

Nederland kan beter inzetten op minder vliegen

Auteur: Leon Adegeest, dr. ir. (SATL)¹

Datum: 28 mei 2021

In het Financieel Dagblad van 1 mei 2021 betoogt Prof. Maarten Steinbuch dat binnen één generatie volledig op kunstkerosine gevlogen én gevaren kan worden en dat het maken ervan zelfs goedkoper zou zijn dan kerosine van fossiele oorsprong². In deze kritische analyse plaatsen wij stevige vraagtekens bij deze voorstelling van zaken. Niet alleen is er een onvoorstelbare extra hoeveelheid duurzame energie nodig en tientallen miljarden euro's aan risicovolle investeringen, ook de kosten van de kerosine worden zeker vier tot zes keer zo hoog.

Hoofdconclusies:

1. Technisch: het is een enorme uitdaging om binnen één generatie wereldwijd alle fossiele kerosine te vervangen door synthetische kerosine.
 - De productie van synthetische kerosine vergt zeer veel duurzame energie. Er is meer dan 1 miljoen megawatt *extra continue* capaciteit vereist.
 - Nederland is als locatie ongeschikt voor serieuze commerciële productie.
 - Ook een nationale reductie van 14% fossiele kerosine in 2030 door bijmenging van 573.000 ton duurzame (bio en/of synthetische) kerosine lijkt niet realiseerbaar.
2. Economisch: de kostprijs van synthetische kerosine wordt zeker een factor 4-6 hoger.
 - De kostprijs van vliegen stijgt; dit zal leiden tot een afname van de vraag.
 - Voor varen zullen andere alternatieven worden ontwikkeld. De energiedichtheid speelt een minder dominante rol en er is voldoende ruimte voor opslag aan boord.
3. Politiek: er moeten verstandige keuzes gemaakt worden. "Niet alles kan" geldt ook hier.
 - Een bijmengverplichting zonder ontsnappingsmogelijkheden over de grens is een manier om het principe "De vervuiler betaalt" in te voeren. Maar...
 - De inzet van minister Van Nieuwenhuizen op bijmengen van biobrandstof lijkt een doodlopende route. Opschaling is nauwelijks mogelijk door schaarste van grondstoffen.
 - Het is een utopie te denken dat in Nederland concurrerend op grote schaal duurzame synthetische brandstof kan worden geproduceerd. Ondersteuning hiervan betekent een inefficiënt gebruik van schaarse groene energie, wat weer ten koste gaat van de verduurzaming van andere sectoren.
 - De overheid moet oppassen voor een kostbare *lock-in*, waarbij via grote risicovolle investeringen zwaar wordt ingezet op een economisch onrendabele productie van duurzame kerosine in Nederland.
 - Een efficiëntere manier om in 2030 14% minder fossiele kerosine te gebruiken, is reductie van het aantal vliegbewegingen. Dat kost zeker minder dan 10 miljard. Bovendien levert dit materiële en immateriële winst op voor het leef- en woonklimaat én het vergroot de haalbaarheid van het EU-reductiedoel van 55% minder CO₂ in 2030.

¹ Met dank aan Joris Melkert (TU-Delft) en Jasper Faber (CE Delft) voor hun waardevolle feedback.

² <https://fd.nl/futures/1381303/vliegen-en-varen-op-kunstmatige-kerosine-rce1ca7ttw23>

Analyse van de column “Binnen één generatie vliegen en varen op kunstkerosine”

In het Financieel Dagblad van 1 mei 2021 verscheen een column van prof. Maarten Steinbuch, getiteld “Binnen één generatie vliegen en varen op kunstkerosine”³. De column veroorzaakte flink wat discussie op social media. In deze kritische analyse zetten we op een rij wat er moet gebeuren om de luchtvaart op kunstkerosine te laten vliegen en wat dat zou gaan kosten.

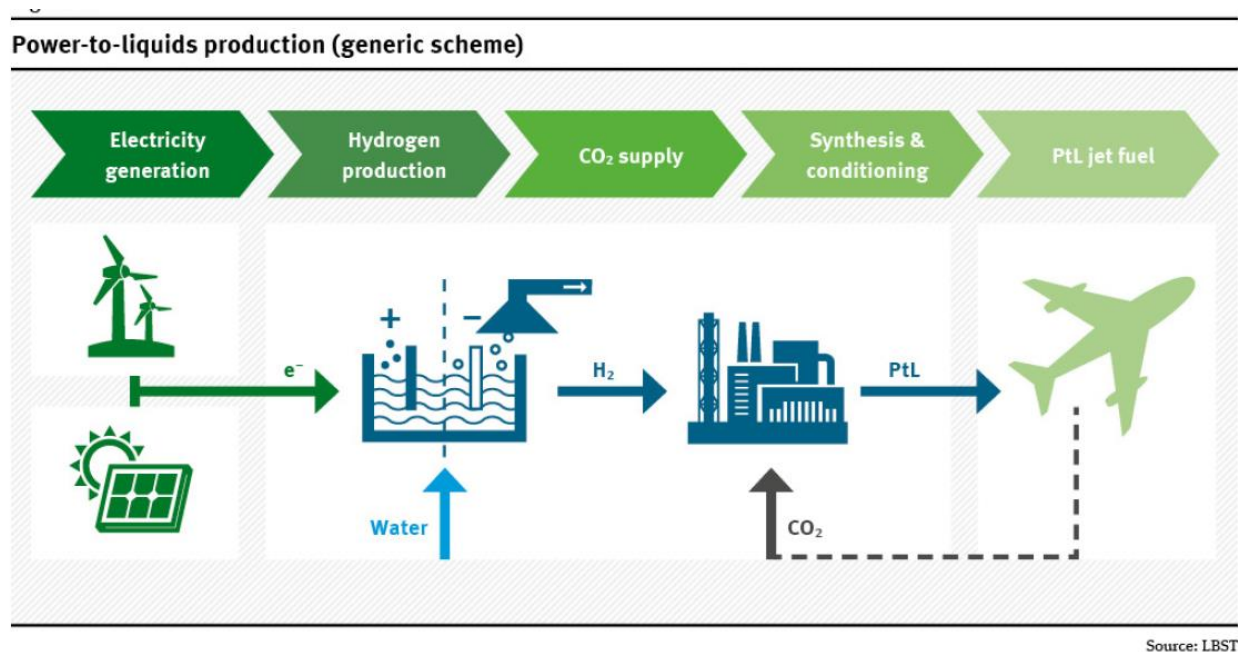
In 2019 gebruikte de luchtvaart wereldwijd ca 380 miljard liter kerosine. Dit komt overeen met 300 miljoen ton. Daarvan werd 3,9 miljoen ton (1,3%) getankt in Nederland⁴.

