

BIOFLYGBRÄNSLE, BIOJET

Jet A1, också benämnt som flygfotogen eller jetbränsle, är det drivmedel som används i flygplan och helikoptrar drivna med jetmotorer. När biobaserade bränslen blandas i flygbränsle brukar det kallas biojet. Det är i dagsläget bränsle från fyra olika biobaserade produktionsvägar som är certifierat som tillsats (upp till 50%) i konventionell Jet A1 enligt standarden för flygbränsle: hydrerade estrar och fettsyror (HEFA), Alcohol-to-Jet (AtJ), Fischer-Tropsch (FT) och direktfermentering av socker (DSHC).

För att ge biojet bra klimatprestanda är det viktigt att vätgasproduktionen som processteg görs hållbar. I svenska bioflygbränsleprojekt är det främst tre av de biobaserade produktionsvägarna som är intressanta att utveckla, HEFA, AtJ och FT, vilka presenteras närmare i detta faktablad. Längs värdekedjan för respektive teknik finns olika faktorer som påverkar status för bioflygbränslena, och därmed också hur de kan bidra till luftfartssektorns klimatmål.

HEFA – Hydrerade estrar och fettsyror

Hydrerade (vätebehandlade) estrar och fettsyror, HEFA, produceras ur vegetabiliska och animaliska oljor och fetter, också avfallsoljor som använd matolja. Råvaran vätebehandlats för att reducera syrenehåll och konvertera fetter och oljor till kolväten. En förbehandling krävs för att använda förorenade råvaror.

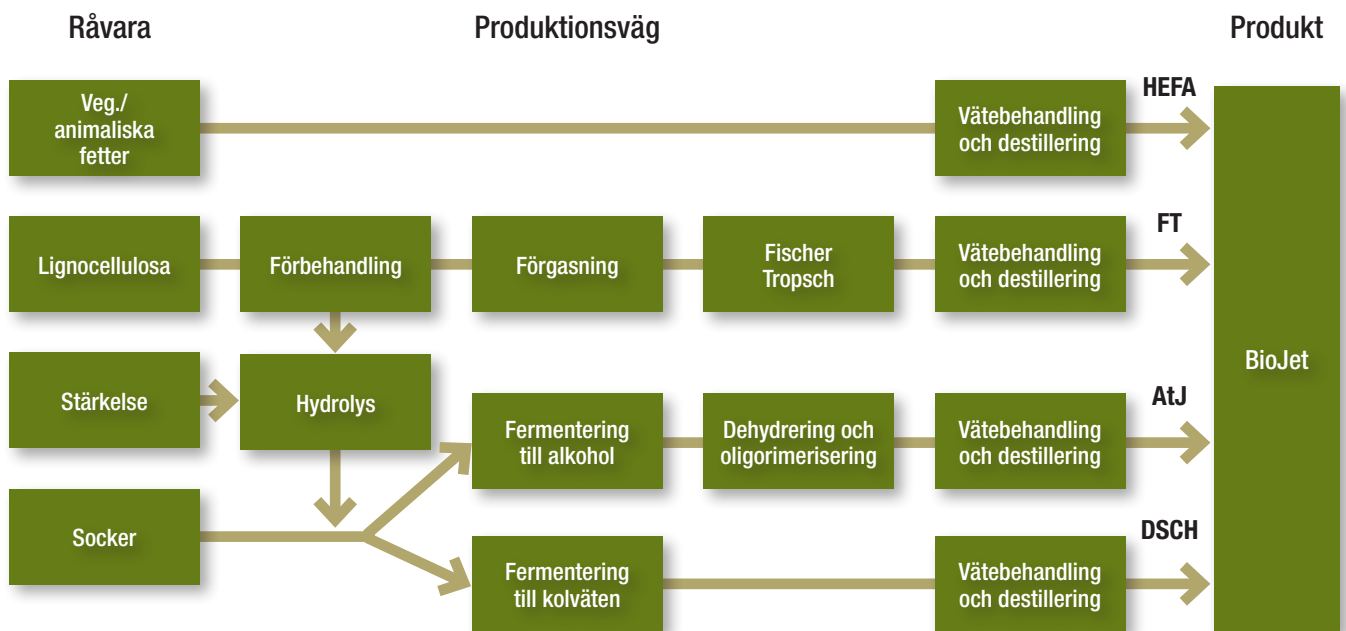
HEFA är ASTM-certifierad för en inblandning i flygbränsle på upp till 50%.

