem pakt problemen met dubbeltelling aan (bijvoorbeeld wanneer een gebied regenwoud dat al beschermd was onder een nationaal systeem, opnieuw wordt meegeteld voor compensatie). Ook de prijsmechanismen werken niet, vanwege het overaanbod: wanneer het kopen van emissierechten goedkoper is dan het kopen van SAF, ondermijnt dit de prikkel om te decarboniseren. Ten slotte wordt het hele systeem geplaagd door een gebrek aan transparantie en afdwingbaarheid (T&E,Citaat2021a). Dat het Jet Zero-plan zoveel nadruk legt op compensatie, ondermijnt de claim dat het streeft naar 'netto nul' ernstig. Nogmaals: met elke fractie van een graad opwarming wordt de klimaatverandering ernstiger, onvoorspelbaarder en onomkeerbaarder, en verslechteren de ecosystemen van de aarde verder. CO2-compensatie, door bedrijven groen licht te geven om broeikasgassen te blijven uitstoten, is schadelijk voor de toekomstige leefbaarheid van de aarde.

Beleidsvoorstellen Als je door een luchthaven in Groot-Brittannië reist, zou je kunnen denken dat de huidige straalvliegtuigen zo licht zijn als vogels. Van Gatwick tot Bristol beweren advertenties trots dat de luchthaven van waaruit je een vlucht naar de andere kant van de wereld neemt 'klimaatneutraal' is. Ondanks de absurditeit van dergelijke beweringen die summier worden aangekaart (Walker,Citaat2021) zijn de pogingen van de luchtvaartindustrie om een groen imago van zichzelf te creëren eindeloos. Van Ryanairs verboden reclame waarin het zichzelf aanprees

als 'Europa's luchtvaartmaatschappij met de laagste emissies' (ASA,Citaat2020) tot de milieuclaims van KLM voor SAF die als 'misleidend' worden beschouwd (Sterling & Plucinska,Citaat2024) zijn er talloze voorbeelden van 'greenwashing' in de luchtvaartindustrie. Uit een recent onderzoek bleek zelfs dat 44% van de publiciteit in de luchtvaartindustrie over CO2-compensatie misleidend was (Guix et al.,Citaat2022). Dit is geen nieuwe ontwikkeling. De reclame van ExxonMobil uit 2011, waarin biobrandstof uit algen werd gepromoot, om maar een voorbeeld te noemen, werd verboden vanwege soortgelijke oneerlijke beweringen (Euractiv,Citaat2011). Dit voorbeeld is bijzonder leerzaam, aangezien de veelgeroemde algenoplossing, zoals we hierboven bespraken, op een dood spoor uitliep. De luchtvaartindustrie heeft een geschiedenis van opzettelijke misleiding van het publiek om haar ongehinderde expansie te rechtvaardigen. Om dit te doen, baseert ze zich op overdreven, onrealistische en onoprechte beweringen die voor een hele reeks technologische oplossingen worden aangevoerd. Ze handelt echter niet alleen. Ook meewerkende overheden en meewerkende mediaorganisaties zouden ter verantwoording moeten worden geroepen.

Gezien de in dit artikel besproken onderzoeksresultaten is het duidelijk dat het Jet Zero-plan prioriteit geeft aan het welzijn van de luchtvaartindustrie boven het milieu. Als de leefbaarheid van de planeet de belangrijkste zorg zou zijn, zou Jet Zero maatregelen voor vraagbeheersing aanbevelen, zoals een verbod op luchtvaartreclame en frequent flyer-programma's, en het afschaffen van belastingvrijstellingen op vliegtuigbrandstof. Het zou de nadruk leggen op doelstellingen voor 2030, niet op die voor 2050. Het zou prioriteit geven aan overleg met jongeren, milieuactivisten en wetenschappers, in plaats van aan lobbyisten in de luchtvaart. Het zou het Absolute Zero-rapport van de FIRES-onderzoeksgroep van de Universiteit van Cambridge (Allwood et al.,Citaat2019). Als de Britse 'netto-nul'-doelstelling halverwege de eeuw moet worden bereikt, zo hebben de FIRES-ingenieurs aangetoond, staat de luchtvaartindustrie 'voor een 'snelle krimp'. Dit houdt in dat 'alle luchtvaartactiviteiten' binnen 30 jaar moeten worden afgebouwd, met de sluiting van alle Britse luchthavens, behalve Glasgow, tegen 2030, en ook Heathrow tegen 2050 – en pas dan, als de benodigde technologieën en voldoende hernieuwbare elektriciteit beschikbaar komen, kan een heropening aannemelijk beginnen.