Steinbuch: “De echte uitdaging is niet het oppervlakte van land of de prijs per kWh elektriciteit (nu al slechts 0,01 €/kWh) maar de kosten van de apparatuur: de electrolysers en de CO₂ Direct Air Capture machines. Al met al een uitdaging maar zeker niet onmogelijk.”

Maar is dat zo? Is groene stroom werkelijk bijna gratis, als we er zoveel van nodig gaan hebben? Gaat het werkelijk om de kapitaalkosten (CAPEX)? En zijn er geen slimme oplossingen?

Hoe wordt synthetische kerosine geproduceerd?

Het productieproces van duurzame synthetische kerosine ziet er schematisch als volgt uit. Hierbij is ervan uitgegaan dat alle benodigde energie in de vorm van elektriciteit beschikbaar komt⁵:



³ <https://fd.nl/futures/1381303/vliegen-en-varen-op-kunstmatige-kerosine-rce1ca7ttw23> en het aanvullende blog <https://maartensteinbuch.com/2021/05/03/kunstmatige-kerosine-kan-dat-wel/>

⁴ <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/verkeer-en-vervoer/uitstoot-en-brandstofverbruik/brandstofverbruik-luchtvaart>

⁵ <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/power-to-liquids-potentials-perspectives-for-the>

Steinbuch: “Per liter e-kerosine heb je ongeveer 25 kWh aan elektrische energie nodig om het te maken”.

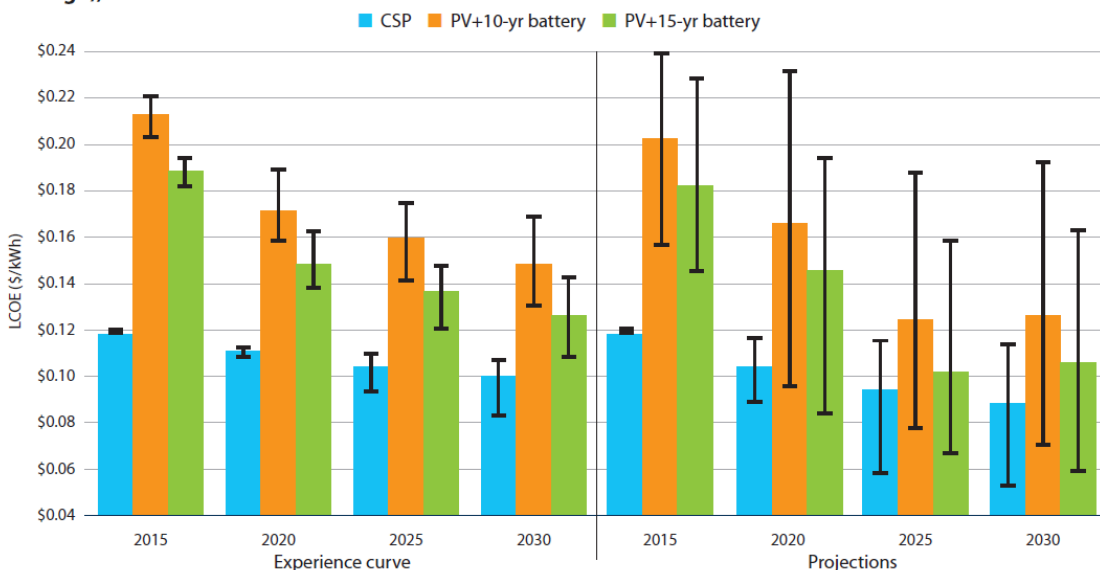
Steinbuch neemt aan dat je alles elektrisch aandrijft en hanteert een energieprij van 0,01 €/kWh. Dat is de allerlaagste prijs en alleen haalbaar met grote PV-plants⁶ (600 MW Al Shuaiba PV IP⁷). Zo'n pure PV-plant kan alleen stroom leveren bij daglicht. Er is dus geen 24/7 energie beschikbaar. Dit is wel een vereiste voor een commerciële productie plant, zowel technisch als financieel. Daarom moet een PV-installatie (idem voor wind) worden aangevuld met een vorm van energieopslag. Dit stuwt de prijs per kWh richting de 0,10 €/kWh (zie figuur 1.8⁸).