HEFA-processen är den enda produktionsprocess som idag har kommersiell produktion av bioflygbränsle. Eftersom tillverkningsprocessen till stor del är densamma som för HVO (hydrerad vegetabilisk olja) som finns på marknaden för vägtransporter, kan

anläggningar ha en flexibel produktmix, dvs fördelning mellan olika produkter (t ex mellan flygbränsle, andra fordonsbränslen och kemikalier). Men det betyder också att en konkurrenssituation om vissa råvaror kan uppstå mellan drivmedelsproduktion för flyget respektive vägtransporter. En ökad efterfrågan på vegetabiliska oljor kan orsaka tryck på ändrad markanvändning i vissa fall. Lignocellulosaråvaror har mycket högre tillgänglighet och lägre indirekta miljöeffekter men kan med dagens teknik inte användas för HEFA-produktion.

Investeringskostnader har i exempel beräknats ligga kring 8 000 SEK/årston för storskaliga anläggningar vilket ger ett uppskattat lägsta försäljningspris för HEFA på i storleksordningen 8-12 SEK/l beroende på råvara.^{1,2} De relativt låga produktionskostnaderna är delvis beroende av synergier med annan kolväteproduktion. Andra uppskattningar av produktionskostnader är högre, t ex 15-17 SEK/l för använd matolja som råvara.³

Omvandlingsprocessen från biomassa till bioflygbränsle har vätgas som viktigaste insatsvara i tillägg till olja/fett-råvaran. Tillverkat av förnybara och hållbara råvaror kan bioflygbränsle med HEFA minska utsläppen av växthusgaser med 70-80% jämfört med konventionellt jetbränsle.^{2,3}



De fyra produktionsvägarna för biobaserade drop in-bränslen certifierade för inblandning i flygbränsle enligt standard ASTM 7566-18. Med inblandning av dessa kallas flygbränslet för Biojet.

AtJ – Alcohol to Jet

Alcohol to Jet (AtJ) innebär att biojetbränsle framställs katalytiskt ur någon av alkoholerna butanol eller etanol. Dessa alkoholer kan ha framställts ur många olika biogena råvaror och en mängd olika biologiska processer. Det innebär att det finns många varianter av AtJ som produktionsväg.

För s k första generationens etanol används främst socker från sockerrör och stärkelse från sädeslag som råvara. Men användningen av grödor för drivmedelsproduktion är omdebatterad och EU har satt ett tak för den. För att bredda råvarubasen har teknik för att producera såväl etanol som butanol från lignocellulosa, t ex trä och halm, tagits fram. Restströmmar från befintlig industri kan också vara ett viktigt komplement till råvarubasen.

Att omvandla biomassa till AtJ-baserat bioflygbränsle kan ske med låg miljöpåverkan. Den övergripande miljöprestandan är en kombination av val och metod för insamling av råvara och den specifika produktionsvägen. I allmänhet betraktas rest- och biprodukter från skogsbruk och jordbruk samt biogena avfall

som de viktigaste framtida råvarorna. De är enligt reglerna för växthusgasberäkning som tillämpas i förnybarhetsdirektivet^{4,5} associerade med låga utsläpp av klimatpåverkande gaser. Jämfört med fossila bränslen ger bioflygbränsle producerat från någon av dessa råvaror enligt AtJ en signifikant växthusgasreduktion. I typfallet är minskningen större än 80%.²

Som process är AtJ relativt mogen och ett flertal aktörer bedriver aktivt utvecklingsarbete. Tekniken är dock ännu inte demonstrerad i kommersiell storskalig produktion. Detta innebär att den ekonomiska prestandan för AtJ-processen är osäker.⁶ Det är dock tydligt att produktionsekonomin skiljer sig beroende på vilken råvara som används. Priser på 25-35 SEK/l har t ex angivits för de första anläggningarna som producerar AtJ-bränsle från lignocellulosa. Med mogen teknik förväntas de sjunka till 15-25 SEK/l.^{2,7,8}

ASTM-certifiering som tillåter upp till 50% inblandning i fossilt jetbränsle finns för produktion både via butanol och etanol.