Het pleidooi voor inkrimping van de luchtvaartsector zal waarschijnlijk niet universeel populair zijn en zal geen stemmen opleveren, tenzij aan twee voorwaarden wordt voldaan. Ten eerste is er een betekenisvolle verandering in de houding ten opzichte van klimaatverandering. Ten tweede moeten transporthervormingen gekoppeld worden aan voorstellen die tegemoetkomen aan de publieke zorgen. Willen campagnevoerders de luchtvaartsector weer met beide benen op de grond krijgen, dan moet de visie gericht zijn op een leefbare planeet, samen met haalbare en aantrekkelijke reisalternatieven.

Zoals hierboven besproken, is de luchtvaart een eliteactiviteit, zowel in het Westen als wereldwijd. Een opiniepeiling uit 2024 meldt dat, ondanks de uitspraken van Rachel Reeves, het Britse publiek de groei van de luchtvaart niet als essentieel voor economische groei beschouwt, belasting op vliegtuigbrandstof en hogere ticketprijzen steunt, en 'sterk voorstander' is van het gelijktrekken van de kosten van trein- en vliegreizen – zelfs als dit hogere belastingen op de luchtvaart vereist (Chapman,Citaat2025b). Terwijl jetbezitters 0,0008% van de wereldbevolking vertegenwoordigen, vertegenwoordigen privéjets in Groot-Brittannië één op de tien vluchten die opstijgen (Collins et al.,Citaat2023 ; Vaughan,Citaat2023). Een passagier in een privéjet die van New York naar Washington DC vliegt – dezelfde afstand als Londen naar Parijs – is verantwoordelijk voor ongeveer 45 keer de uitstoot van een passagier die dezelfde route op een

commerciële vlucht vliegt, en 1.100 keer de uitstoot van een passagier die met de trein reist (Collins et al.,Citaat2023). De argumenten voor een verbod op privéjets zijn, kortom, overweldigend. Ook zakenreizen moeten worden ingeperkt. De COVID-19-pandemie heeft aangetoond dat een groot deel ervan kan worden vervangen door online vergaderingen. Als zelfs de als 'onnodig' beschouwde zakenreizen zouden worden ingeperkt, zou het verkeer op Heathrow in één klap met bijna een vijfde afnemen (Statista,Citaat2023). Ondertussen zou een heffing voor frequent flyers de vraag op een eerlijke manier kunnen verminderen – zonder jaarlijkse vakantiegangers te straffen – gedurende de periode waarin alternatieven voor vliegen worden uitgerold. Dergelijke heffingen zijn populair onder het Britse publiek (Chapman,Citaat2025b) en moet met bijzondere prioriteit worden opgelegd aan de luxe ticketklassen (eerste, premium, business), aangezien deze, hoewel verreweg de meest milieubelastende, relatief lage belastingen op grond van de vliegbelasting kennen. Naast de omleiding van subsidies voor fossiele brandstoffen zouden deze belastinginkomsten ook 'innovatieve financieringsbronnen' kunnen opleveren voor 'verlies- en schadehulp' aan bevolkingsgroepen die het zwaarst worden getroffen door klimaatverandering, op basis van het principe 'de vervuiler betaalt' (Amnesty International & CIEL,Citaat2022).