Maar het kan efficiënter. Een groot deel van de benodigde energie is namelijk in de vorm van warmte. Kijken we naar de verschillende processen, dan geldt bijvoorbeeld:

- Direct Air Capture: beetje elektriciteit, veel warmte
- Waterstof-productie: veel elektriciteit, beetje warmte
- Fischer Tropsch proces: beetje elektriciteit, veel warmte

Met een hybride CSP/PV-plant (CSP = Concentrated Solar Power) heb je én 24/7 elektriciteit én direct warmte. De stroom kan gebruikt worden voor de hydrolyzers, pompen etc. De warmte kan direct gebruikt worden voor de chemische processen. Met een CSP-plant voorkom je dat je op een inefficiënte (dus dure) manier warmte moet maken met elektriciteit. De warmte is namelijk direct beschikbaar, dag en nacht.

FIGURE 1.8 A comparison of the levelized cost of electricity: CSP versus PV (both with nine hours of storage), 2015–30



Source: NREL and US DOE 2016.

Note: \$/kWh = US dollars per kilowatt-hour; CSP = concentrating solar power; LCOE = levelized cost of electricity; PV = photovoltaic.

Whilst it is true that cost reduction for solar PV has been steeper than anticipated in this study, the broad conclusion, that CSP retains a cost advantage for long duration storage, remains valid.

⁶ PV is de Engelse afkorting voor Photovoltaic (fotovoltaïsch), de directe omzetting van licht in elektrische energie.

⁷ <https://www.pv-magazine.com/2021/04/08/saudi-arabias-second-pv-tender-draws-world-record-low-bid-of-0104-kwh/>

⁸ World Bank. 2021. Concentrating Solar Power: Clean Power on Demand 24/7. Washington, DC

<http://pubdocs.worldbank.org/en/849341611761898393/WorldBank-CSP-Report-Concentrating-Solar-Power-Clean-Power-on-Demand-24-7-FINAL.pdf>

Kan de benodigde energie groen opgewekt worden?

Uitgaande van de benodigde 25 kWh voor de productie van 1 liter synthetische kerosine, het je circa 380 miljard liter x 25 kWh/liter = 10.000 miljard kWh groene elektrische energie nodig.

Om deze energie continue te kunnen leveren zodat de productie 24/7 kan draaien, is een totaal geïnstalleerd vermogen nodig van minimaal $10.000 \text{ miljard} / 24 / 365 / 1000 = 1,1$ miljoen megawatt (MW).

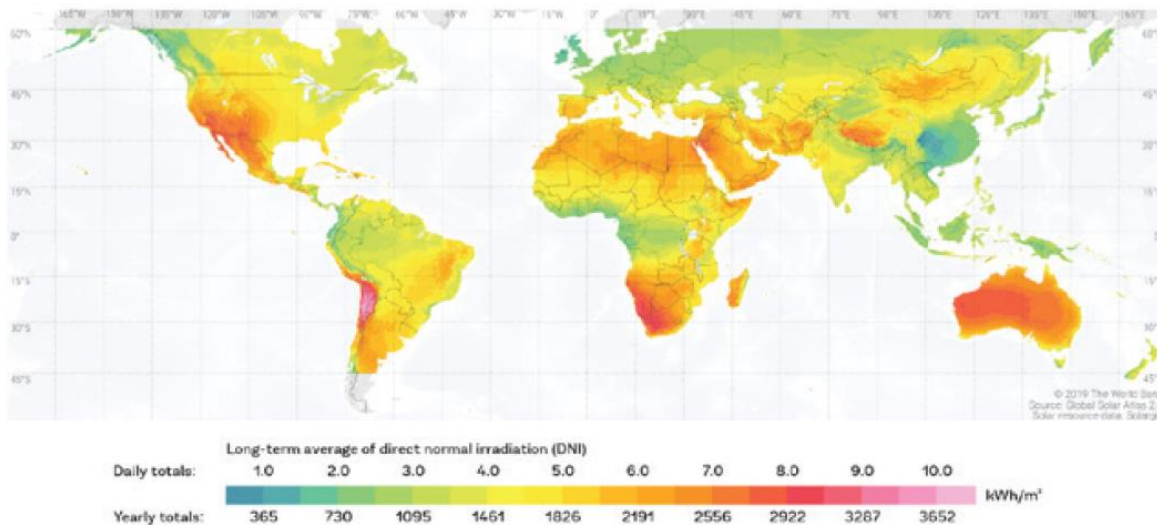
Ter vergelijking: 's werelds grootste solar plant met continue productie is het DEWA IV 950 MW CSP/PV solar hybrid project:

The Dubai Electricity and Water Authority (DEWA) IV 950 megawatt (MW) hybrid project consists of 700 MW of concentrating solar power (CSP) and 250 MW of photovoltaic (PV). The CSP component comprises four plants: a 100 MW tower plant with 15 hours of thermal energy storage and three 200 MW parabolic trough plants with 12.5 hours of thermal energy storage each.⁹

Eén DEWA IV plant zou de elektriciteit kunnen leveren voor de jaarlijkse continue productie van 266.000 ton synthetische kerosine. We hebben dus zo'n 1.200 extra DEWA IV plants nodig om te voorzien in de elektriciteitsbehoefte voor de productie van de in 2019 verbruikte kerosine. Zoveel groene stroom is nog lang niet beschikbaar. Misschien niet onmogelijk, maar wel een enorme uitdaging.

Door warmte, geproduceerd door de CSP-plant, direct toe te voeren aan de chemische processen, gaat de overall efficiency van het productieproces omhoog. Jammer genoeg is CSP geen rendabele optie voor Nederland. Daarvoor hebben we hier te weinig directe zoninstraling (Direct Normal Irradiance; DNI). De gemiddelde DNI moet in de orde 2.000 kWh/m² zijn om een CSP-plant rendabel te krijgen. CSP is met name geschikt voor gebieden als de Sahara, het Midden-Oosten, California, Peru of Australië.