FT – Fischer Tropsch

Fischer Tropsch (FT) är en serie kemiska reaktioner som kan användas för att uppgradera syntesgas (H₂ och CO) till vätskeformiga bränslen. Råvaran för framställning av syntesgasen kan vara av både fossilt ursprung eller biomassa och avgör alltså om slutprodukten är bioflygbränsle. Det finns i dagsläget ingen storskalig produktion av flygbränsle från biomassa baserat på FT-teknik, men snarlik teknik, baserad på fossila råvaror, har sedan länge använts för kommersiell produktion av flygbränsle. Två kommersiella produktionsanläggningar är 2019 under uppförande i USA med planerad start 2020.

Det är inte möjligt att producera enbart bioflygbränsle i en FT-process, men 50-70% av produkten kan bli bioflygbränsle med förnybar diesel som den viktigaste andra produkten. Effektiviteten beror mycket på processkonfiguration och råvara men typiskt kan 35-50% av energin i råvaran bli till drivmedel. Dessutom bildas en stor mängd värme som kan vara värdefull om produktionen integreras med andra processer eller i ett fjärrvärmnät.

Det är svårt att generalisera produktionskostnader för FT-baserade bioflygbränslen. Skälet är att de i hög grad beror på lokalisering,

råvaruval, anläggningens storlek och vald produktmix. Generellt präglas kostnadsprofilen av höga investeringskostnader men låga råvarukostnader jämfört med de flesta andra produktionstekniker. För FT-baserade bioflygbränslen anges ofta produktionskostnader i ett intervall om 10-20 SEK/l.^{2,3,8,9} Kostnader i den lägre delen av intervallet kan sannolikt nås för kommande anläggningar som byggs integrerade med befintlig industri, exempelvis svensk skogsindustri.

Att omvandla biomassa till FT-baserat bioflygbränsle har potential att göras med mycket liten miljöpåverkan från själva omvandlingsprocessen eftersom få ytterligare insatsvaror används och endast lite avfall bildas. Det innebär att så länge hållbart producerade och insamlade råvaror används, kan totalt sett god miljöprestanda nås med denna produktionsväg. Med de regler för växthusgasberäkning som tillämpas i förnybarhetsdirektivet^{4,5} är dessa associerade med låga klimatgasutsläpp och ger växthusgasreduktion för producerat bioflygbränsle med >90% jämfört med fossila bränslen.⁷

Referenser

1. Kaltschmitt, M. & Neuling, U. (Eds.) (2018) *Biokerosene – Status and Prospects*. Springer.
2. Pavlenko, N., Searle, S. & Christensen, A. (2019) *The cost of supporting alternative jet fuels in the European Union*. Working paper, International Council on Clean Transportation (ICCT).
3. de Jong, S. (2018) *Green Horizons – On the production costs, climate impact and future supply of renewable jet fuels*. PhD Thesis, Utrecht University.
4. Europaparlamentets och rådets Direktiv 2009/28/EG
5. Europaparlamentets och rådets Direktiv (EU) 2018/2001
6. Wang, W-C. et al. (2016) *Review of Biojet Fuel Conversion Technologies*. Technical report, National Renewable Energy Laboratory (NREL/TP-5100-66291).
7. de Jong, S. et al. Life-cycle analysis of greenhouse gas emissions from renewable jet fuel production. In *Biotechnology for Biofuels*, 2017, Volume 10(1), Article 64.
8. Maniatis, K. et al (Eds.) (2017) Building up the future, Cost of Biofuel. Subgroup on Advanced Biofuels (SGAB) Report, European Commission.
9. SOU (2019) *Biojet för flyget. Betänkande av Utredningen om styrmedel för att främja användning av biobränsle för flyg*. Statens offentliga utredningar 2019:11.