Naast deze hervormingen zouden korteafstands- en binnenlandse vluchten snel moeten worden afgebouwd. Een eerste stap is gezet door Frankrijk, met een verbod op vluchten op routes die binnen 2,5 uur met de trein kunnen worden afgelegd.Voetnoot12 Opnieuw blijkt uit bewijsmateriaal dat dit beleid populair is. Uit een onderzoek in de hele EU bleek dat twee op de drie Europeanen een verbod op korteafstandsvluchten naar bestemmingen die in twaalf uur met de trein te bereiken zijn, zouden steunen (Garton Ash et al.,Citaat2020). Om korteafstandsvluchten te vervangen, zouden investeringen in spoor- en batterij-elektrische businfrastructuur betrouwbaar en toegankelijk openbaar vervoer voor iedereen mogelijk kunnen maken, tegen betaalbare prijzen of zelfs gratis. Binnen Europa vormen nachttreinen een haalbaar en gemakkelijk alternatief en zouden ze nieuw leven ingeblazen en opgeschaald moeten worden. Onderzoeken tonen consequent aan dat mensen de voorkeur geven aan treinreizen boven vliegen (Carn & William,Citaat2021). Waar de trein een haalbaar alternatief biedt, zoals tussen Londen en Parijs, zien we de passagiersvraag naar luchtvaart instorten (Rowland,Citaat2019). Met een snelheid van slechts 200 km/u zou een trein vanuit Londen, met tussenstops inbegrepen, in acht uur Barcelona kunnen bereiken en in twintig uur Ankara.

De uitdaging om de emissies van langeafstandsvluchten aan te pakken blijft bijzonder complex. Alternatieven zijn minder gemakkelijk beschikbaar dan voor korteafstandsvluchten, maar hun belang is groter. Een onderzoek naar vluchten vanuit 31 Europese landen toonde aan dat vluchten van meer dan 4.000 km slechts 6% van het totale aantal vertrekken uitmaakten, maar verantwoordelijk waren voor 47% van het totale brandstofverbruik. Een wereldwijde analyse wees eveneens uit dat slechts 5% van de vluchten – vluchten langer dan 3.000 km – goed was voor bijna 40% van het totale brandstofverbruik (Dobruszkes et al.,Citaat2024).

Tot op heden lijken er geen haalbare voorstellen te zijn voor langeafstandsvluchten die tegelijkertijd voldoen aan ecologische duurzaamheidscriteria, sociale gelijkheid hoog houden en politiek haalbaar blijven. Wat echter zeker is, is dat een enkele retourvlucht over lange afstanden vanuit Groot-Brittannië het volledige jaarlijkse koolstofbudget per hoofd van de bevolking van een individu kan overschrijden, ervan uitgaande dat de klimaatdoelstelling van 1,5 °C wordt nageleefd. In deze context lijken substantiële verminderingen van langeafstandsvluchten de enige ecologisch verdedigbare koers. Hoewel dergelijke maatregelen op weerstand kunnen

stuiten, moet de noodzaak om binnen de grenzen van een stabiel planetair systeem te blijven zeker voorrang krijgen. Het alternatief is het risico te lopen het aardsysteem in een toestand te duwen die onverenigbaar is met de complexe maatschappelijke structuren die zich de afgelopen vijf millennia hebben ontwikkeld. Zoals Al Gore treffend stelde: 'het maximum dat politiek haalbaar is, zelfs het maximum dat politiek denkbaar is op dit moment, schiet nog steeds tekort bij het minimum dat wetenschappelijk en ecologisch noodzakelijk is' (McKibben,Citaat1995).

Het ontbreken van duidelijke alternatieven voor langeafstandsvluchten mag niet worden gebruikt om de voortzetting van de huidige praktijken te rechtvaardigen. Dat gezegd hebbende, kunnen we inspiratie putten uit de slow travel-beweging (Kieran,Citaat2013). Als wetgeving de flexibiliteit van werkgevers zou bevorderen, zouden langzaam varende emissievrije schepen een alternatief kunnen bieden voor sommige langeafstandsreizen (Neale,Citaat2021). En luchtschepen – we wagen het voorzichtig, wetende dat we misschien geplaagd worden door het techno-utopisme waar dit artikel voor waarschuwt – kunnen een extra alternatief bieden voor vliegtuigen met lage emissies (Hall,Citaat2024 ; Vrolijk,Citaat2025).