FIGURE 1.3 World map of direct normal irradiation (DNI)



Source: Global Solar Atlas (ESMAP 2019).
Note: kWh/m² = kilowatt-hour per square meter.

⁹ World Bank. 2021. Concentrating Solar Power: Clean Power on Demand 24/7. Washington, DC <http://pubdocs.worldbank.org/en/849341611761898393/WorldBank-CSP-Report-Concentrating-Solar-Power-Clean-Power-on-Demand-24-7-FINAL.pdf>

Hoe groot zijn de investeringen voor de productie van de benodigde groene energie?

Totale investering voor de DEWA IV-plant: 4.3 miljard USD (zie Box 2.1 rapport WorldBank). In totaal praten we dan over een investering van 1.200 plants à 4.3 miljard = 5.160 miljard USD (ruim 5 biljoen USD). Dit is gelijk aan het Gross National Income van Japan in 2018, nummer 3 in de ranking van landen naar GNI¹⁰. Alleen voor de opwekking van de elektriciteit en warmte. Dus nog exclusief de overige investeringen.

Wat zijn de kosten van elektriciteit?

En dan de stroomprijs: de DEWA IV-plant levert continu elektriciteit voor 0,073 USD/kWh, vastgelegd in een 35 jaar Power Purchase Agreement (PPA). De productie van 1 liter kerosine kost dan 25 kWh/liter maal 0,073 USD/kWh = 1,82 USD/liter aan energiekosten (2.275 USD/ton). Deze prijs zal moeten worden doorberekend aan de luchtvaartsector.

Omdat een deel van de energie direct in de vorm van (goedkope) warmte gebruikt kan worden, is de benodigde hoeveelheid (dure) elektriciteit minder. Hierdoor zakken de energiekosten iets. Uiteindelijk zullen de totale energiekosten bij gebruik van een hybride CSP/PV-installatie ruim onder die van een PV-installatie met opslag liggen.

BOX 2.1

The DEWA IV 950 MW CSP/PV solar hybrid project

The Dubai Electricity and Water Authority (DEWA) IV 950 megawatt (MW) hybrid project consists of 700 MW of concentrating solar power (CSP) and 250 MW of photovoltaic (PV). The CSP component comprises four plants: a 100 MW tower plant with 15 hours of thermal energy storage and three 200 MW parabolic trough plants with 12.5 hours of thermal energy storage each.

This project holds the record for the lowest-priced CSP plant at \$0.073 per kilowatt-hour (kWh) under a 35-year power purchase agreement (PPA), showing how far CSP costs have come down. In contrast, the 50 MW Bokpoort project came online in South Africa in 2016 at \$0.21/kWh. Even though these projects are very different, and despite the United Arab Emirates' excellent financing conditions, the cost difference reflects many trends seen in the CSP industry at large. First, it shows that developers have applied the knowledge garnered in the development and construction of previous projects. Second, it demonstrates that larger projects bring economies of scale into play. Third, it highlights the importance of long-duration thermal energy storage, hybridization, and longer PPAs in reducing costs per kilowatt-hour.

This project is designed to provide clean energy 24/7. The 250 MW PV plant caters to demand during the daylight hours whereas the CSP with thermal energy storage plants serve demand during the evening and night. This suits the United Arab Emirates' load profile, which has a pronounced evening peak.

The DEWA IV 950 CSP/PV hybrid is the largest renewable energy project in terms of investment, at \$4.3 billion, and will be the largest CSP complex in the world in terms of capacity.

Official name	Noor Energy 1—DEWA 700 MW CSP and 250 MW PV Hybrid IPP Phase IV
Location	Mohammed Bin Rashid Al Maktoum Solar Park, Dubai
Total capacity	950 megawatts electric (MWe)
Breakdown	Parabolic trough 3 x 200 MW; 12.5 hours thermal energy storage Tower 1 x 100 MW; 15 hours thermal energy storage PV 1 x 250 MWac
Cooling type	Air-cooled condensers
Plant commercial operations date (COD)	December 22, 2022
PPA duration	35 years from plant COD
PPA (\$/kWh)	\$0.073
Total investment costs	\$4.3 billion
Lenders	Agricultural Bank of China Bank of China China Everbright Bank China Minsheng Banking Corporation Commercial Bank International Commercial Bank of Dubai Industrial and Commercial Bank of China Natixis Bank Standard Chartered Bank Union National Bank
Ownership	DEWA (51%); ACWA Power (24.99%); Silk Road Fund (24.01%)
Scope	Develop, build, own, operate (BOO)
Developer	ACWA
EPC contractor	Shanghai Electric
O&M contractor	Nomac
Off-taker	Dubai Electricity and Water Authority (DEWA)

Source: DEWA 2017.

¹⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Gross_national_income#Table,_GNI_nominal

Hoe groot zijn de overige benodigde investeringen?

Stel, de benodigde extra groene energie is beschikbaar gemaakt. Wat komt er nog meer bij kijken? In een studie door de German Environment Agency¹¹ staat een aantal rekenvoorbeelden voor de productie van 100.000 ton synthetische kerosine (in die studie PtL genoemd; Power to Liquid). Uitgangspunten:

- Energie volledig in de vorm van groene elektriciteit.
- Elektriciteit geproduceerd door wind voor 4 cent per kWh.
- Equivalent full load periode: 3.750 uur per jaar.

In deze studie zijn acht verschillende productieprocessen doorgerekend. Voor elk proces hebben we de benodigde elektrische energie per liter kerosine bepaald. Dit is samengevat in de volgende tabel:

Process	kWh/liter
Low temperature electrolysis, methanol, DAC	22.80
Low temperature electrolysis, methanol, concentrated CO2 source	17.82
Low temperature electrolysis, Fischer-Tropsch, DAC	22.55
Low temperature electrolysis, Fischer-Tropsch, concentrated CO2 source	18.19
High temperature electrolysis, methanol, DAC	20.53
High temperature electrolysis, methanol, concentrated CO2 source	15.24
High temperature electrolysis, Fischer-Tropsch, DAC	20.39
High temperature electrolysis, Fischer-Tropsch, concentrated CO2 source	14.95

Het uitgangspunt van 25 kWh per liter komt redelijk overeen met de processen waarbij Direct Air Capture wordt toegepast, waarbij 25 kWh per liter een conservatieve aanname lijkt te zijn.

De investeringen zijn sterk afhankelijk van het productieproces. Beschikbaarheid van een geconcentreerde CO₂-bron vergt de laagste investeringen (orde 300 miljoen). Wanneer de CO₂ direct uit de lucht wordt gehaald (via Direct Air Capture technieken) bedraagt de totale investering 600 tot 700 miljoen euro. Lineair doorgetrokken zou de productie van 300 miljoen ton kerosine een investering van ongeveer 1.800 miljard vereisen (kleine 2 biljoen euro). Door schaalvergroting zullen de kosten waarschijnlijk lager uitvallen. Deze investeringen komen boven op de investering in de benodigde energieproductie (in geval van hybride CSP/PV ongeveer 5 biljoen).

Voor een hybride CSP/PV-plant ligt het aantal productie-uren per jaar op bijna 100%. Dit is 2,3 maal zoveel als in het rekenvoorbeeld gebaseerd op wind (equivalent full load periode 3.750 uur per jaar). Het 24/7 kunnen produceren drukt de kapitaalkosten. De terugverdientijd van de investeringen wordt hierdoor meer dan gehalveerd.

¹¹ Power-to-Liquids - Potentials and Perspectives for the Future Supply of Renewable Aviation Fuel, German Environment Agency, September 2016 <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/power-to-liquids-potentials-perspectives-for-the>

De geschatte energie per liter en investeringen zijn afgeleid uit de volgende twee tabellen:

Table 4

Technical and economic data for PtL production via low temperature electrolysis

	Unit	Methanol pathway		Fischer-Tropsch pathway	
Technical key data					
CO ₂ source	–	Direct air capture	Concentrated source	Direct air capture	Concentrated source
Electricity input	MW	760	594	729	588
Fuel output	MW _{LHV}	319	319	310	310
	t/h	26.6	26.6	25.8	25.8
	kt/yr	100	100	97	97
Efficiency	–	42 %	54 %	42 %	53 %
Investment					
Electrolysis	M€	140	140	140	140
H ₂ storage	M€	3	3	30	30
CO ₂ supply	M€	359	45	359	45
Synthesis & conditioning	M€	100	100	94	94
Total	M€	602	288	622	308
Specific costs					
Jet fuel	€/G _{LHV}	39.8	28.0	42.7	31.3
	€/t	1719	1206	1841	1352

Source: LBST

Table 5

Technical and economic data for PtL production via high temperature electrolysis

	Unit	Methanol pathway		Fischer-Tropsch pathway	
Technical key data					
CO ₂ source	–	Direct air capture	Concentrated source	Direct air capture	Concentrated source
Electricity input	MW	869	645	836	613
Fuel output	MW _{LHV}	405	405	393	393
	t/h	33.8	33.8	32.8	32.8
	kt/yr	127	127	123	123
Efficiency	–	47 %	63 %	47 %	64 %
Investment					
Electrolysis	M€	159	159	159	159
H ₂ storage	M€	0	0	0	0
CO ₂ supply	M€	433	53	433	53
Synthesis & conditioning	M€	118	118	111	111
Total	M€	710	330	702	322
Specific costs					
Jet fuel	€/G _{LHV}	38.7	26.8	38.8	26.5
	€/t	1671	1155	1675	1144

Source: LBST

Bron: <https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/power-to-liquids-potentials-perspectives-for-the>

Hoeveel duurder is synthetische kerosine?

Alle onderzoeken duiden op veel hogere kostprijzen. Dit varieert van een factor 2,3 (German Environment Agency) tot 6,4 (ICCT; Pavlenko, Searle & Christensen¹²) maal de referentieprijs voor fossiele kerosine (0,39 €/liter). De drie onderzoekers van de International Council for Clean Transportation schrijven:

Techno-economic analysis of PtL suggests that capital expenditures and input electricity costs can be substantial, with capital costs of a project with a capacity of around 120 million liters per year of €300 million to €700 million for PtL production via FT synthesis—a range of €2.5 to €7 per liter of annual capacity, depending on configuration (Schmidt et al., 2016).

Onderstaande overzicht komt uit hetzelfde rapport:

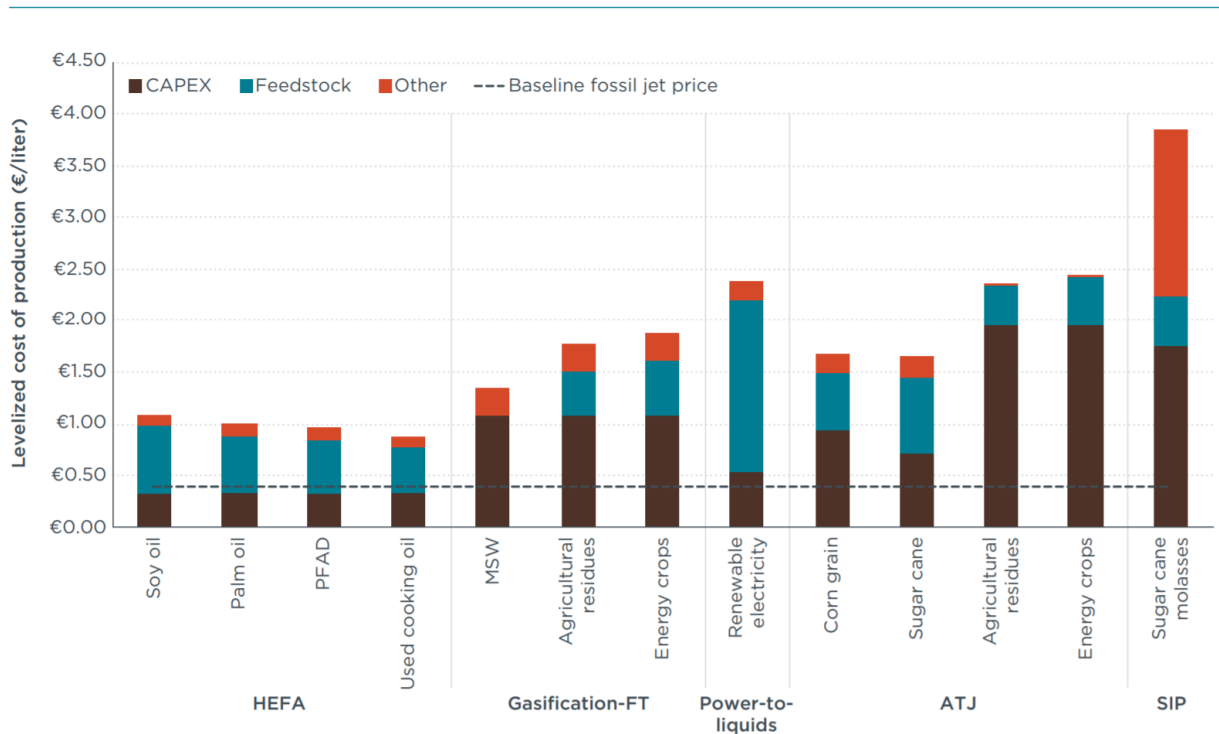


Figure 2. Comparison of levelized costs of production for alternative jet fuel across fuel conversion pathways.

¹² Pavlenko, N., Searle, S., & Christensen, A. (2019, March). The cost of supporting alternative jet fuels in the European Union, International Council for Clean Transportation (ICCT), https://theicct.org/sites/default/files/publications/Alternative_jet_fuels_cost_EU_20190320_1.pdf

Conclusies:

1. Het is zowel technisch als financieel een enorme uitdaging fossiele kerosine te vervangen door synthetische kerosine (Power-to-Liquid; PtL). Het productieproces vergt heel veel *extra* groene energie; *extra* bovenop de hoeveelheid groene energie die toch al wereldwijd nodig is voor alle noodzakelijke aanpassingen van primaire processen. Dit vergt forse, risicovolle investeringen. Het zal nog vele jaren duren voordat duurzame synthetische kerosine in serieuze hoeveelheden beschikbaar komt. Het zal zeker gaan gebeuren. De vraag is: waar en wanneer.
2. De beste locaties voor een concurrerende productie van synthetische kerosine zijn regio's met een hoge continue groene energievoorziening in de vorm van elektriciteit en warmte. Gebieden als de Sahara, het Midden-Oosten, California, Peru of Australië zijn bij uitstek geschikt.
3. Hybride CSP/PV-plants hebben het voordeel dat ze 24/7 elektriciteit én warmte kunnen leveren, tegen een lagere prijs dan puur PV met opslag.
4. Het lijkt onmogelijk om in Nederland concurrerend een volledige productieketen van synthetische kerosine op te zetten en duurzaam te exploiteren. *Bottleneck* is het ontbreken van voldoende goedkope groene stroom, warmte en energieopslagcapaciteit.
5. Door de shift naar duurzame brandstoffen zal de prijs van vliegen significant gaan stijgen. Dit zal de vraag doen afnemen.

Wat doet Nederland?

Oktober 2018 overhandigt een consortium van luchtvaart-partijen een verduurzamingsplan tot 2030¹³. Thema 3 is de inzet van duurzame brandstof. Het doel is 14% bijmenging van duurzame brandstof in 2030. Volgens de sector komt dit overeen met 573.000 ton. Bedenk dat de totale kerosine-verkoop in 2019 3,9 miljoen ton bedroeg. 14% daarvan = 546.000 ton. Er wordt dus van uitgegaan dat het totale brandstofverbruik van 2019 tot 2030 nog zal toenemen met 5%. De beoogde bijmenging van 573.000 ton duurzame kerosine moet leiden tot een reductie van 1.450.000 ton CO₂.

De 14% komt niet uit de lucht vallen, maar komt overeen met het voorgeschreven minimum-percentage in de Europese richtlijn ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen, getekend op 11 december 2018¹⁴, zie Artikel 25 (NB: de 14% werd ook al genoemd in de concepttekst uit juni 2018):

Artikel 25

Integratie van hernieuwbare energie in de vervoersector

1. *Om het gebruik van hernieuwbare energie in de vervoersector te integreren, legt elke lidstaat brandstofleveranciers de verplichting op ervoor te zorgen dat het aandeel hernieuwbare energie in het eindverbruik van energie in de vervoersector in 2030 ten minste 14% bedraagt*

¹³ Slim én duurzaam - Actieplan Luchtvaart Nederland: 35% minder CO₂ in 2030

<https://nieuws.schiphol.nl/luchtvaartsector-overhandigt-actieplan-slim-en-duurzaam-aan-minister-iw/> en <https://nieuws.schiphol.nl/download/595645/actieplan039slimenduurzaam039.pdf>.