Al deze initiatieven, of het nu gaat om nachttreinen, schepen of luchtschepen, zouden nieuwe banen creëren, waaraan werknemers die de luchtvaartsector verlaten, in een 'rechtvaardige transitie' voorrang zouden moeten krijgen. Een rapport in opdracht van Possible concludeerde dat als de Britse luchtvaart met tweederde zou krimpen, er ongeveer 200.000 banen verloren zouden gaan, maar door deze reizen te vervangen door alternatieven (zoals treinen en veerboten), samen met de resulterende groei van het binnenlands toerisme, zou er een nettowinst van meer dan 300.000 banen ontstaan (Meadway,Citaat2022).

De 'rechtvaardige transitie' is, zoals alom is opgemerkt, een omstreden concept. We volgen Stefania Barca in haar poging om de strategie voor een rechtvaardige transitie terug te brengen van een simpele banencampagne gekoppeld aan een 'groene groei'-agenda, naar een programma dat, hoewel gericht op vakbondsmobilisatie voor 'groene banen', tegelijkertijd gebruikmaakt van 'inheemse kennis' en pleit voor desinvestering in de fossiele-brandstof- en kernenergiesector, gekoppeld aan energiedemocratie en voedselsoevereiniteit op gemeenschapsniveau (Barca, geparafraseerd in Rainnie & Snell,Citaat2024 , p. 38). Internationale solidariteit zou haar na aan het hart liggen; de risico's van het versterken van neokoloniale en extractivistische relaties met het mondiale Zuiden in het nastreven van 'groen' beleid zijn goed gedocumenteerd (Abram et al.,Citaat2022 ; Ambrosius,Citaat2024 ; Bel,Citaat2024 ; Hamouchene & Sandwell,Citaat2023 ; Okpanachi et al.,Citaat2022).

Als embryonaal voorbeeld van een 'rechtvaardige transitie' in de luchtvaart, neem dan het geval van 'Een Green New Deal voor Gatwick'. Deze werd bijeengeroepen door ecosocialisten en vakbondsvertegenwoordigers van de Public and Commercial Services Union (PCS), een vakbond die voorop loopt in de campagne en het beleid rond 'klimaatbanen' en de rechtvaardige transitie (Lethbridge,Citaat2024), tijdens de Covid-19-pandemie, toen luchtvaartpersoneel te maken kreeg met massaontslagen. We vroegen Robert Magowan, een van de initiatiefnemers van het voorstel, wat de achterliggende gedachte was van het Gatwick-plan. 'We weten dat de luchtvaart moet krimpen', antwoordde hij, 'en dat was ook zo tijdens de pandemie, maar dit mag niet ten koste gaan van werknemers. De reactie op de pandemie liet zien wat overheden kunnen doen wanneer de druk hoog is – vooral toen de productielocatie van Airbus in Broughton werd omgebouwd om beademingsapparatuur te produceren'.

Magowan en zijn collega's onderzochten de vele manieren waarop de vaardigheden van Gatwick-werknemers konden worden aangepast aan banen elders, in koolstofarme industrieën. Met steun van PCS vonden ze steun onder het personeel, onder meer van een piloot wiens woorden welsprekend samenvatten wat er op het spel staat:

Het is al mijn hele leven mijn droom om te vliegen. Onder ogen zien dat we dit enorme deel van ons leven verliezen is ongelooflijk beangstigend; onze baan verliezen is als een deel van onszelf verliezen. Maar als piloten gebruiken we onze vaardigheden om deze existentiële bedreiging voor de natuur en ons leven te identificeren. Als dit een noodgeval tijdens een vlucht was geweest, waren we allang naar een veilige bestemming uitgeweken. We kunnen niet zomaar blind naar de geplande bestemming vliegen terwijl de cockpit zich met rook vult. De impact van onze industrie op de wereldwijde emissies is onweerlegbaar. De zogenaamde oplossingen om de industrie op de huidige schaal te 'vergroenen' zijn nog decennia ver weg en zijn wereldwijd of ecologisch niet rechtvaardig. Nu het milieubewustzijn toeneemt, zal de luchtvaartsector ofwel krimpen door opzet, door een 'rechtvaardige transitie' voor werknemers, ofwel door een ramp. We moeten een manier vinden om werknemers voorop te stellen in de groene revolutie, zodat we de mogelijkheid hebben om ons te laten omscholen naar de groene banen van de toekomst (Latif et al.,Citaat2020 , blz. 24).

Een dergelijke rechtvaardige transitie zou talrijke positieve gevolgen kunnen hebben voor lokale gemeenschappen. Europese regeringen verliezen elk uur €4 miljoen doordat de luchtvaart niet belast wordt (reis- en verblijfskosten,Citaatnd). Deze steun die luchthavens en de luchtvaartindustrie ontvangen, zou kunnen worden omgeleid naar de financiering van lokale recreatie- en duurzame transportinfrastructuur. Zelfs overbodige luchthavens zouden kunnen worden omgevormd tot gemeenschapscentra, musea of groene ruimtes (zoals gebeurde op de voormalige Berlijnse luchthaven Tempelhof) (Magowan,Citaat2022). Conclusie Het Jet Zero-plan, met zijn afhankelijkheid van onbewezen technofixes en industrievriendelijk beleid, is een voorbeeld van zelfgenoegzaamheid die al decennialang aan de basis ligt van klimaatinactiviteit. Het pakt niet alleen de omvang van de bijdrage van de luchtvaartsector aan de klimaatcrisis niet aan, maar dreigt deze zelfs te verergeren. Het techno-solutionisme ervan wil ons doen geloven in de alchemistische kracht van nieuwe technologie: het kan koolstof in goud veranderen. Maar het bewijs is duidelijk: koolstofafvang en -opslag, duurzame vliegtuigbrandstoffen, waterstof- en batterij-elektrische vliegtuigen zijn niet de wondermiddelen die ze lijken te zijn, en compensatie is een farce. Deze voorstellen dienen vooral als etalage voor de luchtvaartindustrie, een alibi om ongecontroleerde expansie te dekken en tegelijkertijd de moeilijke beslissingen die nodig zijn om de opwarming van de aarde te beperken, uit te stellen.

Nu het kwik blijft stijgen, zetten overheden niet zozeer in op het snel terugdringen van de luchtvaartemissies, maar op technologieën die nog niet zijn gerealiseerd (Schleussner et al.,Citaat2024). De luchtvaartmaatschappijen gebruiken, samen met beleidsmakers, deze 'oplossingen' om ruimte te creëren voor uitbreiding van hun activiteiten. Als dergelijke oplossingen echter valse beloften zijn, zoals in dit artikel wordt betoogd, zou de luchtvaartsector moeten worden ingekrompen en alleen mogen hergroeien als de levenscyclus van vliegtuigen zo kan worden ontworpen dat broeikasgasemissies volledig worden vermeden. De methoden die nodig zijn om de luchtvaartemissies te beperken bestaan; wat ontbreekt, is de politieke ambitie om ze te implementeren. Deze omvatten beleid om de vraag naar vliegreizen op een eerlijke manier te verminderen en investeringen in duurzame alternatieven, met maatregelen om een rechtvaardige transitie te garanderen voor werknemers en gemeenschappen die afhankelijk zijn

van de luchtvaartindustrie. Ondanks de tekortkomingen van de overheidsreacties op de COVID-19-pandemie, wezen ze op de snelle, transformerende verandering die kan plaatsvinden waar de politieke wil aanwezig is.

Om de wereldwijde temperatuurstijging te stabiliseren op 1,5°C, moeten industrieën met een hoge uitstoot snel worden ingeperkt. Dit vereist niet alleen een radicale herziening van de manier waarop we reizen, maar ook structurele transformaties, met respect voor de logica van economische groei en de doelstellingen van sociale rechtvaardigheid en de leefbaarheid van de planeet.