¹⁴ Richtlijn (EU) van het Europees Parlement en de Raad ter bevordering van het gebruik van energie uit hernieuwbare bronnen (herschikking), PE-CONS 48/1/18 REV 1, 11 december 2018. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CONSIL:PE_48_2018_REV_1&from=EN

(minimumaandeel) in overeenstemming met een indicatieve koers die door de lidstaat wordt vastgesteld en volgens de in dit artikel en in artikelen 26 en 27 bepaalde methode wordt berekend. De Commissie beoordeelt deze verplichting, met het oog op de indiening van een wetgevingsvoorstel uiterlijk 2023 voor een verhoging indien er verdere aanzienlijke kostenbesparingen zijn in de productie van hernieuwbare energie, waar nodig, om te voldoen aan de internationale verplichtingen van de Unie voor het koolstofvrij maken of wanneer een aanzienlijke daling van het energieverbruik in de Unie dit rechtvaardigt.

Op 3 maart 2020 stuurt minister Van Nieuwenhuizen een Kamerbrief met als onderwerp Bijmengverplichting Luchtvaart en andere ontwikkelingen duurzame brandstoffen¹⁵. Daarin:

“Ik zal in het kader van de Green Deal daarom actief inzetten op de invoering van een Europese bijmengverplichting van duurzame luchtvaartbrandstoffen. Indien de invoering van een Europese verplichting niet (tijdig) wordt bereikt, zal Nederland er naar streven om per 2023 een nationale bijmengverplichting in te voeren.”

De minister vervolgt met:

“Met de brief van 27 maart 2019 (Kamerstuk 31936, nr. 585) en de brief over de biokerosinefabriek van 27 mei 2019 (Kamerstuk 31936, nr. 633) heb ik richting uw Kamer aangegeven dat de inzet van duurzame luchtvaartbrandstoffen één van de weinige mogelijkheden is om op de korte en middellange termijn de uitstoot van de luchtvaart binnen de sector zelf aanzienlijk te reduceren een toezegging te onderzoeken of een Europese bijmengverplichting haalbaar is. Zoniet, dan inzetten op de doelstelling in Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart voor de inzet van 14% duurzame luchtvaartbrandstoffen in 2030 (waaronder synthetische kerosine).“

Voorgaande analyse heeft echter laten zien dat er nog heel wat haken en ogen zitten aan de productie van voldoende synthetische kerosine. Dit blijkt ook uit onderzoek, uitgevoerd in opdracht van de minister zelf¹⁶:

“Het onderzoek concludeert dat in algemene zin een bijmengverplichting een effectieve manier is om de productie en het gebruik van duurzame luchtvaartbrandstoffen te stimuleren. Vergeleken met andere beleidsmaatregelen biedt een bijmengverplichting de hoogste mate van zekerheid om de doelstellingen uit het Ontwerpakkoord Duurzame Luchtvaart voor de inzet van 14% duurzame luchtvaartbrandstoffen in 2030 te behalen en daarbij een belangrijke bijdrage te leveren aan de doelstellingen voor de internationale luchtvaart. Een bijmengverplichting zal investeringen in de productie en afname van duurzame brandstoffen aanmoedigen. Een dergelijke verplichting kan naast duurzame biokerosine ook met andere geavanceerde duurzame brandstoffen, zoals synthetische kerosine, ingevuld worden.

¹⁵ <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2020/03/03/bijmengverplichting-luchtvaart-en-andere-ontwikkelingen-duurzame-brandstoffen/bijmengverplichting-luchtvaart-en-andere-ontwikkelingen-duurzame-brandstoffen.pdf> .

¹⁶ <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/03/03/bijlage-1-onderzoek-e4tech-sgu-obligation-for-aviation-in-the-netherlands-final-v3/bijlage-1-onderzoek-e4tech-sgu-obligation-for-aviation-in-the-netherlands-final-v3.pdf>

Aanvullend markeert het onderzoek ook een aantal onderwerpen en randvoorwaarden die nog verder uitgewerkt dienen te worden bij een daadwerkelijke invoering van een bijmengverplichting. Voorbeelden hiervan zijn onder andere de inzet en beschikbaarheid van duurzame grondstoffen en de raakvlakken hierbij met verplichtingen in andere sectoren, de economische impact op luchtvaartmaatschappijen bekeken in samenhang met andere beleidsmaatregelen en het tempo en niveau van de invoering van een dergelijke verplichting. Voor een volledig overzicht van de onderzoekresultaten verwijs ik u naar het onderzoeksrapport.”

Nog veel onzekerheden dus. Desondanks worden allerlei initiatieven genoemd; initiatieven die niet uitblinken door overtuigingskracht:

1. Synthetische kerosine:
 - a. Er wordt gewerkt aan een demonstratiefabriek voor synthetische kerosine in Rotterdam. Geplande output: een verwaarloosbare 1.000 liter per dag.
 - b. Een haalbaarheidsstudie door een consortium van de luchtvaartsector en de industrie heeft aangetoond dat produceren van synthetische kerosine haalbaar is. Hierbij is gebruik gemaakt van CO₂ uit industriële bron. Maar er is eerst wel nog onderzoek nodig om het op commerciële schaal te kunnen produceren. En de synthetische kerosineroute kan alleen slagen als er voldoende duurzame elektriciteit beschikbaar is.
 - c. Onlangs, tijdens de European Conference for Sustainable Aviation Fuel (SAF), werd het initiatief Synkero gelanceerd. De ambitie is het ontwikkelen van een commerciële plant in Amsterdam voor de productie van jaarlijks 50.000 ton synthetische kerosine met groene waterstof en CO₂. Ook deze waterstof zal dus moeten worden geproduceerd met duurzame energie. De oplevering van de fabriek is gepland in 2027.¹⁷
2. Duurzame biokerosine:
 - a. De bouw van een fabriek voor duurzame biokerosine in Delfzijl door SkyNRG en partners KLM, SHV Energy en de Schiphol Groupe. KLM garandeert voor een periode van 10 jaar de afname van 75.000 ton duurzame biokerosine per jaar (circa 2% van de totale kerosine-verkoop in Nederland).
 - b. Drop-in biokerosine van Neste. Ook hier gaat het om zeer kleine percentages.

Over biokerosine schrijven de onderzoekers van ICCT (Pavlenko, Searle, & Christensen 2019):

“This study’s cost analysis suggests that the cheapest sources of AJFs are not likely to provide a pathway for long-term aviation decarbonization. The cheapest set of fuels in the analysis are HEFA fuels made by hydroprocessing vegetable oils or waste fats; this is the closest pathway to commercialization and by far the most common. These fuels cost, on average, €1/liter to produce—substantially less than other AJF pathways. However, HEFA production costs are unlikely to decline further in the future, because they are dominated by the high cost of feedstock for vegetable and waste oils. Moreover, the feedstocks used for HEFA production either have substantial indirect emissions, in the case of vegetable oils, or are already largely being used for fuel production, as in the case of UCO. In terms of investment, HEFA fuels may be

¹⁷ <https://skynrg.com/press-releases/synkero-builds-facility-in-the-port-of-amsterdam-producing-sustainable-aviation-fuel-from-co2/> 8 februari 2021

a dead end; supporting their production in the near term will do little to facilitate a transition to better-performing, lignocellulosic feedstock-derived fuels in the longer term. Locking in policy support for HEFA fuels, which are already commercially viable, is an expensive and ineffective mode of aviation decarbonization.”

Wat betekent dit concreet:

1. De luchtvaartsector mikt op 14% = 573.000 ton bijmenging van duurzame kerosine in 2030. Wanneer dit geheel in de vorm van synthetische kerosine zou zijn, vergt dit omgerekend een *extra* continu vermogen van 2.000 MW aan groene energie. En er is al schaarste aan energie.
2. KLM heeft zich tot 2030 vastgelegd op de afname van jaarlijks 75.000 ton biokerosine (2% van de totale kerosineafzet in 2019; 13% van de in 2030 beoogde hoeveelheid duurzame kerosine). De geplande maximale output van de Delfzijl-fabriek is 100.000 ton per jaar vanaf 2022. Duurzame *feedstock* is schaars. Opschalen van biokerosine productie is niet eenvoudig.
3. Synkero wil vanaf 2027 jaarlijks 50.000 synthetische kerosine produceren (1,3% van de totale afzet in 2019; 8,7% van de in 2030 beoogde hoeveelheid duurzame kerosine. Grootschalige productie van synthetische kerosine is in Nederland echter niet commercieel haalbaar.
4. Onduidelijk is hoe en waar tussen nu en 2030 de productie van duurzame kerosine op een rendabele duurzame wijze gaat worden opgeschaald. Om dit te realiseren, zullen miljarden aan investeringen nodig zijn. Veelal niet in Nederland, maar in zonniger regio's. Vervolgens moet de kerosine nog per schip of pijpleiding naar hier worden getransporteerd.
5. De opbouw van een volledige productieketen voor 550.000 ton synthetische kerosine zou ongeveer twee DEWA IV-plants à 3,4 miljard USD moeten omvatten, plus ongeveer 3 miljard aan overige investeringen. Ruwweg 10 miljard investering om 14% bij te kunnen mengen in 2030, wat moet leiden tot een reductie van 1.450.000 ton CO₂. Bijna 7.000 euro per ton CO₂!
6. Een veel efficiëntere en goedkopere manier om tot een reductie van 14% fossiele kerosine in 2030 te komen, is reductie van het aantal vliegbewegingen. Dat kost zeker minder dan 10 miljard en levert bovendien materiële en immateriële winst op voor het leef- en woonklimaat.

En dan hebben we het varen op kunstkerosine nog buiten beschouwing gelaten. CE Delft heeft onderzocht wat een verduurzaming van de zeevaart vergt. De zeevaart verbruikt ongeveer evenveel energie als de luchtvaart. Dit komt neer op ca 20% meer hernieuwbare energie dan nu voorzien¹⁸. Synthetische scheepsbrandstoffen zullen 4-10 keer zo duur worden als conventionele brandstoffen.

Kortom, we hebben in Nederland a) niet de hoeveelheid en b) niet de juiste mix van groene energie voorradig om concurrerend op grote schaal synthetische kerosine te produceren. Daarvoor ligt Nederland op de verkeerde plek op aarde. Commerciële, concurrerende productie van synthetische kerosine in Nederland is dan ook een utopie.

De overheid moet oppassen voor een kostbare *lock-in*, waarbij wordt geïnvesteerd in grootschalige productie van duurzame kerosine in Nederland, terwijl het doel (mindering van CO₂-uitstoot door de luchtvaart) ook op andere manieren bereikt kan worden. Temeer omdat de productie van duurzame kerosine betekent dat andere sectoren minder groene energie ter beschikking hebben.

¹⁸Availability and costs of liquefied bio- and synthetic methane - The maritime shipping perspective, CE Delft, march 2020, <https://cedelft.eu/publications/availability-and-costs-of-liquefied-bio-and-synthetic-methane/>