Openbaarmakingsverklaring De auteur(s) hebben geen melding gemaakt van een mogelijk belangenconflict.

Correctieverklaring Dit artikel is gecorrigeerd met kleine wijzigingen. Deze wijzigingen hebben geen invloed op de academische inhoud van het artikel.

Aanvullende informatie Opmerkingen over bijdragers Gareth Dale Gareth Dale is universitair hoofddocent politieke economie aan Brunel University. Zijn publicaties omvatten monografieën over Oost-Duitsland en diverse over het leven en werk van Karl Polanyi, evenals geredigeerde bundels over groene groei, internationale migratie, de politieke economie van Oost-Europa, revoluties in het neoliberale tijdperk en het politieke denken van Colin Barker. Hij publiceerde onder andere in The Guardian, The Ecologist, The Conversation, Open Democracy, Truthout en The Green European Journal.

Josh Moos Josh Moos is hoofddocent aan de Leeds Beckett University. Hij doceert heterodoxe economie op bachelorniveau. Zijn huidige onderzoeksinteresses omvatten alternatieven voor op groei gebaseerde economische paradigma's, met een bijzondere nadruk op degroei en marxistische economie. Zijn recente werk concentreert zich op onderzoek naar de milieu-impact van de luchtvaart en de beperkingen die gepaard gaan met technologische oplossingen.

Alistair Bernal Holmes Alistair Bernal Holmes is promovendus aan de afdeling Sociologie van Goldsmiths. Zijn onderzoek richt zich op de klimaatcrisis – met name de temporaliteiten van kapitalisme en de natuur. Zijn andere interesses omvatten utopische/dystopische verbeeldingen en de politiek van het geheugen.

Notities 1 Voor suggesties en opmerkingen over een eerdere versie willen we Jamie Morgan bedanken. De gebruikelijke kanttekening is van toepassing.

2 De CCC erkent het probleem: 'De niet-CO2-effecten van de luchtvaart hebben betrekking op de extra klimaateffecten van de luchtvaart die niet te wijten zijn aan broeikasgasemissies, zoals lijnvormige condensatiesporen, een toename van hoge bewolking en de effecten van luchtvervuiling. Sinds 1990 is het opwarmende effect van niet-CO2-effecten verdrievoudigd.' (CCC,Citaat2025 , blz. 223).

3 De cijfers van het Ministerie van Defensie lijden onder een gebrek aan transparantie in de rapportage (Parkinson,Citaat2020).

4 'Teruggenomen' roept uiteraard problematische vragen op over de afhankelijkheid van koolstofafvang en technologieën voor negatieve emissies.

Robotvertaling van
https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21582041.2025.2566800#coi-statement

5 De brandstofefficiëntie van het blok is hoger dan de metrische waarde (MV), omdat luchtvaartmaatschappijen de stoeldichtheid in de loop der tijd gestaag hebben verhoogd. MV houdt geen rekening met de cabineconfiguratie. Evenzo zijn operationele verbeteringen, zoals ontwikkelingen in vluchtbeheersystemen, ook uitgesloten van MV.

6 Gemiddelde metingen van brandstofefficiëntie verbergen aanzienlijke variaties tussen perioden. Eind jaren zestig leverde de vervanging van jets van de eerste generatie door jets van de tweede generatie aanzienlijke efficiëntieverbeteringen op (5,6% per jaar in blokbrandstof en 3,7% in MV). Daarentegen resulteerde de afwezigheid van grote technologische vooruitgang van de jaren negentig tot begin jaren 2010 in een bijna nulwinst. De introductie van efficiëntere vliegtuigtypes in de jaren 2010, met name de Boeing 787, leverde verbeteringen op tot wel 3,5%. Begin jaren 2020 stagneerde de efficiëntiegroei echter opnieuw (Hameed & Rutherford,CitaatDat de gemiddelde brandstofefficiëntie moeite heeft gehad om substantieel boven de 1% per jaar te komen, wordt bevestigd door de International Civil Aviation Authority (ICAO), die in 2019 toegaf dat hoewel ze streven naar een efficiëntiewinst van 2% per jaar, "de vliegtuigen van vandaag ongeveer 80 procent efficiënter zijn in het brandstofverbruik per passagierskilometer dan die in de jaren zestig" – met andere woorden ongeveer 1,1% per jaar (ICAO,Citaat2019).

Uit recent onderzoek blijkt dat de energiebehoefte van datacentra wereldwijd mogelijk al groter is dan de elektriciteit die door hernieuwbare energiebronnen wordt opgewekt (Castro et al.,Citaat2024). Dit zou een punt van zorg moeten zijn voor de regering-Starmer, gezien haar inzet voor een halsbrekende uitbreiding van datacentra (Gross et al.,Citaat2025).

8 Het is belangrijk om erop te wijzen dat, zelfs als we de milieu- en sociale kosten van luchthavenuitbreiding buiten beschouwing laten, de bijdrage ervan aan de groei discutabel is. Een recent rapport van de New Economics Foundation concludeerde dat, aangezien de uitbreiding voornamelijk het aantal vertrekkende passagiers doet toenemen, het "zeer onwaarschijnlijk" is dat het "enige groeivoordelen voor het Verenigd Koninkrijk" oplevert (Chapman,Citaat2025a). En in een uitgebreide analyse van de economische argumenten voor de uitbreiding van Leeds Bradford Airport concludeerde een rapport dat het in feite zou leiden tot een netto verlies voor de economie van de regio (Chapman & Postle,Citaat2020).

9 Het SAF-mandaat van de EU kampt met soortgelijke problemen. Volgens de prognoses van Boeing en Airbus zal de emissiebesparing van het SAF-mandaat van 42% van de EU teniet worden gedaan door groei, waarbij de CO2 - uitstoot in 2049 naar verwachting iets lager zal zijn dan in 2019 (T&E,Citaat2025). Gezien de lage prognose voor de beschikbaarheid van e-brandstoffen, zoals Power to Liquid (PtL), leiden we echter af dat een aanzienlijk deel van de vraag naar SAF zal worden gedekt door HEFA-gebaseerde biobrandstof of vergelijkbare niet-duurzame bronnen. Als hiermee rekening wordt gehouden, zullen de Europese luchtvaartemissies waarschijnlijkin 2049 een piek bereiken (T&E,Citaat2025).

10 Ondanks de kennis van de zorgen over de authenticiteit van de olie heeft de Britse regering SAF uitgesloten van het onderzoek naar de import van Chinese biodiesel (Hussain,Citaat2024). In plaats daarvan vertrouwt het op door de industrie aangestuurde certificeringsprogramma's zoals het International Sustainability and Carbon Certificate om de authenticiteit te verifiëren. Deze programma's zijn sterk afhankelijk van zelfrapportage in plaats van onafhankelijke verificatie, wat twijfels zaait over hun betrouwbaarheid (Greenpeace,Citaat2021).

11 In het Verenigd Koninkrijk wordt biodiesel voornamelijk gebruikt voor wegtransport (DEFRACitaat2025), evenals landbouwmachines en stroomgeneratoren.

12 Ondanks dat Frankrijk dankzij zijn uitgebreide hogesnelheidsnetwerk passagiers in minder dan 2,5 uur over grote afstanden kan vervoeren, kent Groot-Brittannië nog steeds meerdere dagelijkse vluchten op routes die gemakkelijk met de trein te bereiken zijn. Vanuit Londen kun je alle grote noordelijke steden in minder dan 2,5 uur bereiken. Toch zijn er nog steeds ongeveer vijf vluchten per dag van Londen naar Newcastle, en een vergelijkbaar aantal naar Manchester.

Bronnen van dit document:

Robotvertaling van
https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21582041.2025.2566800#inline_frontnotes

Volledige tekst van onderzoekers:

https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/21582041.2025.2566800?needAccess=true